وراثة وتطور السلوك

تأليف

لى . إرمان

بيتر ا. بارسونز

دار ماكجروهيل للنشر

المملكة العربية السعودية - الرياض - ص ب ١٠٧٢٠

وراثة
وتطور
السلوك

وراثـــة وتـــطور الســـلوك

تأليف

لى . إرمان

جامعة ولاية نيويورك ، بيرشاز

بيتر ا. بارسونز

جامعة لاتروب ، بندورا ، استراليا

ترجمة

دكتور/أحمد شوق حسن

أستاذ الوراثة المساعد

كلية الزراعة – جامعة الزقازيق

دكتور/رمزى على العدوى

أستاذ الوراثة المساعد

كلية الزراعة – جامعة عين شمس

مراجعة

الأستاذ الدكتور/السيد حسن حسنين

أستاذ الوراثة وعميد كلية الزراعة – جامعة عين شمس

دار مـاكجروهيـل للنشـر

نيويورك . سانت لويس . سان فرنسيسكو . أوكلاند . بوجوتا . دوسلدورف . جوهانسبرج . لندن . مدريد . مكسيكو . مونتريال . نيودلهى . بنما . باريس . ساوباولو . سنغافورة . سيدنى . طوكيو . تورنتو . القاهرة

المملكة العربية السعودية – الرياض – ص ب ١٠٧٢٠

BehaviourGenetics and Evolution
Lee Ehrman
Peter A. Parsons

حقوق التأليف © ١٩٨١ دار ماكجروهيل للنشر إنك . جميع الحقوق محفوظة

Genetics & Behaviour

حقوق التأليف © ١٩٧٦ دار ماكجروهيل للنشر . إنك جميع الحقوق محفوظة

الطبعة العربية ١٩٨٣ تصدر بالتعاون مع المكتبة الاكاديمية بالقاهرة ABC ودار المريخ للنشر - الرياض - المملكة العربية السعودية - ص.ب ١٠٧٢٠

لايجوز نشر أى جزء من هذا الكتاب أو اختزان مادته بطريقة الاسترجاع أو نقله على أى وجه أو بأى طريقة سواء كانت الكترونية أو ميكانيكية أو بالتصوير أو بالتسجيل أو خلاف ذلك إلا بموافقة الناشر على هذا كتابة ومقدماً .

ISBN 0.07-019276-6

المحتويات

مقدمة الترجمة العربية ٩

تمهيد وراثة السلوك ١١

الفصل الأول : مقدمة ١٧

الفصل الثانى : الوراثة الأساسية ٢٣
الوراثة المندلية – الوراثة الكمية – وراثة العشائر – اختبارات مربع كاى – فعل الجين – الملخص – مراجع عامة

الفصل الثالث : الجينات المنفردة والسلوك ٦٣
تنظيف بواسطة نحل العسل – نجاح التزاوج فى الدروسوفلا – تأثيرات الجين المنفرد فى الفيران – جينات البدانة أو السمنة – تأثيرات الجين المنفرد فى الإنسان – نقص اللكتيز – الملخص

الفصل الرابع : الكروموسومات والسلوك ٨٣
التغيرات الكروموسومية – الانقلابات فى الدروسوفلا – اختلافات التركيب الكرموسومى فى الإنسان – التغيرات فى كروموسوم الجنس-الملخص

الفصل الخامس : تعدد الجينات والسلوك ١١١
الوراثة الإحصائية الحيوية – لانتحاء الجغرافى فى الدروسوفلا – العزل الجنسى – العزل فى طيور الحب – الانفعالية فى القوارض – بعض الصفات السلوكية فى الكلاب – الجانبية فى الدروسوفلا والفأر والإنسان – الملخص

الفصل السادس : التحليل الكمى – حيوانات التجارب ١٤٩
الوراثة الكمية – التفاعل بين التركيب الوراثى والبيئة – التباين داخل وبين السلالات المرباه داخليا – مكونات التباين الوراثى – الهجن المتبادلة – التأثير الأمى – السلالات وحيدة الأم – مكونات التباين الوراثى فى عشائر تتزاوج اعتباطيا – علاقات القرابة – علاقات الأقارب : طريقة الانحدار – تجارب الانتخاب الموجه للصفات الكمية – الملخص – الملاحق : مراجع عامة

الفصل السابع : التحليل الكمى : للإنسان ١٩٥
تحليل التوائم – التوائم فى الدراسات الوراثية – التوائم والدراسات الوراثية : الصفات ذات التباين المتصل أو المستمر – الوراثة والبيئة فى الإنسان – هل يمكن افتراض التزاوج الاعتباطى فى الإنسان ؟ الصفات الحدية – الملخص – مراجع عامه

الفصل الثامن : وراثة السلوك : الدروسوفلا ٢٢٥
تأثيرات الجين المفرد – الصفات الكمية المشتملة على التحرك – التزاوج المعتمد على التكرار – وراثة العشائر – السلوك – سلوك اليرقات – الملخص – مراجع عامة

الفصل التاسع : وراثة السلوك – القوارض ٢٦٥
الفيران : تأثيرات الجين المفرد – السلوك فى الحقل المفتوح كصفة كمية فى الفيران : الصفات الكمية فى الفيران – التعدد السلوكى للأشكال المظهرية الفيران : السلوك الذكرى الجنسى – الفيران : صفات ذات أساس فسيولوجى واضح – القوارض الأخرى – الوراثة النفسية لاستعمال الأدوية – الملخص – مراجع عامه

الفصل العاشر : وراثة السلوك : كائنات أخرى ٣٠٧

البكتريا – البراميسيوم – النيماتودا – فراشة الدقيق – البعوض – الدبور المتطفل – بعض الحشرات الصوتية – التحكم الوراثى لاستجابة الإناث لترديد الأغانى – الأسماك – الضفادع – والعلجوم – السمان – الدجاج – الأوز – هجن الدجاج الرومى – البط – القطط – الخيل – الماشية – الرئيسيات – الخلاصات – الملخص

الفصل الحادى عشر: الإنسان : بعض الصفات غير المتصلة ٣٦٩
مرض كيرو – عيوب النطق – إدمان الكحولات – الانزيمات والسلوك – قدرات التذوق وغيرها من الإدراكات الحسية – اللون والمرئيات الأخرى – بعض الطفرات فى الجنس البشرى – الصرع – المرض العقلى المعروف بالهوس الاكتئابى – الفصام أو انفصال الشخصية – الجنس – ملاحظات ختامية – الملخص – مراجع عامه

الفصل الثانى عشر : الإنسان : الصفات المتصلة ٤٢١
الذكاء : الوراثة والبيئة – معامل الذكاء حجم العائلة، الطبقة الاجتماعية – التباينات فى معامل الذكاء – القدرات العقلية الأولية – الشخصية – العاطفة والإدراك الحسى والمهام الحركية – السلوك والاختلافات الظاهرية – الإجرامية أو العمل الإجرامى – الانتقالات الوراثية والبيئية للصفات السلوكية – الملخص – مراجع عامه

الفصل الثالث عشر : السلوك والتطور ٤٥٧
التطور – مكونات الملاءمة فى الدروسوفلا – التخاب المسكن : فى الدروسوفلا أساساً – انتخاب المسكن : القوارض ديناميكيات العشائر – التشعب الوراثى والحضارى فى القبائل البشرية – تطور السلوك فى النوع الإنسانى – التراكيب الاجتماعية : المغزى التطورى

للسلوك – الملخص – مراجع عامه

الفصل الرابع عشر : خاتمـة ٥٠٩

من الميكانيكيات إلى التطور – وراثة العشائر : هل يحدث التزاوج الاعتباطى ؟ السلوك والتنوع – الصفات الكمية : التراكيب الوراثية ، الظروف البيئية ، أشكال التداخل والتلازم بينهما – الاتجاهات المستقبلية .

مقدمة الترجمة العربية

شرفت بأن كلفنى أستاذى الدكتور/السيد حسانين ، وصديقى الدكتور/رمزى العدوى بكتابة مقدمة الترجمة العربية . وإنى انتهز هذه الفرصة لأعبر عن صادق سعادتى بمشاركتهما ترجمة ومراجعة هذا الكتاب ، هذه المشاركة التى تعد تتويجا لتاريخ طويل من الانتماء العلمى والصداقة المهنية المخلصة . ولاقتناعى بأن مقدمة مؤلفى الكتاب قد غطت بشكل كاف محتواه العلمى ، فسأقتصر هنا على ذكر مزايا وجود ترجمة عربية لهذا المرجع المتميز . يمكن تلخيص هذه المزايا فيما يلى :

١ - بجانب ندرة الكتب المترجمة فى علم الوراثة ، نجد أن أغلبها من كتب الأساسيات أو الكتب الدراسية المعاونة . وتكاد الساحة تخلو من المراجع العلمية المتخصصة . لذلك فإن الاتجاه إلى ترجمة هذه المراجع يستحق كل اهتمام وتشجيع ، لأنه أحد السبل الفعالة لتحويل اللغة العربية إلى لغة علمية مستخدمة فى شتى المجالات المتخصصة ، حيث تتضمن الترجمة التعرض لوضع مقابل عربى للأعداد المتزايدة من المصطلحات العلمية .

٢ - يظهر هذا المرجع ما تتميز به الأعمال العلمية الناتجة من التقاء طرق ومواضيع الدراسة فى المجالات المختلفة من ثراء يوصف عادة بقوة الهجين . فإذا كان الكتاب قد جمع بين دراسات الوراثة والسلوك ، فإنه يقدم عرضا يهم نطاقا واسعا من الباحثين فى مجالات علوم الحياة والاجتماع والنفس والسياسة والتربية والطب والصيدلة وتربية الحيوان .

٣ - نظرا للتقدم السريع فى مختلف العلوم الوراثية فإن اختيار الطبعات الحديثة جدا من مختلف المراجع لترجمتها يعد أمرا بالغ الأهمية وظهور ترجمة عربية لهذا المرجع المتخصص بعد سنتين من تاريخ ظهور طبعته الأصلية يعد رقما قياسيا يتمشى مع أفضل

الأرقام العالمية لسرعة الترجمة .

بناء على ما سبق من حقائق نشعر أننا مدينون بالشكر للمكتبة الأكاديمية ومديرها الأستاذ/أحمد أمين ولدار نشر ماكجروهيل وممثليها فى مصر الأستاذ/محمد دربالة والدكتور يحيى بدر والمهندس حمدى قنديل للاضطلاع بهذا البرنامج الشجاع للإشراف على ترجمة نخبة رائعة من المراجع العلمية المتخصصة .

ولا يفوتنا هنا أن نشكر كل من ساعدنا فى هذا العمل وأخص بالشكر الآنسة إلهام على حنفى التى قامت بنسخ أصول الترجمة ، وكذلك كل من قام بتجميع وإعداد الطبعة العربية للنشر .

وختاما أرجو أن يوفقنا الله إلى خير المجتمع العلمى فى العالم العربى وإلى خدمة لغتنا العربية العزيزة من خلال مثل هذه البرامج الرائدة للترجمة والتعريب .

أحمد شوقى

أغسطس ١٩٨٣

تمهيد لوراثة السلوك (الطبعة الأولى - ١٩٧٦)

« يبدو أن الوقت قد حان لنقوم بعرض حديث لهذا الفرع من المعرفة الذى اسميناه بوراثة السلوك ... ليس بتقديمه كعمل تحددت أبعاده فقد يعد ذلك مستحيلا فى مجال الدراسة الذى يكون فى مرحلة ديناميكية من النمو » . أما الوقت فقد كان مايو ١٩٦٠ ، وأما العبارة فقد كتبها فولر وثومبسون عندما اشتركا فى تأليف واحد من أوائل الكتب التى تتناول الهجين الناشىء من التقاء علمى الوراثة والسلوك **(Behavior Genetics, Wiley, (New York** والواقع أن بداية وراثة السلوك يمكن أن تعود إلى عام ١٨٦٩ وذلك بنشر كتاب آخر لجالتون عن العبقرية المتوارثة **Hereditary Genius** وقد اتبع ذلك بكتاب عن أثر الطبع والتطبع فى العلماء الأنجليز وآخر عن الاستعدادات الشخصية فى الإنسان .
(English Men Of Science : Their Nature and Nurture (1874), Inquiry into Human Faculty (1883), Macmillan, London.

بالنسبة لنا ولمن نصحنا (وبعضهم مذكور فيما بعد) فإن الوقت قد حان ، بعد مرور عقد ونصف منذ ذلك الحين ، لظهور مرجع أكثر تقدما عن موضوع وراثة السلوك رغم أن المجال المذكور مازال فى مرحلة النمو الديناميكى . ومع ذلك فمرة أخرى لا يمكن تقديمه كعمل تحددت أبعاده فهذا الأمر يبدو مستحيلا حتى الآن . هذا المرجع موجه لطلبة الجامعة والدراسات العليا الذين لديهم إلمام بالوراثة العامة . وهؤلاء قد يكونون طلابا فى مجالات علم الحياة **biology** أو علم النفس **Psychology** أو ما ظهر الآن فى الكليات والجامعات من برامج أو تخصصات فى علم الحياة النفسى **Psychobiology** الذى يعد بدوره هجينا شديد الخصوبة بين علمى النفس والحياة .

هذه الخصوبة أدت بوضوح إلى التقدم السريع فى دراسات علوم السلوكيات .

وبما أن تعلم دراسة السلوك كمقرر منهجى يعد أمرا مستحدثا فإننا نأمل أن يكون هذا الكتاب نافعا لمن تم فعلا تدريبهم بطرق مختلفة لشغل العديد من المهن المتباينة .

ورغم أن العاملين فى مجالات الوراثة والحيوان وعلم النفس هم أول من يتبادر إلى الذهن ، فإن نواحى وراثة السلوك التى يغطيها هذا الكتاب تدخل بشكل متزايد فى نطاق عمل الأطباء والبيطريين ومربى الحيوان ورجال الاجتماع والتربية بشكل عام ، حيث يبدو ذلك جليا من الأمثلة والكائنات الواردة فى المناقشة . هذا بالإضافة إلى أن الأفكار المتعلقة ببعض أوجه الجدل السياسى الدائرة اليوم يمكن توضيحها بفهم الأساس الوراثى لسلوك الانسان والكائنات الأخرى .

فى عرضنا الحالى سيعد سلوكا أى أو كل الأنشطة التى تقوم بها الوحدة المتكاملة المسماه بالكائن فى ظل مجموعة الظروف المحيطة أو البيئة . وإذا كنا نلتزم بذلك بناء على توصية ايثيل توباك **Tobach** (١٩٧٢) ، فإننا قد قصرنا معالجتنا على الاستجابات العضلية والعصبية للكائن ، وهى الاستجابات التى اتضح بدرجات مختلفة من القوة أن لها أساس وراثى – اساس ينتقل عبر الخلايا الجنسية من جيل إلى آخر .

كان من الضرورى أن ننتقى من الأمثلة ما يوضح الأوجه المختلفة لوراثة السلوك . وقد كان التغاضى عن بعض الدراسات الممتازة أمرا لا مفر منه ، كما أن تضميننا للبعض الآخر كان بفضل معرفتنا الوثيقة بها . ورغم اضطرارنا إلى هذه الطريقة الانتقائية ، فإننا نأمل أن نكون قد استطعنا تقديم مرجع متقدم وشامل فى وراثة السلوك . ونحن نعتذر لمن يشعر أن عمله قد أهمل ، وسنكون شاكرين لقرائنا إذا مالفتوا انظارنا إلى أشياء من هذا القبيل . ولاشك أن كل ملاحظاتهم ستكون موضع ترحيب كبير .

بجانب زوجتينا الصبورتين اللتين أهدينا لهما هذا الكتاب ، فإن الكثير من طلبتنا ومساعدينا قد قدموا لنا العون بطرق شتى . ففى جامعة ولاية نيويورك فى برتشير يوجد جيوفرى ايرن ، روزلين بلاك ، لوبا بروز ، دان كاينزو ، ليلا ارينبارد ، تونى فوشر ، الياليف ، ماكس كيرش ، الين اوهارا ، د . جودى ركورى ، جارى ورزنفليد . ولقد تحملت برثا انوسينكو عبئا كبيرا بشكل خاص . فبجانب قراءة النسخة الخطية كلها ، قامت بنسخ أجزاء منها على الآلة الكاتبة وبالعناية بأوراقنا ومكالمتنا التليفونية عندما كنا منشغلين بالكتابة وإعادة الكتابة ، باركها الله .

وفى جامعة لاتروب فى استراليا ساعدنا جيف كمنز ، د . دافيد هاى ، مايكل جونز ، لون ماك كولى ، جلندا ولسون ، شيرلى وند .

وينبغى أن نذكر على وجه الخصوص د . نيكى ارلينمير – كملنج ، التى راجعت النسخة الخطية كلها وامدتنا بنقدها العطوف الواعى .

تمهيد لوراثة وتطور السلوك (الطبعة الحالية بالعنوان المعدل ١٩٨١) :

كانت السنوات الخمس التى مرت بين ظهور طبعتى هذا الكتاب سنوات محمومة لجميع العاملين فى مجال وراثة السلوك على اختلاف هوياتهم ، بما فيهم نحن .

فلقد تجمع لدينا حجم كبير من الأعمال المنشورة التى تجعلنا نعتقد فى ضرورة أن نميل فى هذه المرة للجانب الحيوى ، مع الإشارة بشكل خاص للمسائل التطورية . ولقد جاء تغير العنوان ، الملاحظ فى هذه الطبعة المعدلة ، مؤكدا لتغير منهج العرض . يعنى ذلك بساطة افتراض وجود بعض الإلمام بمبادىء الوراثة وعلم الحياة التكوينى developmental biology ولو أننا نستعرض ما يلزم لهذا الإعداد من معلومات وندعمه بالأمثلة السلوكية المناسبة وذلك فى الفصول الخمسة الأولى المعاد كتابتها بتوسع ، وفى مختلف المواضع الأخرى . والملاحظ أن أكثر الأعضاء ذوى النشاط فى جمعية وراثة السلوك قد تمرسوا فى علم النفس وفروعه وليس الوراثة كما هو الحال بالنسبة لنا . ولكن الأهم من ذلك ، هذه القلة من طلبة الدراسات العليا الذين دربوا فى مجال وراثة السلوك كنتيجة للمقررات التى درست وبرامج العلوم المشتركة التى نظمت . وإننا نعتقد إن إعداد هؤلاء الخريجين المدربين على مختلف المستويات سوف يتزايد ، ونأمل أن يكون هذا الكتاب الجديد مساعدا لهم .

ويتضمن الكتاب الحالى تفاصيل ميكانيكية أكثر فيما يخص الوراثة مثل ما يتعلق بالانتقال والانزيمات ، بجانب ما هو متوقع من تحديث وتوسع فى الأعمال المعروضة . هنالك موضوعات لم تذكر تقريبا من قبل ، ولكنها أخذت اهتماما أكبر الآن ، مثل التغيرات السلوكية المرتبطة بالتدجين والتوارث الحضارى فى مقابل التوارث الحيوى ، وكذلك مناقشة خطط انتقاء الكائنات لمواطنها . بالاضافة إلى ما سبق ، وتأكيدا لميل كتابنا للنواحى التطورية ، فإننا ناقشنا وراثة السلوك لنوعيات متباينة من الكائنات بدرجة أكبر مما كان فى الكتاب السابق .

الأهم من ذلك هو أننا نضع تركيزا أكبر على ما يجب من وجهة نظرنا أن يحظى بتأكيد متميز من المتخصصين فى وراثة السلوك . عند دراسة المظاهر السلوكية لأى من الصفات ، مهما كانت بساطتها ، فإن الدراسات الدقيقة للعوامل البيئية المحددة لها تكون على نفس الدرجة من الأهمية مثل دراسة العوامل الوراثية المتضمنة . يعد هذا الأمر بصورة أو بأخرى ، مبررا هاما لوضع وتخصيص كتاب يتناول وراثة السلوك .

فى الفصل الأخير من محاولتنا الأولى ذكرنا توقعاتنا عن اتجاهات وراثة السلوك فى المستقبل . ورغم أن بعض الاتجاهات مازال مستقبليا فإن السنوات الخمس الماضية شهدت تراكما للمعلومات فى كل اتجاه . فطبعتنا السابقة مثلا تمت قبل توسع النقاش حول علم الحياة الاجتماعى وفى وقت الانشغال بالنزاع حول دور التوارث فى تقدير معامل الذكاء وفى وضعه فى مكانه الصحيح داخل مرجع يتناول وراثة السلوك ، وفى هذه الطبعة نحاول نفس الشيء مع علم الحياة الاجتماعى ، ذلك لأننا ننظر إلى وراثة السلوك باعتبارها الفرع الرئيسى من الدراسات التى تندرج تحت علم الحياة الاجتماعى . وختاما ، فإننا نحاول أن نظهر دور وراثة السلوك كفرع له اهمية حيوية فى دراسة علم الحياة التطورى .

ينتظم هذا الكتاب فى أربعة اقسام :

★ الفصول ٢ – ٥ تعرض مقدمة فى تطبيق علم الوراثة فى دراسة السلوك مبتدئين بالسلوكيات المحكومة بجينات أو كروموسومات منفردة ثم بالحالات المحكومة بعدد كبير من الجينات . الفصل الثانى يحتوى مقدمة مختصرة للوراثة مع استخدام الأمثلة السلوكية ، وذلك لتوضيح أن أسس الوراثة يمكن أن تدرس فى ضوء الاعتماد على هذه الأمثلة .

★ الفصلان السادس والسابع يوضحان الأسس النظرية للتحليل الوراثى للصفات المحكومة بالعديد من الجينات فى حيوانات التجارب والانسان .

★ الفصول ٨ – ١٢ تنظر إلى السلوك من وجهة النشأة التطورية وتشمل البكتريا والكائنات الأولية واللافقاريات (خصوصا الدروسوفلا) والقوارض والإنسان وغير ذلك من مختلف الحيوانات التى أجريت أو يمكن أن تجرى عليها دراسات وراثة السلوك . وبالنسبة للمناقشة الخاصة بالجدل الدائر حول معامل الذكاء المتوارث فإنها توجد فى الفصل الثانى عشر .

★ أما الفصل الثالث عشر فإنه يناقش دور السلوك فى التطور . وبهذا المعنى فهو يؤكد على تكامل المعلومات المقدمة فى الفصول السابقة . ويقدم الفصل الرابع عشر خلاصة الموضوع بعرض مناقشة نهائية حول مكانة وراثة السلوك فى علم الحياة التطورى .

نوقشت أيضا بعض المجالات التى استخدمت فيها وراثة السلوك بنجاح وتم التعليق على احتمالات المستقبل . فى بعض الحالات نجد أن وراثة السلوك فى المستقبل يجب أن

تنظر إلى أبعد من حدود الأسئلة الخاصة بكيفيه تحكم كل من الوراثة والبيئة ، باعتبارهما عنصرين مستقلين فى سلوك الكائنات . عند هذه المرحلة يجب أن يكون واضحا أن التقدم فى فهمنا لعلم الحياة الاجتماعى سوف يحدث لا محالة ، ولكن ليس بسرعة .

ولاقتناعنا بأن التقدم العلمى سيجعل الاحتياج إلى طبعة أخرى أمرا لا غنى عنه ، فإننا ندعو القراء لتقديم التصحيحات والاقتراحات والمقالات المنشورة أو المعدة للنشر . كما أننا نرغب فى شكر الكثير من الأشخاص الذين أمدونا بالتعليقات المفيدة أو اشاروا إلى بعض أخطاء الطبعة السابقة ، كما أننا نرحب بالاستجابة المشابهة بالنسبة لهذه الطبعة .

ونحن نشكر بشكل خاص د . جون ماكينزى و د . نيفيل هوايت لتمكيننا من استخدام النتائج غير المنشورة ولمناقشاتهم النافعة ، كما نشكر د . دافيد هاى وجوان بروبر للمساعدة فى الحصول على الأبحاث وللاقتراحات والمناقشات المفيدة . أما السيدة مارلين فورستر فقد نسخت أغلب المسودة ولذا فهى بمصاحبة برثا اينوسينكو جعلتا ظهور هذا الكتاب الثانى ممكنا . كما نعبر عن جزيل شكرنا لتونى فوكر لصبره عند إعداد الكتاب للنشر .

المؤلفان :
نى أرمان
بيترا . بارسونز

الفصل الاول

مقدمة

توضح الأعمال المنشورة فى أوائل هذا القرن بجلاء أنه باستثناء القليل منها فإن دراسة السلوك ودراسة الوراثة سارت كل منهما منفصلة عن الأخرى . فدارس الوراثة المنشغل بالطرز الوراثية سهلة التحديد ، والتى تكون ظاهرية أو تشريحية على الأغلب ، يعمد إلى تجاهل المكونات الوراثية المحتملة للصفات السلوكية . فلاشك أن الصعوبة الكبيرة فى قياس الصفات السلوكية ، إذا ما قورنت بالصفات الظاهرية ، كانت من اسباب ذلك ، والسبب الثانى كان قلة المهتمين فى علم النفس بين دارسى الوراثة . وإذا ما نظر المرء إلى الأعمال الخاصة بعلم النفس فى تلك الفترة لظهر أن دارسى علم النفس التجريبى ، والعلاجى بالتأكيد أبدوا ملاحظة محدودة للمكونات الوراثية للسلوك . فى عام ١٩٥٠ ناقش بيتش Beach فى مقال يجمع بين البساطة والجدية العلمية السبب فى الإهمال الكبير الذى لقيه التباين الوراثى للسلوك من دارسى علم النفس . فدراسة السلوك غير الانسانى اجريت ومازالت تجرى فى أغلب الأحوال باستخدام الفأر النرويجى Rattus norvegicus ونظرا لما افترض ، ومازال يفترض أحيانا ، من ثبات نسبى فى البنية الوراثية للكائنات المستخدمة فقد استخدمت كطراز واحد جرت عليه دراسة سلسلة من السلوكيات ، أى أن السلوكيات نفسها مثلت العوامل المتغيرة فى الدراسة . أما دارس الوراثة فإنه يتعامل مع الطرز الوراثية المختلفة ، أو ما يسمى بالتراكيب الوراثية genotypes ، كى يتسنى له رؤية كيفية تباين الصفات تبعا للطراز الوراثى .

تخللت الملاحظات النظرية والتجريبية ، اللازمة للربط بين طرق الوراثة وعلم النفس ثنايا الأعمال المنشورة لمدة طويلة .

فعلى سبيل المثال ، وفى وقت مبكر كعام ١٩١٥ ، لاحظ سترتفانت Sturtevant اختلافات النشاط الجنسى فى ذكور السلالات المختلفة لذبابة الفاكهة Drosophila melanogaster التى شاع استخدامها فى الدراسات الوراثية . هذا هو أكثر ما يستحق الذكر بالنسبة للفترة المذكورة ، حيث أن استخدام هذا النوع من الذباب لم يكن قد بدأ إلا منذ حوالى خمسة اعوام (وذلك بواسطة مورجان T.H. Morgan وزملائه فى حجرة الدروسوفلا الشهيرة بجامعة كولومبيا) . وعموما فقد كانت هذه التجارب المبكرة على سلوك الدروسوفلا ناتجا ثانويا لبحوث وراثية أو تطورية ذات أهداف أخرى . بعد ذلك ، أتت الأربعينات بعدد من البحوث المتصلة بالموضوع ، حيث أجراها دوبزانسكى Dobzhansky ومايز Mayr ومساعدوهما على العزل الجنسى بين الكثير من سلالات وأنواع الدروسوفلا التى كان قد تم اكتشافها حديثا فى ذلك الوقت (للمراجع انظر : Parsons, 1973) . وبالمثل فقد وجدت خلال هذه الفترة المبكرة تقارير عن الاختلافات السلوكية بين الطرز الوراثية المختلفة فى بعض القوارض ، كفيران المنازل Mice بشكل أساسى ، الجرزان rats بدرجة أقل . وقد لخصت هذه الدراسات ببراعة فى كتاب فولر وثومبسون الرائع عن وراثة السلوك (Behavior Genetics, 1960) الذى يحوى استعراضا شاملا لأعمال وراثة السلوك حتى نهاية الخمسينات . أما بالنسبة للإنسان فبرغم التقارير القليلة المبكرة التى تتعلق اساسا بالتوائم (مثل نيومان وفريمان وهولزنجر Newman, Freeman, and Holzinger – ١٩٣٧) نجد أن التوصل إلى مدخل لدراسة وراثة السلوك يعد حديثا نسبيا .

وما قام به علماء النفس من دراسات عنى أساسا بالصفات الهامة اجتماعيا ، التى تجمع بين صعوبة القياس وصعوبة وضع تفسير دقيق لتوارثها .

تعد دراسة وراثة السلوك فى الغالبية العظمى من الكائنات حديثة جدا . كان المدخل المتبع فى أغلب الأعمال هو تحديد ودراسة الطفرات التى تغير الجهاز العصبى للأوليات والنيماتودا والصرصور ، وذلك بالإضافة إلى الكائنات المذكورة سابقا ، وقد عرف هذا المجال باسم الوراثة العصبية neurogenetics (وارد Ward ١٩٧٧ ، كوين وجولد Quinn and Gould ١٩٧٩) وتعد دراسة وراثة السلوك فى البكتريا على نفس الدرجة من الجدة ، حيث تستخدم فيها الطوافر التى تظهر مستويات مختلفة للانجذاب إلى الكيماويات (أدلر Adler ١٩٧٦) . ومع كثرة وتباين حالات السلوك المدروسة إلا أنها محدودة بالكائن المستخدم ، وعلى ذلك ، فبرغم أن هذا الوجه من أوجة وراثة السلوك يستدعى الانتباه ، وتزداد الأعمال المتعلقة به باستمرار ، إلا أن القليل منها له

علاقة بالعمليات التطورية . ولذلك فلن يتم هنا تناوله بالتفصيل .

وفى إطار ذلك يبرز السؤال عن العوامل التى يمكن أن يستخدمها دارس الوراثة للتفرقة بين السلوك والصفات الأخرى ، كالصفات الظاهرية مثلا ؟ ورغم عدم إمكانية تقديم إجابة مطلقة على هذا السؤال . فإن دراسة وراثة السلوك تؤكد على نواح مختلفة عما يوجد فى مجالات الوراثة الأخرى . فيجب اعتبارها كما هى فرعا حقيقيا من افرع الدراسات الوراثية وإن كان متميزا بالتفاعل المستمر مع الاقسام الأخرى كالوراثة التكوينية ووراثة العشائر والوراثة التطورية ، وكذلك باقسام الدراسات السلوكية الأخرى . وهنالك ثلاثة عوامل رئيسية تفرض نفسها باعتبارها ذات اهمية خاصة لدارسى وراثة السلوك بدرجة أكبر مما هى لغيره من المشتغلين بالوراثة ، ويعد ثالث هذه العوامل أكثرها تعلقا بوراثة السلوك :

١ – صعوبة التحكم فى البيئة : عند استخدام الكائنات وحيدة الخلية أو اللا فقاريات مثل الدروسوفلا ، فمن الممكن نسبيا التحكم الدقيق فى الظروف البيئية . وهذا يعنى أننا ، بالتصميم المناسب للتجارب ، يمكننا تقدير التأثير الناتج عن الاختلافات البيئية بنجاح . وهذا الأمر يمكن عادة مع القوارض ، خصوصا إذا ما استخدمت وسائل الكترونية لاختبار السلوك . وعلى أى حال ، فمع الفقاريات تبدأ التعقيدات فى الظهور ، حيث ثبت أن التباين فى الخبرات المبكرة يمكن أن يؤثر فيما بعد على السلوك ، وقد لوحظ ذلك حتى فى الدروسوفلا عند التعرض لظروف محددة . وعلى سبيل المثال ، فإن السلوك القتالى بين افراد السلالة الواحدة من الفيران يمكن أن يتأثر بترتيبهم مجتمعين أو منفصلين . غالبا ما يكون من الصعب تقدير هذه المؤثرات البيئية على السلوك (والتى لا تقتصر بأى حال على استخدام القوارض) ، والأسوء من ذلك هو احتمال حدوثها دون أن نعيرها اهتماما ، مما قد يؤدى إلى تباين النتائج بين المعامل بسبب عوامل من هذا النوع . أما بالنسبة للانسان . فإننا نتعامل مع نوع يصعب جدا تحديد خبراته المبكرة أو استخدام البيئات فى مختلف ظروفها عند دراسته . هذا التأكيد على الحاجة إلى التحكم البيئى ودراسته لم يكن دائما موضع اهتمام علماء الوراثة التقليديين لكنه لا يمكن إلا أن يكون ضروريا لدارسى وراثة السلوك .

٢ – صعوبة القياس الموضوعى : تقتضى دقة تقدير التأثيرات الوراثية والبيئية والتفاعل بينهما أن يتم قياس الصفة المدروسة بموضوعية كاملة ، ودون أى تحيز من الشخص الذى يقوم بهذا القياس . ففى الدروسوفلا من الواضح أن الموضوعية ممكنة لصفات مثل سرعة التزاوج (الوقت المنقضى بين الالتقاء والتزاوج) أو زمن الجماع ، أو التوجه الضوئى المقاس

فى متاهة ما . وفى القوارض ، قد يكون القياس الموضوعى اصعب بعض الشيء . وعلى أى حال ، بالنسبة لصفة كالنشاط ، التى تقاس بواسطة عدادات ذاتية الحركة فى عجلات النشاط أو الخلايا الضوئية الكهربائية ، وذلك بإحصاء اعداد المرات التى يمر فيها الحيوان بنقطة معينة ، فإن القياس يمكن أن يتم بدرجة عالية من الموضوعية . أما القياسات الموضوعية لطقوس التزاوج والسلوك الاجتماعى والأقليمية فإنها تشكل صعوبات أكبر ، وأن كانت قد تمت باستخدام تجارب جيدة التصميم . وبالنسبة للانسان ، فباستثناء صفات الإدراك الحسى البسيطة مثل عمى الألوان ، فإن القياس الموضوعى يعد مشكلة صعبة ففى صفات مثل الذكاء والشخصية ، التى كثيرا ما تعرضت للتقدير ، من الصعب تجنب الاستنتاج القائل بأن بعض الذاتية قد تتدخل فى عملية القياس والمشكلة تكمن فى أنه ما أن تظهر أحد عناصر الذاتية ، يصير من الصعب تقدير الأهمية النسبية للتوارث والبيئة . وعلى هذا ، ففى نوعنا الخاص يجب أن نتغلب على أكبر صعوبات حياته . فعنصر الذاتية ، الذى يكون فى أدنى درجاته فى الدراسات الكيماوية والوظيفية والظاهرية ، يعد من العوامل التى تميز جزئيا عمل دارس وراثة السلوك عن عمل غيرهم من المشتغلين بالوراثة .

٣ – التعلم والاستدلال : يهتم دارسى وراثة السلوك ، دون غيرهم من دارسى الوراثة ، بالتعلم والاستدلال . هذا الاهتمام يجب اعتباره مميزا رئيسيا لوراثة السلوك ، وذلك عندما ينظر إليها باعتبارها فرع من فروع علم الوراثة . قد يكون التعلم قليل الأهمية بالنسبة للدروسوفلا حيث أن معظم السلوكيات المفحوصة تعد فطرية (أى أنها خاصية مباشرة للجهاز العصبى) وذلك فى مقابل السلوكيات المكتسبة بما فيها التعلم . ولكن كواحد من رجال علم الحياة التطورى ، يجد ماير Mayr (١٩٧٤) صعوبات فى استخدام التقسيم الاصطلاحى للفطرى فى مقابل المكتسب . فكلمة فطرى تشير إلى التركيب الوراثى ، ولاشك أنها كانت محصورة فى التعبير عن الوظائف الخاصة بردود الانفعال فى الحيوانات الدنيئة . أما كلمة المكتسب فهى تشير إلى الشكل الظاهرى ، وبالتالى فلا يمكن أن يكون أحدهما عكس الآخر . وقد حل ماير Mayr هذه المشكلة بشكل أساسى بنسبة السلوك إلى مفهوم البرنامج الوراثى – وهو المفهوم الذى اشتق من علم الحياة الجزيئى ونظرية المعلومات . وتبعا لذلك ، فالسلوكيات المبنية على برنامج وراثى لا يسمح بقدر يمكن إدراكه من التحورات خلال عملية الترجمة إلى شكل ظاهرى تسمى بالبرامج المغلقة . وهناك برامج وراثية أخرى يتم تحويرها خلال الترجمة إلى شكل ظاهرى بواسطة ما يتزود به الفرد من خبرات تقع خلال فترة حياته . هذه البرامج تتضمن بين مكوناتها جزءا مكتسبا ويشار إليها بالبرامج المفتوحة . تنتشر البرامج المغلقة فى الكائنات التى تتميز بقصر فترة حياتها ، والتى

يجب أن تتضمن الدروسوفلا فى الوقت الحالى . أما البرامج المفتوحة فهى أكثر احتمالا فى الكائنات ذات فترة الحياة الطويلة والمتضمنة لمرحلة خاصة بالرعاية الأبوية . ومع ذلك ففى الدروسوفلا ، حيث يوجد السلوك التعلمى بالنسبة لنماذج التعرف النوعى ، هنالك تقارير أخرى عن التعلم تحتاج المزيد من التأكيد فى المرحلة الحالية . وفى القوارض ، هنالك دليل واضح أن الخبرات المبكرة تؤثر على نماذج السلوك المتأخر (انظر : ارلنمير – كملنج Erlenmeyer-Kimling ١٩٧٢) . وقد وجد أن نماذج ومعدلات التعلم تختلف فيما بين السلالات وبعضها . ولذا فالتعلم يتضمن الوراثة والبيئة ، كما يتضمن التفاعل بينهما . وفى الانسان ، حيث وصل التعلم والاستدلال إلى أعلى المستويات ، يتضاءل أملنا فى التحكم البيئى ، كما لا نملك عموما أشكالا مظهرية معروفة للسلوك . فى مثل هذا الوضع ، تكون البرامج الوراثية فى أكثر حالاتها انفتاحا .

GENERAL READINGS قراءات عامة

Ehrman, L., G. S. Omenn, and E. Caspari (eds.). 1972. *Genetics, Environment, and Behavior: Implications for Educational Policy*. New York: Academic Press. The proceedings of a research workshop on the genetics of behavior, human and animal, at molecular, cellular, individual, population, and evolutionary levels, with the aim of seeking possible applications in research of interest to education.

Fuller, J. L., and W. R. Thompson. 1960. *Behavior Genetics*. New York: Wiley. The classic text in the field, ably summarizing it to the end of the 1950s.

Fuller, J. L., and W. R. Thompson. 1978. *Foundations of Behavior Genetics*. St. Louis: Mosby. An updated version of the 1960 book stressing rodents and human beings in particular.

Hirsch, J. (ed.). 1967a. *Behavior-Genetic Analysis*. New York: McGraw-Hill. An overview of much of behavior genetics that developed in the early 1960s.

McClearn, G. E., and J. C. DeFries. 1973. *Introduction to Behavior Genetics*. San Francisco: Freeman. A recent representative account of the field at a relatively elementary level assuming no previous knowledge of genetics.

Manosevitz, M., G. Lindzey, and D. D. Thiessen. 1969. *Behavioral Genetics: Method and Research*. New York: Appleton. A comprehensive collection of important original articles contributing to the development of the field.

Parsons, P. A. 1967a. *The Genetic Analysis of Behaviour*. London: Methuen. An account of how behavior can be analyzed genetically, with specific emphasis on *Drosophila*, rodents, and human beings. A discussion of evolutionary implications is included.

Spuhler, J. N. (ed.). 1967. *Genetic Diversity and Human Behavior*. Chicago: Aldine. The proceedings of a conference on the behavioral consequences of genetic differences in human beings.

Thiessen, D. D. 1972. *Gene Organization and Behavior*. New York: Random House. A brief account of behavior genetics with some stress on evolutionary aspects.

Van Abeelen, J. H. F. (ed.). 1974. *The Genetics of Behaviour*. Amsterdam: North-Holland. A collection of important original articles.

الفصل الثانى

الوراثة الأساسية

يهدف هذا الفصل إلى استعراض القواعد الأساسية للوراثة نظرا لأهميتها لفهم الفصول التالية . ولن يكفى العرض الذى يقدمه فصل واحد للإلمام بأسس الوراثة . ويمكن للقارىء الذى لا يجد هذا الحصر المختصر كافيا الرجوع إلى مراجع الوراثة العامة للاستزادة من المعلومات المعطاة . وتوجد قائمة بالمراجع الملائمة فى نهاية هذا الفصل .

٢ - ١ الوراثة المندلية

إذا لاحظنا اختلافا فى لون الشعر أو العين وهذه الاختلافات تنتشر فى العائلات فإن ذلك لا يكون كافيا أن نقول بأن هذه الصفة تورث . فالمهم أن نعرف كيفية توارث الصفات . وهذا واحد من أهم اهداف دراسة علم الوراثة وعلى هذا فلابد للرجوع لكيفية انتقال هذه الصفات من جيل لآخر والتعرف على القواعد التى تحكم انتقالها .

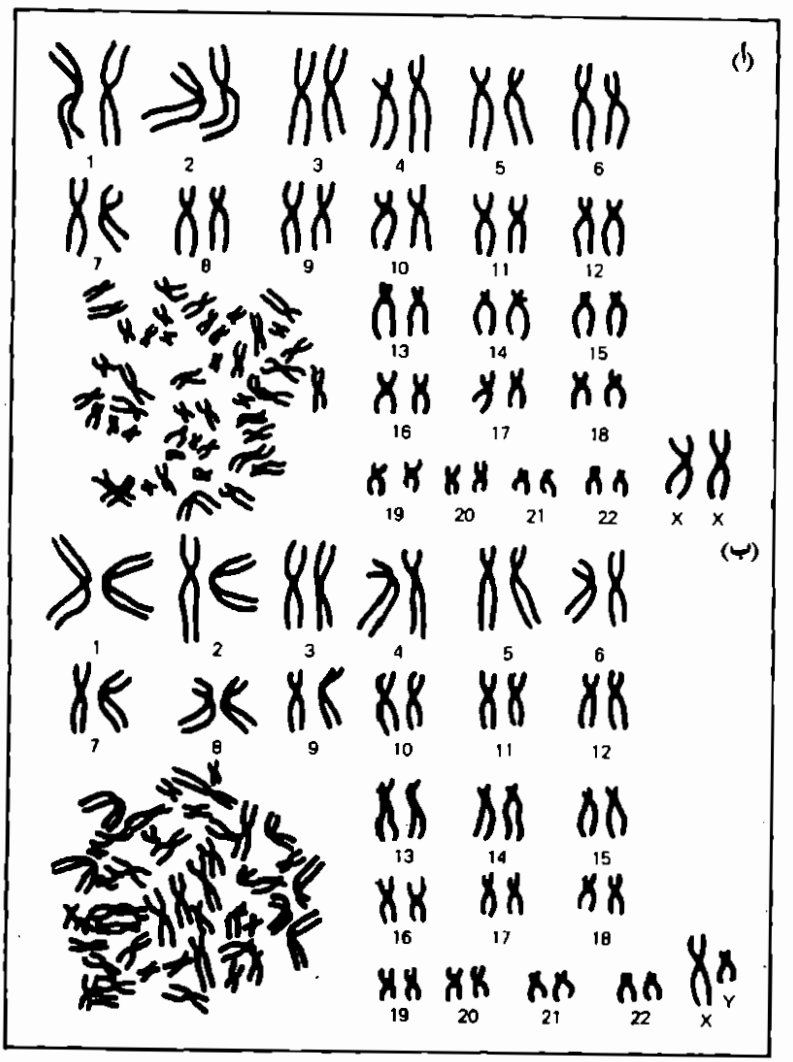
وتعرف ملامح أى كائن بالشكل الظاهرى . ومع أنه من المتعارف عليه بالنسبة للشكل الظاهرى بأنه الملامح الخارجية للفرد فإن تعريفه يمكن أن يمتد ليشمل مجموعة المكونات الوظيفية والتشريحية والسلوكية لذلك الكائن . وفى هذا الكتاب سوف يكون تركيزنا على المكونات السلوكية لمجموع الشكل الظاهرى . ويعتمد الشكل الظاهرى على مجموع ما يحمله أى كائن من جينات (تركيبه الوراثى) وكذلك على تأثيرات البيئة التى يعيش فيها الكائن . وكما يبدو واضحا فإن للبيئة اهميتها الخاصة فى دراسة السلوك وذلك لأن الأنماط السلوكية تتأثر كثيرا بالبيئة حتى ولو كانت التغيرات المظهرية صغيرة . فمرض البول الفينيل كيتونى فى الانسان هو مظهر لاختلال التحكم الوراثى نتيجة لفشل تمثيل الفينيل ألانين . والفينيل ألانين من الاحماض الأمينية الأساسية

والذى يوجد بكميات سامة فى مرضى البول الفينولى ومن بين تأثيرات هذا الفشل فى التمثيل انخفاض معامل الذكاء (I Q) الذى يستخدم كمقياس للدرجة الإستيعاب . بالاضافة لذلك فإن مرضى البول الفينيل كيتونى يتميزون بصغر حجم الرأس لدرجة بسيطة وكذلك خفة فى لون الشعر بمقارنتهم بالأشخاص العاديين وعموما يمكن تصحيح أخطاء التمثيل بغذاء خاص يندر به الفينيل ألانين فيتحسن معامل الذكاء نسبيا خيرا من تركه دون علاج . وعلى هذا يمكن أن نلاحظ علاقة بين شكل ظاهرى يحتوى كلا من المكونات الوظيفية والسلوكية .

والموضوع الرئيسى الذى يتضمنه هذا الفصل هو طبيعة التركيب الوراثى . ولن يكون هناك اهتمام كبير بتأثير التباينات البيئية الذى سوف ينال حظه فى الفصول الأخيرة ، وذلك لأهمية الإلمام بالأسس الوراثية قبل الدخول فى تفاصيل التعقيدات الراجعة للبيئة . والوحدات الخاصة بالتوارث هى الجينات وهى موجودة بالكروموسومات

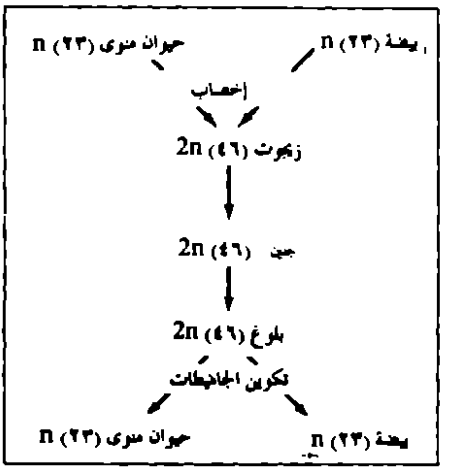
والكروموسومات يمكن ملاحظتها خلال انقسام الخلية فى الانسان حيث يوجد ٤٦ كروموسوما تترتب فى ٢٣ زوج مختلفة الحجم والمظهر . بعض هذه الأزواج يمكن معرفته (شكل ٢ – ١) . فى الأنثى يوجد ٢٣ زوجا متماثلا من الكروموسومات ، أما فى الذكر فيوجد ٢٢ زوجا من الكروموسومات المتماثلة بالإضافة إلى زوج من الكروموسومات غير المتماثلة فى الطول . والكروموسومات غير المتماثلة فى الذكور تعزى لوجود كروموسومى Y, X أما التماثل فى الإناث فيعود لوجود زوج متماثل من كروموسوم X . ومن البديهى أن تكون هذه الكروموسومات مسئولة عن تحديد الجنس . وخلال تكوين الحيوانات المنوية والبويضات أو ما يعرف بتكوين الامشاج (الجاميطات) يختزل عدد الكروموسومات إلى النصف فتمثل كل الكروموسومات المختلفة فى الجاميطة الواحدة التى يوجد بها عضو واحد من كل ازواج الكروموسومات هذا يعنى بالطبع أن جاميطات الذكر إما أن يوجد بها كرُوموسوم X أو Y وليس الأثنين معا (بالنظر لـ X و Y كزوج) . وفى الإخصاب تتحد جاميطتان تحتوى كلتاهما ٢٣ كروموسوم لتكوين خلية مخصبة بها ٢٣ زوجا أو ٤٦ كروموسوم مرة أخرى . هذه العملية يمكن ملاحظتها توضيحيا فى شكل ٢ – ٢ ويعرف العدد الكروموسومى ٢٣ الموجود بالجاميطة بالعدد الأحادى أما العدد الموجود بالزيجوت (٢ × ٢٣ = ٤٦) فيعرف بالعدد الثنائى . وعلى هذا يمكننا كتابة n لتعبر عن العدد الأحادى و 2n عن العدد الثنائى وذلك لاختلاف الأنواع فى عدد كروموسوماتها .

تشغل الجينات مواقع مختلفة على الكروموسوم (مفردها موقع) . ففى الفأر العدد الثنائى للكروموسومات ٤٠ ، ويوجد جين على الكروموسوم الخامس فى موقع يطلق عليه Fidget (مسئول عن القلق العصبى) وعندما يوجد الجين الخاص بالقلق على كلا من كروموسومى الزوج الخامس فإن ذلك يؤدى إلى تغير سلوكى شكله الظاهرى يتمثل فى حركة مستمرة لرأس الفأر من جانب لآخر .



شكل ٢ - ١ : كروموسومات الانسان أ . خلية انثوية عادية بها ٤٦ كروموسوم والطرز النووى الانثوى (XX) ب . خلية ذكرية عادية بها ٤٦ كروموسوم والطرز النووى الذكرى العادى (XY) (بتصرف من برليسور رايموند توربين) .

ويمكن كتابة الجين fi للاختصار ويكون الفأر تركيبه الوراثى fifi (الفأر كائن ثنائى توجد كروموسوماته فى أزواج) . وفى معظم الفيران فإن الجين الخاص بالقلق لا يكون موجودا فى هذا الموقع ولكن يوجد بديلا عنه جين طبيعى آخر والذى يمكن كتابته+ . نقصد بجين طبيعى الجين الذى يوجد عادة فى ذلك الموقع فى الفيران ذات السلوك الطبيعى . يوجد إحتمالان إذا كان الشكل الظاهرى للفأر طبيعيا ، فإما أن يكون التركيب الوراثى + fi أو ++ وفى كلتا الحالتين لا يوجد أى تغير سلوكى مظهرى



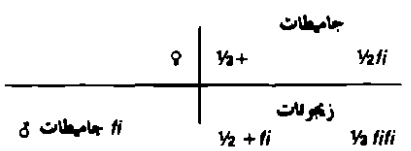
شكل ٢ - ٢ : تغير عدد الكروموسومات فى الانسان خلال تكوين الجاميطات والزيجوت . وهذا يمكن تعميمه للكائنات التى تتكاثر جنسيا والتى سوف يشار إليها فى هذا الكتاب بـ n حيث n هو العدد الأحادى و 2n هو العدد الثنائى .

فالشكل الظاهرى لصفة القلق يمكن رؤيته فقط فى حالة وجود جينين fi ولذلك فيطلق على الجين fi بأنه متنحى لـ + ومن ناحية أخرى فإن الصفة العادية لعدم القلق تظهر فى حالة وجود واحد أو اثنين من جينات + ولذلك فيطلق على جين + بأنه سائد على الجين fi . وفى مجال الحديث عن المصطلحات يلاحظ أن الطرازين المختلفين للجين على موقع ما فى مثل هذه الحالة fi و + تعرف بأنها اليلات . والأفراد التى تكون اليلاتها متماثلة فى موقع ما على كلا الكروموسومين (++ أو fi fi) تعرف بأنها نقية ، فى حين أن الأفراد التى يوجد اختلاف بين اليلاتها مثل + fi فتعرف بأنها خليطة (زيجوت خليط) . هذه الاصطلاحات البسيطة التى ذكرت فى هذا العرض السريع ضرورية لفهم ما يحدث فى الهجن البسيطة فإذا كان شرح المصطلحات هنا أو ربما فيما بعد فى هذا الفصل ليس كافيا للقارىء فيمكنه الرجوع إلى المراجع المذيلة لهذا الفصل وعلى وجة الخصوص كرو Crow (١٩٧٦) .

يجب التأكيد أن السيادة والتنحى ليست تامة بالضرورة فغالبا ما يمكن تميز التراكيب الخليطة من كلا التركيبين النقيين (المتماثلين) . وللوهلة الأولى فقد تبدو السيادة تامة على المستوى السلوكى أو الظاهرى لكن الدراسات البيوكيماوية الدقيقة أو الاختبارات الوظيفية قد تظهر الاختلافات بين التراكيب الخليطة والتراكيب المتماثلة العادية .

كمثال على ذلك مرضى البول الفينيل كيتونى ، هذه الصفة يحكمها جين p وتكون التركيب الوراثى للمرضى pp أما الأفرادذوى المظهر العادىفتركيبهم ++ أو + p ، ولكن على المستوى البيوكيماوى فيمكن تمييز ++ ، p + تكون الأفراد ذات التركيب P + أكثر محتوى فى السيرم لفينيل الانين أكثر من الأفراد ++ وبالطبع فإن مستوى الفينيل الانين فى مرض البول الفينيل كيتونى (PP) يفوق ذلك . هذا النوع من السيادة الغير كاملة يعرف بالسيادة غير التامة وعلى ذلك فبالاعتماد على مستوى الملاحظة للشكل الظاهرى يمكن الخروج باستنتاجات مختلفة عن مستوى السيادة اعتمادا على مكونات هذا الشكل الظاهرى التى يمكن قياسها . وعلى ذلك فافتراض السيادة التامة فى كثير من الحالات يكون بغرض التبسيط .

بفرض وجود ذكر من الفيران تركيبه الوراثى fi fi لقح مع أنثى fi + فالجاميطات الناتجة من الفأر fi fi تكون fi فقط فى حين أن الناتجة من الفأر fi + تحمل fi أو + أو بمعنى آخر أنه يوجد انعزال فى الجاميطات فتحمل أحد الجينات أو الآخر وليس كلاهما والجاميطات الناتجة من الفأر fi + بالمصادفة يحوى حوالى النصف منها الجين fi فى حين يحوى النصف الآخر تقريبا الجين + والرسم التوضيحى يبين الجاميطات المتوقعة وكذلك الزيجوتات المتكونة من اخصاب الجاميطات الأنثوية بجاميطات fi الذكرية .



وعلى ذلك فنتوقع فى النسل ½fifi : + ½fi أو ½ عادى : ½ قلق . وعند عكس الجنسين تكون النتيجة المتوقعة مطابقة وذلك بتلقيح ذكر + fi مع انثى fifi أو بمعنى آخر فإن النسل يوضح تماما ما حدث من إنعزال أثناء تكوين الجاميطات . (غالبا ما يحدث إنخفاض طفيف عن $\frac{1}{2}$ للفيران القلقة من بيانات التربية وذلك لأن الفيران القلقة إحتمال معيشتها أقل من الأفراد العادية) . وأساس الانعزال أول ما ذكر كان

بواسطة مندل فى ١٨٦٥ فى دراسته التقليدية على البازلاء وهو حقيقة ما يعرف غالبا بقانون مندل الأول .

وقد درس مندل أيضا زوجين من الجينات المختلفة فى طبيعتها أو الأليلات على موقعين محمولين على كروموسومات منفصلة فى وقت واحد . فإذا كان أحد الموقعين يحمل اليلين مختلفين A و a والموقع الآخر B و b وهجن فرد خليط لزوجين AaBb مع آخر متماثل لزوجين aabb فما هو المتوقع ؟ (نفترض أن A و B سائدين على a و b على التوالى) فالفرد المتنحى المتماثل لزوجين aabb نتوقع أن يعطى نوع واحد من الجاميطات ab أما الفرد الخليط لزوجين AaBb فالموقف أكثر تعقيداً وباعتبار كل موقع منفصل فيكون هناك ½ a : ½ b, ½ A : ½ B وعند اعتبار إنعزال الموقعين معا فالفرض البسيط أن الانعزال لهذين الزوجين من الأليلات يحدث مستقلا عن الآخر . وعلى مستوى الخلية فيوضح ذلك أن الكروموسومات التى تحمل الأليلات تنعزل مستقلة خلال تكوين الجاميطات لو حدث هذا فإن الفرد الخليط لزوجين من المتوقع أن يعطى الجاميطات التالية بنسب متساوية

$$¼AB : ¼Ab : ¼aB : ¼ab$$

وهذا من الممكن الحصول عليه بضرب $(½A + ½a) \times (½B + ½b)$.

والجاميطات الناتجة يتضح تركيبها عند إخصابها بجاميطات ab الناتجة من المتنحى المتماثل لزوجين aabb فتعطى أربع مجاميع مظهرية محددة من السهل التعرف عليها :

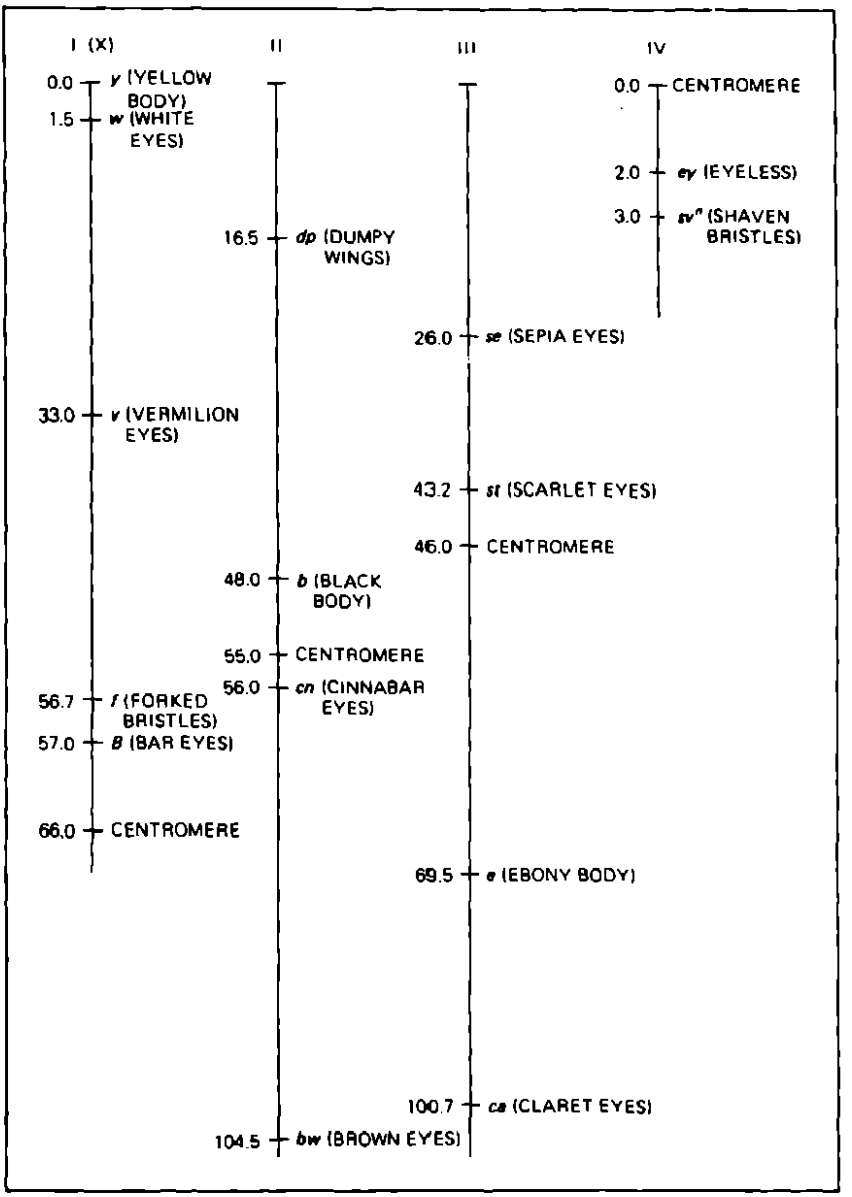
$$¼AaBb : ¼Aabb : ¼aaBb : ¼aabb$$

والعديدمن مواقع الجينات فى العديد من الكائنات تعطى نسبا تتقارب مع ذلك وهذا أساس الإنعزال المستقل والذى يعرف بقانون مندل الثانى .

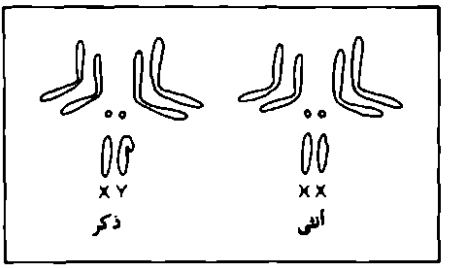
وعندما تكون المواقع على نفس الكروموسوم فإن الانعزال عموما لا يكون مستقلا فالمواقع التى تكون أكثر قربا من بعضها على طول الكروموسوم تكون أكثر ارتباطا مع بعضها عند تكوين الجاميطات . ويحدث أثناء تكوين الجاميطات أن تكون اتحادات جديدة للجينات الموجودة على نفس الكروموسوم . وتعتمد نسبة هذه الاتحادات الوراثية على المسافة بين الجينات المدروسة ومن هذه النسب يمكن عمل الخرائط الكروموسومية لكل كروموسوم على حدة . وتوصف الجينات الموجودة على كروموسوم واحد بانها تكون مجموعة ارتباطية . وفى الإنسان فإننا نتوقع ٢٣ مجموعة

ارتباطية رغم أنها لم تتحدد تماما للآن . وفى كل الحالات فإن عدد المجاميع الارتباطية يتطابق مع العدد الأحادى للكروموسومات . فالفأر الذى نوقش بكثرة فى هذاالكتاب به ٤٠ كروموسوم أو ٢٠ زوج من الكروموسومات بالتالى به ٢٠ مجموعة ارتباطية ، وفى ذبابة الفاكهة دروسوفلا ميلانوجاستر وهى كائن آخر ذو أهمية قصوى فى دراسة الوراثة السلوكية يوجد ٨ كروموسومات وأربعة أزواج ويبين (شكل ٢ – ٣) الخريطة الكروموسومية لدروسفلا ميلانوجاستر وهى مكونة من أربعة مجاميع ارتباطية كما هو متوقع والخريطة تجمع بين جينات تتحكم فى الآثار السلوكية بالإضافة لمواقع تستخدم فى التربية التجريبية (لاحظ أن عدد المجاميع الارتباطية يتطابق مع العدد الأحادى فى شكل ٢ – ٣) .

توجد مشكلة أخرى تعود إلى الجنس فكما لاحظنا فى الانسان فى حالة الانثى يوجد ٢٣ زوج من الكروموسومات المتماثلة مجموعها ٤٦ كروموسوم (شكل ٢ – ١) متضمنة كروموسومى X . والذكر يحتوى ٤٦ كروموسوما مكونة من ٢٢ زوج من الكروموسومات المتماثلة مضافا اليها كروموسوم X يماثل كروموسوم X الموجود فى الأنثى وكروموسوم Y الذى لا يماثل أيا من كروموسومات الإنثى (شكل ٢ – ١) . وعلى ذلك يمكن أن نوضح تركيب الانثى بالصورة XX + 22 والذكر XY + 22 وهذه ٢٢ زوج من الكروموسومات الجسمية مضافا لها كروموسومات الجنس X و Y . وعموما ففى الكائنات محل الدراسة فى هذا الكتاب فإن كروموسومات الجنس تقوم بدور الميكانيكية المحددة للجنس . وتعرف الجينات الموجودة على كروموسوم X بأنها مرتبطة بالجنس أما النشاط الوراثى المعروف عن كروموسوم Y فهو محدود بالنسبة للكائنات التى يحدث تحديد الجنس لها عن هذا الطريق . وعلى ذلك ففى الانثى فإن مسألة التماثل أو الخلط للجينات المحمولة على كروموسوم X تماثل تماما الكروموسومات الجسمية كما سبق مناقشتها . وبسبب ازدواج كروموسوم X مع Y فى الذكر فإنه يلاحظ أن بعض الصفات المتنحية النادرة المرتبطة بالجنس تكون أكثر تمثيلا فى الذكور وذلك لأن الجينات المتنحية لا يمكن اخفاؤها لعدم وجود اليلات سائدة مماثلة لها فى المقابل . هذا ومن الملاحظات العامة أن المواقع الموجودة على كروموسوم X فى معظمها لا يوجد ما يماثلها على كروموسوم Y . وفى الذكور حيث توجد المواقع على كروموسوم X فقط تعرف بشبه الأصيلة hemizygous لمثل هذه المواقع .



شكل ٢ - ٣ : خريطة ارتباطية فى دروسوفلا ميلانوجاستر - بعض الجينات الشائعة خاصة فى مجال السلوك - السنترومير هو الجسم الذى تتصل به خيوط المغزل خلال إنقسام الخلية (عن بريدجز وبرهيم Bridges and Brehme ١٩٤٤ ومصادر أخرى) .

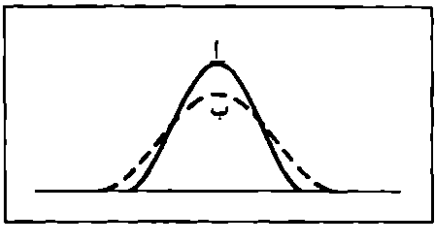


شكل ٢ – ٤ : كروموسومات دروسوفلا ميلانوجاستر . لاحظ كروموسومى X و Y فى الذكر وكروموسومى X فى الأنثى .

(توجد نظم أخرى لتحديد الجنس فى كائنات أخرى ولكنها قليلة الأهمية لهذا المرجع) . ومن الحقائق ذات الأهمية السلوكية فى الانسان أن الجينات الخاصة بعمى الألوان أحمر – أخضر (انظر قسم ١١ – ٦) وكذلك نوع من تدهور العضلات تكون تحت تحكم جينات متنحية مرتبطة بالجنس . كما هو متوقع ، فإن هذه الحالات تكون نسبة حدوثها أكبر فى الذكور عنه فى حالة الإناث . كروموسوم ١ فى شكل ٢ – ٣ هو كروموسوم الجنس فى دروسوفلا ميلانوجاستر وبه الجينات المرتبطة بالجنس أصفر (لون الجسم) وأبيض (العين) وأحمر قرمزى vermilion (العين وشوكية (الشعيرات) ، الثلاثة الأول منها لها تأثيرات سلوكية معروفة تشمل الرغبة فى التزاوج . والمظهر الميكروسكوبى لكروموسومى X و Y وكذلك الكروموسومات الجسمية يظهر فى شكل ٢ – ٤ (لاحظ الكروموسومات التى تشبة النقط فهى تطابق المجموعة الارتباطية الرابعة فى شكل ٢ – ٣) .

٢ – ٢ الوراثة الكمية

كما ناقشنا سابقا فإن التباين الوراثى يحكمه جينات معينة ذات مواقع معينة على الكروموسومات . ولكن بعض الصفات السلوكية هى صفات كمية ولا تنعزل فى مجاميع محددة ، وأمثلتها فى الانسان تتضمن الطول والوزن ومعامل الذكاء داخل العشيرة – هذا لا يعنى أنه لا توجد جينات معينة معروفة تحكم هذه الصفات . ففى الحقيقة أن الجين الخاص بمرض البول الفينيل كيتونى ذو تأثير محدد لتقليل معامل الذكاء . وغالبا ما يقترب التوزيع التكرارى للكثير من الصفات الكمية من التوزيع الطبيعى المتصل من الوجهة الإحصائية والتوزيع المتصل يمكن التعبير عنه تماما عن طريق مقياسين : المتوسط والتباين .



شكل ٢ – ٥ : منحنى توزيع طبيعى
أ ، ب لهما نفس المتوسط ولكن تباين ب أكثر
من تباين أ

بالنسبة للمتوسط أو القيمة المتوسطة يمكن حسابه إذا كانت x_i هى القيمة الملاحظة لفرد ما وكانت هناك مجموعة من القيم عددها n فيكون المتوسط (X) كما يلى :

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x_i}{n}$$

(حيث يرمز إلى مجموع القيم و xi هى القيم) . والمقياس الآخر وهو ما يعبر عن التباين حول المتوسط . ففى بعض الحالات يكون التباين حول المتوسط صغيرا وفى بعض الحالات يكون أكبر كما يرى فى المنحنيين A,B فى شكل ٢ – ٥ . والتباين يمكن قياسه مسبقا كما يلى :

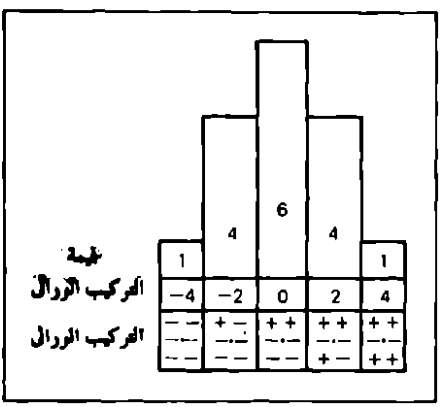
$$\frac{1}{n-1} \Sigma(x_i - \bar{x})^2$$

والجذر التربيعى للتباين هو الانحراف القياسى standard deviation . وتعتمد نظرية الوراثة الكمية فى معظمها على افتراض التوزيع الطبيعى . وإذا كان من الممكن افتراض توزيع طبيعى فإنه من الممكن إيجاد التحويلات الجبرية المناسبة . فعلى سبيل المثال نجد أن التحويل إلى لوغاريتمات سوف يحول البيانات إلى توزيع طبيعى تقريبا .

بفرض أن صفة ما تبدى تباينا متصلا أو مستمرا وتخضع جزئيا للتحكم الوراثى ، يمكن فى هذه الحالة أن نسأل عن الكيفية التى يبدو بها التباين الوراثى الغير متصل بطبيعته ، والناتج عن الانعزال الوراثى للجينات كوحدات محددة ، كتباين متصل . فلو فرض وجود فردين تركيبهما A / a . B / b حيث A, a و B, b أزواج من الجينات فى مواقع غير مرتبطة مع بعضها وبفرض أيضا أن الجينات B و A تتسبب فى زيادة قيمة صفة كمية ما بمقدار وحدة واحدة وكذلك الجينات a و b يتسببان فى خفض القيمة بمقدار وحدة واحدة فربما يكون من السهل كتابة A / a . B / b فى صورة أكثر تبسيطا

-/+ . -/+ باعتبار أن A و B هى جينات + وكذلك الجينات a و b كجينات - وبحساب عدد الجينات + وعدد الجينات - يكون هناك مقياس أو قيمة كمية لكل تركيب وراثى .

وفى التهجين السابق يوجد خمسة تراكيب وراثية تتوزع كما فى شكل ٢ - ٦ تتراوح من فرد به ٤ جينات - إلى فرد به ٤ جينات + والتركيب الوراثى الأكثر تكرارا هو - / + . - / + ، والقيمة المعادلة لتركيبه الوراثى صفر حيث يوجد جينين + ، وآخرين - ، وفى نفس الوقت هو المتوسط لقيمة التركيب الوراثى ، أما أقل التراكيب الوراثية تكرارا فهى ماتوجد فى الطرفين + + . + /+ و -/+ . - - / - وبقيمة وراثية + ٤ و - ٤ على الترتيب . وفى حالة وجود موقع أليلى ثالث بنفس النظام السابق فعند التهجين بين الفردين الخليطين فإن عدد الأقسام للتراكيب الوراثية الناتجة يزداد إلى سبعة وفى حالة زيادة زوج رابع فترتفع الى تسعة أقسام وهكذا . وتصبح الفروق بين الأقسام بسيطة كلما زادت المواقع المنعزلة حتى تصل إلى حالة تصبح الفروق بين الأقسام فى حدود الأخطاء التى تحدث فى القياس فعندئذ يصبح التوزيع متصلا كما فى شكل ٢ - ٥ . بالإضافة إلى ذلك فإن أى تباينات ليس لها مسببات وراثية يمكن أن تحجب ما تستتبعه الانعزالات من عدم استمرار التوزيع وعلى ذلك فان التباين يمكن أن يصبح متصلا بصرف النظر عن دقة القياس.



شكل ٢ - ٦ نسب التراكيب الوراثية من التهجين - / + . - / + × + / - . + / - + موقعه طبقا لقيمة التركيب الوراثى . (العدد النسبى من جينات + و -) وفى الهستوجرام تظهر نسب كل تركيب وراثى .

وعلى ذلك فتعدد الجينات ذات التأثير البسيط على الشكل الظاهرى للصفة بالإضافة إلى الاختلاف الذى يعود الى التأثير الغير وراثى أو البيئى يؤديان الى الحصول على توزيع متصل كما فى شكل ٢ - ٥ . الجينات التى تساهم فى وراثة الصفات الكمية ولا يمكن

التعرف عليها عن طريق الانعزال المندلى التقليدى (بمعنى أنه لا يمكن دراسة كل منها على انفراد) تعرف باسم الجينات العديدة . أما الجينات التى يمكن دراستها فرديا فيطلق عليها الجينات الكبيرة . ولا يوجد أى تميز بيولوجى أساسى بين الجينات الكبيرة والجينات العديدة . والاصطلاحات قد لا يتعدى القصد منها سوى الملاءمة لطريقة الدراسة التى تصلح لدراسة تأثير الجينات الكبيرة لا تستعمل لدراسة الجينات العديدة . ومع ذلك فمن الممكن باستخدام الطرق الإحصائية والطرق البيوكيماوية من زيادة تأثير الجينات العديدة لبعض الأغراض والأهداف فتظهر كأنها جينات كبيرة .

الصفات السلوكية مثل طول فترة التزاوج فى الدروسوفلا وتسجيلات النشاط فى الفيران ومعامل الذكاء فى الإنسان هى بالتحديد صفات كمية ، وبالتالى يلزم لتحليلها التعرف على أهداف وطرق الوراثة الكمية بالدرجة الأولى . والهدف الأساسى هو أن نقسم قيمة الشكل الظاهرى (P) التى يمكن قياسها الى مكوناتها الوراثية (G) والبيئية(E) وهذه العلاقة يمكن التعبير عنها بشكل أبسط كايلى

$$P = G + E$$

وطالما أننا نتعامل مع صفات متصلة التباين ، فإننا نحتاج للتباين الظاهرى (V_P) والذى يمكن تقسيمه لمكوناته الى تباين وراثى(V_G) وتباين بيئى (V_E) وبافتراض انه لا يوجد تفاعل بين التركيب الوراثى والبيئة – وهو أسهل الفروض الممكنه التى لا تتسع غالبا للحديث عن الصفات السلوكية – فالتباين الظاهرى يمثل فى هذه الحالة مجموع التباين الوراثى والتباين البيئى وعلى هذا

$$V_P = V_G + V_E$$

ومن المعقول أن نقيس جزءا من التباين الظاهرى الكلى وهو التباين الوراثى – وعلى هذا

$$\frac{V_G}{V_G + V_E} = \frac{V_G}{V_P}$$

وهذه النسبة تعرف بالمكافىء الوراثى بالمعنى الواسع أو درجة التحكم الوراثى ، وهو مكون هام فى دراسة الصفات الكمية التى تتضمن الصفات السلوكية . بالإضافة الى ذلك فالمفاهيم الأخرى المذكورة فى هذا القسم سوف تستعرض فى الفصلين ٦ و ٧ .

الصفات التى يتحكم فيها العديد من الجينات تشتمل على عدد من الصفات السلوكية التى ندرسها وخاصة فى الإنسان . فيماعدا الأمراض النادرة التى يمكن تتبعها من

سجلات النسب والتى يظهر إنها نتيجة تحكم موقع واحد ، نجد أن بعض الصفات السلوكية الضارة التى تتضمن بعض نماذج التخلف العقلى فسرت على أنها صفات يحكمها العديد من الجينات . ويجب أن يكون من الواضح أنه قد تظهر بعض التعقيدات فيما يخص الانسان بالذات ، وذلك إن هذه الصفات غالبا ماتكون شديدة القابلية للتأثر بالبيئة عند مقارنتها بالصفات المورفولوجية مثل الطول وظهور الأسنان . كما سبق التأكيد فى الفصل الأول ، فان هذا التذبذب البيئى هو من الصعوبات فى وراثة السلوك . كلا من التذبذب البيئى وتعدد الجينات منفصلين أو مجتمعين يؤديان إلى ظهور التوزيع المستمر للصفات كما يبدو فى شكل ٢ – ٥ .

نموذج آخر من الصفات يجب أن نضعه فى اعتبارنا ، وهو الصفات الحدية . وهذه الصفات هى التى يمكن تقسيم الكائن ظاهريا إلى أفراد تظهر الصفة وأخرى لاتظهر هذه الصفة (أنظر قسم ٧ – ٢ لمعرفة المزيد عن الصفات الحدية) . توجد أمثلة مورفولوجية ذات نتائج سلوكية فى الإنسان تتضمن عيوب أو تشوهات كبرى فى الجهاز العصبى مثل غياب المخ . واستسقاء الدماغ وانشقاق القناة الشوكية والتى غالبا ما تنشأ جميعها خلال الأسابيع الثمانية الأولى من حياة الجنين . وقد اقترحت الوراثة الكمية حتى مع معرفة أثر الجينات الكبرى بالإضافة لذلك فإن العوامل البيئية أيضا قد تكون مناسبة وذلك لأن تكوين الصفات المورفولوجية المعقدة تعتمد على عمليات أو تفاعلات عديدة والتى تقدم إمكانيات للتداخل قد تكون بالسلب أو الإيجاب مع العوامل البيئية . والمعلومات عن الجزء المتوارث من هذه الصفات يتأتى من المقارنات بين الأقارب فكلما ازدادت درجة القرابة من الحالة الرمزية أو الأولى فى دراسة اضطراب ما ، كلما أدى وجود مكون وراثى وراء هذا الاضطراب إلى زيادة توقعه فى الأفراد المدروسة . يحدث ذلك بالنسبة للاضطرابات مثل الصرع وفصام الشخصية والذهان الأكتئابى (أنظر فصل ١١) . قدمت دراسة العائلة الدليل على التحكم الوراثى فى هذه الأمراض ، ولكن مشكلة التباين الناجم عن تأثير البيئة وعن تداخل التركيب الوراثى والبيئة تجعل من الصعب التمييز بين المكونات الوراثية والبيئية ، خاصة فى بعض الحالات عندما تكون تأثيرات الخلفية العائلية هامة (أنظر فصلى ٧ و ١١) .

٢ - ٣ وراثة العشائر

اهتم القسم الأول من هذا الفصل بالنسل المنعزل على مستوى العائلة . ولكن اهتمامنا سوف يمتد الآن ليشمل ما هو أكبر من ذلك وهى العشيرة والتى تتكون من عديد من الأفراد مع أنسالها .

وفى غياب مثال بسيط عن الوراثة السلوكية فمجموعة دم MN تعطى نموذجا لأنعزال زوج واحد من الأليلات فى العشائر الادمية فمجاميع الدم يتحكم فى وراثتها اليلين وهما L^N, L^M ، والتوافق تام بين التراكيب الوراثية والأشكال الظاهرية . فمثلا الأفراد ذات التراكيب L^ML^M مجموعة دمها M والأفراد L^ML^N مجموعة دمها MN والأفراد L^NL^N مجموعة دمها N . وهذه الأشكال الظاهرية الثلاثة يمكن التعرف عليها بواسطة الاختبارات السيرولوجية .

فإذا وضعنا فى اعتبارنا التوزيع فى عشيرة بشرية ما فسوف يكون هناك عدد معين من أليلات L^M وعدد معين آخر من اليلات L^N . وهذه الأعداد يمكن تقديرها بحساب اليلات كل فرد نقى (L^ML^M) بأنها اليلين L^M واليلات كل فرد خليط (L^ML^N) بأليل واحد L^M واليل آخر L^N واليلات الفرد النقى L^NL^N بأليلين L^N . فى عينة مكونة من ١٠٠ فرد بفرض وجود ٤٠ فرد تركيبها L^ML^M و ٤٠ فرد تركيبها L^ML^N و ٢٠ تركيبها L^NL^N فعلى هذا يمكننا حساب عدد الأليات L^M وعدد اليلات L^N فى هذه الأفراد .

	عدد اليلات L^M	عدد اليلات L^N	المجموع
$40L^ML^M$	80		80
$40L^ML^N$	40	40	80
$20L^NL^N$		40	40
Total	120	80	200

وبالطبع فقد ارتفع المجموع الكلى للأليلات عن الأفراد حيث كل فرد ثنائى به زوج من الأليلات

النسبة

$$\frac{\text{عدد أليلات } L^M}{\text{العدد الكلى للأليلات}} = \frac{\text{ثلاثة}}{٢٠٠} = ٠,٦$$

يطلق عليها تكرار الجين (الأليل) L^M بينما النسبة

$$\frac{\text{عدد أليلات } L^M}{\text{العدد الكلى للأليلات}} = \frac{٨٠}{٢٠٠} = ٠,٤$$

ويطلق عليها تكرار الجين (الأليل) L^N

ومجموع النسبتين واحد صحيح .

وعلى هذا ففى العشيرة كلها فى الجيل الأول يكون التكرار الجينى فى البويضات والحيوانات المنوية ٠,٦ للجين L^M و ٠,٤ للجين L^N . ماذا يحدث عند إتحاد هذه الجاميطات عشوائيا ؟ نحصل على

الجاميطات الأنوثية	الجاميطات الذكرية	
	$0.6L^M$	$0.4L^N$
$0.6L^M$	$0.36L^ML^M$	$0.24L^ML^N$
$0.4L^N$	$0.24L^ML^N$	$0.16L^NL^N$

أو بمعنى آخر فإن نسب التراكيب الوراثية تكون

$$L^ML^M = ٠,٦ \times ٠,٦ = ٠,٣٦$$

$$L^ML^N = ٢ \times ٠,٤ \times ٠,٦ = ٠,٤٨$$

$$L^NL^N = ٠,٤ \times ٠,٤ = ٠,١٦$$

والتى يبلغ مجموعها الواحد الصحيح .

عندئذ فإننا نود معرفة ما يحدث فى الجيل التالى . فالأفراد ذات التركيب L^ML^M تعطى جاميطات L^M فقط والأفراد L^ML^N جاميطاتها نصفها L^M ونصفها الآخر L^N أما الأفراد L^NL^N فجاميطاتها L^N وعلى ذلك فإن التكرار الجينى L^M = ٠,٣٦ من التركيب L^ML^M + $\frac{١}{٢}$ × ٠,٤٨ من التركيب الوراثى L^ML^N = ٠,٦ والتكرار الجينى L^N = $\frac{١}{٢}$ × ٠,٤٨ من التركيب الوراثى L^ML^N + ٠,١٦ من التركيب الوراثى L^NL^N = ٠,٤

وعلى ذلك فإنه بعد جيل فإن اتحاد الجاميطات عشوائيا عند الإخصاب أظهر أن التكرار الجينى لم يتغير وبالمثل فإن النسب الزيجوتية (التراكيب الوراثية) تبقى بدون تغيير من جيل إلى جيل .

ويمكن وضع هذه الاستنتاجات فى صورة عامة فإذا كان التكرار الجينى L^M = p و

$L^N = q$ وكذلك $p + q = 1$ وهذا يؤدى بفرض الاتحاد العشوائى للجاميطات والزيجونات التالية :

الجاميطات الأنوثية	الجاميطات الذكرية	
	pL^M	qL^N
pL^M	$p^2L^ML^M$	pqL^ML^N
qL^N	pqL^ML^N	$q^2L^NL^N$

او $p^2L^ML^M + 2pqL^ML^N + q^2L^NL^N$, وعلى هذا يكون مجموع التكرارات الزيجوتية

$$p^2 + 2pq + q^2 = (p + q)^2.$$

وفى الجيل المقبل فإن التكرار الجينى L^M يكون p^2 من $L^ML^M + \frac{1}{2}2pq$ من

$$L^ML^N = p^2 + pq = p(p + q) = p,$$ حيث $p + q = 1$;

والتكرار الجينى $L^N = \frac{1}{2}\ 2pq$ من $q^2 + L^ML^N$ من

$$L^NL^N = q^2 + pq = q(p + q) = q,$$ وهو نفس التكرار الذى بدأنا به

وبحساب التراكيب الوراثية مرة أخرى تكون $p^2L^ML^M + 2pqL^ML^N + q^2L^NL^N$.

وعلى هذا نكون قد اثبتنا قانون هاردى – فاينبرج والذى سمى كذلك نسبة إلى مكتشفيه . وهذا القانون يؤكد على : (١) التكرار الجينى لا يتغير من جيل إلى جيل تحت ظروف الاتحاد العشوائى للجاميطات . (٢) تكون نسب التراكيب الوراثية للنسل $q^2 : 2pq : p^2$. (٣) وبصرف النظر عن نسب التوزيع الوراثى التى بدىء بها فإنه يمكن الوصول إلى نسب هاردى – واينرج $q^2 : 2pq : P^2$ بعد جيل واحد .

كما سبق أن ناقشنا فى الوضع السابق أنه يمكن تقدير التكرار الجينى عندما يمكن التمييز بين التركيب الخليط وبين التراكيب النقية للصفة . ولكن هذا لا يكون الموقف دائما . فعلى سبيل المثال يوجد موقع له نتائج سلوكية وهو الذى يتحكم فى تحديد الأفراد التى يمكنها تذوق مادة الفينيل ثيوكارباميد (PTC) فالذين يتذوقونها قد يجدونها عديمة المذاق أو مرة المذاق ويتحكم فى المذاق موقع ذو أليلين T و t فالتراكيب الوراثية TT و Tt يتذوقون المادة أما tt فهم لا يتذوقونها وفى عشائر مختلفة فإنه ما بين ٥٠ و ٩٥ فى المائة من الناس يمكنهم ولا يمكن تميز الأفراد الخليطة Tt كما فى حالة مجاميع دم MN من الأفراد النقية TT وذلك بسبب سيادة الأليل T على الأليل t . وعلى ذلك فإن التكرار الجينى T و t لا يمكن تقديرها بحساب عدد الأليلات مباشرة كما فى مجموعة دم MN . وعلى هذا إذا كان التكرار الجينى هو P لـ T و q لـ t فيكون $p^2 + 2pq$ ذواقة (TT + Tt) q^2 غير ذواقة (tt) .

وعلى هذا.تكون q = مجموعة الغير ذواقة فعلى سبيل المثال إذا كانت هناك عينة من ١٠٠ فرد منهم ٩١ فردا ذواقة و ٩ أفراد غير ذواقة (أو كنسبة ٠,٩١ ذواقة و ٠,٠٩ غير ذواقة) عندئذ q^2 = ٠,٠٩ ، وعلى هذا تكون q = ٠,٠٩ = ٠,٣ وبالطرح فإن P = ٠,٧ حيث p + q = 1 . أما إذا امكن تميز الأفراد الخليطة التركيب الوراثى تستخدم طريقة حساب الأليلات التى سبق شرحها فى نظام مجموعة دم MN لحساب التكرارات الجينية . وإلا فإن المعلومات المعطاة عن طريق الأفراد الخليطة لن تؤخذ فى الحسبان .

افتراضيا حتى الآن حدوث الاتحاد العشوائى أو الاعتباطى للجاميطات ولكن ماذا يحدث تحت ظروف التزاوج الاعتباطى على مستوى الشكل الظاهرى (يعرف أيضا بالعشيرة الاعتباطية) ؟ للوصول إلى ذلك فإن طرز التزاوج المختلفة وكذلك نسبها سوف تؤخذ فى الاعتبار كما يظهر فى الجزء العلوى من جدول ٢ – ١ . فيوجد ستة من طرز التزاوج كما تبدو بنسبها تحت ظروف التزاوج الاعتباطى فى الجزء الأسفل من الجدول . فلو اخذنا طراز التزاوج Tt X Tt ونسبته $4p^2q^2$ فعلى هذا يكون النسل الناتج تراكيبه الوراثية بنسب p^2q^2 tt و p^2q^2 TT, $2p^2q^2$ Tt . وعلى هذا يكون مجموع النسب الوراثية للنسل التالى نتيجة لحدوث تزاوج الطرز الستة هو p^2 TT + 2pq Tt + p^2 tt . وعلى هذا فإن جدول ٢ – ١ يوضح قانون هاردى – فاينبرج تحت ظروف التزاوج الاعتباطى . وكما يبدو جليا فإن نسب التراكيب الوراثية وكذلك التكرارات الجينية لا يحدث لها أى تغيير من جيل لجيل تحت ظروف الاتحاد العشوائى للجاميطات .

جدول ٢ – ١ توضيح لقانون هاردى – فاينبرج فى عشيرة عشوائية التزاوج

تحت ظروف التزاوج العشوائى فإنه يوجد p^2TT + 2pq Tt + q^2 tt فى كلا الجنسين

ذكور	إناث		
	p^2TT	2pqTt	q^2tt
p^2TT	p^4	$2p^3q$	p^2q^2
2pqTt	$2p^3q$	$4p^2q^2$	$2pq^3$
q^2tt	p^2q^2	$2pq^3$	q^4

من هذا الجدول يمكن استخلاص طرز التزاوج والنسل الذى يعطية كل منها على النحو التالى :

طرز التزاوج	النسبة	النسل TT	النسل Tt	النسل tt
$TT \times TT$	p^4	p^4		
$TT \times Tt$	$4p^3q$	$2p^3q$	$2p^3q$	
$TT \times tt$	$2p^2q^2$		$2p^2q^2$	
$Tt \times Tt$	$4p^2q^2$	p^2q^2	$2p^2q^2$	p^2q^2
$Tt \times tt$	$4pq^3$		$2pq^3$	$2pq^3$
$tt \times tt$	q^4			q^4

تكرار $TT = p^2(p^2 + 2pq + q^2) = p^2$
تكرار $Tt = 2pq(p^2 + 2pq + q^2) = 2pq$
تكرار $tt = q^2(p^2 + 2pq + q^2) = q^2$

تعتمد معظم الأسس النظرية فى وراثة العشائر على افتراض حدوث التزاوج الاعتباطى . ولو أن التزاوج الاعتباطى ليس من المحتم استخدامه فى جميع الحالات . ومن أهم الإنحرافات التى تحدث ما ينتج عن التربية الداخلية (التزاوج لأفراد ترابطها علاقة قرابة لوجود آباء مشتركة) . فالأفراد التى تكون ذات آباء مشتركة تكون فرصتها أكبر لحمل مكررات من الجينات الموجودة فى الاسلاف . ولو تزاوجت هذه الأفراد فإن هذه الجينات يمكن أن تنتقل لنسلها وهذه العملية تتسبب فى زيادة النقاوة بمقارنتها بالتزاوج الاعتباطى .

التزاوج المظهرى هو تزاوج الأفراد اعتمادا على تماثل الشكل الظاهرى . والتزاوج المظهرى الموجب هو تزاوج افراد متشابهة الشكل الظاهرى معا بصورة أكثر من المتوقع تحت ظروف التزاوج الاعتباطى . وقد تكون الأشكال الظاهرية المتماثلة نتيجة لتحكم تراكيب وراثية متشابهة . وهذا يؤدى إلى ما تقوم به التربية الداخلية لزيادة نسبة النقاوة عما هو متوقع تحت ظروف التزاوج الاعتباطى . وقد وجد التزاوج المظهرى الموجب لعدد من الصفات فى الانسان مثل الطول والوزن ومعامل الذكاء وصفات سلوكية مختلفة . ويتعرض الكتاب فى فصول مختلفة لنماذج أخرى من التزاوج الغير عشوائى .

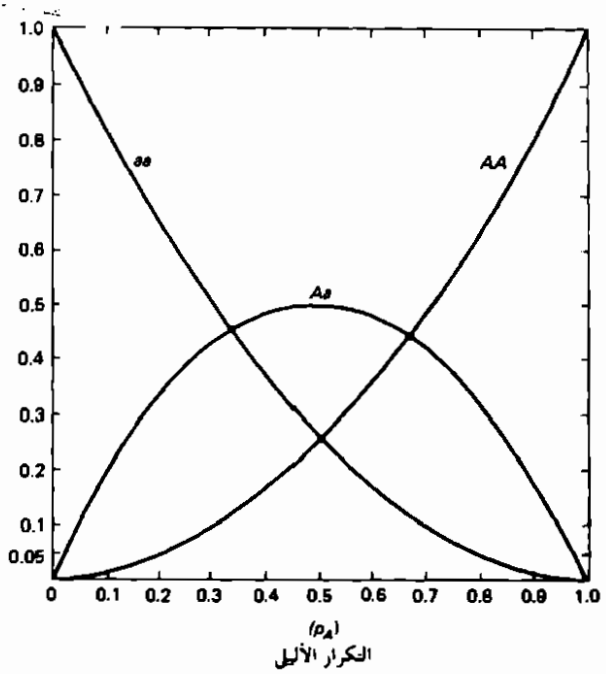
وحتى هذا الحد فإنه يجب التأكيد مرة أخرى أن التزاوج الاعتباطى يحدث عندما لا يكون هناك ميل لدى الذكور أو الإناث لتتزاوج مع نوعيات معينة من الأفراد ، موضوعا فى الاعتبار الصفة المدروسة . ومع أن التزاوج الاعتباطى هو من الأمور العامة المفترضة فى الأسس النظرية إلا أن البراهين السلوكية اعتمادا على التسجيلات الحقيقية

للتزاوج بين التراكيب الوراثية المختلفة أظهرت فى الحقيقة إنها حالة خاصة . وللأسف فإن الأسس النظرية تصبح غاية فى التعقيد حينما نتجاهل افتراض التزاوج الاعتباطى .

ويظهر شكل ٢ – ٧ توازن هاردى – فاينبرج للنسب الوراثية فى حالة التكرارات الجينية المختلفة . ومن الحالات الجديرة بالاهتمام حالة الاضطراب المرضى النادر التى تتحكم فيها جينات متنحية . فإذا كان التكرار الجينى للجينa الذى يتحكم فى هذه الصفةq = ٠,٠١ ، وعلى هذا فإن p = ٠,٩٩ ، فإن النسبة المتوقعة لظهور أفراد يحملون هذه الصفة aa هى q_2 = ٠,٠٠٠١ ، وهى نسبة ضئيلة جدا . فى حين أن نسبة الأفراد الخليطة Aa ، والذين يعرفون بأنهم حاملون للمرض وذلك لوجود العامل الخاص بالمرض فى تركيبهم الوراثى ، هى 2pq = ٢ × ٠,٩٩ × ٠,٠١ = ٠,٠١٩٨ ، وهى تقريبا تبلغ ٢٠٠ مرة بالنسبة لعدد الأشخاص المرضى . وكمثال على ذلك مرض البول الفينيل كيتونى فى الإنسان والذى يبلغ نسبته 1/40,000 فى بعض العشائر ويتحكم فيه جين متنحى وعلى هذا يمكننا كتابة q^2 = 1/40,000 أو q = 1/200 تكون نسبة الأفراد خليطة التركيب والحاملة للمرض .

$$2pq = 2 \times \frac{199}{200} \times \frac{1}{200} \simeq \frac{1}{100}$$

وهى تبلغ حوالى ٤٠٠ ضعف ماهو معروف للأفراد المتنحية النقية – وبالأخذ فى الاعتبار كل الصفات المتنحية الضارة الموجودة فى الإنسان ، نجد كل منا قد أخذ نصيبه من هذه الجينات الضارة بما لها من آثار سلوكية . النقطة الأخرى التى يوضحها شكل ٢ – ٧ وهى أنه كلما أصبح الجين أكثر عمومية فان الزيادة النسبية للأفراد الخليطة Aa الحاملة للمرض مقارنة بالأفراد aaتقل وعلى هذا عندما يكون q = ٠,١٠ فإن الأفراد الحاملة للمرض تبلغ ١٨ مرة قدر الأفرادaa .



شكل ٢ - ٧ : رسم بيانى لنسب التركيب الوراثية الثلاثة AA, Aa, aa تحت ظروف التزاوج الاعتباطى بنسب p^2, 2pq. q^2 على الترتيب (عن سبايس Spiess ١٩٧٧)

السلوكية التى يتحكم وراثتها موقع وراثى واحد نادرة الحدوث وعلى هذا ففى أى عشيرة فإن الجينات التى تتحكم فى هذه الأمراض تتركز أساسا فى الأشخاص حاملى المرض .

أما النقطة الأخيرة التى يجب أن نضعها فى اعتبارنا فهى الجينات المحمولة على كروموسوم X . الجينات المرتبطة بالجنس والتى سبق مناقشتها فى القسم الأول من هذا الفصل . فحيث أن الذكور بها كروموسوم X واحد فقط فإن الطريقة المباشرة للحساب تؤدى إلى تقدير التكرار الجينى . وعلى هذا ففى حالة وجود اليلين pA + qa سوف توجد فى الذكور وتحت ظروف التزاوج الاعتباطى فإن نسب هاردى – واينبرج المعروفة $p^2AA + 2pqAa + q^2aa$ سوف يكون من المتوقع وجودها فى الإناث ، وذلك لوجود زوج من كروموسوم X بها . وبالنسبة للصفة المتنحية المرتبطة بالجنس فإن نسبة وجودها فى الإناث من المتوقع أن تكون مربع وجودها فى حالة الذكور . فعلى سبيل

المثال فإن مرض عمى الألوان يقل ظهوره فى الإناث فالمتوقع أن يكون ٠,٦٤ فى المائة فى عشيرة تكون نسبة الذكور المصابة بهذا المرض ٨ فى المائة . وعلى هذا فإن الصفات النادرة المتنحية المرتبطة بالجنس تكون محددة فى ظهورها كلية بجنس الذكور . وفى الحقيقة فان ظهور حالات نادرة من هذا النوع فى الإناث قد يكون ضربا من المحال .

٢ – ٤ اختبارات مربع كاى

الانعزال وبيانات تفضيل التزاوج

أفرد هذا القسم من هذا الفصل عن الوراثة الأساسية عن كيفية تقدير معنى بيانات لانعزال التجريبية .

فبيانات الانعزال غالبا ما يحصل عليها فى تجارب التربية ، والنظريات يمكن أن تفترض لتفسيرها . ونحن نود أن نعلم فيما إذا كانت البيانات الملاحظة تلائم النظرية المفترضة حيث أن التباين العشوائى يجعل انطباق النسب تماما يعد أمرا بعيد الاحتمال . ولتوضيح هذه النقطة نفترض حدوث تهجين فى الفيران : (١) هجين بين فردين من الفيران الأجوتية اللون خليطة التركيب الوراثى Aa و (٢) هجين بين فردين من الفيران الصفراء خليطة التركيب الوراثى A^Ya ،حيث A و A^Y عوامل سائدة على A . وجميع الآليلات الثلاثة تشغل نفس الموقع ، وبالتالى فهى تعد أول مثال لسلاسل العوامل الآليلية المتعدد . والفأر الأجوتى ذو فراء داكن تنتهى قمم شعيراته باللون الأصفر فى حين فراء الفأر الأصفر يكون أصفر اللون كما أنه سمين الحجم ويتميز بالبطء فى حركته – فى حين أن الفيران المتنحية aa يكون فراؤها اسود اللون . (توجد بعض التعليقات عن وجود علاقة بين طفرات لون الفراء والتباينات السلوكية فى الفيران فى الفصل التاسع) .

بفرض أن كلا من الأنثى والذكر ذوى التركيب Aa ينتجان جاميطات (بويضات وحيوانات منوية بنسب ½ A = ½a كما هو متوقع . وعند حدوث الاتحاد العشوائى لهذه الجاميطات تنتج الزيجوتات المتوقعة منها $(½A + ½a)(½A + ½a)$ فتكون حسب التراكيب الوراثية المتوقعة $¼AA + ½Aa + ¼aa$ أو ¾ أجوتى : ¼ غير أجوتى طبقا للأشكال الظاهرية .

وفى جدول ٢ – ٢ تظهر بعض البيانات المتحصل عليها من تهجينات بين فيران أجوتى (Aa) . والأرقام المتوقعة محسوبة على أساس أن النسبة المتوقعة هى نسبة ٣ : ١ . وكلما زادت الفروق بين ماهو ملاحظ O وماهو متوقع E أزداد انحراف البيانات المعطاه عن النسبة المتوقعة .

وفى هذه الحالة فإن O – E قيمته صغيرة لكل قسم فى حين لو تضاعفت قيمة O – E عشر مرات لتصبح ١١٢,٥ فهل يمكننا أن نتوقع أن تكون نسبة ٣ : ١ نسبة واقعية . حقيقة يمكن التغاضى عن إنحراف النسبة عن ٣ : ١ بقدر ما ، بما يعود للصدفة إلى حد معين من الإنحراف . وعند تعدى هذا الحد يشك فى صلاحية النسبة المتوقعة . واختبار الإنحرافات عن نسبة متوقعة يمكن إجراؤه عن طريق اختبار إحصائى بسيط ، وذلك بحساب $(O - E)^2 / E$ لكل قسم وجمعها بعد ذلك . والقيمة النهائية يطلق عليها X^2 (مربع كاى) والتى يمكن كتابتها

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

حيث Σ تعنى المجموع . وللبيانات السابقة فإن X^2 = ١,٥٩ وهى قيمة صغيرة . وإذا وجد أن قيمة X^2 > ٣,٨٤ فإن هناك احتمالا أقل من ٥ فى المائة لتوافق النسبة ٣ : ١ ، وإذا كانت X^2 > ٦,٦٤ فإن هناك إحتمالا أقل من ١ فى المائة لتوافق البيانات نسبة ٣ : ١ . وقيم X^2 الملائمة للاحتمالات المختلفة أ موجودة فى الجداول الإحصائية الشائعة . جدول ٢ – ٣ يظهر جانبا من جدول X^2 . وكما هو واضح فإن قيم X^2 تزداد حيث تقل قيم P .

جدول ٢ – ٢ البيانات الناتجة من التهجين بين فيران أجوتى (Aa) خليطة

الشكل المظهرى	التركيب الوراثى	العدد الملاحظ (O)	العدد المتوقع (E)	O – E	$(O - E)^2$	$(O - E)^2/E$
أجوتى	*Aa*	306	317.25	−11.25	126.5625	0.3989
غير أجوتى	*aa*	117	105.75	11.25	126.5625	1.1968
الكل		423	423.00			1.5957

جدول ٢ – ٣ توزيع قيم X^2

درجات الحرية	درجات الإحتمال						
	0.50	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
1	0.455	1.074	1.642	2.706	3.841	6.635	10.827
2	1.386	2.408	3.129	4.605	5.991	9.210	13.815
3	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	11.345	16.266

كلما زادت n زادت قيمة X^2 للاحتمال المناظر ، وكلما قل الاحتمال زادت قيمة X^2 لـ n المناظرة

المصدر : فيشر ويتس Fisher and Yates ١٩٦٧

وما تحتاجه الآن هو الصف العلوى ، أما استخدام الصفوف الأخرى فسوف يناقش فيما بعد . وعادة فإنه من المتفق عليه أنه إذا قل الاحتمال عن ٥٪ فإننا نبدأ فى الشك فى أن البيانات لا تطابق النظرية الفرضية ، أو بإصطلاح إحصائى فإننا نقول أن البيانات تختلف معنويا عن النظرية الفرضية ، وعلى هذا فإن النظرية غالبا ما تكون غير صحيحة . وفى المثال فإن قيمة X^2 صغيرة ولذلك فتكون البيانات موافقة للنسبة ٣ : ١ لقدر ما من الاحتمالات . ومع ذلك فإنه لا يمكن على الإطلاق أن نبرهن أن النسبة ٣ : ١ صحيحة . فمثلا لو جمعت بيانات أكثر فمن هذا المنطلق فإن قيمة X^2 يمكن أن تزيد وتعطى اختلافا معنويا عن النسبة ٣ : ١ وعلى هذا فكل ما يعمله اختبار X^2 هو إظهار عدم إنطباق نظرية فرضية ما عند مستوى معين من الاحتمال .

وفى جدول ٢ – ٤ بيانات عن تهجين فيران صفراء خليطة . فمن ناحية الشكل الظاهرى فأننا من المتوقع أن نحصل على نسبة $\frac{٣}{٤}$ أصفر : $\frac{١}{٤}$ غير أجوتى كما حدث بالنسبة للتهجن السابق . وبالنظر إلى هذا المثال فالنظرية المفترضة ٣ :١ وقيمة $X^2 = ١٦,٤٦$ وهى معنوية على مستوى ٠,١ فى المائة (جدول ٢ – ٣) . فإذا كان أحتمال أنطباق النسبة صحيحا فأننا نكتبه P 0.001 وهو ضئيل بدرجة لاتكاد تذكر . واذا نظرنا أكثر من ذلك الى البيانات الموجودة فى جدول ٢ – ٤ يتضح ملاحظة نقص فى عدد الفيران الصفراء بالمقارنة لما هو متوقع . وذلك يمثل لغزا ما على أساس أن بعض التراكيب الوراثية لاتستطيع الحياة أو أنها مميته وفى هذه الحالة فأننا نفترح أن التركيب الوراثى النقى A_YA^Y قد يكون مميتا . فاذا حدث فأننا نتوقع $\frac{٢}{٣}$ أصفر : $\frac{١}{٣}$ غير أجوتى تركيبها $\frac{2}{3}A^Ya$ خليطة و ٣ – ١ aa نقية . وبأجراء اختبار X_2 على النسبة ٢ : ١ فإن قيمة $X^2 = ٣,٦٤$ (p 0.10) وعلى ذلك لا يمكن رفض النظرية الفرضية . وعلى هذا فأن اختبار X^2 يكون مقيدا فى الحكم على مدى انطباق عدة نظريات فرضية .

جدول ٢ – ٤ بيانات عن التهجين بين فيران صفراء

الشكل المظهرى	العدد الملاحظ	العدد المتوقع E فى حالة :		(O – E)²/E	
		3:1	2:1	3:1	2:1
أصفر	706	762	677.33	4.12	1.21
غير أجوتى	310	254	338.67	12.35	2.43
الكل	1016	1016	1016.00	16.46	3.64

وعلى هذا فإنه من المهم أن نتقدم من النظريات البسيطة إلى ما هو أكثر تعقيدا، حيث لا توجد ضرورة لأستخدام النظريات المعقدة إذا كان التفسير الذى تؤديه النظريات البسيطة كافيا من الناحية البيولوجية . وقد تأكدت النظرية الفرضية ٢ : ١ عندما وجدت الفيران ذات التركيب A^YA^Y ميتة فى الرحم تاركة التراكيب الوراثية و aa فقط لتعيش .

وفى عدد من الحالات فأنه قد تظهر قيم X^2 معنوية فى البيانات وذلك مرجعة قلة الحيوية لبعض التراكيب الوراثية أكثر من الأثر المباشر المميت . ففى الفيران فالفرد القلق المتماثل التركيب غالبا لايعيش وعلى هذا ففى تهجين ♂ قلق × ♀ قلق فإنه يكون من المتوقع الحصول على ٣ عادية : ١ قلق ولكن يوجد نقص كبير فى عدد الفيران القلقة والتى تؤدى إلى الحصول على قيمةX^2 معنوية . نفس هذه النقطة سوف تطبق فى بعض الطفرات العصبية فى الفيران عند مناقشتها فى الفصل التاسع .

ماذا يحدث لوكان هناك أكثر من قسمين ؟ ففى التهجين AaBb x aabb فان المجاميع المظهرية وهى نفسها التراكيب الوراثية المتوقعة لتكون

¼AaBb : ¼Aabb : ¼aaBb : ¼aabb عندما ينعزل

الجنيين a,b مستقلين عن بعضهما . والطريقة المستخدمة لحساب X^2 لأكثر من أربعة أقسام هى نفس الطريقة التى سبق شرحها ونعنى (O-E)2/E . وبزيادة عدد الأقسام تزداد عدد مكونات قيم X^2 وهذا يعنى أن قيمة X^2 يتوقع أن تزداد كلما كانت هناك فرصة لزيادة عدد الأقسام أو أن ذلك يؤدى إلى زيادة قيمة 2 التى تحكم على البيانات الموجودة بأنها معنوية على مستوى ٥ فى المائة سوف تزداد بالمثل . ولكى نتفهم ذلك لابد أن يؤخذ فى الأعتبار عدد درجات الحرية (n) . وهى فى أبسط صورها عبارة عن عدد المجاميع المظهرية مطروحا منها واحد وفى جدول ٢ – ٣ فان قيم X^2 معطاه لدرجات الحريةn = ١ و٢ و٣ و . وفى تحليل التهجينات البسيطة فى جدولى ٢ – ٢ و٢ – ٤ يوجد قسمين فقط ، وعلى هذا تكون n = ١ وتستخدم الرمزX^2_1 حيث يبين الرقم السفلى عدد درجات الحرية وللتهجين السابق حيث توجد أربعة مجاميع مظهرية فيحسب X^2_3.

وكمثال على استخدام قيم 2/3 فالجدول ٢ –٥ يظهر البيانات عن تفضيل التزاوج عند خمسة من السلالات المحددة جغرافيا فى دروسوفلا سيدأو بسكيورا . وفى كل اختبار للتلقيح استخدمت ١٠ من الذكور والإناث البكارى فى غرف مجهزة لذلك .

جدول ٢ – ٥ تفضيل التزاوج فى هجن بين سلالات مختلفة جغرافيا فى دروسفلا سيدو أوبسكيورا

تهجين سلالة أ X سلالة ب	عدد مرات التزاوج	عدد كل طرز من التزاوج				χ^2 للتزاوج العشوائى
		A♀ × A♂	A♀ × B♂	B♀ × A♂	B♀ × B♂	
بيركلى X أوكانجان	222	60	50	72	40	10.14*
بيركلى X أوستن	160	37	43	42	38	0.65
بيركلى X هايدن	28	7	7	5	9	1.14
بيركلى X سونورا	103	23	22	28	30	1.74
أوكانجان X أوستن	125	27	33	33	32	0.79
أوكانجان X هايدن	51	14	14	10	13	0.84
أوكانجان X سونورا	114	26	29	32	26	0.74
اوستن X هايدن	103	21	26	30	26	1.58
اوستن X سونورا	113	36	28	27	22	3.57

* المعنوية على مستوى ٥٪.

المصدر : انديرسون Anderson وارمان Ehrman ١٩٦٩ .

وأجريت اختبارات χ^2 لتوقع حدوث التلقيح الاعتباطى على أساس نسبة ١ : ١ : ١ : ١ لأنواع التلقيحات الأربعة من سلالات أ ، ب وهى أ × أ و ب × أ وأ × ب و ب × ب . وتوضح النتائج أنه فى حالة واحدة فقط فى تهجن بركلى X أوكانجان وجد انحراف معنوى والذى يظهر أنه يرجع الى زيادة الرغبة الموجودة لدى ذكور السلالة بيركلى للتزاوج عن ذكور السلالة أو كانجان. وفى الحقيقة فإنه يوجد ١٣٢ تلقيحا اشترك فيها ذكور السلالة أ(بيركلى) بينما شارك ذكور السلالة ب (أو كانجان فى ٩٠ تلقيحا فقط . فى حين أن تلقيحات الإناث ١١٠ فى السلالة أ و ١١٢ للسلالة ب أو كما هو متوقع بنسبة ١ : ١ فى كلا الحالتين . وعلى القارىء أن يجرى اختبار على توقع نسبة ١ : ١ وسوف نرى فى الفصول القادمة أن الاختلافات فى الميول الذكرية للتزاوج شىء عام . والطريق الثالث لربط هذه البيانات معا وتطبيق نسبة ١ : ١ عليها تجمع التلقيحات المتماثلة وعددها ١٠٠ (ب × ب و أ × أ) ومقارنتها بالتلقيحات غير المتماثلة وعددها ١١٢ (أ × ب و ب × أ) والتى تكون مادة لاختبار χ^2

وغالبا وليس ذلك محله الآن فإن عدد التلقيحات المتماثلة χ^2 وجمعها فسوف يحصل ١٠,١٤ أو قيمة فى جدول ٢ – ٥ . وهذا يظهر خاصية الأضافة فى قيم X^2 فى البيانات المرتبه على نحو ملائم كما هو الحال فى البيانات السابقة . وعلى العموم فإنه يمكن استنتاج أن أختبارات X^2 مفيدة فى حالة بيانات أى نسبة مشاهدة ومقارنتها بما هو متوقع لمعرفة صحة النظرية الفرضية.

اختبار x^2 للاحتمال

يحدث أحيانا أن توضع البيانات فى جداول ٢ × ٢ فعلى سبيل المثال فى حالة أزواج التوائم الأنثوية المختبرة لعادة التدخين فيمكن تقسيمها تبعا لكونها توائم متطابقة والتى تكون نتيجة لنفس الزيجوت (توائم أحادية الزيجوت) أو أنها توائم مختلفة ناتجة من زيجوتين مختلفتين (توائم ثنائية الزيجوت) . فالبيانات المأخوذة عن فيشر Fisher (١٩٥٨) مبوبة حسب اتفاقها فى عادة التدخين هى :

	مختلفة (كلاهما يدخن أو لا يدخنان)	غير مختلفة (احدهما يدخن والآخر لا يدخن)	المجموع
توائم متطابقة (احادية الزيجوت)	44	9	53
توائم مختلفة (ثنائية الزيجوت)	9	9	18
المجموع	53	18	71

فالسؤال الذى يحتاج الاجابة عليه هو ماذا كانت عادة التدخين أكثر تشابها فى التوائم أحادية الزيجوت عنها فى التوائم ثنائية الزيجوت حيث التوائم أحادية الزيجوت لها نفس التركيب الوراثى فى حين أن التوائم ثنائية الزيجوت ذات تراكيب وراثية مختلفة . فاذا لم توجد علاقة فأننا نتوقع الأتفاق فى عادة التدخين يكون متشابها فى التوائم أحادية وثنائية الزيجوت .

وجبريا فان جدول ٢ × ٢ يمكن كتابته

	متشابهة	مختلفة	المجموع
أحادية الزيجوت	a	b	$a + b$
ثنائية الزيجوت	c	d	$c + d$
المجموع	$a + c$	$b + d$	$a + b + c + d = N$

حيث d,c,b,a, المجاميع الملاحظة المماثلة للأرقام فى الجدول السابق ونتوقع أن تكون a:b=c:d إذا لم توجد علاقة فأننا نتوقع أن ad=bc أوad-bc=O ويمكن أن نبرهن ان المعادلة

$$x_1^2 = \frac{(ad - bc)^2 N.}{(a + c)(b + d)(c + d)(a + b)}$$

أختبار لوجود تلازم . لاحظ أن $ad - bc = 0$ أو $ad = bc$ و $\chi_1^2 = 0$. وكلما زاد الفرق بين ad وbc فان ذلك يستتبع زيادة قيمة χ_1^2 وفى الوقت نفسه يدل على زيادة العلاقة . $ad \neq bc, \chi_1^2 > 0$ واذا كانت

وفى حالة الأعداد القليلة المتوقعة على وجه الخصوص كما هى حالة البيانات الموجودة أمامنا فإنه عادة ما يستخدم تصحيح يتس للاستمرار حيث يعطى نتائج نظرية ملائمة لتوزيع χ^2 والمعادلة السابقة χ_1^2 باستخدام تصحيح يتس للاستمرار تصبح

$$\chi_1^2 = \frac{(|ad - bc| - \frac{1}{2}N)^2 N}{(a + c)(b + d)(c + d)(a + b)}$$

وبالنسبة للبيانات فإن $\chi_1^2 = ٦,٠٩$ $(P < 0.05)$ فتظهر وجود علاقة معنوية بين عادة التدخين ونوع التوائم . وعلى هذا فإن عادة التدخين تكون أكثر تشابها بين أشقاء التوائم أحادية الزيجوت عنها فى أشقاء التوائم ثنائية الزيجوت . وعلى ذلك فيمكن أن يرجع البعض عادة التدخين الى تحكم التركيب الوراثى .

والآن وبتوافر البيانات الخاصة بهذا النوع فإن البعض يمكن أن يرجع ذلك لوجود تشابه أكثر بين البيئة التى يوجد بها التوائم أحادية الزيجوت عن التوائم ثنائية الزيجوت . وعلى هذا فإن النتائج السابقة قد يكون مرجعها إلى البيئة والوسيلة الوحيدة لدراسة ذلك هى مقارنة التوائم أحادية الزيجوت التى أنفصلت عن بعضها فى التربية عقب ميلادها مع أولئك الذين تمت تربيتهم معا . وبتقسيم التوائم أحادية الزيجوت المتحصل عليها (فيشر Fisher ١٩٥٨) تبعا لذلك يكون ويكون χ_1^2 لوجود علاقة = ٠,٠٠٤ أو بمعنى آخر أن الخلاف فى التربية ليس له أثر معنوى فيما يخص هذه البيانات المحدودة (عندما يتوقع وجود قيم تقل عن حوالى ٣ أو ٤ فإن اختبارات χ^2 تصبح غير دقيقة ولكن ربما نكون مازلنا فى المدى المعقول فى حالتنا) .

	متوافقة	غير متوافقة	المجموع
منفصلة	23	4	27
غير منفصلة	21	5	26
المجموع	44	9	53

جدول ٢ - ٦ اختبارات χ^2_1 للتزاوج العشوائى

	العدد الملاحظ			العدد المتوقع				
	AA	Aa	aa	AA	Aa	aa	χ^2_1	P
مجموعة I	40	240	120	64	192	144	25.00	<<0.001
مجموعة II	85	150	165	64	192	144	19.14	<<0.001
مجموعة III	125	390	285	128	384	288	0.20	>0.50

انظر الفصل السابع للمزيد من التفصيل فى مناقشة وراثة التوائم للصفات المتصلة وغير المتصلة .

اختبار x^2 للتزاوج العشوائى

لكى نختبر التزاوج العشوائى فلابد من تحديد العشيرة بدقة وكذلك الصفة التى ستقاس فالعشيرة لابد أن تكون متجانسة ما أمكن فخلط عشائر مع بعضها والتى هى نفسها لم تظهر التزاوج العشوائى لصفة ما يمكن أن تؤدى إلى تزاوج عشوائى كاذب أو عشيرة عشوائية . والطريقة التى عادة ما تستخدم لاختبار التزاوج العشوائى تكون بقياس مدى موافقة الأشكال المظهرية مع إتزان هاردى واينبرج . وهذا يحتاج إلى معرفة أساسية بقواعد اختبار X^2 . فنحن نحسب التكرار الجينى من النتائج الملاحظة وعلى هذا ففى المثال النظرى الموضح فى جدول ٢ - ٦ كلا المجموعتين I و II لهما نفس التكرار الجينى A أو P = ٠,٤ و a أو q = ٠,٦ وعلى هذا فالنسب الوراثية المتوقعة تكون (N = ٤٠٠ حجم العشيرة) :

$$AA = p^2N = 0.4^2 \times 400 = 64$$
$$Aa = 2pqN = 2 \times 0.4 \times 0.6 \times 400 = 192$$
$$aa = q^2N = 0.6^2 \times 400 = 144$$

من النتائج الملاحظة والنسب المتوقعة المتحصل عليها فإن قيمة X^2 يمكن حسابها بالطريقة العادية حيث $(O - E)^2 / E$.

يوجد خلاف واحد بين هذه البيانات الموجودة مع ما سبق مناقشته من قبل : للحصول على النسب المتوقعة يوجد قياس يطلق عليه التكرار الجينى P يمكن تقديره من البيانات الملاحظة . وفى هذه الحالات ، فالقاعدة المأخوذة من الإحصاء هو أن عدد درجات الحرية تساوى عدد اقسام الأشكال المظهرية منقوصا منها القياسات المستقلة المقدرة من البيانات الملاحظة منقوصا منها واحد . وكما يتضح فإنه يوجد ثابت واحد غير مستقل يمكن تقديره من البيانات حيث $p + q = 1$ وعلى هذا فإن حالة x^2 يمكن حسابها كاختبار للتزاوج العشوائى .

وكما يتضح من جدول ٢ – ٦ تشير النتائج من اختبار كلا المجموعتين على حده وكذلك المجموعتين مجتمعتين تبعا لاتزان هاردى واينبرج . فالمجموعة الأولى لم تتفق مع ما هو متوقع . وعلى ذلك وجد نقص فى الأفراد الأصيلة لتوقع التزاوج العشوائى والزيادة فى عدد الأفراد الخليطة يلاحظ دائما فى كلا من العشائر المعملية والعشائر الطبيعية والذى قد يكون نتيجة للانتخاب الطبيعى الذى يلائم الأفراد الخليطة على حساب الأفراد الأصيلة .

وعلى المستوى السلوكى فإنه توجد إمكانية حدوث نسب من التزاوج أكثر مما هو متوقع على الطرز غير المتماثلة أو التزاوج المظهرى السالب . وهى ظاهرة أقل أهمية من التزاوج المظهرى الموجب . وكانت المجموعة الثانية أقل توافقا لقسمى الأفراد الأصيلة حيث زادت اعدادهما . هذا يمكن أن يحدث نتيجة للتزاوج المظهرى الموجب أو للتربية الداخلية . وإذا تجاهلنا الاختلافات بين المجموعتين وضممناهما لاختبار إتزان هاردى واينبرج فيكون التوافق جيدا جدا . ولكن استنتاج أن العشيرة المشتركة تبدى سلوك العشيرة الاعتباطية يعد نتيجة زائفة تعود إلى عدم تماثل العشيرة .

والأثر العكسى يمكن الحصول عليه إذا كان التكرار الجينى للمجموعتين مختلفا لصفة معينة وجمعا معا لاختبار التزاوج الاعتباطى فالعشيرة الناتجة ليس من الضرورى أن تظهر التزاوج الاعتباطى . ولو أنه داخل كل مجموعة متماثلة قد يكون التزاوج عشوائيا . وهذه العشائر المجمعة تعطى زيادة فى الأفراد الأصيلة أكثر مما هو متوقع . وأول من ذكر هذا الأثر هو واهلوند Wahlund (١٩٢٨) . قد ينتج مثل ذلك إذا ما اختلطت مجموعتين عرقيتين من الناحية الجغرافية ولكنها استمرتا منعزلتين جزئيا لاختلاف أنماطها التزاوجية . فبعض الصفات (مثل مجاميع الدم) ، رغم عدم أهمية اثرها فى اختيار

التزاوج . قد تحافظ على اختلاف التكرارات الجينية فى المجموعتين . توجد أنماط جزئية من العزل التزاوجى (مثل التزاوج المظهرى للطول) والذى قد لا يكون له أثر مباشر يتعلق بالتغير الذى يحدث للتكرار الجينى لصفات أخرى (مثل مجاميع الدم – انظر فالك وارمان Falk and Ehrman ١٩٧٥) ، وعلى هذا فإن معيار تماثل العشيرة يمكن تحقيقه لهذه الصفات . توجد مناقشة كاملة على أهمية تماثل المجاميع فى حالة وجود علاقة أو إذا تطلب ذلك استقلالها يمكن الرجوع إليها فى كتابات (لى Li ١٩٧٦) .

ويجب التأكيد على أن معرفة تماثل العشيرة أمر ضرورى قبل أن تكون اختبارات التزاوج الاعتباطى ذات معنى ، وفى حالات كثيرة يمكن أن يعتقد فى عدم وجود تماثل والحقيقة أنه لم يكتشف . وإذا أمكن توضيح تماثل العشيرة بصورة مرضية فإن اختبار التزاوج الاعتباطى يمكن إجراؤه . ويفضل ذلك باختبار اقسام التلقيحات أكثر من البحث عن موازنة هاردى واينبرج . ومع أن الاستنتاجات المتحصل عليها قد تؤيد التزاوج الاعتباطى أو تعارضه فيجب أن نقيم ذلك بدقة ولا تعطى لها الثقة المطلقة .

وفى النهاية لتكتمل الصورة فمن المهم حصر الأسباب التى نوقشت وتؤدى إلى إنحرافات عن العشيرة الاعتباطية ، والتى يمكن أن تحدث من وجهة نظر الإحصاء كما وصفت فى هذا القسم :

● الانتخاب . وهذه الإمكانية يمكن أخذها فى الاعتبار فى مناقشة جدول ٢ – ٦ ، مجموعة I . والانتخاب يحدث عندما تعطى بعض التراكيب الوراثية نسلا أكبر فى الجيل التالى وذلك لاختلاف الحيوية العامة أو صلاحيتها مقارنة بالتراكيب الوراثية الأخرى . ومعظم ذلك يرجع إلى القياسات السلوكية وخاصة المتعلقة بالتزاوج ، فلها أهمية خاصة فى اختلافات الصلاحية كما سيناقش ذلك فى الفصول القادمة .

● الطفرة . قد يتغير الجين من A إلى a بنسب قليلة . وعلى فترات زمنية طويلة ، تلعب الطفرات دورا هاما فى الاختلافات التطورية . وحيث أن معدل الطفرات عادة ما يكون ضئيلا فعلى مستوى عدد قليل من الأجيال فإنه من الطبيعى يمكن تجاهله .

● الهجرة . هذه الحالة تكون مرتبطة بصورة ، حيث أن جينات جديدة يمكن أن تدخل إلى العشائر ولكن أثرها على مستودع الجينات يكون أكثر أثرا عن الطفرة إذا كان هناك العديد من الأفراد المهاجرة .

● التربية الداخلية . كما ذكر سابقا فإن التربية الداخلية تؤدى إلى زيادة نسبة الأفراد الأصيلة . وفى الانسان فإن التربية الداخلية ذات أهمية فى العشائر المعزولة حيث يمكن أن

تحدث نسبة عالية من الزيجات المحرمة (زيجات العصب) .

- التزاوج المظهرى . نوقش وسوف يناقش فيما بعد .
- الإنحراف الوراثى العشوائى . وهذا الاصطلاح يستعمل لوصف احداث الصدفة التى يمكن أن تؤدى إلى تغير التكرارات الجينية جيلا بعد جيل . فعلى سبيل المثال إذا كان حجم العشيرة صغيرا نسبيا فيمكن أن يحدث بمحض الصدفة أن عينة من جاميطات العشيرة التى تعطى الجيل التالى لا تكون ممثلة ويترتب على ذلك تغير فى التكرار الجينى فى العشيرة الجديدة ، ومرجع ذلك إلى الصدفة ويجب أن يكون واضحا أن أهمية الإنحراف تقل كلما زاد حجم العشيرة .

٢ - ٥ فعل الجين

كما سبق أن اعتبرنا أن التراكيب الوراثية يمكن تقييمها مباشرة عن طريق أشكالها المظهرية فى عائلات وعشائر . وناقشنا بإيجاز بعض الأسس التى تلزم لفهم أنماطها فى التوارث من جيل إلى جيل وكما سوف يظهر فى اجزاء خاصة من هذا الكتاب ، نحتاج أيضا لمعرفة العلاقة بين الجين والشكل الظاهرى السلوكى الملاحظ .

معظم الخلايا فى الكائنات المعروفة ماعدا الجاميطات تحتوى على نفس الكمية والشكل من مادة تعرف كيماويا بحامض الديوكسى ريبونيوكليك (DNA) والتى تتواجد فى الكروموسومات والتجارب فى الكائنات الدقيقة أوضحت بجلاء أم DNA يحتوى على المعلومات اللازمة ليعطى خلايا جديدة مماثلة للخلايا الأبوية . وهذا هو الموجود أيضا فى الكائنات الراقية . وكمية DNA فى الخلية ليست كبيرة فهى فى الخلية الجسمية أو فى البويضة المخصبة تبلغ حوالى ٦ × ١٠-١٢ جم . وبالرغم من هذه الكمية الضئيلة فإن كمية المعلومات التى تحويها هائلة وكافية لبناء الفرد .

D N A يتكون من وحدات كيماوية تتكون من :

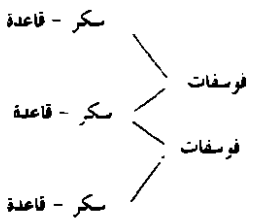
- قاعدة تنتمى إلى عائلة البيورينات أو البريميدينات وهى مركبات تحتوى على النتروجين . والقاعدتين الممكنتين من البيورنين هما الأدنين (A) والجوانين (G) والقاعدتين الممكنتين من البيريمدين هما السيتوزين (C) والثيمين (T) .
- بنتوز (سكر خماسى الكربون) - ديوكسى ريبوز .
- مجموعة فوسفات .

وجزىء DNA يتكون من نيوكليتيدات وكل واحدة منها تتكون من قاعدة وجزىء

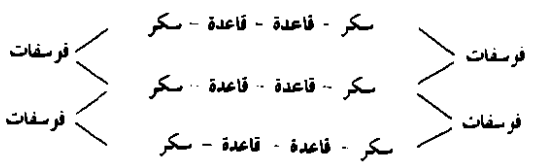
سكر ومجموعة فوسفات . وفى جميع أنواع DNA فإن مجموعة الفوسفات ومجموعة السكر تكون متشابهة ، ولكن القواعد فقط هى التى تختلف . وحيث أن القواعد T, C, G, A هى التى تختلف فقط فإن المعلومات التى تحكم الوراثة تكمن فيها درجة اختلافها .

وكمية هذه القواعد ثابتة فى النوع المعين ولكنها تختلف مابين الأنواع . مع أنه فى كل الأنواع فإن A = T وكذلك G = C وذلك بسبب أن A تزدوج دائما مع T وبالمثل فإن G مع C .

والتركيب الكامل لـ DNA وضع بواسطة واطسون وكريك Watson and Crek ١٩٥٣ ويتضح فيه أن القواعد ترتبط مع السكر فى العمود الفقرى المكون من السكر – والفوسفات مكونة سلاسل من النيوكليتيدات .

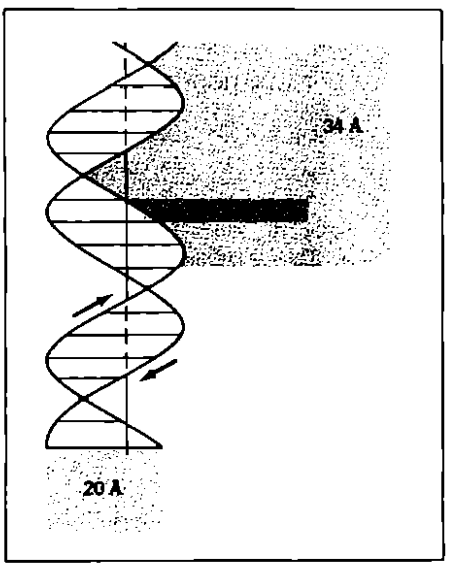


وجد واطسون وكريك Watson and Crick أن DNA يكون سلسلة مزدوجة من النيوكليتيدات .



وترتبط السلسلتان معا بروابط هيدروجينية بين القواعد وتلتفان حول بعضهما مكونان حلزونا (شكل ٢ – ٨) . وتوجد مسافة ٣,٤ Å بين ازواج النيوكليتيدات (Å = وحدة انجستروم أو ١٠ – ٧ مم) . ويعمل الحلزون دورة كامل كل ١٠ أزواج أو ٣٤ Å وبسبب قواعد الازدواج (A دائما مع T و G دائما مع C) نجد أننا إذا عرفنا ترتيب القواعد على أحد السلسلتين تسنى لنا معرفة الترتيب على الأخرى .

وتبعا لنظرية واطسون – كريك فإن الترتيب الطولى للنيوكليتيدات ثابت لنوع ما مع وجود بعض التغيرات التى تورث داخل النوع . والترتيب الدقيق للنيوكلتيدات هو الذى يؤدى إلى التغيرات فى البروتين ، الذى يتكون التركيب الأولى له من سلسلة من الأحماض الأمينية . والمكون الوراثى لأى شكل ظاهرى نلاحظه يعتمد على هذا الترتيب الطولى للنيوكليتيدات . وأكثر من هذا فإن التغيرات الملاحظة فى الشكل الظاهرى قد تعزى إلى تغيرات صغيرة فى ترتيب النيوكليتيدات (هذا إذا أمكن تحديد التأثيرات البيئية) . وعلى هذا يمكن أن نطلق على ترتيب النيوكليتيدات بأنه الشفرة الوراثية .



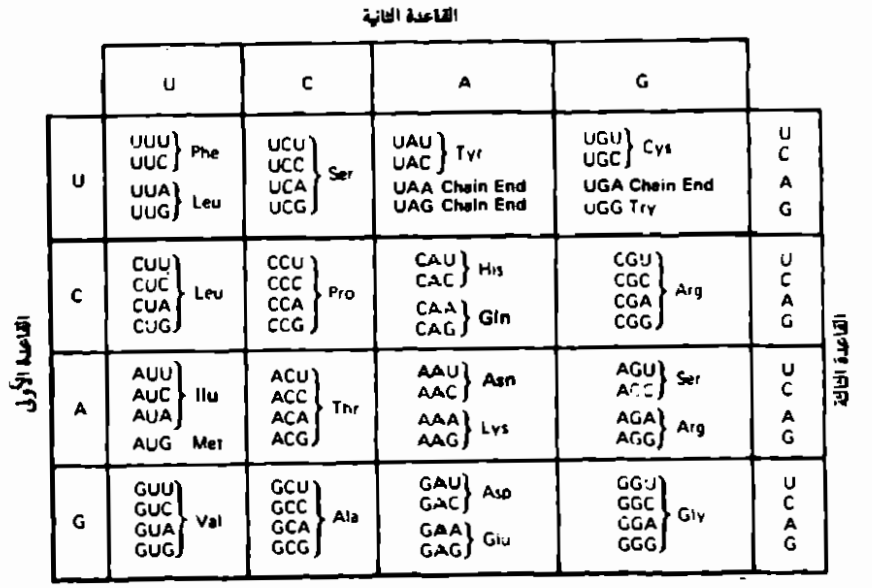
شكل ٢ - ٨ : الحلزون المزدوج من DNA

يوجد عشرون حمضا أمينيا أساسيا تحددها الشفرة الوراثية . حيث يوجد إحتمال أربعة قواعد (A, T, G, C) فترتيب قاعدة أو قاعدتين غير كافية حيث تحدد ٤ أو $٤^{٢}$ = ١٦ ترتيبا فقط . أما الشفرة الثلاثية (ترتيب من ثلاث نيوكليتيدات) فتعطى $٤^{٣}$ = ٦٤ ترتيبا هاما . وتعرف النيوكلتيدات الثلاثية بالشفرة (Codon) وحيث أن الشفرة الثلاثية تعطى ٦٤ ترتيبا مختلفا أو كلمات شفرية مختلفة والحاجة فقط إلى ٢٠ منها لبناء الأحماض الأمينية ، وفى الحقيقة فإن بعض الأحماض الأمينية يشفر لها بأكثر من شفرة (كما يرى فى شكل ٢ – ٩) وأسماء واختصارات الأحماض الأمينية الأساسية العشرين هى :

ألانين	Ala	ليوسين	Leu
أرجين	Arg	ليسين	Lys
اسباراجين	Asn	ميثونين	Met
حمض اسبارتيك	Asp	فينيل ألانين	Phe
سستين	Cys	برولين	Pro
حمض جلوتاميك	Glu	سيرين	Ser
جلوتامين	Gln	ثريونين	Thr
جليسين	Gly	تربتوفان	Try
هستدين	His	تيروزين	Tyr
ايسولوسين	Ilu	فالين	Val

لاحظ تضمنها للفينيل ألانين ، الذى سبق أن رأينا أن زيادته بكميات سامة يصاحب مرض البول الفينيل كيتونى .

تنسخ من شفرة DNA رسالة طويلة من ثلاثيات أو شفرات لنوع من RNA حمض ريبونيو كليك) يطلق عليه RNA الرسول (mRNA) .



شكل ٢ – ٩ : الشفرة الوراثية لـ RNA النيوكليدات الثلاثية تعطى شفرات لعشرين حمض أمينى أساس وأيضاً للفواصل المحددة لنهاية السلسلة .

RNA كيماويا يتشابة جدا مع DNA فيما عدا (١) يوجد به سكر ريبوز بدلا من سكر ديوكس ريبوز (٢) يوجد به القاعدة يوراسيل (U) محل قاعدة الثيمين (٣) يتكون من خليط مفرد غالبا بدلا من الخليط المزدوج . وعند النسخ من DNA إلى mRNA يتم ذلك طبقا لقواعد الازدواج التالية :

قاعدة فى DNA	قاعدة فى RNA
A	U
T	A
C	G
G	C

توجد ثلاثة أنواع من RNA يعتمد عليها تمثيل البروتين : RNA الرسول و RNA الناقل و RNA الريبوسومى ، جميعها تحمل شفرات مماثلة لتلك الموجودة فى DNA . فيحضر RNA الناقل الحمض الأمينى إلى الريبوسومات الستوبلازمية ، ويقوم RNA الريبوسومى بترتيبها فى سلاسل البروتين تبعا للتعليمات الموجودة على RNA الرسول .

وقبل أن تشترك الأحماض الأمينية الموجودة بالستوبلازم فى سلسلة البروتين يحدث لها تنشيط باتصالها بمجموعة خاصة من حمض الفوسفوريك ، وبعد ذلك تتصل بـ RNA الناقل (tRNA) . وفى الحقيقة توجد أنواع عديدة من جزيئات RNA بعدد الثلاثيات التى تحدد الأحماض الأمينية .

والترتيب الدقيق لكل من RNA الناقل RNA الرسول لتشترك فى بناء سلاسل البروتين بطريقة منظمة تشترك فيه جسميات فى سيتوبلازم الخلية تسمى الريبوسومات . وهى تتكون من النوع الثالث من RNA وهو RNA الريبوسومى (rRNA) .

وعملية تكوين البروتين من الشفرة المحمولة بواسطة mRNA تعرف بالترجمة وعلى ذلك يمكننا أن نلخص ما يحدث بالصورة :

$$\text{DNA} \xrightarrow{\text{نسخ}} \text{mRNA} \xrightarrow{\text{ترجمة}} \text{بروتين}$$

ومن الجدير بالملاحظة هنا أن ترتيب الأحماض الأمينية فى البروتين يحكمه مباشرة الشفرة الوراثية المحمولة بجزيئات DNA . للمزيد من المعلومات الإضافية حول هذه العملية .فيمكن الرجوع إلى العديد من المراجع ، ولكن تفصيل العملية ذاتها قد عرف باستخدام الكائنات الدقيقة التى تعد أهميتها بالنسبة لوراثة السلوك فى مرحلتها الحالية

هامشية . ولكن بمضى الوقت فإننا سوف نتجه إلى التفسيرات الأيضية للعمليات السلوكية ، وعلى ذلك فإن فهم اساس فعل الجين سوف يحظى بالمزيد من الأهمية . ورغم ذلك فيجب أن يكون واضحا أن وحدة التوارث التى نوقشت فى هذا الفصل تمتلك معنى محددا من الناحيتين التركيبية والوظيفية .

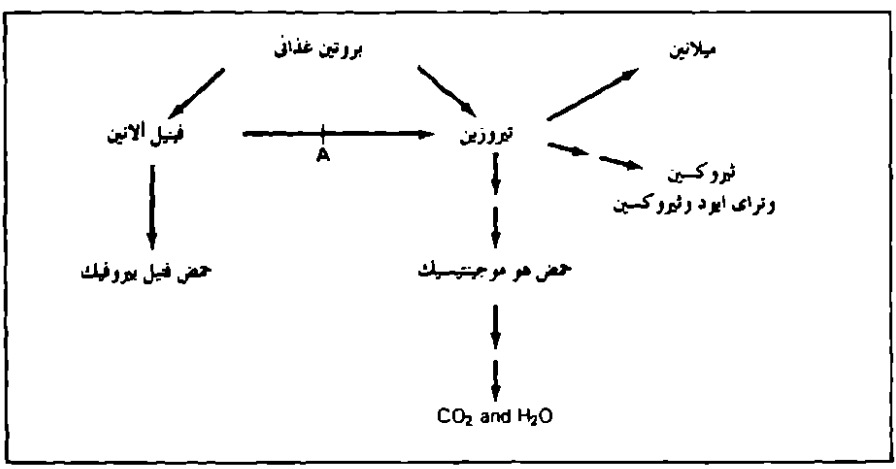
وبأخذ عملية بناء البروتين فى الاعتبار ، نجد أن معظم البروتينات تنتج فقط عند الحاجة إليها . وبمعنى آخر توجد عدة وسائل معروفة للتنظيم . والحقيقة أن الجينات المنظمة وصفت فى الكائنات الدقيقة على وجه الخصوص . وهذه الجينات المنظمة تتحكم فيما إذا كانت الجينات المحددة لأنواع البروتينات المختلفة (الجينات التركيبية) نشطة أم لا تبعا للخطة البنائية للكائن . والجينات المنظمة تكون محكومة بعوامل سيتوبلازمية . هذه الحقيقة تفتح مجالا للتأثيرات البيئية . فعلى سبيل المثال إذا كان أحد الأحماض الأمينية لازما للنمو وكان متواجد فى البيئة ، فإن الخلية يمكنها تقليل (عوامل مساعدة حيوية ، انظر قسم ١١ - ٤) الانزيمات اللازمة لتمثيله (التثبيط الانزيمى) . وبغير شك فإن عملية تنظيم تمثيل البروتين يجب أن تكون أساسا لعملية التميز ، وهى تطور أنواع الخلايا والأنسجة المختلفة . وتوجد مراحل مختلفة خلال عملية التكوين تكون خلالها أجزاء من DNA نشطة فى الخلايا والأنسجة المختلفة . مثل هذا التنظيم التوقيتى لفعل الجين لابد من دراسته بدقة حتى يمكن فهم السلوك . ويجب أن يكون واضحا أن الجينات تعمل بترتيب خلال عملية التكوين ، وعلى ذلك فإن جين ما يمكن أن يبدأ عملية ما قد تؤدى بدورها إلى سلسلة من العمليات الأخرى . والتفاعل الجينى الهرمونى من المحتمل أن يكون مشاركا فى عملية التميز الجنسى مثل البلوغ وتطور التعلم فى الإنسان ، ومن الأمثلة الواضحة على التفاعل الجينى الهرمونى فى حيوانات التجارب ما ظهر من نظم توزيع الشعيرات فى زوجية الأجنحة والحشرات الأخرى . وهذه النظم تعتمد على إنتاج هرمون الأكديسون وتأثيره على مواقع معينة .

والنتيجة الهامة الأخرى لفهم العمليات الوظيفية بالإحلال الجينى أنه يمكن تحوير أنماطها بمعاملات معينة . وتوجد حالة فى الفيران وهى الشاحب ، والتى ترجع إلى جين منفرد متنحى فى المجموعة الارتباطية الخامسة . والفأر الذى يحمل الطفرة يتميز بهدم الترسيبات الجيرية فى الأذن الداخلية . وهذه الترسيبات الجيرية تتحرك عادة تبعا لتغيير الحيوان لموقعه .

وفى هذا المجال فإن الاستجابات العصبية يمكن إحداثها تبعا لاستجابة الكائن للجاذبية الأرضية (اراوى وهيرلى وفرازر Epway, Hurley and Fraser ١٩٦٦) . وجين

الشحوب يحطم الترسيبات الجيرية فى أذن واحدة أو فى الأثنين . وعلى ذلك يحدث إختلال للتوازن السلوكى . وتحطيم الترسيبات الجيرية يمكن الوصول إليه عن طريق تقليل كمية المنجنيز فى طعام الفيران العادية ، وبذلك يمكن الحصول على الشكل الظاهرى للطفرة عن طريق البيئة – وهى ظاهرة تعرف بالنسخ المظهرية . على العكس من ذلك إذا غذيت الإناث الحوامل والتى تحمل جين الشحوب بإضافة المنجنيز لطعامها فإن النسل الذى يحمل الطفرة لا يظهر هذا النقص . وعلى ذلك فنحن أمام علاقة جين بالسلوك يمكن التحكم فيه بيئيا طالما أمكن فهم الحالة .

ومن الأمثلة الجيدة عن الاختلافات البيئية فى الانسان حالة الفينيل كيتون يوريا ، والتى تعرضنا لها أكثر من مرة . وللاختصار ، فإن الأفراد النقية للجينات المتنحية عموما يكون معامل ذكاؤهم أقل من ٣٠ (أحيانا أعلى من ذلك) . ويكون لون جلودهم وشعورهم أخف من العشيرة الذين ينتمون لها . ومرض البول الفينيل كيتونى يرجع إلى نقص انزيم فنيل ألانين هيدروكسيلير وهو ضرورى فى تمثيل الفينيل ألانين وهو حمض أميني ضرورى فى مكونات الغذاء . وفى الحالة العادية فينيل ألانين تيروزين نواتج تمثيل غذائى مختلفة (شكل ٢ – ١٠) . وفى مرض البول الفينيل كيتونى فإنه يحدث قفل فى هذه الخطوة ، فيجتمع الفينيل ألانين لمستوى ٤٠ إلى ٥٠ ضعف الموجود فى الأشخاص الأصحاء وهذه الزيادة تؤدى إلى القصور العقلى . وبالمثل فيمكن أن يطعموا بغذاء يفتقر



شكل ٢ – ١٠ تمثيل الفنيل ألانين . طبيعيا يتحول الفينيل ألانين إلى تيروزين ومركبات أخرى مشتقة من التيروزين . وفى مرض البول الفينولى عندما يحدث القفل عند A (فى غياب انزيم فينيل ألانين هيدروكسيلز) فإن الممر البديل خلال حمض البيروفيك يصير ذو أهمية . ومن المتوقع إختلاف الصيغة فى مرض البول الفينولى حيث أن تكوين الميلانين يعتمد جزئيا على التيروزين (عن هاريس Harris ١٩٥٩) .

إلى الفينيل ألانين ، ولكن المشكلة هو عدم معرفة بروتين ينقصه الفينيل ألانين . ولو أنه يمكن الحصول على هذا الطعام بتحليل البروتين وتكسيره لمكوناته ثم إعادة بنائه بعد التخلص من الفينيل ألانين والذى مازال يحتوى الأحماض الأمينية الأخرى . ولابد من تقديم هذا الغذاء فى بداية العمر حتى يمكن تأخير تدهوره IQ . ومن المحتمل أن تكون أقل تأثيرا لو تأخر بعد الطفولة . والعلاج يجب أن يكون هنالك توازن دقيق بين سوء التغذية (عدم كفاية الحمض الأمينى الأساسى فينيل ألانين) والتسمم .

وحتى فترة قريبة فإن التعرف على البول الفينيل كيتونى كان يتم بواسطة اختبار يعتمد فى نجاحه على إفراز مركب غير طبيعى من الفنيل ألانين وهو حمض الفينيل بيروفيك فى بول مرض البول الفينولى (شكل ٢ – ١٠) . على أنه قد يتأخر إفراز حمض الفينيل بيروفيك لأكثر من ٥ إلى ٦ أسابيع بعد الميلاد . والاختبار يتطلب عادة إضافة $FeCl_3$ للبول المحمض بواسطة 1 N HCl ، فإذا وجد حمض الفينيل بيروفيك فإن لون البول يتحول إلى اللون الأخضر . وتوجد طريقة حديثة أكثر كفاءة وهى اختبار جوذرى وهو يعتمد على إمكانية بعض السلالات البكتيرية لتنمو فقط فى بيئات محتوية على الفينيل ألانين . وللقيام بهذا الاختبار ، يضاف الدم إلى المزرعة البكتيرية التى ينقصها الفينيل ألانين . فإذا نمت المزرعة فإن ذلك يعد دليلا على ارتفاع مستوى الفينيل ألانين فى الدم وربما كدليل على مرض البول الفينيل كيتونى . وقد جعلت معظم الولايات اختبار جوذرى اجباريا لكل الأطفال المولودين عموما فهو يجرى فى بعض الأقطار الأخرى .

والأفراد خليطى التركيب لجين البول الفينيل كيتونى يمكن التعرف عليهم بواسطة اختبار تحمل الفينيل ألانين . وهو يتخلص فى إطعام الأفراد الصائمين بالفينيل ألانين ثم اختبار مستويات الفينيل ألانين فى السيرم على فترات بعد عملية الصوم . معظم الأشخاص خليطى التركيب الوراثى لجين البول الفينيل كيتونى (+ P) يمثلون الفينايل ألانين ببطء عن الأفراد الطبيعيين (++) . وعلى ذلك يمكن تمييز الأشخاص + P من ++ غالبا ، وهذا يظهر على المستوى الكيماوى الحيوى أن الجين p ليس متنحيا تماما . واكتشاف التراكيب الوراثية الخليطة ذو أهمية فى تقديم الاستشارة الوراثية (وهى نصيحة تعطى للناس حول مخاطر إنجاب أبناء غير طبيعيين) وفى بعض المشاكل التى تعطى فيها النصيحة الوراثية . وعلى ذلك فإذا كان هناك فردين من المعروف تركيبهم + p فإن فرصة وجود pp فى نسلهم تبلغ حوالى ٢٥ فى المائة .

ولكن ما هو حال مرضى البول الفينولى خليطى التركيب الوراثى الذين ولدوا الأمهات أصيلة التركيب مصححة التمثيل الغذائى فالأمهات غالبا أفراد غير مؤهلين علميا

عولجوا خصيصا بأغذية ينقصها الفينيل ألانين بعد اكتشاف الحالة بإجراء الاختبارات عقب الولادة كما سبق ذكر ذلك . وفى العادة أن تنمو مثل هذه الأجنة خليطة التركيب طبيعيا ، ولكن كميات الأنزيم الأساسى فينيل ألانين هيدروكسيليز تكون قليلة لديهم ولا يمكنهم أن يتلاءموا مع الزيادة فى مستويات الفينيل ألانين التى تعرضوا لها من خلال أمهاتهم المرضى من الناحية الوراثية (سوتون Sutton ١٩٧٥) . ونتيجة لذلك فهم غالبا ما يولدون أكثر نقصا من الأفراد أصيلى التركيب الوراثى الذين لم يعالجوا بتاتا . (الأثر PKU فى الأم قد يتسبب فى حدوث الإجهاد فى وربما يؤدى إلى بعض التشوهات الخلقية غير المرغوبة) . وعلى ذلك فالملاحظ هنا تداخل الجيل الهجينى والتركيب الوراثى والبيئة .

وفى النهاية كشىء مثير فى هذه القصة المعقدة ، فإنه من الممكن أن يحدث تشخيص خاطىء ليس فقط عن طريق الأمهات المعالجة . فلو كان هناك طفل طبيعى خليط أو أصيل التركيب الوراثى وترك للتغذية بالغذاء الخاص بمرضى البول الفينولى فكنتيجة لهذا التشخيص الخاطىء سيحدث نقص عقلى نتيجة نقص الفينيل ألانين (للمحاولات فى تحسين التشخيص انظر بول Paul وآخرون ١٩٧٨) .

والخلاصة أن فهم ميكانيكيات فعل الجين لتعضيد شكل ظاهرى سلوكى تكون ممكنة فى أمثلة قليلة ، وإن كانت بشكل غير تام . ولإيجاد التلازمات الجزيئية للنماذج السلوكية فإن هناك إمكانية مثيرة بدأ التعرف عليها فى الكائنات وحيدة الخلية مثل البكتريا والبروتوزوا (الإنجذاب أو التنافر فى استجابتها لكيماويات معينة) . ولكن ذلك فى الإنسان سوف يحتاج إلى مزيد من البحث المكثف والجهود المضنية . وتجدر الملاحظة أنه أمكن فى بعض الحالات القليلة فى الكائنات الراقية تقدير بعض التغيرات التى تحدث فى الشفرة الوراثية مرتبطة بوجود أليلات مختلفة فى موقع ما . وبدون شك فإن المستقبل سوف يوضح أمثلة أكثر عن أشكالنا المظهرية السلوكية وستصبح مفهومة بشكل أفضل .

الملخص

إن الشكل المظهرى للكائن طبقا لما هو متعارف عليه هو ملامحه الخارجية . والتعريف يمكن أن يمتد ليشمل مجموع المكونات الوظيفية والتشريحية والسلوكية لهذا الفرد . والتركيب الوراثى والبيئة يحكمان السلوك كما فى الصفات الأخرى . وقد أوضحت تجارب التربية فى حيوانات التجارب مثل الدروسوفلا والفيران ذلك بجلاء .

وينطبق ذلك حيث يكون نوعى التباين الوراثى (المظهرى والوراثى) تحت تحكم جينات معينة يمكن توقيعها على الكروموسومات ، أو كنتيجة للصفات الكمية التى لا تبدى إنعزالا منفصلا .

وأساسيات الوراثة التى عرضت هنا على مستوى العائلة يمكن أن تمتد لتشمل العشيرة . هذا من السهل أيضاحه إذا كان التزاوج يتم اعتباطيا ، على أنه بالنسبة لعلماء الوراثة المهتمين بالسلوك يجب أن ينتبهو إلى أن التزاوج لا يتم اعتباطيا إلا نادرا . حيث يتم التزاوج المظهرى ، وهو أن تزاوج الأفراد يتم على أساس أشكال مظهرية متماثلة ، وهى عادة فى الانسان تكون لعدة صفات مثل الطول والوزن ومعامل الذكاء IQ .

شيء آخر لابد من أخذه فى الاعتبار فى هذا الفصل وهو الاتجاه الحديث للتفسيرات الأيضية للسلوك . ففهم الأسس الكيماوية الحيوية لفعل الجين سوف يؤدى لفهم الأشكال المظهرية السلوكية ، وسوف يتقدم بمرور الوقت . ومن مثل هذه المعرفة فإنه فى الإمكان فى بعض الحالات تعديل الشواذ السلوكية بتخفيف قسوتها .

مراجع عامة

١ - أساسيات الوراثة

Crow, J. F. 1976. *Genetics Notes*, 7th ed. Minneapolis: Burgess. A concise elementary text useful for beginners. A glossary of definitions is provided. Chapters 1 to 3 would be useful for those finding the introduction in the first section of this chapter too rapid.

Goodenough, U., and R. P. Levine. 1974. *Genetics*. New York: Holt. A good general text with a stronger molecular emphasis than either Crow or Strickberger.

Strickberger, M. W. 1976. *Genetics*, 2d ed. New York: Macmillan. An advanced but excellent general text for all sections of Chapter 2.

٢ - وراثة الانسان

Bodmer, W. F., and L. L. Cavalli-Sforza. 1976. *Genetics, Evolution and Man*. San Francisco: Freeman. An excellent, very readable book, which considers human behavior genetics in some depth. A useful glossary is provided.

Stern, C. 1973. *Principles of Human Genetics*, 3d ed. San Francisco: Freeman. A comprehensive text in human genetics assuming no prior knowledge of genetics and including a consideration of behavior genetics.

٣ - وراثة العشائر

Li, C. C. 1976. *First Course in Population Genetics*. Pacific Grove, Calif.: Boxwood Press. An expanded version of a classic text in this field.

Spiess, E. B. 1977. *Genes in Populations*. New York: Wiley. A comprehensive and well-presented quantitative account, assuming a basic knowledge of genetics.

الجينات المنفردة والسلوك

كما رأينا فى الفصل السابق فإن الصفات الخاضعة لتحكم جين واحد هى أفضل الصفات المدروسة لسهولة تتبعها . وهذا ينطبق على جميع الصفات ، سواء كانت ظاهرية أو وظيفية أو سلوكية . ورغم الندرة والآثار الضارة التى يتميز بها كثرة من هذه الجينات مما يقلل أهميتها بالنسبة للعشيرة ، إلا أن سهولة تتبع آثارها ، تجعل الأشكال المظهرية الناجمة عنها مصدرا للمعلومات الخاصة بالتباين السلوكى فى النوع المدروس . فأولا ، هنالك من الجينات ما يحدث تغيرا مرئيا فى المظهر مصحوبا فى نفس الوقت بتغير آخر فى السلوك . فمثلا يتميز مرضى البول الفينيل كيتونى (انظر : الفصل ٢) ، بجانب إنخفاض معامل الذكاء الخاص بهم ، بخفة صبغة الشعر بالمقارنة بباقى العشيرة التى ظهروا فيها . وبمعنى آخر فإن الجين له أكثر من أثر ملحوظ واحد ، وهذه الظاهرة تسمى بتعدد الآثار . وكما سنرى فى هذا الفصل وفى غيره ، فإن تعدد الآثار بالنسبة للصفات الظاهرية أو الوظيفية أو السلوكية تعد أمرا شائعا رغم أن كل هذه الآثار يمكن أن تعزى إلى تتابع معين واحد من تتابعات النيوكلوتيدات فى جزىء DNA . وأخيرا ، يمكن أن نسأل عما إذا كان الجين المنفرد ، الذى لا نعرف له آثارا مظهرية معينة ، يستطيع أن ينتج بشكل أساسى أو حتى بشكل خاص تغيرات سلوكية . فى ظاهر الأمر ، غالبا ما يبدو الوضع كذلك . وفى الحقيقة ، فإن البحوث المتصلة كثيرا ما كشفت عما يمكن توقعه من وجود تغيرات وظيفية أو كيماوية مصاحبة .

هذا الفصل يناقش بعض الصفات المعروف تأثير الجينات المنفردة بالنسبة لها ، والتى تبدى تعدد الآثار فى بعض الحالات ولا تبدية فى البعض الآخر (رغم أن الدراسات الأكثر تفصيلا قد تكشف عن مثل هذه الآثار فى كل الحالات) .

ورغم أنه لم يلاحظ حتى الآن وجود فروق جسدية أو وظيفية بين النحل المتميز بالصفات الصحية كليا أو جزئيا وبين الذى يفتقر إلى هذه الصفات ، فقد تؤدى الدراسات المفصلة إلى الكشف عن بعض هذه الفروق . ومن الناحية الوراثية ، يعد هذا المثال هاما ، لأن تجزئة السلوك الصحى إلى مكونين مميزين يؤدى إلى فهم أساسه الوراثى . فمن المؤكد أن كلتا العمليتين تؤديان إلى بقاء واستمرارية الوحدة التكاثرية التى تبنيها هذه الحشرات الاجتماعية – الخلية وساكنيها ، وعلى ذلك فلدينا فى هذه الحالة مثالا واضحا لسلوك محكوم بموقعين وراثيين منفردين لهما آثار ملحوظة على كفاءة الكائن .

٣ – ١ تنظيف العش بواسطة نحل العسل

أجرى روثنبهلر Rothenbuhler (١٩٦٤) تحليلا رائعا لتنظيف العش من يرقات النحل التى قتلتها الإصابة بمرض تعفن الفقس الأمريكى (مسبب المرض بكتريا باسيلس لارفى (Bacillus larvae) فالمحافظة على البيئة الصحية فى الخلية تستدعى فتح أقراص العسل المحتوية على الصغار المصابة وإخلائها فورا . إذا لم يتم ذلك ، تظل اليرقات الميتة وما يصاحبها من جراثيم كمصدر مستمر للتلوث داخل الخلية . والمسئول عن السلوك الصحى أو غير الصحى جينان يشغلان موقعين مستقلين عن بعضهما أحدهما مختص بتعرية تجاويف القرص والآخر بإزالة محتوياته . وفى هذه الحالة u يمثل الجين المتنحى الخاص بتعرية التجاويف r الجين الآخر المتنحى الخاص بإزالة المحتويات ، وبالتالى فالتركيب الوراثى للنحل فى السلالة ذات السلوك الصحى يكون uurr .

٣ – ٢ نجاح التزاوج فى الدروسوفلا

طفرتا الأحمر الزاهى Cinabar والقرمزى Vermilion من طفرات لون العين فى الدروسوفلا ميلانوجاستر كما يتضح من اسمهما (الجين المسئول عن الأولى متنحى وموجود على الكروموسومات الجسمية والثانى متنحى أيضا ومرتبط بالجنس) . وجود أى من هاتين الطفرتين فى الحشرات يؤدى إلى ظهور اللون الأحمر البراق فى عيونها ، وذلك بالمقارنة بالعيون الحمراء المعتمة فى الطراز البرى ، قارن بوسيجر Bosiger (١٩٥٧ ،

١٩٦٧) سرعة تزاوج طفرات الدروسفلا ميلانو جاستر ذات العيون الحمراء الزاهية والقرمزية . وبعد ١٢ يوما حصل على النسب المئوية للإناث التى ثبت إخصابها كنتيجة لإلتقاء كل منها مع ذكر واحد .

	♀ قرمزى ♂ قرمزى ×	♀ قرمزى ♂ احمر زاهى ×	♀ احمر زاهى ♂ قرمزى cln ×	♀ احمر زاهى ♂ احمر زاهى ×
الأزواج المختبرة	325	200	302	200
النسبة المئوية للإخصاب	73.8	54.0	80.1	61.0

وفى تجربة أخرى ، تركت مجموعات من الإناث والذكور ، وسجلت النسب المئوية للإناث التى تم تزاوجها بعد إنقضاء فترات زمنية مختلفة وكانت النتائج كالآتى :

الزمن بالدقائق	♀ احمر زاهى ♂ احمر زاهى ×	♀ احمر زاهى ♂ قرمزى ×	♀ قرمزى ♂ احمر زاهى	♀ قرمزى ♂ قرمزى
0-5	12.9	48.3	0	13.0
5-10	32.3	65.5	21.1	39.1
10-15	35.5	79.3	36.8	43.5
15-20	35.5	82.6	42.1	52.2
20-25	38.7	86.2	47.4	56.5
25-30	38.7	89.7	47.4	56.5

فى كلتا التجربتين ، عندما تميزت الذكور بوجود جين اللون القرمزى كان معدل النجاح أقل مما فى حالة وجود جين اللون الأحمر الزاهى ويمكننا القول على ذلك أن الذكور ذوى الطفرة القرمزية أقل تفضيلا عند مقارنة قدرتهم التكاثرية بالذكور الأخرى . ويطلق على مثل هذه الحالات من التباين فى معدلات النجاح التكاثرى مصطلح الانتخاب الجنسى Sexual selection لاحقة (انظر جدول ٢ – ٥ كمثال للانتخاب الجنسى فى العشائر الطبيعية) .

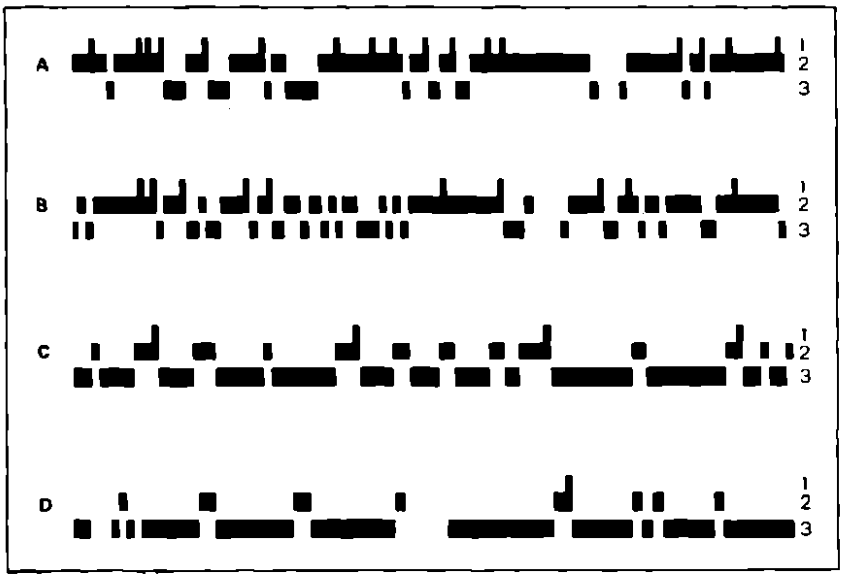
قامت باستوك Bastock(١٩٥٦) بدراسة تأثير طفرة الجسم الأصفر – وهى طفرة متنحية مرتبطة بالجنس – على نجاح التزاوج فى الدروسوفلا ميلانوجاستر ، وذلك بمقارنتها بالطراز البرى . سبعة أجيال ، بحيث صارت مجموعة الطراز البرى متشابهة وراثيا مع مجموعة الجسم الأصفر فيما عدا المنطقة الموجود بها الموقع الخاص بجين هذا اللون . الذكور الطافرة ذات الجسم الأصفر أقل نجاحا من الذكور العادية فى إتمام التزاوج مع الإناث العادية رمادية الجسم .

هذا وقد وجدت باستوك أن طراز الغزل فى الذكور قد تغير بحدوث الطفرة من لون الجسم البرى إلى اللون الأصفر . الشكل ٣ – ١ يوضح ذلك بشكل تخطيطى عن طريق تقسيم سلوك الغزل إلى ثلاث مكونات . منذ اللحظة الأولى تبدأ عملية التوجيه ، وذلك بأن يتبع الذكر أنثاه فيدور حولها أو يقف فى مواجهتها . يأتى بعد ذلك دور الاهتزاز عن طريق تحريك الأجنحة . ويتبع ذلك اللعق الذى يتم بتلامس خرطوم الذكر مع الأعضاء الجنسية للأنثى . كل هذا عبارة عن مقدمات لمحاولات الامتطاء . لاحظ أن الصفوف B, A تحتوى أطول فترات اللعق ، وكذلك الاهتزاز بصفة خاصة ، وهما من مميزات ذكور الطراز البرى لهذا النوع . والصفوف D, C توضح قصر فترات كل المكونات ماعدا التوجيه ، وهذا هو الحال بالنسبة للذكور ذات الجسم الأصفر للدروسوفيلا ميلانوجاستر .

توضح نتائج باستوك (١٩٥٦) نقطة أخرى : حتى فى الحشرات صفراء المظهر ، قد تكون الخلفية الوراثية مناسبة . جدول ٣ – ١ يوضح مقارنة بين مجموعة الطراز البرى العادى والأخرى التى هجنت مع الطراز الأصفر لسبعة أجيال . فى المجموعة البرية الأخيرة لوحظ أن نسبة نجاح التزاوج بين الحشرات الصفراء وبعضها أقل بكثير مما فى حالة الأفراد البرية مع بعضها وعند التزاوج بين الأصفر والبرى فإن نسبة نجاح الذكر الأصفر X الأنثى البرية أقل من تلك الخاصة بتهجين ذكر برى X انثى صفراء وعلى ذلك ففى الهجن التى تتضمن ذكورا صفراء نجد أن نسبة نجاح التزاوج أقل كثيرا من الهجن المتضمنة ذكورا برية ، أى أن التراكيب الوراثية للإناث كانت ذات تأثير تباينى بسيط . وعلى أى حال ، فقبل تهجين المجموعة البرية مع الصفراء لسبعة أجيال كان هنالك تباينا كبيرا بين الإناث وكذلك بين الذكور . وعلى هذا ، فدرجة القابلية الجنسية الأولية العالية للإناث تعتمد جزئيا على الخلفية الوراثية .

ومن المرجح أنه لحدوث معدل معقول من التزاوج بين الحشرات الصفراء يجب أن يكون هناك إنتخاب الإناث الصفراء عالية القابلية فى مقابل الحافز المنخفض الذى تقدمه لها الذكور الصفراء ، أى أن من المحتمل وجود توازن مستوى القابلية عند الإناث والميل الطبيعى للتزاوج عند الذكور .

وهناك العديد من التجارب وضعت فيها الذكور ذات تركيب وراثى واحد أو أكثر مع إناث ذات واحد أو أكثر من التراكيب الوراثية . أيضا من المسلم أن التباين بين التراكيب الوراثية فى تجارب الاختيار كان بسبب الاختلافات فى سلوك الغزل . قام سترتفانت Sturtevant (١٩١٥) بتجارب مبنية على الملاحظة المباشرة ، حيث قدم فى



شكل ٣ - ١ القسم الثلاث لنماذج الغزل - كل من الصفوف الأربعة (A, B للطراز البرى C, D للأصفر) يمثل سلوك ذكر من النوع ميلانو جاستر والإبتداء من اليسار إلى اليمين ١) اللمق ٢) الاهتزاز ٣) التوجية (عن باستوك Bastock ١٩٦٧) .

بعضها طرازين من الإناث للذكور (فى تجارب الاختيار الذكرى male — choice) وقدم فى البعض الآخر طرازين من الذكور للإناث (فى تجارب الاختيار الأنثوى — female choice)

جدول ٣ - ١ النسب المئوية لنجاح التزاوج بعد ساعة من الالتقاء بين الحشرات صفراء الجسم والبرية فى الدروسوفلا ميلانوجاستر

حالات التزاوج	قبل التهجين بين المجموعة البرية وذات الجسم الاصفر لسبعة أجيال	بعد التهجين بين المجموعة البرية وذات الجسم الاصفر لسبعة أجيال
Wild male × wild female	62	75
Yellow male × wild female	34	47
Wild male × *yellow* female	87	81
Yellow male × *yellow* female	78	59

المصدر : باستوك : Bastock ١٩٥٦ .

جدول ٣ – ٢ نتائج تجارب الاختيار الذكرى والاختيار الانثوى بين حشرات الدروسوفلا ميلانو جاستر بيضاء العين والبرية .

الاختيار الذكرى	عدد الإناث المتزاوجة	
	● البرية	بيضاء العين
ذكر برى	54	82
ذكر ابيض العين	40	83
الاختيار الأنثوى	**عدد الذكور المتزاوجة**	
	البرية	بيضاء العين
انثى برية	53	14
أنثى بيضاء العين	62	19

المصدر : سترفانت Sturtevant ١٩١٥

فى جدول ٣ – ٢ عرض بعض البيانات الخاصة بالسلالة بيضاء العين (مرتبطة بالجنس) والسلالة البرية . ومن الواضح أن الذكور من الطراز البرى لها ميزة فى الانتخاب الجنسى على الذكور بيضاء العين مما يدل على عدم اعتباطية التزاوج . ولتقويم بيانات بهذه الطبيعة فإن مؤشرات معينة تقترح فى المراجع . وتعطى هذه المؤشرات تقديرا لقوة الانتخاب الجنسى وكذلك العزل الجنسى sexual isolation الذى يأتى بمقارنة الجزء من التزاوج المتماثل homogamic (المتشابه مع المتشابه) والتزاوج الغير متماثل heterogamic (الغير متشابه) . وفى ظل التزاوج الاعتباطى فإنه يتوقع أن يكون الجزء المتماثل وغير المتماثل من التزاوج الاعتباطى من التزاوج متساويا .

بالنسبة لحالة الاختيار الذكرى ، بفرض وجود n_1 إناث من طراز « ١ » ، n_2 من طراز « ٢ » معا مع ذكور من طراز « ١ » دع أيضا $X_{1,2}, X_{1,1}$ تكون أرقاما للإناث الملقحة من طراز ١ ، ٢ على التوالى ودع $P_{1,2} = (X_{1,2}) / n_2, P_{1,1} = (X_{1,1}) / n_1$ تمثل اجزاء من كل طراز من الإناث . ودليل العزل الذى افترضه ستاكر Stalker (١٩٤٢) هو :

$$b_{1,s} = \frac{p_{1,1} - p_{1,2}}{p_{1,1} + p_{1,2}}$$

والذى يمتد من + ١ إلى ١٠٠ مقوبا للتزاوج المتشابه إلى – ١ حتى ١٠٠ فى التزاوج المختلف ويكون صفرا إذا كان التزاوج اعتباطيا . ويمكن استعمال اختبار مربع كاى X^2 على البيانات الأولية لمعرفة إذا ما كانت الانحرافات عن $b_{1,2} = 0$ معنوية . وإذا كان الذكر من طراز ٢ يكون دليل عكسها :

$$b_{2,1} = \frac{p_{2,2} - p_{2,1}}{p_{2,2} + p_{2,1}}$$

وقد افترضت مؤشرات عزل ملحقة على أساس ازواج من إناث التجارب مع ذكور من طراز ١ ، ٢ – فإذا وجدت أعداد متساوية من الإناث أو أزواج من كل من الطرازين فإن دليل العزل الملحق joint isolation index يكون :

$$\frac{x_{1,1} + x_{2,2} - x_{1,2} - x_{2,1}}{N}$$

حيث $N = x_{1,1} + x_{2,2} + x_{1,2} + x_{2,1}$. تمثل المجموع الكلى لحالات التزاوج (مالاجولوفكن – كوهين ، وليفين Malagolowkin, cohen and Levene ١٩٦٥) . فإذا لم يوجد أعداد متساوية من الإناث أو الأزواج فإن المتوسط الحسابى للمؤشرين $b_{2,1}$، $b_{1,2}$ يستعمل

$$\frac{b_{1,2} + b_{2,1}}{2}$$

من بيانات الاختيار الأنثوى يمكن حساب المؤشرات المماثلة . بيانات ستورتفانت أعطت دليل عزل ائتلافى قدره ٠,٠٩٧ فى تجربة الاختيار الذكرى ، ٠,٠٢٦ فى تجربة الاختيار الأنثوى . ولذلك يوجد أدلة قليلة للعزل الجنسى حيث أن كلتا القيمتين قريبة من الصفر .

وقد قدم باتمان Bateman (١٩٤٩) مؤشرا لقياس الميل النسبى للتزاوج فى الإناث .

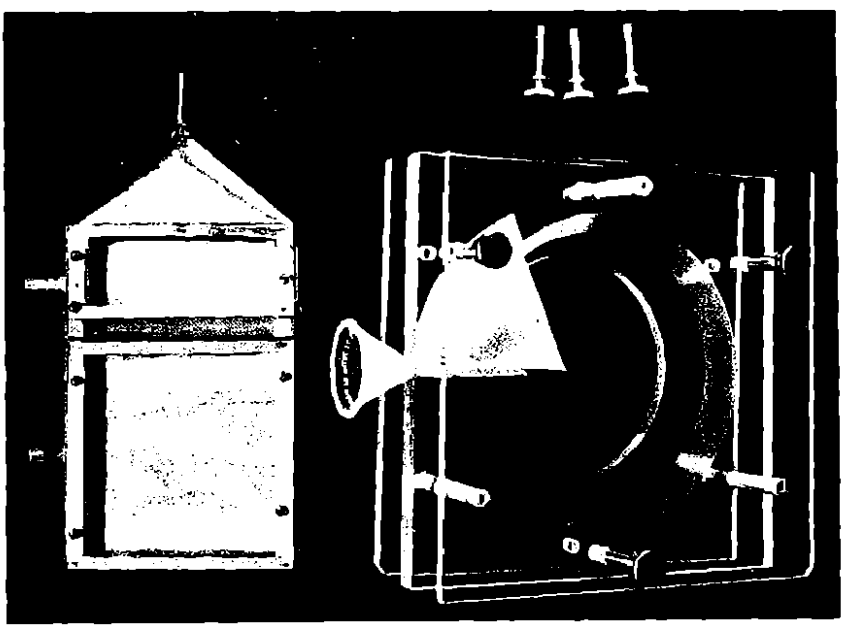
$$a_{1,2} = \frac{b_{1,2} - b_{2,1}}{2}$$

وهذه القيمة تكون إذا كان هناك زيادة فى الإناث من طراز « ١ » وسالبة إذا كان هناك زيادة فى الإناث من طراز « ٢ » فى تجربة اختيار الذكور التى يكون فيها الذكور من طراز « ١ » . ويمكن الحصول على مؤشر مشابه فى تجربة (الاختيار الأنثوى) . وعلى ذلك ، فهذه المؤشرات تقيس الانتخاب الجنسى . وتدل بيانات ستورتفانت أن الميل النسبى للتزاوج لإناث من الطراز البرى بالمقارنة بإناث بيضاء العين هى – ٠,٣٠٣ فى تجارب الاختيار الذكرى ، والميل للتزاوج لذكور برية الطراز بالمقارنة بذكور بيضاء العين فى تجارب الاختيار الأنثوى تكون ٠,٠٥٥٨ ولذلك يوجد دليل واضح على عدم اعتباطية التزاوج نتيجة اختلافات قوة السلوك الجنسى أى أنه يوجد انتخاب جنسى .

فى السنين الأخيرة أصبحت تجارب الاختيار المتعدد هى الشائعة حيث توضع ذكور وإناث من طراز ١ ، ٢ معا فى حجرة الملاحظة . وهنالك عديد من التصميمات المتاحة : إحدى الغرف الشائعة الاستعمال صممت بواسطة النزوواتوكس Elens and Wattiaux (١٩٦٤) كما هو موضح بالشكل ٣ – ٢ . .

والمشاهدة المباشرة ممكنة ، حيث يمكن إدخال عدد كبير نوعا من الحشرات يبلغ ٦٠ أو يزيد من الأزواج البكارى ولكن هذا يعتمد على الأنواع . وعموما فإن الأزواج المقترنة لا تتحرك ويمكن أن يوقع مكانهما على اللوحة القماشية للغرفة . وطريقة النزوواتوكس Elens and Wattiaux تسمح بالملاحظة ليس فقط لطراز الذكور والإناث فى التزاوج ، ولكن أيضا بالنسبة للوقت الذى يستغرقه هذا التجاوز ومتابعته بالنسبة لحالات التزاوج الأخرى ومدة الاقتران .

وزيادة على ذلك ، فمن هذا التصميم أن كل المؤشرات المختلفة الموصوفة سابقا يمكن أن تحصى . ويجب أن نذكر هنا أن الموقف البيولوجى فى تجربة الاختيار المتعدد مختلفة عن تلك الخاصة بتجربة الاختيار الذكرى والاختيار الأنثوى . جدول ٢ –٥ يعطى



شكل ٣ – ٢ نماذج من غرفة اليز – واتوكس Elens – Wattiaux المستخدمة فى الإحصاء المباشر لحالات الغزل والاقتران فى الدروسوفلا .

بيانات عن عشائر من الدروسوفلا سيدوأوبسكيورا المعزولة جغرافية باستعمال هذه الطريقة مع أخذنا فى الاعتبار الاستعمال الروتينى لاختبار x^2 لاختبار كل من الانتخاب الجنسى والعزل الجنسى .

وقد وجد أن عدد آخر من الجينات يؤثر على نجاح التزاوج فى حشرة الدروسوفلا ميلانوجاستر – وهذا يرجع أساسا إلى اختلافات فى الانتخاب الجنسى ، ولذا ففى الذكور الأصيلة للجين المتنحى الجسمى scabrous(sca) الذى يؤدى الى ملمس العين الخشن يلاحظ انخفاض فى القوة الجنسية ،وفى الإناث ، يؤدى الى تشجيع القابلية بالمقارنة بحشرات الطراز البرى (مك كنزى McKenzie بارسونز Parsons ١٩٧١) وبعبارة أخرى فإن هناك بداية تحول جدى فى التزاوج فى كلا الجنسين . وهذا يستبعد عند استعمال طفرة من حشرات خشنة الملمس scabrous تتزاوج معا . حيث أن معدل التزاوج بين إناث وذكور ذات عيون خشنة الملمس مشابه للتزاوج بين حشرات من الطراز البرى . والمثل الذى يساير هذا الاتزان هو ما وصف بالفعل بالنسبة للحشرات صفراء الجسم . والقوة المنخفضة للذكور من طفرة العين الخشنة zscarbous مع إناث من الطراز البرى يرجع فى الحقيقة إلى أن الذكور عمياء (كروسلى Crossley ، نتائج غير منشورة) .

لون العين وثيق الصلة بنجاح التزاوج فى بعض الحالات . وعادة ما تمتلك حشرات دروسوفلا ميلانوجاستر الأصيلة للجينات القرمزى / البنى bw / v عيون باهتة كريزية اللون ومتعلق بها تخفيف ملاحظ فى حدة البصر . والطفور فى الموقع القرمزى يؤدى إلى إعاقة فى تخليق الصبغات البنية مما يجعل الحشرات ذات عيون حمراء لامعة . بينما عند إضافة المادة الكيميائية كينيورنين إلى الغذاء فإن إعاقة الصبغة القرمزية يتم تخطيها وتتكون الصبغة البنية فى العين .

جدول ٣ – ٣ نتائج التنافس بين ذكور v/bw معاملة بكينورنين وذكور bw وكذلك ذكور v/bw معاملة بكينورنين وذكور v/bw

العدد الكلى للتزاوج التنافسى	وصف الذكور		عدد الذكور المتزاوجة	١ : ١ كاى x^2 للنسبة
126	*bw*		52	3.5
	معاملة بالكينورنين	*v/bw*	74	
83	*v/bw*		15	30.12
	معاملة بالكينورنين	*v/bw*	68	($P < 0.001$)

المصدر كونولى Connolly ، بيرنت Burnet وسول Sewell ، ١٩٦٩

جدول ٣ – ٣ يوضح تأثير الكينيورنين فى زيادة نجاح التزاوج فى الذكور الأصيلة للجينات v/bw بالمقارنة بتلك الغير معاملة بالكينيورنين (كونولى Connolly يرنت Burnet سول Sewell ١٩٦٩) ويبدو أن إعاقة التزاوج المشاهدة فى الحشرات التى ينقصها صبغة العين يرجع إلى نقص الاحساس المصاحب لغياب الصبغة المميزة فى العين المركبة . هذا النقص يمكن أن يخفف بإضافة المركبات الكيميائية الحيوية – ولذلك اقترح كونولى Connolly يرنت Burnet سول Sewell (١٩٦٩) أن دور الرؤية فى تودد الدروسوفلا ميلانوجاستر لم يأخذ كفاية من التقدير ، وهذه النتيجة تتوافق مع ما تم عمله على مجموعة أصيلة لجين الملمس الخشن للعين . وبمقارنة سلوك الغزل لذكور ذات عيون بها الصبغة أو بدون الصبغة تدل على أن الغزل الأقل كفاءة فى الذكور v / bw يكون مرجعها إلى صعوبة عمل واستمرار الاتصال بالإناث . لذا فقد وجد أن ذكور حشرات v / bw تمتلك فترة محاورة أقصر (مجموع فترتى اللعق والاهتزاز) عن تلك التى يضاف إلى غذائها كينيورنين . عموما فإن هناك علاقة وثيقة بين نجاح التزاوج وكثافة صبغة العين . وأنه لمن المؤكد أيضا أن وجود الصبغة البنية وحدة يشترك فى إنجاح التزاوج . حيث أن غياب الصبغة الحمراء كما فى حشرات bw لا يؤدى إلى تخفيف الاستجابة الخاصة بالحدة البصرية ولا يؤثر على إختفاء الغزل أو فترته . وفى الملاحظات الأولى أوضح بارسون Parsons وجرين Green (١٩٥٩) علاقة عامة بين كثافة صبغة العين البنى والكفاءة ومن ذلك تزداد كفاءة حشرات v / bw فى تجارب التنافس بزيادة كمية الكينورنين لذلك يتعلق العديد من السلوكيات المختلفة مباشرة بالتغيرات البيوكيماوية وتغيرات الكفاءة (تعدد الأثر) .

والطفرات الأخيرة التى تؤخذ فى الاعتبار فى الدروسوفلا ميلانوجاستر هى طفرة الجينات المرتبطة بالجنس التى تنتج العين العودية والبيضاء . العيون العودية تكون أضيق من العيون العادية وطبيعة توارثها سائدة . وفى خليط من حشرات عودية وأخرى برية نجد أن الذكور العودية تكون أقل نجاحا فى التزاوج ، ويقلل من هذا التأثير وجود عدد قليل منها فقط وتزداد إذا زاد معدلها بالنسبة للذكور من الطراز البرى . بالنسبة للذكور بيضاء العين يكون نجاح التزاوج كبيرا إذا ندر وجود ذكور بيضاء العين أو إذا كانت الغالبة (بتت Petit ١٩٥٨) . وجد أرمان Eherman وآخرون (١٩٦٥) نفس النتيجة فى تجارب على الدروسوفلا سيدو ابسكيورا .

قد يثبت حقا أن التفضيل فى التزاوج المرتبط بالتكرار له أهمية كبيرة فى العمليات التطورية إذا كان واسع الانتشار (ارجع لقسم ٨ – ٤ لزيادة المناقشة فى هذا الموضوع) .

يبدو أن التميز الجنسى من الأمور التى فيها المحاولة والخطأ فى جنس الدروسوفلا كما هو مقرر هنا . والذكور تغازل الإناث (أو حتى تغازل ذكورا أخرى فى بعض الأحيان) من أى نوع وتحاول أن تعاود الغزل والتزاوج . والقبول تتحكم فيه أساسا الإناث ، كما تتحكم أيضا فى تتابع عمليا الغزل – التزاوج التلقيح . وحتى كما هو موضح فى أقسام ٤ – ٢ و ١٣ – ١ إذا كان لدينا إناث ذات قابلية يكون من الشائع وجود اختلافات فى سرعة التزاوج فى الذكور عما بين الإناث . اقترح (باتمان Bateman ١٩٤٨) أن هذه الاختلافات قد نشأت تطوريا حيث أن النجاح التكاثرى يتحدد فى الذكور تبعا لعدد المرات التى مارست فيه التزاوج بينما تحتاج الإناث فقط للتزاوج مرة واحدة لتحقيق النجاح التناسلى الاخصائى فى دورة التربية . وزيادة على ذلك فإن فترة الاقتران تتعلق بالذكر أساسا على الأقل فى الدروسوفلا ميلانوجاستر (ماك بين MacBean وبارسونز Parsons ١٩٦٧) وفى الدروسوفلا سيدو أبسكيورا (كول Kaul وبارسونز Parsons ١٩٦٥) ولوصف سلوك المغازلة والتزاوج فى الدروسوفلا أنظر سبيث Spieth (١٩٥٢) ، وللوصف المصور ، أنظر إرمان Ehrman وستركبرجر Strickberger (١٩٦٠) وإرمان Ehrman (١٩٦٤) .

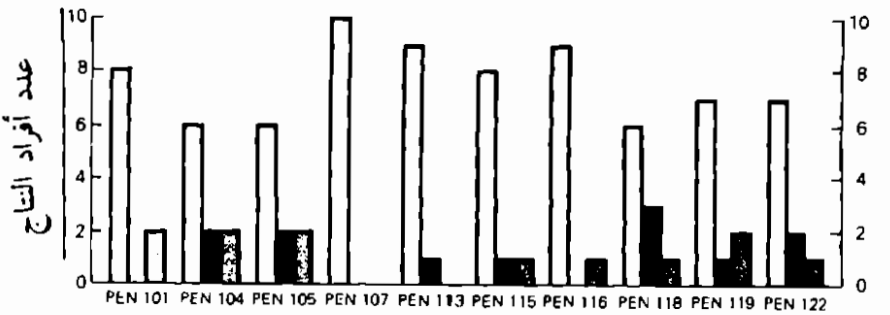
تأثيرات الجين المنفرد فى الفيران

نجاح التزاوج

صفة الألينو فى الفئران والحيوانات الأخرى (التى يوجد منها طراز واحد فى الانسان) كثيرا ماتحكم بجين جسمى متنحى . قارن لفين Levine (١٩٥٨) النجاح النسبى للتزاوج لذكور الفئران السوداء الاجوتية الأصيلة التركيب الوراثى والفيران الألبينو . كل من هاتين السلالتين نشأتا مستقلتين عن طريق تزاوج الأخ – الأخت ولذلك فهى سلالات داخلية التربية . وقد أظهرت كل الذكور خصوبتها فى بداية ونهاية التجربة – والطريقة أولا هى تنافس ١٠ ذكور البينو اعتباطيا مع ١٠ ذكور سوداء أجوتيه – كل زوج من الذكور وضع فى حظيرة مع أنثى البينو . يؤخذ من كل حظيرة عشرة أفراد من النسل الناتج معطية مجموع ١٠٠ فرد . النتائج معروضة فى شكل ٣ –

أمكن الحصول على ثلاثة طرز من النسل البينو فقط وأسود أجوتى فقط أو خليط من النسل (بعضه البينو والبعض أسود أجوتى). هذا الطراز الأخير من النتاج هو نتيجة تلقيح مزدوج . ليس هناك أى اختلافات احصائية فى حجم النتاج بين الثلاثة طرز من النتاج . وقد وجد أن نسبة ٧٦ فى المائة منه يكون نتيجة لآباء البينو ونسبة ٠,٠١٢ نتيجة تلقيح مزدوج النسل الألينيو يكون عائدة أكثر من ضعف النسل الأسود الأجوتى . ومن مجموع ٥٥٢ من الفيران التى تولد فى العشرة أقفاص ، ٤٥٨ تكون من الآباء الذكور الألبينو بينما ٩٤ فقط يكون آباؤها من الذكور السوداء الأجوتى .

ليس من السهل تقديم التفسير المناسب ، وذلك لصعوبة استبعاد وجود اخصاب أنتحابى يؤدى الى تفضيل الحيوانات المنوية الأتية من ذكور الثلاثة الخاصة بالأنثى .



شكل ٣ - ٣ نتائج التزاوج التنافسى فى الفيران من مختلف السلالات داخلية التربية . الأعمدة البيضاء تمثل عدد النتاج ذات الأب الألينو . وتمثل الأعمدة السوداء عدد النتاج للأب الأسود الأجوتى ويمثل الأعمدة الرمادية عدد النتاج لكلا النوعين من الآباء الذكور (النتاج المختلط) (عن Levine ١٩٥٨) .

لاحظ لفين Levine (١٩٥٨) تعارك الألبينو ضد الأسود الأجوتى وأشار الى غلبة ذكور الألبينو ذات التفوق العدوانى . وكل معركة كانت تراقب حتى يرى أحد المتعاركين وقد أبدى استسلامه (رد الفعل الخضوعى) بالجلوس على أرجله الخلفية ومد الأرجل الأمامية فى وضع دفاعى . ويتساءل الفرد عما اذا كان هناك علاقة بين المقدرة القتالية ونجاح التناسل فى هذه الفيران . قد يمثل ذلك مثالا حقيقيا على الأنتخاب الجنسى فى هذه الحيوات ورغم ذلك ، لايمكن استبعاد احتمال أن الأناث الألبينو قد تفضل الذكور الألبينو (التزاوج المتشابه) .

والنقطة الأخيره حول استعمال الفيران فى تجربة لفين ، وفى تجارب عديدة أخرى، والتى كانت غير معلومة له وتأكدت بعد سنوات ، هو أن كل الفيران التى تم استعمالها كانت أصيلة بالنسبة الأليل rd(الخاص بتحلل الشبكية) ولذلك فقد كانت عمياء (سيدمان Sidman وجرين Green ١٩٦٥) وحتى هذا لايغير من الاستنتاج الخاص باحتمال حدوث الانتخاب الجنسى . وعموما فسوف يناقش سلوك الفيران بتفصيل أكثر فى الفصل التاسع .

جينات البدانة أو السمنة

فى الفيران طفرة جينات البدانة (ob) والبول السكرى (db) تسبب حالات متشابهة للبدانة والبول السكرى فى التراكيب الوراثية الأصيلة . وتحت الظروف القياسية فإن هذه الفيران البدينة تكون أقل نشاطا وأكثر أكلا وشربا عن مثيلاتها الطبيعية . كما تكون عقيمة ، قصيرة العمر نسبيا ، وذات أوزان تبلغ ضعفين أو ثلاثة أضعاف الوزن الطبيعى ، وأحيانا تبدى مستويات عالية جدا من السكر فى الدم . ولذلك فتسمى الفيران البدينةن – المرضى بالبول السكرى . فإذا قيدت كمية الطعام فإن فترة الحياة تزداد ويقل العقم الذكرى جزئيا . وعلى ذلك معظم الأعراض المتزامنة تتبع الزيادة فى الأكل وعدم النشاط .

تتصف أعراض البدانة بنشاط تمثيلى يرتبط بالقدرة الفائقة لتحول الطعام الى دهون أكثر ممايحدث فى العادى وعند تواجد الجنين بحالة أصيلة ob/obأو db/db تحدث الحالة المرضية المصاحبة للبول السكرى الشديد فى السلالة المرباه داخليا C57BL/KsJ ، وعلى الرغم من أنه فى السلالة شديدة القرابة C57BL/6S تكون أعراض البول السكرى أقل شدة ومؤقته (كولمان Coleman ، هامل Hummel١٩٧٣) . وذلك يمثل تأثير الخلفية كما وصف بالنسبة للسلوك التزاوجى للحشرات الصفراء فى القسم الأخير .

قد أوضح كولمانColeman (١٩٧٩) أنه حالما يخزن الغذاء فى الفيران ob/ob أو db/db وينحل ببطء عما هو فى الأفراد العادية إلى زيادة كفاءة الاستفادة من الغذاء ومقدرة ملحوظة لمقاومة الصيام لمدة ٤٠ يوما . وبالإضافة الى ذلك فقد أوضح أن الفيران الخليطة وراثيا + ob أو db يمكنها تحمل الصوم الى أمد طويل عن تلك العادية الأصيلة وراثيا (جدول ٣ – ٤) ويؤدى هذا الى اقتراح أن الأفراد الخليطة وراثيا تمتلك كفاءة تمثيلية عالية عن الطفرة المتماثلة وراثيا .

وجود مثل هذه الصفة « المثمرة » الخليطة وراثيا فى العشائر الطبيعية يساعد على تصديق فكرة وجود جينات مشابهة فى مرضى البول السكرى فى الإنسان (نيل Neel ١٦٢٠) . وفى الواقع فإن حدوث البول السكرى الشائع نسبيا قد اقترح على أنه نتيجة التركيب الوراثى المثمر ويبدى التأثير الضار بالتقدم فى التغذية . وفى الأمم غير المتقدمة ، وهى مجتمعا القنص والرعى ، يبحث الناس عن مصدر للإمداد بالغذاء ويكون عرضه لفترات من وفرة الغذاء متبوعة بفترات من القحط والمجاعة . وتحت هذه الظروف فالأفراد « مثمرة » التركيب الوراثى المعرضة للبول السكرى يمكن أن تستعمل المصدر الغذائى المحدود بكفاءة أكثر مما يؤدى الى ميزة انتخابية عندما يكون الطعام نادرا وقد تؤدى الوفرة المتزايدة الى أن يشكل التركيب الوراثى المثمر صعوبة ، مع ظهور حالات فقد الإدراك والسمنة والضغط على كفاءة البنكرياس فى بناء الأنسولين والبول السكرى فى أغلب الأحوال – ولقد اقترح أنه بهذه الطريقة فإن التركيب الوراثى للبول السكرى يستمر فى كلا من عشائر الحيوان والإنسان بالرغم من عنف الانتخاب ضده .

يمثل ذلك فى بيئة الإنسان حالة من الحالات التى تعتبر فيها البيئة الحضارية أحد العوامل المحددة .

هذا المثال المبهر لجينين متنحيين فى الفيران يبين امكان استعمال النماذج الحيوانية لتساعد فى تفسيرات الدراسات التى تجرى على الإنسان وذلك لأن الحيوانات مثل الفيران ، يمكن إجراء تجارب التربية عليها مع التحكم فى الظروف التجريبية .

جدول ٤ – ٣ تأثير التركيب الوراثى على تحمل الصوم فى الفيران (البيانات هى متوسط ± الخطأ القياسى للمتوسط .

السلالة	التركيب الوراثى	وزن الجسم المبدئى بالجرامات	عدد الحيوانات	متوسط وقت البقاء حيا بالأيام
C57BL/6S	+/+	36.7 ± 0.7	32	10.8 ± 0.4
C57BL/6S	*ob*/+	36.6 ± 0.6	29	12.2 ± 0.4*
C57BL/6S	+/+	33.3 ± 0.3	15	8.6 ± 0.3
C57BL/6S	*db*/+	33.1 ± 0.4	14	10.6 ± 0.4†
C57BL/KsJ	+/+	29.7 ± 0.3	26	7.2 ± 0.3
C57BL/KsJ	*db*/+	29.9 ± 0.4	26	10.5 ± 0.3‡

* $P < 0.05$, Student's *t*-test.
† $P < 0.01$.
‡ $P < 0.001$.

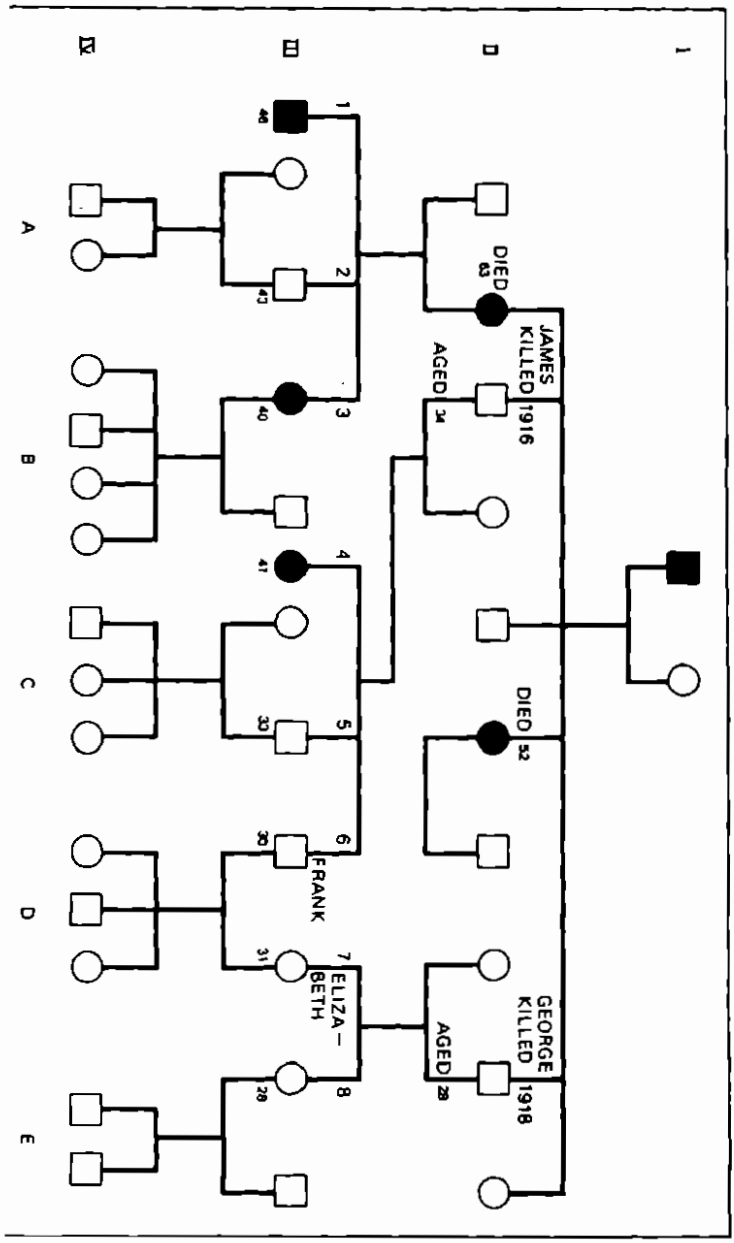
(المصدر كولمان Coleman ١٩٧٩)

وعموما فإن المستودعات الجينية فى كل الأنواع منفردة ، لذا فان تعميم النتائج يجب أن يؤخذ بحذر . وبالرغم من الجهود المبذولة لتفسير بيوكيماوى واضح بالنسبة لمرض البدانة – والبول السكرى فى الفيران إلا انها لم تكلل بالنجاح تماما ، والبحث عن الأساس الوظيفى والبيوكيماوى للأعراض المرضية المحكومة وراثيا عن الأساس الوظيفى والبيوكيماوى للأعراض المرضيةن المحكومة وراثيا يعد من المداخل المهمة . كما سوف يوضح فى قسم ٧ – ٦ ، يعتبر البول السكرى صعب فى دراسته بالنسبة للإنسان . وحتى فى الفيران تمتد التعقيدات لتشمل تأثيرات الخلفية الوراثية . وعموما فإمكانية تحديد هذه التأثيرات فى الفيران يجب أن تتم على المستويات البيوكيماوية والوظيفية . من الممكن أن يساعد ذلك على دراسة الوضع فى الأنسان .

تأثيرات الجين المنفرد فى الإنسان .

كوريا (رقاص) هنتنجتون

ماهى حالات وراثة السلوك البسيطة فى الإنسان الذى لا يمكن إجراء تجارب التربية عليه ؟ مرض البول الفينيل كيتونى تمت مناقشته فى الفصل السابق . وهنالك مثال وراثى جيد آخر ، هو كوريا هنتنجتون الذى يؤدى إلى اضطراب مميت (كوريا – مرض عصبى مميز بارتعاش العضلات) من الكلمة اليونانية « الرقص» وسمى كوريا هنتنجتون بعد عمل مستمر من الأطباء لمدة ثلاثة أجيال فى ولاية كونيكيت وأمكنهم الحصول سجلات عائلة كاملة) .وبداية العلة تكون غير واضحة ، وكذلك الأضرار الأولية المؤثرة فى التمثيل الغذائى غير معروفة ، وبتقدم المرض يحدث اضطراب عصبى يؤدى الى عدم السيطرة على الحركات العضلية يتبعه الخبل وفقد السيطرة العضلية العصبية ثم الموت . ويتميز التقدم فى عدم السيطرة على الحركات العصبية بتحلل خلايا جنجليون لمقدمة الرأس والكتلة الرمادية الموجودة فى كل من نصفى المخ . كما فى الشكل ٣ – ٤ وبدراسة النسل وجد أن كوريا هينتجتون هى نتيجة أحد الجينات الجسمية الخليطة السائدة فى المراحل المتأخرة من المرض . ولاتظهر الأعراض عادة حتى يصل الفرد الى مرحلة متأخرة من العمر . وعلى الرغم من أن الحالة مميتة ءالا أن الأفراد الحاملة للجين فى معظم الحالات تكون قادرة على انتاج نسل قبل أن يدركهم المرض . وتكون بداية المرض فى متوسط عمر ٣٥ سنة على مدى غالبا مايقع بين ١٥ – ٦٥ عاما بظهور الارتعاش ، وذلك بالرغم من وجود بعض الحالات معروفة فى الأطفال . وقد أوضح بوتيجال Potegal (١٩٧١) قصور المدى الحركى للمرضى بمرض هنتنجتون ، ويكون


I
II
III
IV
A
B
C
D
E
1
2
3
4
5
6
7
8
48
43
40
41
30
30
31
28
DIED 63
JAMES KILLED 1916 AGED 34
DIED 52
FRANK
ELIZA-BETH
GEORGE KILLED 1918 AGED 28

ذلك بعدم دقة التحديد الفراغى للهدف ، عندما يكون موضع هذا بالنسبة للملاحظ « إلى أمامه » أو « على بعد ياردة واحدة الى يساره » مثلا .

وقد انتقل إلى الولايات المتحدة الجين الخاص بمرض كوريا هنتنجتون بثلاثة من الشباب الذين أبحروا من بويرز ستريت – مارى – سوفولك – انجلترا ١٨٣٠ .وقد تركوا المدينة بسبب الصعاب التى واجهتهم وذلك لشذوذهم وسلوكهم المشين (فيس Vessie ١٩٣٢) . وقد تزوج الشباب الثلاثة وأصبحوا آباء لأطفال فى موطنهم الجديد ،حيث يوجد حاليا أكثر من ٧٠٠٠ مصاب بمرض كوريا هنيتجتون فى الولايات المتحدة ، وصار حدوث مثل هذا المرض بنسبة ١ فى ٢٥٠٠٠ ، وأمكن ملاحظة حدوثه فى مختلف أرجاء العالم .

وبالأخذ فى الاعتبار النسل الذى يحويه الشكل ٣ – ٤ فاحتمالات توارث الجين H لمرض كوريا هنتنجتون فى الجيل الرابع (باعتبار أن كل الأفراد غير مصابة عند هذا العمر ولكن قد تكون حاملة له) يكون :

- كلا من فردى العائلة E : ٢ / ١ × ٢ / ١ × ٢ / ١ = ٨ / ١
- أى فرد من العائلة B : ٢ / ١
- أى فرد من العائلة C : ٢ / ١ × ٢ / ١ = ٤ / ١
- أى فرد من العائلة D :

(وذلك بفرض وجود جرعتان من الجين HH ليكون مميتا ووجود ثلاثة طرز تزاوج . وعلى ذلك يكون لفرانك ، وتركيبه Hh إحتمال قدره ٢ / ١ ولاليزابيث ٤ / ١) .

Child

a $^{1}/_{8}(Hh \times Hh) = {}^{1}/_{8}({}^{2}/_{3}Hh + {}^{1}/_{3}hh)^{*} = {}^{2}/_{24}Hh$

b $^{4}/_{8}(Hh \times hh) = {}^{4}/_{8}({}^{1}/_{2}Hh + {}^{1}/_{2}hh) = {}^{6}/_{24}Hh$

c $^{3}/_{8}(hh \times hh)$ = unaffected

معطيا مجموعة من ٣ / ١ Hh

- كلا فردى العائلة E : ٢ / ١ × ٢ / ١ × ٢ / ١ = ٨ / ١

وقد وردت أولة مستفيضة لتحليل النموذج الوراثى للأفراد التى لا تخضع للتجريب يرجع فى ذلك إلى ستيرن Stern (١٩٧٣) وتومبسون وثومبسون Thompson and Thompson (١٩٧٣) وفوهرمان وفوجل Fuhrmann and Vogel (١٩٦٩) وبورتر Porter (١٩٦٨) .

* $Hh \times Hh = 1HH$ (dies?) : $2Hh$ (afflicted) : $1hh$ (normal) = $\frac{2}{3}Hh : \frac{1}{3}hh$

ويكون احتمال وجود الجين الخاص بالمرض فى الأفراد ذوى الآباء المصابة ٢ – ١ ، (وهذا الجين نادر الوجود بحيث يسمح بافتراض أن الآباء المصابة تكون غير متماثلة أو أن حالة التماثل تكون مميتة) ولذلك فإحتمال أن الشخص له أطفال مرضى قبل إمكانية التشخيص يكون ٢ – ١ (وذلك باحتمال أن الشخص المذكور به الجين المسئول) ٢ – ١ (وهو إحتمال أن يرث الطفل هذا الجين من الأب المصاب) = ٤ – ١ . وإذا كان التشخيص مؤكدا فإحتمال ظهور المرض بالطفل يصل إلى ٢ – ١ (إذا كان الأب مصاب) ويكون صفرا (إذا كان الأب غير مصاب) . انظر فالك وللأبتون Falek and Britton (١٩٧٤) بالنسبة لسيكولوجية هذا الوضع . ويحدث أحيانا مفارقات بين النسل بحيث تصاب الأفراد الناشئة من أفراد غير مصابة وتفسير ذلك هو تأخر عمر الأب المحتمل أن تظهر فيه الإصابة الذى يكون قد مات من أسباب أخرى قبل بدء ظهورها .

نقص اللكتيز

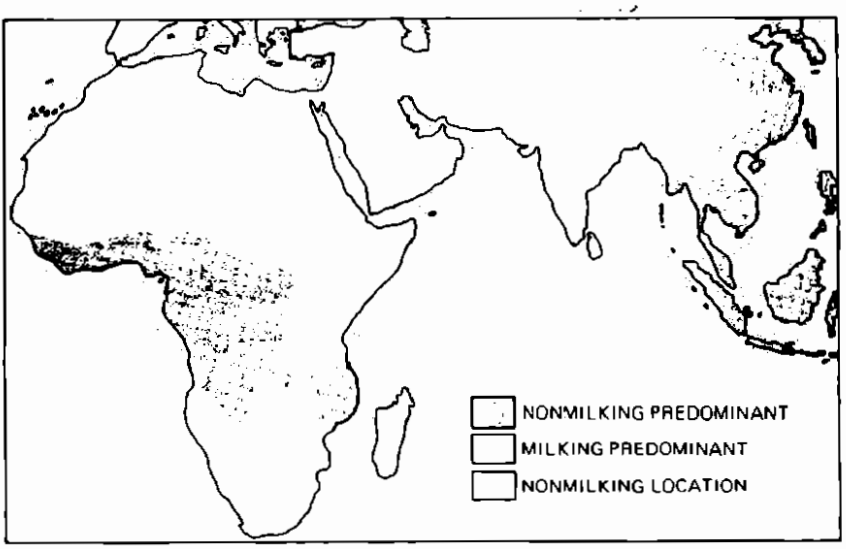
بالتوسع قليلا فى تعريف الوراثة السلوكية يمكن أن نلحق بهذا الفصل دور البيئة الحضارية فى تطور الثلاث جينات الأليلية التى تتحكم فى نقص اللكتيز واستهلاك اللبن فى العشائر الانسانية . دراسة هذه الحالة تبدو مزهلة (ملك كراكين Nc Cracken ١٩٧١ وجوتسمان وهستن Heston and Gottesman ١٩٧٢ وكريتشمر Kretchmer ١٩٧٢) .

واللكتوز هو السكر الأول الموجود باللبن والذى يمثل بواسطة أنزيم اللكتيز الذى ينتج من الخمائل المعوية الصغيرة . ويعبر عن التفاعل ببساطة :

لاكتوز (سكريات ثنائية)انزيم اللكتيز جلوكوز + جالكتوز (سكريات أحادية

وبعد ذلك تمتص النواتج النهائية فى الجهاز الدورى للإنسان – ولكن فى غياب انزيم اللكتيز فإن سكر اللكتوز يمر خلال الأمعاء بدون أن يكون له أى قيمة غذائية مما يؤدى إلى الانتفاخ والتقلصات والإسهال .

ويبدو أن الثلاث الأليلات (L, l_1, l_2) والتى تتحكم فى إنتاج انزيم اللكتيز . تشغل موقعا جسميا ، وكل من l_1, l_2 متنحى بالنسبة للأليل البرى L وكذلك فالأليل l_2 متنحى بالنسبة l_1 – والأفراد ذات التركيب الوراثى LL, Ll_1, Ll_2 تنتج انزيم اللكتيز فى كلا من الأطفال البالغين – ولكن الأفراد $l_1 l_1, l_1 l_2, l_1 l_1$ لا تنتج اللكتيز فى البالغين ، أما



شكل ٣ - ٥ خريطة توضح مناطق وجود اللبن فى افريقيا وجزء من آسيا (عن سيمونز Simoons ١٩٧٠)

التركيب الوراثى $l_2\,l_2$ فهو نادر حيث أنه مميت لأن اللبن لا يمكن هضمه حتى فى مرحلة الطفولة . وتوجد التراكيب الوراثية Ll_1, LL أو Ll_2 فى حوالى ٨٠ - ١٠٠٪ من نسبة البالغين فى شمال أوروبا ، بينما يكون العكس حقيقى فى العشائر الشرقية والأفريقية والهنود الحمر وجنوب أوروبا وكذلك عشائر أبورجين الاسترالية . ويمكن ملاحظة أن البالغين ذوى التراكيب $l_1\,l_1$, $l_1\,l_2$, $l_1\,l_1$ يمكنهم التحكم فى هضم منتجات اللبن الرائب مثل اللبن الرائب نفسه واليوغورت وكذلك الجبن .

وقد اقترح ماكراكين Mc Cracken (١٩٧١) :

بافتراض أنه قبل استئناس الحيوانات (وبداية استئناس الماعز والغنم من ٤٠٠ جيل قبل الآن ؟) وقبل إنتاج الألبان كانت الحالة الموجودة هو نقص اللكيتز فى البالغين ، ولكن بإدخال التغذية باللاكتوز فى غذاء البالغين فى بعض البيئات الحضارية ، ظهرت هنالك ضغوط إنتخابية جديدة تفضل التركيب الوراثى المؤدى إلى إنتاج البالغين للكتيز

ويحذر سيمونز Simoons (١٩٧٠) من عدم القدرة على تقرير أن وجود حيوانات اللبن يستتبع بالضرورة حلبها وزيادة على ذلك استعمال البالغون لهذا اللبن . وأخيرا فقد

يكون نشاط أنزيم اللكتيز مستحدثا ويعقب ذلك الإنتاج المتوازى للأنزيم مع متطلبات الغذاء أى أنه كلما احتوت الوجبة الغذائية على زيادة من اللكتوز ، كلما ازداد تكوين أنزيم اللكتيز . ويعرف ذلك بالتكوين التأتلمى للأنزيم ، وهى ظاهرة لا تلاحظ غالبا كاستجابة للتحديات الغذائية الكبيرة . ولكن تعتبر البيئة الحضارية عاملا رئيسيا مهمًا فى تطور النوع الانسانى الواحد ، وذلك باستخدام الأقلمة السلوكية فى الحالات التى يكون بعضها على الأقل تحت التحكم الوراثى . وبالنظر إلى شكل ٣ – ٥ يمكن الحكم على حجم الميزة الناشئة عن استعمال اللبن كغذاء مساعد للبالغين . وما إذا كانت هذه الميزة بالذات قد غيرت فى النهاية تكرار الجينات .

ملخـــص

تؤثر العديد من الجينات المنفردة إما مباشرة أو غير مباشرة على السلوك . وعموما فإن التغيرات السلوكية تؤدى إلى تغيرات ظاهرية ووظيفية . حتى إذا لم توجد تغيرات ظاهرة بخلاف السلوكية فإن الدراسات المستفيضة قد تظهر أسبابا وظيفية أو بيوكيماوية .

وتحليل تأثيرات الجينات المنفردة التى تؤثر فى السلوك تكون بسيطة نسبيا فى حيوانات التجارب مثل النحل والدروسوفلا وكذلك الفيران أما تحليل النسب فى الانسان فيجب أن يتم حيث توجد الاختلافات العديدة مثل تباين الأعمار التى تبدو فى اعراض العلة المدروسة مما يعقد التفسيرات .

ومن وجهة النظر التطورية يهتم دارسو وراثة السلوكيات أساسا بالجينات التى تؤثر فى السلوك التزاوجى . يؤدى عديد من هذه الجينات إلى اختلافات فى القوة أحد أو كلا الجنسين بالنسبة للنجاح التزاوجى ، وهذا ما يعرف بالانتخاب الجنسى . وسوف تناقش هذه الظاهرة فى مواضع عديدة من هذا الكتاب .

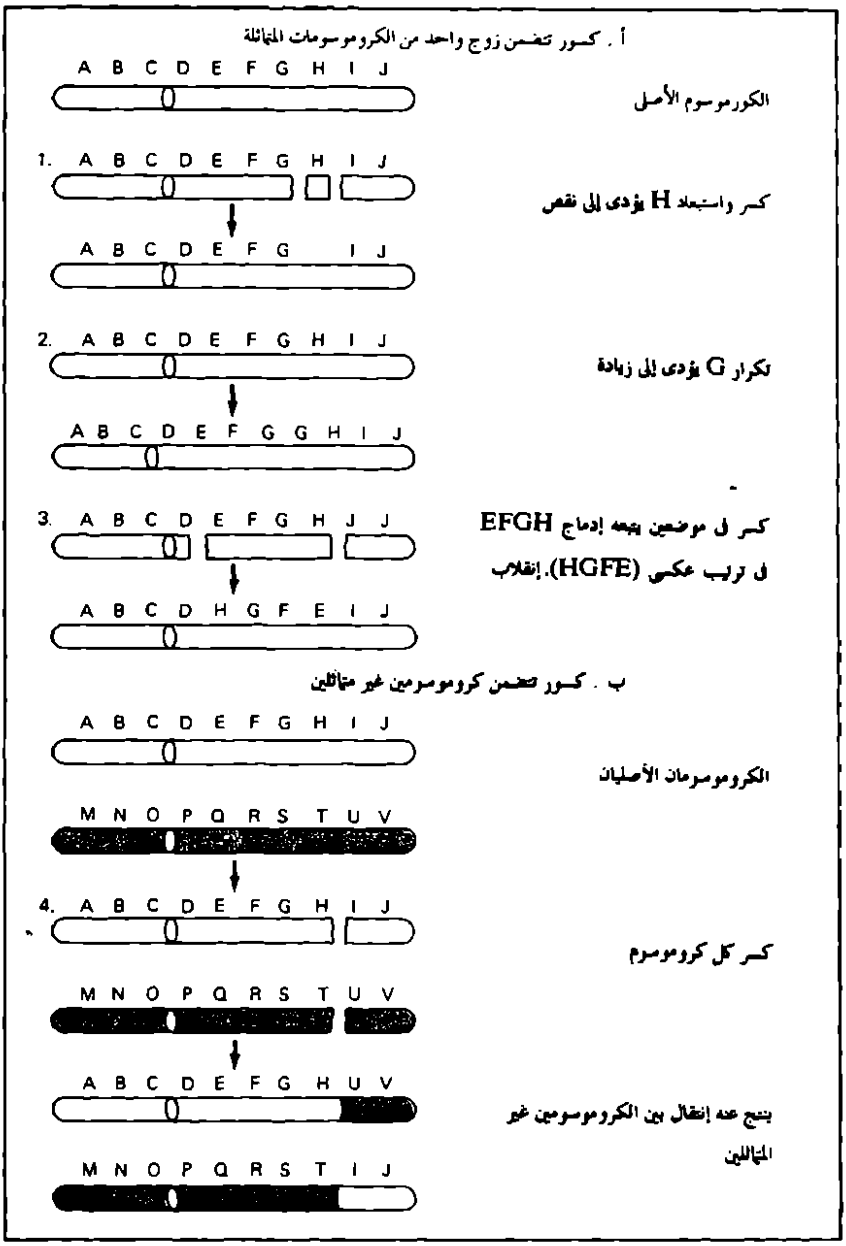
الفصل الرابع

الكروموسومات والسلوك

تناولنا فى الفصل السابق تأثير الجينات المفردة على صفات سلوكية بسيطة . أما فى هذا الفصل فسوف نتناول الكروموسوم كوحدة وراثية وقبل أن نتناول السلوك بالمناقشة سوف نعطى ملخصا قصيرا عن الطرز المختلفة للتغيرات الكروموسومية الكبيرة الشائعة وقد أعطى هيرسكوفتز (١٩٧٣) وصفا مفصلا بالإضافة إلى ما هو موجود فى المراجع العديدة الموجودة فى الفصل ٢ .

٤ - ١ التغيرات الكروموسومية

من التغيرات الشائعة ما لا يتضمن كسر الكروموسومات بالرغم أن معظم الكائنات التى تتكاثر جنسيا لها هيئة كروموسومية ثنائية فإن حدوث الثلاثيات ورباعيات التضاعف شائعة فى النباتات (ثلاث أو أربع مجموعات كروموسومية بدلا من اثنين) . أما فى الدروسوفيلا فتوجد إناث ثلاثية ورباعية التضاعف وقد وجدت خلايا جسمية آحادية / ثنائية (الموازيك الكروموسومى ويعنى فرد به أنسجة مختلفة التركيب الكروموسومى وذلك نتيجة لشذوذ فى إنقسام الخلية الجسمية مبكرا فى حياة الفرد) . والمتضاعفات الرباعية فى الإنسان تكون ميتة أما الأفراد الموازيكية الثنائية / الثلاثية التضاعف يمكنها أن تعيش ولكن بهم نقص عقلى وطبى . ويعرف وجود مجموعة كاملة من الكروموسومات (2n) بالتضاعف المنتظم أما التضاعف غير المنتظم فيكون بزيادة أو نقص أحد كروموسومات المجموعة الكروموسومية . وهذه تنشأ نتيجة شذوذ أثناء إنقسام الخلية فى وقت تكوين الجاميطة . وينتج من عملية إنقسام الخلية جاميطات



شكل ٤ - ١ : الكسور الكروموسومية . منشأ الأربعة طرز الرئيسية للتغيرات التركيبية الناتجة عن الكسر الكروموسومى : الفقد الإضافة ، الانقلاب ، الانتقال .

أحادية من خلايا ثنائية ويعرف ذلك بالانقسام الميوزى ، بينما عملية انقسام الخلية بعد إخصاب تعرف باسم الانقسام الميتوزى والتغير فى عدد الكروموسومات قد لا يحدث فى أثناء الانقسام الميتوزى بينما فى أثناء التكوين الجاميطى (إنتاج بويضات واسبيرمات بالغة) فإن الكروموسومات لا تأخذ شكلا منتظما بحيث يتمكن واحد من كل زوج كروموسومى أن ينفصلا فى الخلايا الناتجة ، وذلك بعكس عدم الانفصال الكروموسومى للكروموسوم الرابع فى حشرة الدروسوفيلا ميلانوجاستر حيث ينتج عن ذلك أفرادا بها واحد أو ثلاثة من الكروموسوم الرابع بحيث يكون أحدهما أحادى الكروموسوم والآخر ثلاثى الكروموسوم . أما فى الإنسان فالكروموسوم الصغير رقم (٢٣) يكون ثلاثيا فى بعض الأفراد حيث يؤدى إلى الإصابة بأعراض داون المتلازمة (سيندروم) ويتصف هذا الفرد بالضخامة المورفولوجية والضعف العقلى (وللدراسة التفصيلية لسلوك الكروموسومات أثناء الانقسام الميوزى انظر مرجع عام مثل ستراك برجر ١٩٧٦) .

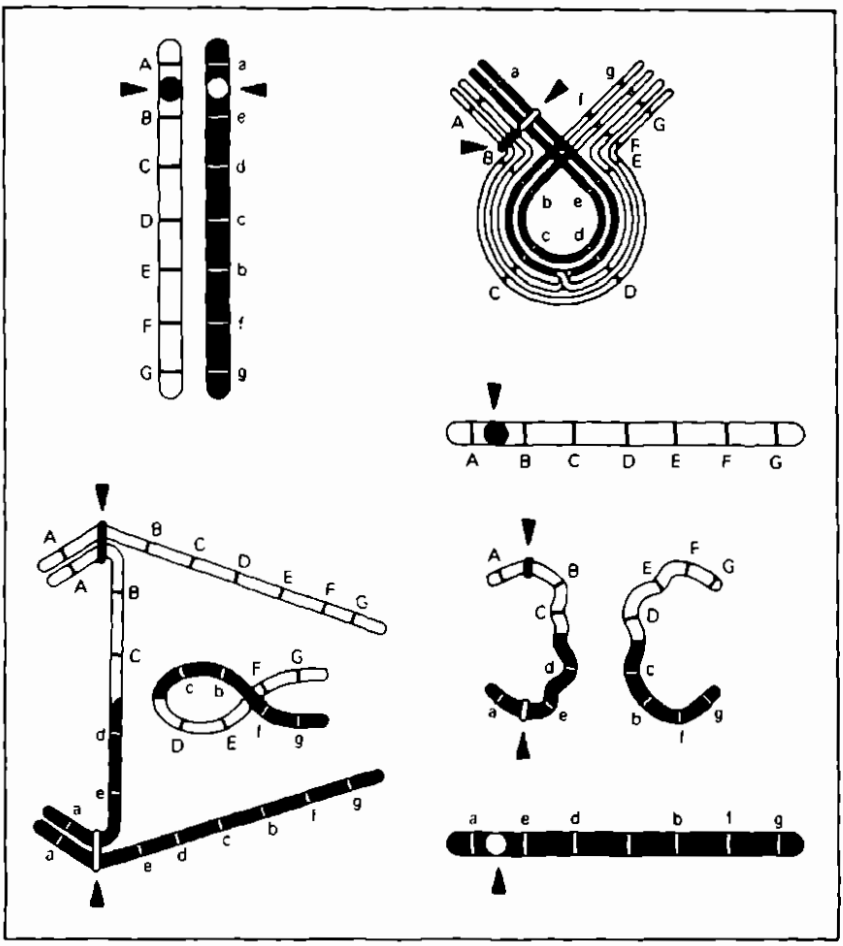
أما التغيرات التى تشتمل على كسور كروموسومية بالمقارنة بما نوقش آنفا (شكل ٤ - ١) فمن المحتمل أن تشتمل على أربعة ذرز فيها نقص وزيادة وإنقلاب وكذلك إنتقال . النقص أو إزالة موقع الجين أو مجموعة من المواقع يكون فى أحيان كثيرة مميتا فى هيئته الأصيلة . والنقص من وجهة التطورية غير معنوى أو مؤثر .

الزيادة تحدث بطرق عديدة لتكرار موقع الجين (ستراك برجر ١٩٧٦) وهذا يؤدى لعدم إتزان فى نشاط الجين منقصا حيوية الكائن . ولكن هناك بعض الكائنات يمكن أن تتحمل الزيادة فى مادة الكروموسوم ، وقد تلعب الزيادة دورا تطوريا . فإذا تكرر موقع معين فإن أحد المواقع التوأمية قد يطفر إلى أليل له وظيفة مختلفة بدون الإضرار بملاءمة الكائن ، وذلك بافتراض أن الأليل غير المتغير فى المكان الآخر يمكن أن يفى بأداء الوظيفة الأساسية لهذا الموقع . وقد يحدث بهذه الطريقة تغير تطورى فمن المسلم به أيضا حدوث ذلك للأربع جينات الخاصة بجزىء الهيموجلوبين فى الانسان (ارجع إلى هيرسكوفتز ١٩٧٣) وقد حدث تحكم وراثى لبعض الجزيئات المعقدة بنفس الطريقة .

الانقلاب يحدث نتيجة كسر فى مكانين بالكروموسوم وتدور القطعة التى بين الكسرين ١٨٠° محدثة تغير فى الترتيب الجينى بالنسبة للجزء المكمل غير المكسور بالكروموسوم - والانقلابات تحدث تلقائيا أثناء العديد من التحركات الكروموسومية خلال انقسام الخلية - ويرجع التأثير المؤكد للانقلاب عند وجود الأزواج الكروموسومية المتماثلة أثناء الميوزى بحيث يرقد جين بجوار مثيله بالضبط مما يؤدى إلى

تكوين لفات مميزة فى حالة الفرد الخليط بالنسبة للإنقلاب (شكل ٤ – ٢) .

ويحدث دوريا أثناء الميوزى كسر وانتقال ثم التحام بين النظيرين المتشابهين ويعرف ذلك بالعبور . حيث يمثل الشكل ٤ – ٢ إنقلابا خليطا ويبدو واضحا وجود كروموسومان لا يظهران تأثير العبور وآخران يظهران تأثير العبور – أحدهما (بدون



شكل ٤ – ٢ عبور فى إنقلاب خليط – أعلى من اليسار : كروموسومان مختلفان بالنسبة لإنقلاب واحد السترومير خارج منطقة الإنقلاب Paracentric) – أعلى من اليمين : ازدواج فى الأدوار الأولى للميوزى – أسفل من اليسار : بعد الانقسام الميوزى الأول تتكون جسور كروماتيدية وينشأ عنها قطع غير سترومرية – أسفل اليمين : ونتيجة حدوث العبور بعد تمام الانقسام الميوزى . كروموسومان يحملان كل الجينات ولكن فى ترتيب مختلف ولذلك فالجاميطة التى تحويهما تكون حية أما عند إحتواء الشطية والجسر الكروموسومى فالجاميطات تكون غير حية – المثلثات السوداء تشير إلى السترومرات (عن دوبزانسكى : الوراثة واصل الأنواع الطبعة الثالثة – المنقحة – جامعة كولومبيا طبعة سنة ١٩٥١ – صفحة رقم ١٢٥ بإذن من الناشر) .

سنترومير) حيث يفقد أثناء الانقسام الميوزى والآخر (بسنترومير ين) ينكسر أثناء إنقسام الخلية ويفقد بالتالى فى نهاية الأمر . فالكائن الذى به إنقلاب خليط وعبور داخل القطعة المنقلبة لا يؤدى عموما إلى تغيرات بعكس الانقلاب الخليط الذى يمنع العبور والذى فيه تتكون اتحادات جينية (انظر قسم ٢ – ١) وعلى ذلك فالجينات فى القطعة المنقلبة فى الانقلاب الخليط تنتقل كوحدة واحدة ، حيث أن هذه الكروموسومات فقط لا يبقى بها تأثير العبور . وهذه نقطة لها بعض الاعتبارات المؤكدة بالنسبة للتطور وبالأخص فى الدروسوفلا (دوبزانسكى ١٩٧٠) .

الانتقال ينتج عن حدوث كسر تلقائى لكروموسومين غير متماثلين وتبادل للقطع ، فإذا أصبح الكائن أصلا بالنسبة للترتيب الجديد حيث تنتقل بعضا من هذه الجينات إلى كروموسوم مخالف تماما فيحدث تغير كبير فى العلاقة الارتباطية للجينات كما فى شكل ٤ – ١ .

ومما سبق شرحه يمكن أن نقيم التأثيرات الكروموسومية على السلوك . ومن المعلومات المتاحة فإن كل التغيرات الكروموسومية ليست مهمة حاليا فى هذا السبيل ، ولكن يشكل الانقلاب والتغيرات العددية الجزء الرئيسى المهم .

٤ – ٢ الانقلابات فى الدروسوفلا

يوجد فى عديد من العشائر الطبيعية للأنواع اثنين أو أكثر من الانقلابات بمعدل لا يمكن أن يفسر على أنه طفرات رجعية . فعندما يكون للعشيرة مظهران وراثيان أو أكثر فإن ذلك يعمل على المحافظة الثابتة خلال الأجيال ويمكن أن يقال على العشيرة أن بها تعدد مظهرى وراثى Polymorphism . ويدل حدوث هذه الأشكال المظهرية على وجود حالة ذات أهمية وراثية وتطورية حيث يجب أن توجد قوى إنتخابية تعمل على استمرار الانقلابات داخل العشيرة . ولذلك فأى اختلافات سلوكية تتعلق بوجود إنقلابات قد يكون لها دور تطورى مؤكد . وقد أوضحت التجارب العملية بالأخص على دروسوفلا سيدو ابسكيورا بأن الانقلاب الخليط (تركيب كروموسومى خليط) يكون أحيانا أكثر ملاءمة تفوق ما للانقلاب الأصيل (تركيب كروموسومى أصيل) . (والطراز الكروموسومى هو التركيب الكروموسومى للكائن) واستخدام تتابعين على الكروموسوم الثالث III أحدهما قياسى (ST) والآخر شيركاهو (CH) لدروسوفلا سيدو – أو بسكيورا فى أقفاص العشائر على درجة حرارة ٢٥° يؤدى إلى اقصى معدل للانقلاب فيكون حوالى ٠,٧ ST و ٠,٣ CH بصرف النظر عن بدء المعدل (رايت

ودوبزانسكى ١٩٦٩) ، بمعنى أن معدل الانقلاب يصل إلى حالة إتزان والنتيجة تكون مغايرة لما يحدث فى حالة هاردى فاينبرج فى أقسام ٢ – ٣ وكذلك ٢ – ٤ . ولذلك يطرح تساؤل عن أهم العوامل التى تعددت فى قسم ٢ – ٤ ومن نتائج العديد من التجارب التى قام بها دوبزانسكى ومساعدوه (المراجع فى باريوسون ١٩٧٣ وأنظر اندرسون وملك جوبر ١٩٧٨) إن كثير من مكونات الملاءمة كالمقدرة الفطرية على الزيادة وحجم العشيرة والإخصاب والحيوية من البيضة حتى البلوغ تكون تفوقا عند الخلط الكروموسومى عنه عند التشابه الكروموسومى . وبكلمات أخرى أن التراكيب الكروموسومية مختلفة فى ملاءمتها .

تنعزل الانقلابات CH, ST حتميا – كجينات مفردة ولهذا فمن المهم أن ندرس بإتقان الأحوال التى يحدث فيها تعدد مظهرى للأليلين a, A لموقع واحد . وقد نوقش فى قسم ٢ – ٣ قانون هاردى – فاينبرج حيث يشترط فيه اعتباطية التزاوج . ومن المهم أيضا الآن هو مدى ملاءمة التراكيب الثلاثة الوراثية Aa, AA وكذلك aa حيث وجد أنه ليس من الضرورى أن تتساوى فى هذا الصدد ولذلك فإذا كانت ملاءمة **التراكيب** الوراثية Aa, AA وكذلك aa هى على التوالى 1, 1 - s كذلك 1 - t ولذلك فالنسب الوراثية قبل وبعد الانتخاب تكون كالآتى :-

	AA	Aa	aa	Total
الملاءمة	$1 - s$	1	$1 - t$	
التكرار الجينى قبل الانتخاب	p^2	$2pq$	q^2	1
التكرار الجينى بعد الانتخاب	$p^2(1 - s)$	$2pq$	$q^2(1 - t)$	$\bar{W}$

حيث تمثل W معدل الملاءمة للعشيرة بعد الانتخاب وأن q^-, p^- تمثل تكرار الجين a, A فى الجيل التالى حيث يكون

$$p' = \frac{p^2 - p^2 s + pq}{\bar{W}} = \frac{p - sp^2}{\bar{W}}$$

and

$$q' = \frac{pq + q^2 - q^2 t}{\bar{W}} = \frac{q - tq^2}{\bar{W}}$$

وللتأكد من أن $p + q = p + q = 1$ يقسم على W وتكون تكرار الجين ثابتة من جيل إلى جيل إذا كان هناك حالة إتزان – فإذا كان التغير فى تكرار الجين من جيل إلى آخر يساوى p فيتوقع أن تكون كالآتى عند الاتزان

$$\Delta p = p' - p = 0$$

or

$$\Delta p = \frac{p - sp^2}{W} - p = \frac{pq(tq - sp)}{W}$$

ويمكن اعتبار أنه عند التغير فى تكرار الجين أن $p = o$ و $p = o$ و $q = o$ أو أن $tq = sp$ وأول اثنان من الحلول عديم الأهمية عندما تكون العشيرة إما AA أو aa حيث لا تظهر تعددا مظهريا . أو بكلمات أخرى إذا فقد أى من الجينين A أو a بينما الآخر موجود فيكون من الواضح البرهنة جبريا على أنه إذا كانت الملاءمة (١) aa Aa AA حيث توجد A وتفقد a (مثل $p = 1, q = o$) و (AA Aa aa) عند وجود a وفقد A (ويكون $p = o, q = 1$) .

تكرارا الاتزان الجينى تعطى حلا عندما تكون $tq = pp$ وذلك بالترتيب الجبرى حيث $P = t/(s + t)$ وتكون $q = s/(s + t)$ ويتوقف ذلك فقط على القيم الانتخابية s و t ونتوقع نفس حالة الاتزان بصرف النظر عن قيم البداية لكل من q, p ومن الواضح أن الحالات الوحيدة التى من خلالها تتواجد الاتزانات عندما تكون $s,t\ o$ أو $s,t\ o$ حيث أن واحد أو آخر من تكرارات إتزان الجين يكون سالبا وهذا مستحيل ويجب أن نختبر ثابت الاتزان للحالتين . ويحدث اتزان ثابت حتى بعد وجود إحلال ضئيل من تكرار الاتزان الجينى ، كما قد يحدث بالصدفة فى عشيرة محدودة حيث تميل العشيرة إلى العودة إلى ذلك التكرار الجينى فى الأجيال المتعاقبة ويمكن أن نوضح أنه إذا كان $s,t\ o$ فإن من المتوقع حدوث اتزان ثابت وهذه الحالة من التوافق عندما تكون Aa AA, aa فى الملاءمة وبكلمات أخرى فإن هناك ميزة للخلط الوراثى على التماثل تعرف بالسيادة الفائقة . فإذا كان $s,t\ o$ وهذا مخالف لما سبق ، ويعنى أن aa AA Aa فى الملائمة ويبرز من جيل إلى آخر إحلال بسيط من تكرار الاتزان الجينى وبالتالى فإن أحد الأليلات أو الآخر يكون موجودا وهذه تعتبر حالة اتزان غير مستقرة ويمكن الحصول على هذه الاستنتاجات جبريا . ومن أهم هذه الاستنتاجات هو افتراض وجود التزاوج

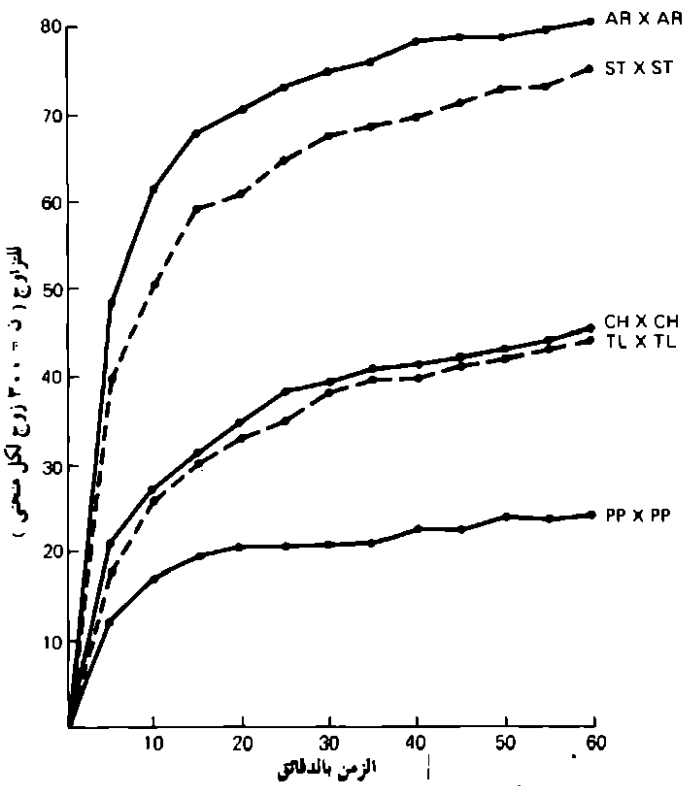
الاعتباطى مع عدم تساوى المقدرة الوراثية للملاءمة ويحدث هذا إذا كان الخليط وراثيا أكثر ملاءمة عن مثيله الأصيل ويتوقع عندئذ اتزان ثابت متعلق بالتعدد المظهرى حيث أن معدل اتزان الجين يعتمد فقط على قيم الانتخاب .

وتوضح الحسابات النظرية وجود حاله تعدد مظهرى واحد (ولكن ليست الوحيدة فقط) أينما يوجد خليط وراثى (خليط التركيب الكروموسومى) حيث يكون أكثر ملاءمة عن نظيره المماثل وأما عن حالة التعدد المظهرى للأنقلاب فيكون التعامل مع جهاز جينى مكونا من وحدات من الجينات توجد مع الأنقلاب بدلا من أن يكون جينا مفردا . ويعمل الانقلاب الخليط على حدوث تثبيط للتركيبات الوراثية الفعالة مما يؤدى إلى تكون نظام جينى بالانتخاب الطبيعى يعاون فى الأقلمة . والتساؤل الآن عما اذا كانت هناك أدلة على هذه المعاونة ، والإجابة تأتى عند مقارنة أزواج كروموسومية خليطة من مناطق جغرافية وبيئية مختلفة تكون غالبا غير متباعدة (Dobzhansky,1950) . وينخفض تماما تفوق التراكيب الخليطة عن التهجين بين المناطق بالرغم من بقاءه داخل المناطق الجغرافية البيئيه بمعنى أن ترتيبات الجين داخل الانقلابات تهم عشائر جغرافية بيئية معينة ويرجع ذلك الى الوقع المشترك للأجهزة الجينية داخل تلك العشائر لتعطى ملاءمة عالية للخلط الوراثى والذى أسماه Dobzhansky بمعاونة الأقلمة . ومن الواضح أن الأجهزة الجينية من العشائر المختلفة ليس لها نفس فرصة الإيقاع المشترك للمحتوى الوراثى ويعنى هذا أنهم لم ينتخبوا للمعاونة فى الأقلمة ولذلك فلا يتوقع للتتابعات الخليطة فى الانقلاب من الأماكن المختلفة ملاءمة عالية.

للعودة مرة أخرى لأمثلة سلوكية فقد درس Koref-Santibaez و Brncic 1964,1963) العلاقة بين الانتخاب الجنسى والانقلابات الكروموسومية لأنواع من دروسوفلا بافانى المنتشرة فى الجزء الجنوبى من القارة الأمريكية وتوجد نسب من الخلط الكروموسومى بمعدلات منتظمة نسبيا لمعظم العشائر الطبيعية وتستعمل أناث عذراء من دروسوفلاجوشا ، أحد الأنواع الأخوية لدروسوفلا بافانى ، وذلك لتقدير النشاط التزاوجى (تزاوج الأنواع القريبة – الأخت أو الأخ – أنواع قريبة العلاقة جدا من بعضها ولا يمكن أحيانا تمييزها مظهريا) ويلاحظ التزاوج بين الزوجين لمدة ٣٠ دقيقة وقد أحصى Koref-Santibanez و Brncic(١)الأفراد التى تتزاوج أثناء فترة الملاحظة و (٢) والأفراد التى تغازل ولكن لا تجامع و (٣) الأفراد الغير نشطة جنسيا أثناء فترة الملاحظة وكان من المؤكد أن معدل الخلط الكروموسومى عاليا من الذكور التى تغازل و/ أو تجامع الإناث أثناء الدقائق القليلة الأولى من وضعهما معا . وتؤدى النتائج إلى

اقتراح تفوق الخلط فى التركيب الكروموسومى على الأقل حتى التزاوج الأول . ويعتبر التفوق فى النشاط التزاوجى للخليط فى التركيب الكروموسومى أحد العوامل المهمة للمحافظة على التعدد المظهرى فى العشائر الطبيعية لدروسوفلا بافانى وهذا مثال للسيادة الفائقة كما نوقش سابقا .

أجرى Spiess ومساعدوه (Spiess ، ١٩٦٢ ، Spiess و Langer ، ١٩٦٢ ، ١٩٦٤ أ ، ب Langer,Spiess و Spiess ١٩٦٦ و Spiess و Spiess ١٩٦٧) دراسات مستفيضة على التماثل والخلط للأشكال الكروموسومية فى دروسوفلا سيدو أبوسكيورا والنوع الأخوى دروسوفلا برسيميلس وقد وجدت اختلافات شاسعة فى سرعة التزاوج بين مجاميع من حشرة الدروسوفلا يسيدوابوسكيورا جمعت من مازر بكاليفورنيا وقد استعملت المجاميع المتماثلة للطراز الكروموسومى للانقلابات Pikes peak(pp),Treeline (TL)Chiricahua وكذلك Arrowheaded (AR) (شكل ٤ – ٣) وتشمل الطريقة



شكل ٤ – ٣ : الزيجات المتشابهة الأصيلة التركيب الكروموسومى – النسب المئوية للمنحنيات المجمعة خلال فترة ساعة من الملاحظة – a وتمثل CH, ST, AR وكذلك PP إنقلابات مختلفة فى الكروموسوم الثالث لدروسوفلا سيدو ابوكسيورا (عن Langer, Spiess 1964)

التجريبية على استعمال الملاحظة المباشرة لعشرة أزواج من الحشرات عمرها ٦ أيام فى غرف التزاوج لفترة تزيد عن ساعة على درجة ٢٥° ستنجراد . وتختلف الأزواج معنويا فى سرعة التزاوج حتى ٦٠ دقيقة وذلك بعد استبعاد أزواج الطرز الكروموسومية ST,AR وكذلك TL,CH حيث يكون سريعا فىST وAR ومتوسطا فى CH,TL وبطىء فى pp . ويزيد من كفاءة حاملى الطراز الكروموسومى سرعة القبول والجماع والتلقيح (الأشياء الأخرى تكون متساوية) ويجب أن يتم عزل البيض المخصب بدون تأخير بالإناث للاسراع فى التزاوج حتى تستنزف الأسبرمات وتكون الأناث مهيئة لتزاوج ثانى حتى يكون هناك مصدر جديد للأسبرمات ويوافق هذا التعريف الأشمل للانتخاب الطبيعى :« يحدث الانتخاب الطبيعى عندما يمكن لبعض التراكيب الوراثية أن تعطى نسلا أكثر انتشاراً فى الأجيال المتتالية عما تعطيه بعض التراكيب الوراثية الأخرى » (Dobzhansky ١٩٦٤) . وقد أوضح (Spiess و Langer a ١٩٦٤) . أن معدلات الانقلاب الملاحظةن فى نطاق « مازر» Mather يتساوى تقريبا مع معدل تزاوج أكثر مع AR و ST وأقل مع PP . ويتضح من هذا محاولة افتراض سرعة التزاوج كعامل رئيسى للاحتفاظ بالمعدلات الملاحظة للكروموسومات فى هذه العشيرة ، ولهذا فتعتبر من المكونات المهمة فى الملاءمة . وقد لخص لانجر Langer (b ١٩٦٤) نتائج دراستهم فيما يلى : إذا ثبتت سرعة التزاوج لكل تركيب كروموسومى تحت « ظروف المنافسة » فإن قيم التأقلم النهائى (الملائمة النسبية) سوف تتوقف على معدلات التراكيب الكروموسومية (انظر قسم ٣ – ٢ – و ٨ – ٤) .

وبدراسة السلوك فى سرعة التزاوج بين التراكيب الكروموسومية لكلا الأصيل والخليط كروموسوميا فان الخلاصة المبدئية هى أن سرعة التزاوج تحدد عن طريق الذكر كلية (كول وبرسوز Parsnos,Kaul ١٩٦٥ ، ١٩٦٦ ، سبيس ولانجر وسبيس Ianger,Spiess و Spiess ١٩٦٦) وقد أوضح كول وبرسونز (Parsons Kaul ١٩٦٦) ان هذا ممكن بعمل مجموعتان من تجارب الاختيار احداهما تحتوى على انثى مع ثلاثة ذكور والعكس ثلاث إناث مع ذكر واحد (جدول ٤ – ١) . ويصل متوسط المدة حتى بدء التزاوج الى ٠,٥٣ دقيقة فى التجربة مع الثلاث إناث بينما مع الثلاثة ذكور تكون المدة ١,٤٠ دقيقة . ويفسر ذلك بالتنافس بين الثلاثة ذكور مما يؤثر على سرعة التزاوج فتطول الفترة بينما فى الموقف الآخر يميل الذكر الواحد الى التزاوج السريع مع عدم تنافس ذكور أخرى . والخلاصة الثانية التى تبرز هى أن الذكور خليطة التركيب الكروموسومى تكون متناسقة فى سرعة التزاوج عن الأصيلة – وقد درس سبيس ولانجر

وسبيس Langer,Spiess و Spiess (١٩٦٦) سرعة التزاوج فى عديد من الاتحادات الناتجة من وضع ١٠ أزواج من الحشرات فى غرفة التزاوج . واتضح أن الذكور خليطة التركيب الكروموسومى ذات سرعة تزاوج بأسرع عما هو فى التركيب الأصيل أما الإناث فلا تبدى هذا التفوق ، أما إذا ما أتيته فسوف تكون الاختلافات فقط فى عملية الاستقبال ويتضح أن لها السيادة الفائقة التى تبرز (أحيانا يطلق عليها ظاهرة قوة الهجين) تكون نتيجة للنشاط الزائد والأصرار على المغازلة من الذكر أو إلى ازدياد قبول الإناث للذكور خليطة التركيب الكروموسومى ويحتمل أن يرجع إلى زيادة النشاط الجنسى للذكور .

جدول ٤ - ١ القوة حتى التزاوج الأول والتزاوجات التى تحدث فى دقيقة واحدة فى تجارب الاختيار الذكرى والأنثوى فى دروسوفيلا سيدو ايوسكيورا

	القدرة حتى أول تزاوج بالدقائق	عدد التزاوج *	عدد الغير متزاوج +	كا٢
ST/ST				
اختيار الذكر	0.56	34	16	4.91‡
اختيار الأنثى	1.22	22	28	
ST/CH				
اختيار الذكر	0.35	39	11	9.55§
اختيار الأنثى	1.08	23	27	
CH/CH				
اختيار الذكر	1.00	25	25	4.20‡
اختيار الأنثى	2.28	14	36	
اليانات مجمعة				
اختيار الذكر	0.53	98	52	19.30¶
اختيار الأنثى	1.40	59	91	

* عدد التكرارات الناتجة من ٥٠ (أو من اليانات مجمعة لـ ١٥٠) التى تحدث الزيجات خلال دقيقة واحدة .

+ عدد التكرارات الناتجة من ٥٠ (أو من اليانات مجمعة لـ ١٥٠) والتى لا تحدث الزيجات فيها دقيقة واحدة .

المصدر : كارل وبار يونز ١٩٦٦ Kaul and Parsins

تعتبر سرعة تزاوج الذكور من أهم مكونات الملاءمة فى دروسوفلا سيدوابوسكيورا بحيث تؤخذ فى الاعتبار مع باقى مكونات الملاءمة ذات العلاقة التى ذكرت سابقا فى هذا

القسم وتشتمل القدرة على الفطرية على التزايد وحجم العشيرة والإنتاج والحيوية من البيضة حتى البلوغ . وقد تكون العلاقات الكثيرة والمتشابكة بين هذه المكونات غير مدروسة نسبيا ولكن تكون ذات أهمية بالغة عند دراسة الملاءمة فى الكائنات . وقد خلص بارسونز Parsons (١٩٧٤) بالعديد من الأدلة على أن السلوك فى تزاوج الذكور أحد مكونات الملاءمة الهامة ، على الأقل فى كلا من دروسوفلا سيدوابوسكيورا ودروسوفلا بافانى ، ومن المحتمل أيضا فى دروسوفلا ميلانوجاستر . وعلى الرغم من ذلك فقد وجد سبيس ولانجر Spiess and Langer (١٩٦٤ أ) فى دروسوفلا برسيميلس موقفا أقل انحيازا من ذلك ، حيث وجد أن هناك إناثا تقبل ذكورا فى الحال وعن رغبة بينما البعض الأخريات تميلن الى رفضهم وتكون ذكور معينة ذات نشاط غزلى أكثر من الآخرين ويمكن أن تفسر الإختلافات الموجودة على أساس الشدة النسبية للرغبة لدى الذكور للجماع ومدى ميل الأناث لتقبلهم (أو على العكس التمنع أو التجنب). وتأتى الأدلة لسرعة التزاوج كمكون للملاءمة من الملاحظات على عشائر كبيرة (حوالى ١١٠٠ فرد) محتوية لستة انقلابات على الأقل فى التركيب الكروموسومى . وقد وجد أيضا أندرسون ومك جير Anderson and McGure (١٩٧٨) اختلافات مؤكدة بين التراكيب الكروموسومية وبين جنس الذكر والأنثى داخل التركيب الكروموسومى الواحد . ولذا فمن الواضح أن يرجع نجاح التزاوج الى هذا المكون من الملاءمة – وللتعرف على الدور الذى تقوم به البيئة فيجب أن يجرى العديد من تجارب الأقفاص فى عشيرة كبيرة . وسوف تناقش بعد ذلك فى قسم ١٣ – ١ الأهمية التطورية لكل هذه العوامل .

٤ – ٣ اختلافات التركيب الكروموسومى فى الإنسان

الهيئة الكروموسومية فى الإنسان غير متناسقة حيث تختلف فى الأفراد بالنسبة للصفات التالية .

١ – الأطوال – نسب الأذرع ووقع السترومير

٢ – التوابع – الزوائد الصغيرة ذات التراكيزات الواضحة منRNAالريبوسومى

٣ – الاختناقات الثانوية – المناطق الضعيفة أو العديمة الصبغ

٤ – التبرقش المحدود – الخلايا الجسمية الغير ثنائية الشاذة والقليلة العدد

٥ – الترتيبات التركيبية المتوازنة – انتقالات كروموسومية متبادلة المؤدية الى محتوى كروموسومى كامل .

التلازم بين هذه الاختلافات والسلوك غير مؤكد فى حالة الإنسان بالذات وغالبا يكون ذلك للغياب التام للبيانات نتيجة للصعاب التحليلية والتكنيكية . ولكن ليس لدينا شك فى المستقبل القريب أن تكون هذه البيانات بين أيدينا . (ومثال ذلك ، أنظر ساى وآخرين Say ١٩٧٧) . وبالعكس تعتبر التغيرات الكروموسومية (انظر جدول ٤ - ٢) ذات نوع من الأهمية كبير غالبا ، ويمكن أن تؤدى الى أنحطاط أو ضعف فى المستوى العقلى و / أو الأداء النفسى الحركى أو سلوك غير عادى (برجسما Bergsma ١٩٧٩) .

أعراض دوان المتلازمة

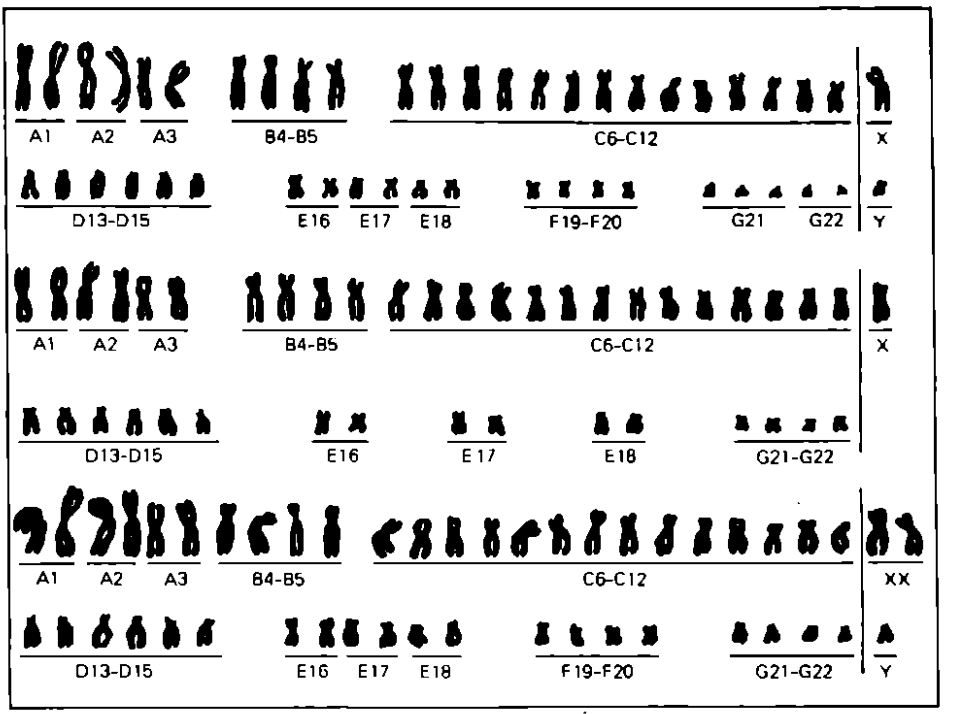
أحد التغيرات الكروموسومية المعروفة ثلاثية الكروموسوم لأصغر الكروموسومات الجسمية للإنسان المسماه ثلاثية كروموسوم ٢١ أو ثلاثى G (شكل ٤ - ٤) أو داون سندروم (ويعرف الحامل باسم له ، بالمنغولى لما يلاحظ من مظهر شرق بالنسبة للوجه والعيون) . ويبتلى بهذه الأعراض أو السيندروم واحد من كل ٦٠٠ إلى ٧٠٠ طفل حديثى الولادة من كل المجتمعات البشرية . ويكون من خصائص ذلك التأخر العقلى - الحركى والبلوغ الجنسى وعدد آخر من المظاهر الطبية . بتراوح معدل الذكاء مابين

جدول ٤ - ٢ الشواذ الكروموسومية

أخرى	كروموسومات جنسية	جسمية
اعراض دى لاغ انتقالات كروموسومية	حالة بين جنسية	الكروموسوم اعراض P ١٨ اعراض q ١٨
احادية الكروموسوم - ١ عراض G طراز I	اعراض كلينفلتر*	اعراض ثلاثية ١٨
احادية الكروموسوم - اعراض G طراز II	تخنث حقيقى	اعراض P O اعراض p ٤
ارعاض C ثلاثة الكروموسوم	اعراض تورنر*	اعراض q ١٣ اعراض ثلاثية الكروموسوم ١٣ اعراض ثلاثية الكروموسوم ٢١
		الأعراض المتلازمة لقلق العين والانسداد الشرجى عدم توازن فى كرومور من مجموعة G ويعزى إلى كروموسوم زائد ti

* نوقشت فى أماكن أخرى فى هذا الفصل و / أو انظر دليل المعانى . p = الزراع القصير للكروموسوم ؛ q = الذراع الطويل

المصدر : برجزما Bergsma ١٩٧٩



شكل ٤ – ٤ تغير التركيب الكروموسومى فى خلايا كرات الدم البيضاء للانسان اعلى : داون سيندروم فى الذكور حيث يضاف كروموسوم إلى مجموعة ٢١ ومظهر ذلك التخلف والبلاهة . الوسط : إناث بها ترنر سيندروم حيث يكون كروموسوم X فرديا والتعبير المظهرى لذلك هو تأخر البلوغ الجنسى والعقم . اسفل : كلينفلتر سيندروم فى الذكور حيث يغير التركيب الكروموسومى XXY مظهريا كنقص فى الصفات الثانوية الجنسية للذكور ووضوح بعض الصفات الثانوية للأنثى أو كلاهما .

(From Biology today, 1972. pp. 259 - 260 CRM inc. Del Mar, Californra)

العادى والتخلف ويزداد التخلف شدة بزيادة الأعداد فى كروموسومات X – ٣ و ٤ وحتى ٥ (أنظر شكل ٤ – ٧) فتختصر فترة الحياة ويتراوح معدل الذكاء ما بين أقل من ٢٠ وأقل من ٦٥ ولذلك تمثل هذه القيم التأخر العقلى أو البلاهة . وفى كثير من الأحيان يسلك هؤلاء الأفراد سلوك السعداء والأصدقاء ويكونون أيضا محبين ومقلدين . ودرس دنجمان Dingman (١٩٦٨) اختبار المظهر السيكولوجى للمرضى بداون سيندروم ولاحظ عدم وجود اختلافات سلوكية منتظمة بين الأفراد المصابين

بدون سيندروم والمصابين بتخلف عقلى ولكن يبدو أن الاختلافات التى سجلها ترجع إلى شدة التخلف العقلى .

وجود كروموسوم زائد رقم ٢١ (أو مجموعة G كروموسوم لأنه حتى الآن لا يوجد اختلافات ظاهرية مميزة بين زوج كروموسومات ٢١ و ٢٢) يرجع فى كثير من الأحيان إلى خطأ أو أخطاء فى الانقسام الميوزى (هنجر فورد Hungerford ١٩٧١ وهنجر فورد ، Hungerford et al. ١٩٧١ وبالنسبة للأدلة الحالية المتاحة أن الكروموسوم المتعدد هو فى الواقع رقم ٢٢ . وهذه الأدلة تعتمد على الطول وكذلك من الشكل البيضاوى للكروموسومات المدروسة فى نسيج أثناء أحد أدوار الانقسام الميوزى المعروف باسم اللدور الضام عندما تصبح الكروموسومات قصيرة وسميكة نسبيا . وقد ينشأ الكروموسوم الزائد الذى يميز داون سيندروم من عدم الإنفصال . ومن المرجح أيضاً أن عدم الإنفصال قد يقتصر على الإناث ولذلك يزداد معدل الأفراد المصابة بسرعة عمر الأم . معدل وجود أطفال مصابة بداون سيندروم فى عمر ٤٥ سنة للأم عند الحمل يكون تقريبا من ١ : ٥٠ وذلك بالمقارنة للأم عمرها ٢٠ سنة يكون المعدل ١ : ٣٠٠٠ . وقد ترجع الزيادة فى عدم الإنفصال نتيجة تغير البيئة للخلايا البيضية (البيض) يتقدم العمر (ولمزيد من التفصيلات يرجع إلى بنروز Penrose 1963) . وقد توجد كسور كروموسومية فى نسبة ٢٪ من الأفراد المصابة بداون سيندروم مثل الانتقالات التى تشمل كروموسوم G الصليبى الشكل . وهناك مثال على أن هذه الأعراض تظهر فى أشخاص بها ٤٦ كروموسوما فقط بدون وجود كروموسوم زائد . ويؤدى هذا إلى اقتراح أن هذا الفرد به اثنين من أزواج G الكروموسومية وكروموسوم من D طويل زائد (كروموسوم ١٤ أو ١٥) ، ويؤدى الانتقال إلى تشكيل كروموسوم كبير محتويا على معظم المادة الوراثية الموجودة منهما (أى فى G, D) . ولذا فالمرضى يحملون المادة لثلاث كروموسومات G كما يحدث من خلال عدم الإنفصال . وإذا كانت الانتقالات التى تورث هى المسببة لداون سيندروم فإنه من المتوقع وجود مظهر عائلى للتوارث للأفراد التى بها ٤٥ كروموسا . وعلى الجانب الآخر فإن نصف هذه الحالات تمثل طفرات جديدة كبيرة .

وجدير بالذكر أن دوام سندروم لا يقتصر على الانسان فقط . حيث أمكن اكتشاف أعراض تشبه داون فى نوع من الشمبانزى المسمى Pan troglodytes (ماك كلير وبلدن Pieper, McClure, Belden وبيبر ١٩٦٩) . ويبين شكل ٤ – ٥ التركيب الكروموسومى لحالة الأنثى المدروسة ، وشكل ٤ – ٦ يوضح نتائج اختبارات السلوك

التى تدل على تأخر فى النمو وكذلك الحس فى هذه الأنثى الصغيرة وذلك بالمقارنة بحيوانات مرباه من نوعها . فهى تكون غير نشطة وتبقى غير قادرة على أن تنتصب أو تتجول حتى عمر ٤٠ أسبوعا . ويوصى بمثل هذه البحوث التى تحوى نماذج حيوانية فى نفس ظروف الإنسان لاستخدامها المثمر بعض الوقت بعلماء وراثة السلوك وكذلك الباثولوجيين .

التغيرات فى كروموسوم الجنس

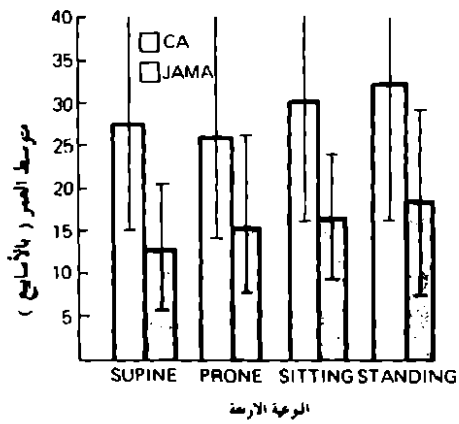
يكون معدل التغيرات فى جميع طرز كروموسوم الجنس ٢١ فى كل ١٠,٠٠٠ مولود حى (فى الذكور ٢٧ فى ١٠,٠٠٠ فى الإناث ١٥ فى ١٠,٠٠٠) (روبينسون ولبس وبرجسما Robinson, Lubs and Bergsma ١٩٧٩) . وتطبيق هذا المعدل بالنسبة لتقدير

شكل ٤ – ٥ التركيب الكروموسومى لخلايا الدم فى شمبانزى ثلاثى الكروموسوم ٢٢ حيث يظهر تأخر عقلى وسمات أخرى تتعلق بداون سيندروم فى الانسان (بإذن من الدكتور هارولد ملك كلير مركز بحوث الرئوسيات يوركز – جامعة امورى بأتلنتا

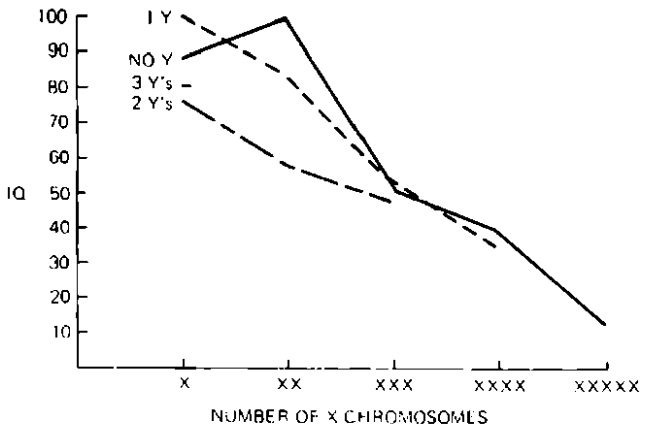
(Dr. Harold McClure, Yerkes Primate Research Center, Emory University, Atlanta, Ga)

أو إحصاء العشيرة العالمة التى تبلغ ٤,٥ مليون (وبافتراض عدم تباين الوفيات) يؤدى إلى توقع أن ٩,٥ مليون إنسان باتساع الكرة الأرضية بهم شذوذ فى كروموسوم الجنس . وتوضح الخلاصة العامة أن التغيرات فى الكروموسومات الجسمية فى كثير من التأثيرات الخطيرة (مظهرية وسلوكية) عما تحدثه التغيرات فى كروموسوم X أو Y (ولكن انظر شكل ٤ – ٧) . وسوف نعرض مؤخرا فى هذا القسم اقتراحا لتفسير ذلك .

يتصف تيرنر سيندروم أو ما يعرف بشذوذ الغدة التناسلية (شكل ٤ – ٤ فى الوسط و ٤ – ٨) بوجود كروموسوم X واحد ، ولذلك فيصير التركيب الكروموسومى ٤٥ كروموسوما (يكتب XO) . ويكون مظهر الأفراد التى بها اعراض تيرنر إناثا . أما من حيث السلوك فيتصفوا بوجود توتر عصبى ومستوى عادى من الذكاء ، ولكن بنقص معين شكل ٤ – ٦ ، ٤ – ٧ ، ٤ – ٨ أو ما يمكن أن يطلق عليه درجة من العمى المساق أو أكثر دقة قصور خلقى جزئى فى القدرة الحسية (شافر Schaffer ١٩٦٢ ، Money ١٩٧٠) .

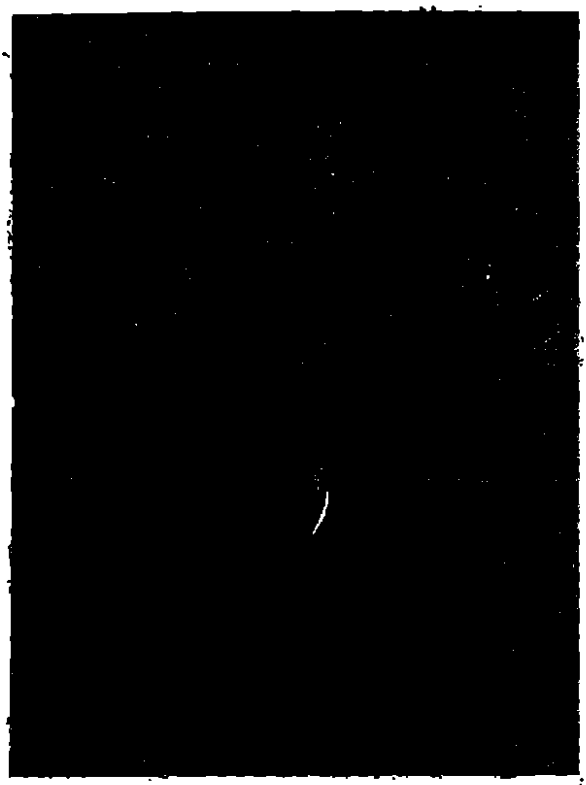


شكل ٤ – ٦ تطور السلوك فى شمبانزى ثلاثى الكروموسوم (حاما) مقارنا بمتوسط العمر الذى تم فيه ٥٠٪ من أفراد المجموعة المقارنة (١٤ فردا من CA) ٣٤ اختبارا سلوكيا مصنفة فى أربعة نوعيات .



شكل ٤ - ٧ تغيرات كروموسوم الجنس ومعامل الذكاء . التأثيرات على معدل معامل الذكاء فى المتضاعفات الغير منتظمة لكروموسوم الجنس (جمعت بواسطة فاندنبرج Vandenberg ١٩٧٢ - عن موور Moor ١٩٦٧) .

تتصف أعراض كلينفلتر المتلازمة (شكل ٤ ٤ أسفل) بزيادة فى كروموسوم X وبذلك يكون التركيب الكروموسومى ٤٧ كروموسوما (يكتب (XXY) ، مظهره ذكر ولكن يكون عادة عقيم وذو شهوة جنسية ضئيلة . وهم غالبا غير أكفاء اجتماعيا ، ويتمثل ذلك فى هجرهم المدرسة وغير ذلك من النشاطات المستلزمة للتعامل الاجتماعى . وبعض الذكور XXY تبدى أكثر من مجرد عدم الالتزام ويتكون لديهم عداء للمجتمع ، وقد يحتاجون إلى إصلاحية . وكثير من التقارير تدل على تميزهم بالسلبية والاعتماد على الغير والبعد عن الواقع ، وكما يتميزون بمحدودية اهتماماتهم وضعف قدرتهم على التحكم فى إنفعالاتهم (الاندفاع) . وتعتبر اعراض كل من كلينفلتر وتيرنر من أكثر التغيرات الكروموسومية الجنسية انتشارا . وتشمل هذه التغيرات الإضافة والنقص لكل الكروموسوم المصحوبة بنوع من التأثيرات الجسدية الضئيلة بالمقارنة بتلك الخاصة باعراض داون . وتحدث اعراض تيرنر بمعدل ٢ فى كل ١٠,٠٠٠ مولود جديد أما بالنسبة لأعراض كلينفلتر فتصل إلى حوالى ٩ – ١٣ لكل ١٠,٠٠٠ مولود جديد .



شكل ٤ – ٨ توائم صنوانية تركيبهما الكروموسومى ٤٥ و XO كروموسوم وتعطى اعراض تيرنر (عن ب . ل . ريكهوف وآخرين . P.L. Riekhof, et al. ١٩٧٢ . توائم صنوانية بارعاض تيرنر .Am.J. Obstet Gynecol. 112 : 59 - 61

ويبلغ زوج التوائم المصورة فى شكل ٤ – ٨ من العمر ١٧ عاما عند أخذ الصورة . وتتميز الفتاتان بقصر القامة بالرغم من تمتعهما بعقل راجح وصحة جيدة (وقد حصلنا على الشهادة الثانوية كمتوسط الطلاب) . ولكن لم يحيضا بعد ولا يمكن فحص الرحم فى أى بنت وحتى بعلاج الثيروبد لم يمكن استحداث الطمث وأعراضه . بالرجوع إلى مونى وميتنتال Mittenthal, Money ١٩٧٠ .

بالنسبة لعديد من مظاهر الإصابة التى قد تكون لها علاقة باعراض تيرنر المتلازمة نجد أنه لا يحدث طراز عدم التقدير المساق فى ١٠٠٪ من الحالات (ولكن فى حوالى ٧٥٪) وبدرجات مختلفة من الشدة . والتفسير الأكثر إحتمالا أنه نتيجة خلل وراثى للأعراض المتلازمة يؤثر على نمو ووظيفة قشرة المخ . وفى اختبار الذكاء يظهر الخلل فى المكون الغير لفظى العددى حيث لا تتأثر المقدرة اللفظية . وقد يكون هناك تأثير آخر مباشر للوارثة على السلوك فى المصابين بأعراض تيرنر المتلازمة حيث يتعلق ذلك اساسا بالشخصية ، ولا يوجد إتفاق على وصف شخصية البنات المصابات بترنر . الاسم المناسب للشخصية ، والذى يمكن تصنيفه على أنه قصور فى إيقاظ العاطفة ، يتضمن أشكال مثل الإعاطة وعدم المبالاة وتبلد الإحساس والبطء فى أخذ المبادأة وكذلك تحمل المحن .

أما بالنسبة للتأثيرات غير المباشرة للوراثة على الشخصية فى أعراض تيرنر المتلازمة فتكون من خلال الشكل المظهرى والأداء الوظيفى للجسم ، يبدو ذلك من صورة الجسم وتفاعل الشخص مع بيئته الاجتماعية . والمشكلة الأولى التى تشارك فيها جميع البنات المصابات بترنر هو قصر القامة وتحدث فى عمر مبكر ، أما المشكلة الثانية والمشتركة أيضا بين كل المرضى هى الفشل فى الوصول إلى البلوغ . وتشكل التشوهات التجميلية فى اسوأ حالتها مشكلة معقدة ولكنها تكون شديدة فى حالات قليلة . ومهما تكن تأثيرات التشوهات التجميلية من سوء فإنها تختلف عن القصر وكذلك البلوغ الطفولى فى بعد واحد : القصر والمظهر الجسمانى الطفولى (infantilizing) يكون لهما استجابة اجتماعية لإناس من كل الأعمار . ولذلك فإن التأثيرات الرئيسية الغير مباشرة للوراثة على الشخصية فى أعراض تيرنر تتمثل فى تقليل حد التأخر فى النمو الاجتماعى . وكلما قربت الأفراد من الوصول إلى مرحلة البلوغ كلما زادت مواقف المواجهة والضغوط مما يؤدى إلى إعاقة نضجها الاجتماعى .

من الملاحظ أن التباين النفسى الجنسى الراجع إلى غياب أو إتلاف كروموسوم X فى كل (أو بعض) خلايا الجسم فى الأفراد ذات أعراض تيرنر لا يتدخل مع تميز جنس هذه الأفراد الأنثوى ، ولا يضمر أو يعوق هذا التميز بغياب الغدد وهرموناتها فى حياة الجنين . ومن الضرورى إعطاء علاج بهرمون الاستيروجين لإكتمال النضج الجنسى للجسم من المراهقة إلى النضج الكامل حتى تتضح المظاهر الجنسية للإناث . ومن الضرورى أيضا إعطاء أدنى حد من الإرشاد السيكولوجى بخصوص تأجيل استروجين المراهقين لصالح إحتمال الزيادة المطردة فى طول البالغين .

ولايوجد تأثير مباشر أو معاكس للإعاقة الوراثية والهرمونية لأعراض تيرنر المتلازمة (للطفل أو البالغ) على اهتمامات المرضى أو قدرتهم على الزواج ولاحتى أمومتهم للأطفال . وعلى النقيض يكون لمرضى تيرنر انحرافات جنسية وأهتمامات أمومة مثل أقرانهم الطبيعيين .

والسيكولوجية المرضية ليست من المظاهر المؤكدة لأعراض تيرنر المتلازمة ولذا فهى تحدث كما تكون فى عشيرة منتخبة اعتباطيا . والأعراض الباثولوجية الشخصية فى الآباء أو حتى عدم المقدرة على مواجهة تبعات التشخيص تمثل مصدر الخطورة الأكبر على المدى الطويل . وتأثير ذلك بالنسبة للناحية النفسية للبنت المصابة يفوق ما يحدثه النقص الحقيقى المتمثل فى أعاقة نموها الجسمى .

لاحظ كاميل ومعاونوه Caimpbell and coauthors (١٩٧٢) أن حدوث اضطرابات نفسية فى أعراض كلينفلتر المتلازمة تكون أكثر بكثير مما فى العشيرة العامة (والأمثلة على ذلك وجود اعتلال جسدى يؤدى إلى نوبات مرضية واضراب فى الكلام وشذوذ فى رسم موجات المخ بالإضافة إلى إنفصال فى الشخصية وحالة من الجنون وكذلك إنحراف فى السلوك الجنسى) .

قص الدارسون القصة الحزينة لأصغر طفل كلينفلتر معروف (٣ سنوات) ، الذى وضع فى مستشفى للأمراض النفسية ، وشمل سلوكه نوبات غضب غير مؤذية ونشاط مفرط بشكل مرضى وكذلك إشاحة النظر وإسالة اللعاب ، بالإضافة إلى أن فترة الانتباه تكون وجيزة . ويكون مقطب الجبين مع قلة فى التعبيرات وغالبا ما يحتد فى عدوانية عند إزعاجه (بدرجة يمكن علاجها) ضد إبوية أو حتى تجاه جسده ، وكمثل لهذا شد الشعر والتفوه اللفظى بدون وضوح وحك الجلد حتى التقرح وقسوة فى ضرب الرأس هذه المظاهر كلها هى التى يمكن بها تميز الأولاد ذات الهيئة الكروموسومية XXY . وعند إبلاغ أبوية بالسبب البيولوجى بدأ وكأن ذلك خفف عنهما الشعور بالأثم .

ومعظم الدراسات يجب أن تأخذ فى اعتبارها سلوك القطط السلحفائية التى يكون تركيبها الكروموسومى XXY (غالبا عقيم) وأنثى الفأر X O (تكون خصبة دائما) ، وذلك كما أوصى مورتن Morton (١٩٧٢) حيث (XX = انثى و YY = ذكر فى الثدييات) . وقد قرر ليوسفر Lucifer أنه فى حالة أحد القطط السلحفائية XXY لم يكن له ميل جنسى ، ولذلك فقد نظر إليه من ذكور القطط الأخرى كما لو كان قطيطة . ولا يزعج وجوده هذه الذكور حتى فى موسم التزاوج (بامبر وهردمان Bamber and Herdınan ١٩٣٢) . وهذه القطط ليست كلها عقيمة (جودو سيرل Jude and Searle ١٩٥٧ ، وأنظر أيضا ثيولين Thuline ونورفى Norby - ١٩٦١) . وأحد القطط الذكور السلحفائية الشاذة أعطت ٦٥ فردا بينهم اختلافات سلوكية .

لاحظ أيضا التقرير الخاص بتلازم النمو القاصر للخصية مع هيئة كروموسومات

الجنس XXY فى كبشين . وهى حالة فى فى الأغنام تناظر أعراض كلينفلتر المتلازمة (بريير Bruere ومارشال Marshall وورد Ward ١٩٦٩) . والكبشان لم تكن بينهما علاقة قرابة ولكن بكل منهما توقف فى نمو الخصية ، حيث تضمر جدا ، وتظهر شهوة جنسية ذكرية قوية تجاة النعاج فى دورة نزوية مؤدية إلى القيام بالمظهر الحركى للقذف . ويوجد أيضا فيران متضاعفة غير منتظمة . وفى مقال جيد استعراض راسل Russell (١٩٦١) وراثة الجنس فى الثدييات بالنسبة لوجود XXY, XO فى الفيران وليس على سلوكهم . والطرق المتقدمة المستخدمة حاليا مثل طريقة قياس الإشعاع الذاتى تسمح باكتشاف نقص متناهى فى الصغر وزيادات وكذلك إنقلابات كروموسومية . وربما تستحدث مجالات جديدة الآن لتعيين مكان الجين الذى يغير السلوك بدون تغير مظهرى وتشريحى . كما ذكر آنفا فى بداية هذا القسم أن نقطة الانطلاق بدأت فى الانسان .

وماذا عن سوء ذكور XYY فى الانسان ؟ وقد كتب بريس Price وهوات مور Whatmore ١٩٦٧ التقرير التالى حول إحدى المستشفيات الأمنية فى اسكتلندا .

جميع المرضى المقبولين فى هذه المستشفى شخصياتهم شديدة الانحراف ، فالبعض به تلف فى المخ يتبعه مختلف حالات العدوى . والآخرون بهم صرع . ويعانى البعض الآخر من شدة العتوة . أكبر مجموعة من المرضى لا يعرف سببا لإختلال شخصياتهم . ويقسم الرجال جميعا إلى هذه الفئة تبعا للهيئة الكروموسومية XXY . وانتخبت ثمانية عشر فردا اعتباطيا من هذه المجموعة وذلك لمقارنتهم بتسعة ذكور أخرى من التركيب XYY . سبعة عشر من الثمانية عشر ذكرا أسابقه ابدوا التركيب الكروموسومى الجنسى XY . والفرد الباقى كان فى السابعة والعشرين ، لم يبد الرغبة (الرغبة) فى فحصه عند عمل المسح الكروموسومى .

تختلف ذكور XYY اختلافا بينا عن ذكور المقارنة XY فى ثلاثة اتجاهات هامة . أولا ، بالرغم من أنه للمرضى من المجموعتين سجلات جزائية لمدد متقاربة ، فإن سجلات الذكور XYY تتضمن قليل من جرائم العنف ضد الأشخاص ، ولذلك فقد أدين التسعة ذكور XYY فى اثنتين وتسعون حالة من بينها ثمانية فقط (٨,٧٪) كانت بسبب جرائم ضد الأشخاص بينما كانت واحدة والثمانون حالة (٨٨,١٪) ضد الممتلكات . وذلك بعكس الثمانية عشر ذكرا المنتخبين للمقارنة ، فقد ادينوا فى ٢١٠ حالة منهم ست وأربعين حالة (٢١,٩٪) بسبب جرائم ضد الأشخاص ، بينما كانت ١٣٢ (٦٢,٩٪) حالة لإرتكاب جرائم ضد الممتلكات . ثانيا ، يتضح السلوك الشاذ للمرضى بالتركيب XYY فى عمر مبكر . وينعكس هذا على متوسط العمر عند أول ادانه حيث يكون ١٣,١ سنة وذلك بالمقارنة بمتوسط عمر ١٨ سنة لمرضى مجموعة المقارنة ، هذه الاختلافات مؤكدة

على مستوى ٥٪ . ثالثا ، يقوم الأشقاء فى عائلات أفراد XYY بارتكاب جرائم بدرجة أقل من أشقاء أفراد مجموعة المقارنة . وقد سجلت أدانة واحدة فقط من بين واحد وثلاثين من أشقاء المرضى ذوى التركيب XYY ، بينما أمكن تسجيل ما لايقل عن ١٣٩ جريمة لاثنى عشر قردا من بين ثلاثة وستين من نسل آباء مجموعة المقارنة .

ومن المحتمل أن يعكس توزيع معامل الذكاء بين الذكور XYY التوزيع فى مرضى المستشفى ككل . قد اعتبر سبعة منهم فى مستوى عقلى أقل من العادى . ومما يجدر إليه مظهر السلوك بين الاثنين ذوى معامل الذكاء اللذان لايبديان إنخفاضا غير عادى ، حيث لوحظت مطابقته لسلوك السبعة الآخرين .

والصورة التى تظهر من اختبارات الذكور XYY المحتجزين فى مستشفى الولاية انهم عديمى المسئولية وغير ناضجين ، كما أن عنادهم يستدعى الاهتمام فى سن مبكرة جدا

ومن الواضح عموما أن الخلفية العائلية ليست مسئولة عن سلوكهم . وهم يدخلون بسرعة فى صراع مع القانون ، ويستهدف نشاطهم الإجرامى أساسا الممتلكات ، برغم ذلك فهم قادرون على القيام بالعنف ضد الأشخاص إذا استثيروا أو قووموا . وفشلهم فى الاستجابة للمقايس التصحيحية يؤدى إلى امتداد احتجازهم والتحفظ عليهم فى سجون خاصة فى عمر مبكر عما هو معتاد لنوع الجرائم المرتكبة .

ولكن هل هذه هى الخلاصة التى توصل إليها الكثرة على وجة السرعة كما حذرا لفتين Leviten ومونتاجى Montagu (١٩٧١) ؟ وهل الصفة الوحيدة المتسقة نسبيا والمشتركة فى ذكور XYY كونهم أزيد طولا فى المتوسط ؟ . لقد أوضح Sutton (١٩٧٥) أن حصرا مصنفا للذكور حديثى الولادة إدى إلى اقتراح أن XYY قد تحدث فى حدود ١ – ٤ لكل ١٠٠٠ مولود حى . وليس هناك علاقة لهذا المعدل بمعدلات ظهور الأطفال المسببة للمتاعب أو حتى الأكثر طولا والأقل ذكاء . ويلاحظ أن حدوث XYY يتم فى غياب إنتقال التغيرات الكروموسومية من الآباء إلى الأبناء الذكور (ملينك وآخرين Melnyk et al ١٩٦٩) وكذلك أيضا فنحن مضطرون إلى اعتماد التقرير المقدم من جاردنر ونيو Gardner and Neu ١٩٧٢ بعنوان « الأدلة الرابطة لكروموسوم Y الزائد بالسلوك الاجتماعى المرضى » والذى ينصح فيه الحامون وعصبتهم بأخذ أدلة هذا « الارتباط » فى الاعتبار عند تحديد المسئولية القانونية . (يجب أيضا أخذ الذكور المسببة للمتاعب XXYY فى الاعتبار ولكنها فى الواقع نادرة جدا) .

ويستخلص هامرتون Hamerton (١٩٧٦) مايلى :

تلخيصا للمعلومات حول الذكر XYY فإن حوالى ١ / ١٠٠٠ ذكر من العشيرة عموما يكون تركيبها XYY ويبلغ فى أماكن التحفظ الأمنى حوالى ٢٠ / ١٠٠٠ . وبالتالى فالملاحظات الأصلية لجاكوب وآخرين Jacobs et al (١٩٦٥) عن الزيادة فى الذكور XYY فى هذه المجموعات قد تأكدت بدرجة كبيرة . وبالإضافة ، فإن البيانات المتاحة تدل على وجود اختلافات نفسية بين ذكور XYY البالغين والغير موجودين بالمؤسسات السابقة وبين اقرانهم XY .

وقد دلت هذه الاختلافات على أن الذكور XYY أقل مقدرة على التحكم فى المسلك العدوانى الطبيعى للذكور فى مواجهة المواقف المحبطة أو المثيرة . كما أنهم أكثر اندفاعا وأقل نضجا من الذكور XY . وهناك بعض الأدلة عن المعادلات الزائدة للصعاب السلوكية وعدم القدرة على التعلم بين الأطفال ذوى التركيب الكروموسومى المذكور . وحاليا يمكن أن يقال القليل عن الطفولة المبكرة XYY لأن المتابعة المستمرة لم تجر على عدد كاف من الأطفال لإمكان استخلاص النتائج المقنعة . وأخيرا فإن من الواضح أن القلة القليلة من ذكور XYY يقضون جزءا من حياتهم فى أماكن تحفظ آمنة . وهنالك القليل من الشك أن يكون هؤلاء الذكور أو بعضهم عرضة للخطر أكثر من اقرانهم ذوى التركيب XY . وقد يرجع هذا للتأثيرات البيئية المتباينة التى تتداخل مع التركيب الكروموسومى XYY .

ويدل شكل ٤ - ٧ بوضوح على أن هناك حالات أخرى للشذوذ فى تركيب كروموسومات الجنس بإضافة إلى ما قد سبق اعتباره ذا تأثير سلوكى . تظهر التركيبات XXXXY, XXXY اعراض كلينفلتر المتلازمة - حيث يتناسب إنخفاض معامل الذكاء IQ طرديا مع زيادة عدد كروموسومات X عن اثنتين . ويحدث نفس الانخفاض فى معامل الذكاء فى الإناث XXXX, XXX وأيضا XXXXX . الإناث ثلاثية كروموسوم X تحدث بمعدل ٦ فى ١٠,٠٠٠ وتظهر مقدرة عقلية أقل من المستوى الطبيعى . وتظهر القليل من الإناث التى أبدت التركيب XXXXX, XXXX نقصا عقليا شديدا .

وتكون الإناث ثلاثية كروموسوم X خصبة : ومن المتوقع أن يكون مظهر أطفالها بالتركيب الكروموسومى ٤ - ١ XX : ٤ - ١ XXX : ٤ - ١ XXX ومع ذلك نجد أن التركيب الكروموسومى XXY, XXX شاذ ونادر فى نسل الأنثى ثلاثية X ، وربما ينتج هذا من توجيه الانعزال الميوزى حيث يذهب كروموسومات من X إلى الجيم القطبى عديم الوظيفة ، بينما يذهب الكروموسوم الثالث إلى نواة البيضة . ويوجد نقص مشابه غير متوقع فى التركيب الكروموسومى الشاذ فى نسل ذكور XYY وعلى ذلك

فتأثير عدم الإنفصال لا يستمر كثيرا عبر الأجيال فى نسل هذه الأفراد الخصبة ذوى التراكيب الكروموسومية الشاذة .

والفئة الأخيرة للاختلافات الكروموسومية التى يجب أن توضع فى الاعتبار هى الموزايكية (البرقشة) الوراثية التى تحدث نتيجة عدم الانفصال فى الخلايا الجسدية مما يؤدى إلى تكوين أنسجة خلوية متجاورة مختلفة التركيب الكروموسومى . فالبعض يكون تركيبها أنثوى مبرقش (XO / XX) والبعض بين – جنسى مبرقش (XO / XY) ، ويعطى جدول ٤ – ٣ فكرة عن الطرز المعروفة . وتكون الأشكال المظهرية الناتجة واضحة الاختلاف . حيث يتوقف ذلك على نسبة النسيج المختلف كروموسوميا فى الأفراد ، الذى يعتمد بدوره على الوقت الذى يحدث فيه الانقسام أو الانقسامات الخلوية الشاذة أثناء النمو ، وكذلك موضع الأنسجة الشاذة فى الجسم وما يتبع ذلك من هجرة خلوية – وأخيرا على الصدفة البحتة . بالنسبة للخلايا المبرقشة متباينة الجنس . والتى توصف بالمذنثات gynandromorphs ، يعتمد حدوث الحالة البين جنسية فيها على العوامل التى ذكرت سابقا . وبعض هذه الحالات الغير مرغوب فيها يمكن تصحيحها جزئيا وذلك بإزالة الغدد أو بالمعاملة الهرمونية لتعديم تعبير جنس واحد فقط .

ويبدو أن التغيرات العديدة فى الكروموسومات الجسمية لها تأثيرات أكثر شدة على السلوك عن تلك التى تحدث نتيجة للشذوذ التركيب كروموسومى X أو Y . يتضح ذلك بمقارنة ما سبق بأعراض داون التلازمية مثلا . وزيادة على ذلك فيوجد نقص واضح بالنسبة للأفراد ثلاثية الكروموسوم بالنسبة للكروموسومات الجسمية الكبيرة ، ويفسر بفقد مثل هذه الأفراد ضمن الأجنة المجهضة .

فى نسبة من خلايا الأم العادية (XX) ولكن ليس فى الخلايا الذكرية (XY) هناك أجسام كروماتينية موجة من DNA توجد عند الغشاء النووى وقد سميت باسم مكتشفها (بار Barr ١٩٥٩) .

جدول ٤ - ٣ موزيكيات حالة الموزايك (التبرقش) بالنسبة لكروموسومات الجنس فى الانسان .

الإناث	الذكور	المذنبات (خليط فى الجنس)
XO/XX	XY/XXY	XO/XY
XO/XXX	XY/XXXY	XO/XYY
XX/XXX	XXXY/XXXXY	XO/XXY
XXX/XXXX	XY/XXY/?XXYY	XX/XY
XO/XX/XXX	XXXY/XXXXY/XXXXXY	XX/XXY
XX/XXX/XXXX		XX/XXYY
		XO/XX/XY
		XO/XY/XXY
		XX/XXY/XXYYY

المصدر : ستيرن Stern ١٩٧٣

ويمكن مشاهدة أجسام بار (Barr ١٩٥٩) فى عديد من أنسجة الإناث بما فيها البشرة والغشاء المخاطى للفم وكذلك السائل الأمنيونى الذى يحيط بأجنحة الإناث . وقد افترض ليون Lyon (١٩٦٢) وآخرون أن جسم بار يمثل كروموسوم X غير نشط . والأفراد التى بها أكثر من كروموسوم واحد يشاهد بخلايا أجسام كروماتينية جنسية وتسمى بموجبة الكروماتين الجنسى ، بينما الأفراد التى بها كروموسم واحد من X تكون سالبة بالنسبة لوجود كروماتين الجنس بمعنى آخر بأنه بغض النظر عن عدد كروموسمات X فإن واحد فقط يكون كامل النشاط أما الباقى فيكون بصورة عامة غير نشط ، بالرغم من ذلك فالأفراد المحتوية على ثلاثة كروموسومات X أو أكثر (شكل ٤ - ٧) . يكونون على درجة من التخلف العقلى - وعموما فإن القاعدة هى :

عدد الأجسام الكروماتينية الجنسية (بار) = عدد كروموسومات X - ١ . ومن القواعد الأخرى الخاصة بتعيين الجنس فى الانسان ، التى لم تعالج حتى الآن فى هذا المرجع ، أنه بغض النظر عن عدد كروموسومات X فإن وجود كروموسوم Y يؤدى إلى الشكل المظهرى الذكرى (حتى فى حالة الشواذ كما فى حالة أعراض كلينفلتر المتلازمة)

وليس من المستغرب أن حدوث الأفراد XYY بدون تغيرات مظهرية كبيرة يرجع إلى وجود قلة من الجينات معروفة على كروموسوم Y . وتكون الأفراد بأعراض تيرنر

المتلازمة إناثا بدون اجسام بار . وفى حالة أعراض كلينفلتر المتلازمة بالتركيب XXXX فيكون من المتوقع وجود اثنين من أجسام بار . ويمكن دراسة هذه الأجسام نتيجة سهولة صبغ الخلايا المأخوذة من الغشاء المخاطى للفم حيث تقدم اجسام بار معلومات عشائرية هامة بالنسبة لمعدل الذكور والإناث الشاذة ، على الأقل تلك الشواذ المتعلقة بكروموسومات الجنس .

ملخـــص

يؤثر على السلوك طرازان رئيسيان من التغيرات الكروموسومية :

١ – الانقلابات ؛ حيث لتكون بعض الجينات على الكروموسوم فى نظام عكسى بالمقارنة بالحالة القياسية .

٢ – تغيرات الأعداد الكروموسومية ؛ حيث توجد كروموسومات زائدة أو ناقصة .

فى انواع معينة من الدروسوفيلا توجد عشائر متعددة المظهر من حيث وجود الانقلابات . وكثيرا ما يكون الخليط لهذه الانقلابات أكبر ملاءمة عن نظيره الأصيل . ويطبق هذا فى معظم الأحيان على الانتخاب الجنسى الذى يتحكم فيه التركيب الوراثى للذكر .

وقد درست التغيرات التلقائية للأعداد الكروموسومية فى انسان عليل . فإذا وجدت مادة أحد الكروموسومات الجسمية ثلاث مرات بدلا من الحالة الثنائية العادية ، فإنه ينتج عدم إتزان فى الهيئة الكروموسومية ، ويؤدى إلى التأخر المعروف بأعراض داون التلازمية . بدراسة كروموسومات الجنس نجد أن الأفراد التى بها كروموسوم X إضافى تعطى ذكرا عقيما تركيبه XXY باعراض كلينفلتر المتلازمة ، والأفراد التى بها نقص فى zx يكون تركيبهم XO وتكون إناثا عقيمة باعراض تيرنر المتلازمة . والتغيرات الأخرى فى كروموسومات الجنس تتضمن وجود ذكور XYY التى تميل إلى أن تسلك سلوكا اجتماعيا مرضيا sociopathic ، وإناث XXX التى يميل فيها معدل الذكاء إلى الانخفاض عن الإناث XX ، وحالات التبرقش الوراثى التى يختلف فيها المحتوى الوراثى لخلايا الخطوط الخلوية المتجاورة فى أنسجة الفرد .

الفصل الخامس

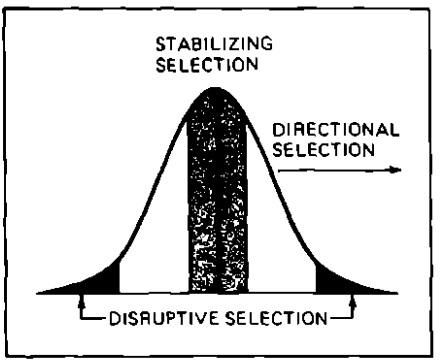
تعدد الجينات والسلوك

هذا الفصل يدخل بنا إلى الحالات الوراثية الأكثر تعقيدا حيث يتضمن بداية دراسة الصفات الخاضعة لتحكم وراثى أعقد عما هو الحال فى الصفات الخاضعة لجينات أو كروموسومات محددة ، والتى نتتبع طبيعة توارثها بدراسة نتائج الانعزالات .

٥ - ١ الوراثة الاحصائية الحيوية

يستدعى تحليل تباين الصفات المعقدة أن تستخدم طرق ووسائل الوراثة الكمية . والهدف من ذلك هو فصل التباين الكلى إلى مكونين : الوراثى والبيئى . وتقع بعض الصفات فى مرتبة متوسطة ، حيث تكون محكومة جزئيا بجينات يمكن تتبع انعزالها وجزئيا كنتيجة للتباين الذى يجعل هذ التتبع مستحيلا . وبالتالى فنحن نتجه بشكل أساسى نحو الصفات التى يعتمد توارثها على العوامل أو الجينات المتعددة . وفى بعض الحالات ، كما يتضح لنا ، يمكن باستخدام طرق خاصة أن نحدد مواقع الجينات المسئولة عن صفة كمية معينة فى كروموسومات معينة أو حتى فى مناطق معينة من الكروموسومات . تتمثل إحدى الطرق الرئيسية فى استخدام تجارب الانتخاب المباشر **directional selection** التى تنتخب فيها الأفراد الواقعة فى أقصى الطرفين (العالى والمنخفض) بالنسبة لمنحنى توزيع الصفة المدروسة ، وذلك على أمل تكوين خطوط عالية أو منخفضة فى الأجيال التالية (شكل ٥ - ١) .

فإذا ما كان للصفة أساس وراثى فلابد أن تكون هنالك استجابة للانتخاب ذلك لأن انتخاب الأشكال المظهرية المتطرفة يتضمن بالتبعية انتخاب جزء من التراكيب الوراثية . ولمعرفة الاعتبارات النظرية لذلك (الغير وارد تفصيلها هنا) يمكن الرجوع إلى فالكونر



شكل ٥ - ١ : الانتخاب الموجه والموزع والمثبت . يتضح أقسام التوزيع الطبيعى للعشيرة المنفصلة للنظم الانتخابية الثلاثة .

Falconer (١٩٦٠) ولى وبار سونز Lee & Parsons (١٩٦٨) .

لم تجر أعمال كثيرة لربط التأثيرات بالمواقع الكروموسومية فى حالة الصفات الكمية باستثناء ما تم فى أنواع معينة من الدروسوفلا . فمن مميزات بعض أنواع هذا الجنس (١) أن كروموسوماتها معلمة جيدا بجينات وقعت أماكنها بدقة ، وبالتالى يمكن استخدامها فى التحليلات الوراثية ، (٢) وأن فترة الجيل التى تتراوح بين ٢. - ٣ أسابيع تسمح بإتمام برامج تربية معقدة نسبيا فى زمن معقول . فعندما نعرف أن الفئران تنتج ٤ - ٥ أجيال فقط فى العام الواحد ، يبدو بوضوح سبب قلة الدراسات الوراثية المفصلة للصفات السلوكية فى الثدييات ، بما فى ذلك الإنسان ، وذلك إذا ما قورنت بالدراسات الاحصائية الحيوية .

وكمؤشر لتباين الصفات السلوكية التى اتضح أنها محكومة بالجينات المتعددة نسوق الأمثلة التالية :

● أنواع الدروسوفلا : النشاط الحركى ، الانتحاء الكيماوى ، مدة الاقتران ، الانتحاء الجغرافى (الحركة الموجهة بالجاذبية) ، سرعة التزاوج ، الاستجابة البصرية ، الانتحاء الضوئى ، الزهو ، ومستوى العزل الجنسى داخل وبين الأنواع ، والدليل على التوقيع الفعلى لنشاط معين على الكروموسومات يوجد بالنسبة لدورية التزاوج والانتحاء الجغرافى ومستوى العزل الجنسى .

● القوارض : (الفئران والجرزان وخنازير غينيا بشكل أساسى) : القابلية للإصابة بالصدمات السمعية ، سرعة الجرىء النشاط ، الدافع الجنسى ، التبكير أو التأخير فى بدء التزاوج ، التخلص الحسى (التبرز والتبول) ، القتال ، تفضيل الكحول ، وكثير من قياسات التعلم كالتصرف فى المتاهة بهدف الوصول إلى الغذاء أو اتقاء الصدمات عن

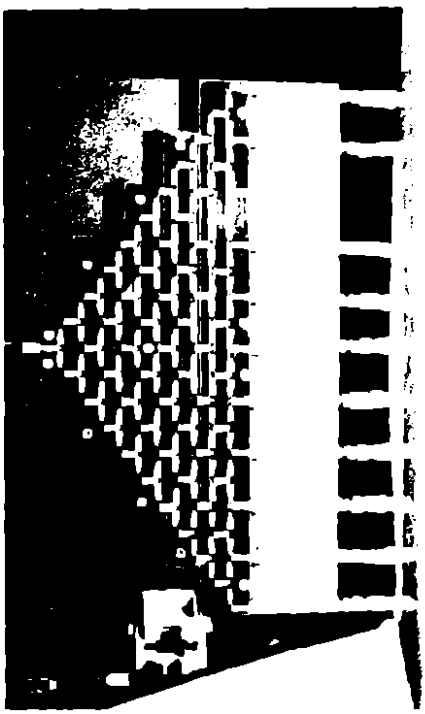
طريق الاستجابة لإشارة ما (ضوئية أو صوتية) . وبينما لم يتم الدراسة على مستوى المواقع الجينية إلا فى قليل من الحالات ، نجد أن حالات التباين الوظيفى والبيوكيماوى المصاحبة للسلوك قد تمت دراستها .

● الإنسان : تعرف جينات رئيسية معينة بمسئوليتها عن بعض صفات الإدراك الحسى ، مثل عيوب التذوق وعمى الألوان . وفى النطاق الطبيعى لصفات مثل الذكاء ، الحالة المزاجية ، السلوك العاطفى ، القدرات الخاصة ، والعصاب ثبت أن توارثها محكوم بنظام التعدد الجينى . وفى خارج النطاق الطبيعى المذكور ، تم التعرف على جينات رئيسية سيتم مناقشة دورها فى الفصل ١١ . وبالنسبة للسلوك فلا يوجد توقيع يذكر للجينات المسئولة بكروموسومات محددة ، وذلك باستثناء حالة عمى الألوان . فالإنسان لا يمكن أن يستخدم كغيره فى تجارب التربية .

هذا الفصل يناقش بعض الأمثلة التى تخضع جزئيا على الأقل لتحكم الجينات المتعددة وذلك فى الدروسوفلا ، طيور الببغاء المحبة ، والقوارض ، والكلاب . وهو ينتهى بمناقشة للجانبية ، وهى تعنى ما إذا كان هنالك ميل وراثى لاستخدام اليد اليمنى أو اليسرى . فبخلاف الصفات الكمية الأخرى ، يبدو من الصعب اعتبار أن الجانبية خاضعة للتحكم الوراثى .

٥ – ٢ الانتحاء الجغرافى فى الدروسوفلا

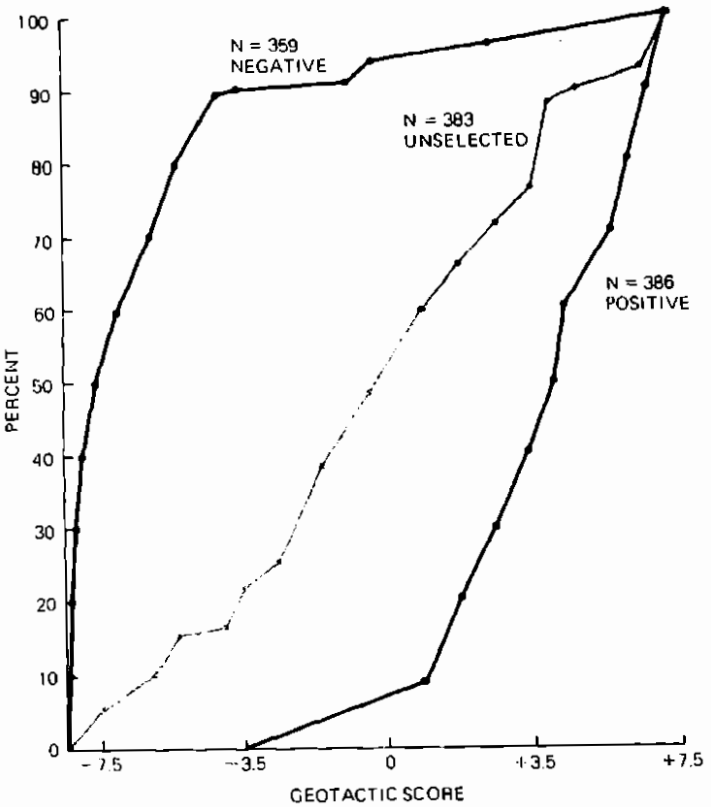
تمثل الحركة الموجهة بالجاذبية (الانتحاء الجغرافى) فى الدوروسوفلا ميلانوجاستر أكثر أمثلة التحليل الوراثى للصفات السلوكية اكتمالا (هيرش **Hirsch** ١٩٦٢ ، ١٩٦٣ ، ١٩٦٧) . تستخدم متاهه من البلاستك بها ١٠ – ١٥ وحدة رأسية (شكل ٥ – ٢) . يدخل الذباب من الجانب الأيسر ويجمع من الزجاجات الموجودة فى الجانب الأيمن بعد تعرضه للانجذاب برائحة الغذاء والإضاءة من لمبة فلورسنت على الجانب الأيمن . تتميز الظروف بأقصى درجات الموضوعية ، حيث لا يوجد تدخل بشرى للأعداد الكبيرة من الذباب وذلك منذ دخولها فى المتاهة . وقد وجدت الاستجابة السريعة للانتخاب لكل من الانتحاء الجغرافى الموجب والسالب (شكل ٥ – ٣) ، ولو أن الاستجابة الكلية الفعلية للانتخاب كانت أكبر بالنسبة للانتحاء الجغرافى السالب . وباتباع الطرق التى ابتدعها مازر **Mather** (١٩٤٢) ومازر وهاريسون **Mather & Harrison** (١٩٤٩) فى تجارب انتخاب عدد الأشواك فى الدروسوفلا ، قدر هيرش وارلمايز – كملنج **Hirsch & Erlenmeyer - Kimling** (١٩٦٢) دور ثلاثة من



شكل ٥ - ٢ : متاهة الانحناء الجغرافى المكونة من عشرة وحدات فى وضع أفقى . يدخل الذباب فى زجاجة من اليسار ويجمع من الزجاجات المختلفة على الجانب الأيمن . الأفراد المتجهة إلى الزجاجات العلوية تأخذ تقديرات سلبية بالنسبة للانحناء الجغرافى ، والمتجهة إلى أسفل تأخذ تقديرات موجبة .

كروموسومات دروسوفلا ميلانوجاستر بالنسبة للاستجابة للانتخاب عبر عدد من الأجيال .

من المناسب هنا عرض وصف مختصر للطريقة . فمن الممكن دراسة تأثير الكروموسومات فى أفراد الخطوط المنتخبة بتهجينها مع أفراد مجموعة المقارنة (الضابطة) المحتوية على أليلات سائدة لجينات موجودة على كروموسوماتها المختلفة ، مع وجود انقلاب فى كروموسوم واحد فى كل حالة مما يؤدى إلى منع العبور بالنسبة لهذا الكروموسوم . بهذه الطريقة يمكن دراسة تأثير الكروموسومات الفردية وطبيعة تداخل هذا التأثير بالنسبة للصفات الكمية . وتستخدم على ذلك السلالات الاختبارية ذات التراكيب الوراثية A. D/E, B/C, A/+ جين سائد على كروموسوم C,B,X جينان سائدان على كروموسوم II وكذلك الجينان السائدان E,D يوجدان على كروموسوم III مع وجود انقلاب مصاحب لكل هذه الجينات . كل من هذه الكروموسومات ينعزل كوحدة كاملة ، لأن وجود الانقلاب فى الأفراد الخليطة يمنع أو ينقص من حدوث العبور . عند تهجين إناث السلالات الاختبارية مع الخط المنتخب S نحصل فى النسل على إناث بالتراكيب D/S, B/S, A/S . وتهجن الأخيرة مع الخط المنتخب رجعيا ، حيث



شكل ٥ – ٣ : قيم الانتحاء الجغرافى للذباب فى متاهة مكونة من ١٥ وحدة . النسبة المئوية المتجمعة للذباب الذى يمارس التوزيع بقيم مختلفة وذلك باستخدام عشيرة لم يجر عليها الانتخاب وخطين ناتجين عن الانتخاب (تبعا لهيرش Hisch ١٩٦٣) .

يمكن تميز ثمانية مجاميع مظهرية فى نسل الهجين :

- *A B D*
- *A B*
- *A D*
- *B D*
- *A*
- *B*
- *D*
- Selected line itself (without *A*, *B*, or *D*)

تتلقى المجموعات الثمانية كروموسوم S **من أبيها وأعداد متباينة من كروموسومات** S والكروموسومات الاختبارية T (A,B,D) من أمها . وعلى ذلك فكل من

الكروموسومات الرئيسية الثلاثة يوجد على الحالة الخليطة أو الأصيلة فى الإناث الناتجه . وفى هذه المجاميع الثمانية يمكن دراسة التأثيرات الفردية للكروموسومات وتداخلها . ومن أوجه قصور هذه الوسيلة إن كفاءتها مقتصرة على اكتشاف الجينات المتنحية فى كروموسوم S حيث تجرى المقارنة بين الخليط T/S والأصيل S/S . وهذا يعنى أن الجينات السائدة لا تكتشف وأن الجينات غير كاملة السيادة يظهر تأثيرها بمقدار مستوى سيادتها .

طبقت هذه الطريقة بالنسبة للخطوط المنتخبة للانتحاء الجغرافى (شكل ٥ – ٣) . ويظهر فى جدول ٥ – ١ متوسط تأثيرات كروموسومات III,II,X فى العشيرة الغير منتخبة مقارنة بنتائج الخطوط المنتخبة للانتحاء الجغرافى الموجب أو السالب . وفى العشيرة الغير منتخبة أظهر كروموسومى II,X نشاطا وراثيا فى جانب الانتحاء الجغرافى الموجب ، وكان III سالبا بالنسبة للكروموسومات الاختبارية . وقد انتج الانتخاب للانتحاء الموجب أثرا قليلا بالنسبة للكروموسوم II وبينما زاد التأثير الايجابى بالنسبة لكروموسوم X وأما التأثير السالب للكروموسوم III فقد تغير إلى تأثير إيجابى محدود .

جدول ٥ – ١ متوسط التأثيرات الكروموسومية (والخطأ القياسى) لتقديرات الانتحاء الجغرافى بعد الانتخاب بناء على نتائج المتاهة المناخية الموصوفة فى شكل٥ – ٣

العشيرة	الكروموسوم		
	X	II	III
منتخبة للانتحاء الجغرافى الموجب	1.39 ± 0.13	1.81 ± 0.14	0.12 ± 0.12
غير منتخبة	1.03 ± 0.21	1.74 ± 0.12	−0.29 ± 0.17
منتخبة للانتحاء الجغرافى السالب	0.47 ± 0.17	0.33 ± 0.20	−1.08 ± 0.16

قدرات المتوسطات لعشرة مكررات ، تمثل كل وحدة موضعا واحدا فى المتاهة
المصدر : هيرش Hisch (١٩٦٧ – أ) .

ويلاحظ أن تأثير الكروموسومات الثلاثة مجتمعة كان أكبر بالنسبة للانتحاء الجغرافى لسالب ، وهو أمر متوقع حيث أن الاستجابة الكلية للانتخاب التى تم الحصول عليها كانت أكبر للانتحاء السالب . وقد أدى الانتخاب للانتحاء السالب إلى إقلال التأثيرات الموجبة لكروموسومى II,X وزيادة التأثير للكروموسوم III وذلك عند المقارنة بالسلالة الغير معرضة للانتخاب . وعلى ذلك فهذا التحليل السالب يؤكد وجود جينات موزعة على الثلاثة كروموسومات الرئيسية للنوع ميلانوجاستر تؤثر فى الانتحاء الجغرافى . ورغم أن هذا التحليل يستمر إلى أبعد من ذلك ، فإنه بالقياس على عمل ثودى **Thoday**

(١٩٦١) وزملائه الخاص بعدد الأشواك ، فإنه يمكن نظريا احتمال التوقيع الدقيق لمناطق نشطه وراثيا على الكروموسومات ، ومن المرجح أن تكون هذه المناطق متعددة .

٥ - ٣ العزل الجنسى : أنواع الدروسوفلا

تعد أنواع الكائنات المتكاثرة جنسيا نظما وراثية مغلقة . ويعتبرون نظما مغلقة لأنهم لا يتبادلون جيناتهم أو يكون التبادل من الندرة بحيث لا يطغى على الفروق بين الأنواع . أما السلالات **Races** فعلى العكس من ذلك تعد نظما وراثية مفتوحة . فهى تتبادل الجينات بتزاوج أفرادها إذا ما لم يحدث انعزال بواسطة عوامل خارجية كالانفصال المكانى . والمعنى الحيوى لانغلاق نظام وراثى معين قد يكون بسيطا ، لكنه مهم : فهو يمثل الاستقلال التطورى . فلننظر مثلا إلى الأنواع الأربعة - الإنسان والشمبانزى والغوريلا وإنسان الغاب **Orangutans** فأى طفرة أو توليفه جينية تحدث فى أحدهم مهما كانت مفيدة ، لا يمكن أن تكون ذات نفع لأى من الأنواع الأخرى ، والتفسير البسيط لذلك أن الجينات لا تنتقل من المستودع الجينى لنوع إلى المستودع الخاص بنوع آخر . وعلى العكس من ذلك ، فالسلالات المكونة لنوع ما غير مستقلة تطوريا ، فالتغير الوراثى المرغوب الذى يظهر فى إحداها يحتمل أن يصير من خصائص النوع ككل .

من ذلك نرى مشاكل تعريف السلالة كمفهوم محورى . فتبعا لبارسونز **Parsons** (١٩٧٢ - أ) يمكن أن نذكر ما يلى :

> **السلالة عبارة عن عشيرة تتميز بأن التكرار الجينى فى بعض مواقعها يختلف بين واحدة وأخرى . يعد هذا التعريف كميا وليس كيفيا ، حيث لا توجد ميكانيكات عزل حيوية بين مختلف العشائر . وعلى ذلك فالمستودعات الجينية للعشائر المختلفة بها تكرارات جينية متباينة . ويجب أن نؤكد هنا أنه بسبب هذا التعريف الذى تغلب عليه صفة الكمية عن الكيفية ، فإن كمية التباين المحتاج إليها لتعتبر أن لدينا سلالتين متباينتين تعد اعتباطية تماماً .**

الأنواع تعد نظما وراثية مغلقة لأن تبادل الجينات بينها عوق أو منع بواسطة ميكانيكيات العزل التكاثرى . وقد وضع اصطلاح ميكانيكية العزل **isolating mechanism** بواسطة دوبزانسكى **Dobzhansky** (١٩٣٧) كاسم عام لكل عوائق تبادل الجينات بين العشائر المتكاثرة جنسيا . وتبعا لماير **Mayr** (١٩٦٣) فإن ميكانيكيات العزل من المحتمل أن تكون أهم مجموعة من الخصائص التى يمتلكها النوع . من الحقائق الملحوظه أن ميكانيكيات العزل ، من الناحيتين الوظيفية والبيئية ، تعد مجموعة من الظواهر شديدة التباين . ومن الحقائق الملحوظة الأخرى أن ميكانيكيات العزل التى تحافظ على الانفصال الوراثى للأنواع ، لا تتباين بين المجاميع المختلفة من

الكائنات فقط ، بل وبين أزواج الأنواع التى تتبع الجنس الواحد . وهى تنقسم بشكل عملى إلى قسمين رئيسيين : (١) العزل الجغرافى أو المكانى ، و (٢) العزل التكاثرى . فى حالة العزل الجغرافى فإن العشائر تكون متفرقة **allopatric** ، وهذا يعنى وجودها فى مناطق مختلفة وبالتالى يصل التبادل الجينى بينها إلى الحد الأدنى . ولا شك أن هذه العشائر قد تكون متشابهة أو غير متشابهة من الناحية الوراثية . وللمناقشة الكاملة للتنوع المتفرق والمتصاحب **sympatric** (العشائر التى تعيش فى نفس المنطقة) يرجع إلى ماير **Mayr** (١٩٦٣) .

تقسيم ميكانيكيات العزل التكاثرى الذى نورده فيما يلى يعد تقسيما مركبا ، استخدمت فيه النماذج التى نشرها كل من ماير **Mayr** (١٩٤٢) ، مولر **Muller** (١٩٤٢) ، باترسون **Patterson** (١٩٤٢) ، اللى وأخرون **Allee et al** (١٩٤٩) ، ستبنز **Stebbins** (١٩٥٠) ودبزانسكى **Dobzhansky** (١٩٥١) .

١ – عوائق تبادل الجينات التى تمنع التقاء الأفراد المحتمل تزاوجهم

- العزل المسكنى أو البيئى : رغم وجود العشائر فى منطقة واحدة فإنها قد تشغل مواضعا بيئية مختلفة .
- العزل الموسمى أو الزمنى : قد يحدث النضج أو النشاط الجنسى فى أوقات مختلفة .

٢ – عوائق تبادل الجينات التى تمنع تكون اللاقحات الهجينة :

- العزل الميكانيكى : كالذى يحدث عند عدم توافق الأعضاء التناسلية فى الجنسين .
- العزل المشيجى أو منع الأخصاب : ويحدث إذا ما لم يتم التقاء أو اتحاد البويضات والحيوانات المنوية بشكل طبيعى .
- العزل الجنسى والنفسى أو السلوكى : وجود جاذبية متبادلة بين ذكور وإناث النوع الواحد بدرجة أكبر من الموجودة بين ذكور وإناث الأنواع المختلفة

٣ – عوائق تبادل الجينات التى تتخلص من أو تعيق اللاقحات الهجينية

- عدم حيوية أو ضعف الهجين : انخفاض حيوية اللاقحات الهجينية إذا ما قورنت باى من نوعى الأبوين .
- عقم الهجين : الأفراد الخليطة تكون غير قادرة على التكاثر بسبب عدم إنتاج امشاج نشطة .
- التخلص الانتخابى من الهجين : يتم التخلص من الأفراد الناتجة عن التهجين فى

الجيل الثانى أو فى أجيال أكثر تأخرا لانخفاض قدرتها على التكيف .

هذه العناصر الثمانية لها وظيفة مشتركة . فلها جميعها تأثير واحد سواء كانت منفردة أو مجتمعة – يتمثل فى منع تبادل الجينات بين العشائر (باترسون **Patterson** ١٩٤٢) .

هنالك مكونات سلوكية فى بعض هذه الميكانيكيات ، سوف يتم توضيح الكثير منها فى الفصل الثالث عشر عند مناقشة الميكانيكيات المتضمنة فى انتخاب المسكن بواسطة الأنواع شديدة القرابة فى الدروسوفلا وكذلك الفئران الشبيهة بالأيائل من جنس **Peromyscus** . يختص هذا القسم بمناقشة العزل الجنسى والنفسى أو السلوكى ، مع ذكر التفصيل الوراثى الذى تسمح به الدروسوفلا (للمزيد ، انظر الفصل الثامن كاملا) . هذه الميكانيكة الخاصة بالعزل تمثل معوقا كفؤا عندما يتخلص العزل الجنسى الفعال من فقد الجاميطات ، الأهم من ذلك أن يتخلص من الحاجة إلى المتطلبات الغذائية والمكانية للهجن النامية التى قد تكون بصورة أو بأخرى أقل حيوية أو خصوبة من الأفراد غير الهجينة . فالهجن العقيمة التى تتكون فى تحت الأنواع **subspecies** (المعقد النوعى) المسمى **Drosophila paulistorum** تعد مثالا على ذلك . فأشباه الأنواع (أو تحت أنواع أو سلالات النوع الأولى) فى **D.paulistorum** تبدى عزلا جنسيا ملحوظا : فالتزاوج بين تحت الأنواع يكون أقل نجاحا من التزاوج بين أفراد تحت النوع الواحد (ارمان **Ehrman** ١٩٦١ ، ١٩٦٥) .

وقد درس الأساس الوراثى للعزل الجنسى فى هجن اشباه الأنواع الموجودة فى أمريكا الوسطى والأمازون . وهذه تمثل الأنواع الأولية وتبدى تداخلا فى توزيعها الجغرافى (شكل ٥ – ٤) ، ولا يمكن تمييزها مظهريا ، وتنتج عن تهجينا أناثا خصبه وذكورا عقيمة . وقد أجريت الهجن بطريقة تسمح بتتبع توزيع أى زوج معين من الكروموسومات بواسطة ما يحتويه من جينات طافرة تستخدم كمعلمات **markers** لهذا الكروموسوم ،. وقد درست حالات التفضيل الجنسى فى الجيل الأولى الهجينى لأشباه الأنواع وفى سلسلة من التهجينات الرجعية بين الجيل الأول وكلا من اشباه الأنواع المستخدمة كآباء فى الهجن المذكورة . وقد اتضح أن العزل الجنسى محكوم بالعديد من الجينات الموزعة على الكروموسومات الثلاثة التى يمتلكها هذا النوع . وللجينات العديدة التى تتحكم فى التفضيل الجنسى فى هذه الحالة أثرا مضيفا يؤدى فى مجموعة إلى أن تصل حالة التهجين بين أشباه الأنواع إلى الإعاقة الكاملة تقريبا . وقد لخصت فى شكل ٥ – ٥ الطريقة المستخدمة لتحديد دور كل من الكروموسومين الجسمين وكروموسوم X (الكروموسوم الأول) فى الأساس الوراثى للعائق المسئول عن العزل الجنسى . وقد

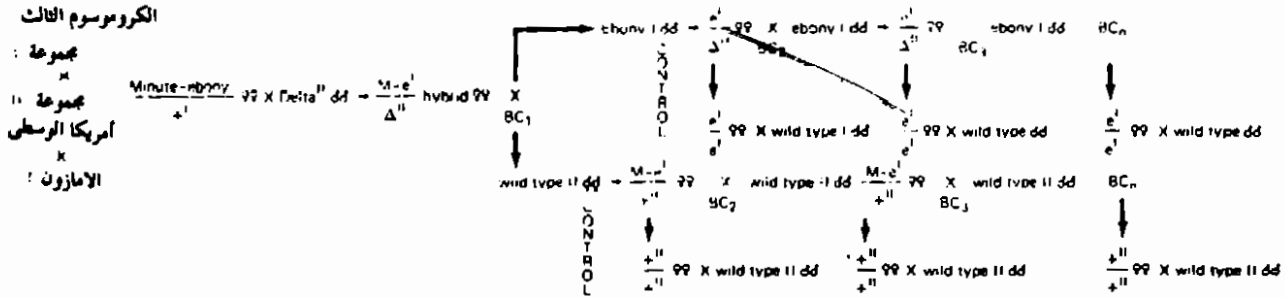
طبقت فى الشكل بالنسبة للكروموسوم الثالث على سبيل المثال . ويتركز الغرض من التجربة فى نقل أحد الكروموسومات المعلمة ليصير وسط خلفية وراثية (نووية وسيتوبلازمية) لأحد اشباه الأنواع الغريبة . ثم الحصول على النسل الخاص بالتهجينات الرجعية بتهجين إناث الجيل الأول الهجينة التى تحمل على الكروموسوم الثالث الجين المعلم مع ذكور كل من اشباه الأنواع الأبوية . كررت التهجينات الرجعية فى ثلاثة أجيال متتابعة ، تم ذلك دائماً بانتخاب الإناث التى تحمل الكروموسومات الآتية من شبه النوع الغريب . وقد أجريت سلسلتين من التهجينات الرجعية المتكررة لكل مجموعة من اشباه الأنواع الأبوية . والإناث الهجينة فى الجيل الأول من التهجين بين أشباه النوعين B,A من الواضح أنهما تحتويان كروموسوم A وكروموسوم B من كل زوج ، أما الذكور الهجينة فإن كروموسوم X بها يكون من الأم وكروموسوم Y يكون من الأب ، أما الكروموسومات الجسمية فواجد من A والآخر من B . وعند تهجين الأنثى الخليطة A/B تهجينات رجعية لذكور A فإنه يحدث ابدال لجميع كروموسومات B ما عدا إحداها المعلم وراثيا تدريجيا ، والسبب فى ذلك أن الانتخاب يحدث لهذا الكروموسوم الذى يحمل الجين المعلم . وفى التهجين الرجعى للذكور B فإن الكروموسومات A يتم التخلص منها . أما فى التهجين الرجعى الثالث فإن معظم الحشرات تحمل كروموسومات شبه نوع واحد فقط فيما عدا الكروموسوم الغريب الذى يحمل الجين المعلم (وأحيانا أيضاً الكروموسوم الغريب Y) كما هو مفصل فى جدول ٥ - ٢ .

والتهجينات الضابطة **control** تضمنت استعمال أخوات من نفس الأم فى السلاسل التجريبية ، ولكنها لا تحوى الكروموسوم الغريب أو الأجنبى الذى يحمل الجينات المعلمة . وكانت النتيجة هو تشابه النسل التجريبى عدا تواجد الكروموسوم الغريب فيها .

وفى معظم الأمثلة ، فإن الكروموسوم الأجنبى يحتوى على جين طافر مفرد والذى يستخدم كعلامة ، وقد اعتبرت هذه الطريقة التجريبية كافية لسببين (١) متى وجد أكثر من علامة فإن العبور بين أزواج الكروموسومات المتشابهة قد ثبط فى الهجن بين أشباه الأنواع (٢) أشباه الأنواع التى تضمنتها هذه التجارب اختلفت فيما لا يقل عن انقلاب واحد فى الأذرع الخمس لكروموسوماتها . (دوبزانسكى وبافلوفسكى **Dobzhansky and Pavlovsky** ١٩٦٢) وعلى ذلك فإنهالا تزدوج معا بانتظام أو تسمح بعبور بين الأزواج المتشابهة . هذا لا يعنى بالضرورة احتمال استبعاد بعض العبور الذى يحدث فى الهجن ، ولكن نسبته غالبا قليلة .

شكل ٥ – ٤ : التوزيع الجغرافى لشبه النوع دروسوفلا بوليستورم . قد يكون سلفا أنريا (عن دوبزانسكى وبويل Dobzhansky and Powell ١٩٧٥) كمثال واحد فعلى تزينداد توجد ثلاثة اشباه أنواع متصاحبة ومنعزلة تكاثريا

ومع أن دور كل كروموسوم قد حلل فى أكثر من تهجين بين العشائر ، فإن مجموعة واحدة من البيانات قد وضعت كعينة على سبيل المثال . ولاختبار تأثيرات الكروموسوم الأجنبى الثالث على سلوكيات التفضيل الجنسى ، فإن إناث من الأمازون خليطة التركيب الوراثى للجين دلتا **Delta** (تعريق الجناح) على الكروموسوم الثالث هجنت مع ذكور من أمريكا الوسطى والتى تحمل على أحد الكروموسومين من الزوج الثالث الجين السائد دقيق **Minute** (الشعيرات) والجين المتنحى ابنوسى **ebony** (لون الجسم) . وفى الجيل الأول فإن الإناث دلتا/ دقيق – ابنوسى استخدمت كأمهات لإنتاج نسل التهجينات الرجعية . واستخدمت اخواتها لاختبارات التفضيل التزاوجى



شكل ٥ – ٥ : تهجينات وتهجينات رجعية تتضمن الكروموسوم المعلم الثالث فى النوع المركب دروسوفلا بوليسترم .

جدول ٥ – ٢ النسبة والنسبة المئوية لتخفيفات الكروموسومات الأجنبية فى التهجينات الرجعية المتكررة (BC_1.... BC_n) بين شبه النوع A وشبه النوع B هو الأب الرجعى

	الكروموسومات المعلمة		الكروموسومات غير المعلمة		نسبة A المئوية فى الجينوم الكل	نسبة B المئوية فى الجينوم الكل
	A	B	A	B		
F_1	1/2	1/2	1/2	1/2	50.0	50.0
BC_1	1/2	1/2	1/4	3/4	33.3	66.7
BC_2	1/2	1/2	1/8	7/8	25.0	75.0
BC_3	1/2	1/2	1/16	15/16	20.8	79.2
BC_n	1/2	1/2	$1/2^{n+1}$	$1 - (1/2^{n+1})$	$(0.5 + 1/2^n)/3$	$1 - [(0.5 + 1/2^n)/3]$
مجاميع ضابطة للمقارنة						
BC_2	0	1	1/8	7/8	8.3	91.7
BC_3	0	1	1/16	15/16	4.2	95.8
BC_n	0	1	$1/2^{n+1}$	$1 - (1/2^{n+1})$	$(1/2^n)/3$	$1 - [(1/2^n)/3]$

* انظر شكل ٥ – ٤ لأخذ فكرة موجزة عن هذه التهجينات بين العشائر المتضمنة الجينات الطافرة المعلمة :
المصدر : **Ehrman, 1960a** .

لهجين الجيل الأول (الجين ابنوسى يبعد حوالى ٥٠ وحدة عبورية عن الجين دقيق واستخدم هنا كتأكيد على التثبيط الذى يحدث للعبور فى الهجن) . والبيانات موضحة فى جدول ٥ – ٣ . وقد تقبلت إناث الجيل الأول الهجينة الذكور من أمريكا الوسطى ، فى حين ظهر أن ذكور الجيل الأول الهجينة كانت محايدة . وقد ظهر من نسل الهجن الرجعية أن التفضيل الجنسى للهجن كان لشبه نوع الأب الرجعى . وعلى ذلك يبدو أن الكروموسوم الثالث بمفرده ليس متحكما فى التفضيل الجنسى فى هذه التهجينات . ففى الحقيقة فى التهجين بين حشرات الأمازون وحشرات وسط أمريكا ، فإن التفضيل الجنسى كان مرجعه إلى مدى مساهمة شبه النوع بأكثر من نصف الجينوم ، فلم يتضح أن أى من الكروموسومات كان له أهمية أكبر من الكروموسومات الأخرى (أرمان **Ehrman** ١٩٦١) . والعزل الجنسى المدروس هنا ، حيث يكون التزاوج بين إناث وذكور من عشائر دروسفلا بوليستورم المختلفة أقل نجاحا من إجراء التزاوجات داخل كل عشيرة ، يبدو أنه محكوم بالعديد من الجينات الموزعة على كل من أزواج الكروموسومات الثلاثة . وتشابه هذه الحالة مع الانتحاء الجغرافى (الذى نوقش فى الفصل الثامن) يبدو واضحا .

جدول ٥ - ٣ الملاحظات المباشرة على تزاوجات لاختبار أثر الكروموسوم الثالث فى الباء الوراثى للعزل الجنسى بين سلالتين من دروسوفلا بوليسورم .

	العدد	الاقتران مع		χ^2	p
		CA	Am		
اختبارات الإناث الهجينة					
F_1	19	17	2	10.3	<0.01
التهجينات الرجعية لأب من أمريكا الوسطى					
BC_1	20	18	2	11.3	<0.01
BC_2	20	19	1	14.5	<0.01
BC_3	20	19	1	14.5	<0.01
التهجينات الرجعية لأب من الأمازون					
BC_1	20	2	18	11.3	<0.01
BC_2	20	1	19	14.5	<0.01
BC_3	20	1	19	14.5	<0.01
اختبارات الذكور الهجينة					
F_1	20	8	12	0.5	0.70–0.50
التهجينات الرجعية لأب من أمريكا الوسطى					
BC_1	20	14	6	2.5	0.20–0.10
BC_2	20	19	1	14.5	<0.01
BC_3	20	19	1	14.5	<0.01
التهجينات الرجعية لأب من الأمازون					
BC_1	20	2	18	11.3	<0.01
BC_2	20	2	18	11.3	<0.01
BC_3	20	2	18	11.3	<0.01

المصدر : Ehrman, 1961

والتوسع فى هذه التجارب يسلط الضوء على التباين السلوكى فى الهجن . فإناث الجيل الأول الخليطة الناتجه من تهجين شبه النوع اندين البرازيلى مع شبه النوع الأمازونى لم تتقبل أى غزل من الذكور (ارمان Ehrman 1960b) . وقد فشلت معظم التهجينات بين شبيهى النوعين المذكورين ، ويرجع السبب فى ذلك لوجود عزل جنسى قوى . ومع ذلك فبالتكرار والمحاولات الكثيرة ، أمكن الحصول على إناث وذكور هجينية حية . على أنه يجب التأكيد أن هذه الذكور والإناث كانت طبيعية سواء من الناحية التشريحية الظاهريةأوالداخلية . وحيث أن المساهمة الوراثية لكلا النوعين فى هذه الهجن لا تكون متوافقة فإن ذلك يؤدى إلى أن الأفراد الهجينية الناتجه لا يمكنها أن تمارس بنجاح التزاوج بنفس الكيفية المعتادة بالنسبة لهذا النوع .

وفى دراسة عن سلوك الحشرات الحية ميكروسكوبيا فى غرف ملاحظة خاصة ظهر أن الإناث الخليطة لم تتقبل أى غزل من الذكور بصرف النظر عن مدى شدة أو استمرارية هذا الغزل . وقد لوحظ أنها تنفر من الذكور من كلا شبه النوعين تماماً مثل اخواتها الهجينة . ويتم ذلك بأن تتخذ الإناث وضعا رافضا للعلاقة الغزلية وهى صفة مميزة فى دروسوفلا بوليستورم ، حيث تخفض الانثى رأسها وترفع مؤخرة بطنها فتكون الفتحة المهبلية فى وضع غير ملائم لأى من الذكور المقتربة .

أما الذكور الهجينة فإنها أقل أهمية فى هذا المجال حيث تكون عقيمة تماماً . ومع ذلك فإنه نادراً ما يتم الغزل بنجاح بينها وبين إناث من كلا شبه النوعين وكذلك مع اخواتها الخليطة . وقد اقترح فى هذا المجال أن عدم الموافقة فى السلوك الجنسى فى الإناث الهجينة يكون مفيدا جدا فى ميكانيكية العزل بين هذه الأنواع الابتدائية . وهذه الإناث الخليطة رغم احتمال خصوبتها ، حيث أن مبايضها تنتج بويضات ناضجة وطبيعية ، فإنها قد لا تتزاوج مطلقا . يجعل ذلك الحصول على نسل الهجن الرجعية مستحيلا لأسباب سلوكية بحته .

إذا كانت العشائر قد تشعبت وراثيا ، بحيث أصبحت تضم حالات معقدة من التأقلم المتصاحب وذلك نتيجة التأقلم لبيئات مختلفة . عندئذ فإن التبادل الجينى بين هذه العشائر يؤدى إلى تكوين تراكيب وراثية قليلة الكفاءة التأقلمية . ويعمل الانتخاب الطبيعى على بناء وتقوية عوائق التبادل الجينى بين العشائر الذى يؤدى التهجين بينها إلى فقد تكاثرى . هذه الطريقة تقلل أو تتحاشى ظهور هذه الهجن الأقل كفاءة (فيشر Fisher ١٩٣٠ ، دوبزانسكى Dobzhansky ١٩٤٠ ، ١٩٧٠) . وكبديل لذلك افترض مولر Muller (١٩٤٢) أن العزل التكاثرى يظهر عرضيا كناتج ثانوى للتشعب

الوراثى . فعندما تصير العشائر متأقلمة لبيئات مختلفة ، فإن ذلك يؤدى إلى اختلافها فى جينات أكثر فأكثر . ويظهر العزل التكاثرى كرد فعل لأن جينات كثيرة تكون متعددة الأثر . فبعض الاختلافات الجينية المنتخبة لأسباب متباينة أو نتيجة للتذبذب الوراثى العشوائى (رايت **Wright** ١٩٥٥ ودوبزانسكى **Dobzhansky** وسبانسكى **Spassy** ١٩٦٢) قد تؤدى إلى العزل كأعراض جانبية .

وقد جاء الدليل على أن الانتخاب يؤدى إلى تقوية العزل التكاثرى فى العشائر البرية نتيجة تجارب الاختيار المتعدد باستخدام حجرات تزاوج الينزواتيوكس **Elens-Wattiaux** والتسجيل عن طريق الملاحظة المباشرة (انظر قسم ٣ – ٢) . وقد حسبت معاملات العزل المتصل لأزواج من اشباه الأنواع التى تظهر فى نفس النطقة الجغرافية والتى تظهر فى مناطق جغرافية مختلفة ، فى التهجينات بين اشباه الأنواع التى تظهر فى مناطق جغرافية مختلفة فإن متوسط معامل العزل كان + ٠,٦٧ فى حين كان فى حالة اشباه الأنواع التى ظهرت فى نفس المنطقة + ٠,٨٥ (جدول ٥ – ٤) . وعلى ذلك فإن الأزواج التى تظهر فى منطقة واحدة تبدى عزلا جنسيا أكثر من الأزواج التى تظهر فى مناطق جغرافية مختلفة أو بمعنى آخر فإن أشباه الأنواع التى تعايش فى منطقة واحدة تكون أكثر عزلا تكاثريا من تلك التى تنشأ فى مناطق مختلفة . يعد ذلك أمرا معقولا ، حيث أن إنتاج عدد كبير من التهجينات يكون أمرا عديم الفعالية . الفصل العاشر سوف يوضح أهمية الانتخاب فى تقوية العزل التكاثرى فى اشباه الأنواع التى تظهر فى نفس المنطقة حيث يبدو كظاهرة عامة ، وهذا أوضحه ارمان **Ehrman** وزملائها (١٩٦٥) فى دروسوفلا بوليستورم .

وعلى ذلك فليس من المستغرب أن يقوى العزل التكاثرى عن طريق الانتخاب الصناعى معمليا (كوبمان **Koopman** ١٩٥٠ ونايت **Knight** وربرتسون **robertson** ودادنجتون **Waddington** ١٩٥٦) ، حيث أجرى كوبمان تجاربه على عشائر انتخابية فى أقفاص تحتوى على النوعين الشقيقين دروسوفلا بسيدواربسكيورا ودروسوفلا برسيميلس . كلا النوعين كان أصيلا لطفرة جينية متنحية لها مظاهر خارجية مرئية ، وعلى ذلك فإن كلا النوعين والهجن الناتجة منهما كان من السهل تميزهم . وقد تم استبعاد الحشرات البالغة الهجينة كل جيل ، وبدأت عشائر جديدة من النسل الغير هجينى . وبهذه الطريقة فإن كوبمان **Koopman** كان ينتخب نسل التهجين داخل النوع ويستبعد النسل الناتج من التهجين بين الأنواع . وقد حصل فى عدد قليل من الأجيال (خمسة إلى ستة) على سلالات من دروسوفلا بسيدواوبسكيورا ودروسوفلا

جدول ٥ - ٤ أعداد التزاوجات الملاحظة ومعاملات العزل المحسوبة لتهجينات أشباه الأنواع المتصاحبة والمتفرقة : العدد الكلى للتزاوجات الملاحظة ١,٦٩٥

السلالات	الأصل	الزيجات	المعامل
1. اندين × أمازونى	متصاحب	108	0.86 ± 0.049
	متفرق	100	0.66 ± 0.074
2. جوريانان × أمازونى	متصاحب	104	0.94 ± 0.033
	متفرق	109	0.76 ± 0.061
3. أورينوكان × أمازونى	متصاحب	106	0.75 ± 0.065
	متفرق	124	0.61 ± 0.070
4. جويانان × اندين	متصاحب	109	0.96 ± 0.026
	متفرق	102	0.74 ± 0.066
5. اندين × أورينوكان	متصاحب	100	0.94 ± 0.033
	متفرق	111	0.46 ± 0.084
6. جوريانان × أورنيوكان	متصاحب	104	0.85 ± 0.053
	متفرق	100	0.72 ± 0.069
7. أمازونى × وسط أمريكا nian	متصاحب	102	0.68 ± 0.072
	متفرق	103	0.71 ± 0.070
8. أورينوكان × وسط أمريكا ١	متصاحب	110	0.85 ± 0.052
	متفرق	103	0.73 ± 0.069
المتوسط (متصوحب) = 0.85			
المتوسط (متفرق) = 0.67			

المصدر : ارمان Ehrman ١٩٦٥

برسيميلس والتى أظهرت عزلا جنسيا كاملا بين النوعين . فى تجارب عشائر أقفاص التربية ذات المكررات الثلاثة سجل كوبمان النقص التالى فى النسب المئوية للنسل الناتج من الزيجات متباينة الجاميطات :

مكررات العشائر	الأجيال	النسبة المئوية للهجن
I	1	22.5
	5	5.1
II	1	49.5
	5	1.4
III	1	36.5
	6	5.2

وكانت نتائج نايت **Knight** وربرتسون **Robertson** ووادنجتون **Waddington** (١٩٥٦) أكثر إثارة حيث تمت تسجيلاتهم داخل نوع واحد فقط . وقد حصل هؤلاء العلماء بالانتخاب على سلالات بها درجة معنوية من الانعزال الجنسى ، وإن

كانت غير كاملة بالطبع ، من دروسوفلا ميلانوجاستر ، والتى لم تكن فى الأصل تظهر هذا المظهر ، وذلك بعد سبعة أجيال من الانتخاب والتخلص من النسل الناتج من التهجين بين السلالات لطفرات الجسم الابنوسى والجناح المختزل . وقد حصل هؤلاء العلماء على نقص فى الجزء الخليط من النسل الناتج من ٦٦ إلى ٣٨ فى المائة . وقد حصل كروسلى Crossley (١٩٧٥) أيضاً على تشعب من هاتين الطفرتين ومن التحليل المفصل لسلوك التزاوج (انظر باستوك Bastock ١٩٥٦ وقسم ٣ – ٢) فقد استنتج أن التمييز الانثوى والتغير فى الاستجابات الذكرية كانا من أهم أقسام العزل الجنسى .

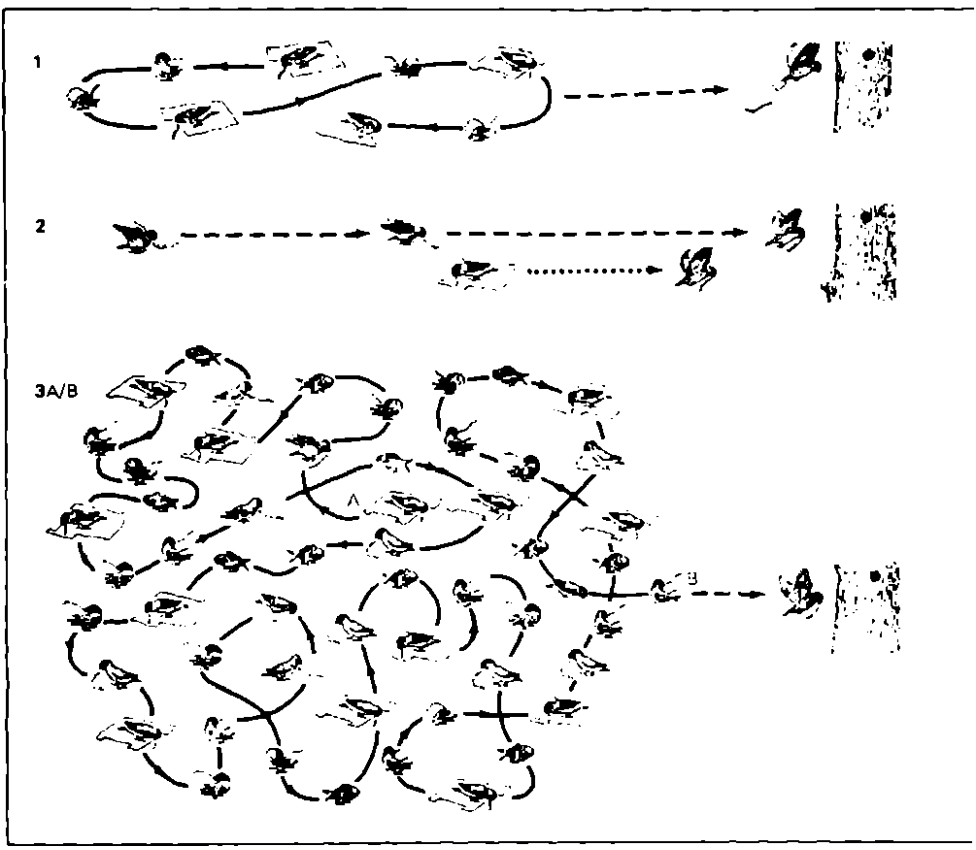
وقد حصل والاس Wallace (١٩٥٤) على نتائج مشابهة لنتائج نايت وربرتسون ووادنجتون (١٩٥٦) باستخدام طريقة مماثلة أساسا لطريقة كوبمان على طفرتى لون العين القشى straw والبنى الداكن sepia فى دروسوفلا ميلانوجاستر . وقد أدت ثلاثة وسبعون جيلا من الانتخاب المضاد للنسل الهجين إلى ظهور تزاوج غير اعتباطى بدرجة معنوية . وجد أن إحدى طرز الإناث sepia اعطت نسبة ٩ : ١ من الزيجات المماثلة والمختلطة مع ذكور sepia وذكور straw على الترتيب . وبالنسبة للإناث straw فقد شاركت فى التزاوج المتماثل والمختلط بدرجات متقاربة . وكمثال آخر على الانتخاب الطبيعى الذى يؤدى إلى العزل الجنسى ، والذى يتضمن فى هذه الحالة كروموسومات مركبة متباينة ، انظر ارمان (١٩٧٩) والمراجع السابقة المذكورة فيه .

وسوف يؤخذ سلوك الدروسوفلا مرة أخرى فى الاعتبار وبالتفصيل فى فصل ٨ ويكتفى هنا بالإشارة إلى مثال آخر عن تحليل العزل الجنسى بين شكلين ظاهرين من دروسوفلا ولستونى D.willistoni أحدهما يفضل التعذر على أسطح الأطعمة الرطبة والآخر على الأسطح الجافة . وقد اكتشف دى سوزا De Seuza ودى كونها Da Cunha ودوس سانتوس Dos Santos (١٩٧٠ و ١٩٧٢) أن هذا التعدد فى الأشكال المظهرية السلوكية يرجع لزوج من الجينات الجسمية ، وأكثر من ذلك فقد وجد تحت الظروف التنافسية أن الذكور التى تتعذر فى الأماكن الجافة تكون أكثر نجاحا فى تلقيح الإناث التى تتعذر فى أماكن مشابهة عن تلقيحها لإناث تفضل التعذر فى الأماكن الرطبة . وعلى ذلك فإن هذا هو المدى : الذى يبدأ منه الانتخاب الطبيعى أو الصناعى الموجة والذى يستمر فى التأكيد « حتى الاكتمال » بالعزل الجنسى (ذكرت أمثلة عديدة فى هذا القسم) ، إلى العزل الجنسى الذى يبنى بواسطة الانتخاب المشتت disruptive ، المؤدى إلى التباين (جبسون Gibson وثوداى Thoday ١٩٦٢ ، وفى المقابل اسكارلو Scharloo

١٩٧١) من النوع الملاحظ فى شكل ٥ – ١ والمتمثل أيضاً فى الأشكال المظهرية لدروسوفلا ولستونى ، إلى نشأة حالات تفضيل التزاوج داخل السلالات بدرجة أكبر من التزاوج بين السلالات فى دروسوفلا ميلانوجاستر والتى تنتهى باختلافهم فى عدد الشعيرات القوية والأشواك الموجودة على السطح الخارجى (بارسونز **Parsons** ١٩٦٥ a) ، وفى النهاية ظهور مبادىء للعزل الجنسى الغير معتمد على الانتخاب كناتج عرضى للتكيف والنمو والمعيشة على درجات حرارة وفى ظروف بيئية متباينة (ارمان **Ehrman** ١٩٦٤ ، ١٩٦٩) .

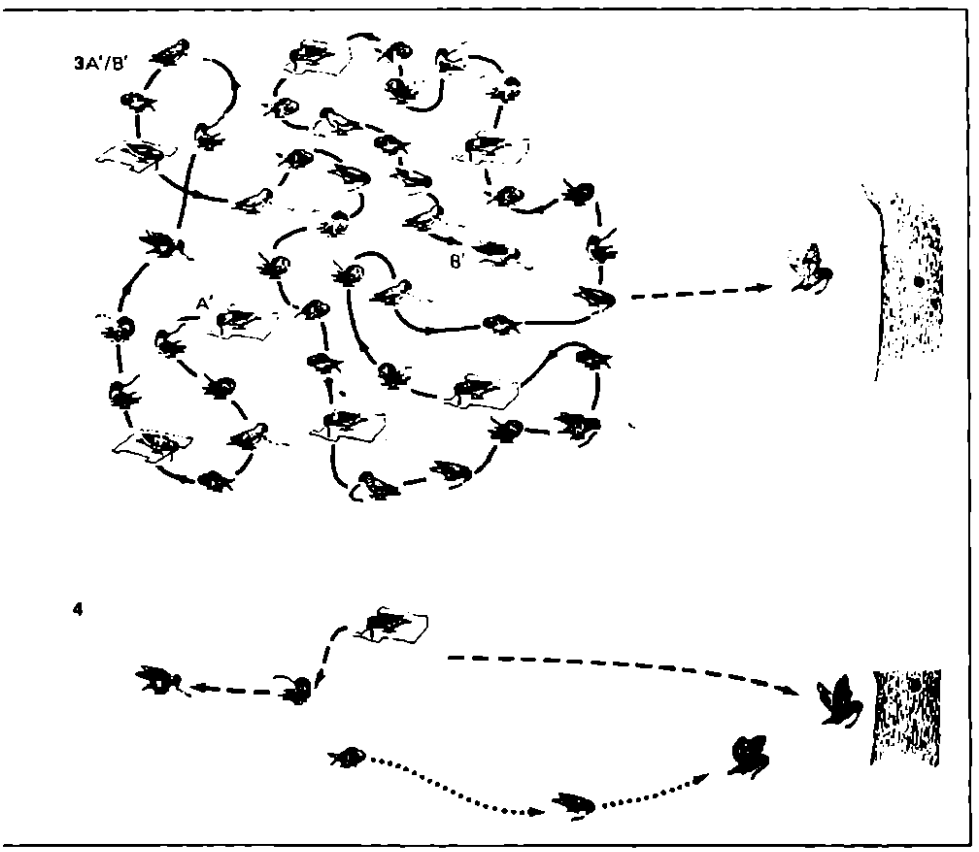
٥ – ٤ العزل فى طيور الحب

نجح ديلجر **Dilger** (١٩٦٢ **b,a**) فى الحصول على هجين بين نوعين من الببغاوات الأفريقية والتى تعرف باسم طيور الحب وهما **A.fischeri, Agapornis roseicollis** ، وهى ترلى وتعيش جيدا فى الأسر . وهى تستخدم كطيور مدربة للقيام بركوب القطارات الصغيرة ودفع العربات الصغيرة وتوزيع البريد ومرجع ذلك لسرعة تعلمها للسلوكيات الجديدة . من الممكن أيضاً تعليمها كيفية فتح أبواب الأقفاص والهروب من الأسر . ويمكن التهجين بين هذين النوعين ولكن الهجين بينها لوحظ أنه يواجه مشاكل فى بناء الأعشاش فإناث النوع **A.roseicollis** تحمل قطعا من لوازم بناء العش (ورق ولحاء



شكل ٥ – ٦ : بناء العش بواسطة الهجين من طيور الحب **A.roseicollis** × **A.fischeri** وتمثل طرازين من التوارث لطريقة حمل لوازم بناء الاعشاش (١) يرث الهجين طراز حمل عدة قطع فى وقت واحدة مدسوسة فى ريشه من النوع **A.roseicollis** (٢) ومن النوع **A.fischeri** يرث طرز حمل قطعة فى كل مرة (٣) عندما يبدأ الهجين لأول مرة فى بناء عشه فإنه يبدو مرتبكا تماما .

وأوراق شجر) وتدسها بين ريشها على ظهورها أو مؤخرتها . ويمكن للطائر أن يحمل فى المرة الواحدة عددا من هذه القطع ، كما يمكنه فى رحلة خاصة الاتيان بقطع بديلة لإصلاح العش عند انزلاق بعض قطعة . على الجانب الآخر فإن إناث النوع **A. fischeri** تنقل قطع اللحاء وأوراق الأشجار والأوراق والمواد المشابهة الأخرى مثل الأغصان الرفيعة بحمل قطعة واحدة فى منقارها فى كل رحلة إلى حيث تبنى عشها . والإناث الهجينة تحاول دائماً أن تدس مواد بناء الاعشاش فى ريشها ولكنها لا تنجح فى مهمتها بتاتا – ففى الحقيقة عندما يحاول الهجين بناء عشه فإنه يظهر ارتباكا (شكل ٥ – ٦) . من بين أسباب ذلك أن الطائر الهجين لا يمكنه دس هذه القطع ، وأنه أثناء دس هذه القطع تقع منه . وقد سجلت أخطاء عملية دس القطع حيث أنه كان يقبض على



الخطوط من أ إلى ب ومن أ/ إلى ب/ تشير إلى عدد الأنشطة الضرورية للهجين لاحضار قطعتين لموضع العش ، ويتجز العمل فقط عندما تحمل القطع منفردة فى المنقار . (٤) ويستغرق اكتمال سلوك حمل القطع بالمنقار فى الطيور الهجينة ثلاثة سنوات ، وحتى بعد ذلك فهى تقوم بجهود غير ناجحة لحمل مواد العش بين ريشها (عن ديلجر **W.C. Dilger The behavior of lovebirds. Copyright 1962 by Scientific American)**)

القطع بطريقة خاطئة مما يجعل من المستحيل قيامه بدسها فى ريشه . وتحركات دس القطع يمكن أن تتم بطريقة غير متناسقة كما تدس القطع غير المناسبة وربما فى محاولات الطائر المحافظة عليها فإنه يقرب منقاره من مؤخرته مما يجعله يندفع جريا للخلف . وفى الحقيقة فإن الطيور الهجينة تنجح فى نقل الأشياء بواسطة مناقيرها فقط وربما تحتاج لمدة ٣ سنوات لكى تتقن هذا السلوك . ولذلك فهى تبقى أقل فعالية من **A.fischeri** (شكل ٦ – ٥) . وهذه الفترة الطويلة لتعلم بناء العش عكس ما يحدث تماماً بالنسبة لهذه الطيور الهجينة من حيث تعلمها الحيل السلوكية الأخرى السابق ذكرها .

لم تعرض بيانات عن الجيل الثانى أو الأجيال الرجعية ، ولكن ديلجر **Dilger** يعتبر أن البيانات المتوفرة تؤدى جميعها إلى اقتراح أن يكون التحكم فى وراثة هذا السلوك مرجعه عديد من الجينات . ومن الواضح أن التحليل المفصل يحتاج أن يأخذ فى الحسبان المكونات المختلفة للسلوك التى يتضمنها بناء العش . والطيور الهجينة تكون وسطا لبعض الصفات السلوكية الأخرى أيضاً . « التحول الجانبى » يعد خطوة شائقة قبل الجماع فيبدأ الذكر بالاقتراب جانبيا من قرينته حيث يتجه نحوها ثم يبتعد عنها ، وغالبا ما يعكس اتجاهه عند كل اقتراب . وهذا يمثل ٣٢ فى المائة من النشاطات التى تحدث ما قبل الجماع لإناث **A.roseicollis** عندما تتزاوج مع ذكور من نفس نوعها و ٥١ فى المائة فى حالة تزاوج إناث **A.fischeri** مع ذكور من نفس نوعها . وهذا الرقم فى حالة تزاوج الأفراد الهجينة مع بعضها يكون وسطا (٤٠ فى المائة) . ولكن عند تزاوج ذكور هجينة مع إناث أصيلة من أنواع الآباء فإن الموقف يختلف حيث يكون : ٣٣ فى المائة لإناث **A.roseicollis** والذكور الهجينة من الجيل الأول و ٥٠ فى المائة لإناث **A.fischeri** والذكور الهجينة من الجيل الأول . وعلى ذلك فإنه يبدو أن موقفا ما يتمثل فى أهمية الاستجابة الانثوية فى التحكم فى النوع المرغوب من السلوك الذى يفطن إليه الذكور . زيادة على ذلك فإن بقية عروض ما قبل الجماع للذكور الهجينة تظهر نفس هذا النوع من نماذج التزاوج ولكنها بالدقة الكافية .

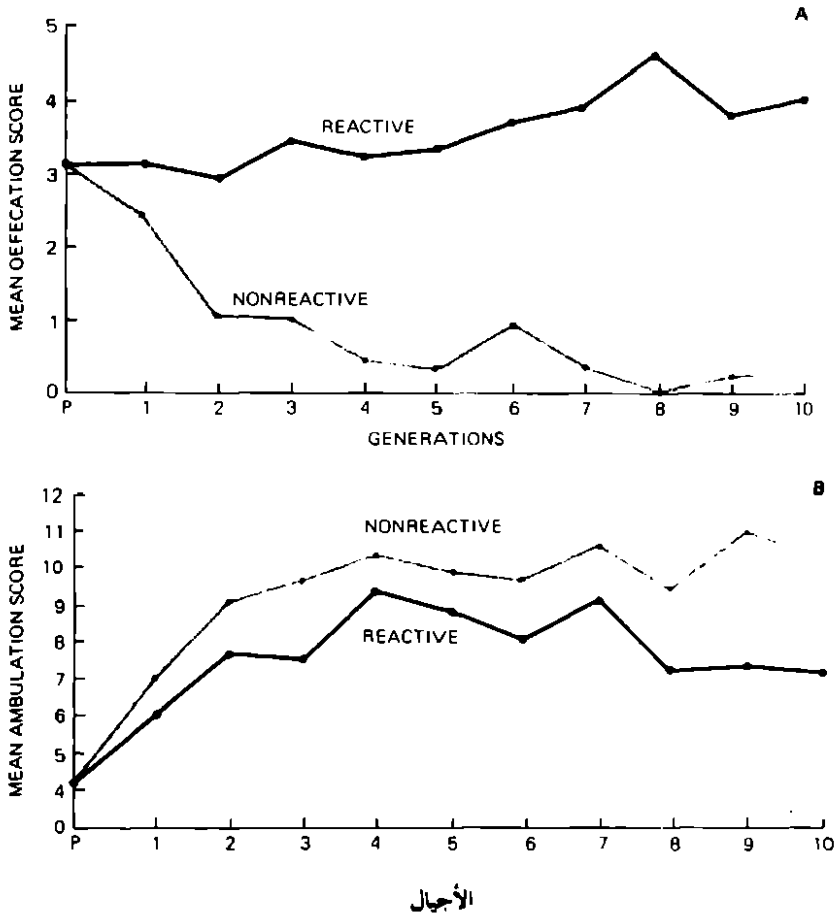
إن سلوك بناء العش ومغازلة ما قبل الجماع فى طيور الحب يمكن على هذا الأساس اعتباره تحت تحكم عديد من الجينات ولو أن الأمر يحتاج إلى عديد من التهجينات لمعرفة مزيد من التفصيل عن التحليل الوراثى . كما أن التعلم بالنسبة لهذه السلوكيات من الأمور الهامة جدا . فسلوك الهجن مثلا يتغير ببطء على مدى ثلاثة سنوات . وهى لا تتمثل فى سلوك الذكور تحت الدراسة فقط ولكن فى ردود الفعل أيضاً بين هذه الذكور والإناث المختلفة . وعلى ذلك فإن سلوك طيور الحب يمثل نموذجا فريدا من التعقيدات التى تجيز

وضع دراسة الوراثة السلوكية بالنسبة لأقسام الوراثة الأخرى . وهو بالتأكيد موضوع يستحق المزيد من البحث .

٥ – ٥ الانفعالية فى القوارض

عند مواجهة موقف جديد غير متوقع فالجرزان والفئران قد تتجمد أو تتبرز أو تتبول أو ببساطة تستكشف بيئتها الجديدة . وهذه السلوكيات سواء كانت منفردة أو متجمعة غالبا ما تستخدم فى قياس الانفعالية . وقد انتخب هول Hall (١٩٥١) للمعدلات العالية والمنخفضة من التبول والتبرز فى الجرزان وأنتج سلالتين أطلق عليهما « انفعالى » « وغير انفعالى » وذلك بالرجوع إلى معدلات تبولها وتبرزها . وقد أجرى برودهيرست Broadhurst (١٩٦٠) برنامج تربية انتخابى لعدد من الأجيال فى الجرزان ذات المعدلات العالية من التبرز « والذى أطلق عليها متفاعلة » ومنخفضة المعدل « غير متفاعلة » . وتسجيلات التبرز كان يجرى تقديرها بعدد جزئيات البراز المطرودة فى مكان محدد (ميدان أو حلبة arena) فى دقيقتين بالضبط . والسلالات العالية والمنخفضة أمكن الحصول عليها لسرعة تباينها . (شكل ٥ – ٧ أ) . والنتائج غاية فى الغرابة حيث أظهرت مختلف الاختبارات الاحصائية الحيوية وجود مكافئات وراثية (انظر قسم ٢ – ٢) ما بين ٥, و ١ للصفة . وعند نشر هذا العمل فقد وضح أنه ذو أهمية خاصة حيث أنه يوضح بدقة أكثر عما فى التجارب السابقة السهولة فى استخدام الطرق الاحصائية الحيوية للصفات الكمية السلوكية فى حيوانات التجارب . ومع أن التحليل لم يصل إلى المستوى الكروموسومى كما حدث فى بعض الأمثلة فى الدروسوفلا ، فالافتراض الأساسى للإحصاء الحيوى الوراثى – بناء وراثى معتمد على عديد من الجينات (توارث متعدد العوامل) – يعد صحيحا تماماً فى هذه الحالة .

وفى تجارب الانتخاب قد يكون من المرغوب فيه دراسة الاستجابات المتلازمة للانتخاب ، حيث أنها تعطى معلومات فى غاية الأهمية من الناحيتين السلوكية والوراثية . وقد حصل برودهيرست Broadhurst على معلومات متزامنة عن تسجيلات التحول والتى أمكن قياسها بعدد مرات ارتياد الجرز لأماكن معلمة من الحلبة فى مدة دقيقتين بالضبط (شكل ٥ – ٧ ب) . كانت هناك زيادة فى تسجيلات كلا السلالتين ولكن الزيادة فى تسجيلات السلالة الغير متفاعلة كان أكثر . وعلى ذلك فإن الانتخاب لتسجيلات التبرز كان له تأثير مميز على الصفة التى لم يجر لها انتخاب مباشر . وهناك إمكانيتين لتفسير ذلك : الأثر المتعدد والارتباط بين الجينات العديدة التى تؤثر فى كلا



شكل ٥ – ٧ : الانفعالية فى الجرذان (أ) متوسط تسجيلات التبرز فى الجرذان نتيجة التربية الانتخابية لأكثر من ١٠ أجيال (ب) متوسط تسجيلات التجول . الاستجابات المتلازمة فى سلالتين منتخبتين احداهما عالية والأخرى منخفضة فى تسجيلات التبرز فى (أ) (عن برودهيرست Broadhurst ١٩٦٠) .

الصفتين ، وهما فرضيتان تستحقان أخذهما فى الاعتبار . والحقيقة أنه يمكن استنتاج أن عددا من الجينات يمكن أن يؤثر فى كلتا الحالتين السلوكيتين : تسجيلات التبرز وتسجيلات التجول .

وقد درست نفس الصفتان السلوكيتان بواسطة دى فريز وهجمان **De Fries and Hegmann** (١٩٧٠) فى الفئران واستخدمت طرق إحصائية معقدة (قسم ٩ – ٢) والنتائج يمكن النظر إليها على أنها مشابهة لتلك المتحصل عليها بواسطة برودهيرست

Broadhurst وفى هذا المقام فقد كانت المكافآت الوراثية أيضاً ، ووجدت استجابات للانتخاب كما وجد أيضاً تلازما سالبا بين التبرز والنشاط . وبالتالى يمكن تفسير البيانات عن طريق نموذج وراثى مبنى على تحكم عديد من الجينات فى الصفة كما هو الحال فى البيانات السابقة عن الجرزان وفى الحقيقة يمكن استنتاج أن العديد من الصفات الكمية السلوكية تكون تحت التحكم الوراثى للعديد من الجينات ، إلا أنه فى بعض الحالات الاستثنائية فقد تكون الصفات السلوكية ذات علاقة بمواقع محددة واضحة . وهذا أساسا يخص تعدد الأثر للمواقع التى تتحكم فى تباين لون فراء الفيران والجرزان (لمزيد من التفصيلات انظر فصل ٩) .

٥ - ٦ بعض الصفات السلوكية فى الكلاب

نشر سكوت وفولر Scott & Fuller (١٩٦٥) نتائجهما على عدد من التجارب الطويلة عن الاختلافات السلوكية بين سلالات من الكلاب ، والتى أثارت الاهتمام نتيجة لوجود اختلافات كبيرة بين السلالات ، وذلك بالإضافة إلى الاختلافات بين الأفراد التى أخذت كعينات من هذه السلالات ، والتى أجريت لتوضيح أهمية دور التوارث وقد أمكنهم فى بعض الأمثلة التوصل إلى نتائج تجريبية عن بعض نماذج التوارث . والتصميم التجريبى الذى اقترح بواسطتهم وضع تقسيما تبعا للتركيب الوراثى للكلاب مع تثبيت كل العوامل الأخرى ما أمكن . وقد درست خمسة سلالات نقية من الكلاب : التريز (كلب صغير ذكى) ذو الشعر السلكى wirehairad fox terrier والكوكر الأمريكى السبنيلى (كلب صغير) American cocker spaniel والباسنجى الأفريقى Zhetland sheep African basenis وكلب الغنم الشتيلى وكلب الصيد beagle shetland sheepdag . وقد وجدت اختلافات بين هذه السلالات لجميع الصفات السلوكية التى درست . وربما كان أكثرها إثارة وتفصيلا هو ما بين الكوكر السبنيلى والباسنجى . وسوف تتعلق المناقشات فى هذا القسم بهاتين السلالتين والهجن العديدة التى أجريت مع الاعتماد على تجارب سكوت وفولر (١٩٦٥) .

وقد انتخب الكوكر السبنيلى فى الماضى لعدم العدوانية ولمقدرته لكى يكون إليفها مع الناس . وعلى الجانب الآخر فإن الباسنجى يعد شديد العدوانية ، إلا أنه ليس بدرجة التريز ذو الشعر السلكى . وعلى العكس من الكوكر السبنيلى فإن صغار الباسنجى التى تربى تحت الظروف القياسية شديدة الخوف من الإنسان فى عمر ٥ أسابيع ، كما يتضح ذلك من جريها بعيدا ونباحها ومحاولتها العض وعموما فهى تتصرف مثل جراء الذئاب .

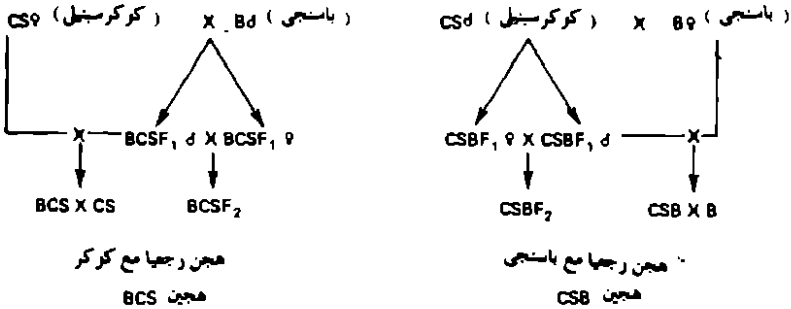
ومن الطبيعى أن يكون لهذه الحيطة والحذر قيمة بقائية فى قرى الأحراش الأفريقية . وقد استخدمت فى الصيد بواسطة الأقزام وبعض القبائل الأفريقية الأخرى . واسم الباسنجى هو من اللغة المحلية اللنجالا التى تستخدم فى وسط الكونجو ويعنى « رجال الادغال » وسميت الكلاب أيضاً بهذا الاسم وذلك لانتمائها لرجال الادغال . وينظر إليها على أن أهم أغراضها المعاونة فى عمليات القنص ولا تلائم أى من الأقسام المعروفة فى السلالات الأوربية . ومع ذلك فهى تحت الظروف المعملية ، حيث يمكن الملاحظة والرعاية فى أعمار صغيرة ، فإن جراء الباسنجى تألف بسرعة بمعاملتها وملاصقتها مع الإنسان . ومن أهم الملامح الأخرى لكلاب الباسنجى كونها كلاب غير نباحة بمقارنتها بسلالات الكلاب الأخرى ، حيث تنبح فقط ، عندما تستثار بشدة ، وسرعان ما تتوقف . إما فى مواطنها الأصلية . ففى الليل تصدر ضوضاء مستمرة تعرف بالنحيب أو العويل .

جدول ٥ – ٥ صفات الكلاب الباسنجى والكوكر سبنيل

الصفات	باسنجى	كوكر سبنيل	النموذج الوراثى الغالب
التوحش والألفة			
التغادى والتعبير كرد فعل للتعامل	عال	منخفض	جين سائد واحد للتوحش
الكفاح ضد القيد	عال	منخفض	جين واحد مع انعدام السيادة
العدوانية الليلية عند عمر ١٣ إلى ١٥ أسابيع	عال	منخفض	جينان مع انعدام السيادة
النباح عند ١٢ أسبوعا	عال	منخفض	جينان سائدان للحدود المنخفضة
الحد الحرج من التنشيط			
الميل للنباح عند قليل من المرات	عال	منخفض	جين واحد مع انعدام السيادة
السلوك الجنسى (وقت الشباح)	سنوى	نصف سنوى	النموذج الباسنجى كجين متحى
الميل للهدوء أثناء عملية الوزن	منخفض	عال	جينان متحيان للميل العالى

المصدر : سكوت وفولر Scott & Fuller ١٩٦٥ .

وآمكن ملاحظة هذا السلوك فى تجارب سكوت وفولر على الكلاب . ويمثل شكل ٥ – ٨ صورا لكلاب الكوكر السبنيل والباسنجى وكذلك الهجن الناتجة منهما . وفى جدول ٥ – ٥ يوجد وصفا مختصرا لأهم الصفات لكلتا السلالتين . والنموذج الوراثى الغالب وضع على أساس الهجن التالية :



وقد هجنت السلالتين عكسيا لتعطى الجيل الأول من كلا التهجينين ومنها نتج الجيل الثانى للحالتين . ومن الجيل الأول ذو الأم كوكر سبنيلى أجرى تهجين رجعى للسلالة كوكر سبنيلى وكذلك الجيل الأول ذو الأم باسنجى أجرى له تهجين رجعى مع السلالة باسنجى .

وتتمثل درجة التوحش فى الكلاب الباسنجى فى اثنين من الصفات السلوكية أولاهما هو عملية التفادى والتهرب كرد فعل للامساك عند التعامل معها عندما تكون جراء صغيرة ، أما الآخر فهو كفاحها حيال التحرر من القيد . ويظهر ذلك جليا أثناء عملية التدريب على وثاقها . وفى اختبار عملية التفادى والتهرب كرد فعل للتعامل فإن الامساك يعد اختبارا متوسط القوة إذا ما قورن بالمنبهات القوية التى قد تؤدى للخوف الشديد للجراء الصغيرة . ومعظم كلاب كوكر سبنيلى لا تظهر أى خوف وعلى العكس من ذلك فتظهر كل كلاب الباسنجى بعض الخوف السلوكى . وفى الجيل الأول فإن السلوك يكون مشابها لسلوك الباسنجى الذى يرجع لوجود جين سائد أو أكثر . والبيانات الملاحظة التى تأخذ فى اعتبارها جميع التهجينات تناسب افتراض وجود جين واحد سائد أكثر مما تناسب جينين سائدين . وعلى ذلك فإن التوحش فى الكلاب الباسنجى مرجعة لجين سائد . والجين المقابل الخاص بالتآلف فى حالة كلاب كوكر سبنيلى يكون متنحيا . واعتماد على نتائج سكوت وفولر فإن كفاح الكلاب للتحرر من القيد عند وثاقها يمكن تفسيره على أساس جين واحد منعدم السيادة . ولو أن الأمر يبدو أكثر تعقيدا حيث توجد اختلافات كثيرة بين نوعى العشائر الممكنة فى الجيل الأول – أنثى باسنجى × ذكر كوكر سبنيلى بمقارنتها بأنثى كوكر سبنيلى × ذكر باسنجى – ومثل تلك التهجينات تميل لتسلك سلوكا مشابها للأمهات مما يؤدى إلى اقتراح إمكانية وجود ظاهرة التأثيرات الأمية (انظر قسم ٦ – ٦) .

شكل ٥ ـ ٨ : الكلاب الهجينة : العلوى إلى اليسار ذكر باسنجى × انثى كوكر سبيل . والعلوى لليمين : نسلهم من الذكور والإناث . الأسفل إلى اليسار ذكر كوكر سبيل × انثى باسنجى . والأسفل إلى اليمين نسلهم من الذكور والإناث . وترى الذكور على يسار الإناث (عن : **J.P. Scott and J.L. Fuller. Dog Behavior : The Genetic Basis. c 1965 by the University of Chicago.**

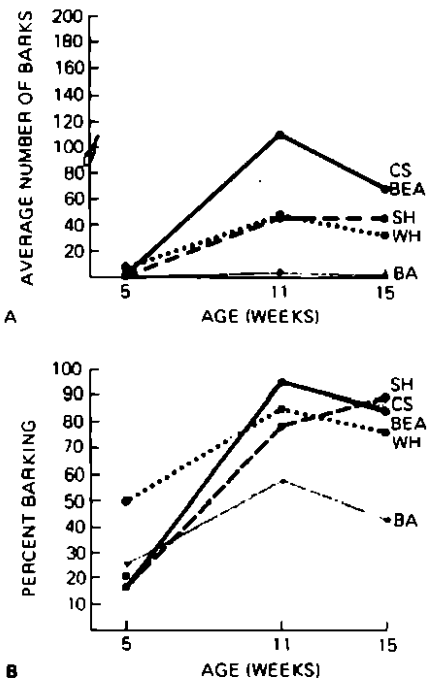
والعدوانية التمثيلية جرى تقديرها عن طريق الامساك بالكلاب فى أعمار من ١٣ إلى ١٥ أسبوعا . ومن صفات الجراء أنها تندفع تجاه ممسكها أو تقفز نحوه ونحو يده لتمثل محاولة العض . وعند ضرب الجرو بخفه فإنه عادة ما يدور وينبش ويتصارع مع اليد الموجودة برفق . وقد استنتج سكوت وفولر أن نموذج التوارث فى حالة العدوانية التمثيلة لا يمكن تفسر ببساطة بينما جينين جين مع انعدام السيادة لشرح البيانات لا ينفى إمكانية وجود نموذج أكثر تعقيدا للتوارث .

وقدرات النباح كان يجرى تقديرها باختبار السيادة الذى كان يجرى على زوج من الجراء فيسمح لهما بالتنافس لمدة ١٠ دقائق على عظمة . وخلال هذه الفترة كان يجرى تسجيل التعبيرات التى تتضمن النباح عند أعمار ٥ و ١١ و ١٥ أسبوعا . ويظهر شكل ٥ – ٩ أ أن أقصى قدر من النباح من الممكن حدوثه لجميع السلالات عند عمر ١١ أسبوعا فيما عدا كلاب الغنم الشيتلى الذى يبلغ العمر بالنسبة لها ١٥ أسبوعا . وعند عمر ١١ أسبوعا فإن كوكر سبنيلى كان أكثر نباحا وأقلها هو الباسنجى . والسلالة المختبرة من الباسنجى ليست عديمة النباح كلية (شكل ٥ – ٩ ب) .

هذه الصفة السلوكية البسيطة تكون ذات شقين كما جرى تحليلها بواسطة سكوت وفولر : (١) الحد الحرج من التنبيه الذى يبدأ عنده النباح والذى يكون غالبا مرتفعا فى الباسنجى ومنخفضا فى كوكر سبنيلى . (٢) الميل للنباح مرات قليلة (باسنجى) عندما يتم استثارته والنباح المستمر (كوكر سبنيلى) (أقصى عدد مرات النباح التى سجلت لكوكر سبنيلى فى ١٠ دقائق كان ٩٠٧ أو أكثر من ٩٠ مرة فى الدقيقة) .

وبالنسبة للحد الحرج من التنبيه ، فإن الجيل الأول يكون مشابها لكوكر سبنيلى مما يوضح وجود سيادة تامة للحد الحرج من الاثارة الأقل . ورغم أن افتراض توارثها عن طريق جين واحد سائد يناسب تفسير البيانات بدرجة كافية ، فإن افتراض وجود جينين سائدين مستقلين عن بعضهما يبدو أفضل نوعا (جدول ٥ – ٥) . ومع ذلك فهذا لا ينفى أبدا وجود عدد كبير من الجينات ، ولكن الأمر يحتاج إلى تجارب أكثر تعقيدا تدخل فى الحسبان عددا من الجينات المعلمة لاستخدامها فى الاختبارات .

وبالنسبة لهذه الصفة فإنه لا يوجد خلاف كبير بين الجراء المولودة لأم باسنجى عن تلك المولودة لأم كوكر سبنيلى ، وعلى ذلك فإن الارتباط بالجنس أو التعلم من الأم ليس مهما . وفى حالة الميل لزيادة النباح فإن حيوانات الجيل الأول تكون وسطا بين السلالتين الأبويتين ، وكذلك فحيوانات الجيل الثانى تشبه لحد كبير حيوانات الجيل الأول . وعلى ذلك فإنه يمكن شرح البيانات على أساس وجود جين واحد مع انعداء



شكل ٥ – ٩ : اختلافات النباح بين سلالات الكلاب . حدوث النباح أثناء اختبارات السيادة عند أعمار مختلفة (أ) متوسط عدد النبحات (ب) النسبة المئوية للكلاب النابحة (BA) باسنجى BEA كلاب الصيد CS كولرسبيل SH كلب الغنم الشيتل WH الكلب اللئيس (عن سكوت وفولر ١٩٦٥) .

السيادة . ومن الواضح أن حالة عدم النباح تتضمن ميكانيتين وراثيتين فالكلب لن يزيد فى نباحه إذا كان ينبح كلية وعلى ذلك فوجود صفة مشروط بوجود الأخرى . ولذلك فمن الأمور المهمة – أن زيادة فهم البنيان الوراثى للصفات الكمية ربما يتأتى من تقسيمها إلى مكوناتها قبل إجراء التحليل الوراثى . ونحن ننصح بذلك .

وإناث الباسنجى تكون دورة الشياع بها سنوية وتأتيها فى وقت مقارب للاعتدال الخريفى ، أما معظم السلالات المستأنسة فإن دورة شياعها تأتيها فى أى وقت وتكون نصف سنوية يفصل بينها ٦ شهور . وقد استنتج أن دورة الشياع فى الباسنجى يحكمها عامل متنحى ، ولكن لا يمكن استبعاد وجود أوضاع أكثر تعقيدا .

وبالنسبة لتوارث الميل للهدوء أثناء عملية الوزن عند أعمار من ١٤ إلى ١٦ أسبوعا ، فإن نتائجه كانت متوافقة مع وجود جينين وقد ظهر أن ميل كوكر سبنيل كان متنحيا للباسنجى .

ويظهر جدول ٥ – ٥ أن توارث هذه الصفات السلوكية يمكن شرحها على أساس وجود جين واحد أو جينين ، وإن كانت هناك دلائل أيضاً لوجود تعقيدات أكبر فى طبيعة توارث هذه الصفات . أو بمعنى آخر فنحن نواجه موقفا وسطا بين الوراثة المندلية

البسيطة التى شرحت فى الفصول السابقة والوراثة التى يحكمها عديد من الجينات التى نوقشت فى بداية هذا الفصل . وقد نظر سكوت وفولر للنتيجة بدهشة حيث أكدا أن الصفة الشديدة التعقيد مثل السلوك يكون متوقعا أن يتأثر بالعديد من الجينات ، ولكن البرهان يثبت أن ذلك ليس بالضرورى . فسلالتى الكلاب المعنيتين ، قد عزلتا عن بعضهما لفترات طويلة ، ولذلك فما من شك فى أنهما قد تعرضتا لضغوط انتخابية مختلفة فى بيئات مختلفة ، وأدى ذلك إلى الاختلافات السلوكية الملحوظة . وإذ أدى ذلك إلى تراكيب وراثية أصيلة للصفات التى نوقشت (ونادرا ما يحدث الانعزال أو لا يحدث البته داخل السلالات المرباه) ، عندئذ وبفرض وجود جين أو جينين رئيسين للتحكم فى كل صفة من الصفات ، فإن النتائج المتحصل عليها تكون معقولة . على أنه يجب أن يلاحظ أيضاً أن الصفات السلوكية الأخرى فى الكلاب – تكون ذات طبيعة معقدة على وجه العموم عن الصفات التى نوقشت – ويكون من العسير تفسيرها على أسس مندلية وذلك لتداخل دور البيئة والتى لها أثر كبير فى الصفات السلوكية .

وحتى إذا أمكن التحكم فى البيئة بطريقة شاملة ما أمكن فإن جزءا كبيرا من التباين يمكن ارجاعه إلى مصادر غير وراثية . أما إذا لم يكن بالإمكان التحكم فى البيئة فإن تأثيرات الجينات الكبرى فقط يمكن التوصل إليها خلال الانتخاب التجريبى الدقيق .

ونسجل هنا الثناء كل الثناء لسكوت وفولر وتلاميذهما ومساعديهما . فلابد من تحيتهم لعملهم الدائب ومجهوداتهم التى انفقوها فى ملاحظة هذه السلوكيات التى اختاروا دراستها خلال عمليات التكوين والتميز فى حيوان معقد ، ولوضعهم لطريقة مثمرة ومتميزة لتخدم مداخلهم لدراسة وراثة السلوك بما يشبه طرق الوراثة التكوينية . وحديثا اهتم سكوت وستوارت ودى غيث **Scott, Stewart, and Deghett** (١٩٧٣) وكورسون **Corson** (١٩٧٩) بدراسة الاحباط وتغير النشاط وطرق العلاج المناسبة فى سلالات الكلاب (انظر قسم ١١ – ٩) ، وبالأخص بين هجين **Telomian** وكلاب الصيد آباء هذين الجينين يبديان استجابات سلوكية مختلفة لعقار الامفينامين (عقار منشط للجهاز العصبى المركزى يؤدى إلى اعتدال المزاج : انظر قسم ٩ – ٧) واستجابات لهجن الناتجه منهما تجمع بين صفتى الآباء .

فى الفصلين ٦ و ٧ وما بعدهما نوقشت باستفاضة الصفات التى يحكمها بوضوح العديد من الجينات والمادة العلمية فى هذا الفصل تعطى وصفا للقنطرة بين الصفات التى من الواضح أنها ترجع لتحكم جينات كبرى وتلك التى تحكمها الجينات العديدة ، والأمثلة المختارة تغطى بالتالى هذا المجال .

٥ – ٧ الجانبية فى الدروسوفلا والفأر والإنسان .

تتجه الآن لمثال يكون وجود الوراثة فيه غير واضح . فقدوجدت تحيزات عدم التماثل الجانبى للصفات الظاهرية والسلوكية . ومن الأمثلة الظاهرية الواضحة (ذات النتائج السلوكية) عدم تماثل زوج المخالب فى سرطان البحر **Homarus americanus** وحالات عدم التماثل السلوكى المعروفة فى الطيور المختلفة وفى الثدييات بما فيها الإنسان (استخدم كف أو مخلب أو يد معينة) . استخدام اليد فى الإنسان له علاقة بالتكوين الغير متماثل للمخ (الشرح التفصيلى فى : ديموند وبليزارد ١٩٧٧ **Dimond and Blizard** وهارناد وآخرون ١٩٧٧ **Harnad et al.,**) . والسؤال هو عن إمكانية المكونات الوراثية للجانبية فى كل من الدروسوفلا والفأر والإنسان .

الدروسوفلا

اتضح فى قسم ٥ – ١ أن الصفة التى يكون لها بعض الأساس الوراثى ينتظر استجابتها للانتخاب ، وسبب ذلك ببساطة أن انتخاب الأشكال المظهرية المتطرفة يؤدى إلى انتخاب تراكيب وراثية متطرفة أيضاً .وقداختارت ارمان وآخرون **Ehrman et al.** (١٩٧٩) اثنتين من السلوكيات كأهداف انتخابية : طى الجناح واختيار اتجاه المتاهة . فمن صفات الدروسوفلا أنها تطوى أحد جناحيها على الآخر أثناء ركونها إلى الراحة . ومن صفات الفرد الثابتة أنه إما أن يطوى جناحه الأيسر على الأيمن أو العكس بالعكس . فإذا كان هناك مكون وراثى لهذا السلوك فإن انتخاب ذكور وإناث تطوى جناحها الأيسر على الأيمن لتكوين سلالة انتخابية وبالمثل انتخاب ذكور وإناث تطوى جناحها الأيمن على جناحها الأيسر سوف يؤدى إلى استجابات مشتته للانتخاب فى السلالتين . أو بمعنى آخر أنه عند تهجين إناث وذكور تطوى جناحها الأيسر على جناحها الأيمن سوف يؤدى إلى نسل معظمه يطوى جناحه الأيسر على جناحه الأيمن أكثر مما لو ترك الأمر للتزاوج الاعتباطى . ونفس التوقع ينتظر حدوثه إذا تم التزاوج بين أفراد تطوى جناحها الأيمن على جناحها الأيسر . واختيار اتجاه المتاهة المختبر فى متاهة مساحية على شكل حرف Y وعلى ذلك فالحشرات يمكنها أن تقوم بدورات يسرى أو يمنى . فإذا كان هناك مكونات وراثية لاختيار اتجاه المتاهة يكون متوقعا وجود استجابات انتخابية .

النتائج فى شكل ٥ – ١٠ واضحة . فالانتخاب لزيادة تعبير طى الجناح أو اختيار اتجاه المتاهة لم يعط استجابة موجبة لمدة تسعة أجيال هذا بالرغم من أن بعض الأفراد

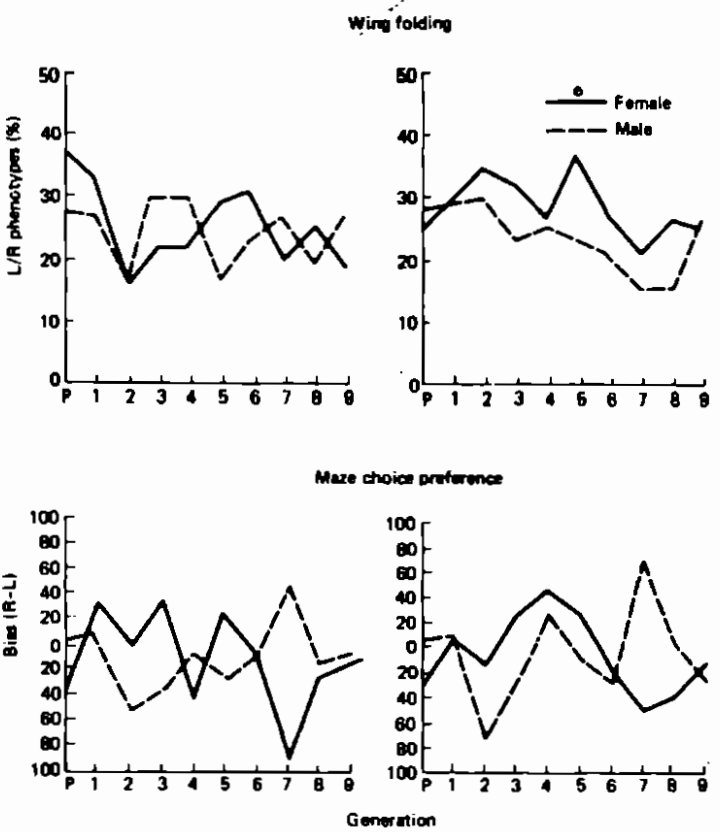
تبدى سلوكيات يسارية أو يمينية . وهذا يؤدى إلى اقتراح أن المكون الوراثى للجانبية فى الصفات السلوكية فى الدروسوفلا – إذا ما وجد – يكون ضئيلا .

ونحن لا نشعر بأن المكون الوراثى يمكن استبعاده كلية حيث أنه فى تجارب الانتخاب على عدم التماثل فى تجارب بردمور **Beardmore** (١٩٦٥) أمكن الحصول على تشتت بسيط بين السلالات المنتحبة كزيادة عدد الشعيرات على الجانب الأيمن والجانب الأيسر على الترتيب . وبالمقارنة بالتجارب التى نوقشت قبلا فى هذا الفصل والتى تتصف بسرعة الاستجابة للانتخاب فالموقف كان مختلفا بالنسبة للصفات الكمية الظاهرية الخاصة بعدم التماثل والذى كانت تظهر تشتتا قليلا بعد أجيال عديدة من الانتخاب .

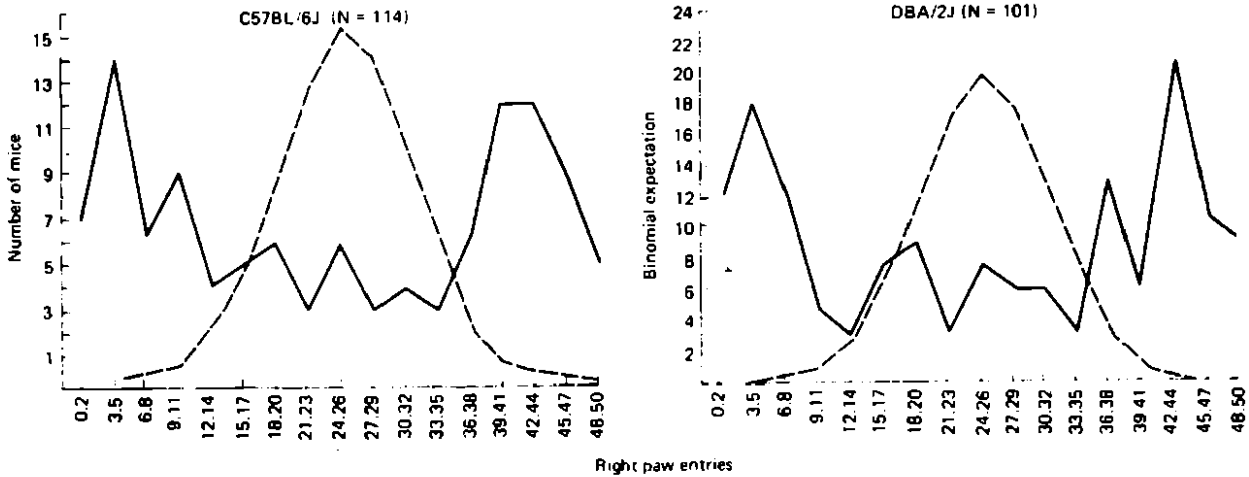
الفـأر

إن اختبار تفضيل الفأر الجائع لاستخدام كف معين من السهل التحكم فيه بأن يتعرض لعملية استرداد قطع من الغذاء من خلال أنبوبة ضيقة . وبالنسبة لهذا الاختبار فإن معظم الفيران تبدى تفضيلا محددا لاستخدام الكف الأيمن أو الأيسر ، لوحظ ذلك فى العديد من السلالات المرباه داخليا وكذلك من الهجن ، وكان احتمال تفضيل الأيمن أو الأيسر حوالى ٠,٥٠ فعلى سبيل المثال فإن السلالتين المربتين داخليا **DBA/2J** و **C57BL/6J** والتى تختلف فى عديد من الصفات السلوكية (فصل ٩) غالبا متماثلتين فى تفضيلهما لاستخدام الكف . ومثل هذه النتائج تؤدى إلى استبعاد وجود مكون وراثى معنوى فى تفضيل استخدام الكف (كولينز **Collins** ١٩٦٨) .

وقد أجرى كولينز **Collins** تجاربه بحيث لا يكون هناك تحيز باستخدام أنبوبة على شكل حرف **U** . وتكون أنبوبة التغذية هى جهاز الاختبار الذى يوضع فى مواقع ثابت على مسافة متساوية من الجانبين الأيمن والأيسر من الصندوق . وقد طور الجهاز ليكون هناك عوالم متميزة لليمين وعوالم متميزة لليسار ، وذلك بوضع أنابيب التغذية اليمنى أو اليسرى بحيث يكون من السهل التوصل إليها تبعا للاتجاه الجارى اختباره . وقد أظهرت معظم الفيران تفضيلا ثابتا تجاه العالم موضوع التحيز ، فى حين أن ١٠ فى المائة أظهرت جانبية عكسية . وبوضع الفيران المختبره سابقا فى عوالم ذات تحيز عكسى بالمقارنة بالاختبار الأول اتضح أن صفة استخدام أحد الكفين فى الفيران من المستبعد تعلمها خلال الاختبار . حيث يقبل الفأر على الاختبار ولديه مسبقا إدراك خاص بتفضيل استخدام إحدى كفيه .



شكل ٥ - ١٠ : الاستجابات للانتخاب لزيادة تفضيل الأيمن والأيسر فى الدروسوفلا ميلانوجاستر الخط الكامل استجابات الإناث والخط المتقطع = استجابات الذكور - الرسمان البيانيان العلويان يوضحان بجلاء عدم وجود زيادة فى سلوك طى الجناح لمدة تسعة أجيال من الانتخاب . الرسمان السفليان يمثلان سلوك تفضيل اختيار المتاهة يوضح زيادة فى التفضيل الجانبى للدورات اليسارية للإناث والدورات اليمنية للذكور كلاهما يصل إلى قمته عند الجيل السابع والزيادة الملاحظة لا تلبث أن تختفى كلية فى الجيل التاسع . (عن : ارمان **Ehrman**, وتومبسون **Thompson** وبيريل **Perelle** وهيس **Hisey** (١٩٧٨) .



شكل ٥ - ١١ : نسبة توزيع (الخط المستمر) تسجيلات التفضيل الجانبي لمجموعتين من ذكور سلالتين مربيتين داخليا في الفيران . وكان قياس التفضيل بعدد المرات التي استخدم فيها الكف الأيمن لسحب الطعام من الأنبوبة الضيقة . الخطوط المقطعة تمثل النسب المتوقعة رياضيا تبعا للتوزيع ثنائي الحد إذا لم يوجد التفضيل الفردي (عن كولينز Collins ١٩٦٨) .

وفى العوالم غير المتحيزة ، فإن إناث الفيران تكون أكثر جانبية من الذكور ، ذلك رغم أن توزيع الأفراد التى تستخدم الكف الأيمن والأيسر يكون متساويا فى كلا الجنسين . وعند اختبار الفيران عديمة الخبرة فى العوالم المتحيزة فإن الإناث كانت أكثر جانبية مما تفعله الذكور . هل يمكن أن يؤدى ذلك إلى اقتراح وجود أثرا لكروموسومات الجنس يؤدى إلى تقوية أو أضعاف الجانبية فى الفيران ؟ وحتى ولو كان ذلك حقيقة فلا يوجد برهان عن المكون الوراثى لعدم التماثل عند قياسه بواسطة بدائل اختيار اليمين أو اليسار .

الإنسان

يسود فى الإنسان استخدام يده اليمنى للتعبير فى مهاراته وتفضيلاته . والتحيز لليمين يبدو فى كل الثقافات الحاضرة تماماً مثل ما كان سائدا فى الثقافات المنقرضة .

قسم ٢ – ٤ أوضح إمكان اختباره وجود التحكم الوراثى بالمقارنة بين التوائم أحادية الزيجوت والتوائم ثنائية الزيجوت (انظر أيضاً فصل ٧) . كانت أزواج التوائم أحادية الزيجوت أكثر تشابها عن أزواج التوائم ثنائية الزيجوت . وقد لوحظ التأثير المعقد للتغير فى البيئات فى توائم النوعين .

وقد لخص كولينز **Collins** البيانات الخاصة باستخدام الأيدى فى الإنسان بوضعها فى جدول ووضع الأرقام قرين التراكيب الوراثية **L-L. R-L,R-R** لكلا من أزواج التوائم أحادية الزيجوت والتوائم ثنائية الزيجوت (جدول ٥ – ٦) . والأرقام المتوقعة هى تلك التى تعتمد على الصدفة حيث p = عدد الأفراد الذين يستخدمون يدهم اليمنى و L = عدد الأفراد الذين يستخدمون يدهم اليسرى وفى كلتا الحالتين فإن التوزيعات تكون مقارنة جدا لتوقعات التوزيع ثنائى الحد $P^2R - R : 2PqR - L : q^2L$. هذه النتائج تعد متوقعة عند اختبار أفراد لا علاقة بينها مأخوذة من عشيرة واحدة . على ذلك فيوجد مكون وراثى لاستعمال الأيدى فى الإنسان ويمكن التعبير عنه بواسطة الانحراف عن التوقعات الرياضية للتوائم حيث يوجد نقصا فى عدد ازواج R-L . بالإضافة لذلك فإن انحراف التوائم أحادية الزيجوت عن النسب الرياضية يجب أن يكون أكبر عن المحسوب بالنسبة لتوائم ثنائية الزيجوت إذا استمر المكون الوراثى موجودا ولكن الأمر أيضاً ليس كذلك . وعلى ذلك فإن بيانات التوائم تكون غير متوافقة مع التوقعات المحسوبة على الأسس المندلية للتوارث . فالتوائم ليست أكثر تشابها فى استعمال الأيدى أكثر مما هو متوقع على أساس من الصدفة ولذلك فقد علق كولينز فى إحدى المناقشات الخاصة بدراسات التوائم (١٩٧٧) قائلا : « إننى أكرر أن هذه البيانات يجب مواجهتها

جدول ٥ ٦ البيانات المجمعة لتوزيعات استخدام اليد اليمنى واليد اليسرى فى الإنسان فى أزواج التوائم أحادية وثنائية الزيجوت .

	عدد الأزواج			التوقيع الرياضى		
	RR	RL	LL	RR	RL	LL
أحادية الزيجوت	782	244	37	771.70	264.60	26.70
ثنائية الزيجوت	812	224	18	811.66	224.69	17.66

Source: Collins, 1977a.

المصدر : كولينز Collins - ١٩٧٧ أ .

تربيعيا . فليس من الحكمة أن نستمر فى تطوير نماذج لاستعمال الأيدى تنطبق على الحالات الفردية فقط » . وهو بالطبع يميل لترتيب نماذج الجانبية التى عرفت من الدراسات السابقة لتتضمن (١) نماذج الجين المنفرد (٢) زوجين من الجينات (٣) نموذج غير وراثى (٤) تحوير للنموذج الغير وراثى يعد فيه استخدام اليد اليمنى الخاصية الإنسانية الأساسية ، مع ارجاع ظهور حالات العسر (استخدام اليد اليسرى) إلى مختلف الأسباب البيئية (انيت Annett - ١٩٧٨ ، وأيضاً ليفى Levy - ١٩٧٧) . فى النموذج الغير وراثى قد تنشأ الجانبية بسبب التوارث الحضارى أو من بعض العوامل الغير معروفة التى تمهد لعدم التماثل . وبما أن الجانبية تظهر مبكرة جدا ، على المستوين السلوكى والتشريحى ، تبدو الإمكانية الأخيرة محتملة .

وختاما ، إذا كانت صفة القدرة على استخدام يد معينة نفسها لا تتضمن مكونا وراثيا ، فإننا لابد أن نسأل ، كما تم ذلك من قبل بالنسبة للفيران ، إذا كان هنالك مكون وراثى يحدد درجات الجانبية . وكما هو الحال فى الفيران يوجد تباين بين الجنسين حيث تبدى الذكور البالغة درجة أكبر من الجانبية عن الإناث فى القدرات اللفظية وتقدير الأبعاد المرئية والجانبية الكلية (كولنز Collins, 1977 b) هل يعنى ذلك أن الذكور تمتلك تخصصا أكبر فى القدرات الدماغية ، أم أن انتظامها الدماغى أضعف مما يؤدى إلى كفاءة أكبر فى التكيف مع التحيزات البيئية المستمرة ؟

والخلاصة أن السؤال الخاص بوجود مكون وراثى للجانبية بعيد عن الحل ، حتى فى كائنات مثل الدروسوفلا والفيران ، التى يمكن أن تجرى عليها تجارب الوراثة السلوكية الأكثر دقة . بالنسبة للإنسان فالمداخل الموسعة للدراسة ، مثل التى تتم بالنسبة للأمراض العقلية والذكاء (فصلى ١١ و ١٢) تعد ضرورية . ونحن نعتقد أنه إذا ما استطاع دارس الوراثة السلوكية التطورية توضيح وراثة الجانبية ، فإن النتائج لابد أن تطبق على الإنسان . والواقع أن لدراسات الجانبية وضعها الاستثنائى بالمقارنة بكل الصفات الأخرى المدروسة . ففى هذه الصفات تتلخص المشكلة فى دور كل من الوراثة والبيئة .

أما بالنسبة للجانبية فوجود المكون الوراثى نفسه من عدمه يخضعان للتساؤل .

ملخص

أغلب الصفات السلوكية تخضع لتحكم وراثى أكثر تعقيدا من أن يتتبع بسهولة من نتائج الانعزال . تعد طرق دراسة الكمية الخاصة بفصل التباين الكلى للصفات إلى مكونة الوراثى والبيئى هامة فى هذا المجال . ونحن نتجه أساسا إلى أن نأخذ فى الاعتبار الصفات التى يتحكم فيها العديد من الجينات . ومن الممكن باستخدام طرق تربية خاصة تحديد مواقع الجينات المتحكمة فى الصفات الكمية على مناطق معينة من الكروموسومات ، مثل ما تم بالنسبة لدراسات الانتحاء الجغرافى فى الدروسوفلا ميلانوجاستر والعزل الجنسى فى الدروسوفلا بوليستورم . هذه الملحوظة الأخيرة أوضحت أن مستويات العزل الجنسى تخضع للتحكم الوراثى ، وذلك ما تم اظهاره فى الدراسات التى تمت على نوعين من الطيور المحبة وهجنها .

وقد ظهر أن عدد كبير من الصفات السلوكية المتنوعة تخضع وراثيا لنظام التعدد الجينى . مثل هذه النتائج تم التوصل إليها بالنسبة للدروسوفلا والقوارض والكلاب والإنسان . أغلب هذه الأعمال تمت فى الخمسينات والستينات عندما ساد الاعتقاد باسقاط المكونات المتوارثة فى الصفات السلوكية .

وعموما ، فبخلاف الصفات الكمية الأخرى ، نجد أن الجانبية (مثل استخدام الأيدى) لم يتم إثبات وجود مكون وراثى بالنسبة لها . وبالمقارنة ، نجد أن إثبات وجود مكون وراثى للصفات الكمية الأخرى يبدو بسيطا وبلا خلاف .

الفصل السادس

التحليل الكمى
حيوانات التجارب

٦ – ١ الوراثة الكمية

الوراثة الكمية هى دراسة التباين فى الصفات التى تتميز الجينات المسئولة عن التباين الملاحظ فيها بانعدام إمكانية التعرف عليها بصورة فردية . وقد شرحت بعض الأمثلة فى الفصل الخامس كما قدمت بعض الأسس الرئيسية فى قسم ٢ – ٢ والهدف من الوراثة الكمية هو تقسيم قيمة الشكل الظاهرى المقاسة إلى مكوناتها – المكونات الوراثية والمكونات البيئية . من هذا المنطلق فإن الصفات السلوكية لا تختلف عن الصفات الظاهرية العادية ذات الطبيعة الكمية التى درست باستفاضة فى الحيوانات . وقد ظهرت مراجع كاملة عن الوراثة الكمية ، على سبيل المثال فالكونر **Falconer** (١٩٦٠) وماذر وجنكز **Mather and Jinks** (١٩٧٠) . استخدم هؤلاء المؤلفون اصطلاحات رياضية مختلفة ، وفى مناقشتنا سوف نستخدم منها ما وضع بواسطة فالكونر .

إن مستوى التباين للعديد من الصفات السلوكية داخل أو بين البيئات المختلفة أكبر منه بالنسبة للعديد من الصفات الظاهرية – ولهذا السبب فإن مزيدا من الانتباه يجب أن يبذل للتحكم فى البيئة التى تدرس فيها الصفات السلوكية لأن أهميته فى هذه الحالة أكبر من أهميته لتحليل الصفات الظاهرية الأخرى . وفى بعض الحالات فإن أثر البيئة نفسه يكون مثيرا للانتباه بالإضافة إلى ذلك فإن التعلم والتفكر يجب أن يؤخذا فى الاعتبار – وهذا هو أحد الملامح التى تميز وراثة السلوك عن أقسام الوراثة الأخرى . وإمكانية وجود الخبرة السابقة من الأسس اللازمة لعمل التجارب بأقصى درجات الدقة المثالية ، وإلا فإنه سوف يكون من الصعب التوصل إلى تفسيرات وراثية دقيقة . وفى الإنسان فإن الخبرة السابقة لا يمكن التحكم فيها كما هو الحال فى حيوانات التجارب بسبب استحالة التحكم فى البيئة أو إجراء دراسات على التربية التجريبية . وعلى هذا فإن

تقديرات البيانات السلوكية فى البشر تكون غاية فى الصعوبة وهذا من الأسباب الرئيسية التى يحتدم حولها النقاش حول اختلاف الأجناس فى الذكاء (انظر فصل ١٢) . وعلى ذلك فلشتى الاعتبارات ينظر للإنسان على أنه حالة خاصة . وسوف نهتم بحيوانات التجارب فى هذا الفصل ، ونتزود منهابما يلزمنا من معرفة حتى يمكننا مناقشة الوضع فى الإنسان فى الفصل ٧ . وأقسام ٦ – ٨ حتى ٦ – ١٠ فى هذا الفصل يمكن تطبيقها مباشرة على الإنسان .

٦ – ٢ التفاعل بين التركيب الوراثى والبيئة
(تفاعلات GE)

إن أبسط نماذج الوراثة الكمية تفترض أن التأثيرات المتصاحبة للتركيب الوراثى والبيئة تكون بالإضافة . ومن هذا الافتراض فإن أى تركيب وراثى لو كانت له قيما أعلى لإحدى الصفات عن تركيب وراثى آخر فى بيئة ما فإنه يعطى قيما أعلى فى كل البيئات . هذا افتراض معظم نماذج الوراثة الكمية النظرية ، وليس من الضرورى أن يكون ذو أهمية من الناحية العملية . ناقش هالدين **Haldane** (١٩٤٦) العلاقات التى يمكن أن توجد بين تركيبين وراثيين B,A ، بقياس صفة كمية فى بيئتين مختلفتين Y,X ، وترقم القيم الأربعة المتطابقة من ١ إلى ٤ تبعا لقيمتها . وعلى هذا ٤ ! = ٤ × ٣ × ٢ = ٢٤ طريقة لتركيب ٤ مفردات فى مختلف التتابعات . ولكن لو فرض اعتباطيا أن AX (التركيب الوراثى A والبيئة X) سجل أكبر القياسات عندئذ يكون هناك منطقيا ستة ترتيبات مميزة فقط ، كما يظهر فى جدول ٦ – ١ . ومنه نرى :

- ترتيبات 1a, 1b .B<A فى كلا البيئتين . فى كلا من 1a قيمتى A > أعلى قيم B ، وعلى ذلك تكون A دائماً > B . وفى 1b فإن Y<X ، وذلك رغم أن B,A فى ظلهما لهما نفس المرتبة النسبية .

- ترتيب ٢ . B<A فى X ولكن B>A فى Y ، مع أن Y<X . استنتج هالدين مثلا محتملا لذلك ، حيث النوع (A) مستأنس والنوع البرى (B) فى بيئة صناعية (X) وطبيعية (Y) . كلا النوعين يصبح فى حالة أحسن فى البيئة الصناعية التى تمنحه الحماية أكثر من البيئة الطبيعية ، مع أن الأنواع البرية تكون نسبيا أحسن حالا من الأنواع المستأنسة فى البيئات الطبيعية .

- ترتيب ٣ . B<A فى Y,X ولكن BY< BX,AY<AX . فالبيئتان Y,X لهما تأثيرات معاكسة على كلا النوعين من الأفراد . اعطى هالدين مثلا على ذلك الأشخاص

الطبيعيين (A) والمتخلفين عقليا (B) فى مدارس عادية (X) ومدارس خاصة (Y) .

● ترتيبات 4b, 4a . البيئات مرة أخرى لها تأثيرات معاكسة على كلا النوعين من الأفراد كما فى ٣ ، ولكن يظهر تخصصا . فمثلا B,A كلاهما يتوافق تماماً مع بيئته الخاصة Y,X . وهذا يتضح من منطلق الأقلمة التطورية للأفراد فى بيئاتها الخاصة والذى يعرف بانتخاب المواطن **habitat selection** فالتفضيل الحرارى لسلالات الفيران **Peromyscus maniculatus** يمكن ذكرها كمثال سلوكى . فسلالات **P.maniculatus bairdii** (فأر المروج) و **P.maniculatus gracilis** (فأر الأيائل) كلاهما يظهر تفضيلا فى البيئات الصناعية التى تكون شديدة الشبه ببيئاتها الطبيعية الأصلية (هاريس **Harris** ١٩٥٢) .

جدول ٦ - ١ : علاقات القياسات لصفة كمية عند وجود تركيبن وراثيين (B,A) فى بيئتين مختلفتين (Y,X)*

الترتيب	التركيب الوراثى	البيئة X	البيئة Y	
1a	*A*	1	2	*A* > *B* فى *X* and *Y*
	B	3	4	
1b	*A*	1	3	*X* > *Y* لكل *A* and *B*
	B	2	4	
2	*A*	1	4	*A* > *B* فى *X*, *B* > *A* فى *Y*; *X* > *Y*
	B	2	3	
3	*A*	1	2	*A* > *B* فى *X* and *Y*, ولكن *BX* < *BY* and *AX* > *AY*
	B	4	3	
4a	*A*	1	3	*A* > *B* فى *X*; *B* > *A* فى *Y*
	B	4	2	
4b	*A*	1	4	
	B	3	2	

* القياسات رقمت من ١ إلى ٤ حسب قيمتها AX تفترض أنها أكبر القيم الأربعة

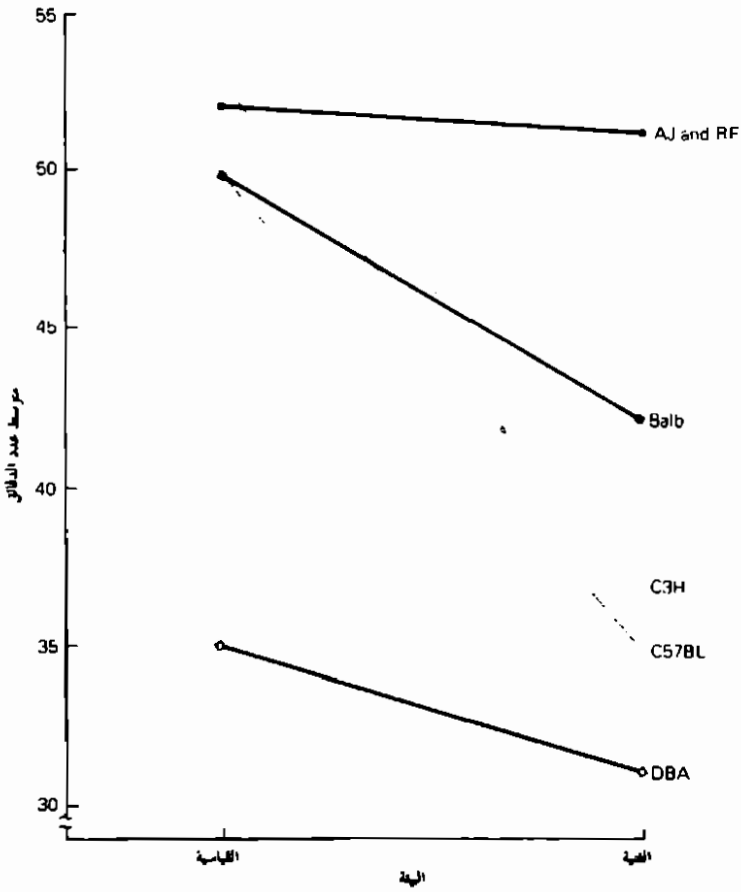
المصدر : هالدين **Haldane** ١٩٤٦ .

فضلا عن ذلك ، فإن أفراد نسل تلك الفيران التى نشأت فى المعمل اختارت البيئات المشابهة ، مما يعزى إلى وجود دور للتركيب الوراثى فى الانتخاب . قدر أوجليفى وستنسون **Ogilvie & Stinson** (١٩٦٦) درجات الحرارة المثلى لكل من **P.maniculatus gracilis, P.maniculatus baridii** فكانتا ٢٥,٨°م و ٢٩,١°م ، على الترتيب ، ومن هذا يظهر أن السلالة **P.maniculatus gracilis** قد انتخبت لتلائم بيئة الغابات الدافئة والسلالة **P.maniculatus bairdii** انتخبت لبيئة الحقول الباردة .

وفى النهاية كمثال معملى حيث يمكن التحكم فى البيئة ، سنناقش أولا بعض بيانات هندرسون **Henderson** (١٩٧٠) عن تأثير الخبرة المبكرة . فقد قدر متوسط عدد

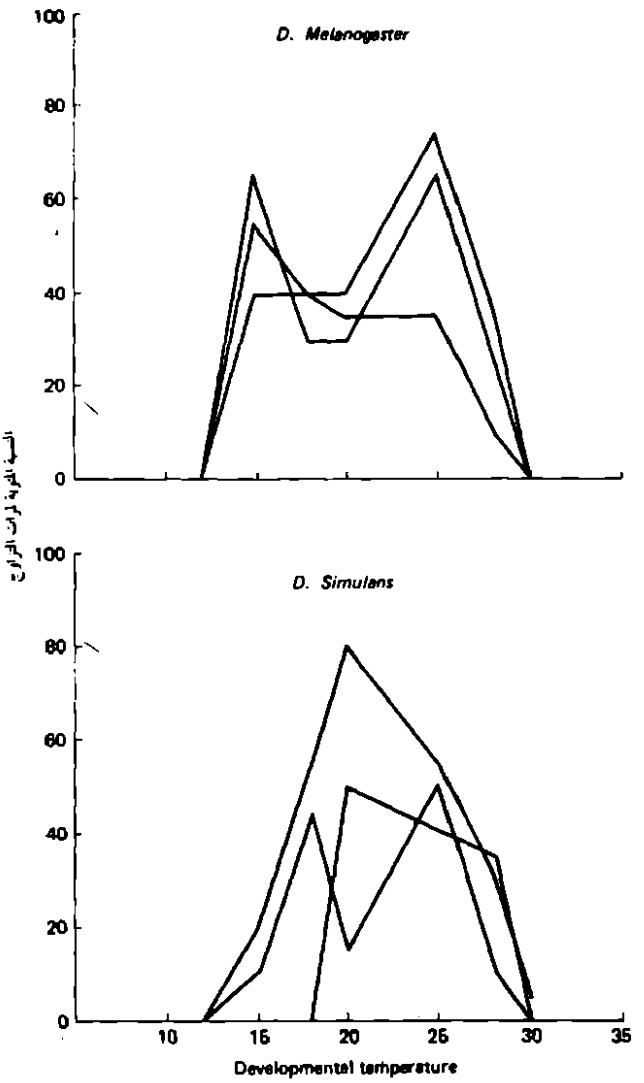
الدقائق اللازم للوصول للطعام لستة سلالات من الفيران المرباه فى بيئة عادية وأخرى غنية (شكل ٦ - ١) . بعض تفاعلات هالدين السابقة الذكر تظهر هنا إذا أخذنا فى الاعتبار السلالات فى أزواج . انظر إلى البيانات آخذا السلالات فى أزواج وحاول أن تجد أنواع التداخلات المختلفة التى تبديها .

يوجد نوع آخر من تفاعل التركيب الوراثى والبيئة (GE) درس قليلا من الناحية السلوكية وهو تكرار حدوث مستوى عال من الخلط النووى والزيجوتى (بمعنى وجود طفرات تركيبية كروموسومية بحالة خليطة) فى البيئات المتطرفة (بالنسبة لدرجات الحرارة غالبا) بمقارنتها بالبيئات المثلى . ومن أحسن الأمثلة على ذلك ما وجد فى



شكل ٦ - ١ : الوقت اللازم للوصول إلى الطعام لستة سلالات نقية من الفيران ربيت فى بيئة غنية . سلالتى RF, AJ أبديا نفس المتوسطات (عن ايرلنمير كملنج Erlenmeryer-Kimling ١٩٧٢) .

دروسوفلا سيد أو بسكيورا فقد وجدت اختلافات تلاؤم كبيرة بين حالات الخلط النووى والنقاوة النووية ، فدرجات الحرارة القصوى عند ٢٥°م تؤدى إلى أفضلية وجود الخلط النووى وإلى حالة ثابتة من حالات تعدد المظاهر . ولكن عند درجة



شكل ٦ – ٢ : تأثير تغير درجة الحرارة على النسبة المئوية للتزاوج فى ثلاثة سلالات مختلطة مشتركة الاناثى ، لنوعين منعزلين تكاثريا دروسوفلا ميلانوجاستر وسيميولانس (عن مالك كينزى McKenzie ١٩٧٨) .

٥١٦,٥° فإن الفروق التلاؤمية تختفى ، وعند درجة ٥٢٢°م فإننا نحصل على حالة متوسطة (رايت ودوبز انسكى Wright and Dobzhansky ١٩٤٦ و فإن فالين ولفين وبيردمور Van Valen, Levine, and Beardmore ١٩٦٢) . وجد بارسون وكاول Parsons and Kaul (١٩٦٦) تفاعل وراثى بيئى (GE) حقيقى بين درجة ٥٢٠°م و ٥٢٥°م لبعض الطرز النووية فى دروسوفلا سيد وابسكيورا لسرعة التزاوج ، فلقد ظهر أثر الاختلافات الملاحظة بين درجتى الحرارة جليا على الطرز النووية النقية أكثر من الطرز النووية الخليطة ، مما يعزى إلى وجود أفضلية للخلط النووى عند درجات الحرارة المتطرفة .

ويمكننا القول أنه بسبب وجود التفاعل الوراثى GE فإن الطرز النووية الخليطة تبدى موائمة سلوكية behavioral homeostasis أكثر مما تبديه الطرز النووية النقية . وقد وجدت نتائج مشابهة لعوامل الملاءمة فى عديد من الأنواع (بارسونز Parsons ١٩٧١) . فعلى سبيل المثال صفات بقاء وحيوية اليرقات أظهرت توازنا أكثر فى التراكيب الوراثية الخليطة عنها فى الأصيلة فى دروسوفلا ميلانوجاستر وسيدو ابسكيورا (للمراجع انظر بارسونز Parsons ١٩٧١ و ١٩٧٣) .

مثالنا الأخير على التفاعل الوراثى البيئى GE مأخوذ عن ماك كينزى McKenzie (١٩٧٨) الذى درس عدد من التلقيحات التى تحدث فى ٣٠ دقيقة عند درجة حرارة ٥٢٥°م لنوعين منعزلين تكاثريا من دروسوفلا ميانوجاستر وسيميولانس المرباه على درجات حرارة تتراوح بين ٥١٢°م و ٥٣٠°م . استخدم ماك كينزى عشرة سلالات من كل نوع ، حصل على كل منها من أنثى واحدة ملقحة ، هذه الإناث تم جمعها من عشائر برية ، وشكل ٦ – ٢ يوضح نتائج النوعين ممثلة بثلاثة سلالات لكل نوع .

بالنسبة لدروسوفلا ميلانوجاستر فإنها تحافظ على أن تبدى ميلا للتزاوج عند مدى أعلى من درجات الحرارة عنه بالنسبة لدروسوفلا سيميولانس ، وهذه النقطة سوف تناقش بتفصيل أكثر فى قسم ١٣ – ٢ . ومن فحص شكل ٦ – ٢ يظهر أن ترتيب السلالات غير متماثل عند كل درجة حرارة وهذا يعزى إلى وجود التفاعل الوراثى البيئى فى كلا النوعين . والتباين الكلى فى مثل هذه البيانات يمكن تحليله بطريقة إحصائية يطلق عليها تحليل التباين (انظر الملحق ٦ – ١) . وهذه الطريقة تسمح بتجزئة التباين الكلى فى مجموعة من البيانات إلى مسبباتها الخاصة وتقدير معنوياتها . وفى هذا المثال ، فإننا يمكننا

تحليل التباين الكلى إلى تأثيرات اختلافات الحرارة والسلالات (التركيب الوراثى) والتفاعل بين الحرارة والسلالات . ومن الملاحظ أن هناك تأثير معنوى كبير يرجع إلى الحرارة حيث تقل مرات التزاوج عند تربية الحشرات عند درجات حرارة متطرفة وتزداد عند تربيتها عند درجات حرارة متوسطة . بالإضافة إلى ذلك يوجد تأثير معنوى خاص بنوعية السلالة والتفاعل بين السلالات ودرجات الحرارة . كل المصادر الثلاثة للتباين تكون معنوية باحتمال P 0.001 . هذا المثال الخاص بالتفاعل الوراثى والبيئى ذو أهمية خاصة ، حيث يمكن ربطه مباشرة بما يحدث فى الطبيعة من تباين فى الحرارة كعامل بيئى على درجة كبيرة من الأهمية بالنسبة للدروسوفلا .

والنماذج الأساسية للوراثة الكمية تفترض أنه لا يوجد تفاعل بين البيئة والوراثة . إلا أن نظرية الوراثة الكمية تصبح غاية فى التعقيد إذا لم يوضع هذا الافتراض . ولابد أن يكون واضحا الآن أن النقص فى نظرية الوراثة الكمية ، الذى يعنى العاملين بالوراثة السلوكية ، مرجعه إلى تكرار افتراض انعدام التفاعل بين الوراثة والبيئة .

وكما ذكر فى قسم ٢ – ٢ فإن قيمة الشكل الظاهرى P لأحد الأفراد تتكون من جزءين : قيمة وراثية G يحكمها التركيب الوراثى للفرد وتباين بيئى E الذى ربما قد يكون بالسلب أو الايجاب وعلى هذا

$$P = G + E$$

ومن أهم ملامح هذه المعادلة أن E,G ليس متلازمين . والقياس الآخر الذى يصف العشائر هو التباين ، والتباين الظاهرى، بفرض عدم وجود تفاعل وراثى بيئى يكون :

$$V_P = V_G + V_E$$

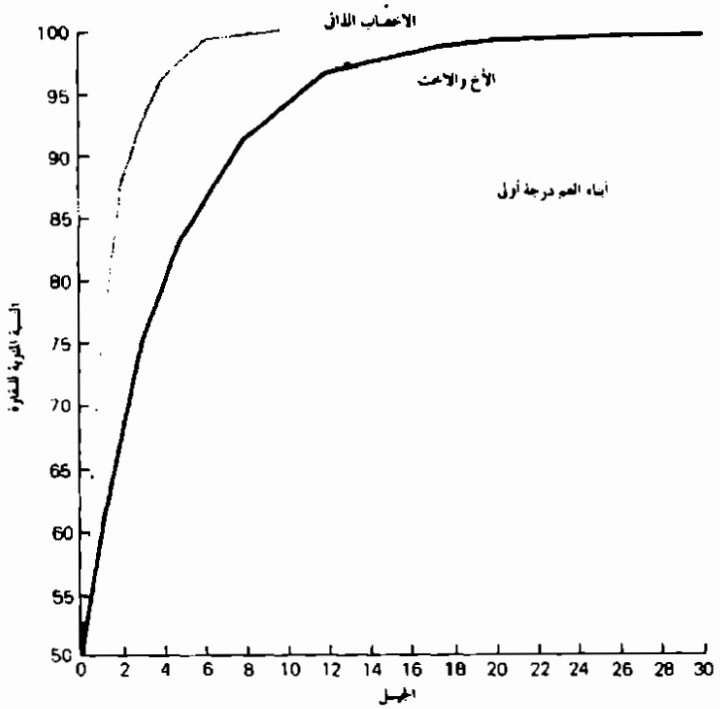
حيث V_E, V_G يمثلان التباين الوراثى والبيئى على الترتيب . ووجود التفاعلات الوراثية البيئية سوف يؤدى إلى زيادة التباين الظاهرى الكلى وعلى ذلك فليس من الغريب أنه كلما زادتَ هذه التفاعلات فإننا نلاحظ زيادة فى مستوى التباين .

ومن الأهمية بمكان أن نميز بين التفاعل الوراثى البيئى كما نوقش وما يحدث من تضارب آخر حول التفاعل الوراثى البيئى . هذا عندما يكون هناك تلازم بين تركيب وراثى وبيئة ما . فإذا كان هناك تلازم موجب بين تركيب وراثى وبيئة ما فإن التباين

الوراثى تزداد أهميته ، وعندما يكون التلازم سالبا تقل أهميته . فعلى سبيل المثال فى الإنسان ، قد اقترح أنه فى البيئة الملائمة فإن التأثيرات الوراثية تعطى تعبيرا تماما عما إذا لم يتوفر ذلك . فإذا كان الأمر كما سبق فإن هذا يكون انعكاسا للتلازم الموجب بين التركيب الوراثى والبيئة . سوف يناقش ذلك على وجه الخصوص فى فصلى ٧ و ١٢ عندما يؤخذ فى الاعتبار البيانات الخاصة بالإنسان حيث يتكرر حدوث التلازم الموجب بين التركيب الوراثى والبيئة . ومن الأمثلة الزراعية التى تظهر هذه التلازمات اعطاء الحيوانات الجيدة كمية أكبر من الطعام . وفى الظروف الطبيعية قد يحدث ذلك إذا بحثنا عن الحيوانات فى البيئات الأكثر ملاءمة لها . وسوف يناقش تفصيلا فى الفصل ١٣ الانتخاب البيئى . ومن الأهمية بمكان أن نقدر الفروق الدقيقة بين التفاعلات الوراثية والتلازمات الوراثية البيئية . وسوف تهمل مثل هذه التعقيدات فى هذا الفصل حيث تهتم بايضاح أبسط النماذج للوراثة الكمية . وهذا بسبب أنه فى الحيوانات المعملية فإن البيانات المتحصل عليها يمكن بتخطيط التصميمات التجريبية تقليل هذه التعقيدات . وكما سنرى فيما بعد فى الفصل القادم ، عندما تعود للإنسان ، فإنه من المستحيل اهمال هذه الأمور . يرجع ذلك ببساطة إلى أنه فى حالة الإنسان فإن تحليل البيانات ينحصر فى المتحصل عليها مباشرة من العشائر الآدمية . وتحدث نفس المشكلة عند دراسة الحيوانات مباشرة فى بيئاتها الطبيعية (فصل ١٣)

٦ – ٣ التباين داخل وبين السلالات المرباه داخليا

السلالات المرباه داخليا هى السلالات المتحصل عليها بواسطة تزاوج الأخ والأخت (تزاوج الأخوة sib mating) وطرز التزاوج الأخرى التى أجريت معمليا فى أنواع مثل دروسوفلا ميلانوجاستر والفيران . ويؤدى تزاوج الأخوة كنظام للتربية الداخلية إلى زيادة النقاوة فى كل جيل ويوضح شكل ٦ – ٣ النسبة المئوية للنقاوة المتوقعة عند تطبيق ثلاث نظم مختلفة من التربية الداخلية : التلقيح الذاتى وتزاوج الأخوة وتزاوج أبناء العم من الدرجة الأولى . فمثلا لنظام تزاوج الأخوة فإن النسبة المتوقعة للزيادة فى النقاوة كبيرة . كما أنه فى الحقيقة ، فإن نسبة الخلط تقل ١٩,١ فى المائة من تلك الموجودة فى الجيل السابق مقارنة بنسبة ٨ فى المائة لتزاوج أبناء العم من الدرجة الأولى . بالنسبة للتلقيح الذاتى فإن الرقم يوازى ٥٠ فى المائة ، وعلى هذا فإن نسبة الأفراد الخليطة تقل إلى النصف كل جيل .



شكل ٦ - ٣ : القاوة فى الأجيال الناتجة تحت ثلاثة نظم من التربية الداخلية (عن فولر وفومبسون Fuller and Thompson ١٩٦٠) .

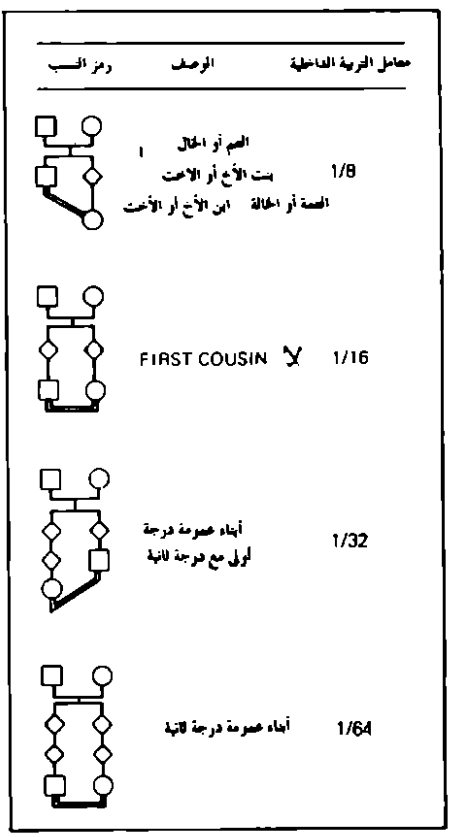
وسرعة التربية الداخلية أو الدرجة التى يعتبر الفرد مربى داخليا على أساسها يمكن قياسها بمعامل التربية الداخلية inbreeding coefficient (فالكونر Falconer ١٩٦٠) . وطريقة الحساب تفصيلا لاتهمنا فى هذا المقام ، وهو يعبر عن احتمال أن الأليلين فى موقع ما فى أحد الأفراد قد حصل عليهما من أليلات سالفة وهذا يعنى أنه كلما بعد هذا الأليل السالف قلت قيمة F . وتحسب قيمته لأى فرد معين يتتبع خطوط النسب من الجد المشترك لكلا أبويه . وإذا حسبنا عدد خطوات التربية الداخلية ابتداء من أبويه حتى الجد المشترك بـ n_2, n_1 على الترتيب فإن معامل التربية الداخلية يمكن التعبير عنه ببساطة على النحو التالى

$$F = (1/2)^{n_1 + n_2 + 1}$$

وعلى هذا فبفحص النسب فى شكل ٦ - ٤ للنسل من أبناء العم من الدرجة الأولى

$n_1 = n_2 = ٢$ فتكون $F = \frac{١}{١٦}$ وللنسل من أبناء العم من الدرجة الثانية $n_1 = ١$ و $n_2 = ٢$ فتكون $F = \frac{١}{٨}$ ولتزاوج أبناء العم من الدرجة الأولى $n_1 = ٢$ و $n_2 = ٣$ فتكون $F = \frac{١}{٣٢}$. وفى العشائر الكبيرة المتزاوجة اعتباطيا $F =$ صفر .

ووصول السلالات إلى درجة النقاوة التامة (متطابقة وراثيا **isogenic**) يحتمل الجدل ، لإمكانية تأخر النقاوة إذا كانت الأفراد الخليطة أكثر موائمة عن مثيلاتها من الأفراد الأصلية ، ولو أن نسبة النقاوة ترتفع بسرعة بعد عدة أجيال من التربية الداخلية . وبفرض الوصول إلى النقاوة الكاملة ، فإن جميع أفراد السلالة المرباه داخليا تكون متماثلة وراثيا ، وهذا يعنى أن كل الاختلافات داخل السلالة المرباه داخليا مرجعها إلى البيئة . الواقع أن الخلافات بين السلالات يكون مرجعها إلى اختلاف التراكيب الوراثية



شكل ٦ - ٤ : معامل التربية الداخلية باستخدام نظم مختلفة من التربية الداخلية .

بالإضافة إلى الاختلافات البيئية . فحتى إذا كانت بعض هذه السلالات المرباه داخليا ناتجة من نفس العشيرة ، فإن التراكيب الوراثية للسلالات تكون مختلفة حيث تلعب الصدفة دورها فى نقاوة بعض المواقع فى السلالات المختلفة .

ويوضح جدول ٦ – ٢ بعض البيانات عن صفة سلوكية فى ست سلالات مرباه داخليا من الدورسوفلا ميلانوجاستر . والصفة هى عدد مرات جرى الحشرة خلال عشرة فترات ملاحظة كل منها ٦ ثوان (وذلك بدون توقف) بطول أنبوبة الملاحظة . كان هنالك إجمالا ستة مجموعات من ١٠ ملاحظات لكل سلالة . فإلى أى مدى كان التباين فى هذه البيانات داخل السلالات وبين السلالات وبعضها ؟ حيث يفترض أن السلالة مرباه داخليا وأنها نقية ، فالتباين داخل السلالة يجب أن ينظر إليه على أنه بيئى . أما التباين بين السلالات فله جزء وراثى بالإضافة إلى الجزء الذى يعزى للبيئة .

ولتقدير التباين داخل وبين السلالات فيمكن إجراء تحليل التباين (انظر قسم ٦ – ٢) . فيمكن فى تحليل التباين لمجموعة من البيانات أن تعزى إلى مسببات خاصة . والشرح المفصل للبيانات الموجودة فى جدول ٦ – ٢ يوجد فى ملحق ٦ – ١

جدول ٦ – ٢ : عدد المرات ، المشاهدة فى عشرة فترات ملاحظة لمدة ٦ ثوان ، التى تجريها الحشرات التابعة لستة سلالات مرباه داخليا من الدروسوفولا ميلانوجاستر بطول أنبوبة الملاحظة

	وايلجون	انبوه	6C/L	فلوريدا	سمرقند	اوريجون
	5	7	8	7	3	4
	7	4	10	5	1	6
	9	7	6	6	1	8
	6	7	10	6	3	6
	8	9	9	6	3	7
	9	6	8	6	5	5
Total	44	40	51	36	16	36

اختبرت ست حشرات من كل سلالة . اعتبرت الـ ٣٦ حشرة مجموعة تجريبية واحدة .
المصدر هاى Hay ١٩٧٢

من هذا نرى أن التباين الوراثى v_G = ٣,٥٣ وأن التباين البيئى ov_E ٢,٠٥ .

ومن المستحسن حساب المكون الوراثى من التباين الظاهرى بهذه الطريقة :

$$\frac{V_G}{V_G + V_E} = \frac{V_G}{V_P} = 0.63 = h^2_B$$

وهذا يعبر عنه بالمكافىء الوراثى بالمفهوم العريض h^2_B, heritability in the broad sense أو هو درجة تحكم الوراثة فى صفة معينة . وقيمة h^2B تتراوح ما بين صفر إلى ١ . فإذا كانت صفر أى V_G = صفر فإن الصفة تحكمها البيئة تماماً . أما إذا كانت قيمته ١ فإن الصفة تكون محكومة وراثيا كلية . والرقم السابق ٠,٦٣ وهو عال نسبيا لـ h^2B وفى المدى الملائم للصفات الكمية سواء كانت ظاهرية أو سلوكية .

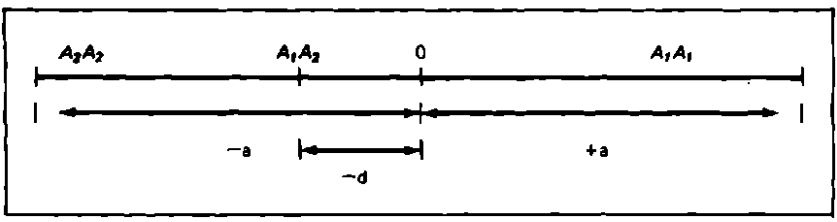
ولابد من التأكيد بأن المكافىء الوراثى بالمفهوم العريض هو خاصية للسلالات المرباه داخليا تحت الظروف البيئية السائدة . فإذا أجريت التجربة تحت ظروف مخالفة أو بسلالات أخرى أو بكليهما فإن القيم المتحصل عليها تكون مختلفة . يجب أن يكون هذا واضحا من مناقشة تفاعلات الوراثة بالبيئة فى القسم السابق . ولتقييم مكونات التباين وكذلك المكافىء الوراثى لعشيرة ما فى نوع غير خاضع للتربية الداخلية ، لابد من الحصول على عينة عشوائية من السلالات المرباه داخليا من هذه العشيرة . وعندئذ فمن الناحية النظرية نتوقع أن القيم المتحصل عليها تعود إلى قياسات العشيرة الأبوية أكثر من السلالات الموجودة فى العينة . ولسوء الحظ فإن هذا الأمر لا يمكن انجازه بشكل مباشر ، ولكن لكل الأهداف والأغراض العملية يجب أن تسمح مجموعة السلالات المرباه داخليا بإعطاء تقديرات واقعية بشكل ما . على أنه فى كل الحالات ، وخاصة فى الصفات السلوكية ، فيجب التحكم فى البيئة بدقة ما أمكن وتحديدها عند عمل أية تقديرات .

٦ – ٤ مكونات التباين الوراثى

دعنا ننظر الآن للتركيب الوراثى ذاته . إذا اعتبرنا وجود اليلين فى موقع ما A_2, A_1 ، فيكون هناك ثلاثة تراكيب وراثية محتملة هى $A_2A_2, A_1A_2A_1A_1$ – اثنان منهما أصلية وواحد خليط . فإذا كان متوسط القياس (القيمة الوراثية) للتركيب الخليط A_1A_2 عبارة عن متوسط التركيبين الأصليين أو $2(A_2A_2 + A_1A_1)$ فإننا يمكن أن نقول أنه لا توجد سيادة . أو بمعنى آخر يمكننا أن نكتب متوسط قيمتى التركيبين الأصليين بالقيمة صفر للتعبير عن أنه لا توجد سيادة (شكل ٦ – ٥) . هذا الشكل يوضح التراكيب الوراثية الثلاثة على مقياس طولى بالبداية (القيمة صفر) عند النقطة المتوسطة بين التركيبين الأصليين . وتعطى قيما للتركيبين الأصليين $-a, +a$ وللتركيب الخليط قيمة سالبة أو موجبة d على حسب وجودها على أى من جانبى البداية ، اعتمادا على حجم وقيمة تأثير التركيب الخليط . ويجب التأكيد على أن المتوسطات تؤخذ فى بيئات

معرفة .

ونود أن نلقى نظرة على المساهمة المتوقعة من هذا الموقع على التباين الوراثى للجيل الثانى F_2 فى تهجين بين سلالتين نقيتين أبويتين P_2,P_1 تحملان أليلات مختلفة عند هذا



شكل ٦ - ٥ : التباين الوراثى . قيم ثلاث تراكيب وراثية A_2A_2, A_1A_2, A_1A_1 مرتبة على مقياس طولى . البداية فى نقطة متوسطة بين التركيبين الأصليين . التركيب الخليط على أحد جانبى نقطة البداية ، اعتمادا على اشارة وقيمة تأثير التركيب الخليط (d) .

الموقع ، وعلى هذا تكون الآباء A_2A_2,A_1A_1 الجيل الأول F_1 يكون بالتركيب A_1A_2 . وتكون نسب تواجد التراكيب الوراثية الثلاثة فى الجيل الثانى هى $¼\,A_1A_1, ½\,A_1A_2, ¼\,A_2A_2$. ويكون قياس المتوسط فى الجيل الثانى هو

$$\Sigma p_i x_i = ¼a - ½d - ¼a = -½d$$

حيث P_1 هو تكرار كل قسم و X_1 هو قيمة الشكل الظاهرى . وتكون مساهمة الموقع فى تباين الجيل الثانى

$$\Sigma p_i x_i^2 - (\Sigma p_i x_i)^2 = ¼a^2 + ½d^2 + ¼a^2 - (-½d)^2 = ½a^2 + ¼d^2$$

إذا كان هناك فى سلالتين مربيتين داخليا عدد من هذه المواقع فإنها تساهم مستقلة عن بعضها فى التباين الوراثى فى الجيل الثانى ويمكن كتابتها على هذا النحو

$$½\Sigma a^2 + ¼\Sigma d^2 = V_A + V_D$$

حينما يكون الجمع على المواقع المختلفة . المصطلح $V_A = ½\Sigma a^2$ ذو أهمية فقط بين التراكيب الأصيلة وهو التباين الوراثى بالإضافة . وعندما تكون d = صفر أى لا توجد سيادة فيكون تأثير الجين A_2,A_1 تأثيرا مضيفا وقيمة-d-تعرف غالبا بانحراف السيادة تمثل $V_D = ¼\Sigma d^2$ تباين السيادة . وعلى هذا ، فإذا انحرف التركيب الخليط عن متوسط

التركيبين الأصليين فإن ذلك يؤدى إلى حدوث المكون الخاص بتباين السيادة . ويكون التباين الظاهرى الكلى للجيل الثانى (V_{F2}) .

$$V_{F_2} = V_A + V_D + V_E$$

نفس هذا النموذج يسمح بتقدير مساهمة مثل هذه المجموعة من المواقع فى مكونات التباين فى هجن أخرى ، كمثال على هذا التهجينات الرجعية للآباء والجيل الثالث . إذا كانت هنالك بيانات متاحة لعدد كاف من الهجن فإن قيم V_E, V_D, V_A يمكن تقديرها . وذلك يمكننا من وصف المكونات الوراثية والبيئة للتباين فيما يتعلق بصفة كمية فى عشيرة ما . ويفضل أن يرجع القارىء لأحد المراجع مثل ماذر وجنكز **Mather & Jinks** (١٩٧٧) لهذه التفصيلات الإضافية .

قبل الاستطراد يجب أن نذكر واحدة من أهم المشاكل المعقدة فى الوراثة الكمية : وهى التى تختص بنظام القياس **scale** التى تقاس على أساسه الصفة . فإذا لم يمكن الحصول على توزيع منتظم ففى الإمكان استخدام التحويل الجبرى لتحويل البيانات إلى ما يشبه التوزيع المنتظم . ومشكلة القياس لم يمكن حلها بصورة مرضية حتى تمكن ماذر **Mather** (١٩٤٩) من وضع أسس القياس معتمدا على العلاقة بين أجيال معينة [الموضوع أعقد من أن يناقش فى مرجع من هذا النوع ، وعلى هذا يفضل أن يرجع القارىء لمجموعة من المراجع المتخصصة (على سبيل المثال فالكونر **Falconer** ١٩٦٠ وماذر **Mather** وجنيكز **Jinks** ١٩٧٧)] . ومن الناحية النظرية ، قبل إجراء أى حسابات عن الأهمية النسبية للتركيب الوراثى والبيئة فإن كفاءة القياس لابد من اختبارها ، فإذا وجد أنها غير كافية فلابد من البحث عن مقياس مناسب تبدو اعتباطية . وفى بعض الحالات لا يمكن الحصول على المقياس المناسب ، وعلى ذلك تكون التفسيرات الوراثية غاية فى الصعوبة .

وكمثال على خواص القياس المطلوب أن التباينات يجب أن تكون مستقلة عن المتوسط فى الأجيال غير الانعزالية . وبالنسبة للصفات السلوكية ، والتى غالبا تكون حساسة للبيئة ، فهذه الخاصية قد يكون الوصول إلى درجة مرضية بالنسبة لها أمرا صعبا ، إذا ما قورن الوضع بالصفات الأقل حساسية للبيئة مثل الصفات الظاهرية ، ولكن الأمر يحتاج لمزيد من التجريب . وأحياناً يكون التحويل المناسب واضحا . وكمثال على ذلك إذا كان التباين متمشيا مع المتوسط فى P_2, P_1 (الآباء) والجيل الأول فإن حساب اللوغاريتمات يعطى تحويلا مناسبا .

لخص بروهيرست وجينكز **Broadhurst & Jinks** (١٩٦١) العديد من التجارب السلوكية مستخدمين الطرق الاحصائية . وكمثال على ذلك بيانات داوسون **Dawson** (١٩٣٢) الذى اختبر وراثة صفة « البرية **wildness** » فى الفيران . وقد عرف الصفة باعتبارها سرعة الحيوان فى الجرى الأسفل فى ممر مستقيم . واستخدم الباحث حواجز متحركة ليمنع الحيوانات تحت التجربة من الرجوع للخلف . وللأسف فإن هذا يعد عنصرا ذاتيا فى التجربة ، ولكن مع ذلك يمكننا استخدام نتائجها لإيضاح بعض النقاط الوراثية . وقد استخدمت سلالتان من الفيران أحداهما برية والأخرى مستأنسة . ورغم أن السلالتين لاتتمتعان بدرجة عالية من التربية الداخلية ، إلا أن تباينهما الكبير يسمح بتصور الفرق بينهما إذا ما وجدت جينات البرية والاستئناس بحالة أصيلة . وقد بينت المتوسطات والأخطاء القياسية المستخدمة فى التحليل فى جدول ٦ – ٣ . وقد عمل التحويل الضرورى للبيانات وقد وجد أن أحسنها هو التحويل اللوغاريتمى ، والتباينات المقدرة بعد عمل اللوغاريتمات هى

$$V_A = 0.026 \pm 0.012$$
$$V_D = 0.002 \pm 0.008$$
$$V_E = 0.020 \pm 0.005$$

هذه التباينات تظهر ملاءم للعديد ولكن ليس لكل الصفات : فالتباين الوراثى المضيف (V_A) أكبر فعليا من تباين السيادة (V_D) .

النسبة بين التباين الوراثى المضيف إلى التباين المظهرى (V_A/V_P) يمكن حسابها وتعرف بأنها المكافىء الوراثى بالمفهوم (h^2_N) وذلك بالمقارنة بالمكافىء الوراثى بالمفهوم العريض h^2_B الذى قدر بالقيمة V_G/V_P كما فى القسم السابق . وهكذا

$$\frac{V_A}{V_P} = h^2_N$$

جدول ٦ – ٣ : سرعة الجرى (بالقوائم) فى مختلف الأجيال للفيران البرية والأليفة

Generation الجيل	P_1 (البرى)	P_2 (المستأنس)	F_1	F_2	BC_1	BC_2
الذكور	6.7 ± 0.3	24.5 ± 1.0	7.6 ± 0.3	13.0 ± 0.6	6.6 ± 0.3	20.8 ± 1.6
الإناث	5.3 ± 0.3	25.3 ± 1.2	6.9 ± 0.3	11.6 ± 0.5	6.2 ± 0.5	18.7 ± 1.5
كليهما	5.9 ± 0.2	24.9 ± 0.8	7.2 ± 0.2	12.4 ± 0.4	6.4 ± 0.4	19.7 ± 1.4

المصدر : بروادهورست وجينكز **Broadhurst & Jinks** ١٩٦١ .

وعلى هذا فإن القياس h^2N هو مقياس للجزء من التباين الذى يرجع للجينات المضيفة . وبالتالى ، فإن مفهومه أحسن من المكافىء الوراثى بالمفهوم العريض ، وذلك لأنه يعطى مقياسا للجاميطات والجينات التى تحملها من جيل لآخر . وعلى هذا فمن الناحية الاستنتاجية فإن النسبة V_A/V_P تكون أكثر فائدة من h^2B . وفى برامج تربية الحيوان والنبات على سبيل المثال فإن المكافىء الوراثى بالمفهوم الضيق h^2N هو مقياس لكمية التباين الوراثى المتاحة على أساس التربية الانتخابية . فالمقارنات بين السلالات المرباه داخليا (قسم ٦ – ٣) لا تعطى قيمة h^2N والسبب ذلك استحالة الحصول على قيم V_D, V_A بهذه الطريقة ، ولذلك فالطريقة تعطى فقط h^2B .

ويأخذ السلالتين المربيتين داخليا P_1, P_2 والهجن المختلفة لتعطى الجيل الأول F_1 والجيل الثانى F_2 والجيل الرجعى الأول BC_1 والجيل الرجعى الثانى BC_2 (تهجين رجعى للجيل الأول مع الأب الأول P_1 والأب الثانى P_2 على الترتيب) وكذلك كل التهجينات العكسية الممكنة ، ومن مجموع ١٤ تهجينا يمكن عملها يمكن تجزئة التباين الوراثى إلى تأثيرات مضيفة وتأثيرات سيادة وتفوق وتأثيرات متعاكسة . والتفوق مرجعه إلى التفاعل بين جينات المواقع المختلفة . وتحدث التأثيرات المتعاكسة عند التهجين بين شكلين ظاهرين فيحدث الاختلاف مرجعه إلى استخدام كل منهما كذكر مرة وكأنثى مرة أخرى فى التهجينين العكسيين . وعلى هذا ينتج تأثير متبادل بمعنى أنه إذا كان P_1 أنثى X P_2 ذكر يختلف الناتج عما إذا كان P_2 انثى P_1 ذكر . مثل هذه التأثيرات يكون إرجائها إلى الارتباط بالجنس أو للتأثير الأمى أمرا سهلا . أما تأثيرات التفوق فإنها فى العادة قليلة فى البيانات الكمية وكثيرا ما تهمل تماماً (لمزيد من التفصيل انظر ماذر وجينكر ١٩٧٧) . والتأثيرات الأمية على وجه الخصوص سوف تناقش فى قسم ٦ – ٦) .

سلالة الأب (الذكر)	سلالة الأم (الأنثى)			
	A	B	C	D
A	AA	AB	AC	AD
B	BA	BB	BC	BD
C	CA	CB	CC	CD
D	DA	DB	DC	DD

٦ – ٥ الهجن المتبادلة

إحدى الطرق المفيدة لدراسة وراثة السلوك فى الأنواع المعملية هى الهجن المتبادلة .

وهى عمل جميع التلقيحات الممكنة بين عدة سلالات أو تراكيب وراثية . ويوجد ١٦ ترتيبا ممكنا فى حالة وجود أربعة سلالات . وهذه تكون من الهجن الستة CD, BD, BC, AD, AB ، وهجنها العكسية الستة DC, DB, CB, DA, CA, BA ، وذلك عند عكس الجنس فى الآباء ، وأربعة أنواع من نسل من السلالات الأبوية هى DD, CC, BB, AA . وعموما إذا كان هناك n من السلالات فإن جدول التبادل يكون به n^2 من التوافيق نتيجة n من السلالات الأبوية و n(n-1)2 من الهجن و n(n-1)/2 من العكسية . كثيرا ما لا يتم عمل هذه الهجن ، فعلى سبيل المثال ، تهمل بعض الهجن العكسية أو السلالات الأبوية .

وتوجد عدة طرق نظرية ممكنة لتحليل الهجن المتبادلة وتعتمد إلى حد ما على المعلومات المطلوب الحصول عليها (انظر على سبيل المثال ، جريفنج **Griffeing** ١٩٥٦ وكمبثورن **Kempthorne** ١٩٦٩ وماذر وجينكز **Mather & Jinks** ١٩٧٧) . وأول التحليلات التى أجريت على صفة سلوكية كان باتسخدام ٦ × ٦ من الهجن المتبادلة بين سلالات مرباه داخليا من الجرذان (برودهيرست **Broadhurst** ١٩٦٠) . سجلت مرات التبرز والتجول واستخدم فى التحليل طريقة ماذر وجينكز **Mather & Jinks** (١٩٧٧) وهايمان **Hayman** (١٩٥٨) وزملائهم . وقدر المكافىء الوراثى بالمفهوم الضيق h^2N فكان ٠,٦٢ لتسجيلات التبرز و ٠,٠٥٩ لتسجيلات التجول . وكما هو الحال فإن الحد الأقصى لقيمة h^2N هو الواحد الصحيح ، وذلك عندما يتساوى التباين الظاهرى مع التباين الوراثى المضيف ، أظهرت قيم h^2N المشاهدة أن مكون التباين الوراثى المضيف عال لحد ما فى هاتين الصفتين .

ومن الأمثلة الجيدة فى هذا المضمار ما أجراه فولكر **Fulker** (١٩٦٦) عن سرعة التزاوج فى الدوروسوفلا ميلانوجاستر بأخذ ذكر واحد من كل من السلالات الست المرباه داخليا واختبارهم مع ستة إناث بكارى ، بواقع انثى من كل سلالة من السلالات الست المرباه داخليا . وسجل عدد الإناث التى خصبت فى ١٢ ساعة مقدرة بإنتاجها للنسل . وحيث أعطى كل ذكر مجموعة متشابهة من الإناث مكونة من ستة أفراد ، فيمكن اعتبارها مجموعات اختبارية لهذه الذكور التى ينصب اهتمامنا على سلوكها وحدها (وهذا يتعارض على سبيل المثال مع البيانات السابقة لبارسونز **Parsons** ١٩٤٦ الذى درس أزواج مفردة من التلقيحات داخل سلالات مرباه داخليا وهجنها ، والذى أدى إلى زيادة صعوبة وضع تفسيرات وراثية بسبب التفاعلات السلوكية بين الجنسين) . اختبرت خمسة ذكور لكل من السلالات الست المرباه داخليا وكل الهجن

الممكنة بين هذه السلالات المرباه داخليا وهذا يكون ٦ × ٦ هجن متبادلة (جدول ٦ – ٤) . وتظهر قيمتين لكل تركيب وراثى ، وذلك لأن الهجن المتبادلة كررت بعد أسبوعين من التهجين الأول . وحللت الهجن المتبادلة بواسطة طريقة هايمان **Hayman** (١٩٥٨) الدقيقة وطريقة ماذر وجينكز **Mather & Jinks** (١٩٧٧) . وقد ظهر أن القياسات الهامة كانت V_E, V_D, V_A ، وأكثر من ذلك فلم توجد أى تأثيرات متعاكسة .

جدول ٦ – ٤ : مكررات الهجين المتبادل عن سرعة التلقيح (عدد الإناث اللاتى أخصبن من ستة احتمالات ممكنة) لذكر من دروسوفولا ميلانوجاستر .

سلوك الآباء أو الذكور الفحولة		سلوك الأمهات أو الإناث الفحولة					
		6C/L	اديزونا	أوريجون	ولنجتون	سرفلد	فلوريدا
6C/L		*1.4**	3.6	2.2	3.2	2.6	3.0
		1.2	2.6	2.6	3.8	3.4	3.2
اديزونا		4.0	*3.0*	3.7	3.4	3.2	3.2
		3.2	*3.8*	4.6	4.0	2.8	4.2
اوريجون		2.3	3.4	*1.8*	3.4	2.4	2.8
		1.6	4.6	*0.8*	4.0	1.6	3.8
ولنجتون		3.2	4.4	3.8	*3.0*	2.4	3.6
		3.4	3.0	3.2	*2.2*	3.6	4.2
سرفلد	d	2.4	3.6	2.0	2.4	*1.2*	2.4
		3.2	4.0	2.2	4.6	*1.2*	3.8
فلوريدا		3.3	4.0	3.2	4.6	2.0	2.8
		3.8	4.2	2.8	3.4	3.6	*1.8*

* الأرقام المعلمة توضح سرعة السلالة المرباه داخليا

المصدر : فولكر **Fulker** ١٩٦٦ .

ومكونات التباين المقدرة هى V_A = ٠,٣٤٥ و V_D = ٠,٣٢٨ و V_E = ٠,٢٦٠ وعلى هذا V_P = ٠,٩٣٣ ويكون h^2N = ٠,٣٧

ويتضح انخفاض مكون التباين الوراثى المضيف نسبيا بمقارنته بالعديد من الصفات ، أما مكون تباين السيادة فهو عال نسبيا . السيادة فى هذه البيانات تكون فى اتجاه سرعة التزاوج . وفى الحقيقة يمكن أن يلاحظ وجود سيادة فائقة أو قوة هجين فى هذا المضمار . يتضح ذلك فى جدول ٦ – ٥ . ونجد فى كل الحالات أن متوسطات الهجن تفوق متوسطات السلالات المرباه داخليا المماثلة لها ، مما يوضح ظهور قوة الهجن نحو الأسرع فى سرعة التلقيح وهذه النتيجة تقترح أنه فى العشائر الطبيعية يوجد ما يشبه ذلك .

جدول ٦ - ٥ : متوسط تسجيلات سرعة التلقيح (عدد الإناث اللاتى أخصبن من مئة احتمالات ممكنة) للذكر من الدروسفلا ميلانوجاستر

السلالات المرباه داخليا	هجين من ذكور كل سلالة مع إناث السلالات الخمس الباقية	هجين من إناث كل سلالة مع ذكور السلالات الخمسة الباقية
6C/L	3.02	3.04
الثوه	3.63	3.74
نوراكوت	2.99	3.03
وادسورث	3.48	3.68
سمرفيلد	3.06	2.76
فلوريدا	3.49	3.42
المتوسط الكلى	3.93	3.93

المصدر : فولكر ١٩٦٦ اعتماداً على البيانات فى جدول ٦ - ٤ .

وذلك مما يشير إلى الانتخاب القوى فى اتجاه سرعة التلقيح (بارسونز Parsons ١٩٧٤ a) . وسوف تناقش أهمية سرعة التلقيح كأحد مكونات الملاءمة فى قسم ١٣ - ٢ على وجه الخصوص .

توجد طريقة أخرى تنتمى إلى نوعية الهجن المتبادلة ، وهى الطريق المبسطة للتلقيحات الاختبارية الثلاثية triple test cross (TTC) ، وقد استحدثت لتحليل الصفات الكمية (انظر فولكر Fulker ١٩٧٢) . وهذه الطريقة اقتصادية حيث يحتاج الأمر عدد أقل من التهجينات . وفى أبسط صورها ، فإن التصميم يتضمن تهجين n من السلالات المرباه داخليا مع اثنتين من السلالات المتطرفة من بين هذه السلالات لينتج جدول ٢ × n . ومن تحليل التباين فى هذا الجدول ، فإن اختبارات المعنوية للتباين المضيف تباين والسيادة يمكن الحصول عليها . وإذا كانت هناك تسجيلات ممكنة للسلالات n نفسها ، ففى الإمكان إجراء اختبار معنوية للتفوق . ويوضح جدول ٦ - ٦ حجم الهجن الاختبارية الثلاثية TTC والهجن المتبادلة الكاملة والهجن نصف المتبادلة (تحذف فيها الهجن العكسية) اللازمة ، وكما يتضح ، فإن الهجن الاختبارية الثلاثية تحتاج نفس العدد من التهجينات اللازمة للهجن المتبادلة الكاملة كلما كان عدد السلالات قليلا ، ولكن الفارق الاقتصادى يتضح كلما زاد عدد n . والطريقة المبسطة للتلقيح الاختبارى الثلاثى تحتاج عددا مساويا من التهجينات مع طريقة الهجن النصف

متبادلة عندما تكون n=0 ، وبعد ذلك تكون طريقة التلقيح الاختبارى الثلاثية أكثر نفعا .

ونظام التلقيح الاختبارى الثلاثى يفيد خصوصا عندما يكون الهدف هو حصر الميكانيكيات الوراثية بتوسع ، فتستخدم العديد من السلالات المرباه داخليا ، وتسهل الاستدلال على خواص العشيرة الأساسية . هنالك تحفظ هو أن n من السلالات المختبرة تحدد علاقتها بالجينات التى تحملها السلالتين الاختباريتين ولكن طالما أن السلالتين الاختباريتين متطرفتان ؛ فلن يكون هناك فقد للمعلومات الخاصة بالمواقع الهامة . وتوجد ميزة واضحة للعمل فى مجال الوراثة السلوكية تتأتى من إمكان تكرار ذلك فى عدد من البيئات ومن ذلك يمكن أن تنطلق الدراسات الطموحة عن علاقة التركيب الوراثى بالبيئة .

ولكن العيب هو فى الاحتياج إلى اختبار تلك السلالتين المتطرفتين تبعا للفروق الظاهرية المطلوبة . هذا يعنى أنه إذا كان أحد التراكيب الوراثية متطرفا لواحد من الصفات الظاهرية فإن الدراسة تكون محدودة بهذه الصفة فقط . ولكن لا يوجد مثل هذا التحديد فى الهجن المتبادلة ، حيث يمكن دراسة العديد من الصفات فى آن واحد ، بغض النظر عن أى من السلالات تكون متطرفة بالنسبة لهم . ومن ناحية أخرى فإذا وجدت سلالات معينة متطرفة لعدد من الصفات فإن ذلك يؤدى إلى تعقيدات سلوكية ظاهرية . سوف يناقش هذا الموضوع أكثر من ذلك على الفيران فى قسم ٩ – ٣ .

ويعتبر فولكر عندما تكون n ٨ فإن الهجن نصف المتبادلة تعطى أحسن المعلومات عن فعل الجين المتحكم فى السلوكيات . ولكن بالمقارنة بالهجن المتبادلة الكاملة فإن طريقتى التلقيح الاختبارى الثلاثية المبسطة والهجن نصف المتبادلة لا تسمح بالتنبوء بالاختلافات المتعاكسة . ومع ذلك فإن هذه التأثيرات ليست شائعة فى الوراثة السلوكية ومن الملائم اختبارهم بطريقة روتينية كما سيتضح من المناقشة فى الفصل القادم .

جدول ٦ – ٦ : مقارنة بين أقل الأعداد المطلوبة من التهجينات الاختبار ٨ من السلالات لثلاثة تصميمات

		n عدد السلالات					
	عدد الهجن	3	4	6	8	12	20
هجن متبادلة كاملة	n^2	9	16	36	64	144	400
هجن نصف متبادلة	$n(n+1)/2$	6	10	21	36	78	210
TTC	$2n + n$ الأباء $= 3n$	9	12	18	24	36	60

وكمثال على طريقة التلقيح الاختبارى الثلاثية المبسطة يمكننا الرجوع إلى بيانات فولكر **Fulker** (١٩٦٦) عن سرعة تلقيح الذكور والمعروفة فى جدولى ٦ – ٤ و ٦ – ٥ وبتحليل التباين باستخدام نظام التلقيح الاختبارى الثلاثى ، فقد اتضح وجود مكونات معنوية للتباين الوراثى-المضيف وتباين السيادة كما وجد تماماً فى ترتيبات الهجن المتبادلة الكاملة . وكانت قيم مكونات التباين هى V_A = ٠,٤١٥ V_D = ٠,٣ و V_E = ٠,٣٢ واعطت V_P القيمة ١,٠٣٥ وعلى هذا تكون h^2_B = ٠,٦٩ و h^2_N = ٠,٤٠ وهذه القيم تتساوى مع القيم المقدرة سابقا باستخدام الهجن المتبادلة ٦ × ٦ .

ويوضح جدول ٦ – ٧ بعض البيانات المجمعة على الجرزان بواسطة برودهيرست **Broadhurst** (١٩٦٠) وكذلك فولكر ولكوك وبرودهيرست **Fulker, Wilcock, and Broadhurst** (١٩٧٢) وحللت بطريقتى التلقيح الاختبارى الثلاثى والهجن المتبادلة للمقارنة بينها . فمن الصفات الأربعة التى درست نوقشت صفتى التبرز والتجول فى قسم ٥ – ٥ والهجن المتبادلة الكاملة ٦ – ٦ . أما المثالان الآخران (التفادى ومحاولات العبور) فقد أخذت من هجن متبادلة ٨ × ٨ . وقد اعطيت الحيوانات ٣٠ محاولة مدة كل منها دقيقة واحدة للتدرب على الهرب والتفادى فى صندوق به حاجز يتحرك جيئة وذهابا ، مقسم لقسمين متساويين يهتز أحدهما بعد ٨ ثوان ، ينطلق اثناؤها طنين من جرس خاص والعبور من جانب لآخر كان يؤدى إلى توقف الجرس أو كلا من الجرس والاهتزاز . وإذا فشلت الحيوانات فى العبور فإن الاهتزاز يتوقف أوتوماتيكيا بعد ١٠ ثوان . فترة المحاولة بلغت دقيقة واحدة وكانت تتراوح ، بدون نظام معين ، ما بين ٤٠

جدول ٦ – ٧ : مكونات التباين لصفات سلوكية فى الجرذان حللت بواسطة التلقيح الاختبارى الثلاثى والهجن المتبادلة

مكونات التباين	التجول (برودهرست ١٩٦٠)		التبرز (برودهرست ١٩٦٠)		التفادى (فولكر وآخرون ١٩٧٢)		محاولات العبور (مولر وآخرون ، ١٩٧٢)	
	TTC	متبادلة	TTC	متبادلة	TTC	متبادلة	TTC	متبادلة
V_A	15.2	19.7	0.083	0.131	24.12	19.44	0.28	0.22
V_D	2.5	1.5	-0.006*	-0.034*	-0.028*	-1.97*	0.03	-0.03*
V_E	5.6	4.9	0.166	0.160	5.42	3.94	0.24	0.17
سيادة موجبة	None	None	None	None	None	None	None	التعبير المختلف None
فروق	None	None	None	None	None	None	None	None
h^2_B	0.75	0.81	0.32	0.38	0.82	0.62	0.56	0.52
h^2_N	0.65	0.75	0.34	0.51	0.62	0.91	0.50	0.62

* غير معنوية

المصدر فولكر ١٩٧٢

و ٨٠ ثانية . وحسب عدد مرات التفادى من بين ٣٠ محاولة كمقياس لهذه الصفة . وفى نفس التجربة فإن محاولات العبور من جزء إلى الجزء الآخر كانت تسجل أيضاً .

وبالنظر لمكونات التباين ، فإن التوافق بين الهجن الاختبارية الثلاثية المبسطة والهجن المتبادلة تام بالنسبة لصفة التجول ، ولكنه أقل لصفة التبرز . وهذا يؤدى إلى اقتراح أن الهجن الاختبارية الثلاثية المبسطة قد تكون محدودة الفاعلية عندما يقل معامل التكافؤ الوراثى . ولكن كلتا الطريقتان تبديان توافقا معقولا فى حالة التفادى ومحاولة العبور . وفى كل الصفات فإن التباين الوراثى المضيف V_A والذى يمثل الجزء الأكبر من التباين الوراثى والتأثير السيادى V_D اعطى قيما أصغر بل وسالبة أحياناً ، رغم أنها لا تختلف معنويا عن الصفر فى هذه الحالات . لم تساهد حالات معنوية للتفوق . وبالتالى ، فليس عجيبا أن تتوافق قيم h^2 مع قيم h^2B فى كلا التصميمين .

والهجن المتبادلة تعتبر مفيدة لتعيين أهمية الجنس فى التحكم فى سرعة التلقيح أو فترة الجماع . يمكن أن يتضح ذلك من جدول متبادلة ٣ × ٣ صمم من بيانات عن فترة الجماع فى ثلاثة سلالات من دروسوفلا بسيدو ابسكيور – **CH/CH, ST/ST** (جدول ٦ – ٨) . وقد درست هنا فترة الجماع لذكور من كل سلالة مع إناث من السلالات الأخرى المختبرة . والطريقة التجريبية هى رج الحشرات غير المخدرة معاً فى أنبوبة كأزواج مفردة وتسجيل فترة الجماع عندما يبدأ التزاوج فورا (كاول وبارسونز **Kaul & Parsons** ١٩٦٥) . عند معاينة النسب المتحصل عليها يظهر أن الذكور من الطراز النووى CH/CH كانت أقلها فى فترة الجماع يتبعها ST/CH وكانت أطولها ST/ST . ولكن الاختلافات فى السلالات كانت أقل فى حالة الإناث . وعلى هذا ، فطريقة الهجن المتبادلة تمكننا من القول بأن فترة الجماع هى فى الأصل محكومة ذكريا . وقد توصل ماك بين وبارسونز **Mak Bean & Parsons** (١٩٦٧) لنفس النتيجة فى دروسوفلا ميلانوجاستر . فسرعة التزاوج فى الدورسوفلا ميلانوجاستر من هجن متبادلة ٥ × ٥ أوضحها بارسونز **Parsons** (١٩٦٥ b) ، وتبين منها أهمية الذكور لسرعة ابتداء التلقيح ، أما بالنسبة للدور الإناث فإنه يزداد أهمية مع مرور الوقت . وإمكانية أهمية هذا التعميم أوضحه بليزراد وفولكر **Blizard & Fulker** (١٩٧٨) عندما توصلا إلى نفس النتيجة عند دراسة كل الهجن المحتملة لمجموعة من سلاسلات الجرذان .

٦ – ٦ التأثير الأمى

إن الهجن المتبادلة الكاملة تسمح بتقدير التأثيرات المتعاكسة التى لم تلاحظ غالبا فى

جدول ٦ - ٨ : متوسط فترة الجماع (بالدقائق) فى دروسوفولا بسيدوا بسكيورا

إناث	ذكور			
	ST/ST	ST/CH	CH/CH	مجموع السلالات
ST/ST	5.08	4.22	3.17	4.16
ST/CH	5.49	4.47	3.82	4.59
CH/CH	5.95	4.38	3.55	4.63
مجموع السلالات	5.51	4.36	3.51	4.46

كل منها معتمدا على ٧٨ ملاحظة

المصدر : كاول وبارسونز Kaul & Parsons ١٩٦٥

البيانات السلوكية . وعموما ، فخاصة فى بداية حياة نسل حيوانات مثل القوارض نجد أن تأثير الأم يبدو بوضوح ، توجد بعض الملاحظات على التصميمات اللازمة لاكتشاف التأثيرات الأمية التى لها أهميتها . وفى الحقيقة فالدراسة الإحصائية التى لا تتضمن طرقا لاختبار التأثيرات الأمية تكون محدودة . وفى هذا المقام فإننا نهتم بالثدييات أكثر من الحشرات والتى لا توجد بها رعاية أبوية للنسل .

هنالك فترتان يمكن أن تظهر فيهما التأثيرات الأمية . الأولى وهى قبل الولادة عندما يكون الحيوان فى رحم الأم ويعتمد عليها فسيولوجيا ، والثانية بعد الولادة ، وهى فترة قبل الفطام وفيها يكون الحيوان ملتصقا بأمه ويستمر لحد ما معتمدا عليها . وحتى هذا الوقت يأخذ التعلم مجراه سواء من الأم أو من بقية الصغار .

وتأثير فترة قبل الولادة يمكن تقديره من الهجن المتعاكسة والمقارنات بين النسل . فالاختلاف بين الهجن المتعاكسة قد يكون مؤداه للبيئة داخل الرحم قبل الولادة . والهجن المتبادلة الكاملة تمكن من تقدير ذلك حيث تأخذ فى الاعتبار التلقيحات المتعاكسة . ومع هذا فإمكانية وجود الارتباط بالجنس قد تؤدى إلى الاختلافات بين التلقيحات المتعاكسة . وقد قام فولكر Fulker (١٩٧٠) بإعادة تحليل دراسة تقوم على سلالتين أبويتين و F_1 الناتج من التهجينين المتعاكسين فى الفيران . وأجريت تجربة للمقارنة فى الفيران فى الأماكن المفتوحة على بعض الظروف القياسية والطبيعية قبل الولادة . واستخدمت بنجاح بعض الظروف القياسية لنصف الإناث الحوامل مثل الاهتزاز الآلى والسباحة والضوضاء العالية (دى فريز DeFries ١٩٦٤) . وقد وجدت تأثيرات أميه تعمل فى تعارض مع التأثيرات الوراثية المضيفة . وعلى ذلك فقد اقترح فولكر الأمر على أنه ميكانيكية للتنظيم لتعديل الشكل الظاهرى للنسل . وقد ظهرت

أيضاً التعقيدات المتوقعة للتأثيرات الأمية ، مما دفع فولكر لمناقشة النماذج الملائمة لتقدير مثل هذه التأثيرات الأمية .

هناك إمكانية أخرى لم تناقش كثيراً وهى علاقة الصفات السلوكية بالوراثة اللانووية أو السيتوبلازمية . فكميات السيتوبلازم التى يساهم بها كل من الحيوان المنوى والبويضة مختلفة تماماً . فمساهمة البويضة أكبر كثيرا حتى أنه يمكن اهمال دور الذكر من هذه الناحية . وإذا عرف دور التأثيرات الأمية من الناحية المظهرية ، فإنه يكون من الضرورى تحديد ماإذا كان الأمر يتعلق بالسيتوبلازم وليس بعامل داخل الرحم . وللتوصل إلى ذلك فإن زراعة البويضات المخصبة بين السلالات يكون مجديا . وقد ذكرت هذه الطريقة فى الفيران بواسطة ماك لارين وميشى **Mclaren & Michie** (١٩٥٦ و ١٩٥٩) . وقد سجل دى فريز وآخرون **DeFries, at al.** (١٩٦٧) تأثيرا أميا بسيطا على السلوك فى الأماكن المفتوحة بواسطة زرع المبايض ، ولكن الأثر الأكبر كان فى زيادة وزن الجسم .

يمكن اكتشاف تأثيرات بعد الولادة فى القوارض وذلك بنقل جزء من المواليد ، وحتى كلها ، إلى أمهات مرضعة لها تركيب وراثى مناسب لتقوم بتربيتهم حتى الفطام . يمكن التعرف إلى ثلاثة أنواع بيئية رئيسية بعد الولادة بفرض وجود سلالتين **B,A** : (١) تربية بالأمهات الأصلية (٢) تربية بمرضعات من نفس سلالة الأم الأصلية (٣) تربية نسل السلالة A بأمهات من السلالة B والعكس بالعكس . وتظهر المقارنات التى تتم على الصفات فى مختلف جماعات النسل وجود أو غياب التأثيرات الأمية بعد الولادة (لمزيد من الايضاح انظر برودهيرست **Broadhurst** ١٩٦٧ a) . وكما نرى هنا فى هذه الحيوانات ، فالوضع يشبه حالة التبنى فى الإنسان التى ستناقش فى الفصول الأخيرة . ودراسات التبنى تلعب دورا حاسما فى تذليل فهم التأثيرات الوراثية والبيئة للصفات المعقدة كصفة الذكاء .

إن دراسة التأثيرات الأمية للرضاعة بعد الولادة يمكن أن تدخل فى التحليلات المعتادة عن وراثة السلوك ، وخاصة إذا اعطيت أهمية مماثلة لأهمية دراسات التبنى فى الإنسان . وفى الحقيقة يحتاج الأمر إلى دراسة ذلك بنظام الهجن المتبادلة إذا صممت بالطريقة المناسبة . وأى طريقة سوف تحتاج إلى برنامج تربية مكثف للتأكد من أن المواليد أمكنها الرضاعة عند الولادة أو خلال أيام قليلة منها ، وإلا فإن اختلافات السن سوف تؤدى إلى تعقيدات كثيرة ، وإن كانت بدورها تعد نن الأمور الهامة . وأخيرا ، فمن الواضح أن التأثيرات الأمية يمكن بدورها أن تكون مجالا للبحث إذا ما توفرت لها التصميمات

التجريبية وبرامج التربية المناسبة .

٦ - ٧ السلالات وحيدة الأم

درست قلة من العلماء المدى الكامل للتباين عديد الجينات فى العشائر الطبيعية وأهميتها التطورية . وفى مثل هذه الدراسات فإن السلالات وحيدة الأم ، والتى تنتج من إناث مفردة ملحقة فى الطبيعة ، بدأت تأخذ دورا هاما ؛ وخاصة عند ربط دورها بالطرق التى نوقشت فى هذا الفصل ؛ وكذلك تحليل التأثيرات الانتخابية المناقشة عند شرح الانتحاء الجغرافى للدروسوفلا فى قسم ٥ - ٢ . وبداية ، فإن التباين بين السلالات وحيدة الأم المشتقة من الطبيعة ، والمعروف أساساً لجميع الصفات التى يمكن قياسها سلوكية وظاهرية وفسيولوجية (الجانبية ربما تكون حالة شاذة قسم ٥ - ٧) - يعد من الأمور الزعجة . ومع أن الفروق بين الأنواع قد تأكدت على مر الأجيال ، فإن هذا يوضح الفروق فى تعدد الأشكال المظهرية فى العشائر الطبيعية الناتجة من الأمهات الأصلية التى استنبطت منها السلالات وحيدة الأم . وكمثال خاص فإن السلالات وحيدة الأم التى نتجت وجمعت فى فيكتوريا باستراليا وجد أنها تختلف فرديا لثلاثة من الصفات الكمية - عدد الشعيرات الحرشفية وسرعة التلقيح وطول فترة الجمع (باسونز وهوسجود ولى Parsons & Hosgood & lee ١٩٦٧) . وقد أوضح بارسونز (١٩٧٧ a) إن دراسات السلالات وحيدة الأم تعطى استنتاجات عن العشائر الطبيعية لتكونها مباشرة وبسرعة . وعلى وجه الخصوص فإن هذا مهم بالنسبة للأنواع المرباه معمليا والتى تنقص عنها المعلومات الوراثية . وعلى سبيل المثال ، فإن دراسات المقارنة قد أجريت على الأنواع الأكثر قرابة الشقيقة فى الدرو سوفلا حول رد فعل اليرقات تجاه الكحول (قسم ٨ - ٥) وكذلك للانتحاء والتشتت تجاه الضوء (قسم ١٣ - ٢) .

وباستخدام الهجن المتبادلة البسيطة بين السلالات وحيدة الأم ، من الممكن الحصول على معلومات عن مكونات الصفات الكمية الخاصة بالإضافة والسيادة خلال جيل واحد . فعلى سبيل المثال ، فى الدروسوفلا ميانوجاستر ، وجد أن الاختلاف الوراثى فى السلالات وحيدة الأم يشمل طول فترة الجماع وسرعة التزاوج (هوسجود وبارسونز Hosgood & Parsons ١٩٦٧ a) .

وأظهرت الهجن المتبادلة بين السلالات أن طول فترة الجماع كانت محكومة ذكريا بالاختلافات المضيفة فى حين قد ظهرت تأثيرات مضيفة وغير مضيفة لسرعة التزاوج ،

وظهر أن الذكر أكثر أهمية من الانثى والتأثيرات الغير مضيفة كانت غالبا فى اتجاه سرعة التلقيح - يتفق هذا مع بيانات فولكر التى نوقشت سابقا فى قسم ٦ - ٥ . مرة أخرى فنحن أمام دليل على الانتخاب الموجه لسرعة التلقيح . وفى هذه الحالة فإن النتائج من عشائر منتخبة من الطبيعة يعطيها أهمية فى التطبيق على العشائر الطبيعية . ومع أن هذه سلوكيات بسيطة ، فإنها تعطى إيضاحا لطريقة تطبيقها على المشاكل الأكثر تعقيدا فى العشائر الطبيعية .

فى شكل ٦ - ٢ يتضح عدد التقليحات فى ٣٠ دقيقة لثلاثة سلالات وحيدة الأم ممثلة لكل من النوعين الشقيقين دروسوفلا ميلانوجاستر ودرسوفلا سيميولانس عند النمو تحت درجات حرارة مختلفة تتراوح من ١٢ إلى ٣٠°م . وقد تأكد وجود خلط وراثى معنوى بين السلالات العشرة المختبرة من كل نوع ، وهذا يوضح الاختلافات الوراثية طبقا لما هو متوقع . بالإضافة لذلك فقد وجد تداخل معنوى بين السلالات ودرجات الحرارة . وهنا يتضح تماماً أن السلالات وحيدة الأم يمكن دراستها على بيئات مختلفة فى جيل واحد بدون الدخول فى صعوبات إجراء الهجن المعقدة . وعلى ذلك فهذا يسمح بالحصول على معلومات عن تأثيرات العديد من البيئات على سلسلة من السلالات المختلفة وراثيا . وحيث أن السلالات المذكورة معزولة مباشرة من عشائر طبيعية فإن الفكرة عن كل استجابات العشائر الطبيعية للمتغيرات البيئية الهامة مثل الحرارة تكون قابلة للقياس . وهذا الاتجاه تظهر أهميته خاصة للصفات السلوكية التى تبدى درجة أقل من الثبات إذا قورنت بالصفات الظاهرية .

ويمكن استخدام السلالات وحيدة الأم لتقدير الفروق بين العشائر داخل الأنواع . واستعمل هذا المدخل بنجاح فى الدروسوفلا ميلانوجاستر لقياس حساسيتها للكحول داخل قبو الخمور فى مصنع خمور شاتو تاهبيك فى فيكتوريا باستراليا ، خارج القبو مباشرة وعلى مسافة من القبو ، وظهر وجود خلط وراثى مرجعه للانتخاب الطبيعى ظهر بصورة واضحة بعد مسافات قليلة (ماك كينزى وبارسونز **McKenizie & Parsons** ١٩٧٤) . وعلى ذلك فالسلالات وحيدة الأم تسمح بالوصول إلى استنتاجات عن التغيرات الضئيلة فى العشائر نتيجة للمخلط الوراثى البيئى .

وهذا المدخل سوف يستخدم فى قسم ٨ - ٥ لاستكشاف رد الفعل السلوكى للبرقات تجاه مواد عديدة خاصة الكحولات فى الأنواع الشقيقة دروسوفلا ميلانوجاستر ودروسوفلا سيميولانى . وكنتيجة لذلك فإن السلالة وحيدة الأم تعتبر وسيلة فى غاية

الأهمية إذا كانت هناك حاجة لاستنتاجات عديدة وسريعة عن العشائر الطبيعية لأية أنواع يمكن تربيتها معمليا . وهذا يمكن استخدامه لأى صفة يمكن قياسها بما فى ذلك الصفات السلوكية تحت ظروف العديد من البيئات (بارسونز Parsons ١٩٧٧ a) .

٦ - ٨ مكونات التباين الوراثى فى عشائر تتزاوج اعتباطيا

فى قسم ٦ - ٤ قسم التباين الوراثى إلى مكون وراثى مضيف ومكون السيادة فى الجيل الثانى لهجين بين سلالتين مربيتين داخليا . توجد فى هذه الحالة ثلاثة تراكيب وراثية A_2A_2, A_1A_2, A_1A_1 تكرارها فى الجيل الثانى ١/٤ : ١/٢ : ١/٤ على الترتيب وفى التزاوج الاعتباطى فى العشيرة فإن النسب تكون $p^2 : 2pq : q^2$ حيث p هى تكرار الجين A_1 ، q هى تكرار A_2 وحيث $p+q=1$ وهذا يتبع قانون هاردى فاينبرج الذى نوقش فى قسم ٢ - ٣ .

وفى قسم ٦ - ٤ فإننا اعطينا التراكيب الوراثية A_2A_2, A_1A_1 القيم الوراثية a, -a 2 والتركيب الخليط A_1A_2 القيمة d . ومرة أخرى فإن التباين الوراثى (V_G) يمكن التعبير عنه بأنه مجموع التباين الوراثى المضيف (V_A) وتباين السيادة (V_D) كما هو واضح فى ملحق ٦ - ٢ . وليس من غير المتوقع أن التعبيرات عن V_D, V_A أصبحت أكثر تعقيدا وأنها تعتمد على تكرارات الجين ولكنها تصبح متشابهة مع ما سبق توضيحه إذا كانت $p = q = ½$.

٦ - ٩ علاقات القرابة : طريقة التلازم

توجد دراسات كثيرة تختص بالعلاقات بين الأقارب . فعلى سبيل المثال افترض وجود عينة من الأخوة والأخوات . فى قسم ٢ - ٢ اعطيت معادلة التباين $V_{(X)}$ لصفة Xi . إذا كانت الصفة يجب قياسها على الأخوة والاخوات وسنفرض قيم الصفة للاخوة Xi وللاخوات Yi فإن معادلة مشابهة لتلك فى قسم ٢ - ٢ تنطبق على الاخوات :

$$V(y) = \frac{1}{n-1} \sum (y_i - \bar{y})^2$$

وهذا لا يعطينا أية فكرة عن إمكانية العلاقات بين الأخوة والاخوات بالنسبة للصفة . ولكى نحصل على هذه المعلومة فإننا نحتاج لجمع الناتج بين هذين المتغيرين Yi, Xi . ومن هذا نحسب كمية للتباين يطلق عليها التغاير

$$W(x,y) = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

ومن هذا يمكن أن نحصل على معامل التلازم بين متغيرين والذى توضحه كتب الاحصاء الأساسية ويكتب هكذا

$$r = \frac{W(x,y)}{\sqrt{V(x)V(y)}}$$

ويوضح جدول ٦ - ٩ بعض بيانات عن أطوال ١١ زوجا من الاخوة والاخوات وجميعهم طلبة فى جامعة ملبورن باستراليا . المتوسطات Y,X تظهر أن الاخوة أكثر طولا من اخواتهم فى المتوسط كما هو المعتاد . وكان معامل التلازم بين أطوالهم + ٠,٥٧ ويظهر أنه فى العائلات التى يتمتع أولادها الذكور بطول أكبر نسبيا عن أفراد نفس جنسهم فإن اخته تكون كذلك أطول نسبيا عن بنات جنسها . ومن الناحية النظرية فإن r تتراوح بين − ١ عندما يكون التلازم سالبا تماماً حتى + ١ عندما يكون موجبا تماماً . وبالرسم البيانى فإن التلازم الموجب يعطى انحدارا موجبا بين Y,X أما التلازم السالب فانحداره سالب (شكل ٦ − ٦) .

جدول ٦ - ٩ الأطوال (سنتيمتر) لـ ١١ زوجا من الاخوة والاخوات وحساب معامل التلازم (r) .

		العائلة										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
الأخ	(x)	180	173	168	170	178	180	178	186	183	165	168
الأخت	(y)	175	162	165	160	165	157	165	163	166	160	157

وعلى ذلك

$$\bar{x} = 175.36,\ \bar{y} = 162.45$$

$$\Sigma x_i^2 - \frac{(\Sigma x_i)^2}{n} = 478.54$$

$$\Sigma y_i^2 - \frac{(\Sigma y_i)^2}{n} = 428.73$$

$$\Sigma x_i y_i - \frac{\Sigma x_i \Sigma y_i}{n} = 259.18$$

وبالتالى

$$r = \frac{259.18}{\sqrt{478.54 \times 428.73}} = +0.57$$

لطريقة الحساب انظر ملحقى ٦ - ١ و ٦ - ٣

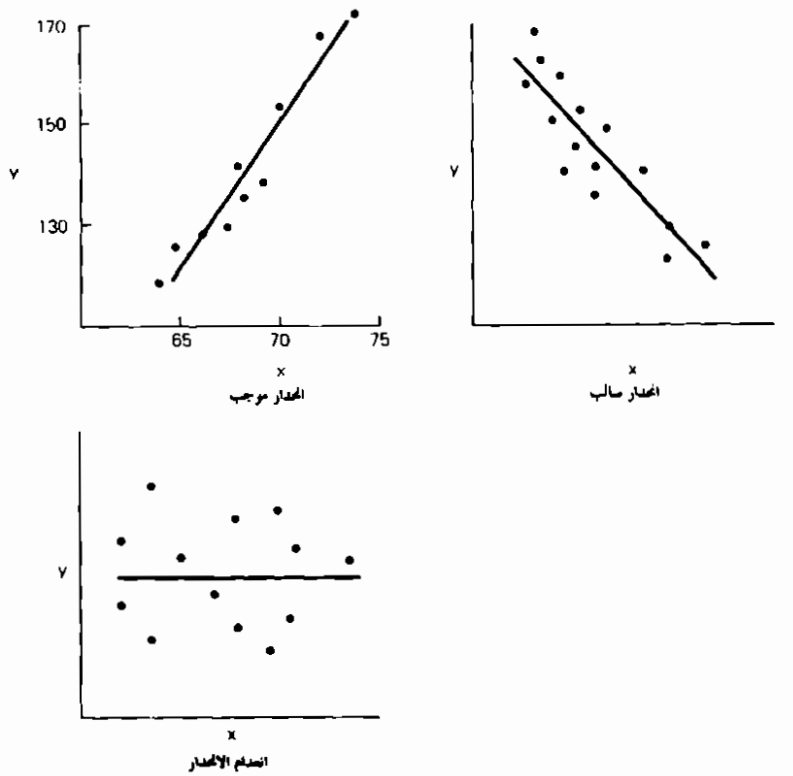
وفى حالة غياب التلازم بين y,x فإن توقيع البيانات على الرسم لا يعطى أى انحدار واضح وفى هذه الحالة r = صفر . وعلى ذلك فالقيمة + ٠,٥٧ توضح تلازم موجب بين الاخوة . وهذه القيمة تختلف معنويا عن صفر عند مستوى ٥ فى المائة وتوضح قدرة

التوريث العالية للصفة كما سيرى من القيم النظرية المتوقعة للتلازم بين الأخوة .

نحن الآن مستعدون لمناقشة التلازم بين الأقارب فى مزيد من التفصيل ، فهو أداة تحليلية جيدة فى كل الكائنات التى تفتقر لإمداد مباشر من السلالات المرباه داخليا . وتستخدم الطريقة أيضاً فى الإنسان ، ولكن التلازم بين الأقارب يجمع غالبا فى الحيوانات التجريبية . ويأخذ التباين بين أحد الآباء والنسل على المواقع فإن فالكونر **Falconer** (١٩٦٠) يران التغاير بين الأب ونسله يكون :

$$W_{OP} = \tfrac{1}{2} V_A$$

وهذا معقول بداهة حيث أن نصف جينات أى نسل تكون كما فى أحد الآباء والنصف الآخر مختلف . وعلى هذا فمن بين التباين الوراثى المضيف (V_A) فى الأب يذهب النصف إلى النسل . لاحظ أنه لا يوجد ذكر لمكون السيادة فى هدا الموضع .



شكل ٦ - ٦ : تلازمات موجبة وسالبة ومنعدمة موضحة بانحدارات موقعة لبيانات مختلفة

وهذا أمر مقبول ، حيث أن الانتقال من الأب إلى النسل يكون عن طريق الجاميطات التى تحمل الجينات ، وليست التراكيب الوراثية ، التى تنتقل من جيل إلى جيل (قسم ٦ – ٤) . وفى موقف ما قد يتوقع وجود الخاص بتباين السيادة (V_D) للتغايرات بين الاخوة فزواج الاخوة يختلف عن الأقارب فى أن آبائهم مشتركة وعلى هذا فإن بعض تراكيبهم الوراثية مشتركة . والتغاير يمكن توضيحه فى زواج الاخوة هكذا

$$W_{ss} = \tfrac{1}{2} V_A + \tfrac{1}{4} V_D$$

والسبب فى وجود ربع مكون السيادة هو التراكيب الوراثية المشتركة فى زواج الاخوة . ومن الناحية الحسابية فإن W_{ss} من المتوقع أن يكون أكثر قليلا عن W_{op} ، ولكن ليس بدرجة كبيرة حيث يكون V_A فى العادة أكبر من V_D كما رأينا خاصة عند مناقشة الهجن المتبادلة .

من التغايرين السابقين نجد أن التلازمات بين الأقارب يمكن الحصول عليها بقسمة التغايرات بواسطة التباين الظاهرى الكلى (V_p) . وهذا يأتى من المعادلة التى سبق ذكرها لمعامل التلازم . ففى تلك المعادلة يمكن أن يلاحظ عامة $V_{(x)} = V_{(y)} = V_p$. وعندئذ فإن التغاير يمكن قسمته بواسطة التباين الكلى . وللتلازم بين أحد الآباء والنسل نطبق المعادلة

$$r_{OP} = \frac{\frac{1}{2}V_A}{V_A + V_D + V_E} = \frac{\frac{1}{2}V_A}{V_P}$$

وهى تساوى $\frac{1}{2} h^2 N$ (المكافىء الوراثى بالمفهوم الضيق) . والتلازم بين الاخوة يكون

$$r_{SS} = \frac{\frac{1}{2}V_A + \frac{1}{4}V_D}{V_A + V_D + V_E}$$

والذى يزيد قليلا عن $\frac{1}{2} h^2$. فى قسم ١٢ – ١ جدول ١٢ – ١ استخدمت هذه التلازمات لتقدير درجة التحكم الوراثى بكثرة فى تسجيلات اختبار الذكاء .

فى النهاية يجب أن يلاحظ أن تحليل زواج الاخوة فقط يكون من الصعب استخدامه خاصة من منطلق الصفات السلوكية وذلك لاحتمال الانحياز للبيئة التى يرى فيها الاخوان معاً . وعلى هذا فللوصول إلى وضع أكثر اكتمالا تستخدم :

$$W_{SS} = \tfrac{1}{2} V_A + \tfrac{1}{4} V_D + V_{EC}$$

حيث V_{EC} هو مكون التباين الذى مرجعه للبيئة الواحدة التى ربى فيها الاخوان . وتحليل زواج الاخوة منفردا يكون محددا لحساب مكافىء التوريث بالمفهوم الضيق h^2N . وبالنسبة للصفات السلوكية قد يكون V_{EC} عاليا وذلك قد يعزى للخبرة المبكرة ، وهذا النموذج من التحليل لابد أن يؤخذ بالحيطة ، وكذلك التفسيرات المبنية عليه . هذه المشاكل سوف تتضح أكثر فى الفصل القادم عند دراسة الإنسان خصوصا .

ومن الناحية النظرية فإن التلازمات يمكن الحصول عليها من أى مجاميع من الأقارب : وكلما بعدت القرابة فإن معامل V_A فى التغاير يقل :

- اخوة غير أشقاء ، عمة – ابن أخ ، عم – ابنة أخ ٤/١
- أبناء عم أشقاء ٨/١
- أبناء عم من الدرجة الأولى ١٦/١
- أبناء عم من الدرجة الثانية ٣٢/١

ويعرف معامل V_A بمعامل القرابة ويعكس الجينات المشتركة التى تعود إلى سلف مشترك . وهى تنتمى إلى معامل التربية الداخلة F الذى نوقش فى قسم ٦ – ٣ ، ويساوى ضعف قيمة F للأقارب التى سبق ذكرها .

قبل أن يترك موضوع التلازم ، واستكمالا له فإننا نتعرض للتلازم بين الأب المتوسط والنسل . والأب المتوسط يعرف بأنه $\frac{1}{2}(P_1 + P_2)$ حيث P_2, P_1 هى قيم الأبوين . والتلازم بين الأب المتوسط والنسل يمكن توضيحه على النحو التالى :

$$r_{OP} = \sqrt{2} \times r_{OP}$$

وهذه الطريقة تستخدم بقله عن طريقة تقدير علاقات أب واحد مع النسل حيث توجد إمكانية وجود التأثيرات الأمية . هذ ينطبق بالطبع على علاقات الأم بنسلها ، كما يؤدى إلى مقارنة بيانات الأم مع نسلها بالأب مع نسله والتى غالبا ما تكون هامة . وأكثر من ذلك فإن طريقة الأب المتوسط تفترض أن التباينات تكون متساوية فى كلا الجنسين ، وبالنسبة للصفات الجنسية السلوكية كثير منها ما يكون محددا بالجنس ولذلك فتبدو الطريقة عديمة الكفاءة . بالإضافة لذلك فإن التزاوج المصنف ، والذى يبدو أنه سمة مميزة فى الصفات السلوكية خاصة فى الإنسان ، قد يؤدى إلى التميز .

٦ - ١٠ علاقات الأقارب : طريقة الانحدار

يمكن النظر إلى العلاقات بين الأقارب بطريق آخر فدراسات جالتون وبيرسون المبكرة فى انجلترا أوضحت أن أولاد الرجال طوال القامة يميلون إلى الطول - ولكن ليس بدرجة طول آبائهم وليس بدرجة قصر متوسط العشيرة ، وفى الحقيقة فإن طول الأبناء يقع فى منتصف الطريق بين طول آبائهم ومتوسط العشيرة . وبالمثل فإن أبناء الآباء قصار القامة يميلون إلى القصر ولكن ليس لدرجة قصر آبائهم ، وفى المتوسط فإن أطوالهم تقع فى منتصف المسافة بين طول آبائهم ومتوسط العشيرة أيضاً . وهذا الميل إلى متوسط العشيرة يبدو كما هو متوقع على أساس الجينات المضيفة . ولتوضيح هذا الموقف فإنه يجب ذكر بعض الاضافات الإحصائية . فالتلازم كما سبق مناقشته لا يفسر أى سبب للعلاقة بين المتغيرات Y,X ، حتى فى حالة وجود هذه العلاقة . ومع أنه فى بعض الحالات يمكننا أن ننظر إلى المتغير Y أنه يعتمد على X . يمكن استخدام كلا الطريقتين على سبيل المثال عند النظر إلى بيانات الأب ونسله . فمعامل التلازم يسمح لنا باختبار وجود علاقة بين متغيرين على أنه توجد طريقة أخرى ذكرت فى المراجع الأساسية للاحصاء وهى الانحدار الطولى التى تمكننا أيضاً من :

١ - اكتشاف قيمة المتغير الغير مستقل Y مع أى قيمة للمتغير المستقل X .

٢ - اكتشاف كمية التباين فى Y التى تعتمد تماماً على X .

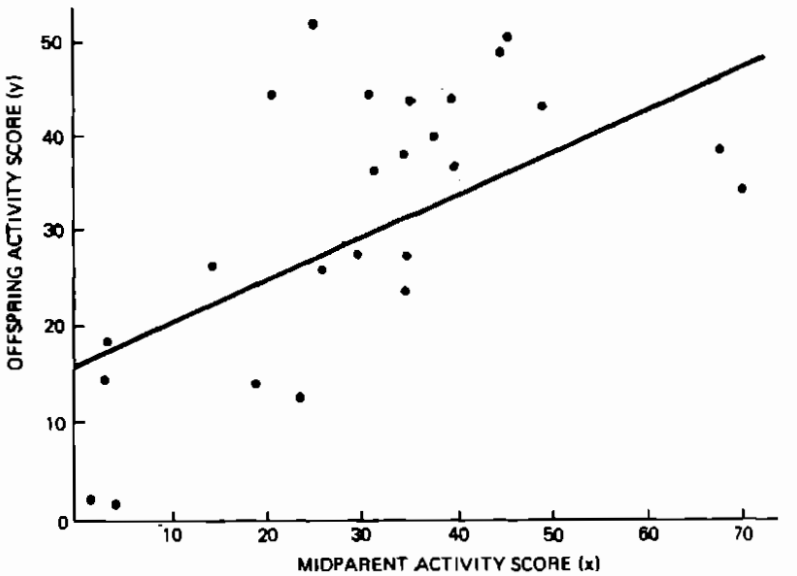
وأساساً فإننا نهدف إلى معرفة قيم b,a فى خط الانحدار التى تبينها المعادلة .

$$y_i = a + b(x_i - \bar{x})$$

وقد صمم هذا الخط بحيث يكون مربع المسافة بينه وبين جميع النقاط على الرسم البيانى فى أدنى حد . وفى شكل ٦ - ٧ فإن بيانات كونوللى **Connolly** (١٩٦٦) عن النشاط الحركى فى الدروسوفلا ميلانوجاستر قد وقعت . وقد قدر مقاييس النشاط فى جهاز من نوع الحقل المفتوح . والطريقة كانت تحتاج ٢٥ زوجا من الآباء انتخبت من سلالة من الطرز البرى (باسفيك) ولقحت كل واحدة مع الذكور على شكل ازواج مفردة ومن نسل كل من هذه التلقيحات اختيرت اثنين للقياس . ويوضح شكل ٦ - ٧ انحدار النسل بالنسبة للأب المتوسط . ومعادلة الخط هى :

$$y = 15.56 + 0.51x$$

وقد أظهرت علاقة موجبة بين نشاطات الأب المتوسط والنسل . والقيم $b = 0.51 \pm 0.10$ التى تقيس انحدار الخط تكون أكبر من الصفر ، بدرجة معنوية $(P < 0.01)$ وعلى هذا فإن نشاطات النسل تعتمد لحد ما على القيم الأبوية .



شكل ٦ - ٧ : تسجيلات النشاط فى الدوروسوفلا ميلانوجاستر - ارتجاع تسجيلات النسل على تسجيلات الأب المتوسط (عن كونولى ١٩٦٦) .

والقيمة b يطلق عليها معامل انحدار y على X ويمكن كتابتها على النحو

$$b = \frac{W(x,y)}{V(x)}$$

وهذا يمكن مقارنته بمعامل التلازم r بين المتغيرين فى القسم السابق . ومعامل الانحدار Y على X كتغير مستقل له مقام $V_{(x)}$. أما على الجانب الآخر إذا اعتمد X على Y فإن المقام يصبح $V_{(y)}$. أما فى حالة معامل التلازم بين Y,X إذا كان المتغيرين معتمدين على بعضهما فإنه من المعقول أن يصبح المقام $V_{(x)}\ V_{(y)}$.

ظهر فى قسم ٦ - ٩ أن التغاير بين أحد الآباء والنسل هو $\frac{1}{2}V_A$. وعلى ذلك فمن المعادلة السابقة فإن انحدار النسل على الأب يكون

$$b_{OP} = \frac{\frac{1}{2}V_A}{V_P} = \frac{1}{2}h^2_N = r_{OP}$$

وكما فى القسم السابق تكتب $V_{(x)}$ مساوية V_p فى هذه المعادلة .

وفى النهاية من السهل توضيح أن انحدار النسل على الأب المتوسط p يكون

$$b_{op} = h^2_N$$

أو بمعنى آخر فإن معامل الانحدار يكون مساويا للمكافىء الوراثى بالمفهوم الضيق . وعلى هذا فيستنتج أن h^2_N للنشاط الحركى يكون ٠,٥١ + ٠,١٠ وسنورد مثلا آخر على طريقة الانحدار فى قسم ١٢ – ١ ، عند مناقشة الذكاء فى الإنسان .

٦ – ١١ تجارب الانتخاب الموجه للصفات الكمية

تتكون تجارب الانتخاب من انتخاب وفحص التراكيب الوراثية المختارة بدقة لصفة ما من صفات العشيرة . وينصب اهتمامنا هنا على الانتخاب الموجه (انظر شكل ٥ – ١) ، حيث تنتخب الأفراد المتطرفة من عشيرة بهدف تكوين سلالات عالية أو منخفضة فى الأجيال المتعاقبة . والأمثلة التى نوقشت فى الفصل الخامس تضمنت الانتحاء الجغرافى فى دروسوفلا ميلانوجاستر والانفعالية مقاسة كتسجيل للتبرز فى الجرذان .

إذا كانت صفة كمية ما لها بعض الأساس الوراثى ، فإنه سيكون هناك استجابة للانتخاب الموجه ، حيث أن انتخاب الأشكال المظهرية المتطرفة سوف يعنى أن التراكيب الوراثية المتطرفة قد انتخبت ضمنا . وبداية فإن الاستجابة للانتخاب (R) يمكن تقديرها بواسطة

$$R = b_{op}S$$

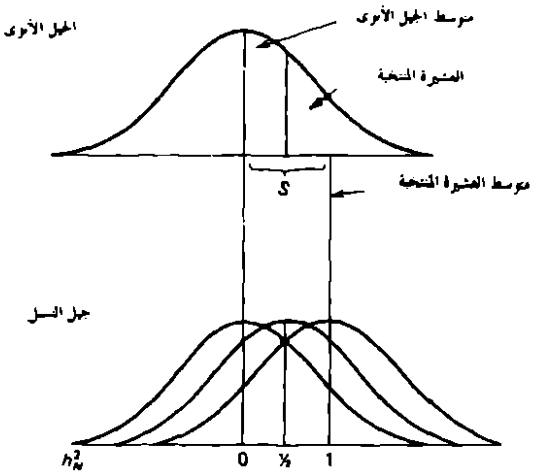
حيث b_{op} هو انحدار النسل على الأب المتوسط كما نوقش فى القسم السابق و S هو الفارق الانتخابى . ويعرف الفارق الانتخابى بأنه الفرق بين متوسط القيمة المظهرية للأفراد المنتخبة كآباء والقيمة المظهرية للأفراد كلها فى الجيل الأبوى قبل إجراء الانتخاب (انظر شكل ٦ – ٨) . ومن الواضح أن قيمة S تعتمد على كلا من حجم الجزء المنتخب من العشيرة وكذلك الانحراف القياسى للصفة .

وبما أننا رأينا فى القسم السابق $b_{op} = h^2_N$ فسيتبع ذلك أن

$$R = h^2_N S$$

وهذه ليست نتيجة غريبة . حيث أن الاستجابة للانتخاب يجب أن تعتمد على مكون يمثل الفارق الانتخابى مشتركا مع المكافىء الوراثى للصفة المنتخبة . ومن المعادلة إذا كانت h^2_N =صفر فليس هناك احتمال للاستجابة ، حيث تكون صفة محكومة بيئيا

تماما . وعلى العكس من ذلك كلما زادت قيمة كلما كان المتوقع زيادة الاستجابة كما فى شكل ٦ - ٨ . ومن الناحية النظرية فإن اكتشاف الاستجابة يكون مفيدا لجيل واحد فقط حيث يكون أثر الانتخاب كبيرا فى تغير التكرارات الجينية ، وعليه الخصائص الوراثية للنسل . على أنه فى العديد من التجارب فقد أمكن الحصول على استجابة لخمسة أجيال أو أكثر .



شكل ٦ ٨ : رسم يوضح الفارق الانتخابى S حيث انتخب جميع الأفراد فى الجزء المظلل من التوزيع فى جيل الآباء . الاستجابة للانتخاب تعتمد على كما يظهر من منحنيات جيل النسل .

وقد وجهت الكثير من الجهود للصعوبات الاحصائية لتقدير الاستجابة المكتشفة والتى تعتمد على تقدير دقيق لكفاءة التوريث . فإذا كانت الكفاءة الوراثية لم تقدر قبل الانتخاب فالمعادلة السابقة تقدرها بالقيمة R/S ، وهى تعرف بكفاءة التوريث المتحققة .

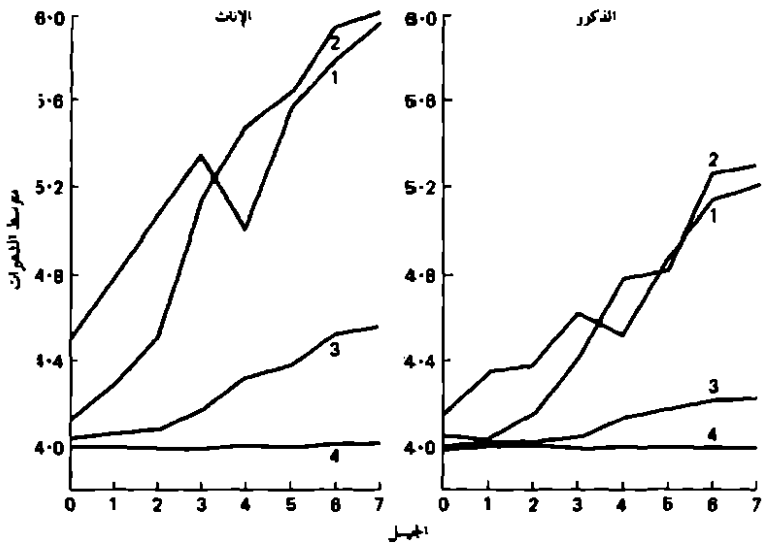
يجب أن يكون واضحا من المعادلة السابقة أنه توجد طريقتان رئيسيتان لتحسين الاستجابة للانتخاب . الأولى بزيادة مكافىء التوريث . والذى قد يكون ممكنا بتقليل التباين البيئى بانتخاب صفة يمكن قياسها موضوعيا بسهولة وكذلك بتقليل التأثيرات العشوائية عموماً . والقياسات المتكررة على أحد الأفراد قد تكون مفيدة فى بعض الحالات . لمزيد من الاهتمام بالتفاصيل حول دقة تكرار القياسات يمكن الرجوع إلى فالكونر (١٩٦٠) . ومادام هنالك بعض التلازم بين القياسات كما هو متوقع لصفة ما عند تميزها بوجود يكون وراثى ، فإن أكبر فائدة تتأتى . من التكرار البسيط ، مع قلة

الفائدة المتحصل عليها عند ما تزيد القياسات عن ٣ – ٥ مكررات . وحيث يظهر أن التكرار للصفات السلوكية قليل ، فالقياسات العديدة لزيادة الثقة قد تستحق الاهتمام ولكن تعتريها صعوبة الحصول على الأعداد الكافية فى القوارض . ويجب أيضاً أن توضع التعقيدات حول إمكانية التعلم من المحاولات موضع الاعتبار ، حيث يمكن لبعض الأفراد التعلم بسرعة عن غيرهم ، كما سيناقش فى الفصل ٩ . وبسبب ذلك فإن القياسات المتكررة من المحتمل أن تكون أكثر صدقا للصفات التى لا يوجد بها مكون تعليمى . فمعظم الصفات السلوكية فى نوع مثل الدروسوفلا ميلانوجاستر لم يكتشف فيه مكون تعليمى . ولكن لأن من السهل الحصول على أعداد كبيرة من هذا النوع فإن المقاييس المتكررة لا تجرى بكثرة .

الطريقة الثانية لتحسين الاستجابة بتقليل الجزء المنتخب ، وعلى ذلك فالأفراد المنتخبة تكون متطرفة . توجد بعض التحفظات على ذلك . أحد الاعتبارات الهامة هو أن حجم العشيرة تمثل تحديدا قليلا على عدد الأفراد المستخدمة كآباء حيث يحتاج الأمر لقياس العديد من الأفراد لتقليل الجزء المنتخب لأقل مستوى . وأكثر من ذلك أنه كلما قل حجم العشيرة فإنه من الطبيعى أن يؤدى ذلك إلى التربية الداخلية وعليه تزداد النقاوة الوراثية التى تقلل التباين الذى يعمل عليه الانتخاب . يوجد عامل آخر يحدد من الاستجابة ، وهو وجود عدة صفات للملائمة مثل الخصوبة والحيوية ، والتى تتأثر بطريقة معاكسة خلال عملية الانتخاب . يمكن شرح ذلك بظهور تراكيب وراثية متطرفة لم تتعرض قبلا للفعل الانتخابى ، والتى غالبا ما يظهر أنها أقل ملاءمة .

توجد بالإضافة إلى ذلك طريقة ثالثة ممكنة قوية لتحسين استجابات الانتخاب ، والتى لا تؤخذ عادة فى الاعتبار . وتتضمن هذه الطريقة الاهتمام بالعشيرة الأساسية قبل أن يبدأ الانتخاب الموجه . وفى قسم ٦ – ٧ سبق تأكيد أن السلالات وحيدة الأم والناتجة من عشائر طبيعية تعد طريقة لاعطاء فكرة سريعة عن العشائر الطبيعية . وحيث يظل التباين بين السلالات للعديد من الأجيال ، فإن ذلك يؤدى إلى اقتراح طريقة سريعة للحصول على استجابة سريعة للانتخاب الموجة بالاعتماد على انتخاب السلالات المتطرفة الناتجة من سلالة وحيدة الأم . وقد ظهرت أهمية هذه الطريقة فى عدد الشعيرات الحرشفية لدروسوفلا ميلانوجاستر ، حيث ظهرت استجابة لانتخاب لأعلى اعداد من الشعيرات وأمكن الحصول عليها بتأسيس الانتخاب على عشيرة هجنية لأربعة من أكثر السلالات وحيدة الأم تطرفا من بين ١٦ سلالة (هوسجود وبرسونز ١٩٦٧ b وبارسونز ١٩٧٥) ، وذلك بالمقارنة بالاستجابة الأبطأ عندما لم تقسم العشيرة بنفس

الطريقة . انظر شكل ٦ - ٩ لاعلى متغيرات استجابة للانتخاب لعدد الشعيرات الحرشفية لمدة سبعة أجيال من الانتخاب وفقاً للسلالات وحيدة الأم التى اختيرت قبل الانتخاب لفترة الجماع فى دروسوفلا ميلانوجاستر وهى صفة ذات مكافىء توريث أقل .



شكل ٦ - ٩ : متوسط عدد الشعيرات الحرشفية ، فى دروسوفلا ميلانوجاستر فى أربعة خطوط من الانتخاب الموجة مختارة من ١٦ سلالة وحيدة الأم كما يلى : الخط (١) من أعلى سلالة فى عدد الشعيرات (٤,١٨) . الخط (٢) من عشيرة خليطة نتجت من أعلى أربعة سلالات فى متوسطاتها (٤,١٨ و ٤,٠٥ و ٤,١٠ و ٤,٠٦) . الخط (٣) سلالة خليطة من كل السلالات الستة عشر (بمتوسط ٤,٠٣) مماثلة لانتخاب موجه طبيعى قبل تجزئة العشيرة تباين بين السلالات وحيدة الأم . الخط (٤) أقل السلالات متوسطا (٤,٠٠) فى هذه السلالة نادرا ما ينحرف عدد الشعيرات فيها عن أربعة وعلى ذلك تقل الاستجابة للانتخاب ، وفى العشائر البرية معظم الحشرات لها نفس هذا العدد من الشعيرات .

وخلال عملية الانتخاب الموجة فإن الأشكال المظهرية المتطرفة تكون أكثر تفضيلا . وهذا يؤدى إلى زيادة أجزاء التراكيب الوراثية المتطرفة والتى يحتمل أن تكون نقية . وفى النهاية فمن الممكن أن تتضاءل سرعة الاستجابة للانتخاب كما هو متوقع . وقد تم الحصول على مسطح لعدد متغير من الأجيال عندما لا تكون هناك استجابة ، وأحياناً بعد بضعة أجيال من وجود المسطح تظهر استجابة سريعة للانتخاب . وغالبا فإن الاستجابة السريعة للانتخاب يكون مرجعها للاتحادات بين الجينات المرتبطة التى تتحكم فى الصفة وبعض هذه الاتحادات المتكونة تزداد نسبتها كنتيجة لأفضليتها الانتخابية

(ثوداى Thoday ١٩٦١) .

قيمة البحث فى تجربة الانتخاب تكمن فى البرهان الذى تقدمه عن الأسس الوراثية للصفة ، بما فى ذلك الصفات السلوكية . وقد وضح ذلك بالنسبة للانتحاء الجغرافى فى قسم ٥ – ٢ . وأكثر من ذلك فإنها قد تعطى إمكانية لدراسة السلوك ذاته ، خاصة وأن الصفة السلوكية تحت الدراسة عند تجزئتها لمكوناتها فإن بعضها قد يختلف تأثيرها بالانتخاب . وقد أظهرت الدراسات الأولى أن الاستجابات للانتخاب يمكن الحصول عليها بالنسبة للصفات السلوكية فى القوارض (برودهيرست Bvoadhurt ١٩٦٠) .

والصفات المختبرة تضمنت نوبات الخوف من الضوضاء فى الجرذان والفيران ، سرعة الجرى فى الفيران ، الدافع الجنسى ، قابلية التعلم فى المتاهة ، النشاط فى القفص ، الإيقاف المبكر والمتأخر للتزاوج وانعدام الانفعال فى الجرذان (انظر قسم ٥ – ٥) . وحدوث الاستجابات يوضح أن هناك مكونات وراثية لهذه الصفات ومن الصعب الحصول على استنتاجات بدون عمل التحاليل الوراثية على السلالات المنتخبة . فى الدورسوفلا الصفات مثل النشاط وفترة الجماع والانتحاء الجغرافى وسرعة التزاوج والانتحاء الضوئى أظهرت استجابات للانتخاب وقد أجريت التحاليل الوراثية فى بعض الحالات (انظر قسم ٥ – ٢) .

كما وضح فى قسم ٥ – ٥ فمن المرغوب دراسة الاستجابات المتلازمة مع الانتخاب ، والتى تعطى معلومات عن السلوك نفسه تماماً مثل التحكم الوراثى . وقد حصل برودهرست على معلومات متلازمة على تسجيلات التجول فى تجربته الانتخابية على تسجيلات التبرز (شكل ٥ – ٦ a) . ودرس (ايسنك وبرودهرست Eysenk & Broadhurst ١٩٦٤) هذه الطريقة باستفاضة ، وتوجد قائمة تضم أكثر من ٥٠ اختبارا ، بعضها سلوكية والبعض الآخر فسيولوجية وقد أظهر العديد منها استجابات تلازمية . والعديد من الاستجابات التلازمية تتفق مع ما يمكن استنتاجه من ثنائية العواطف الحادث فى السلالات المتفاعلة والغير متفاعلة كما يظهر فى شكل ٥ – ٦ب . وعلى هذا فتجربة الانتخاب لا تمدنا بمعلومات هامة من الناحية الوراثية فقط ولكنها تعطى بعض الاشارات عن الأسس الكيماوية الحيوية والوظيفية للسلوك . والاستجابات المتلازمة للانتخاب قد تكون موجبة أو سالبة . وقد لوحظت تلازمات سالبة بين التبرز وتسجيلات التجول فى القوارض . وعلى هذا فمن المهم معرفة إلى أى مدى يحدث التغير فى صفة عن طريق الانتخاب لتغيرات متزامنة بصفات أخرى مرتبطة معها . ومن المهم

أيضاً فى الدراسات الوراثية أن تميز بين نوعين من المسببات للتلازم بين الصفات الوراثى والبيئى . والتلازم الذى يلاحظ مباشرة بين قيمتين مظهريتين لصفتين Y,X يسمى التلازم المظهرى (r_P) . وبالمثل فإنه يمكننا تقدير التلازم الوراثى r_A (التلازم بين قيمتين وراثيتين مضيفتين Y,X) والتلازم البيئى r_E بين الصفات . ولمزيد من التفصيلات عن طرق حساب هذه التلازمات يمكن الرجوع إليه فى فالكونر (١٩٦٠) . على أنه لحساب التلازمات الوراثية فإن طريقة التلازمات بين الأقارب أو البيانات من تجارب الانتخاب الموجه يمكن استخدامها . وللطريقة الأخيرة فإن التلازمات من خمسة أجيال من الانتخاب للنشاط العالى والمنخفض لتسجيلات التبرز ووزن الجسم فى الفيران يمكن الرجوع إليها (دى فريز وهيجمان ١٩٧٠) . بالنسبة للنشاط والتبرز $r_A = 0.86 \pm 0.14$ وليس من المستغرب إذا نظرنا إلى البيانات أن يتضح وجود تلازم وراثى سالب . وللنشاط والوزن فإن $r_A = 0.34 \pm 0.22$ وهى موجبة ولكنها ليست معنوية .

الملخص

أهم أهداف التحليل الكمى هو تجزئة التباين الظاهرى المستمر المقاس إلى مكوناته الوراثية والبيئية . وبالمقارنة بالصفات الظاهرية فإنه يجب بذل المزيد من الانتباه للبيئة عن قياس الصفات السلوكية وفى العديد من الحالات فإن تأثير البيئة نفسها هو من الأهمية بمكان . على أنه فى أبسط النماذج فى الوراثة الكمية يفترض وجود تأثيرات متصاحبة متصلة بين التركيب الوراثى والبيئة ، وأكثر الطرق واقعية تفترض وجود تفاعلات أو تلازمات بين التركيب الوراثى والبيئة . وفى الأوضاع الطبيعية ، فإن الانتخاب البيئى يمثل تلازما بين التركيب الوراثى والبيئة . والتأثيرات النسبية للتركيب الوراثى والبيئة يمكن تحليلها مباشرة إذا كانت مثل هذه التفاعلات والتلازمات من المفترض أنها عديمة النتائج ، على أنه يجب تعيين البيئة بدقة ما أمكن فى كل الحالات .

وفى الحيوانات التجريبية فإن الدراسات الوراثية الدقيقة لتقدير المكونات الوراثية للصفات تتضمن تحليل التباين داخل وبين السلالات المرباه داخليا ، وكذلك تحليل الهجن المتبادلة والهجن الانتخابية الثلاثية والتى تعتمد كلاهما على سلالات مرباه داخليا . ولو أن بعض الباحثين قد اهتم بالمدى الكلى للتباين عديد الجينات فى العشائر الطبيعية وأهميتها التطورية . وفى الدروسوفلا فإن استخدام السلالات وحيدة الأم (كل منها ناتجة من أم واحدة ملقحة فى الطبيعة) تزايدت أهميتها . بالإضافة إلى ذلك فإن

دراسة العلاقات الإحصائية بين الأقارب والاستجابات عقب عدة أجيال من انتخاب الأفراد المتطرفة فى صفة ما تعطى تقديرات عن كمية التباين الوراثى فى العشائر الطبيعية .

ويمكن أن تمدنا نتائج التحليل الكمى بمعلومات عن أبناء الوراثى للصفات . وعلى سبيل المثال فإن مكون التباين الوراثى المضيف منخفض نسبيا ومكون تباين السيادة مرتفع نسبيا لسرعة التزاوج فى الدورسوفلا . وهذا يؤدى إلى اقتراح وجود انتخاب قوى فى العشائر الطبيعية لسرعة التزاوج . بعض الصفات الأخرى على سبيل المثال كالتبرز والتجول فى الفيران أظهرت تباينات وراثية مضيفة عالية ، ما يعكس حدوث الانتخاب فى العشائر الطبيعية للأفراد المتوسطة المثلى وليس للمتطرفة .

ملحق ٦ - ١ تحليل التباين داخل وبين السلالات المرباه دخليا

طريقة تحليل التباين عن طريقها تتلخص فى أن يعزى التباين الكلى فى مجموعة من البيانات لمسببات معينة . ومقياس الاختلاف أو التباين يتأتى من :

$$V(x) = \frac{1}{n-1}\sum (x_i - \bar{x})^2$$

كما سبق تعريفه فى قسم ٢ - ٢ . لزيادة السهولة فى الحساب فإنه يمكن أن يتساوى مع

$$\frac{1}{n-1}\left[\Sigma x_i^2 - \frac{(\Sigma x_i)^2}{n}\right]$$

ولمناقشة البيانات فى جدول ٦ - ٢ فإننا نحصل على :

$$\Sigma x_i^2 - \frac{(\Sigma x_i)^2}{n} = 4^2 + 6^2 + 8^2 + 6^2 + 7^2 + 5^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + \ldots - \frac{223^2}{36} = 177.6488$$

والذى يعرف بمجموع المربعات المصحح للبيانات الكلية (جدول ٦ - ١٠) . (بقسمته على $n - 1 = 35$ تعطى التباين الظاهرى الكلى = ٥,٠٧٥٧) .

وحيث أنه يوجد للسلالات ستة مجاميع كلية ، فإننا يمكننا أن نختبر التباين بين السلالات بحساب

$$\tfrac{1}{6}(36^2 + 16^2 + 36^2 + 51^2 + 40^2 + 44^2) - \frac{223^2}{36} = 116.1389$$

ومجموع القيم المربعة فى مجموع المربعات المصحح هذا يجب أن يقسم على ٦ ، وإلا فإنه سيكون كبيرا ، حيث أنه بالحصول على مجموع التسجيلات لكل سلالة مرباه داخليا

جدول ٦ - ١٠ : تحليل التباين للبيانات فى جداول ٦ - ٢

مصدر التباين	درجات الحرية	مجموعات المربعات المصحح	متوسط المربعات (التباين)	متوسط المربعات المتوقع
بين السلالات strains	5	116.1389	23.2277	$M_s = V_e + 6V_s$
داخل السلالات ains	30	61.5099	2.0503	$M_s = V_e$
المجموع	35	177.6488		

تربع القيم ويؤخذ متوسطها بقسمتها على ستة كما لو كانت ملاحظة واحدة (ببساطة لأن مجموع التسجيلات هى مجموع ستة ملاحظات) .

يمكن الحصول على التباين داخل السلالات بطرح مجموع المربعات المصحح لها من مجموع المربعات الكلى المصحح وهذا يعطى قيمة ٦١,٥٠٩٩ . وكما يتضح فى (جدول ٦ – ١٠) فإن تحليل التباين هو جدولة للبيانات فحسب لتجزئة التباين إلى مسبباته . توجد خمسة درجات حرية للسلالات (انظر قسم ٢ – ٤ للتعريف) حيث مجموع السلالات ستة . وبالمثل فإن عدد درجات الحرية الكلى ٣٥ تأسيسا على ٣٦ ملاحظة . وعدد درجات الحرية (٣٠) داخل السلالات يتأتى بالطرح .

وتحسب التباينات بقسمة مجموع المربعات المصحح على عدد درجات الحرية وهى غالبا ما تعرف بمتوسط المربعات فى تحليل التباين .

ويتضح أن التباين بين السلالات أكبر منه داخل السلالات والنسبة بين التباينات 23.2277/2.0503 = 11.33. وهو أساس نسبة التباين فى اختبار ف F وقيم ف F = (التباين الأكبر ÷ التباين الأصغر) توجد لها جداول على أساس n_1 درجات حرية للتباين الأكبر و n_2 للتباين الأصغر . وفى حالتنا هذه فإن $n_1 = 5$ و $n_2 = 30$. وبالرجوع إلى الجداول القياسية الاحصائية يتضح أن قيمة ف السابقة معنوية $(P < 0.001)$ وهذا يؤكد التباين الكبير بين السلالات . إذن فالسلالات مختلفة سلوكيا .

وفى هذا المثال فإنه يمكننا شرح هذه التباينات أكثر ، حيث تتكون المادة الأساسية من سلالات مرباه داخليا . فالتباين داخل السلالات مرجعه كلية للبيئة ، فعلى هذا $V_E = M_2 = 2.0503$ (جدول ٦ – ١٠) . مع أن التباين بين السلالات من المتوقع أن يحتوى على مكون وراثى مثلما نرى من المعادلة

$$V_E + rV_G = M_1$$

حيث r هى عدد المكررات داخل كل سلالة وتساوى٦ ومن هذا نحصل على:

$$V_G = \frac{1}{r}(M_1 - M_2) = 1/6(23.2277 - 2.0503) = 3.5296$$

ملحق ٦ – ٢ مكونات التباين الوراثى فى العشائر المتزاوجة اعتباطيا

التراكيب الوراثية A_1A_1 و A_1A_2 و A_2A_2 لها نسب $p^2 = 2pq = q^2$ طبقا لقانون هاردى واينبرج . وباعطاء التركيب الأصلية A_2A_2 و A_1A_1 القيم الوراثية A - a, +

والتركيب الخليط A_1A_2 القيمة d التى قد تكون موجبة وقد تكون سالبة فى شكل ٦ – ٥ ، ومتوسط العشيرة (m) يكون:

$$m = ap^2 - 2pqd - aq^2 = a(p - q) - 2dpq$$

حيث $p^2 - q^2 = (p - q)(p + q) = p - q$

والتباين بالرجوع لانعزال هذا الموقع يكون :

$$\begin{aligned} p^2 \times a^2 + 2pq \times d^2 + q^2 \times a^2 - m^2 &= a^2(p^2 + q^2) + 2pqd^2 - [a(p - q) - 2pqd]^2 \\ &= 2pq[a^2 + 2ad(p - q) + d^2(1 - 2pq)] \\ &= 2pq[a + d(p - q)]^2 + 4p^2q^2d^2 \end{aligned}$$

كما فى تهجين بين سلالتين مربيتين داخليا ، إذا وجدت جينات عديدة كهذه تعمل مستقلة عن بعضها فإن مساهمتها فى التباين الوراثى يمكن أن يكتب على النحو :

$$V_G = \Sigma 2pq\,[a + d\,(p - q)]^2 + \Sigma 4p^2q^2d^2 = V_A + V_D$$

حيث $V_A = \Sigma 2pq\,[a + d\,(p - q)]^2$, and $V_D = \Sigma(2pqd)^2$, . وتجمعهما معا يؤدى إلى تعدد الشكل الظاهري للموقع المختبر . وV_AوV_D كما ذكر سابقا هما التباين الوراثى التجمعى والتباين السيادى . وإذا كانت d = صفر لكل موقع عندئذ تكون V_D=صفر كما هو متوقع . وذلك عند انعدام السيادة $V_A = 2pqa^2$ عندما تكون a مساوية نصف الاختلاف بين التراكيب الأصلية

وليس من المستغرب أن تعتمد كلا من V_AوV_D على التكرارات الجينية . وعلى هذا فإن V_D تبلغ أقصى قيمة لها عندما تكون $p = q = ½$ والتى يمكن اختبارها حسابيا بسهولة . ومع أن اصطلاحات V_A يبلغ أقصاه عندما تكون $p = q = ½$ فقط والمثل d = صفر.وعندما تكون $p = q = ½$ فإن V_D,V_A يكونان هم نفس القيم تباين الجيل الثانى بين سلالتين مربتين داخليا (فى قسم ٦ – ٤) . من المتوقع ذلك حيث أن F_2 بين سلالتين مربتين داخليا يكون مساويا لعشيرة هاردى وانبرج بالتكرارات الجينية p تساوى q تساوى ٨/٢ . هذا إذا كان الانعزال فى F_2 فى كل المواقع من المتوقع أن يكون :

$$¼A_1A_1 ; ½A_1A_2 : ¼A_2A_2$$

ملحق ٦ - ٣ حساب معامل التلازم

فى قسم ٦ - ٩ فإن التقارير بين مجموعتين من القياسات Y,X تكون :

$$W(x,y) = \frac{1}{n-1}\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

كما هو واضح أن ذلك يكون مساويا :

$$W(x,y) = \frac{1}{n-1}\left[\Sigma x_i y_i - \frac{\Sigma x_i \Sigma y_i}{n}\right]$$

وهو نموذج أسهل للحساب . لاحظ النموذج المشابه للتباين والمعطى فى ملحق ٦ ـ ١ . وباستخدام معادلة التباين فى ملحق ٦ - ١ يكون معامل التلازم :

$$r = \frac{W(x,y)}{\sqrt{V(x)V(y)}}$$

ويعبر عنه كما يلى :

$$r = \frac{\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x_i - \bar{x})^2 \Sigma(y_i - \bar{y})^2}}$$

وللحساب تستخدم النماذج الموجودة فى ملخص ٦ - ١ و ٦ - ٣ عادة . انظر المثال فى جدول ٦ - ٩ .

مراجع عامة

GENERAL READINGS

Falconer, D. S. 1960. *Introduction to Quantitative Genetics*. Edinburgh: Oliver & Boyd. A well-presented account of principles, mainly using the notation of this chapter.

Hirsch, J. (ed.). 1967. *Behavior-Genetic Analysis*. New York: McGraw-Hill. Most of the topics in this chapter are discussed.

Mather, K., and J. L. Jinks. 1977. *Introduction to Biometrical Genetics*. London: Chapman & Hall. A text useful for those with statistical training.

Parsons, P. A. 1967a. *The Genetic Analysis of Behaviour*. London: Methuen. Some aspects of quantitative inheritance are discussed, using behavioral traits as examples.

الفصل السابع

التحليل الكمى
الإنسان

٧ - ١ تحليل التوائم : اعتبارات عامة

فى هذا الفصل سوف تطبق المفاهيم التى نوقشت فى الفصل السابق على الإنسان . وكان فرانسيس جالتون أحد الأوائل الذين أوضحوا أهمية التوائم للدراسات الوراثية فى الإنسان . ومنذ ذلك فقد درست التوائم بكثرة من وجهة نظر الأهمية النسبية للتأثيرات الوراثية والبيئية للعديد من الصفات : الظاهرية والسلوكية والمرضية . وعلى هذا يبدو أنه من المناسب اعتبار أن دراسة التوائم هى نقطة البدء للتحليل الوراثى للصفات الكمية فى بنى الإنسان . والمقارنة الأساسية تكون بين التوائم أحادية الزيجوت (MZ) أو التوائم المتطابقة ، والتى تكون نتيجة إخصاب واحد وعلى هذا تكون متطابقة وراثيا ، والتوائم ثنائية الزيجوت (DZ) أو التوائم غير المتطابقة (المختلفة) والتى تنتج من إخصابين وهى تماثل الاخوة غير التوائم من الناحية الوراثية . والتوائم MZ دائما تكون متشابهة الجنس ولكن التوائم DZ من الممكن أن تكون متشابهة أو مختلفة الجنس وتمثل التوائم MZ فقط التراكيب الوراثية المتطابقة فى الإنسان ، لذلك فقد أجريت العديد من الدراسات عليها . وكما رأينا فى العديد من الحيوانات التجريبية فإنه عادة ما نحصل على السلالات المرباه داخليا . وتتكون كل سلالة من أفراد متطابقة أو قريبة من التطابق فى تراكيبها الوراثية . وفيما يخص التوائم MZ نجد أن استخدامها يستلزم مواجهة بعض المشاكل الخاصة بها مثل تأثير نمو الشخصية والصفات السلوكية الأخرى كطرز التعلم والقدرات الاستدلالية ، وكلها عوامل قد تؤثر فى التوائم MZ بدرجة أكبر من التوائم DZ .

وهذه المشكلة يمكن دراستها بعمق أكبر بمقارنة الاختلافات بين عضوى كل زوج من توائم MZ ربيا بعيدا عن بعضهما فى منازل مختلفة وبين اختلافات التوائم MZ المرباه

معاً فى نفس المنزل مثل هذه المقارنات تعطى تقديراً للتأثير البيئى على التوائم التى ربيت فى نفس البيت . ومع أنه كثيراما استخدمت بيانات التوائم فى بحوث الوراثة البشرية ، فإنه من الضرورى أن نعرف أن دراسات التوائم تعطى معلومات محدودة عن درجة التحكم الوراثى للصفة ، وقد لا تعطى أية معلومات عن طبيعة التوارث .

والتوائم MZ تكون منتجة لاخصاب واحد ، ومع ذلك يمكن ملاحظة وجود أربعة هيئات مختلفة للحمل تبعا لأشكال الأغشية الجنينية الموجودة فى الرحم ، توجد منهما هيئتان فى حالة التوائم DZ أيضاً :

- MZ أو DZ بأمنيون وكوريون ومشائم منفصلة
- MZ أو DZ بأمنيون وكوريون منفصلين ومشائم متحدة
- MZ بأمنيون منفصل وكوريون ومشيمة مفردة .
- MZ تشترك فى أمنيون وكوريون ومشيمة مفردة .

وعموما فإن نسبة مواليد التوائم تكون بين ١,٠ و ١,٥ فى المائة ، مع بعض الاختلاف بين السلالات البشرية ؛ فمعدلها فى اليابان منخفض بشكل غير طبيعى ويبلغ ٠,٦٥ فى المائة ، وهو مرتفع نسبيا بين السود فى الولايات المتحدة ، أماالأفريقيون فهم أعلى معدلا (مورتون وشنج ومى Morton, Chung & Mi ١٩٦٧) . وغالبا فإن اختلاف السلالات يرجع إلى التباين فى معدلات التوائم DZ . ومعظم حالات التوائم تحدث فى الأمهات فى الأعمار ما بين ٣٥ – ٤٠ سنة ، والاختلافات تكون فى معدل DZ ، مع وجود اختلاف قليل فى معدل MZ . وقد يكون هناك مكون وراثى صغير لمعدلات التوائم وخاصة التوائم DZ ، لكن كافالى – سفورزا وبودمر Cavalli-Sforza & Bodmer (١٩٧١) يعتبران النتائج غير قطعية .

فى الدراسات الوراثية من الضرورى الحكم عما إذا كان التوأم المدروس MZ أو DZ بكل وضوح . وفى الغالب فإن الملامح الخارجية للتوائم MZ تكون واضحة بمقارنتها التوائم DZ ، حيث لا تزيد الأخيرة من ناحية التشابه الوراثى عن الاخوة الغير توائم . ومع ذلك ، فهذا التشخيص قد يتضمن بعض الذاتية ، والمقياس الحقيقى الوحيد هو التماثل الوراثى . وعموما توجد بعض أشكال التعدد المظهرى المعروفة (مثل : مجاميع الدم والانزيمات وبروتينات السيرم وعمى الألوان الخاص باللونين الأحمر والأخضر وقابلية تذوق الفنيل ثيوكاربميد) ، والتى يمكن تصنيف التوائم على أساسها . وفرصة تماثل توائم DZ فى عدد كاف من هذه الأشكال المظهرية المتعددة تكون ضئيلة لدرجة

يمكن التغاضي عنها (انظر متلر Mittler ١٩٧١ للمزيد من التفاصيل) . وعلى ذلك إذا كان التصنيف متطابقا لعدد كبير من الصفات ، فعلى الأغلب تكون التوائم MZ . وأكثر من ذلك فإن صفات البصمات يمكن استخدامها للمعاونة فى عملية التشخيص . ونظرا لوجود عدد كبير من المواقع المتعددة المظاهر لأنتجنيات توافق الأنسجة (HLA) ، والمسئولة عن لفظ الطعم فإن هذه المواقع (HL-, A,- B,- C,- D) قد تكون مفيدة فى التعرف على الزيجوتية (واجنر ، جد ، ساندرز ريتشاردسون Wagner, Judd, Sanders & Richardson - ١٩٨٠) .

وأساس التعرف على الزيجوتية باستخدام مواقع متعددة المظهر يكون كما يلى :

احتمال أن تكون التوائم DZ متماثلة يحسب لكل موقع على حدة . وتعتمد طريقة الحساب على المعلومات المتاحة عن الطرز الأبوية . فإذا كان التركيب الوراثى للآباء وللتوائم معروف تماما (يؤخذ فى الاعتبار الأقارب الآخرون ما أمكن) تحسب الاحتمالات الدقيقة . أما إذا كانت التراكيب الوراثية للآباء غير معروفة فإن الاحتمالات يمكن أن تحسب اعتمادا على التكرارات الجينية فى العشيرة التى ينتمى إليها التوائم . وقد أعطيت أمثلة مفصلة عن الطريقة فى عديد من المراجع (انظر على وجه الخصوص ميتلر Mittler ١٩٧١ ، وشيترن Stern ١٩٧٣)

ومع كل هذه الدراسات الدقيقة للتمييز بين توائم DZ,MZ ، فإن الطريقة المبسطة باستخدام الصفات المرئية تكون غالبا فى نفس كفاءة التمييز باستعمال مجاميع الدم وبعض أشكال التعدد المظهرى الأخرى . وقد أجريت دراسات مستفيضة على التوائم فى الدنمارك ، وذلك بإجراء استفتاء بسيط حول التماثل بين أزواج التوائم ، وقد وجد أن دقته فى تمييز الزيجوتية بلغت ٩٠ - ٩٥ فى المائة . وكانت الأسئلة حول لون العين ولون الشعر وملمسه والطول والوزن والبنيان الجسمانى وإمكانية أن يخلط الآباء والأصدقاء المقربين وغير المقربين بين التوأمين وكذلك رأى التوائم الخاص (هارفالد وهوج Harvald & Hauge ١٩٦٥) . واحتمال تطابق فردى أى زوج من التوائم فى كل هذه الصفات يكون شديد الضآلة إذا لم يكونا MZ .

٧ - ٢ التوائم فى الدراسات الوراثية : الصفات الحدية

سنتناول أولا الصفات الحدية threshold traits - وهى صفات يمكن بالنسبة لها تصنيف الكائنات مظهريا إلى أفراد يمتلكون صفة ما وآخرين لا يمتلكونها .

يوضح جدول ٧ – ١ نسبة حدوث التشوهات الخلقية المعروفة ، وقد استبعدت الشذوذات الكروموسومية التى نوقشت فى الفصل ٤ . والتشوهات المذكورة تشكل فى مجموعها ١,٢ فى المائة من مجموع المواليد ، وبالتالى فهى تعد مصدرا هاما للمرض فى المجتمعات الصناعية الغربية فى الوقت الحاضر ، حيث تقل نسبيا معدلات الوفاة فى الطفولة . وتشوهات غياب المخ **Anencephaly** والعمود الفقرى **Spina bifida** يعدان من تشوهات الجهاز العصبى المركزى المؤثرة على السلوك . وكذلك الشفة الأرنبية مع أو بدون شق بشق سقف الحلق والأرجل المعوجة . إذا لم تعالج جراحيا قد يكون لها نتائج سلوكية . فالشفة الأرنبية تبلغ نسبتها بين الاخوة ٣٥ ضعف حدوثها فى العشيرة ، وتشوهات غياب المخ والعمود الفقرى حوالى ٨ أضعاف . من هذه الأرقام ومن معلوماتنا عن الأقارب الآخرين يمكن البرهنة على أن عواملا وراثية تلعب دوراً فى أسباب هذه الحالات .

جدول ٧ – ١ : نسبة بعض التشوهات الخلقية العامة
اعتمادا على الاحصائيات البريطانية

التشوة	النسبة لكل ١٠٠٠ مولود
غياب أجزاء من المخ والأغشية السحائية والجمجمة	٣
تشوة العمود الفقرى	٣
تشوهات بالقلب	١
الشفة الأرنبية مع وبدون شق سقف الحلق	١
الأرجل المعوجة	١
ضيق الفتحة البوابية بالمعدلة	٣
تشوة موضع مفصل الفخذ	١

المصدر كارتر Carter ١٩٦٥

وفى كل الحالات فإن النسبة بين الاخوة غير التوائم لا ترتفع عن ٥ فى المائة والتى تقل بمقارنتها بالنسبة المتوقعة فى حالة الأمراض المتنحية البسيطة بين الاخوة غير التوائم للشخص المصاب وتبلغ ٢٥٪ .

ولا يوجد برهان قاطع عن وجود عوامل بيئية خاصة كعوامل مسببة ولكن هناك بعض العلاقات بين نسبة حدوث الإصابة وبعض المؤشرات الاقتصادية الاجتماعية والسكانية الخاصة . وفى اسكتلندا أظهر إدوارد (١٩٥٨) أن نسبة غياب المخ تتراوح من ٠,٩ لكل ١٠٠٠ بين المهنيين و ٣,٦ لكل ١٠٠٠ من العمال المهرة . وتوجد بعض التباينات المعروفة بين المواقع ؛ والتباين بين الفصول التى تتم فيها الولادة تراوح بين ٥٠,٣٠ فى المائة . وكثير من التشوهات الخلقية تتباين فى حدوثها على حسب ترتيب المولود وكذلك بين الجنسين . ومختلف العوامل مثل تعرض الآباء للإشعاع والمواد الكيماوية والعدوى والإصابة عند الميلاد قد تكون كلها مسئولة ، وخاصة إذا استطعنا التدليل على ذلك فى عدد من حيوانات التجارب (انظر بنروز **Penrose** ١٩٥١) . فعلى سبيل المثال ، الزيادة الواضحة فى العلاج بالاشعاع خلال الحمل أدت إلى صغر حجم الجمجمة فى الطفل ، ومن بين ٢٠٥ من الأطفال الذين تعرضوا للانفجار الذرى فى هيروشيما خلال النصف الأول من تواجدهم فى الرحم ظهر فى ٧ منهم صغر حجم الجمجمة وكانوا متخلفين عقليا . جميع هذه العوامل تجعل وجود أساس بسيط لتوارث هذه الصفات أمرا بعيدا .

ننتقل الآن إلى كيفية التعامل مع الصفات الحدية فى بيانات التوائم . فبالنسبة لهذه الصفات يكون زوج التوائم متوافقا **concordant** إذا كان كلا الفردين يحملان الصفة أو

جدول ٧ - ٢ : توافق التوائم لمختلف الأمراض العقلية

الحالة	الأزواج المتوافقة		الأزواج الغير متوافقة	مجموع الأزواج	χ^2_1	H
	العدد	٪				
القصور العقلى						
MZ	12	66.67	6	18	35.39*	0.67
DZ	0	0	49	49		
داء الصدع						
MZ	10	37.04	17	27	9.76†	0.30
DZ	10	10.00	90	100		
الذهان الانسحابى الانشقاقى						
MZ	10	66.67	5	15	20.84*	0.65
DZ	2	5.00	38	40		

* $P < 0.001$.
† $P < 0.01$.

المصدر هارفالد وهوج ١٩٦٥

كلاهما لا يحملها ، أى إذا كانا متشابهين . ونسبة التوافق هى الجزء من أزواج التوائم المتوافقة لكل التوائم التى تحمل الصفة ولو تضمنت فرد واحد فقط يحمل الصفة . على ذلك فنسبة التوافق العالية المعنوية التى توجد فى توائم MZ أكثر من توائم DZ تعتبر برهانا على معنوية المكون الوراثى للتحكم فى الصفة .

ومن الممكن اختبار معنوية البيانات باختبار X^2 لمدى الاحتمال ٢ × ٢ (انظر قسم ٢ – ٤) ، ويبدو ذلك فى البيانات المجموعة بواسطة هارفالد وهوج (١٩٦٥) فى أعمالهم المستفيضة على دراسة التوائم فى الدانمارك بالنسبة لبعض العلل السلوكية مثل القصور العقلى وداء الصرع والذهان الانيساطى – الاكتئابى (جدول ٧ – ٢) . وتكتب النسب المئوية للتوافق للتوائم CDZ, CMZ, DZ, MZ على الترتيب . وفى جميع الحالات فإن CMZ أكبر من CDZ . وجميع قيم X^2 عالية المعنوية ، وهذا يوضح أرجحية المكون الوراثى . ومن الواضح فى هذه البيانات أن حالات تشابه واختلاف الجنس فى التوائم DZ يمكن جمعها حيث لم تظهر أى فروق معنوية بالنسبة للدرجة التوافق بينهما ؛ وعموما ففى كثير من التحليلات يجب التعامل مع بيانات التوائم متشابهة ومختلفة الجنس كل على حدة .

ويوجد مؤشر لتقدير درجة التحكم الوراثى (هولزنجر **Holzinger** ١٩٢٩) ، وهذا المؤشر الذى استخدام بكثرة معادلته :

$$H = \frac{CMZ - CDZ}{100 - CDZ}$$

وهى تعرف فى المراجع بالمكافىء الوراثى . ومع ذلك فلتجنب الاضطراب فإننا نعرفه بأنه المكافىء الاحصائى H ، حيث أنه كمية اعتباطية كلية ومن الصعوبة أن تعزى إلى تقديرات المكافىء الوراثى أو درجة التحكم الوراثى المعتمدان على صفات الكمية التى نوقشت فى الفصل ٦ . ولو أن كافالى – سفورزا وبودمر (١٩٧١) أعطيا طريقة للحصول على تقديرات لدرجة التحكم الوراثى من H الاحصائى لحدود عليا ودنيا تعتمد على افتراضين متطرفين . احدهما عندما يكون التباين السيادى غالبا والآخر عندما يكون التباين الوراثى المضيف غالبا . ومثل هذه الحدود اعطيت للبيانات فى جدول (٧ – ٣) الخاصة بها رفالد وهوج (١٩٦٥) . اعتمادا على تسجيلات التوائم الدنمركية . وعند هذه الحدود فإن درجات التحكم الوراثى تختلف بحوالى ١٠ فى المائة على الأكثر .

والمقارنات الوحيدة غير المعنوية بين توائم DZ, MZ هى للإصابة بالسرطان عند أى موقع والموت من إصابة ميكروبية حادة ، والتى تبدو كمجاميع غير تخصصية . ووجود

جدول ٧ - ٣ : توافق التوائم والحدود العليا والدنيا لدرجات التحكم الوراثى

المرض	النسبة المئوية للتوافق		حدود التحكم الوراثى	
	MZ	DZ	العليا ($V_D = 0$)	الدنيا ($V_A = 0$)
السرطان فى نفس الموقع	6.8	2.6	0.33	0.23
السرطان فى أى موقع	15.9	12.9	0.15	0.1
ضغط دم شريانى مرتفع	25.0	6.6	0.62	0.53
القصور العقلى	67.0	0.0	1.0	1.0
الفصام الانبساطى الاكتئابى	67.0	5.0	1.05	1.04
الموت من إصابة ميكروبية حادة	7.9	8.8	−0.06	−0.06
السل	37.2	15.3	0.65	0.53
الحمى الروماتيزمية	20.2	6.1	0.55	0.47
روماتيزم المفاصل	34.0	7.1	0.74	0.63
الأزمة الربوية	47.0	24.0	0.71	0.58

جميع المقارنات ما عدا الخاصة بالسرطان والإصابة الميكروبية الحادة كانت عالية المعنوية مصدر البيانات هارفالدوهوج (١٩٦٥) وحالات بواسطة كافالى - سفورزا وبودمر (١٩٧١) من كتاب وراثة العشائر الإنسانية لمؤلفين كافالى سفورزا وبودمر شركة فريمان طبعة ١٩٧١ .

هذا المستوى العالى من الخلط فى مجموعة « السرطان عند أى موقع » أدى إلى وجود اختلاف بسيط فى معدل التوافق كما هو متوقع . وعندما يتحدد السرطان فى نفس الموقع فإن ذلك يؤدى إلى توقع درجة أعلى من التحكم الوراثى ، وطبقا لما هو متوقع تكون هذه المجموعة أكثر تجانسا .

وتبدو الدرجة العالية من التحكم الوراثى للقصور العضلى والذهان الانبساطى - الإكتئابى على نقيض الأمراض الأخرى فى الجدول ٧ - ٣ ، ومع ذلك فإن هذه الأرقام من المعتقد أن تكون تقديرات مبالغة (انظر كافالى - سفورزا وبودمر ١٩٧١ اللذين قدما الأسباب الرياضية المحتملة لذلك) . وهذه القيم المتطرفة العالية تتناقض أيضاً مع سلسلة الأمراض الأكثر تحفظا - ضغط الدم الشريانى المرتفع والسل والحمى الروماتيزمية وروماتيزم المفاصل والأزمة الربوية - التى تتجمع فى الجزء المرتفع من ٠,٥ إلى ٠,٧ والتقديرات الأخيرة متوافقة مع الدراسات المقارنة الأخرى (كافالى - سفورزا وبودمر ١٩٧١) ، حيث يقترح وجود مكون وراثى هام لهذه الأمراض . وتعرف بعض العوامل البيئة التى قد تؤثر فى نسبة حدوثها ، فعلى سبيل المثال ؛ ضغط الدم الشريانى المرتفع والأزمة الربوية يتأثران بالانفعال . أما الدرجة العالية من التحكم الوراثى للصفات السلوكية الخاصة بالقصور العضلى والذهان الإنبساطى الاكتئابى سوف تناقش أكثر فى الفصلين ١١ و ١٢ .

٧ – ٣ التوائم والدراسات الوراثية : الصفات ذات التباين المتصل أو المستمر

دعنا نلقى نظرة على الاختلافات بين فردى كل زوج من أزواج التوائم DZ, MZ لصفة إنسانية مقاسة مثل الطول واقفا . فمن دراسات أجريت بواسطة نيومان وفريمان وهولزنجر Newman, Freeman & Holzinger ١٩٣٧ اتضح ما يلى :

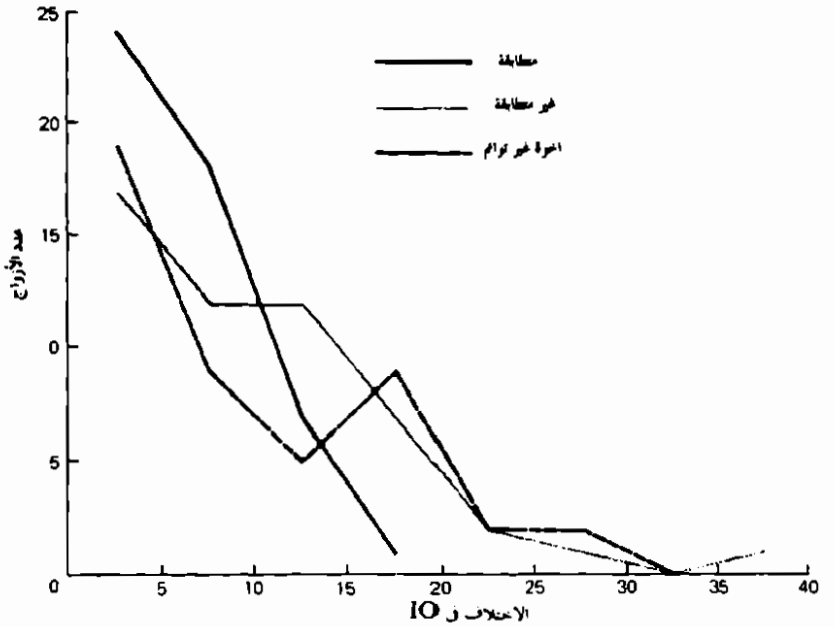
	العدد	الاختلاف بين فردى الزوج - سم
MZ	50	1.7
DZ	52	4.4
اخوة غير توائم	52	4.5

وقد ظهر أن التوائم MZ أكثر تشابها من التوائم DZ والاخوة غير التوائم وقد أمكن الحصول على نتائج مماثلة للعديد من الصفات الانسانية المقاسة المتصلة التباين مثل انعزالات مقاييس الذكاء .

ويتحدد معامل الذكاء (IQ) باحدى طرق الاختبار القياسية ، مثل اختبار استانفورد – بينية Stanford-Binet مثلا . ومعامل الذكاء IQ يتكون من معامل للعمر العقلى للفرد كما عرف بواسطة الاختبار مضروبا فى ١٠٠ ومقسوما على العمر الزمنى . وناتج الاختبار ١٠٠ تقريبا يمثل متوسط للعشيرة ، وعلى ذلك فإن التسجيلات العليا والدنيا تمثل ارتفاع وانخفاض الذكاء – وذلك طبعا بافتراض أن IQ يمثل مقياسا حقيقيا لصفة غير قابلة للتحديد إلى حد كبير ، وهى الذكاء .

ويصور شكل ٧ – ١ الاختلافات داخل الأزواج فى ستانفورد – بينية IQ بين فردى توائم MZ وتوائم DZ وأزواج من الاخوة غير التوائم . ويلاحظ بوضوح أن أقل الاختلافات تكون بين توائم MZ بمقارنتها بتوائم DZ وبالاخوة غير التوائم كما يلاحظ التشابه بين توائم DZ والاخوة غير التوائم . وعلى ذلك ، فاحتمال أن اختبار ستانفورد – بينية لقياس IQ يخضع ، ولو جزئيا ، للتحكم الوراثى يجب أن يعد كبيرا عند هذه المرحلة .

ويمكن أيضاً تقدير بيانات التوائم من التلازم بين فردى كل زوج . ويمكن أن تستخدم نماذج مختلفة من معامل التلازم ، من ذلك ما هو موجود فى قسم ٦ – ٩ ،



شكل ٧ - ١ : الأسس الوراثية للذكاء . المنحنيات معتمدة على ستافوردبينية IQ فى ٥٠ زوجا من التوائم المتطابقة (MZ) و ٤٧ زوجا من التوائم غير متطابقة (DZ) و ٥٢ زوجا من الاخوة (عن نيومان وفريمان وهولزنجر ١٩٣٧) .

معامل التلازم داخل الأقسام **intraclass correlation coefficient** الذى يعامل الأزواج بتماثل . ويحدد كما يلى :

$$r = \frac{2\Sigma(x_i - \bar{x})(x_i' - \bar{x})}{\Sigma(x_i - \bar{x})^2 + \Sigma(x_i' - \bar{x})^2}$$

فالقياسات x_i, x_i' هى زوج القياسات فى ترتيب اعتباطى تماما . وتستخدم هذه الطريقة حيث كان لتوأم القياس x والآخر y فمن غير الممكن فى حساب معامل التلازم فى قسم ٦ - ٩ أن يحسم أى توأم x وأيها y . وعلى ذلك فإن الطريقة المفيدة أن تؤخذ أزواج القياسات x,x فى ترتيب اعتباطى إذا أريد توضيح استخدام المعادلة السابقة على نحو مناسب .

وقد استخدمت معادلة مكافىء H الاحصائى المذكورة فى قسم ٧ - ٢ ، بكثرة حيث يعبر عنها باصطلاحات التوافق للتوائم DZ, MZ . ويوجد تقدير يماثل H الاحصائى يمكن استخراجه من معاملات التلازم داخل الأقسام .

فإذا كان r_{DZ} ,r_{MZ} هى معاملات التلازم داخل الأقسام التوائم DZ, MZ على الترتيب ، فإن H الاحصائى يكون

$$H = \frac{r_{MZ} - r_{DZ}}{1 - r_{DZ}}$$

ويتضح أنه إذا كان r_{MZ} أكبر كثيرا عن r_{DZ} ويقترب من الواحد ، فإن H تقترب من الواحد ؛ وعلى العكس كما فى حالة أخذ الأمراض المعدية عندما تكون r_{MZ} ,r_{DZ} من المتوقع أن يكونا متساويين فإن H تصبح قريبة من الصفر .

ووجود توائم MZ التى ربيت بعيدا عن بعضها يضيف بعدا جديدا للتحليل ، حيث ندرس تأثيريين مختلفين على تركيب وراثى واحد . ويمكن أن نقوم بمقارنة توائم MZ التى ربيت بعيدا عن بعضها (MZA) Apart بتلك التى ربيت معا (MZT) togther . إذا كانت r_{MZA} ,r_{MZT} هى معاملات التلازم داخل الأقسام المناسبة ، فإنه من الممكن تقدير تأثيراختلاف البيئات على نفس التركيب الوراثى . والتقدير يحسب بطريقة مماثلة للمعادلة السابقة .

$$E = \frac{r_{MZT} - r_{MZA}}{1 - r_{MZA}}$$

حيث تمثل E التأثير البيئى .

بالإضافة لذلك فإن E,H الاحصائيين يمكن توضيح التعبير عنهما بتقدير التباينات والاختلافات بين فردى أزواج التوائم كالتالى :

$$H = \frac{V_{DZ} - V_{MZ}}{V_{DZ}} \quad \text{and} \quad E = \frac{V_{MZA} - V_{MZT}}{V_{MZA}}$$

وهذا يعطينا طريقة أخرى للحساب .

وتستنتج بتحفظ عندما قدم H الاحصائى فى قسم ٧ – ٢ فالقيمة المعنوية لـ H الاحصائى توضح غالبا وجود تباين وراثى للصفة فى العشيرة . ولكنه ليس من الممكن الحصول على قيم أكثر دقة قبل درجة التحكم الوراثى والمكافىء الوراثى . ولهذا فإن القليل يمكن أن يقال عن الأساس الوراثى للصفة المدروسة ، فعلى سبيل المثال لا يمكن أن تذكر أى شىء عن السيادة النسبية للجينات المتحكمة فى الصفة .

٧ - ٤ الوراثة والبيئة فى الإنسان

أعطيت أدلة فى الفصل السابق على وجود درجة عالية من التحكم الوراثى لبعض الشذوذات السلوكية فى الإنسان . وفيما يختص بالتوائم فإن المشكلة تكمن فى نقص التحكم فى البيئة . وهذا يمثل عائقا فى جميع دراسات الصفات الكمية فى الإنسان . وقد تفاقمت هذه المشكلة فى الإنسان وذلك للصعوبات الكامنة فى مقارنة التباين البيئى داخل أزواج التوأم بالموجود فى أفراد أخرى بعيدة القرابة اختيرت عشوائيا وكذلك بالتباين الملاحظ فى حالة الاخوة غير التوائم .

فبيئة الأقارب ، وخاصة الاخوة ، عادة ما تكون متشابهة .

وطريقة تقدير أثر البيئات المتشابهة على التوائم MZ وصفت فى قسم ٧ - ٣ ونتجت من دراسة جزء صغير من التوائم MZ التى انفصلت عند الميلاد أو بعده مباشرة وربيت بعيدا عن بعضها (جدول ٧ - ٤) . هذه الحالات غير العادية من أزواج MZ تعطى وصفا تجريديا فريدا لمقارنة التعبير الخاص بتركيبين وراثيين متطابقين فى عائلتين مختلفتين ، أو بمعنى آخر بيئتين مختلفتين . ومن حالتين لحصر قيم E,H المعرفتان فيما سبق نتجت التقديرات الخاصة بالتحكم الوراثى والبيئى (جدول ٧ - ٤) . وعموما H للطول $H >$ للوزن $H >$ للمقاييس السلوكية المختلفة (IQ والشخصية) . وعلى وجه الخصوص فإن تقديرات قيم الشخصية منخفضة . ومرجع ذلك إلى قلة دقة الاختبارات وطبيعتها العشوائية . وقيم E تبدو أكثر شذوذا ، بعضها سالب وبعضها موجب ، على العكس من قيم H فكلها موجبة . وهذه القيم تفسر الأهمية الكبرى للتركيب الوراثى عند البيئة لمعظم الصفات بما فى ذلك IQ والشخصية . ولكن ليس معنى ذلك عدم أهمية البيئة . التباينات فى E قد يكون مرجعا جزئيا للاختلافات بين العينات . ويوجد مثل سلوكى آخر يوضح وجود مكون وراثى أكبر من البيئى ، ويتمثل فى عادة التدخين (انظر قسم ٢ - ٤) ، حيث تكون التوائم MZ سواء معاً أو بعيدا عن بعضها شديدة الاتفاق ، ولكنها تختلف إجمالا عن توائم DZ . وعلى هذا فإن دراسات التوائم تعطى معلومات هامة عن المكونات الوراثية والبيئية للصفات الكمية وخاصة إذا أخذ فى الاعتبار الحالات النادرة التى انفصلت فيها التوائم MZ عند الميلاد .

ويوجد برهان مقنع عن التماثل الوراثى للتوائم يتأتى من أعمال ولسون **Wilson** (١٩٧٢ و ١٩٧٥ و ١٩٧٧) اعتمادا على دراسة توائم لويس قيل ، حيث خضعت

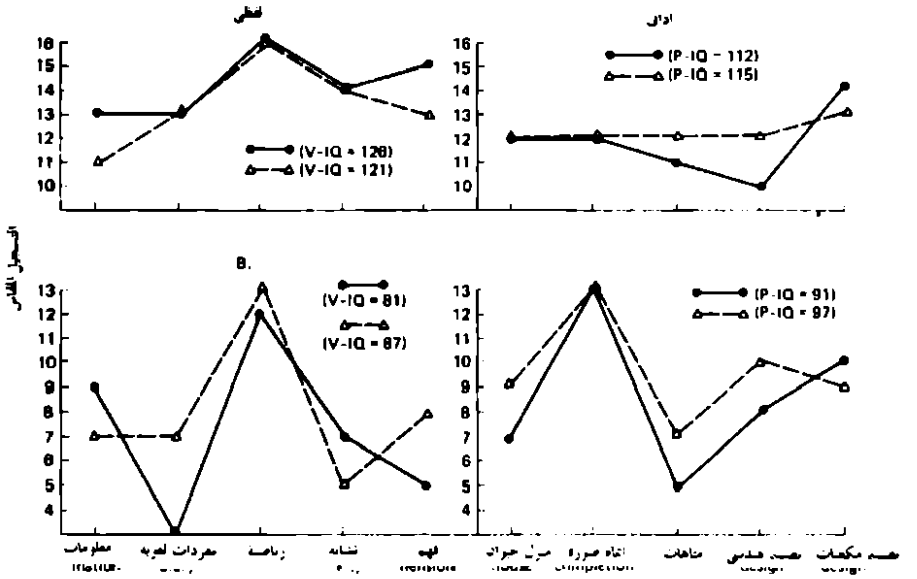
جدول ٧ - ٤ : تقديرات التحكم الوراثى (H) والبيئى (E) فى صفات لتوائم MZ ربيت بعيدا ومع بعضها وتوائم DZ

الصفة	H		E	
	٤ شيلدز (١٩٦٢)	N نيومان n، F فريمان n، ٢ هولزنجر (١٩٣٧)	٤ شيلدز (١٩٦٢)	N نيومان n، F فريمان n، ٢ هولزنجر (١٩٣٧)
الطول				
آباء	+0.89		+0.57	
ذكور			+0.89	-0.54
كلا الجنسين		+0.81		-0.64
الوزن				
آباء	+0.57			
كلا الجنسين		+0.78	-0.62	+0.27
			+0.69	
معامل الذكاء				
اللفظى المفردات اللغوية	+0.53			
تقدير ذكى		+0.68		+0.64
تقدير آخر			-0.04	
الشخصية				
مظاهر سلوكية خارجية	+0.50		-0.33	
العصابية	+0.30		-0.36	
زود وبوب هانبون				
العصابية				
الانبساط		+0.30		-0.06

عدد الأزواج التى درسها شيلدز ٤٤ ونيومان فريمان وهولزنجر ١٩

المصدر : يتصرف عن كافالى - سفورز وبودمر (١٩٧١) .

التوائم المولودة حديثا لدراسات مطولة عن النمو والتكوين . وقد استنتج ولسون من الاختبارات التى أجريت على أعمال ٣ و ٦ و ٩ و ١٢ و ١٨ و ٢٤ شهراً أن التعرض للظروف البيئية فقط هو الذى يؤدى إلى اضطراب التكوين العقلى للأطفال والذى يحكمه أساسا البرنامج الوراثى (الطبعةالزرقاء **blueprint**) للتوائم . مثل هذه الأوضاع قد تتضمن تعرض أحد كلا الفردين فى الزوج المدروس لتثبيط النمو بسبب عدم السماح باكتمال النضج أو بالتعرض لبيئة فقيرة أو لحدوث صدمات عند الميلاد (ولسون ١٩٧٢) . بعد ذلك وضع ولسون (١٩٧٥) تقديرات للنماذج الادراكية لأعمار ٤ و ٥ و ٦ سنوات . وقد استنتج أنه فى وجود مدى كبير من البيئات المنزلية فإن الطبعة الزرقاء الوراثية تكون ذات مساهمة حقيقية لنماذج الادراكية والتكوين . والرسم الممثل فى الشكل ٧ - ٢ يوضح نتائج زوجين من التوائم وحيدة الزيجوت لتسجيلات معاملات الذكاء اللفظية **Verbal** والأدائية **Performance** . وفى هذا المثال ، نجد أن قيم



شكل ٧ ٢ : قطاعات جانبية لتسجيلات الاختبارات الفرعية لزوجين من التوائم أحادية الزيجوت لمكونات معامل الذكاء اللفظي (V-IQ) ومعامل الذكاء الأدائي (P-IQ) . تظهر التوائم في شكل ٧ ٢ A قطاع مسطح نسبيا لتسجيلات الاختبارات الفرعية ولكن تلك الموجودة في شكل ٧ ٢ B تظهر انتشارا ملحوظا أو تشتتا بين الاختبارات الفرعية لكلا المقياسين اعطيت معاملات الذكاء اللفظية والادائية في كل حالة (بتعديل من ولسون ١٩٧٥) .

معامل الذكاء متشابهة ولكن نلاحظ أيضاً وجود درجة عالية من التوافق في الاختبارات الفرعية التي تكون معاملات الذكاء اللفظية وأدائية . وحتى هذه المرحلة فإن تلازمات التراكيب الوراثية مع البيئية تبدأ في الظهور حيث أن الحالة الاجتماعية الاقتصادية ومعامل ذكاء الآباء أعطت تلازما مع معاملات الذكاء للتوائم عند عمر ٦ سنوات .

وكما هو متوقع ، أمكن الحصول على نتائج مشابهة بواسطة ولسون (١٩٧٧) لتوائم في أعمار ٧ و ٨ سنوات . والرجوع المستمر لهذه الدراسة التكوينية الفريدة سيكون متوقعا ، لأنها ستساعد في وضع تفسيراتنا عن بيانات التوائم البالغة . وفي ١٩٧٧ كان استنتاج ولسون هو « اختلافات الأفراد في الذكاء لا يمكن أن تلغى بعض النظر عن مدى تركيز الدرس أو حماسة المدرس . فالتباينات المحددة مسبقا لتركيب الوراثي متأصلة الجذور بحيث لا يمكن لأية تمرينات خاصة ازاحتها جانبا . ولكن معرفة ذكاء كل طفل بدقة يعد من الأهداف المرجوة ، وكذلك فإن الجهود التعليمية المسترشدة بهذا الهدف يجب أن تعطى الأولوية » .

ومثل هذه الطريقة للتعليم سوف تؤدى إلى التلازم المتوقع السابق ملاحظته بين التركيب الوراثى والبيئة . وهذا هو أحد الملامح العامة للدراسات الخاصة بالأدوار النسبية للتوارث والذكاء ، وإن كان الأخير قد تم للتعرف عليه .

والآن سنمد المناقشة إلى أبعد من مجرد اهتمامنا بالتوائم لتضم اهتمامنا بمجاميع العائلات بتفصيل أكبر – وفى مجال الاهتمام بالتباين الوراثى فى الإنسان فإن ذلك يمكن أن يضم مكونا إضافيا V_{am} وهو التباين الذى يعزى إلى التزاوج المظهرى (قسم ٢ – ٣) والذى يكون من نتيجته زيادة التراكيب الوراثية الأصيلة ، حيث تظهر عموما أكثر مما هو متوقع تحت ظروف التزاوج الاعتباطى الحقيقى . وكنتيجة لذلك فإن V_A يتضخم بزيادة نسبة الأفراد الذى يحملون تعبيرا متطرفا لصفة ما (عادة تراكيبهم الوراثى أصيل) . والتباين الوراثى (باهمال التفوق كما فى قسم ٦ – ٤) يمكن كتابته هكذا .

$$V_G = V_A + V_{am} + V_D$$

وباستخدام طرق التربية المناسبة فى حيوانات التجارب فإن V_{am} يمكن أن تصل قيمته لصفر وأحد آثار V_{am} فى الإنسان هو زيادة المكافىء الوراثى وذلك لأن V_{am} يؤدى لتضخيم التباين الوراثى المضيف .

والآن ، نعود إلى تقدير التباين البيئى . فإذا كان ذلك ممكنا بالنسبة لحيوانات التجارب فإنه من مستحيل فى الإنسان أن نتحكم فى البيئة بكل دقة . وبالنظر إلى التباين البيئى فى الإنسان ، وذلك بتقسيمة تبعا لكافالى – سفورزا وبودمر (١٩٧١) ، تطبق المعادلة .

$$V_E = V_{ind} + V_{fam} + V_{soc} + V_{rac} + V_{GE}$$

حيث يمكن تعريف مكونات التباين على النحو التالى :

● V_{ind} وهو التباين بين الأفراد داخل العائلات . وهو موجود بكل العائلات ولكنه يختلف من عائلة لأخرى . فمثلا التباين البيئى لتوائم MZ قد يكون أقل عنه لتوائم DZ وذلك لأن توائم MZ بسبب تطابقها فى التركيب الوراثى فإن ذلك قد يؤدى لاختيارها بيئة مماثلة . والتباين البيئى بين التوائم DZ قد يختلف عنه بين الاخوة غير التوائم ، حيث تتضمن الأخيرة مكونا آخر وهو ترتيب الميلاد . وقد تكون هناك تباينات تبعا لاختلاف حجم العائلات أيضا .

• v_{fam} وهو التباين بين العائلات داخل الطبقات الاجتماعية الاقتصادية وهو يضحم التغاير بين الأب ونسله . ويمكن تقدير أهميته بالحصول على التلازم بين أمهات الرضاعة والأطفال المتبنين . ولكن تجارب الاختيار المكافىء التى أجريت غالبا عن طريق التبنى أوضحت تميزا فى النتائج .

• v_{soc} وهو التباين بين الطبقات الاجتماعية الاقتصادية فالاختلافات الثقافية بين العائلات أو المجاميع الاجتماعية قد يمكن المحافظة عليها بالتوراث الاجتماعى الثقافى ، وهى التى تؤدى إلى تلازمات بين الأقارب ، حيث يكون من الصعب التميز بينها وبين تلك التى تعود إلى التحكم الوراثى . ومثل هذه العوامل تكون فى غاية الأهمية عند إجراء المقارنات بين المجاميع العرقية . فالعزل الجغرافى فى بيئات مختلفة قد أدى إلى تطور الاختلافات الوراثية بين السلالات ، وفى نفس الوقت فقد أدى إلى اختلافات ثقافية موازية ومستقلة غالبا .

• v_{rac} وهو التباين فى الأحوال البيئة الذى يلازم الاختلافات السلالية والتى توجد بها الاختلافات الثقافية الاجتماعية السابقة . وفى بعض المجتمعات فإن v_{rac} قد يكون عاليا كما فى الاختلافات بين السود والبيض الأمريكيين (فصل ١٢) .

• v_{GE} وهو التباين الذى يرجع إلى التفاعل بين التركيب الوراثى والبيئة وهذا يحدث عندما تعطى تركيبات وراثية معينة أشكالا مظهرية مختلفة فى بيئات مختلفة (قسم ٦ – ٢) . ومن الصعب اعطاء أمثلة عن الإنسان فى هذا المضمار ، ولكن بالإضافة إلى ما سبق توضيحه فى قسم ٦ – ٢ ، من المفيد أن نلقى نظرة على تجربة القدرة على التعلم فى المتاهة التى أجراها كوبر وزوبك **Cooper & Zubek** (١٩٥٨) فى الجرزان . فقد استخدم الانتخاب الموجه بنجاح لإنتاج سلالتين : « ذكى **bright** » و« غبى **dull** » وذلك بالنسبة لتعرف طريقهما فى المتاهة . وتحت الظروف المعملية القياسية للجرذان ، كان متوسط الفرق فى عدد الأخطاء فى المتاهة بين السلالة الغبية بالمتاهة **maze-dull** والسلالة الذكية بالمتاهة **maze-bright** حوالى ٥٠ خطأ (شكل ٧ – ٣) ولكن فى بيئات مقيدة وجد أن كلتا السلالتين كانتا متساويتين ، حيث انخفض مستوى السلالة الذكية ليصل إلى مستوى الغبية وهذا يعكس تفاعل وراثى بيئى حيث أن الذكية بالمتاهة كانت أكثر تأثرا بالبيئة المقيدة عن الغبية بالمتاهة . وعلى العكس من ذلك فى بيئات منشطة فإن درجة التحسن النسبية فى الأغبياء بالمتاهة كانت أعلى بمقارنتها بالأذكياء بالمتاهة ، حيث أن توفير بيئة أحسن أدى إلى تحسين الأغبياء بالمتاهة بدرجة أكثر نسبيا

شكل ٧ ٣ : تفاعل التركيب الوراثى بالبيئة متوسط مرات الخطأ فى حقل متاهة مغلق لجرذان أذكياء وأغياء تربت فى بيئات منشطة وطبيعية ومقيدة (عن كوبروزوبك ١٩٥٨) .

عن الأذكياء بالمتاهة . وعلى ذلك فإن التأثير المعقد لتفاعل التركيب الوراثى بالبيئة فى الفيران أمكن تقديره ، وذلك لأن كلا التركيبين الوراثيين والبيئة أمكن تحديدهما بدقة كبيرة وهو أمر لا يبدو ممكنا للإنسان . وفى الحقيقة فليس فى الإمكان تعريف التركيب الوراثى أو البيئة فى الإنسان فى العشيرة . وهذا يعنى أن عزل التفاعل بين المكونين مستحيل ، حيث أن فصل v_{GE} من v_E، v_G فى الإنسان يعد مشكلة غاية فى التعقيد . وكما سوف نرى فى فصل ١٢ ، فإن هذه النتيجة ذات أهمية قصوى فى أمور مثل تفسير (ولكن ليس فى وجود) الاختلافات السلالية فى تسجيلات معامل الذكاء وبعض الصفات السلوكية الأخرى .

وقد اقترح كاتل **Cattell** (١٩٦٥) مدخلا لدراسة تفاعل الوراثة والبيئة فى الإنسان ، والتى يستخدم فيها نماذج بيئية متنوعة ، وبالتالى فمن الممكن تعميمها عن الطرق التى سبق التعرض لها . وهى طريقة تحليل التباين المتعدد المجرد **multiple abstract variance analysis** (MAVA) . هذه طريقة تنطوى على صعوبة واضحة فى الوقت والتكاليف فهى تحتاج حسب تقديرات كاتل ٢٥٠٠ زوجا من الأطفال للتحليل الموسع . والطريقة كما تبدو معوقة بدرجة كبيرة من وجهة النظر العملية ، ولذلك فليس غريبا أن قلة قليلة من التحليلات قد أجريت فعلا . والمجاميع الأساسية لأنواع العائلات هى (١) توائم متطابقة ربيت معاً (٢) توائم متطابقة ربيت منفصلة (٣) أشقاء ربوا معاً (٤) أشقاء ربوا منفصلين (٥) اخوة غير أشقاء ربوا معاً (٦) اخوة غير أشقاء ربوا منفصلين (٧) أطفال غير أقارب ربوا فى نفس العائلة (٨) أطفال غير أقارب ربوا فى عائلات مختلفة . ومن هذه المجموعات يمكننا الحصول

على المعلومات الخاصة بالتلازم بين التوارث والبيئة . فمثلا أمكن الحصول على تلازم + ٠,٢٥ بين التأثيرات الوراثية والبيئية . على الذكاء ، وهذه القيمة تقترب تماماً من القيم المتحصل عليها + ٠,٢٢ إلى + ٠,٣٠ للتلازم بين الذكاء والوضع الاجتماعى كما وضح من بيانات ولسون السابق ذكرها .

٧ - ٥ هل يمكن افتراض التزاوج الاعتباطى فى الإنسان ؟

فى حساب التلازمات بين الأقارب التى نوقشت فى الفصل ٦ كان يفترض حدوث التزاوج اعتباطيا . وعلى ذلك ، فعند حدوث أى انحراف عن التزاوج الاعتباطى مثل التربية الداخلية أو التزاوج المتناسق نجد أن المعادلات المعطاه فى قسم ٦ - ٨ لا تكون دقيقة تماما ، كما اتضح فى قسم ٧ - ٤ ومنذ أمد طويل (١٩٠٣) وجد بيرسون ولى **Pearson & Lee** فى الإنسان تلازما موجبا بين الشريكين عند الزواج لصفات جسدية مثل القامة وطول الذراع . ومعاملات التلازم بين المتزوجين كانت عادة حوالى + ٠,٢ وعلى سبيل المثال فقد حصر سبوهلر **Spuhler** (١٩٦٨) ١٠٥ صفة جسدية فى ٤٠ عينة من العشائر الإنسانية . وكانت معاملات بالتلازم فى المدى من + ٠,١ إلى + ٠,٢ غالبا بالنسبة لحجم الجسم فى الأوروبيين والأمريكيين المنحدرين من أصل أوربى ؛ رغم أن معاملات التلازم الأقل من + ٠,١ و كذلك التى تقع فى المدى من + ٠,٢ إلى + ٠,٣ كانت شائعة تماماً . ومعاملات التلازم التى تزيد عن + ٠,٥ كانت نادرة الحدوث . والبيانات التى تحصل عليها سبوهلر تظهر فى جدول ٧ - ٥ . والواقع أن دراسات التزاوج المتناسق فى العشائر غير الأوربية قليلة . وفى دراسة لعشيرة راما - نافاجو الهندية ولليابانيين لم يلاحظ التزاوج المتماثل بالنسبة لصغر حجم الجسم (سبوهلر ١٩٦٨) .

وبالنسبة للصفات السلوكية فإن الميل نحو حدوث تزاوج مظهرى موجب قوى قد ظهر فى بعض الحالات (سبوهلر ١٩٦٢) . وفى أحد تقديرات الذكاء باستخدام جداول رافن المتدرجة **Raven Progressive Matrices** تم الحصول على معامل تلازم + ٠,٣٩٩ ($P < 0.01$ للانحراف عن صفر) .

وفى أحد الاختبارات اللفظية التى تعتمد على اختيار كلمة من بين أربعة كلمات لتعطى أحسن المعانى لكل من ٤٠ جملة تم الحصول على r = ٠,٣٠٥ و ٠,٧٣٢ ($P < 0.01$ فى كلتا الحالتين) للعدد الكلى من الاجابات الصحيحة ولنسبتها من بين مجموع الاجابات على الترتيب . وقد أوضح سبوهلر أيضاً وجود تزاوج متناسق موجب

جدول ٧ ٥ : معاملات التلازم التى وجدت فى دراسات عديدة لصفات جسدية عديدة فى عشيرة بشرية

الصفة	معاملات التلازم						مجموع الدراسات التى أجريت
	>0.4	0.3–0.4	0.2–0.3	0.1–0.2	0–0.1	<0	
طول القامة	1	4	7	8	6	1	27
طول الجلوس			3	3		1	7
الوزن		1	3	2	1		7
محيط الصدر			5		2		7
محيط الرأس			2	1	3	2	8
دليل الجمجمة			3	5	12	2	22
دليل الوجه		1		3	7	4	15
دليل الأنف			2	1	2	3	8
لون الشعر		1	2	2			5
لون العين	1		1	1	1	1	5

المصدر : سبوهلر ١٩٦٨

حقيقى لبعض الصفات النفسية مثل التداعى والميل العصبى والسيادة ، كما وجد بكمان **Beckman** (١٩٦٢) ذلك بالنسبة للقابلية للموسيقى . وعموما فإن الميل للتزاوج المتناسق يبدو أقوى فى حالة الصفات السلوكية عن الصفات الجسدية .

وأبعد من ذلك فإنه كثيرا ما يتكرر التلازم الموجب بين الوضع الاجتماعى الاقتصادى وطول القامة . وبالمثل فإنه يوجد تلازم قوى بين الوضع الاجتماعى الاقتصادى بين الزوج والزوجة . وعلى ذلك يمكن الجزم بأن التلازمات الموجبة بين الأزواج بالنظر لطول القوام قد تعود جزئيا للتلازم مع الوضع الاجتماعى الاقتصادى . وبما أن طول القوام متلازم أيضاً مع صفات جسدية أخرى مثل الوزن ومحيط الصدر ، فإن تلازمات مماثلة يمكن توقعها لهذه الصفات . وحقيقة عدم وجود تزواج متناسق فى عشيرة راما – نافاجو بالنسبة للصفات الجسدية (سبوهلر ١٩٦٨) ، وذلك بعكس ماوجد فى حالة القوقازيين وقد تفسر بوجود تركيب اجتماعى مختلف .

وقد ازداد طول القامة فى معظم المجتمعات الغربية خلال هذا القرن . ومن البيانات الخاصة المجندين الايطاليين قدر كونتريو وكافالى – سفورزا **Conterio & Cavalli-Sforza** (١٩٥٩) متوسط الزيادة فى طول القوام بمقدار ٠,١ سم لكل سنة أو ٣,٠ سم لكل جيل ، خلال هذا القرن . ومرجع ذلك إلى تحسن أحوال المعيشة وخاصة التغذية ومقارنة الأمراض ، وذلك بدون شك له أهمية بالغة ، حيث اتضح وجودد تلازم موجب معنوى بين طول القامة والحالة الاجتماعية الاقتصادية فى البيانات الايطالية .

والأهمية النسبية للعوامل الوراثية من الصعب تقديرها ، ولكن الخلط (قوة الهجين) كنتيجة لاندماج المجتمعات التى عزلت سابقا أمر وارد الحدوث . وقد قدر التلازم بين المتزوجين بالنسبة للسن بمقدار ٠,٨ وعلى ذلك فالتلازم بالنسبة لطول القامة قد يفسر بأن الزوجين متقاربا السن قد ولدا فى وقت واحد ؛ وذلك إذا ما أخذنا فى الاعتبار ما ذكرناه توا من أن طول القامة نفسه يميل للزيادة عبر الزمن .

ويبدو فى الأعمال السابقة أمثلة أخرى لحالات تزول فيها التلازمات الموجبة عندما تأخذ الاتجاهات الزمنية فى الحساب . وعلى سبيل المثال وجد بكمان (١٩٦٢) أن التلازم بين الزوجات والأزواج بالنسبة لعدد أخواتهم يختفى عندما تقتصر المقارنات على فترات زمنية مفردة .

وبالنسبة للصفات مستمرة التوزيع المختلفة ، وباستبعاد العوامل غير الوراثية كما نوقش سابقا ، فإن أحد التأثيرات الرئيسية للتزاوج المتناسق الموجب هو زيادة التباين الوراثى المضيف (V_A) ، إذا قورن ذلك بحالة التزاوج الاعتباطى (انظر أيضاً قسم ٧ – ٤) . وإذا كان V_A هو التباين الوراثى المضيف تحت ظروف التزاوج الاعتباطى فإن $\hat{V}_A$ يكون تحت ظروف التزاوج المتناسق الموجب و r معامل التلازم بين المتزوجين ، وعلى هذا فالنسبة لعدد كبير من الجينات ، أوضح كروو فلزنشتين **Crow & Felsenstein** (١٩٦٨) أن :

$$\hat{V}_A \approx \frac{V_A}{1 - r}$$

وطالما كانت $r > 0$ ، فإن $\hat{V}_A > V_A$. وعلى سبيل المثال ، إذا كانت $r = ٠,٢$ فإن $\hat{V}_A = ٠,٢٥ V_A$. وهذا يظهر أن التزاوج المتناسق ذو أهمية وراثية بالنسبة للصفات الكمية فى الإنسان ، التى تشتمل على الصفات السلوكية ، وهو أمر يجب التنبة إليه فى النماذج التى تعد لدراستها .

وحتى الآن فقد أخذنا فى اعتبارنا إمكانية حدوث التزاوج غير الاعتباطى داخل المجاميع المقترض تجانسها والتى يفيد استخدام التعبير الوراثى السابق معها . ولكن لسوء الحظ غالبا ما يكون مستحيلا أن تبرهن على أن هناك مجموعة متجانسة ، حيث يمكن أن يظهر ما بها من خلط باستخدام تحاليل أكثر دقة . فالتدرج النسبى من الشمال إلى الجنوب لمجاميع الدم فى الجزر البريطانية (مورانت **Mourant** ١٩٥٤) قد وجد فى فيكتوريا باستراليا عندما قسم الناس تبعا لأصولهم العرقية (هات وبارسونز **Hatt &**

Parsons ١٩٦٥) . فالمفروض أن يغير التزاوج الاعتباطى هذا الموقف بسرعة ، ولكن استمرار بقاء هذا التدرج يؤدى إلى اقتراح إمكانية حدوث التزواج المتناسق تبعا للموطن الأصلى . وقد أمكن باستخدام القاب العائلات كدلائل على الأصل العرق ، كما أمكن تقسيم الزيجات لأكثر من ٣ شهور فى ١٩٦٣ فى فيكتوريا . والأقسام الأربعة المستخدمة اعتمدت على ملاحظة الألقاب الانجليزية (E) والاسكتلندية (S) والايرلندية (I) وألقاب أخرى (X) . وبحذف القسم الكبير X ، فإن توزيع الزيجات يتضح فى جدول ٧ – ٦ . ويلاحظ وجود زيادة معقولة للزيجات بين أناس يحملون الألقاب الايرلندية وكذلك زيادة مكافئة فى الغالب للأفراد الذين يحملون ألقابا أسكوتلندية يلازمها نقص حقيقى فى القسم « اسكوتلندى × ايرلندى » .

ومن الغريب أن الاستراليين أصحاب الألقاب الاسكوتلندية والايرلندية هم أكثر المجاميع انعزالا إذا نظر إليها من وجه النظر العرقية لكلا المجموعتين اللتين تنحدران من أصل سلتى (السلت يتبعون العرق الهندى الأوروبى) . وعلى ذلك فإن العزل المكانى لهذه المجاميع فى الوطن الأم أمكن المحافظة عليه جزئيا فى استراليا ، وذلك بسبب الاختلافات الحضارية ، حيث أن الأفراد الذين ينحدرون من أصل ايرلندى هم من الروم الكاثوليك فى حين أن الأسكوتلنديين ليسوا كذلك . بالاضافة لذلك فقد توجد سمة ممكنة تتحكم فى اختيار الإنسان لشريكه اعتمادا على وجود صفة أحد أقاربه وخاصة صفات آبائه (بارسونز ١٩٦٧ a) . ولكن مع ذلك فإن الاندماج أمر حتمى ويتم بسرعة . وفى نفس الحين نجد فى حالة اختلاف لون البشرة أن الاندماج بين المجاميع يكون بطيئا فى العادة .

جدول ٧ – ٦ : نسبة أقسام الزواج الست المحتملة لحاملى الألقاب الانجليزية (E) والاسكتلندية (S) والايرلندية (I) مقارنة بالتوقعات المبنية على التزاوج العشوائى .

القسم الزواج	النسبة الملاحظة	الاحتمال على أساس التزاوج العشوائى *	النسب الموقعة	الموقع الملاحظ
E × E	141	p^2	138.785	0.984
E × S	148	$2pq$	151.354	1.023
E × I	100	$2pr$	101.077	1.011
S × S	50	q^2	41.265	0.825
S × I	41	$2qr$	55.116	1.344
I × I	26	r^2	18.404	0.708

* بافتراض أن r, q, p تمثل I, S, E وهذه الاحتمالات تنتج من أقسام هاردى واينرج $p^2 + q^2 + 2pq + 2pr + 2qr + r^2$ حيث $p + q + r = 1$.
المصدر : هات وبارسونز ١٩٦٥ .

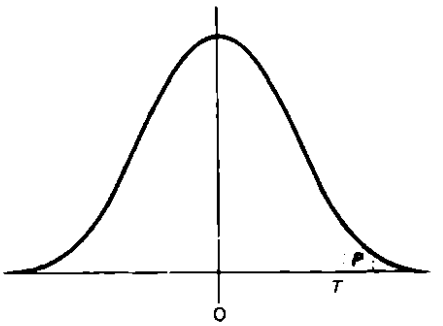
ففى الولايات المتحدة يوجد ميل بسيط لزواج البيض وغير البيض . فقد تمت ٢,٣ فى المائة من الزيجات فى عام ١٩٦٠ بين البيض وغير البيض والمتوقع أن يحدث التزاوج الاعتباطى ، ومع ذلك فإن نسبة الزيجات المختلفة مازال قليلا رغم مرور الوقت . وكما هو متوقع فتوجد اختلافات واضحة بين الولايات حيث تقف هاواى فى منتصف الطريق بإتجاه التزاوج الاعتباطى فى الفترة من ١٩٥٩ - ١٩٦٤ (كافالى - سفورزا وبودمر ١٩٧١) . وعلى العموم وحيث أن اختلافات لون البشرة بين السلالات غالبا ما يحافظ عليها لأجيال عديدة تبعا للتزاوج الغير الاعتباطى ، كما سيوضح ذلك فى فصل ١٢ ليجعل مقارنات الزواج بين السلالات صعبة ومحدودة الفائدة .

٧ - ٦ الصفات الحدية

نوقشت الصفات الحدية فى التوائم فى القسم ٧ - ٢ وسوف يمتد حديثنا ليشمل العلاقة بين الأقارب على وجه العموم (هذا القسم يمكن حذفه عند القراءة الأولى) .

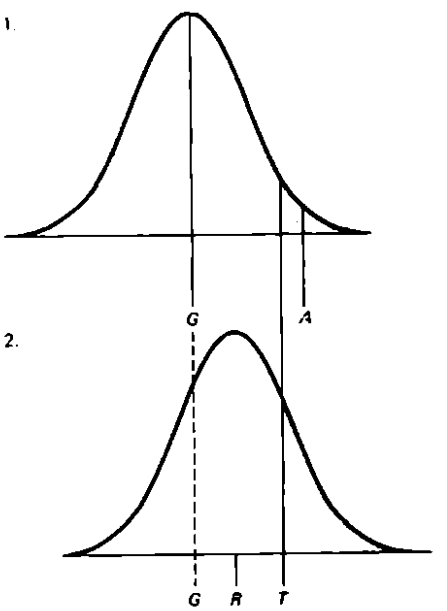
إستحدث رايت **Right** (١٩٣٤) طريقة تختص بالصفات الحدية فى دراسة على عدد الأصابع فى خنازير غينيا . ووضع افتراضه على أن الصفات الحدية تورث بجينات عديدة ، تماماً كما فى حالة الصفات الكمية التى نوقشت فى فصل ٦ . ويمكننا أن نلقى نظرة على الصفات الكمية مثل تلك التى نوقشت فى فصل ٦ باعتبارها صفات حدية مطلوب تقديرها . وبالنظر للذكاء على سبيل المثال ، فإنه يمكننا تقسيم الأفراد إلى عاديين وآخرين هامشيين أو ناقصين تبعا لتسجيلات محددة مسبقة على الاختبار . وعلى ذلك ففى تحليل الصفات الحدية يكون من الملائم افتراض متغير مستمر أساسى ، والذى يورث بنفس طريقة الصفات المستمرة التغير والتى نوقشت فى فصل ٦ . وفى شكل ٧ - ٤ فإن الأفراد التى لها قيمة (X) أعلى من قيمة الأفراد الذين يفترض أنهم يحملون الصفة الحدية (T) والعقبة الاضافية هى أننا مضطرين لتحديد العلاقة بين توزيع X والمتغير المستمر الأساسى والجزء من الأفراد P يحمل الصفة . والصفات الحدية هى من الصفات التى قد يكون من المألوف ظهورها بكثرة ، ويمكن أن تشرح على أساس جين منفرد قليل التفاذية .

وتوجد طريقة تتعلق بالصفات الحدية فى الإنسان استحدثت بواسطة فالكوتر (١٩٦٥) . وقد استعمل بعض المفاهيم التى استحدثت بواسطة مربى الحيوان والنبات لاكتشاف محصلة تجارب الانتخاب الموجه (قسم ٦ - ١١) . وفى مثل هذه التجارب



شكل ٧ - ٤ : النموذج الأساسى للصفات الحدية كل الأفراد لها قيم X تزيد عن الأفراد المتأثرة T والجزء من الأفراد المتأثرة (P) هو المساحة تحت المنحنى ما بعد T .

فإن جزءاً من العشيرة ينتخب ليعطى أجيالا فيما بعد . وفى تحليل الصفات الحدية فإن التشابه يعبر عنه بالجزء من أقارب المتأثرين بالصفة الذى يكون بدوره متأثرا بهذه الصفة . فمثلا إذا أخذنا التعرض لمرض معين فى عشيرة ما كما سبق تمثيلها فإن القيمة الحدية (T) ، وعندئذ نقارن التعرض للمرض فى أقارب المرضى . أو بمعنى آخر يجب أن يؤخذ فى الاعتبار التعرض نفسه أكثر من المرض ذاته . وفى شكل ٧ - ٥ نجد فى التوزيع ١ أن الخط الرأسى يمثل القيمة الحدية (T) فى العشيرة ككل ، والتوزيع ٢ يعطى توزيع تعرض أقارب المرضى . « وقد تغير المتوسط فى التوزيع ٢ فى اتجاه القيمة الحدية (T)



شكل ٧ - ٥ : وراثة التعرض للأمراض . يمثل التوزيع ١ العشيرة العامة والتوزيع ٢ يمثل أقارب الأفراد المرضى مقارنة بالقيمة الحدية الثابتة (T) . G هى متوسط التعرض فى العشيرة العامة . A هو متوسط التعرض للأفراد المرضى فى العشيرة العامة . R هو متوسط التعرض للأقارب .

وهذا يوضح أن التعرض للمرض يتضمن مكونا وراثيا . وعليه فنحن مهتمون بالتعرض للمرض بين الأقارب الذين نشأوا من أفراد تعرضوا للمرض بقيمة أكبر من T فى شكل ٧ – ٥ توزيع ١ . وتجربة المماثلة للانتخاب الموجه تهدف إلى استنتاج نسبة التعرض للمرض والتى ترجع لعملية الانتخاب بالتربية فقط من قبل هذه الأفراد المرضى –

والفرق بين متوسطى التوزيعين (R-G) يعطى الزيادة الحقيقية للتعرض للمرض اعتماداً على اختيار الأقارب . وفى شكل ٧ – ٥ فإن الاختلاف بين المتوسط العام للعشيرة ومتوسط الأفراد المنتخبين (A) أو A-G يكون مساويا للفارق الانتخابى للانتخاب الموجه (قسم ٦ – ١١) والنسبة بين هذين الاختلافين .

$$\frac{R - G}{A - G}$$

تمثل انحدار الأقارب على الأشخاص المرضى فيما يتصل بالتعرض للمرض . ومعامل الارتجاع يمكن الحصول عليه من الانحدار للخط الناتج من توقيع قيم A-G فى مقابل قيم R-G . وعلى هذا فسوف نهتم بانحدار بسيط بين الأب ونسله وهو أمر قد نوقش قبلا فى قسم (٦ – ١٠) وعلى ذلك

$$b_{OP} = \frac{\frac{1}{2}V_A}{V_P} = \frac{1}{2}h_N^2$$

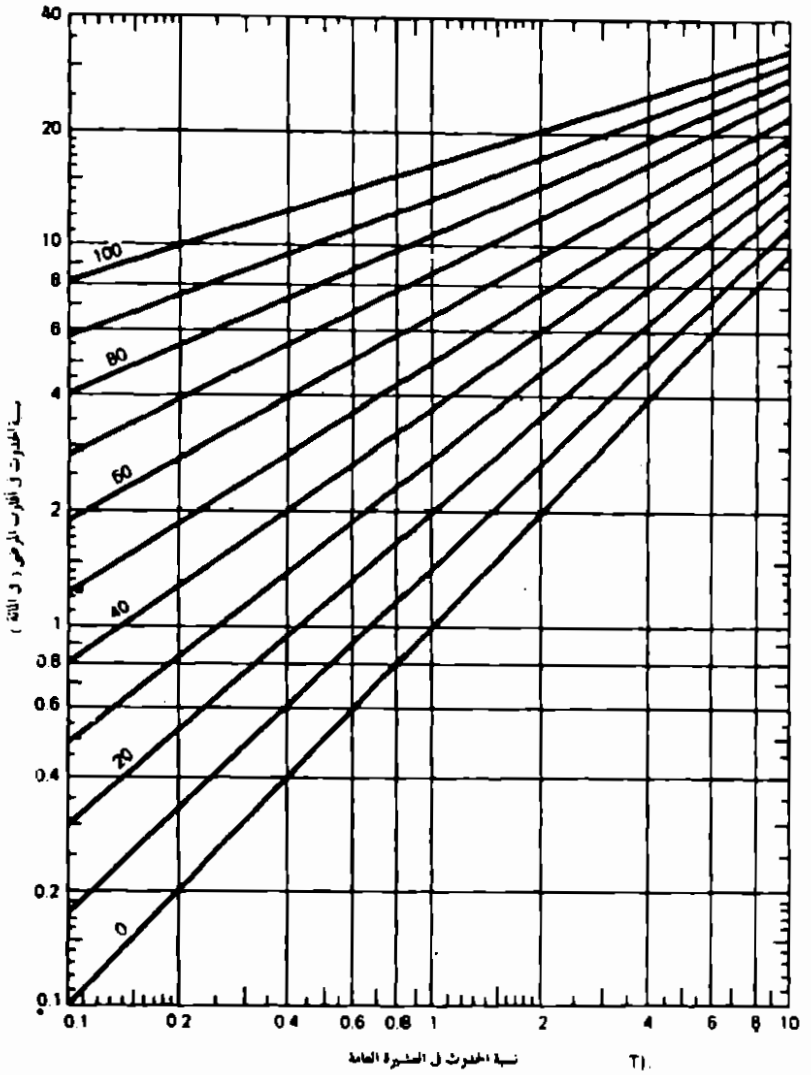
والتى تساوى أيضاً النسبة السابقة . وعلى ذلك فإن انحدار الأقارب على المرضى يعطى تقديرا للمكافىء الوراثى للتعرض للمرض .

وقد وضع فالكونر (١٩٦٥) تمثيلا بيانيا (شكل ٧ – ٦) عن نسبة الحدث فى العشيرة العامة وكذلك فى الأقارب وهم اخوة وآباء وأبناء (أقارب من الدرجة الأولى) . ونسبة حدوث المرض بينهم يحتله المحور الرأس ، ونسبة حدوثه فى العشيرة وقع على طول المحور الأفقى . والمحوران الأفقى والرأسى كمقياسين لنسبة الحدوث يعدان محاورا لوغاريتمية . ولتقدير المكافىء الوراثى ، يحدد على المحور الأفقى أولا النقطة التى تمثل نسبة الحدوث فى العشيرة ، ثم تحدد النقطة التى تمثل نسبة حدوثها عائليا . والنقطة التى تمثل تقاطع النقطتين السابقين تكون هى المكافىء الوراثى .

وعموما يمكننا أن نذكر للأقارب التى تربطهم درجات مختلفة من القرابة المعادلة

$$b = rh_N^2$$

حيث r يكون معامل القرابة . وهذه المعادلة تكون غاية فى الدقة فقط عندما يكون



شكل ٦ – ٧ : المكافىء الوراثى للتعرض للعرض لصفة سليمة حيث يلاحظ نسبه للحدوث عندما يكون الأقارب اخوة آباء أو أبناء . الأرقام على الخطوط هى المكافىء الوراثى (h^2) فى المائة (عن فالكونر ١٩٦٥) .

التباين السيادى (σ_D) مساوياً صفر ، أى لا تعلب السيادة أى دور . وبالنسبة للعشائر الإنسانية فإن استخدامه ممكن للكثير من الحالات ، لالكلها ، لانه من غير المتاح تحليل علاقات القرابة فى جميع مستوياتها.. فتزاوج الاخوة الأشقاء (قسم ٦ – ٩) مثلا يعد استثناء ، ولكن على كل حال فإن σ_D عادة ما يكون أقل كثير من التباين الوراثى

المضيف .

وقد بعض قيم r للأقارب الأكثر بعدا فى قسم ٦ - ٩ . المعادلة السابقة ، بالإضافة للاعتبارات الأخرى التى وضحت فى هذا القسم أظهرت أنه إذا كانت متوسطات القابلية للتعرض للأمراض متاحة فى العشيرة ، فإن بيانات التوائم يمكن أن تؤدى إلى اعطاء تقديرات عن المكافىء الوراثى أو درجة التحكم الوراثى ، وذلك بخلاف H الاحصائى .

وقد أجرى تحليل مفصل باستخدام هذه الطريقة على مرض البول السكرى (فالكونر ١٩٦٧) . فتوزيع معامل الذكاء IQ فى مرض البول السكرى يعطى توزيعا معتدلا ، ولكن الأطفال المرضى يبدو أنهم أكثر امتيازا فى التعبير اللفظى مع تأخرهم فى التعبير

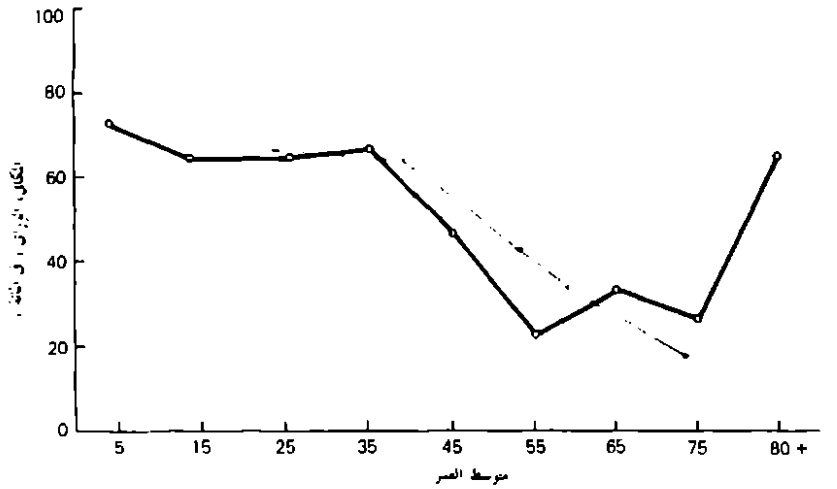
جدول ٧ - ٧ : درجة انتشار مرض البول السكرى
عن بيانات مجلس الصحة فى الولايات المتحدة ١٩٦٠

1960

% إناث	% ذكور	العمر (سنوات)
0-24	0.11	0.07
25-44	0.49	0.38
45-54	1.12	1.37
55-64	2.52	3.15
65-74	3.44	5.03
75 and over	3.15	3.88

المصدر : روزنثال ١٩٧٠

الادائى (روزنثال Rosenthal ١٩٧٠) . وقد أجريت عدة دراسات لتوضيح النواحى النفسية لبداية المرض والبعض الآخر لم يهتم بذلك ، بينما حاول البعض إعادة ذلك إلى ميزات شخصية معينة . والسؤال هو إذا كان المرض يؤدى إلى سلوك نفسى شاذ . واعتمادا على ملاحظات رورنثال فمن الصعب الوصول إلى استنتاجات ، حيث قد تلعب الثقافة دوراً فى تفسيرها (قسم ٣ - ٣) . ومن المشاكل الرئيسية فى الاهتمام بهذا المرض هو أن نسبة حدوثه تكون معتمدة على العمر ، كما يظهر فى جدول ٧ - ٧ ، فتبلغ نسبة حدوثة ٠,١ فى المائة فى الأفراد حتى عمر ٢٤ سنة فى حين تتراوح من ٣ إلى ٥ فى المائة فى الأشخاص الذين يزيد عمرهم على ٦٠ عاما . ولذلك فعتبر نسبة حدوث المرض أحد الظواهر التى يعتمد عليها فى تعريف المرض ، والذى قد يتراوح ما بين نقص نشاط الأنسولين كلية إلى درجات متوسطة وثابتة من ارتفاع سكر الدم إلى مستوى قليل الأهمية من الناحية الطبية وقد تزداد نسبة الحدوث إذا امتدت طرق التشخيص لتتضمن أكثر من المظاهر الالكلينيكية للمرض . فمثلا ، نسبة حدوث المرض فى



شكل ٧ ٧ : التغيرات فى المكافىء الوراثى للتعرض لمرض البول السكرى بزيادة العمر مقدرا من تلازم الاخوة - الخط الرمادى الداكن : بيانات على الذكور الكندية والخط الأسود : بيانات الإناث الكندية ، والخط الرمادى الفاتح بيانات على كلا الجنسين فى برمنجهام ، انجلترا (عن فالكونر ١٩٦٧) .

الولايات المتحدة يبلغ حوالى ٣,٥ فى المائة ، ولكن هذا الرقم يمكن أن يرتفع لأكثر من ٦ فى المائة إذا استخدم اختبار تحمل الجلوكوز كطريقة تشخيصية .

وقد كتب نيل وآخرون **Neel et al** (١٩٦٥) : « أن مرض البول السكرى لعدة اعتبارات هو أحد كوابيس الوراثيين حيث أن المرض يقدم غالبا كل أنواع العقبات للدراسة الوراثية الصحيحة التى يمكن الاعتراف بها » . فبعض العلماء اقترحوا أنه نتيجة توارث جين منفرد متنحى غير كامل النفاذية ، وهى وجهة نظر لم يوافقها نيل وآخرون من (١٩٦٥) مؤكدين أنه يرجع إلى تعدد العوامل . على أن إدواردز **Edwards** (١٩٦٠) قد أوضح أنه يوجد خلاف بسيط بين نموذج توارث جين منفرد غير كامل النفاذية والتوارث عديد العوامل ، إلا إذا كان التباين فى النفاذية مرجعة للبيئة تماماً . وكذلك فإن التباين فى دقة عمليات التشخيص الذى يحدث يؤدى لزيادة التباين البيئى ، وعلى ذلك يبدو من المعقول أن نعتبر مرض البول السكرى صفة حدية .

ويجب أن يكون واضحا أنه من المرغوب فيه أن يخضع المرضى وأقاربهم ذوى الأعمار المقاربة لهم لإجراء التحاليل الخاصة بحدوث مرض البول السكرى ؛ وعلى ذلك فاختبار الاخوة الأشقاء يكون مقنعا . وهذه الطريقة الخاصة قد تكون لها سلبياتها كما اتضح ذلك فى قسم ٦ - ٩ ، وذلك يعزى إلى : (١) تشابه المسببات البيئية ($v_{E(}$) قد تكون ذات

أهمية وخاصة بالنسبة للنظم الغذائية (٢) التباين السيادى (σ^2_D) قد يكون هاما وإن كان من الناحية العملية أصغر جدا عن التباين الوراثى المضيف (σ^2_A) . وعلى ذلك فإن تقديرات المكافىء الوراثى تكون لها هذه الحدود . ويوضح شكل ٧ - ٧ التباين فى تقديرات المكافىء الوراثى لثلاثة عينات . فقد انخفض المكافىء الوراثى وقيمته ما بين ٦٠ إلى ٨٠٪ للأشخاص الذين تقل أعمارهم عن ٤٠ عاما وإلى ما بين ٢٠ إلى ٤٠٪ للأشخاص الذين تتراوح أعمارهم ما بين ٤٠ و ٧٠ عاما . وعلى ذلك اتضح من الدراسات السابقة أن من أسباب المرض الوراثى الاقتراح الخاص بالعمر ، واختلاف معدل حدوث المرض فى الأشخاص حديثى العمر عن كبار السن قد يرجع إلى قابليتهم للإصابة به مع التقدم فى العمر . وعلى العموم يمكن القول حاليا أنه ربما يكون الأساس الوراثى لمرض البول السكرى عائدا لتحكم العديد من الجينات والتى يمكن شرحها على أساس صفة حدية كما أنه توجد علاقة لإمكانية تحكم جينات مختلفة يمكن أن تؤثر فى ظهور المرض فى مراحل مبكرة أو متأخرة من العمر . وقد اتجه بعض الباحثين لجدولة وترتيب الأجسام المضادة لمرضى البول السكرى فى محاولة لربط مرض البول السكرى بالإصابة الفيروسية [انظر نوتكنز **Notkins** (١٩٧٩) هذه الطريقة] . وقد نوقش مرض البول السكرى بشىء من التفصيل وذلك لأن بعض الأمراض التى وصفت فى فصل ١١ بين نفس المشاكل فى تحليلها ، على سبيل المثال التباينات فى التشخيص وكذلك العمر عند بداية المرض .

الملخص

لا يمكننا تعريف وتحديد البيئة فى بنى الإنسان مثلما هو حادث فى حيوانات التجارب . وهذا يعدد جميع الدراسات الكمية لصفات الإنسان وقد أدى إلى كثير من الصعاب لتفسير البيانات على صفات مثل معامل الذكاء IQ . بالإضافة لذلك فإننا لا يمكننا إجراء تجارب التربية ، وعلى ذلك فإن البيانات المتاحة فقط هى ما تتوفر وتتجمع من سجلات النسب .

وفى محاولة لايضاح تأثيرات التركيب الوراثى والبيئة ، فإن دراسات التوائم قد لعبت دوراً هاماً . وقد اعتمدت هذه الدراسات على مقارنة التوائم أحادية الزيجوت (المتطابقة وراثيا) والتوائم ثنائية الزيجوت (غير متطابقة وراثيا) . وقد انتقد البعض طريقة التوائم وذلك بسبب عدم إمكانية التحكم فى البيئة . ولو أنه أمكن الحصول على برهان وراثى بين التماثل من التوائم كمحصلة للدراسات المتكاملة حيث أمكن التوصل إلى نتيجة

مؤداها أن اختلافات الأفراد فى الذكاء والصفات المتلازمة معه ترجع إلى التحكم الوراثى ، فى جزء منها على أقل تقدير .

ومن الدراسات القليلة التى شملت مجاميع العائلات فقد اتضح درجة من التحكم الوراثى للصفات السلوكية وغالبا ما يحدث تلازم كبير بين الوراثة والبيئة لصفات مثل معامل الذكاء IQ . ومثل هذه الدراسات باهظة التكاليف ، وهذا أحد أسباب ندرتها .

ومن أكبر التعقيدات فى دراسة الوراثة فى الإنسان هو حدوث التزاوج المظهرى ، وهو الميل لحدوث الزيجات بين أشخاص متماثلين من ناحية الشكل الظاهرى أكثر من حدوث التزواج الاعتباطى . ومن أهم تأثيرات التزاوج المظهرى – تغير مكونات التباين بمقارنتها بالتزواج الاعتباطى . ويوجد تعقيدات أخرى سوف نناقش فى فصل ١٢ مثل التباينات بين الطبقات الاجتماعية الاقتصادية والظروف البيئية التى تلازم الاختلافات السلالية . وتحليل البيانات الكمية فى الإنسان هو من الصعوبة والتعقيد بمكان ولذلك فليس من السهل التوصل إليه .

GENERAL READINGS

المراجع العامة

Cavalli-Sforza, L. L., and W. F. Bodmer. 1971. *The Genetics of Human Populations*. San Francisco: Freeman. This excellent text includes an advanced chapter on the genetic analysis of quantitative traits in human beings. More detailed derivations of the equations given in this chapter are provided.

Mittler, P. 1971. *The Study of Twins*. London: Penguin. A very readable account of the place of twin studies in behavior-genetics research.

Shields, J. 1962. *Monozygotic Twins Brought Up Together and Apart*. London: Oxford University Press. One of the few classic analyses of twins brought up together and apart.

الفصل الثامن

وراثة السلوك : الدروسوفلا

٨ - ١ تأثيرات الجين المفرد

بهذا الفصل يبدأ القسم الثالث من هذا الكتاب (انظر الفصل الأول لمعرفة الهدف) وحتى هذه النقطة فقد ركزنا على المبادىء الأساسية لكننا هنا وفى الفصول الأربعة التالية سوف ننظر إلى السلوك التطورى بداية من هذا الفصل الخاص بالدروسوفلا متبوعا بالفصل ٩ على القوارض والفصل ١٠ على كائنات مختلفة عديدة من البكتريا والبروتوزوا إلى الثدييات بأقيامها المختلفة . وفى فصلى ١١ و ١٢ سوف تمتد المناقشة لتشمل الإنسان . واتخذ التعرض لكائنات معينة حتى يمكن أن نميز السلوكيات التى يسهل دراستها فى تجارب معينة . وكما شاهدنا فى الفصل ١ فإن طرز السلوك التى يمكن دراستها تعتمد على الكائن . ففى بعض أنواع الدروسوفلا قد استحدثت طرق وراثية معقدة بالنسبة للعديد من مجالات الدراسة متضمنة الصفات السلوكية . وزيادة على ذلك فإن سهولة تربية أعداد كبيرة من أفراد سلالة معملية تتحكم فيها جين مفرد يؤدى إلى إمكان استخدام طرق إحصائية دقيقة لتساعد فى الوصول إلى الاستنتاجات . ويعطى جدول ٨ - ١ ملخصا كاملا لواقع الدروسوفلا كأحد حيوانات التجارب (انظر أيضا سلسلة وراثة وبيولوجيا الدروسوفلا **Genetics and Biology of Drosophila** ، وهى من أكثر المراجع الموجودة فى نهاية الفصل توسعا بالنسبة لهذا الجنس . نلفت النظر على وجه الخصوص إلى مجلد ٢ منها الخاص بالسلوك)

هذا الباب لا يحاول أن يكون شموليا فربما يكون ذلك مستحيلا فى مواجهة العدد الهائل فى الدراسات الوراثية على الدروسوفلا . كثير من البحوث التى تختص بهذا الباب نوقشت فى الأبواب السابقة وسوف نشير إليها . وبعض المظاهر التطورية تناقش فى

جدول ٨ - ١ أسباب أهمية الدروسوفلا ككائن للتجارب الوراثية (خصوصاً الأنواع الأكثر انتشاراً مثل دروسوفلا ميلانو جاستر)

• قصر فترة الجيل . العديد من الأنواع تتطور من البيضة حتى الحشرة الكاملة فى أقل من أسبوعين
• سهولة التربية حتى الملايين يمكنهم تربية ذبابة الفاكهة بنجاح
• قلة النفقات . يمكن للحشرات أن تتكاثر بأعداد كبيرة دون تكلفة حيث تتغذى على فواكه متعفنة ورخيصة .
• صغر الحجم . يمكن تربية أعداد كبيرة من الحشرة فى حيز ضيق أحياناً لايتعدى علبة زجاجات .
• الأعداد الكبيرة من النسل . يمكن لأنثى ملقحة واحدة أن تضع مئات من الحشرات .
• كونها غير ضارة . لا تحمل الدروسوفلا أى نوع من الأمراض التى تؤثر على الإنسان . والحشرة الكاملة ليس لها أجزاء فم قارضة أو ثاقبة .
• النسبة الجنسية . تضع معظم الأنواع أعدادا متساوية من كلا الجنسين فى نسلها ، أما الأفراد الشاذة فتكون ذات أهمية من الناحية الوراثية .
• الموالد الكبرى . توجد أنواع يكون نسلها كلية من الإناث وبالذات دروسوفلا مركاتورم D. mercatorum (كارسون Carson - ١٩٧٣) .
• تعدد الأنواع . هناك أكثر من ١٥٠٠ نوع سوف نناقش فيما بعد .
• الانتشار الواسع . توجد أنواع الدروسوفلا فى العالم من المنطقة الباردة إلى الحارة .
• سهولة الجمع . من السهل جمع وإحضار الدروسوفلا فى حالة جيدة إلى المعامل .
• قلة عدد الكروموسومات . تحوى الدروسوفلا على عدد قليل من الكروموسومات يمكن تمييزه بسهولة . بعض الأنواع بها ٦ كروموسومات أو ثلاثة أزواج .
• كروموسومات العدد اللعابية للبرقات الحجم الكبير لتلك الكروموسومات العملاقة عديدة الخيوط يسمح للباحث بتمييز حتى القطع الصغيرة من الكروموسوم المفرد كما لو كان وجه أحد أصدقائه .
• التهجينات . الأعداد الكبيرة تربية العلاقة تسمح بتربية هجن ذبابة الفاكهة فى المعامل .
• السلالات و/أو تحت الأنواع . يمكن أن تقدم العديد من السلالات المتطفلة مادة بحثية لهؤلاء المهتمين بعملية التطور ، فمن طريقها تتكون الأنواع الجديدة (النوع species) .
• ميكانيكيات العزل . تمتلك الدروسوفلا العديد من ميكانيكيات العزل (مثل العزل الجنسى والعقم الهجينى) التى تمنع التبادل الجينى بين الأنواع .
• الطفرات . بسبب استجابتها لبعض الطفرات مثل أشعة X والمواد الكيماوية يمكن استحداث طفرات الدروسوفلا معملياً بسهولة . يمكن أن تغير الطفرة فى الحجم واللون والعدد أو/و تركيب كل أجزاء جسم الحشرة تقريباً .
• السلوك. تخضع معظم السلوكيات للتحليل الوراثى والتحوير خلال الانتخاب .
• التكافل . تحمل العديد من أنواع الدروسوفلا أنواعاً من الميكروبات التى تسمح للباحثين بدراسة علاقات التكافل ، حيث أن بعض هذه الميكروبات ، تورث ، أو بعض أنها تنتقل فى الآباء للأبناء - يتم الوراثيون على وجه الخصوص بمثل هذه العملية .
• الوراثة السيتوبلازمية . يمكن للدروسوفلا فى بعض الأحوال نقل وحدات وراثية سيتوبلازمية إلى النسل .

الفصل ١٣ . وظهر مستخلص البحوث إلى منتصف ١٩٧١ فى بارسونز Parsons (١٩٧٣) .

بجانب ما هو معروف جيداً عن دروسوفلا ميلانوجاستر يوجد أكثر من ١٥٠٠ نوع من الدروسوفلا ؛ ثمانية منها معروفة على أنها منتشرة فى معظم أجزاء الأرض : دروسوفلا ميلانوجاستر D. melanogaster ودروسوفلا سيميولانس D. simulans ودروسوفلا أناناسي D. ananassae ودروسوفلا ايمجرانس D. immigrans ودروسوفلا هيدى D. hydei ودروسوفلا فنبريس D. funebris ودروسوفلا ريبلتا D. repleta ودروسوفلا بوسكى D. busckii . هذه الأنواع تعيش فى ستة مناطق معيشية هى الدنيا الجديدة والاستوائية الجديدة والدنيا القديمة الأثيوبية والشرقية والاسترالية ، وجميعها تحتوى على تباينات مختلفة فى البيئات . وهذه الأنواع يمكن أن تجمع فى حالتها البرية باستخدام طعم من الفواكه المتخمرة ، ويمكن تربيتها بسهولة معمليا بالإضافة إلى ذلك فإن هناك العديد من الأنواع واسعة الانتشار ولكن تواجدها يكون فى أقل من ستة مناطق معيشية وتشتمل على أنواع مثل دروسوفلا سيد وابسكيورا (انظر بارسونز وستانلى Parsons and Stanley ١٩٨٠) ومعظم المناقشات فى هذا الكتاب تتعلق بتواجد الحشرة فى العالم وانتشار الأنواع المختلفة بالرغم من أنه فى فصل ١٣ سيرد ذكر أكثر الأنواع تخصصا التى لا تنجذب إلى طعم الفواكه المتخمرة .

احتراما « للملكة الأم » لجميع أنواع الدروسوفلا فسوف نبدأ بطفرات الدوروسوفلا ميلانوجاستر التى تؤثر فى السلوك (انظر شكل ٢ - ٣ - الخريطة الارتباطية) . العديد من السلوكيات المختلفة تتحكم فيها جينات مفردة تشغل أماكن متفرقة على كروموسومات الحشرات.دوروسوفلا ميلانوجاستر ذات جينوم معروف معرفة جيدة (الجينوم هو مجموعة واحدة أحادية من الجينات والكروموسومات) بين الكائنات حقيقية الأنوية (كائنات تشكل من خلايا بها أنوية محاطة بأغشية نووية ويحدث بها الانقسام الميوزى) مما يجعلها على الأخص ذات قيمة فى تحليل الأقسام الجديدة فى الوراثة حال نبدتها . والوراثة السلوكية لا تشذ عن هذه القاعدة .

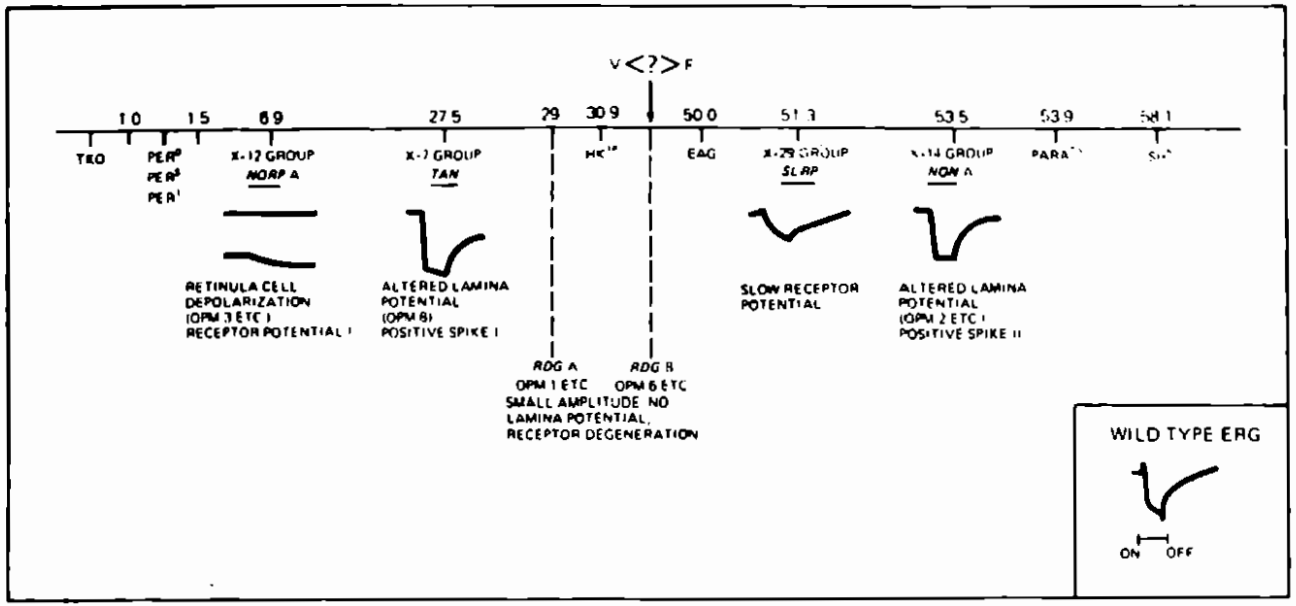
وكمثال أكثر تخصصا فإن شكل ٨ - ١ يمثل بيانات على الالكتورتينوجرام (إرج ERG مسجل الاستجابة الضوئية الجمعية للخلايا المناسبة تبعا للكثافة الضوئية) للطراز البرى (الحشرات عادية الرؤية) وطفرات فى الحشرات المستقبلة للضوء المعروفة بارتباطها بالجنس . فالحشرات سبق أقلمتها على الاظلام لمدة ١٥ دقيقة على الأقل قبل قياس استجابتها الضوئية وذلك بتعريضها للضوء الأبيض لمدة نصف ثانية وقد

استخدمت الحشرات الحية غير المصابة فقط ، ووضع الكترود التسجيل على الشبكية من خلال ثقب دقيق فى القرنية . والطفرات المختلفة التى تعزل مستقلة عن بعضها تبدى شذوذا فى تسجيلات ERG أو تحول دون قياسها (انظر أيضا علوى وآخرون Alawi etal ١٩٧٢ على الطفور فى دروسوفلا ميلانوجاستر والذى يؤثر فى التحويل الضوئى فى رؤية الحشرة وهى ميكانيكية يمكن بواسطتها تلقى الاحساس بالاستجابة والذى يكون مرتبطا أيضاً بتفاعلات أيونية فى أغشية المستقبل) .

درس بنزر Benzer ومعاونوه طفرات موضعية أخرى بينها القدرة على الحركة والرؤية والجنس والاستجابة للضغوط وسلوك العضلات العصبية وثلاثة طفرات مفردة الجينات تؤثر فى الايقاع الدورى (حوالى ٢٤ ساعة) الخاص بدروسوفلا ميلانوجاستر (كونوبكاوبنزر Konopka & Benzer – ١٩٧١ ؛ بنزر Benzer – والمراجع الملحقة ؛ بنزر Benger ١٩٧٣) . حشرات هذا النوع تظهر قرب الفجر فى وجود الندى ، حيث تتوفر درجة الرطوبة العالية اللازمة لها ، وهذا هو فى الواقع أساس الاسم دروسوفلا « المحبة للندى » . وبالنسبة لمعظم أنواع الدروسوفلا ؛ فهنالك فترة صباحية من النشاط تنتهى وسط النهار ، ويتبعها فترة نشاط مسائية قصيرة .

والدليل القاطع بوجود تحكم وراثى فى هذه الساعة البيولوجية (بريتندرى Pvittendrigh – ١٩٥٨) يتمثل فى الحشرات ذات الطفرة الخاصة بانعدام الايقاع arrhythmic ؛ حيث تخرج الحشرات دون قيد طوال اليوم : وطفرات الفترة القصيرة التى تتم دورتها فى ١٩ ساعة بدلا من ٢٤ ساعة ، وكذلك طفرات الفترة الطويلة التى تمتد دورتها إلى ٢٨ ساعة (شكل ٨ – ٢) . وهنا ؛ نأخذ فى الاعتبار مدى كفاءة هذه الايقاعات المتباينة فى تأكيد العزل بين الحشرات ذات الساعات البيولوجية المختلفة (قسم ٥ – ٥) .

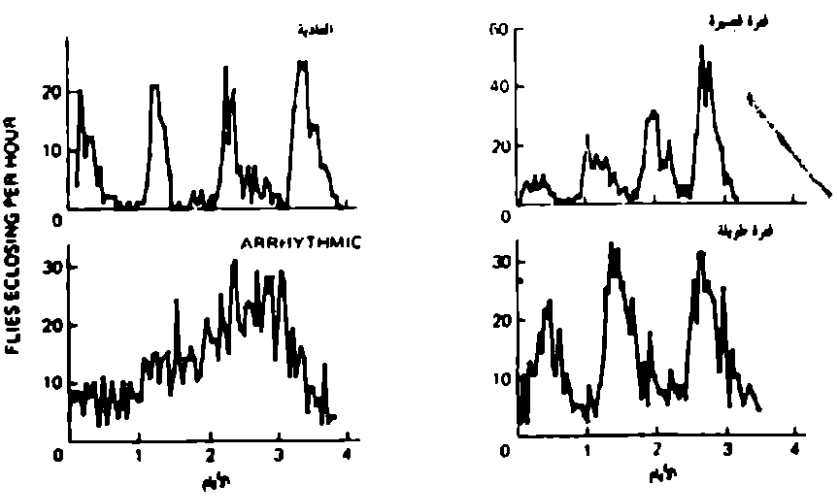
ويمكن الحصول على الدروسوفلا ذات الأنسجة المختلفة وراثيا mosaics – بصورة تفضل سلبية انتظار حدوثها تلقائيا بمعدل شديد الندرة – وذلك بالاعتماد على فقد كروموسوم X الحلقى الغير ثابت . ولأن الكروموسومات الحلقية كقاعدة عامة لا تنجح فى الهجرة إلى أى من القطبين فى الأدوار النهائية للانقسامين الميتوزى والميوزى ، فإنها تفقد فى الدور النهائى (التيلوفيز) فى هذه الدورات ؛ ويتوقف حجم النسيج الذكرى الناتج على الوقت الذى حدث فيه الفقد خلال عملية التكوين عند هذه المرحلة ثم تكون خطين من الخلايا ، أحدهما به كروموسوم X مفرد والآخر به



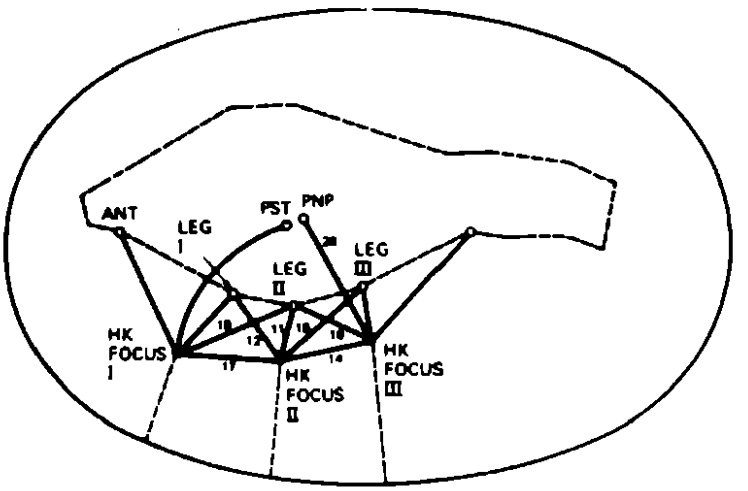
شكل ٨ - ١ : الطفرات العصبية على كروموسوم X فى دروسوفلا ميلانوجاستر . مواضع الطفرات (دون مقاييس موضحة أعلى الخط . رموز المواقع والخطوط المسجلة الممثلة فى الالكتروتينو جرام (ERG) موضحة أسفل الخط . يتضح بالشكل ظهور خطين للمجموعة X-12 بسبب وجود بعض الأليلات التى لا تبدى استجابة للاستثارة الضوئية ، بينما تبدى أليلات أخرى درجة بسيطة من زوال الاستقطاب . وفى أسفل الشكل يتضح ERG للحشرات البرية للمشارنة . والرسم مزود بشروح مختصرة لكل طفرة ، كما وضعت المصطلحات البديلة المستخدمة لبعض المواقع بين قوسين (عن جروسفيلد Grossfield - ١٩٧٥) .

كروموسومى X . وعلى ذلك فالأجزاء XO فى الحشرات البالغة تكون مذكرة (وذلك بعكس إناث XO العقيمة فى الإنسان – ترمز – المذكورة فى قسم ٤ – ٣) ، والأجزاء XX تكون مؤنثة . ويمكن تميز هذه الأجزاء فى الحشرات الكاملة باستخدام الطفرات المرتبطة بالجنس ؛ مثل طفرات لون العين ولون الجسم وشكل الشعيرات . باستعمال الطرق الأساسية وبالإضافة إلى التحكم الوراثى الدقيق المتوفر « فقط » فى حالة الدروسوفلا ميلانوجاستر ، يمكن الحصول على خرائط جنينية ذات بعدين لتوضيح مصائر الأنسجة الجنينية المختلفة fate maps) ؛ وهذه الخرائط يمكن منها الربط بين مواقع تشريحية بعينها وبين الشذوذات التى تؤثر على السلوك (هوتا وبنزر Hotta & Benger – ١٩٧٢ ؛ انظر شكل ٨ – ٣) .

ولنأخذ فى الاعتبار واحدة من أكثر الخرائط المصيرية للأنسجة تفصيلا ، وهى الخاصة بتعيين الحركية الزائدة Hyperkinetic (HK) المرتبط بالجنس (إكيداوكابلان Ikeda & Kaplan – ١٩٧٠ b,a) . فالإناث الأصيلة والذكور شبه الأصيلة hemizygous ، والإناث الخلقية بدرجة أقل ، تبدى حركة غير منتظمة الايقاع للأرجل خلال تخديرها بالأيثر .



شكل ٨ – ٢ : إيقاع ظهور دروسوفلا ميلانوجاستر فى عشيرة من الطراز البرى ومن الطفرى الخطوطة فى الظلمة الدائمة (عن كونوبكادبنزر – ١٩٧١) .

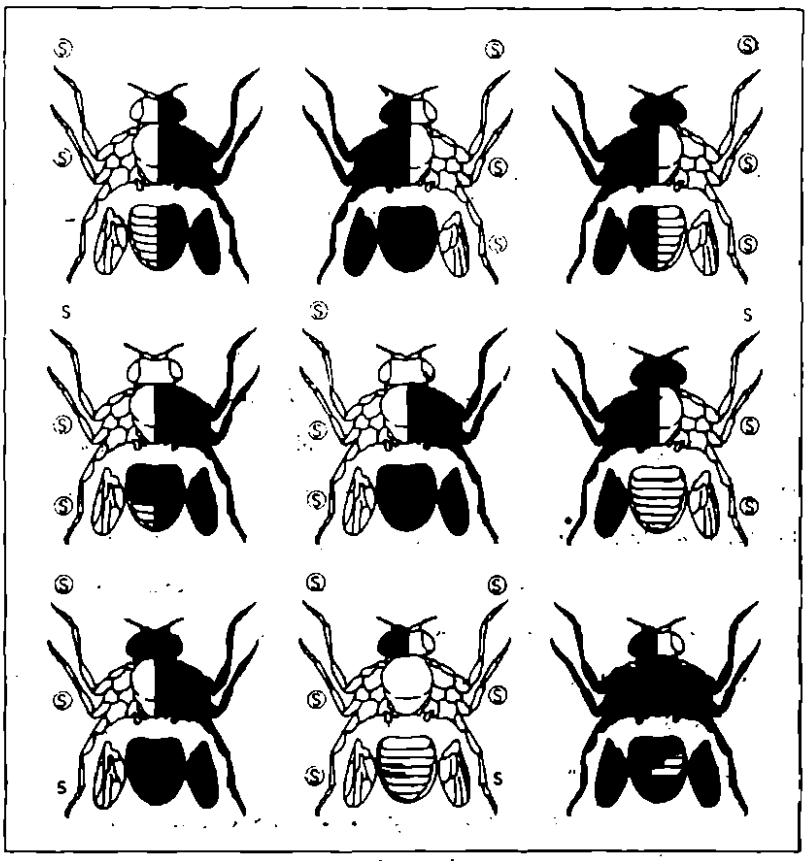


شكل ٨ – ٣ : خريطة مصورة لمين HK فى الدروسوفلا ميلانوجاستر . الطفرات فى المواقع الثلاثة الموضحة ترتبط بالسلوك الطافر (عن هوتا وبنزر – ١٩٧٢) .

يمثل شكل ٨ – ٤ مظهر لتسعة مذنثات مختلفة (خلايا فى نسيج واحد خليطة الجنس) . بالنسبة لهذه الطفرة تكون أجزاء خليطة من الإناث الذكور – وقد جمعت وإحصيت ستمائة شكل خليط **mosaics** للعلامات على الظهر (سطح الذكور له ألوان وكذلك العين والجسم وأشكال مختلفة للشعيرات وقد اختبرت للهز تحت تأثير مخدر . وقد اتفقوا جميعا ايكادا وكابلان وهوتا وكذلك بنزر **Ikeda, Kaplan, Hotta and Benzer** على أن الهز أو السيطرة على الأرجل الستة تكون مستقلة عن جميع الأرجل الأخرى وكذلك التركيب الوراثى للقشرة الخارجية **cticle** (غطاء خارجى غير حلوى) . وشكل ٨ – ٣ تمثل الشكل البيضى لأدمة البلاستولا **blastoderm** فى الدروسوفلا (طبقة من خلايا تحيط المح فى بيض الحشرات المخصية) حيث يوصف ثلاثة مراكز تركيبية منفصلة فى الحشرة عندما تطفر تؤدى إلى سلوك طفرى . يوجد مركز واحد لكل رجل على جانبى الحشرة حيث توجد هذه المراكز فى منطقة داخل الإلاستودرم متلازمة مع الجهاز العصبى البطنى **Ventral nervous system** أى فى بطن منطقة قشرة (ادمة البلاستولا) . فالرغم من ملاحظة التماثل فى كثير من الأحيان للتركيب الوراثى للرجل وكذلك للقشرة أو الكوتيكل وهناك أدلة كهروفيزيقية على السلوك المتغير فى **thoracic**

ganglia (تجمع أعصاب فى « صدر » الحشرات فى الأفراد Hk ويكون تعبيرها الوراثى مستقل والجانب الأيسر والأيمن للتجمع العصبى للحشرة مستقل بعضه عن بعض . وقد يكون التخيمن مقنعا عن مكان أجزاء التجمع العصبى على هذه الخريطة فمثلا قد تكون فى المساحات المظلة المعروضة فى شكل ٨ – ٣ .

وتظهر الطفرات زائدة الحركة Hk^1, Hk^2 مظهرا سلوكيا آخر حيث تقفز وتسقط عند تحرك هدف نحوهم .



شكل ٨ – ٤ : المنتفات الوراثية من حشرة الدروسوفلا ميلانوجاستر حساسية للكينين أسود « نسيج أنثوى أبيض « نسيج ذكرى S: أرجل مرعوشة ،S: الوضع الابرازى من المنطقة المتحركة المتعلقة بالرجل (عن ليكادا وكلابلان Likeda and Kaplan ١٩٧٠ b.a) .

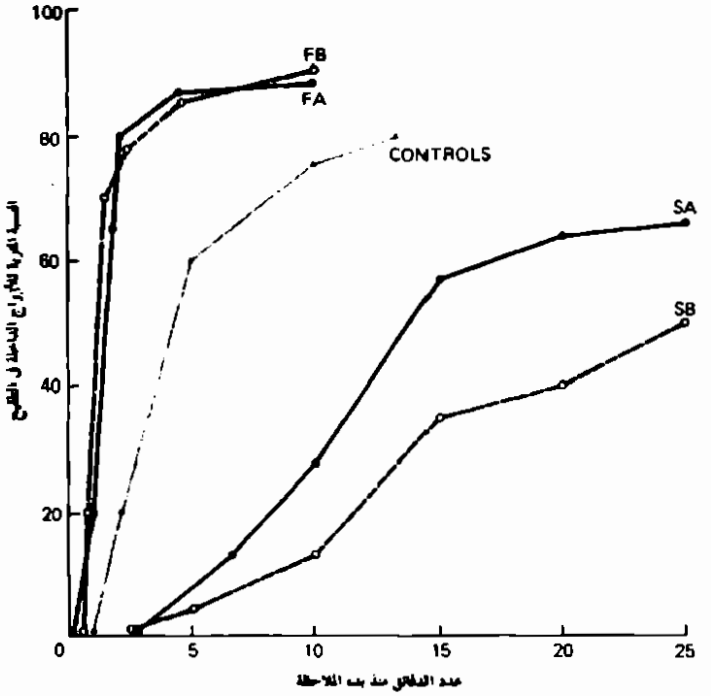
ويقاس السلوك المتعلق بالمسئولية الوراثية للحركة الزائدة بتحريك الباحث يده على أنبوبة تحتوى على حشرة مفردة وتحصى عدد مرات الاستجابة فى ٥٠ محاولة (كابلان وتروووت Kaplan and Trout ١٩٧٤) . وفى اليوم الخامس من العمر فإن Hk^1 تستجيب فى متوسط ٤٢ مرة بينما تكون استجابة Hk^2 ٢٨ من ٥٠ مرة . ويقيد الاثنين من الجينات أليلات حيث يكون التركيب Hk^1/Hk^2 خليط ويكون أيضاً مسئولا عن التحرك . وتظهر طفرة ارتعاش أخرى استجابة وراثية للحساسية للكتين وهى $Shaker^5$ (Sk^5) والتى لها مظاهر متباينة من الارتعاش عن طفرات Hk . بالإضافة إلى ذلك فقد بحث وليامسون وكابلان وداجان Williamson Kaplan and Dagan (١٩٧٤) الطفرة المرتبطة بالجنس الحساسة للحرارة Para ts والتى تتحرك عاديا على درجة حرارة ٢٢° سنتجراد ولكنها تشل فى ظرف ١٠ ثوان على درجة ٢٩,٥° سنتجراد ويحدث استشفاء لها فى ظرف ٥ ثوان عند إعادة الحشرات على درجة ٢٢° سنتجراد . ويأمل Kaplan كابلان ومساعدوه أن الدراسة على هذه الحشرات قد تكون نموذجا للحالات المرضية فى الإنسان حتى ولو لم يكن الأمر كذلك مباشرة ، فمن المؤكد أن يكون باعثا فى تقديم أساس للبحث على هذه الطفرات الغريبة وجهازهم العصبى الرائع والسلوك الجنسى أحد الصفات الكمية .

وجد أن كثير من الصفات الكمية فى حشرة الدروسوفلا تحت تأثير وراثى ويمكن دارستها باستعمال الطرق الاحصائية البيولوجية وكذلك تجارب الانتخاب . وتمثل القائمة فى قسم ٥ – ١ طرز الصفات المدروسة وقد نوقش التحرك بالنسبة للجاذبية وتعرف باسم geotaxis فى قسم ٥ – ٢ لتوضيح تجارب الانتخاب وتطبيقاتها للحصول على معلومات للأساس الوراثى للصفة . وقد تناولنا الهجين المتبادلة Diallel crasses لدراسة سرعة التزاوج وفترة الاقتران فى قسم ٦ – ٥ وفى قسم ٦ – ١٠ نوقش النشاط الحركى كمثال لمدخل الانحدار فى تحليل الصفات الكمية ويمكن اعتبار أن كل هذه مظاهر من السلوك الكمى المعروف أساسه الوراثى فى حشرة الدروسوفلا والتى لم نتناولها تفصيليا بالشرح سابقا وهذا القسم يتناول الصفات التى تدخل فى السلوك الجنسى .

وقد انتخب مانينج Manning سرعات عالية ومنخفضة للتزاوج من حشرة الدروسوفلا ميلانوجاستر معتمدا فى انتخابه على مظهر ٥٠ زوجا من الحشرات جمعت قبل أن يحدث التزاوج ووضعت معاقى حجرة تزاوج وقد أمكن تميز أو معرفة ١٠ أزواج سريعة و ١٠ أخرى بطيئة ثم انتخبت واستعملت فى البداية لإيجاد سلالات سريعة

وبطيئة وأمكن الحصول على اثنين من السلالات السريعة واثنين من السلالات البطيئة نتيجة للاستجابة السريعة لهذه المنتخبات وتتكاثر سلالة المقارنة بدون انتخاب . وبعد ٢٥ جيلا كان متوسط سرعة التزاوج ٣ دقائق فى السلالات السريعة و ٨٠ دقيقة فى السلالات البطيئة . ويوضح الشكل ٨ – ٥ الاختلافات بين السلالات . حيث ترجع هذه الاختلافات فى السرعة إلى التذبذب فى الأحوال البيئية أثناء الانتخاب ولكن هذا التذبذب يكون متشابها عموما فى كل السلالات لنفس الجيل . وكان معامل التوازن المتحقق تقريبا ٠,٣ من المعدل الذى سوف ينحدر منه السلالات المنتخبة أثناء عدد قليل من الأجيال . وبالرغم من عدم القيام بأبعد من التحليل الوراثى – وقد حلل مانينج **Manning** بشىء من التفصيل كيف يؤثر الانتخاب على السلوك . وبتهجين السلالات السريعة والبطيئة فى كلا الاتجاهين(التلقيحات العكسية) تعطى جيلا أول وسط فى سرعة التزاوج بينما التهجين فى اثنين من السلالات السريعة أو البطيئة وبين بعضهم عكسيا تعطى سرعات سريعة وبطيئة على التوالى . وتدل هذه النتائج على أن كلا الجنسين يتأثران بالانتخاب . ويأتى تعزيز ذلك من اختبار سرعة التزاوج ضد مجموعة من الحشرات غير منتخبة وكلا من الجنسين فى السلالات المنتخبة تعطى سرعات مخالفة للتزاوج فى الاتجاه المتوقع . ويقاس الاختلاف بين السلالات فى النشاط بالسماح للحشرات بالمساحة التى يمكن فيها إحصاء عدد الحشرات التى تدخل المربعات فى فترة زمنية وتظهر السلالات البطيئة الكثير من هذا الطراز من النشاط عما تفعله السلالات السريعة . باستعمال الإناث غير منتخبة فى التجارب مع ذكور منتخبة تظهر تلكؤا قبل العزل يكون أصغر بكثير فى السلالات السريعة عن البطيئة وبالمثل فإن تكرار اللحس (اتصال بين خرطوم الذكر أجزاء الفم الأنبوبية فى الحشرة والأعضاء التناسيلة للأنثى انظر قسم ٣ – ٢) يكون عاليا فى السلالات السريعة عن البطيئة ولذلك فالسلالات السريعة تكون ذات مستوى عال من « النشاط الجنسى » ومستوى منخفض من « النشاط العام » ويكون للبطيئة عكس ذلك . ومن المفروض أن يتناسق هذين المكونين تحت الظروف الطبيعية إلى الحد الأمثل حيث أنه من الواضح أن الاستجابة الفائقة أو الأقل ، تكون غير مرغوبة .

يعمل الانتخاب لهذه الصفة فى كلا الجنسين ولكن من المحتمل أن يكون هناك جينات تتحكم فى الاستجابة فى داخل الجنسين . وقد حاول مانينج **Manning** (١٩٦٣) النظر فى هذا الانتخاب للسرعات فى التزاوج مبنية على أساس السلوك فى أحد الجنسين فقط . وليس هناك استجابة للتزاوج السريع فى الذكور أو التزاوج البطىء



شكل ٨ – ٥ : سرعة التزاوج السريعة فى سلالتين متحنين من حشرة الدروسوفلا ميلانوجاستر (FA, FB) والتين منتخبتين للسرعة البطئة (SA, SB) وكذلك المقارنات فى الجيل الثامن عشر المنتخب .

فى الإناث ولا تتكون سلالة من الإناث سريعة التزاوج . ويكون مستغربا ما إذا كان الإنتخاب الطبيعى لم يثبت بعد هذه الجينات للتزاوج السريع فى الذكور حيث يكون من الواضح الارتفاع بمستوى لياقتهم . وفى الحقيقة فكما نوقش فى قسم ٦ – ٥ فقد وجد فولكر **Falker** (١٩٦٦) مثل هذه الأدلة للانتخاب المباشر للتزاوج السريع . وقد أكدت الأهمية العامة لسرعة التزاوج السريعة كمكون للياقة فى الدروسوفلا بارسونز **Parsons** (١٩٧٤ a) ومهما يكن فإنه يوجد استجابة فى سلالات الذكور المنتخبة للتزاوج البطىء . وأن سرعة التزاوج للإناث فى هذه السلالات لا تتأثر فى الأجيال المبكرة ولكن لحدما تختزل فى الأجيال المتأخرة – ويظهر كلا الجنسين سلوكيا انخفاض فى النشاط العام وتظهر الذكور انخفاضا فى النشاط الغزلى الذى يتعارض مع التجارب الأخرى ولم يتمكن مانتج **Hanning** من الوصول إلى خلاصة قاطعة تتعلق بالاختلافات الممكنة بين الجنسين فى التحكم الوراثى فى سلوك التزاوج .

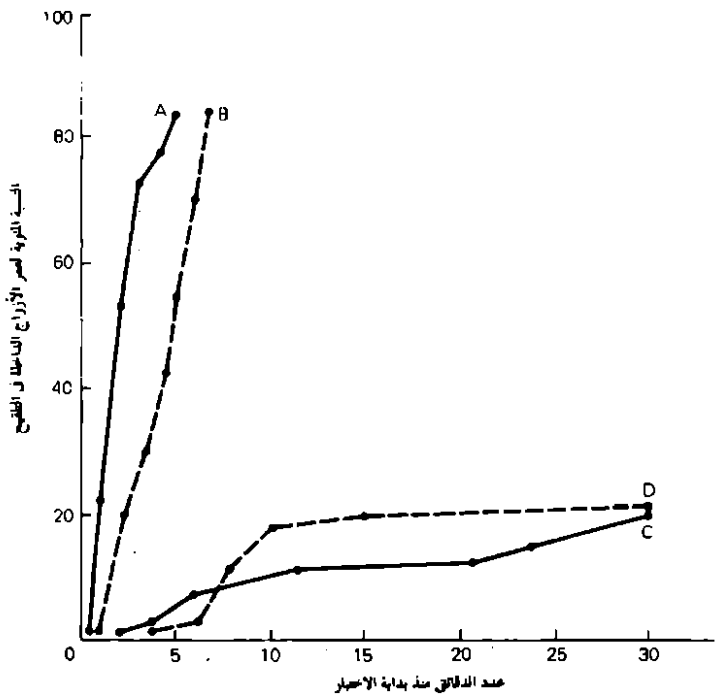
ويتضح أن الجينات التى تؤثر فى النشاط العام والنشاط الجنسى أنها تتحكم كلية أو جزئية بنظم وراثية منفصلة والتى يمكن أن تتحور كل منها مستقلة عن بعضها وقد وجد ايونج Ewing (١٩٦٣) أحد تلاميذ مانتج Manning عند انتخابه للنشاطات التلقائية أن السلالات الغير نشطة أظهرت نشاطا جنسيا كبيراً كما كان متوقعا من ملاحظات مانتج . وبالرغم من أن طريقة أيونج تتضمن وضع ٥٠ حشرة من أحد الجنسين فى أنبوبة البداية من خط منفصل معاً من الأنابيب وأنتخب على حسب الوصول للطرف المقابل للأنابيب ١٠ حشرات أولى « نشطة » و ١٠ أخيرة (غير نشطة) وقد أدت هذه الطريقة إلى فصل حشرات تتحرك من خلال الأنابيب بسرعة عن أخرى لا تقوم بذلك ولكن عند اختبار سلالتين متشابهتين تماماً وذلك يوضع حشرات مفردة فى مساحات مانتج حتى لا يوجد اختلافات مؤكد بينهما ولذلك فيبدو أن اختلاف الطرازين فى السلوك تحذير Caveat : وهذه أحد الأمثلة التى تلاحظ غالبا ويشار إليها على أنها تأثير جهازى على السلوك apparatus effect) وقد قام مانتج بقياس النشاط التلقائى وقاس أيونج Ewring النشاط النشتى أو إعادة نشاط الحشرات تجاه بعضها البعض .

وقد وجد مانتج Manning (a ١٩٦٧ – ١٩٦٦) فى دراسة على التحكم فى إعادة النشاط أن قبول الإناث لغزل الذكور يعتمد على عمليتين وأولهما تعين مدى تقبل الإناث لمغازلة الذكور . فصغار الإناث لا تستجيب إلا بعد أقل من ٣٦ ساعة من خروجها من العذراء وفجأه تستقبل وتقبل الذكور بعد قليل من دقائق الغزل – وتقدح الأدلة أن هذا التغير السريع فى الاستقبال يحدث عندما يكون يرتفع تركيز هورمون تجديد الحيوية juvenile hormone مع نشاط غدة تعرف بالجسم الأصفر (أحد الغدد الصماء فى الحشرات) ويبدى المبيض دورة فى النمو تتوازى مع القابلية للاستقبال . والعملية الثانية يمكن أن تسمى مجموع المغازلات courtship summ ation وتشمل إضافة كل الخليط فى الاستمالة المزودة بالذكور المغازلة حتى تسمح الإناث للذكر لاعتدائها مرة ويعتبر هذا هو المستوى الحرج للاستمالة .

والأدلة السابقة تدل على أن العمليتين واضحتين وأن التحول الذى يحدث من حالة عدم الاستقبال إلى استقبال يكون كلية أو لا تحدث العملية.ولا تكون الإناث مستجيبة تماماً للغزل أو أنهم يقبلوا فى مدى الوقت العادى لاستقبال الإناث (حوالى نسبة ٩٥٪ من الإناث تقبل ذكور فى خلال ١٥ دقيقة من وجودهم).ولا توجد أدلة أن الإناث تعتبر أكثر استقبالا تدريجيا باحتياجها أقل القليل من الغزل قبل القبول.وتبقى عذارى الإناث مستقبلة لعديد من الأيام ولكن بعد الأسبوع من عمر الحشرة الكاملة فإن نسبة

الزيادة تكون غير مستقبلة والتحول عن ذلك يكون سريعا كلية أو لا توجد أحداث للقيام بمثل ذلك . وقدامى الإناث التى قد تزاوجت واستعملت الحيوانات المنوية المخزنة (بوضع العديد من البيض المخصب) تكون غالبا أكثر استقبالا من عذارى فى نفس العمر . ويقترح ذلك لأن الغدة أو الجسم الأصفر يكون أكثر نشاطا ويحفظ مستوى هومون الحيوية فوق مستوى الحدية لمدة أطول .

وانتخب مانتج **Manning** (١٩٦٨) بنجاح لسرعة التزاوج البطيئة فى دروسوفلا سيميولانز (نوع قريب جدا من دروسوفلا ميلانوجاستر). والتى فيه لا يتأثر سلوك الذكور ولكن لها تأثيرات واضحة فى الإناث (شكل ٨ – ٦) . بعكس سرعة التزواج فى تجارب الانتخاب فى دروسوفلا ميلانوجاستر يتأثر فيها كلا الجنسين (تعتبر دروسوفلا ميلانوجاستر ودروسوفلا سيميولانز ذات علاقة شديدة حيث تتشابه مورفولوجيا)حيث يكون فى الإناث أكثر من الذكور ولذلك يشار إليهم على أنهم « سبلنج » أنواع اخوية انظر قسم(٤ – ٢) . وسلالة معظم الإناث بطيئة التزاوج



شكل ٨ – ٦ : سرعة التزاوج فى دروسوفلا سيميولانز بالنسبة (أ) ذكور منتخبة X إناث مقارنة (ب) ذكور مقارنة X إناث مقارنة (جـ) ذكور منتخبة X إناث منتخبة (د) ذكور مقارنة X إناث منتخبة (عن مانتج Manning ١٩٦٨) .

تفشل فى الاستقبال فى اليوم الثانى بعد خروجها من العذراء كما فى الحشرات الطبيعية وتظهر الإناث فى الحقيقة حركات تنافرية شديدة يدفع آله وضع البيض وبالتفاف أورفع البطن بحيث تكون بعيده عن منال الذكر المغازل . وتظهر الحركات طبيعيا فى هذه الأنواع بكهول العذارى التى تصير غير مستقبلة أو الإناث الخصبة التى تمنع قدرتهم الاستقبالية بوجود الحيوانات المنوية المخزنة فى قابلتهم المنوية . ومهما يكن فإن الإناث فى سلالة ماننج بطيئة التزاوج يكون نمو المبيض عادى وعند زرع الغدة أو الجسم الأصفر فى عائل طبيعى يكون لهم القدرة على الاستقبال المبكر . ويقترح من التجارب أن للإناث مصدر طبيعى لهرمونات التجديد ولذلك فإن التغير الجينى يتناول واحداً أو كثر مرتبطا فى سلسلة عصبية (الأعضاء المستهدفة) يؤثر عليها هرمون التجديد المعروف باسم جيوفينل . وكما أظهر ماننج (١٩٦٨) فإن هذا الموقف يكون متوافقا لم فى بعض الثديات مثل خنازير غينيا (فالس شتين وريس وينج **Valenstein, Riss and Young** ١٩٥٥) .

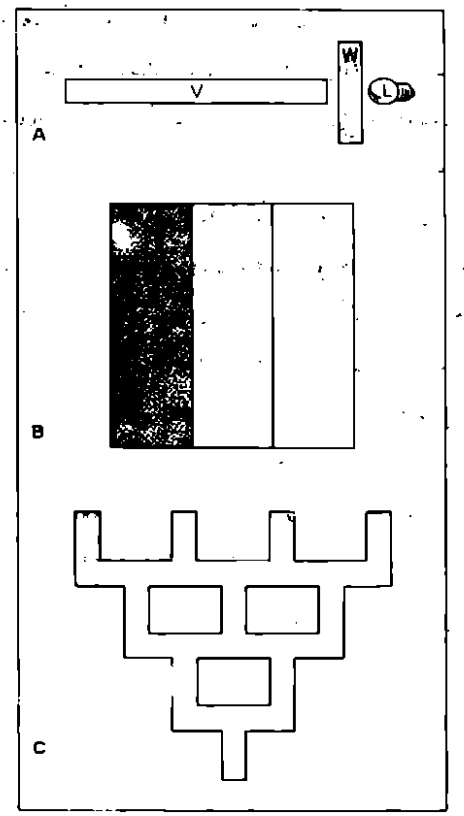
انتخب كسلر **Kessler** (١٩٦٩ و ١٩٦٨) لسرعة التزاوج السريعة والبطيئة فى دروسوفلا سيدوابسكيورا حيث هجنت ثلاثة سلالات برية (من كولومبيا البريطانية وكاليفورنيا وكذلك جواتيمالا) واستعملت طريقة تماثل فاننج . فبعد اثنى عشر جيلا من الانتخاب عملت الاختبارات على جميع الاتحادات الممكنة للسلالات السريعة والبطيئة والمقارنة فى هجين متعدد ٣ × ٣ والتى أخذت فيها الملاحظات لمدة ٣٠ دقيقة باستعمال ٥٠ زوج فى وعاء واحد وتزال الأزواج المقترنة بجهاز عزل الحشرات . وقد وجد أن الإناث بطيئة التزاوج عندما تشترك تقلل التزواج ولكن ليس مؤكدا أن الإناث السريعة التزاوج تكون سريعة عن المقارنة . وترتفع كل التزاوجات عندما تشتمل على ذكور سريعة التزاوج ولكن ليس مؤكدا بالنسبة للذكور بطيئة التزاوج أن تختلف عن المقارنة . ويظهر تحليل التباين للإناث حساب الزيادة عن مجموع التباين عن تلك الموجودة فى الذكور . ويرجع التضاد بالنسبة لبيانات كاول وبارسونز **Kaul and Parson** (١٩٦٥) للتركيب الكروموسومى ST/CH, ST/ST وكذلك CH, ST) CH/CG ترتيب مختلف للجينات على الكروموسوم الثالث فى حشرة الدروسوفلا سيدو ابسكيورا) . والتى يمكن فيها بقوة. تعين الذكور . ويجب أن نلاحظ أمرين أولا : أن كسلر **Kessler** تعامل مع تركيب كروموسومى غير معروف ولكن لسلالات منتخبة من هجن بين ثلاثة سلالات برية وثانيا : أنه كان يتعامل مع ٥٠ زوج من الحشرات فى حجر التزاوج بينما اختبر كاول وبارسونز **Kaul and Parsons** أزواج مفردة التزاوجات .

ويعتبر الأول هو الأهم حيث استعمل سبهلر وآخرين (١٩٦٨) سلالات من دروسوفلا سيدوابسكيورا CH, PP, AR وكذلك TL حيث يدافعوا معاً لترويج عشيرة متعاونة فى الأقلمة عن تلك التى استعملت بواسطة كسلر . وقد أحضرت حشرات سبهلر Spuhler من مجاميع محتفظ بها من وقت أن جمع دوبرهتسكى هذه السلالات فى ١٩٥٩ من ماذر بكاليفورنيا وهو مكان للاستخدام بكثرة لجمع الحشرات . وعندما يكون معامل التوريث طفيفا موجب لاثنين من السلالات السريعة واثنين من السلالات البطيئة المنتحية تعوق ١٩ جيلا يكون غير معنوى مما يؤدى إلى اقتراح أنه حتى فى وجود السلالات فى المعمل لبعض الوقت قبل بدأ التجربة فإنه يوجد فعليا تباين وراثى غير مضيف داخل عشيرة ماذر ومن المفروض أن هذه اجهدت نتيجة الانتخاب الطبيعى السابق . ويكون التضاد مع تجارب كسلر هى بطبيعة الحال الحصول على استجابة للانتخاب على أساس التلقيح بين مختلف العشائر حيث تتوقف المعاونة فى الأقلمة فى عشيرة معينة ولذلك فإن الاختلافات الوراثية المضيفة تكون ممكنة .

ويمكن أن نستخلص أنه فى نوعين من الدروسوفلا وهما دروسوفلا سيدو أبسكيورا ودروسوفلا ميلانوجاستر فإن سرعة تزاوج الذكور تكون عادة مهمة ومن المحتمل أن تكون أكثر أهمية كمكون للملاءمة فى العشيرة (ولتفصيل أكثر فى أقسام ٤ – ٢ و ١٣ – ١ على هذه أو أنواع أخرى) .

٨ – ٣ الصفات الكمية المشتملة على التحرك

درس هيرش وبودرو Hisch and Bovdrean (١٩٥٨) تحرك حشرة الدروسوفلا ميلانوجاستر بالنسبة للانتحاء الضوئى Phototaxis فى جهاز على شكل حرف Y مكون من شبكة من الممرات (جزء من شكل ٨ – ٢٧) وأثناء التجربة يكون أحد الأذرع مضيئا . وقد وجد استجابة سريعة للانتخاب بالنسبة للسالبة والموجبة للضوء . وقد وجد استجابة انتخابية فى دروسوفلا ميلانوجاستر (هادلر Hadler ١٩٦٤) وفى دروسوفلا سيدو أبوسكيورا (دوبزانسكى وسباسكى Dubzhansky and Spassly ١٩٦٩) وسريعا ما تستقر السلالات المنتخبة فى كلا الحالتين السالبة والموجبة . ويحدث غالبا ميل إلى الالتقاء فى الاسترخاء الانتخابى بسرعة تماثل الانحراف تحت تأثير الانتخاب موضحا أن الحياد الضوئى للعشائر الطبيعية صفة تقع تحت المواءمة الوراثية بالنسبة للمقدرة على تنظيم وضبط النفس (لرنر Lerner ١٩٦٨) . وفى الحقيقة فقد قام ديزانسكى وسباسكى Ddzhansky and Spassky (١٩٦٢) بملاحظات مماثلة تختص



شكل ٨ ٧ : تصميم تجريبي لتحليل العلاقة الضوئية في الدروسوفلا (A) قياس المعدل التي تقربت فيه الحشرات لمصدر الضوء (V) وعاء محتوى على حشرات (W) مخفف حراره مملوءبالماء . (L) مصدر ضوئي (B) قياس توزيع الحشرات في المساحات الضوئية والمساحات المظللة تتوافق مع مساحات مختلفة الكثافة من مصدر ضوئي (C) قياس تحرك الحشرات في جزء من أذرع أحدهما مضاء وتمثل المساحات الغير مظللة احتمال اختيار لاضاءة بمنع التحركات الجانبية خلال عديد من الأقسام يوضع مخروط بطريق واحد تخلل كل ذراع . وتأتي الاضاءة من كل (S) عن كاربنتز Carpenter ١٩٠٥ (B) عن روك ويل وسيجر Rockwell and Sieger b ١٩٧٣ (C) عن سباسكي ودوبزانسكي Spassky and Dobzhansky ١٩٦٧ .

بالانتحاء الجغرافي geataxis فقد وجد سباسكي ودوبرانسكي Spassky and Dalzhansky (١٩٦٧) سلالات جغرافية من دروسوفلا سيدوا يوسكيورا ودروسوفلا برساميلس تختلف في الاستجابة لاختبارات الانتحاء الضوئي . واستعملت مجاميع معملية لعرض وجود كمية كبيرة من الاختلافات بالنسبة للسلوك الضوئي داخل العشائر لكل نوع . وقد أثبت روك ول وكووك وكذلك هارمس Rachwell, Cooke and Harmsen (١٩٧٥) مثل هذا يعزل عينات جديدة من عشائر طبيعية من نفس المنطقة الجغرافية Sympatric . وقد عرضوا بعد ذلك أن مستوى الاختلافات الوراثية يكون أعلى في عشائر دروسوفلا برزميلس عن عشيرة جغرافية واحدة من دروسوفلا سيدوا أبوسكيورا – ويبدوا أن تخزين الاختلافات للانتحاء الضوئي يكون ممكنا في العشائر الطبيعية كما هو في حالة معظم أي صفة كمية (قسم ٦ – ٧) . وقد وجد مديوني

Medioni (١٩٦٢) اختلافات بين السلالات البرية لدروسوفلا ميلانوجاستر جمعت من أماكن مختلفة من نصف الكرة الشمالى حيث ظهرت حشرات شمالية الأصل باتساع كبير فى الانتحاء الضوئى ويفترض أن هذه الاختلافات تحت تأثير وراثى ولكن لم تعرف بعد المعنوية لاقلمتها .

ويمثل الانتحاء الضوئى كصفة سلوكية أيضاً مشكلة بيئية فروقها غير محسوسة فى أثناء التداول العملى حيث أظهرت دروسوفلا سيدو ابوسكيورا انتحاء ضوئى موجب . ومهما يكن فقد وجد بتن دراى Pittendrigh (١٩٥٨) حشرات سالبة الانتحاء الضوئى - وقد قام ليوتن Lawotin بسلسله من التجارب حيث وجد أن دروسوفلا سيدو بوسكيورا سالبة الانتحاء الضوئى تحت ظروف إثارة ضعيفة ولكن عندما تضطر الحشرات للمشى أو الطيران السريع يتفقدوا انتحاؤهم السلبى ويصبحوا متعلقين بشدة بالضوء . وقد أوضح روك ول وكووك وهارسن Reckeaell, Caalke and Harnsen أن امتداد هذه الظروف البيئية ستحدث تغيرات تختلف بين التراكيب الوراثية فى العشائر الطبيعية لهذا النوع . وقد وضع هادلر Hadler (١٩٧٥) قائمة بالعديد من التغيرات البيئية التى تؤثر على الانتحاء الضوئى بالإضافة إلى ما تم سبق ذكره من حرارة وعدد الساعات عند التجربة . ووقت فقدان الحس وحالة التربية والوقت حتى التغذية وكذلك الطاقة وطول موجة الضوء وحالة التأقلم للظلام وكذلك عدد التجارب والملاحظات بالنسبة للفرد والعمر وكذلك الجنس . ولذلك فيعتبر الانتحاء الضوئى هو ناتج اختلافات استحثاثات بيئية معينة مع تركيب وراثى معين . ومن الواضح أنه يجب أن يعتمد أى طراز من التحليل الوراثى الدقيق على أساس دقيق لتحديد البيئة التى يتكرر ضغطها .

ومن التعقيدات الأخرى طريقة دراسة الانتحاء الضوئى فقد استعملت ثلاثة تصميمات مختلفة (شكل ٨ - ٧) بواسطة هادلر Hadler ١٩٦٤ وروك ول وسيجر a Rackwell and Seiger ١٩٧٣) (١) قياس معدل اقتراب الحشرات للمصدر الضوئى فى النهاية الطرفية للأنبوبة (كاربنتر Carpentes ١٩١٥ وسكوت Scott ١٩٤٣) و (٢) التسجيل بعد فترة معينة لتوزيع الحشرات فى حقل به مصدر مباشر أو غير مباشر من الضوء (وولكن وملوم وكونتس Wolken, Mellon and Contis ١٩٥٧ وكذلك كووش Koch ١٩٦٧) و (٣) وتحليل التحرك على أذرع الشكل الأنبوبى (روك وك وسيجر Rockwell and Seiger b ١٩٧٣) . وقد اعتبرها هادلر Hadler أن أحد العقبات الهامة فى دراسات المقارنة للانتحاء الضوئى من عدة معامل يأتى من الاختلافات المعملية فى طريقة التجربة فقد يقيسوا بإهمال سلوكيات مختلفة فمثلا الطريقة الأولى تفند أو تدحض

الانتحاءالضوئى مع الاستجابة له . ويتغير الانتحاء الضوئى تحرك مباشر بالنسبة لمصدر الضوء أما الاستجابة به الضوئية تكون غير مباشرة .

اتفق روك ول وسيجر Rockwell and Seiger (١٩٧٣ a) أن قياس الانتحاء الضوئى يمكن تعريفه من الناحية العملية . وقد ناقشوا كيف يمكن للعديد من التصميمات العامة أن تختلف فى تأكيد المكونات فى سلسلة الاحداث المكونة للمقياس الكلى للانتحاء الضوئى ويدل على أن التصميمات تختلف فى فائدة البحوث موجة إلى المفهوم العكسى للاستجابة . وقد حذروا هؤلاء المهتمون فى إمكان تأكيد الأقلمة وتطور السلوك وذلك لأن الطبيعة العملية للقياس يجب أن يؤخذ عند حساب أى تعميم حيث لا يوجد أى تأكيد بأن مقياس الاستجابة فى المعامل من الضرورى أن يكون متشابها مع ما يحدث فى الطبيعة . وهذه طبعاً مشكلة هامة لكل معمل يحلل السلوك المناقش فى هذا الكتاب .

بينما يكون من الواضح أن كل عوامل البيئة تؤثر إما فى الاشارة أو فى كثافة الاستجابة بحيث يجب أن يتحكم فيها بإتقان وتوضع موضع الاعتبار عند المقارنة وقد أخذ روك ول وسيجر Rockwell and Seiger (١٩٧٣ a) فى الاعتبار مرونة الاستجابة بالنسبة للتغيرات البيئية فقد تكون من أهم مكونات الملاءمة سامحة بزيادة الأحياء فى البيئات غير المتشابهة . ولهذا السبب فإنهم بين آخرين يفرض فى الدراسات التى تختص بتأكيد الأقلمة وتطورالانتحاءالضوئى وسلوكيات أخرى مسئولة نسبيا لقيم عديدة لمقاييس بيئية عديدة موجودة فى البيئات السلوكية للحيوان وتكون بأهمية الاستجابة لمجموعة معينة من القيم لكل مقياس (برتونسن Perttunen ١٩٦٣) . فمثلا ذكر بيرسونز Persons(a ١٩٧٤ و ١٩٧٣) بأن الطريقة الصحيحة لتحديد أهمية سلوك التزاوج فى البيئات الطبيعية هى دراستها فى كل البيئات التى تتعرض إليها العشيرة تحت الإشراف . وعدم التوفيق فى القيام بعمل صعب عند المحاولة لإيجاد علاقة بين سرعة التزاوج والحرارة التى تعتبر عامل اختلاف مهم فى الأنواع قريبة العلاقة دروسوفلا ميلانوجاستر وسيميولانس : انظر قسم ٦ – ٢ .

استجابة الحركة البصرية (توافق التحركات مع الاستجابة البصرية) فى دروسوفلا ميلانوجاستر هى بالتالى صفة أخرى والتى أمكن من تجارب الانتخاب تعين الأدلة الوراثية (سيجل Siegel ١٩٦٧) وقد أمكن قياس استجابة الحركة البصرية للوحة ضوئية متحركة وأعطيت كل حشرة ١٠ فرص استجابة . ويتراوح الحساب ما بين صفر (لا توجد استجابة) إلى ١٠ . وتعين طريقة الانتخاب على أساس الحساب

المنخفض والمتوسط والعالى . وأدى هذا إلى ظهور ثلاثة سلالات مختلفة بالنسبة للاستجابة للحركة البصرية .

وقد بدأ بكر **Becker** (١٩٧٠) دراسة على وراثة الانتحاء الكيماوى (التحرك بالنسبة لتركيزات المركبات الكيماوية) فى دروسوفلا ميلانوجاستر مع طراز الشكل Y المستعملة فى الانتحاء الجغرافى والضوئى . ويؤدى الانتخاب لمدة تزيد عن ١٢ جيلا إلى إنتاج سلالتين لا توجد حساسية بهم للمواد الطاردة للحشرات والهجن المناسبة أن الجينات المسئولة لعدم الحساسية تكون على الأقل ساندة جزئيا ويبدو أنه بمقارنة الانتحاء الجغرافى والضوئى بالكيماوى أن له ميزة تسمح للباحثين بايجاد علاقة بين الجزئيات المستعملة وهجنا المستقبل . وعلاوة على ذلك فإن محاولة انتخاب الاختلافات الوراثية للانتحاء الكيماوى يمكن انتظاره بشغف . وقد أمكن تطبيق ليس فقط للدروسوفلا ولكن للبكتريا والبروتوزوا والنيماتودا وأصناف أخرى للكائنات بعضها يناقش فى فصل ١٠ .

ويظهر عدد آخر من الصفات يقع تحت كافلة التحليل الوراثى خصوصا مع طرق الانتخاب ولكن ليست مستغلة كاملا . وأحد هذه الصفات هو تأنق أو نظافة السلوك الذى وصف على أنه عدد من الجزئيات السلوكية المنفصلة كونوللى (**Connolly** ١٩٦٨) وتستخدم التحركات العديدة لحفظ تأنق ونظافة الحشرة ولجعل السطح الحساس خاليا من التلوث . ووجود حشرات أخرى يزيد كمية السلوك المتانق حتى ولو لم يسمح بوجود اتصالات طبيعية إضافية بين هذه الحشرات ووصف آخر لهذا الطراز من السلوك أمكن اعطاؤه بواسطة **Szebenyi** سبنى (١٩٦٩) الذى يتشابه فى الطريقة مع باستوك **Bcstock** (١٩٥٦) حيث درس استقامة سلوك التزاوج التى تحمل الطفرة الصفراء وحشرات من الطراز البرى (قسم ٣ - ٢) . فقد قسم سبنى **Szebenyi** سلوك التأنق والنظافة فى سلسلة من المكونات السلوكية ويعتبر تحكم التأنق صفة جيدة لتحليل السلوك الوراثى . وقد أوضح هاى **Hay** (١٩٧٢) أن تكون كذلك لكل من التأنق أو لمعظم النشاطات العامة باستعمال طرق قياس بيولوجى .

٨ - ٤ التزاوج المعتمد على التكرار

نوقش التزاوج الاعتباطى فى فصل ٢ وعلاقته فى إتزان هاردى وينبرج واختبارات اعتباطية التزاوج أمكن معالجتها هناك وسوف تناقش التزاوج المعتمد على التكرار المعروف جيدا ولكن ليس على وجه الحصر فى الدروسوفلا وتحدث عندما تعتمد نسبة التزاوج من التراكيب الوراثية المختلفة على نسبة التراكيب الوراثية الموجودة فى العشيرة

المتزاوجة . والاختبارات التجريبية لهذه الظاهرة الهامة ممكنة ولذلك يجب استعمال عشائر وان تكن قليلة التشكيل . وفى مثل هذه التجارب فقد وجد أن التراكيب القليلة الوراثية (التى تشابه الطرز النادرة فى العشائر الطبيعية) تميل إلى أن تتوافق فى التزاوج على حساب الطرز الشائعة – وكما رأينا فى قسم ٣ – ٢ فى سلسلة تجارب الاختيار المتعدد فى حشرة الدروسوفلا ميلانوجاستر فقد أوضح بيتت Petit (١٩٥٨) أن الإناث يبدوا أنها تتأثر فى اختيارها للمتزاوجين تبعا لنسب الذكور التى تغازل والمتاحة لهم .

والعديد من التقارير الحديثة تقترح أن التزاوج الذى يعتمد على التكرار يحدث غالبا (انظر بيتت وارمان Petit and Ehrman ١٩٦٩) . Spiess (ملحق ارمان Ehrman ١٩٦٦) درس حشرات من دورسوفلا برسميليس أصيلة بالنسبة للانقلابات فى الكروموسوم الجسمى المعروفة باسم كلامث ووتنى . وباختلاف نسب الذكور من كلامث إلى وتنى فقد وجد ميزة واضحة فى التزاوج ترجع إلى أقلية التراكيب الوراثية المتماثلة .

وباستعمال غرف الن واتكس للتزاوج (انظر شكل ٣ – ٣) فقد وجد ارمان ومساعدوه (ارمان وآخرين Ehrman etal ١٩٦٥ وارمان Ehrman ١٩٦٧ عن ارمان ١٩٧٢) أن التزاوج المعتمد على التكرار فى دروسوفلا سيدو أبوسكيورا (انظر شكل ٨ – ٨) تحدث فى طفرات عكس الطرز البرية وبين موجبة ضد سالبةالانتحاءالجغرافى أو حتى بين حشرات من نفس التركيب الوراثى وضعت فى درجات حرارة مختلفة (كلما انخفضت الحرارة كبرت الحشرات . بيرسونز Parsons ١٩٦١) .

وقد أمكن تقرير فى سبعة أنواع من الدروسوفلا مميزات التزاوج النادرة للذكور مثل ميلانوجاستر melanagoaster وسيدوابوسكيورا Pseudabscna وبيرسيمليس Persinilis وويلستينى Willstoni وتزوبيكالس Tropeicalis واكوانواكسيالس Equinaxials وكذلك فينبرس Funebis (Spiess سبيس ١٩٦٨ Spies and Spess ١٩٦٩ وسبيس و ارمان Petit and Ehrman ١٩٦٩ وكذلك Barisov بوريسوف ١٩٧٠) وكذلك فى خنافس الدقيق Tribolim (سينوك Sunack ١٩٧٠) وإلى حد قليل فى الزنابير Mormoniella (Grant, Snyder and glessner جرانت وسنيدروجلسنر ١٩٧٤ انظر أيضاً نيل وشل Neel and Schull ١٩٦٨ وماير Mayr ١٩٧٠) وقد اوضح العمل المبدئى ثلاثة مظاهر متباعدة لهذه الظاهرة الفريدة الكيمياء ووراثة العشائر وكذلك السلوك :

شكل ٨ ٨ : أناث دروسوفلا سيدايوسكيورا فى الشمال وتنفع بطنها بالبيض تنطف بكلا مقدم أرجلها ويبدوا أنها لا تتأثر بالازدواج المتزاوجة مشاركة فى غرف الملاحظة طفرات للون العينى البرتقالى فى كلا الانثتين كظهر الذكور التريب الجينى شركا هو لون عين أحمر غامق ، ولون عين عين طافر لطراز برى ف الدروسوفلا . وأجنحة الاناث المقترنة تعدم أساس تدعيم التزاوج حتى ولو طارت عند حملة (صورة مهداه من أ هدر .A **Heder**) .

الكيمياء

تستخدم هذه المعرفة للتميز لأى العبارات ممكنة لإناث الدروسوفلا ؟ وكيف يمكن لها استعمالهم ؟أيمكن لها أن تخدع فى عمل خطأ اختيارى ؟ هذه من الأسئلة التى تتعلق بارمان **Ehrman** فى محاولة لحل العلاقة بين السلوك والوراثة فى دروسوفلا سيدوايوسكيورا .

وكانت بداية التجارب بسيطة ومؤثرة (ارمان **Ehrman** ١٩٦٩) ويلصق غرفتين ألن وايتكس **Elens Wattiaux** وفصلهما بالأقمشة المستخدمة لصناعة الجبن . وسلالة من ذكور حشرات (AR) ووضعت فى قاع الغرفة وعدد مماثل من أرواح الإناث الذكور من AR و **Chiricahua** (CH) وسلالة برية أخرى ووضعوا من أعلى ودراسة الاختبارات التزاوجية تحت هذه الظروف أظهرت بوضوح أن الإناث تعامل الذكور الموجودة فى قاع الغرفة كجزء من العشيرة ككل حيث أنها تفضل بشدة التزاوج من ذكور ذات الترتيب الجينى CH . وحصل على نتائج مشابهة عندما توضع الذكور CH فى قاع الغرفة عندما تفضل الاناث التزاوج مع ذكور AR .

ولأن المسافة فاصلة فى بعض الأحيان تؤدى إلى اختلاف وتؤكد الغرف الخاصة تأثيرات المسافة وذلك بعمل تأثير رياح خندقية (لوصف مثل هذا الجهاز انظر ارمان Ehrman ١٩٦٩) . والنتائج المتحصل عليها من هذه الغرف تدل بجلاء على أن التميز يأخذ مكانا فوق بعض المسافات . ويتضح تضمن الاستشعار الاهتزارى (السمعى) والعبيرى (الشمى) فقط لأن المسافة وطريقة الانفصال تحول دون عمل تحميات سمعية أو حسية .

ولتقدير أى من أنواع الاستشعار هو القائم فإن سلسلة أخرى من التجارب يمكن اجراؤه التى فيها تقتل الذكور AR وترتطم بأرضية غرف التزاوج . وقد استحدثت أعداد متساوية من أزواج CH, AR .

ومن الواضح أن ذكور Ch لها ميزه تزاوجية . ويفيد الاستشعار السمعى ضرورى لعملية التميز . وزيادة التأكد لأهمية الاستشعار الشمى أمكن الحصول عليه عند عمل مستخلص وبذلك يخرج الحشرات الميتة مع مذيب عضوى يكون أيضاً مؤثرا فى وجود ميزة للحشرات النادرة فى العشيرة بأعداد متساوية من كلا السلالتين من الحشرات (ارمان Ehrman ١٩٧٢ وليونارد،ارمان وكذلك سشورش Leonard, Ehrman and Scehorsch ١٩٧٤) .

إجابات الأسئلة الثلاث لذلك كالآتى : الاستشعار الشمى لفظ كاف للمعرفة ويبدو أن الاناث تستخدم ذلك لإحضار نسبة السلالات المختلفة من الذكور فى العشيرة عند استعمال أسى طريقة مباشرة ويمكن للإناث أن تقبل الإشارات الكيماوية وبوجود هذه الإجابات فإنه يمكننا أن تطلق لأسئلة أفاقا جديدة . ما هى الاستشعارات الكيماوية ؟ وكيف يمكن تعريف تركيبها الجزيئى ؟

ويمكننا أن نكرر السلوك مع المركبات المصنعة أو خليط من المركبات وتغيير الإشارات الكيماوية أو ما تعرف باسم بالفرمونات Pheromones هى نوع يحمل بالهواء airborne من الهرمونات التى تعمل على التأثير فى السلوك من النوع ذاته بالرغم من أن استعمال المواد الطيارة كجاذبات قد ذكرت القرن التاسع عشر بواسطة جين هنرى فابر Jean Henri Fabre . وعزل وتعريف مثل هذه المواد وكذلك اسم فردمون نفسه (الذى يعنى يحمل الرسائل) من تاريخ قيام كارلسون وبيتناندت Karlson and Butenandt فى ١٩٥٩ على الجاذبيات الجنسية لحشرة دودة الحرير وقد قسم بوسرت وولسون Bossert and Wilson الفرمونات Pheromones فى سردهم التقليدى إلى

نوعين : المنطلقات والبادئات . والمنطلقات **Releasers** هى مركبات تستحث الكائن لإعطاء استجابة وقتية لسلوك علنى . والبادئات **Primers** تعطى تغير فى الحالة التوظيفية للكائن التى تبرهن على نفسها بوضوح فى وقت متأخر .

ويحتاج تقسيم المواد الكيماوية من هذه المركبات إلى ثلاثة أنواع من الإحتياطات . أولا اختبار لمعرفة حقيقة المركب المستعمل إذا كان صحيحا أم لا . وطريقه لاستخلاصه وتنقيته وطريقة تعريف المركبات الكيماوية والمستخلصات النقية .

وتعتبر الإختبارات البيولوجية من الأهمية بمكان . ومنذ العمل الذى قام به كارلسون وبيوتندت **Karlson and Butenandt** فكل الدراسات على الفورمونات غالبا ما نشرت والتى تأثيراتها تكون سهلة فى تحقيقها ممثلا فى بعض حالات الجاذبات الجنسية فى فراشة الحرير عن تنقيتها باستعمال الكروماتوجرافى الغازى وملاحظة كيفية إثارة الذكر عندما يوضع فى فتحة بمدخل الجهاز . وتغير رفرفة الجناح فى الدقيقة نوع من الاختبار يحلم به الكيماوى فى طريقة سريعة قابلة للقياس وتحتاج إلى تداول أعداد ضئيلة من الحيوان . والفرمونات التى درست تشتمل على الجاذبيات الجنسية والمنذرات الفرمونية وكذلك التجريبية (أنظر ما كتب بواسطة **Law and Regnier** لو ورجنير ١٩٧١)

وتعتبر البادئات أكثر صعوبة فى دراستها . وفى ذلك الوقت كتب **Bossert and Wilson** بوسرت وولسن (وحتى هذه الأيام) أن المثل الأحسن لمثل هذه المواد هو « الغذاء الملكى » لنحل العسل والتى تغذى عليه اليرقات لكى تنمو إلى ملكات (أنظر أيضا **Barrows, Bell and Michener** باروز بل وميشنر ١٩٧٥) وتمثل فرمونات التى درستها ارمان قسما ثالث لم يعرف بواسطة بوسرت وولسن **Basserts and Wilson** هذه الفرمونات الخاصة بتالتعرف بين الحشرات كان من المتوقع وجودها فى الحشرات الإجتماعية حيث من الواضح أن الحشرات لها القدرة على التعرف على أقرانها فى العش عن الغرباء وبالتالى تتصرف بناء عن هذه المعلومات ومهما يكن فإنه لا توجد تحليلات كيماوية لهذه المواد قد نشرت ولا حتى أى تحليل بيولوجى فعال . وميزة الذكور النادرة أنها هى فقط التى تعطى هذا التحليل الذى يستهلك وقتا طويلا حيث تشتمل على ملاحظة متوسط ٩٦ تزاوجاً لك تاريخ لأحد النتائج (ارمان وبروبر **Ehrman and Probber** ١٩٧٨)

وقدجانست ارمان **Ehrman** الحشرات مع مذيب عضوى ثم استعملت جهاز الطبقة الرقيقة الكروماتوجرافى لتؤثر لحد كبير على تنقية الأجزاء النشطة . ويظهر التحليل

البيولوجي أن المادة النشطة ليست مستقطبة وخاملة إلى Mno^4 المعتدل المؤكسد ولكنها سهلة التحلل بكلا من الحامض والقاعدة . وعلى هذا الأساس والبيانات من الكروماتوجرافى الغازى أمكن لارمان وزملائها **Ehrman** أن يكتشفوا أن استيرات المثيل للأحماض الدهنية هى المركب المحتمل . وهذه المركبات لها طراز عام .

$$CH_3(CH_2)_nCOCH_3$$

واختبرت المركبات ذات ن = ٤ إلى ٣٠ . وقد وجد أن إثنين منها تكون نشطة فى محاكاة السلوك والإدراك للفرمون فى سلالة شيركاهوا **Chiri cahua** وإثنين غير عاديين فى أن لهما القدرة فى محاكاة أى من السلالات معتمدة على تركيز المادة النشطة المستعملة وبالرغم من عدم وجود أى حالة فيها أى مركب مفرد نشط على مستوى مشابه لما هو موجود فى الكائن السليم . وتكون الكميات المطلوبة أكثر عما هو متوقع من إعتدال فى الكائن فى هذا يكون جسما صغيرا جدا (ليونارد وارمان وبروزن **Ehrman Leonard Pruzen** ١٩٧٤ وليونارد وارمان وكذلك بشورس **Seonand, Ehrman and Scborsch** ١٩٧٤ انظر أيضا **Jacobson** جاكوبسن ١٩٧٢) .

بالرغم من أن ارمان وزملائها وجدوا أنه فى الإمكان استعمال قلة من إجمالى المادة التى استعملوا خليط من مركبات مشتملة حتى على مركبات غير نشطة عند استعمالها مفردها . هذا التضاد فى التأثير يكون فعلا ملحوظا مؤديا إلى انخفاض بأسى ١٠ فى كمية المادة المطلوبة ولذلك فنظام الفرمون يبدو أنه يتكون من عديد من المركبات وهذه النظم المتعددة المركبات يعتقد الآن أنها فعلا شائعة (سلفرشيتن **Silverstein** ١٩٧٧) . فمن المحتمل أن تجمع فرقة الجناح فى الدقيقة أصبح غير ذات موضوع حيث أنهم يميلوا الى تأثير نشاط المركبات النقية بالرغم من أن هذه المركبات التعبة تكون غير نشطة فى الحقل إذا لم تزود بمركبات أخرى ولذلك فهم فى الحقيقة ليسوا غير مركب واحد من نظام عديد المكونات .

و نظم الإدراك لها ميزة معينة فى استعمال الفرمون عديد المكونات حيث تسمح هذه باستعمال القليل من أنواع الفرمونات وكذلك جوانب الإدراك . فإذا أمكن للكائن من تمييز ١٠ مركبات كل على ١٠ مستويات مختلفة من القوة ولذلك فيكون هناك احتمال ١٠^١٠ شارات فرموتية مختلفة ومن الواضح أن تكون كافية أن تتعلق المقدرة على تميز مستويات التغيرين هذه القلة من المركبات عما يمكن أن يزيد إضافة ١٠^١٠ مركبات مختلفه [illegible] وأو إدراك القدرات .

معرفة طبيعة الإدراك فى دروسوفلا سيدوايوسكيورا للفرمون فى سلالة CH (والسلالة الذى درستها ارمان باستفاضة) جانبها كثير من الشك بالدراسات الحديثة وذلك باستعمال الكروماتوجرافى الغازى والتحليل الاسبكترومترى . فالرغم من التأكد من وجود مجموعة متجانسة من سلسلة مركبات جميعها غير مستقطبة وكذلك من المؤكد الآن عدم وجود استيرات المثيل للأحماض الدهنية فى الجزء نشط (ارمان وبروبلر Ehrman and Probler ١٩٧٨) .

ويحتاج تميز المركبات المستعملة إلى زيادة التحليل والبحث وتعين الأهمية النسبية لطراز المركب والتركيز على ميكانيكية الإدراك . وزيادة على ذلك فإنه من الأهمية اكتشاف مكان إنتاج هذه المواد الإدراكية . وقد افترض ارمان وبروبلر Ehrman and Probler حاليا أنها مركبات بسيطة تعتبر من ناتجات التمثيل الغذائى ولكنها تؤدى صفة « عبير أو شذى » للذكور . ولكن لا يحصى ذلك فقط لإنتاجهم ولكن يجب أن تقدم أساس متين لتطور الجهاز الإداركى (حيث أن المركبات أمكن معرفتها هى بالفعل موجودة) ويكون السؤال أقل تعقيدا بالنسبة للصنف والحساسية البيئية لنظام الإدراك للفرمون .

وراثة العشائر

وباعتبار أهمية الذكور النادرة بالنسبة لوجهة نظر وراثة العشائر مما يؤدى إلى افتراض أن بداية التركيب الوراثى النادر سوف يزيد فى التكرار إذا لم تعمل ضده قوى انتخابية أخرى وبزيادة شيوع الطراز النادر تقل مميزاته وتؤدى إلى الاتزان (انظر جدول ٨ – ٢) .

ويبدوأن العدد الجينى والتعدد المظهرى الكروموسومى فى الدروسوفلا تزداد بتكرار الاتزانات الغير مستقلة . ومن أجل هذه الأشكال المظهرية فمن المتوقع أن تختلف فيها أدنى ملائمة بين المكونات المتنافسة للتراكيب الوراثية عند الإتزان حيث ينتشر نوع مختلف من الانتخاب عن ذلك النموذج لمميزات الخلط (قسم ٤ – ٢) . ولذا فقد يمثل الثقة فى التكرار طريقا لايجاد مستوى عال من التباين الوراثى بدون اختلافات ملاءمة واضحة . ويكون لهذا دور مؤكد فى الاعتبارات التطورية عندما حدث جدل بأن هناك حد لكمية الاختلافات التى تبديها العشيرة تحت ميزة استعمال النموذج التقليدى للملاءمة الخليطة (انظر ديزانسكى ١٩٧٠) .

جدول ٨ – ٢ : توزيع التزاوجات فى مقدار كبير من البيئات لدروسوفلا سيدرابسكيورا والتى منها الإناث برتقالية (or) وقرمزية العين (pr) تختار ذكورا pr,or موضحة أن الذكور القليلة تصبح أكثر شيوعا . وميزة الطليل أنه يؤدى إلى إتزان ليكن الحصول على نفس التأثير بعمل تجربة عكسية التى يكون فيها للذكور or الكلية فى البداية مثل ذكور or أصبحت أكثر ندرة .

	أزواج		التزاوجات الملاحظة مع ذكور نادرة	التزاوجات المتوقعة مع نادرة
جيل	or	pr	♂♂	♂♂
1	20	80	20	14
2	29	71	24	19
3	38	62	25	27
4	35	65	26	22
5	41	59	20	16
6	50	50	31	30
7	52	48	42	44
8	50	50	37	42
9	44	56	36	34
10	47	53	15	16

المصدر : ارمان a ١٩٧٠

وبالاستشهاد بدراسة الثقة فى التكرار فقد استعملت طرقا مباشرة للملاحظة لتقدير عدد وطبيعة التزاوجات بين الحشرات موجودة فى مسافة ضيقة . وفى تجارب أخرى (ارمان ١٩٧٠ a,b) فإن طرازين مختلفين من أفراد دروسوفلا سيدوايوسكيورا من كلا الجنسين يسمح لهم بالتزاوج فى البيئات العديدة . ويمكن تقدير نسبة الطرازين فى كل جيل بنجاح التزاوج فى الأجيال السابقة . ومن البداية فإن نسبة ٨٠ : ٢٠ تكون نسبة الطرازين تتحول إلى نسب متساوية تقريبا بسبب ميزة الطراز النادر فى التزاوجات المأمونة (جدول ٨ – ٢) .

وأكثر تأكيدا التجارب التى أجريت فى غرف حجمها حوالى ٧٥ م^{٣} (ارمان Ehrman ١٩٧٠ b) (لخصت فى جدول ٨ – ٣) واستعملت فيها سلالتين من دروسوفلا سيدايوسكيورا أحدهما طراز برى والأخرى أصيلة للطفرة برتقالية العين المتنحية البرية (or) طفرة توجد فى الطبيعة فى حالة خليطة وقوية يمكن تميزها . استعملت حوالى ٢,٠٠٠ حشرة بنسبة ٤ : ١ فى كل من التجربتين حيث واحدة يكون فيها or نادرا والأخرى يكون فيها الطراز البرى أقل كمية . وفى كلا الحالتين فإن هناك

جدول ٨ – ٣ : سلوك التزاوج لدروسوفلا سيدوابسكيورا الموجودة فى غرف ٧٥ م٣ ثم بعد ذلك تشترد مظهره ميزة للقلة فى الذكور (or برتقالى العين) + = الطراز البرى) .

المطلق	% المصادرات	% ♂♂ المقبول بواسطة ♀♀	% ♂♂ المقبول بواسطة + ♀♀
	التجربة 1		
800 *or* ♀♀	33		
800 *or* ♂♂	27	40	24
200 + ♀♀	63		
200 + ♂♂	80	60	76
	التجربة 2		
800 + ♀♀	40		
800 + ♂♂	38	79	60
200 *or* ♀♀	31		
200 *or* ♂♂	33	21	40

مجموع الأعداد المصادرة من تجربة ١ = ٧٦١ فى تجربة ٢ = ٧٥٣
المصدر : ارمان ١٩٧٠ b .

ميزة يمكن إثباتها للطراز النادر بالرغم من التباين فى أهميته معتمدا على أى تركيب وراثى هو النادر . وهذا أقرب تقدير للعشيرة الطبيعية التى فى الدراسة (ولكن انظر بورسوفسكى **Borisov** ١٩٧٠ على دروسوفلا فينبريس) واقترح أن هذه الظاهرة إذا كانت منتشرة فقد تعمل دورا هاما فى التطور .

وحتى الآن فالدراسة التجريبية لميزة التزاوج للذكور النادرة يستخدم فيها إما جينات لها تأثيرات مرئية ظاهريا أو كروموسومات مقلوبة بها ارتباط من جهاز جينى للاقلمة كعلامات . وكل من هؤلاء له تأثيرات مظهرية واضحة ولذلك فلا داعى للدهشة أن بعضا منهم يؤثر فى سلوك التزاوج (قسم ٤ – ٢ و ٨ – ٢) وما يدعو للدهشة هو أن العديد من هذه التراكيب الوراثية المختبرة تبدى ميزة الذكور النادرة حيث أن هذا المظهر الانتخابى سوف يلغى نفسه إذا حدث فى العديد من المواقع فى وقت واحد . وكما بين لوونتن **Lewontin** أن تعميم ميزة ندرة الذكور داخل العشيرة بالاشارة إلى أى تركيب وراثى تقريبا لا يمكن أن توجد فإن لم يكن لأسباب أخرى عن أن أى ذكر هو تركيب وراثى نادر فى عشيرة بها خلط ١٠٪ وتعدد مظهرى ٤٠٪ .

ومن زمن بعيد يرجع إلى ١٩٢٠ فقد بين شتفريكوف Chetverikov أن العشائر هى مخازن للاختلافات الوراثية . وبالتالى فدراسة « المميتات » و « المرئيات » فى الدروسوفلا قد أيدت فرضه وبتطبيق طريقة التفريد الكهربائى (مقياس التحرك فى حقل به شحنات فى وراثة العشائر عشرة سنين مضت (انظر بوول Powell ١٩٧٥) اتضحت تباينات وراثية عديدة فى كثرة العديدة من الكائنات . والجينات التى حللت بواسطة التفريد الكهربائى تشفر للانزيمات أو بروتينات أخرى ولا تحتاج إلى أى تأثير حركى على مظهر الكائن . وأليلات جين مثل هذا « أماكن الانزيم » تعرف باسم المشابهات الانزيمية allozymes . ومن الطبيعى أن نستعلم عن ما إذا كان ميزة تزاوج الذكور النادرة تمتد لتشمل مواقع الانزيمات .

وبهذا التساؤل فإن التزاوجات بين سلالات دروسوفلا سيدوابوسكيورا مختلفة بالنسبة لموقع الأميليز قد شوهدت فى غرف النز واتيكس (ارمان وأندرسون وكذلك بلات Ehrman, Anderson and Blatte ١٩٧٧) والذكور الأصيلة لأليلات $Amy^{1.00}$ أو $Amy^{0.84}$ فى الترتيب الجينى الأصيل للفرد CH يتمتع بميزة التزاوج عندما تكون متوسط الندرة ولا شيء عندما تكون نادرة كلية . وقلة ميزة الذكور فى سلالات تختلف فى موقع الأميليز ومواقع أخرى مرتبطة معها تقارن فى الحجم لتلك التى تشاهد بين السلالات التى تحمل لترتيب القياسى (ST) أو ترتيب CH وإما تتشابه أو تختلف فى موقع الأميليز بالرغم من أن بعض النتائج تكون محيرة فإن هناك أدلة أن موقع الأميليز وآخرين الذى يعمل لهم كعلامة له تأثير على سلوك التزاوج الذى يشتمل على بعض درجات من ميزة تزاوج الذكور النادرة .

وقد استعملت التكرارات المكتوبة فى جدول ٨ – ٤ لاختبار عدة فروض حول التزاوج بين الثلاثة تراكيب وراثية المدروسة . وربما يكون من الخير أن نبدأ الاختبارات التى لا تشعر بأهميتها فى الكتابة فى الجدول . واختبرت اعتباطية التزاوج بواسطة χ^2 (لمدى الانطباق) بين تركيبات التزاوج المشاهدة وتلك المتوقعة على أساس اعتباطية التهجين بين إناث وذكور قد تزاوجت . والملاءمة جيدة التماثل ولا يوجد هناك دليل للاقلاع عن التزاوج الاعتباطى . وقد حصى أيضاً تكرار التزاوج الملاحظ لكل طراز من الإناث وقورن باختبار χ^2 لأعداد كل طراز التى وضعت فى الغرف . ولا يوجد فى أى حالة اختلافات إحصائية مؤكدة بين المشاهد والمتوقع . وكانت هذه النتائج متوقعة حيث أن كل الإناث فى بيئة صالحة ولذلك فإنها تتزاوج فى الغرف وتكرارات التزاوج المشاهدة تكون قريبة جدا من عدد الإناث التى أدخلت إلى الغرف .

قد يتكرر تزاوج الذكور وفى هذا تكون مخالفة للإناث أثناء فترة الملاحظة وتكرارات التزاوجات الملاحظة للذكور قد تختلف باتساع بين الذكور الموجودة داخل الغرفة . تكرارات الذكور المتزاوجة الملاحظة والمتوقعة موجودة فى جدول ٨ – ٤ بجانب النتائج لاختبارات χ^2 لمدى الانطباق بينهم . فإذا كان الاختلاف مؤكدا إحصائيا والأعداد المشاهدة من التزاوجات بالطرز الأكثر قدرة أكثر من المتوقع ولذا فمن الطبيعى أن هناك برهنة على ميزة التزاوج للذكور الأكثر قدرة .

ولا يوجد أى إيضاح على ميزة التزاوج بأى من الثلاثة تراكيب الوراثية بمعدل متساوى مع أحد التراكيب الوراثية . فى أول مجموعة من التزاوجات . وتظهر الذكور $Amy^{1.00}$ (ST) ميزة تزاوجية عالية عندما تكون قلة ولكن ذكور (CH) $Amy^{0.84}$ لا تظهر ذلك . وعند اختبار (ST) $Amy^{1.00}$ (CH)$Amy^{1.00}$ معاً فكلا الطرازين من الذكور تظهر ميزة ضئيلة عند نسب ٥ : ١٥ و ١٥ : ٥ ولكن ليس عند النسب ٢ : ١٨ أو

جدول ٨ – ٤ : عدد التزاوجات بين سلالات من دروسوفلا سيدوابوسكيورا لها ترتيب جينى على الكروموسوم الثالث قياس (ST) أو شوكا هو (CH) وأى من الأليل ٠,٨٤ أو ١,٠٠ لموقع الأميليز موضحة درجة من الاعتماد على التكرار

الأزواج فى الغرفة		معدل تزاوج الذكور Mak uency				
		المشاهد		المتوقع		
A	B	A	B	A	B	χ^2
(ST) أميليز ١,٠٠	(CH) أميليز ٠,٨٤					
2	18	31	81	11	101	38.68†
5	15	54	46	25	75	44.85†
10	10	57	52	50	50	0.23
15	5	79	22	76	25	0.57
18	2	95	14	98	11	0.98
(ST) أميليز ١,٠٠٠	(CH) أميليز ١,٠٠					
2	18	7	93	10	90	1.00
5	15	36	68	26	78	5.13‡
10	10	60	47	54	54	1.58
15	5	63	50	85	28	22.33†
18	2	96	6	92	10	1.92
(CH) أميليز ٠,٨٤٠	(CH) أميليز ١,٠٠					
2	18	14	89	10	93	1.47
5	15	48	64	28	84	19.05†
10	10	91	109	100	100	1.62
15	5	63	39	77	26	9.53†
18	2	87	14	91	10	1.67

يحتمل أن تكون نسبة الإناث أ : ب = ٥ : ١٥ باخطأ وتكون نسبة الذكور ٢ : ١٨

† $P < 0.005$
‡ $P < 0.05$

المصدر : ارمان وأندرسون وكذلك بلات ١٩٧٧

١٨ : ٢ ومن المحير أنه لا يحدث أى ميزة للذكر فى النسب التى أبعد من ذلك . موقع الاميليز وبالتالى العوامل المرتبطة معها والتى لا يمكن اكتشافها يكون لها تأثير على التزاوج حيث أن أول المجموعتين المتزاوجتين اعطيت إلى حد ما نتائج مختلفة .

ويكون تأثير موقع الأميليز واضحا فى المجموعة الأخيرة من التزاوج والذى يعتبر من الأهمية هنا . تلك الاختبارات تشتمل سلالات CH مختلفة فى موقع الأميليز . ومرة أخرى فإن هناك ميزة لكلا الطرازين من الذكور القاصر على نسب ٥ : ١٥ أو ١٥ : ٥ وليس أبعد من التراكيبات ٢ : ١٨ أو ١٨ : ٢ . ومن المحير أيضاً أن الذكور بمعدل ٢٥٪ له ميزة تزاوجية بينما الذكور بنسبة ١٠٪ ليس لها . فإذا كان هناك تأثير على المعدل المنخفض يكون ضئيلا جدا وأن تجربة كبيرة جدا يمكن أن تحقق ذلك .

والسلالات المستعملة CH, ST ربيت وأكثرت على البيئات المعملية للعديد من السنين . وأى اختلافات وراثية بينما تستخدم ليخفى أو على الأقل ليصعب التأثيرات السلوكية لموقع الأميليز أو من طراز كروموسومى . ومهما يكن فإن ثلاثة من سلالات CH بأميليز $Amy^{1.00}$ وثلاثة باميليز $Amy^{0.84}$ نشأت من ثلاثة مجموعات أصلية من CH التى بها تعدد مظهرى للموقع Amylare . ولذلك فنتوقع أن العديد مختلف فى الخلفية مظهره أهمية لمقارنة فى CH بين أميليز وأميليز ٠,٨٤ بالإضافة فإن كل السلالات التى بهذه التجربة والتى جمعت من ماذر – كاليفورنيا بدأت بتشابه كبير فى الخلفية الوراثية للكروموسومات عن ذلك للكروموسوم الثالث عندما عزلت سلالات بترتيبات جينية من هجن مع نفس المجموعة المحللة والتى خلفيتها الوراثية من ماذر وحتى عند استعمال تباينات اعتباطية فى البيئات المعملية فإن هذه السلالات سوف تكون كلية متشابة ما عدا الكروموسومات الثالثة حيث يتوزع كل منهم بحشرة واحدة مختلفة من الأعداد جمعت من ماذر للاتزان فإننا نعتقد أن تظهر البيانات بعض درجة من ميزات التزاوج المتعلقة بمتغيرين فى موقع الاميليز وبأى جينات تتعلق بالارتباط مع أى من الانزيمات المتباينة . وليست ميزات التزاوج بالواضحة أو بالثابتة كما نتوقع ولكن الطبيعة ليست بالمواتية لتعطى أحسن النتائج . والتجارب الوحيدة بمواقع إضافية للانزيم سوف توضح ما إذا كانت التأثيرات المذكورة هنا عامة أم لا وفقط إذا كانت النتائج عامة يكون لها أى تطور مؤكد وقد أدت هذه النتائج إلى اقتراح إبراز عمل تجارب متتالية .

السلوك

وحديثا درس معدل الانتخاب الجنسى المعتمد من وجهة النظر النفسية لبروزان

Pruzan الذى كان مهتما بتأثيرات الخبرات المختلفة على الإناث ، كالتعرض لاقتران أزواج الدروسوفلا والتعرض للذكور فقط والخبرة التزاوجية الفعلية وتأثير العمر على الاختبار التالى للفرد للمتزاوج تعتبر من التحليلات المتغيرة . (بروزان وارمان Pruzan and Ehrman ١٩٧٤ وبروزان ١٩٧٦) . وقد أجريت ملاحظات مباشرة على إناث دروسوفلا سيدوابوسكيورا للتركيبات الكروموسومية الأصيلة CH, AR . عذارى عمر أربعة أيام تمنح ميزة للذكور النادرة فى جميع الذكور القاصر المختبرة أو CH, AR التى تؤكد النتائج المنشورة سابقا (انظر قبل) .

باستعمال مقسم بثقوب دقيقة يسمح بمرور شعاع من الضوء أو أمستميلات التيارات الهوائية مثل الشم والاهتزاز وبعض المؤثرات ولكن لمنع الاقتران . وعرضت الإناث المختبرة إما إلى أزواج مقترنة أو إلى ذكور فقط. ونتائج مثل هذه التجارب ليست واضحة تماما ففى بعض الحالات مجرد التعرض بغير عيوب التزواج لذكور معينة استعملت فى اختبار الاختيار الأنثوى عند التزاوج الاعتباطى . وعند بلوغ AR العذراء (عمر ١١ يوم) وتختار تجارب الأفضلية سوف تتزاوج بالتأكيد بمعدل عال عما هو متوقع مع الذكور العصر عندما تكون هذه الذكور من نفس التركيب الكروموسومى وإلا فإن التزاوج يكون اعتباطيا .

وقد أمكن الحصول على تجارب متكررة ثابتة ومثيرة على الرغم من أنه عندما تخصب الإناث بذكور بنفس التركيب الكروموسومى يسمح لها باستعمال الاسيرمات المخزونة عند وضعهم للبيض ثم بعد ذلك يعاد اختبارها بالنسبة لتفضيل الذكور . هذه الإناث المتمارسة تمنح الذكور النادرة فرصة فقط عندما تكون الذكور النادرة من نفس التركيب الكروموسومى كأول تزاوج لهم وإلا فإن التزاوج يكون اعتباطيا . مثل هذه الإناث بعد ذلك تظهر فى السلوك كنتيجة للخبرة السابقة وباستعمال أساس محدد (لى فرنسواز Francois ١٩٧٢) حيث تعمل حالة من العرض للتعليم . هذه الخلاصة تمتد بالأدلة الحديثة موضحة أن مادة سيكلوهكسيميد Cyclohexamide التى تمنع تكوين البروتين الذى يتداخل مع الوظيفة التعليمة للعقل فى الفيران، الجرذان والأسماك الذهبية goldfish وكذلك تؤثر على القدرة الاختبارية فى الدروسوفلا التى تتغير بالخبرة (بروزان وأبل- ويت وكذلك بيوسى Pruzan, Applewhite and Bucci ١٩٧٧) .

وفى أنواع أخرى من الدروسوفلا كدروسوفلا ميلانوجاستر الأكثر انتشارا فقد أظهر طراز برى من الحشرات تجنبا لتنظيم من مركبات ذات علاقة تذوب فى كحول

أثيرولى مطلق حيث تعمل هذه كمنبهات شمية متعلقة بصعقة كهربائية خفيفة . والحشرات تتجنب مثل هذه الرائحة وذلك بعمل « حجرات » للجنوح كجزئين من البلاستيك تستعمل كغرف ملاحظة وتفشل طفرات مستحدثة مرتبطة بالجنس تعرف بالغبى **dunce** بواسطة دودای وآخرين **Dudai et al** (١٩٧٦) من تجنب الإثارة بالرغم من تكرار المناسبات التى تجرى على وجه ملائم وبالرغم من ظهور سلوك طبيعى بطريقة أخرى . واختبارات مجرد ١٢ أو كذلك من الأفراد تسم (شماين) (هكسانول والاوكتانول وكذلك الالدهيد إلخ) تظهر أن الأفراد **dunce** الغبية تستصنع المركب المختبر ولكن غير قادرة على ضبط الاستجابة لمثل هذه الاستشعارات العبيرية وهناك خمسة تقارير أولية للتعلم عن طريق التكيف فى دروسوفلا ميلانوجاستر (سباتزو إمانز ورنجرت **Spatz, Emanns and Reichart** ١٩٧٤ – من وسباتز **Menne and Spatz** ١٩٧٧ كوين وهاريس دينزر **Quinn, Harris and Benzer** ١٩٧٤ – كوين وديودى **Quinn and Dudai** وكذلك ديودى وآخرين **Dudai et al** ١٩٧٦) واثنين فى حشرة نافخة **Phormia regina blowfly** (انظر قسم ١٠ – ٥) . والحالات التى تكون فى إعادة تنظيم كنتيجة للتمرين يكون من الصعب التعويل عليها فى ذات الجناحين . وليست كمشكلة كما هى فى القوارض ومناقشة الاستجابة الشرطية للتكيف فى الفيران قد توجد فى قسم ٩ – ٣ وفى الفأر فى قسم ٦ – ٥ و ٩ – ٦ .

وتكرار التزاوج المعتمد يبدوا أنه يتوقف على العمر والخبرة وكذلك يتداخل عوامل معقدة لتلك المتغيرات . ودراسة هذه النقطة يحتاج إلى تغير التركيز فبدلا من الانتخاب الجنسى يكون العزل الجنسى (كما فى قسم ٣ – ٢) . ويعنى هذا « التفضيل » شديدا بحيث يمنع الكل فيما عدا طراز واحد محتمل من التزاوج . وكلا السلوكيين يجد فى أهميتها لنفس الظاهرة حيث يشغلا مواقع مختلفة بالنسبة لاستمرارية السلوك (بتيت و ارمان ١٩٦٩) ومعظم التجارب التى تتعلق بالعزل الجنسى استخدمت إناث عذارى صغيرة (كما فى قسم ٥ – ٣) . ولكن الجديد من التجارب أكملت على العمر وإناث خبيرة (أوهارا وبروزان وكذلك ارمان ١٩٧٦ وكذلك بروزان ١٩٧٦ وبروزان وآخرين ١٩٧٩) وقد قدمت دروسوفلا بوليستوريم **D.paulistorum** مادة غنية لاحصاء تأثيرات الخبرات الأولى على الانتخاب الجنسى المتأخر وذلك لأنها تحتوى ستة تحت أنواع أو أنواع أولية التى فيما بينها يوجد عديد من درجات العزل الجنسى . هذه الإختلافات تتباين فى انتشارها فى أمكان مختلفة أو تشغل نفس المكان بدون تزاوج فيما بين الأنواع (انظر قسم ٥ – ٣) وبالتالى كالإناث لهذه الأنواع الفائقة قد أظهرت تزاوجا متكررا (ريشموند و ارمان ١٩٧٤) .

والملاحظات المباشرة للتزاوج لدروسوفلا لبولستموريم تحت أنواع الإناث تتقبل أولا تتقبل الذكور فقد عرض أن الإناث الطاعنة فى السن لا يختلف فيها الانتخاب الجنسى معنويا عن تلك للإناث الصغيرة . والخبرة السابقة لعدم التقبل الاقترانى لا تغير بانتظام درجة العزل الجنسى بالرغم من أن الإناث التى تتقبل الاقتران تظهر تفضيل كبير مؤكد للذكور المتشابهة ظاهريأووراثيا - واختبار نسبة الزيجات المتشابهة بالنسبة لمجموع التزاوجات يدل على وجود اختلافات مؤكدة بين الأفراد الممارسات المتشابهة والأخرى الساذجة (عمر ٩ أيام) من خلال جميع التوافقات .

وتستخدم استمالة الشم كأساس لتميز السلالات والأنواع بهذا النظام (مثل ارمان ١٩٦٩) وباستعمال غرف مركبة للملاحظة فقد اتضح أنه عند مرور تيار هواء خفيف فى قسم الرعاية الذى يحتوى الأزواج المتغازلة والمقترنة من الطراز النادر فإن ميزة الذكور القاصر تختفى فى مقدمة الجزء من الغرفة من حيث أن الاستشعار اللمسى يمنع بمسافة ميتة بين الأقسام فإنه يبدوا أن عمومية استمالة الشم التى تأتى من الذكور النادرة يمكنها اجتياز واخفاء حقيقة ندرتهم .

وقد أوحى فى هذا المرجع يعمل شورى وبارتل **Shorey and Bortell** (١٩٧٠) حيث وجدوا أن الفرمونات الجنسية الطيارة المنتجة بإناث دروسوفلا ميلانوجاستر تستميل وتبدأ سلوك الغزل فى الذكور وتزيد احتمال اقترابه من الإناث المجاورة ويستمال أيضاً سلوك الغزل فى الذكر برائحه تنطلق بذكور أخرى ولكن رائحة الذكر يبدوا أن لها أقل من واحد من عشرة من تأثير وللإناث . وحديثا جداً فإن العمل الذى قام به افرهوف ورتشار دسون (١٩٧٤ و ١٩٧٦) **Averhoff and Richardson** على التحكم القرمونى فى تزاوج دروسوفلا ميلانوجاستر اعطى معلومات قيمة . حيث وجدا أن الأفراد لا تستجيب جنسيا إلى فرموناتها ولا حتى لأقربائها . وفى الواقع فإن الفرمونات من سلالات مختلفة تستميل غزل الذكور . ومثل هذه العملية تكون على أساس أن الاختلافات فى الفرمونات قد يساعد فى صنع التربية الداخلية فى العشائر الصغيرة .

وقد قامت تجارب التزاوج على ٢٤ زوج من دروسوفلا سيدوابسكيور فى غرف الملاحظة (جدول ٨ - ٥) . وقد قسمت الإناث بالتساوى من سلالات CH,AR بينما استعملت الذكور بنسب متعددة . وقبل تجارب التزاوج بأربعة أيام فإن الحشرات العذارى من كلا الجنسين جمعت فى خلال ٣ ساعات من خروجها من العذراء .

جدول ٨ - ٥ : اختبار لنسب مختلفة من ٢٤ ذكرا من رأس السهم (AR) والشيركاهو (CH) أو برتقالى العين (or) موجودة مع ١٢ من إناث AR وكذلك ١٢ من إناث CH موضحا أن الإناث يمكنها تميز بين الذكور (البيانات المحدد له كلوغارتم طبيعى لنسبة تكرارات التزاوج الملاحظة إلى التكرارات المتوقعة .

نسبة الذكور AR:CH:or	تفضيلات نجاح تزاوج الذكور المتزاوجات المشاهدة المتزاوجات المتوقعة AR	CH	or
1:1:1	−0.054	−0.130	0.310
4:1:1	**−0.378**	**0.701**	0.410
1:4:1	**0.644**	**−0.285**	0.173
1:1:4	0.060	0.134	−0.113
5:5:2	−0.108	0.160	**0.855**
5:2:5	−0.076	**0.362**	−0.237
2:5:5	**0.407**	**−0.261**	0.059

اختبرت كل نسبة حوالى ١٤٤ مرة

+ التزاوج المتوقع يمكن تصحيحه بالنسبة للاختلافات فى قوة الذكور وتدل القيم الموجبة على ميزة للتزاوج لسلالات معينة وتدل القيم السالبة على عدم وجود ميزة . والوجوه الجسورة تكون إحصائيا مؤكدة عند اختباره χ^2 بالنسبة لسلالتين من الذكور الموجودة فى التجربة (P.0.05) .

وتنفصل بالجين تحت ظروف من الأثير خفيفة . وتعلم حشرات CH, AR بواسطة الجناح المقلم للسماح بالعد البصرى للتزاوج .

وفى هذه التجارب الذكور تتزاوج متكررا بينما الإناث تتزاوج مرة واحدة . وعلى أساس القوة فقط يمكن بالتساوى قبول الذكور CH, AR كأزواج . بينما الطفرة برتقالية العين الكذور (جسمية متنحية) نسبة ٥٠ فقط هى التى ترغب بإن تتزاوج كسلالة برية بها انقلاب تحت نفس هذه الظروف . ومعدل التزاوج المتوقع يصحح لمثل هذا العيب .

ويظهر التزاوج الذى تكون فيه نسبة الذكور ١٥ : ٥ : ٢ ميزة للذكور نادرة . ولو أن تفسير للأربعة حالات الأخرى قيد البحث تكون أكثر تعقيدا . وفى حالة ١ : ١ : ١ هناك ميزة سطحية للسلالة or بينما فى الثلاثة حالات ٤ : ١ : ١ هناك سلالتين نادرتين ولكن سلالة واحدة تتمتع بميزة - والميزة فى جميع التجارب لها طرازين وعندما تكون أعداد CH, AR غير متساوية وقلة السلالة تعتبر ميزة . وكذلك عندما تكون أعداد الذكور CH, AR متساوية فإن الذكور or تتمتع بميزة إذا كانت هى القليلة نسبيا بالنسبة لمجموع الاثنين الغير طافرة .

ونستخلص أن صفات الدروسوفلا الذى تعتمد على نطاق التكرار الفرمونى تشتمل على (١) التميز : يمكن تميز سلالات مختلفة (٢) التعين : يمكن استعمال الاشارات الكيماوية كمقياس لنسبة السلالة فى العشيرة (٣) القدرة على الاستجابة لتألف عديد ويمكن للإناث تميز العديد من السلالات بدون سابق خبرة بالرغم من وجود تأثير راجع للخبرة و (٤) عمليات متسلسلة وهناك تنظيم محايد يشترك فى الأهمية المعطاة للاشارات من مختلف السلالات .

وقد مرت أكثر من دستة من السنين وقامت العديد من التجارب منذ أول اقتراح لدوبزانسكى أن بحث هذه الأحداث الغريبة التي نوقشت قد يكون متميزا . واهتمامه قد عبر عنها فى كتابه **Genetics of the Evolutionary Process** (١٩٧٠ صفحة) .

لا يوجد شيء معلوم عن إمكانية ميزة التزاوج للتراكيب الوراثية النادرة فى الأبيئات الطبيعية . فإذا وجدوا فى أماكن طبيعية للحشرات فإن ناتج الانتخاب المعتمد على التكرار قد يكون أداة فعالة فى الحفاظ على التوازنات للتعدد المظهرى للأليلات الجينية بدون ظاهرة قوة الهجين . وحتى لو وجد أليلات ذات تأثير نقصى خفيف قد يمكن الحفاظ عليها فى العشائر الطبيعية بهذه الوسائل . والأليلات النادرة سوف يزيد تكرارها حتى أن ميزة التزاوج للحاملين لها تقل وتختفى . والواقع أن المزيد من البحث فى هذا المجال يبدو ملحا .

٨ - ٥ سلوك اليرقات

وبالرغم من أن سلوك الحشرة الكاملة فى الدروسوفلا كانت موضوعا لبحوث عديدة كما اتضح لنا من هذا الفصل وكذلك الفصول السابقة فإن أقل القليل معروف عن سلوك اليرقة بعيدا عن أهميتها فى دورة حياة الكائن -وقدوجدسول وبيرنت وكونولى **Sewell, Burnet and Connolly** (١٩٧٥) أن يرقات دروسوفلا ميلانوجاستر تتغذى باستمرار أثناء فترة النمو وأن معدل النشاط الغذائى تقاس بعدد تأثيرات على عضلات البلعوم **cephalopharyngeal** بالدقيقة ويتوقف هذا على العمر الوظيفى لليرقة . ويستجيب معدل التغذية بسرعة للانتخاب المباشر معطيا عشائر غير متداخلة من سلالات من اليرقات سريعة وبطيئة التغذية محققة معدل توريث من ٠,٢٠ إلى ٠,٢١ (قسم ٦ - ١١) فى مختلف السلالات المنتخبة . والتهجينات بين السلالات المنتخبة تظهر سيادة مؤكدة للمعدل السريع من التغذية الذى يحتمل أن يلائم فى الطبيعة وقت نقص الغذاء عندما يفصل المعدل العالى من التغذية درس السلوك الحركى فى السلالات المنتخبة كاستجابة متلازمة ولكن وجدت قليل من العلاقات بين الحركة والسلوك

الغذائى - وقد نوقش أنه تحت الظروف البيئية المثلى يكون هناك نزوع زائد للسلوك الحركى يكون سيء التكييف إذا أدى إلى إنقاص فى وقت التغذية . وبالتالى فإنها تكون ميزة إذا نظمت هذه السلوكيات مستقلة كما أشارت النتائج .

ومرحلة اليرقة فى دورة حياة الدروسوفلا هى بالطبع مرحلة الاستخدام القصوى للموارد حيث أنه من المعروف مثلا من تجارب التحرر والاسترداد فى أقبية الخمور أن الحشرات الكاملة من دروسوفلا ميلانوجاستر لا تنجذب إلى حوض التخمير أثناء عمل الخمر بينما لا ينجذب النوع القريب جدا « الأخوى » دروسوفلا سيميولانز ماك كنزى **Mckenzie** ١٩٧٤) وهذه النتائج المتنبأ بها تفيد بأن دروسوفلا ميلانوجاستر تستخدم الايثانول كمورد حتى أعلى تركيزات (ماك كنزى وبارسونز **Mckenzie and Parsons** ١٩٧٢) . وفى الطبيعة فإن يرقات النوعين قد تسعى منفصلة وأن الاختلافات البيئية الضئيلة تكون مسئولة عن المصادر المتاحة . والبيانات اليرقات المميزة للسلالة من جنوب استراليا (جدول ٨ – ٦) (خط عرض ٣٧° إلى ٣٧,٥° جنوب) تدعم هذا الغرض بينما من اوتونزفيل **Townsville** شمال كوين لاند (خط عرض ٢٠° جنوبا) فإن الاختلافات بين الأنواع تكون بسيطة ولكن فى نفس الاتجاه . ويعنى هذا إذا كان النوعان يتنافسان فى نفس البيئة فإن اليرقة قد تشغل قلة مختلفة من المواقع الصغيرة . والملاحظات الحقلية قد دعمت تلك من بقايا أقبية العنب الموجودة فى قسم ١٣ – ٢ .

جدول ٨ ٦ : المدى والمتوسطات للإناث المتماثلة لسلالات دروسوفلا ميلانوجاستر ودروسوفلا سيميولانز لعدد اليرقات الخارجة من ١٠ بيات مختارة محتوية على نسبة ٦ أيثانول بالنسبة لمحتوى آجار خالى من الايثانول بعد ١٥ دقيقة على طبق تيرى .

		دروسوفلا ميلانوجاستر		دروسوفلا سيميولانز	
	خط عرض	المتوسط	المدى	المتوسط	المدى
ميلدورا	37.5°S	7.8	8.8–7.0 = 1.8	5.5	6.5–5.0 = 1.5
هاموالايلك	37°S	7.5	8.8–6.5 = 2.3	5.3	6.2–4.6 = 1.6
تونزفيل	20°S	6.4	8.8–3.6 = 5.2	5.8	6.8–5.0 = 1.8

المصدر : بارسونز ١٩٧٧ b .

وليست هذه بتلك البساطة فبينما تظهر جميع سلالات الإناث المتشابهة (انظر قسم ٦ – ٧) من عشائر جنوب استراليا من دورسوفلا ميلانوجاستر تماثلا نسبة عالية لتفضيل الكحول فتظهر فقط البعض من تونزفيل مثل هذه الافضلية العالية بينما البعض الآخر تكون أفضليته قليلة أو معدومة . وهذا تفسر المتوسط المنخفض لعشيرة تونزفيل

بالإضافة إلى المدى الواسع بالمقارنة بعشيرتين من الجنوب ولا يوجد مثل هذا الخلط العشائرى فى دروسوفلا سيميولانز . والغرض القائم هو أن الانتشار دروسوفلا ميلانوجاستر جنوبا فإن هناك رغبة للانتخاب لاستغلال مصادر الكحول والذى ينظر على أنه عملية انتخابية من السلالات متشابهة الإناث . وبالتالى فإن اتجاه الخلط فى دروسوفلا الجنوب تتفق والأساسيات العامة من انحدار الاختلافات البيولوجية بزيادة خط العرض . وهذا معروض هناك لتقيم الاستجابة السلوكية لمصدر كيماوى محدد . والطريقة لدراسة استعمال اليرقات للمصادر مع سلالة متماثلة الإناث فتظهر المقارنات أن هناك إمكانية معينة حيث يمكن اختبار العديد من نواتج التمثيل الغذائى .

وهناك دراسات أخرى على الانجذاب الكيماوى فى البالغين قد أشير إليها فى القسم السابق من هذا الفصل قد يكون له تطابقات يرقية – وقد أوضح بج وهج بن **Begg and Hogben** (١٩٤٦) أن حمض الخليك وخلات الاثيل وحمض اللاكيتك (DL) تعتبر جاذبات للأفراد البالغة من دروسوفلا ميلانوجاستر وقد وجد فيوما **Fuyama** (١٩٧٦) اختلافات بين العشائر للجاذبات موضحا تأثيرات الانتخاب الطبيعى داخل هذه الأنواع . وقد وجد بارسونز (١٩٧٩ a) أن يرقات دروسوفلا ميلانوجاستر ودروسوفلا سميولانز تنجذب إلى هذه الثلاثة مركبات باختلافات طفيفة بين الأنواع والعشائر بالمقارنة بالايثانول . ومتوقعا أن الاختلافات بين هذين النوعين لتحت جنس **Sophophora** والأنواع واسعة الانتشار دروسوفلا اميجرانزلتحت جنس دروسوفيلا تكون أكثر بكثير معطية أن النوعين الأولين غالبا ما يستعمل بكثرة مصادرة الفاكهة بينما الأخيرة تستعمل لمصادر والخضر والفاكهة (اتكسن وشروكس **Atkinson and Shorrocks** ١٩٧٥) كما سوف تناقش بعد ذلك فى قسم ١٣ – ٢ .

وتؤدى النتائج الحالية إلى اقتراح أن السلوك اليرق سوف يؤدى دوراً متزايدا فى فهمنا لكائنات مثل الدروسوفلا بالنسبة للمناطق التى تشغلها فى الطبيعة وهذا مجال يحتاج إلى بحث تزايد إضاف كما هو موضح من النتائج التى تعرض اختلافات من سلالات دروسوفلا ميلانوجاستر للسلوك السكنى (جودوى هريرا **Godoy-Herrera** ١٩٧٧) من الأنواع الأخوة بواسطة باركر **Barker** (١٩٧١) . وقد أكدت هذه بواسطة بروزان وبوش **Pruzan and Bush** (١٩٧٧) الذى وجد أن عددا كبيرا مؤكدا من اليرقات ذهب إلى ذراع الشبكة من الممرات المحتوية نفس السلالة (إما يرقة أو بقايا من كائنات حية) كمستميلات مؤديا إلى اقتراح عن سلالات اليرقة لها الكفاءة الشمية فى التميز وبالتالى قد تختلف فى انتخاب البيئة التى تعيش فيها .

الملخص

فى العديد من مجالات الوراثة اعطت دراسة دروسوفيلا ميلانوجاستر تقدما أساسيا وذلك يرجع ببساطة إلى المعرفة التامة بالهيئة الكروموسومية لهذا النوع وكذلك كثرة مجاميع السلالات الوراثية المتاحة للاستعمالات الوراثية المعقدة . فمثلا استعمالات الموزيكات الوراثية فى الدروسوفلا فإن هناك تلازم محددا للجانب التشريحى مع الشذوذات التى تؤثر على السلوك باستعمال الطفرات « الهزازة أيضاً » ويتبع هذا أيضاً أن تصبح الدروسوفلا نوعا لأبحاث الوراثة العصبية **neurogenetics** .

وزيادة على ذلك فإن الأساس الوراثى للصفات الكمية وخصوصا السلوك الجنسى والانتحاء الضوئى والكيماوى يمكن دراستها وبحثها فى الدروسوفلا .والاستجابة للانتحاء الضوئى هو ناتج استمالة معينة لاختلافات بيئية وكذلك تراكيب وراثية معينة ولذلك فيجب أن يقوم أى طراز من التحليل الوراثى الدقيقة فى بيئة محددة تماماً . وبالطبع فإن الاستجابات النسبية للعديد من القياسات البيئية المشابهة لتلك الموجودة فى البيئات الحيوانية لمن الأهمية بمكان والدراسات على الانتحاء الكيماوى لها نفس الأفضلية المحتملة للسماح لمحاولة معرفة العلاقة بين الجزئيات قريبة المنبهة ومستقبلاتها .

والقليل جدا معروف عن السلوك اليرقى بالرغم من أهميتها فى نمو الكائن حيث أنها مرحلة لاستعمال الأقصى للمصادر . وقد يحدث تواز بين اليرقة والحشرة الكاملة بالنسبة للانتحاء الكيماوى آخذاً فى الاعتبار نواتج التمثيل مثل الايثانول وحمض الخليك . وبسبب اختلاف الاستجابة اليرقية النواتج التمثيل الغذائى بين عشائر الدروسوفلا ميلانوجاستر وبين الأنواع الأخرى من الدروسوفلا قريبة العلاقة جدا فإن تقيمات السلوك اليرق تميل إلى أن تلعب دورا متزايدا فى فهم الانتخاب المكانى أو السكنى فى الطبيعة .

وأخيرا ففى مختلف أنواع الدروسوفلا وخصوصا دروسوفلا سيدوأبسكيورا فإن الظاهرة العشائرية للتزاوج المعتمد على التكرار والذى يكون فيه للتراكيب الوراثية النادرة معدل تزاوج أكبر عما يظهر تحت تأثير التزاوج الاعتباطى قد اتضحت فى العديد من المرات . ويبدوا أن مثل هذه الظاهرة لها أساس فى « الباقات » المميزة من الذكور من مختلف التراكيب الوراثية التى تعتبر نواتج طبيعية للتمثيل الغذائى . فإذا كان الانتخاب المعتمد على التكرار شائعا فإنه يعد قوة فعالة فى إنتاج عدم تماثل وراثى بكمية كبيرة فى العشائر الطبيعية . وحتى هذا فإن التزواج على التكرار يتوقف على العمر والخبرة وهما من المكونات التعليمية .

GENERAL READINGS

Ashburner, M., and E. Novitski (eds.). 1976. *Genetics and Biology of* Drosophila, Vols. 1a, 1b, 1c. New York: Academic Press.

Ashburner, M., and T. Wright (eds.). 1978. *Genetics and Biology of* Drosophila, Vols. 2a, 2b. New York: Academic Press. Volume 2b is on behavior. Most subsequent volumes in this series will have information of importance and are worth checking as they appear.

King, R. C. (ed.). 1974–1976. *Handbook of Genetics*, Vols. 1–5. New York: Plenum.

Parsons, P. A. 1973. *Behavioural and Ecological Genetics: A Study in* Drosophila. Oxford: Oxford University Press.

الفصل التاسع

وراثة السلوك : القوارض

يهتم هذا الفصل بسلوك القوارض وبالأخص بالنسبة للفيران وإلى حد ما للجرذان وخنازير غينيا ومظاهر سلوك القوارض نوقشت فى الفصول السابقة ويمكن تلخيصها فى الآتى :

● أخذ فى الاعتبار فى فصل ٢ السلوك المؤثر على الجين الطافر الخاص بالقلق **fidget** وعلاقة ذلك بالقاعدة الأساسية للوراثة المندلية . وقد وضعت تعليقات فى قسم ٢ – ٤ للتأثيرات السلوكية للجين الأصفر **yellow** الطافر فى الفيران .

● ويعتبر نجاح التزاوج المحدد بالجينات المفردة الذى نوقش فى قسم ٣ – ٣ كمثال للانتخاب الجنسى .

● درس الشذوذ فى كروموسومات الجنس فى فصل ٤ وقد ذكر أن هناك حاجة لدراسة التغير الكروموسومى فى الفيران باسهاب كبير .

● وبداية دراسة التعدد الجينى والسلوك باستفاضة بفصل ٥ ودراسة سلوكيات القوارض عادة تحت مثل هذا التحكم الوراثى سجلت فى قسم ٥ – ١ وإحدى السلوكيات التقليدية هى تجارب الانتخاب الوراثى التى وصفت بقسم ٥ – ٥ وتتعلق بالارتداد فى الفأر .

● التحليل الوراثى للصفات الكمية قد فحص فى التجارب الحيوانية فى فصل ٦ مشتملة على القوارض (أقسام ٦ – ٤ و ٦ – ٥) ومثال على التأثير المبكر للخبرة على الفترة اللازمة للوصول إلى الطعام تمثل توضيح للتفاعلات المعقدة للوراثة والبيئة (EG) والتى تحدث فى أحوال كثيرة بالثدييات (قسم ٦ – ٢) .

وتستعمل شبكه الممرات للتعلم فى الفأر كمثال توضيحى لتداخل GE بقسم ٧ – ٤ عند وضع هذا فى الاعتبار بالنسبة للإنسان .

وتسجيلا لكل الأمثلة نلاحظ أن أكثر المعلومات عن وراثة السلوك فى القوارض قد عرضت قبل هذا الباب . ويأتى السلوك فى المناقشة من اختيارنا لأمثلة معينة التى يمكن منها إضافة استنتاجات لتلك الموجودة حاليا .

٩ - ١ الفيران : تأثيرات الجين المفرد

تتنوع الجينات المفردة التى تؤثر على السلوك فى القوارض وأمكن عمل خرائط للعديد من الجينات التى لها تأثيرات سلوكية واضحة فى الفيران . وبالإضافة فقد أوضحت العديد من الدراسات أن الجينات التى عرفت عن طريق الشكل المظهرى عادة لون الفراء حيث تبرز تأثيرات سلوكية دقيقة (تيسن وأون وكذلك وايت ست Thiessen, Owen and Whitsett ١٩٧٠) . ويمثل العمل على الفيران نقطة نوقشت فى قسم ٨ - ١ بالنسبة للدروسوفلا حيث استنتج أنه لا توجد جينات تؤثر بذاتها فى السلوك . نجد أن التغيرات السلوكية تنتج من تأثيرات وراثية على المستوى الانزيمى والهرمونى وحساسية النسيج ونفاذية الأغشية وكذلك الوظائف الأخرى . وبذلك يكون التأثير الوراثى على السلوك غير مباشر .

وقد عملت قوائم لأكثر من ٣٠٠ طفرة جينية (البعض أليلى) تشغل أكثر من ٢٥٠ موقع للفأر بواسطة جرين Green (١٩٦٦) . وقد عرفت ٩٢ طفرة جينية تتعلق بالعيوب فى الجهاز العصبى عند منتصف ١٩٦٥ (بواسطة سيدمان وايل وكذلك فولر Sidman, Appel and Fuller ١٩٦٥) مؤثرا بذلك فى الغالب على أى وظيفة بيولوجية يمكن تخيلها . وتقسم تأثيرات هذه الجينات الطافرة إلى نقص فى النمو المكانى وعيب تركيبى فى خلايا الغدد التى تفشل فى عمل نواتج معينة وعيوب وظيفية تحتاج لدراسات بيوكيماوية . ومعظم العيوب المعروفة للطفرة تؤثر فى الجهاز العصبى أثناء نموه حيث أن العديد من الجينات الطافرة معروفة على وجه الخصوص تؤثر على المخيخ . وتؤثر عدد من الطافرات على الأذن الداخلية والتركيبات المتعلقة بها (انظر دول Deol ١٩٧٥) مما يؤدى إلى عيوب فى الجهاز العصبى المركزى فى الأدوار الجنينية المبكرة مما يؤدى إلى تداخل فى الاستحداث المتتابع للتركيبات الخارجية . وبعض الجينات الممثلة التى تؤثر على الجهاز العصبى والتى تعتبر ذات قيمة للدراسة المستفيضة للسلوك مدونة فى جدول ٩ - ١ ومدى تأثير هذه الجينات يبدأ من عيوب خطيرة فى الجهاز العصبى المركزى إلى تلك المسئولة عن الاضطرابات الخفيفة . وتتعلق التغيرات السلوكية بالعديد من الأشكال الظاهرية والوظيفية أو تأثيرات بيوكيماوية كما فى الدروسوفلا (باب ٨) . ولخصت

الدراسات المستفيضة على العديد من الطافرات المتعلقة بالتأثيرات السلوكية بواسطة ولكوك **Wilcock** (١٩٦٩) وتشتمل هذه الجينات الطافرة – قصر الأذن **shortear** عدم وجود الشعر **hairless** عدم وجود الفراء **furless** شعر طويل وسط الذيل **pintail** عقدة الذيل **looptail** عديم الذيل **tailless** المهتاج **waltzer** ارتجاف مميت**wobbler** أحمق أو مجنون **Jurker** اهتزاز **quaking** جذاب **ducky** الدائرى **twirler** ناقص التغذية **dystrophic** مضطرب **reeler** وقفاز عصبى **jumpy** – فمثلا الفيران الحمقاء المهتاجة والمهتزة تكون غير قادرة على أن تسير عاديا أو تتزن جيدا . أما المرتجفات فتكون أكثر قلة فى النمو من الطبيعى على مستوى النشاط الحقلى المفتوح وكذلك المقدرة على الانتصاب على القوائم الخلفية وكذلك المقدرة على تسلق المستوى المائل – وتنجز الفيران معقودة الذيل بعض أفعال قليلة لتنظيف الوجه عن الطبيعية واتضح من الاختبارات الهستولوجية أن هناك تضخم فى بطين القلب . واختلال فى الجهاز الحركى فى مقدمة المخ .

جدول ٩ – ١ : الجينات الطافرة المؤثرة فى الجهاز العصبى وبالتالى السلوك فى الفأر

الجين	رمز الجين	المجموعة الارتباطية	المظهر البيولوجى	المظهر السلوكى
غياب صلابة الجسم	ac		غياب كل أولوجين صلابة الجسم	لا يعرف شيء الآن
اختلال مخى	cb		اختلال نصف كرة الدماغ والفصوص الشمية	انتشار بمعى تقدم الاختلال فى كل السلوك
رافص	Dc		غياب بقعة قريبة الأذن الباطنية	تحركات دائرية وفشل فى النمو
الصمم	dn		اختلال الخلايا Deiters فى Corti	الشمم
ميت خفيف	d	II	اختلال النخاع ، انخفاض فى الفيبل الانين . ونشاط الهيدركسلاز	تشنج
عديم العين	ey		غياب العين والجهاز البصرى	عدم المقدرة على الرؤيا
صامت	mu		غياب جهاز الاتزان فى واحد أو الاثنين مع الأذن	نقص السمع
الحركة المستديرة	pi	XVII	اختلال فى قشرة الدماغ	حركة دائرية
ارتجاف ميت	we	III	اختلال النخاع وارتفاع فى مستوى انزيم سكسنيك ديهيدروجنيز	صعوبات حركية

والاهتزاز (متنحى جسمى) والعصبى (متنحى مرتبط بالجنس) مثالين لطافرات الجهاز العصبى والتى فيها النشاط الانزيمى الغائب فى المخ موجود فى الجهاز العصبى

الخارجي وبعض أنسجة أخرى. وكلا الطفرتين تؤدى إحداث نقص النخاع فى المخ والحبل الشوكى (ما ندل وآخرين **Mandel et al** ١٩٧٣) . وبالعكس فالأعصاب الخارجية لكل الطفرات تكون عادية النخاع – ونخاع العصب الخارجى لا يكون متشابها مع النخاع المركزى ولا تتشكل بخلايا قليلة التشعب ولكن بخلايا شوان **Schwann** المميزة ظاهريا . والانزيم الغائب فى الطفرات هو ٢ – ٣ سيكليك **AMP** الحلقى ٣ فسفوهيدرولاز (CNP) . ولذلك فيوجد انزيم CNP يؤثر على تكوين النخاع فى الخلايا قليلة التشعب للجهاز العصبى المركزى محدثه السلوك الشاذ الملاحظ . ولذلك فالتغير السلوكى فى هذه الحالة له أساس جزيىء معروف – ومثل هذه الدراسات التفصيلية لتعبير الجين فى الكائنات الراقية يمكن أن تساعد فى فهمنا للأساس الوراثى لتكوين الإنسان ووظائفه وسلوكه . ويكون من الصعب تقيم العمل على الجهاز العصبى الذى يؤثر على الطافرات لأن تأثيرات هذه الجينات الطافرة على السلوك كبير . ولهذا السبب فإن الدراسة تسهم بالقليل من المعلومات بالنسبة لعلاقة الجينات بالسلوك الطبيعى حيث يتعلق السلوك بشذوذ الطفرة لتكون خارجة عن هذه الاختلافات العادية الموجودة فى السلوك الظاهرى . ومهما يكن فكما اقترح ويلكوك **Wilcock** (١٩٦٩) فإن الدراسة التكوينية لمثل هذه الطافرات قد يكون لها أهمية فى التطبيقات الطبية .

وقد أوضح ثيسن وأوون وكذلك وايت ست **Thissen, Owen and Whitestt** (١٩٧٠) أنه أمكن فقط دراسة نقص الاحلالات للجين المفرد بالعديد (الطبيعى) من الوظائف بمعنى تأثيراتهم السلوكية (جدول ٩ – ٢) . وتشتمل هذه أساساً تغيرا فى لون الفراء . وأمكن تقرير الفشل فى ملاحظة التأثيرات السلوكية نتيجة لجينات مفردة ولكن هذه لا يبرهن على أن التأثير السلوكى ناقص فى حين أنه لا يوجد أى حالة قد اختبرت يكون فيها التحليل الكامل للسلوك المحتمل بالكائن . فمثلا إذا أخذ فى الاعتبار اليل « الالبينو » فإن التركيب المنتحى المزدوج cc فى موقع C فى المجموعة الارتباطية I تكتم تكوين تحليق انزيم التيروزينيينر ، الذى يكون ضروريالتحويل التيروزين إلى دوبا وأخيرا إلى ميلانين .

وقد لوحظ تغيرات عديدة سلوكية فى فيران cc والمشكلة أن يشرح المسار من الجين إلى السلوك وهناك بعض الايضاحات (دفريز وهجمان وكذلك وير **DeFries, Hegman and Weir** ١٩٦٦) أن تفاعلات تجنب الضوء المصحوب بفقد صبغة العين تكون بينة للاضطرابات الترددية للفيران الالبينو .

لتقيم عمومية التأثيرات السلوكية المتعلقة بصفات ينقصها تأثيرات سلوكية واضحة

جدول ٩ - ٢ : التأثير على السلوك لاحلالات الجين المفرد فى الفأر

اسم الجين	رمز الجين	المجموعة الارتباطية	المظهر البيولوجى	المظهر السلوكى
الالبينو	c	I	غياب الصبغة فى الفراء والعين	نقص القضم التاخر السمعى نقص لقيام بخروج الماء . زيادة الاخباب المؤثر فيه نقص النشاط الاختيارى . نقص النشاط التافس من المثلاء جنسيا . نقص تفضيل الكحول . نقص النشاط الحقل . نقص تمييز الأبيض . الأسود
بنى	b	VIII	فراء بنية بدلا من اليقع السوداء	زيادة الاستعداد
خفيف	d	II	أزرق رمادى الفراء	نقص النشاط
غامض	m	VIII	خفيف لون الفراء – مبقع الذيل والبطن	نقص القضم
عين طولى خفيف	p	I	عيون طوية	نقص نيران الفحص . قلة رفع الكفين . أكثر استعداد والاهتزاز
شعر طويل وسط الذيل	Pt	VIII	ذيل قصير	سرعة اخباء
قصر الأذن	se	II	اختزال الهيكل الغضروف	قصور تعلم التجنب الصوتى
أصفر	A^y	V	فراء أصفر أو برتقالى وعيون سوداء	نقص المدى الطويل والقصير للنشاط - فشل الذكور فى التزاوج الاحدد فى مجموعة من الإناث

الذى يكون ضروريا لتحويل التيروزين إلى دوبا وأخيرا إلى ميلانين

تيروزين
↓ (التيروزيتاز)
دوبا
↓ (دوبا أو كسيديز)
دوبا كينون
↓
ميلانين

فيمكن بحث عدد من طافرات لون الجلد (ثيسن وأون وويت ست **Thiessen, Owen and Whitsett,** ١٩٧٠) والصبغة فى فراء القوارض هى عبارة عن نوعين أحدهما فيوميلانين وآخر يوميلانين الأول دائماً أصفر أما الأخير فقد يكون بنى أو أسود . ولذلك فإن الاختلافات الواسعة فى لون جلد الفيران يكون نتيجة لتأثيرات وراثية على نوعين فقط من الصبغات . ويمكن الرجوع إلى السلالات الأكثر شيوعا من الفيران

الداخلة فى بحوث وراثيات السلوك مبينة بالجدول ٩ – ٣ وقد أمكن تعين المحددات الوراثية للون الجلد فالمواقع الأولية للون الجلد هى الأجوتى والأسود والالبينو والخفيف المختص بتوزيع الصبغات السوداء – البنية والصفراء فى شعر القوارص والمواقع الثانوية مثل لون العين الطوبى وكذلك الأرقط التى تتحكم ليس فقط فى كميات الصبغات المختلفة ولكن فى شكل وحجم وتوزيع حبيبات الصبغات فى الأفراد .

جدول ٩ – ٣ : المحددات الوراثية للون جلد الفأر للمواقع الشائعة

السلالة	الموقع					
	الاجوتى	الأسود	الالبينو	الخفيف	اللون الطوبى	الأرقط
C57BL	aa	BB	CC	DD	PP	SS
C3H/2	AA	BB	CC	DD	PP	SS
DBA/2	aa	bb	CC	dd	PP	SS
I	aa	bb	CC	dd	pp	ss
BALB/c	AA	bb	cc	DD	PP	SS
A	aa	bb	cc	DD	PP	SS
R III	AA	BB	cc	DD	PP	SS
Linkage group	V	VIII	I	II	I	III

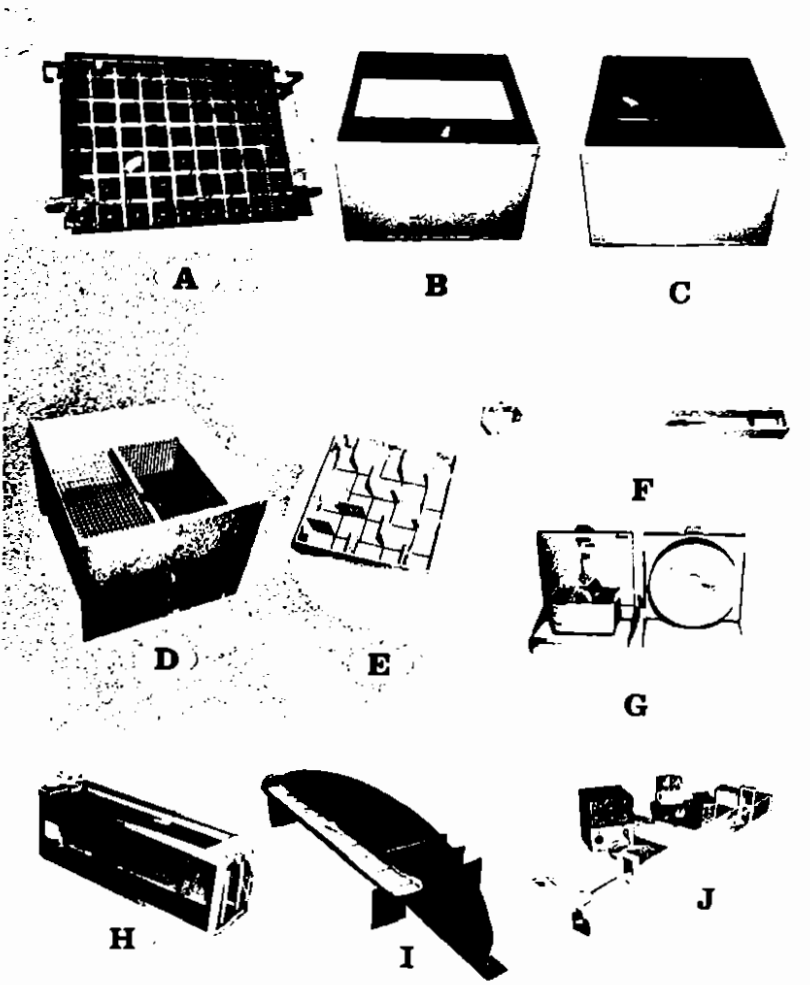
الأشكال الظاهرية المنتخبة هى Qa الغير أجوتية و bb أسود و cc الالبينو ، dd الخفيف pp طوبى لون العين وكذلك ss الأرقط .

وعموما فإنه من المحتمل وجود ثلاثة أو أكثر من الأليلات فى كل موقع وغالبا ما تكون علاقة السيادة والتفوق معقدة .

ويقارن الالبينو بغير الالبينو فى الجيل الثانى الناتج من تلقيح الجيل الأول بين السلالات النقية AKR/J (aaBBccDD) و DBA/2J (aabbCCdd) (انظر جدول ٩ – ٣) وذلك باستعمال بطاريات (مجموعة اختبارات) يكون لها ١١ مهمة باستخدام التجهيزات المبينة فى شكل ٩ – ١ . وقد وصفت الاختبارت بإسهاب أسفل لتوضيح أى من أنواع البطاريات الاختبارية يمكن استعماله فى القوارض لابراز السلوك الوراثى . وأنه لمن المهم إتباع الطرق التجريبية بالتفصيل فى أى اختبار لتقليل درجة الذاتية وبالاشارة إلى النشرات الأساسية المشتركة فإنه يحتاج إليها فى تحديد وتقدير ذلك .

مشتملات تجهيزات الاختبار الموجودة فى شكل ٩ – ١

- حقل مفتوح (a) يستعمل فى تحديد النشاط الحقلى المفتوح وقياس الفحص العام



شكل ٩ - ١ : جهاز الاختبار سلوكيات الفأر (a) حقل مفتوح فى مستوى أفقى ومائل (b) مستوى لامع (c) مستوى الحساسية (d) الانحدار المرئى (e) الجزء الأوسط (f) المجال الشمى (g) عجلة النشاط (h) جهاز لتسرب الماء (i) درجة الانحدار الحرارى (j) المجال السمعى (عن ثيسن ، أون ويت ست Thiessen, Owen and Whitsett ١٩٧٠) .

الموصوف بعدد من السلالات المهجنة واستعمال الآدوات فى مستوى منحدر يسمح بإحصاء الانتحاء الجغرافى .

● مستوى الإنارة (b) تستعمل لقياس إلى أى مدى يفضل الحيوان البيئة المضاءة أو الظلام .

● مستوى اللمس (c) بتقسيم الأرضية إلى نصفين : أملس وخشن ، وذلك لقياس التفضيل اللمسى .

● الانحدار المرئى (d) يستعمل لقياس عمق الادراك الحسى يمثل ميل الحيوان إلى الذهاب إلى الجانب السطحى أم العمق ويحدد ذلك عند وضع الحيوان فى وسط اللوحة .

● الحلبة (e) يستعمل فى قياس النشاطات عموما التى تحدد بعدد السلالات التى تهجن فى فترة دقيقتين .

● المجال الشمى (f) والذى فيه حساسية الشم للمستميلات الضارة يكون تقيمها بوضع أمونيا فى أحد الأطراف وماء فى الآخر بعد وضع حيوان فى وسط المجال ثم يسجل الباحث المدة المنقضية فى جانب المجال المحتوى على ماء فى فترة خمسة دقائق من الاختبار .

● عجلة النشاط (g) والتى يمكن بها احصاء عدد الدورانات فى فترة طويلة لتقديم مقياس للنشاط طويل الأمد .

● جهاز الهرب من الماء (h) الذى يحدد مظهر التعليم والهرب ويشتمل على مربى مائى على درجة حرارة حوالى ٢٥° درجة مئوية . وصندوق صغير للتقيد بباب أفقى (محور) موضوع فوق الماء فى أحد الأطراف وفى الطرف الآخر المعاكس قطعة مثقبة سلكية ممتدة فى الماء لتعمل كمخرج – وتتكون المحاولة بوضع الفأر فى صندوق الحجز وترتيبه فى اتجاه فتحة الخروج يفتح الباب المسحور ويسقط الفأر فى الماء وبالتالى يمكن قياس فى خمسة محاولات ميله أو محاولته العوم .

● التدرج الحرارى (i) يتراوح ما بين ١٠° سنتجراد إلى ٥١° سنتجراد وتستعمل لقياس تفضيل الفأر للحرارة .

● المجال السمعى (j) والتى يمكن قياس التفضيل أو الكراهية إلى مستميلات السمع . وفى نهاية كل ذراع من الجهاز يوضع مذياع والذى يغذى بموجه ١٤,٠٠٠ HZ بمولد سمعى وكذلك بمستميلات سمعية – ويوضع الحيوان فى وسط المجال ويسمح له بالتزود لمدة ٥ دقائق . ثم ينطلق الصوت من أحد أطراف المجال ويسجل الوقت الذى يقضيه بالحيوان فى أى نهاية والمدى المسجل من الموجبات الأولية تدل على وجود تفضيل للصوت بينما السلبيات تدل على بعض الكراهية للصوت .

ولدراسة الأليل الالبينو فى حيوانات الجيل الثانى فإن النتائج قد تكون غير خالية تماماً من تأثير الارتباط ولو أن ثيسن وأون وكذلك ويت ست **Thiessen, Owen and Whitesti** (١٩٧٠) أعتبروا أن مثل هذه التأثيرات غير مهمة نسبيا . وقد وجد تنظيما مهما له اعتباره فى السلوكيات للتفريق بين الفأر الالبينو وغير الالبينو . حيث أن جين الالبينو يؤدى إلى انخفاض الحساسية العادية للتغير فى الاختلافات البيئية (الأسطح المائلة) وينخفض النشاط فى حالة الضوء الأبيض (الخلية وجهاز الهرب من الماء والانحدار المرئى) ولكن ليست حالة الضوء الأحمر للحقل المفتوح أو عندما يقاس النشاط أوليا فى المسار على عجلة النشاط . ويعكس الالبينو المستوى المنخفض للنشاط بقاءه فى بيئة مضاءة أو سطح خشن أطول من الفأر المبقع . حيث يتجنب كلا الطرازين الضوء ويمكثون على الأسطح الخشنة . وكذلك تستجيب الفيران الالبينو إلى مصدر الصوت بعكس الفير البينو تبتعد بعيدا عن المصدر وتميل كذلك الفيران الالبينو إلى تجنب أكثر المستميلات الشم وكذلك الابتعاد الضوئى الذى ذكر آنفا يبدو أنه أساس فى تفاعل الضوء ولكنه يكون من الواضح صعوبة تفسير الجهاز السلوكى ككل بطريقة متداخلة . والتعميم الوحيد الذى يمكن صياغته أن الفيران الالبينو تكون مترددة بالنسبة لتفاعلها مع التغيرات البيئية والأدلة المؤيدة لذلك توجد بقسم ٩ – ٣ .

وقد درست أربعة عشر تركيبا وراثيا أخرى اشتملت على الاختلافات فى لون جلود الفيران (ولكنها ليست الالبينو) فى السلالة **C57BL/6J** . حيث أنه من الناحية العملية فإن الجين الوحيد الذى يسمح بالتباينات هو موضع الاهتمام وأى تأثيرات سلوكية يمكن ترجع إلى هذا الجين . ويمكن استعمال أربعة اختبارات هى النشاط فى الحقل المفتوح والانتحاء الجغرافى وسلوك الهروب من الماء وكذلك النشاط فى إدارة العجلة . وقد دلت النتائج على أنه من بين ١٤ تركيبا وراثيا مختبرا فإن نسبة٧١٪ تحور بعض من مظاهر السلوك أو بكلمات أخرى أنه ليس من الصعوبة أن نجد تأثيرات . وبالتالى فإنه كلما زاد عدد العينات السلوكية كلما كان هناك تلائما بحيث يمكن تميز الجين المستبدل الذى يؤثر على السلوك . ولذا فإن نسبة ١٤٪ من التراكيب الوراثية تؤثر فقط على السلوك فى الحقل المفتوح وأن نسبة ٣٦ تؤثر فى السلوك فى الحقل المفتوح و/أو الانتماء الجغرافى ونسبة ٥٧٪ فى السلوك فى الحقل المفتوح والانتحاء الجغرافى و/أو لسلوك الهروب من الماء ونسبة ٧١٪ فى واحد أو أكثر من هذه الأربعة سلوكيات . ومن الواضح أن عدد التأثيرات السلوكية تتعلق بأليلات اللون العادى للجلد مؤديا إلى اقتراح أنه أى طفرة غالبا ما يكون لها تأثيرات سلوكية إذا كانت البطارية المستعملة فى الاختبار أكثر شمولية .

٩ – ٢ السلوك فى الحقل المفتوح كصفة كمية فى الفيران

أجرى الكثير من البحوث على الصفات الكمية وعادة بدون التعرف على المواقع المختصة أو على الكروموسومات المشتركة . ويرجع تاريخ دراسة السلوك فى الحقل المفتوح من عهد هول **Hall** (١٩٥١) وبرود هيرست (١٩٦٠ – ١٩٦٧) على الفيران . ويستعمل لذلك سياج الذى يقدم حالة غريبة للحقل المفتوح . وداخل هذا السياج فإنه يمكن الحصول على قياس الانفعالات الحركية التى تحدد بواسطة التبرز والتبول وقياس النشاط الذى يحدد بعدد المربعات التى تخترق فى وقت معين – وكما هو فى قسم ٥ – ٥ فإن التربية اللانتخابية تؤثر على الانفعالات . وقد وجدت علاقة سالبة بين التنقل والتبرز فى الحقل المفتوح (هول **Hall** ١٩٥١ ويرود هرست ١٩٦٧) ويبدوا صحة هذه العلاقة السالبة بالرغم من تأثرها بالاختلافات البيئية قبل الإضاءة والضوضاء (ارشر **Archer** ١٩٧٣) وتتوقف أيضاً العلاقة إلى حد ما على الأنواع والسلالة – والجنس وحجم العينة والتمرس المبكر للموضوع .

ويدل عدد الفيران المدروسة على اختلافات فى النشاط حيث وجد ثمبسون **Thompson** (١٩٥٣) اختلافات بين ١٥ سلالة عندما تختبر فى حلبة مساحتها (٣٠ × ٣٠ بوصة) والأرضية مقسمة إلى ٢٥ مربع وتوضع العوائق على أساس كل مربع . وتستعمل عدد المربعات التى يمكن اجتيازها فى ١٠ دقائق اختبار كرقم للنشاط من ١٥ سلالة وجدت أنها تختلف اختلافا متباينا فى هذا السلوك فقد اختبرت أخيرا ٥ لمستوى النشاط فى الممرات ٧ وكذلك الحلبة (ثمبسون **Thompson** ١٩٥٦) ولوحظ نفس الترتيب للسلالات فى نشاط الحلبة بخلاف واحد وكان ترتيب السلالات فى الممرات ٧ متطابق مع ذلك للحلبة . وهذه النتائج المتوازية تعكس درجة العمومية للموقف فى بيانات هذه الأنشطة وهذا اعتبار هام .

وهذه والعديد الآخر من الدراسات (انظر فولر وثمبسون **Fuller and Thompson** ١٩٦٠) تبين بوضوح أن الأفراد الملاحظة تختلف فى مستوى النشاط فى موقف غير مألوف هو من فعل أو تأثير اختلافات وراثية . ويمكن تطبيق هذا الاستنتاج أيضاً على التبرز **defcation** ويكون السلوك فى الحقل المفتوح مقياس هدفى وكفء سامحا للحجم الكبير من العينات اللازم للتحليل الوراثى التفصيلى وقد قام دفريز وهجمان **DeFries and Hegmann** (١٩٧٠) بتحليل تفصيلى للاختلافات فى السلوك فى الحقل المفتوح لسلالتين من الفيران مرباه داخليا وكذلك للأجيال القادمة منهم . والسلالات الأبوية C57BL/6J, BALB/cJ معروف أنها تختلف اختلافا واسعا فى السلوك فى الحقل المفتوح .

والحقل المستعمل هو مربع (٣٦ × ٣٦ بوصة) من زجاج مطلى أبيض مقسم إلى ٣٦ مربع كل منهم ٦ × ٦ بوصة وقد أجرى الاختبار على فيران عمرها ٤٠ ± ٥ يوم حيث يقاس النشاط كمجموع عدد حزم الاضاءة (المستعملة فى تعين حدود المربعات) التى تعترض أثناء ٣ دقائق اختبار والعدد الكلى لكريات البراز الناتجة . وقد أخذت البيانات على السلالات الأبوية المرباه داخليا P_2 وكذلك الجيل الأول F_1 والجيل الرجعى والجيل الثانى وكذلك الجيل الثالث وخمسة أجيال انتخابية فى كلا الاتجاهين بمعنى النشاط الأعلى والأقل فى الحقل المفتوح .

وقدرت الكفاءة الوراثية على أساس البيانات للأباء والجيل الأول F_1 ، BC_1 والجيل الرجعى الأول للأب الأول (الجيل الأول × الأب الأول) وللأب الثانى BC_2 (الجيل الأول × الأب الثانى) والجيل الثانى F_2 بعد تطبيق الجذر التربيعى للتحويل إلى كلا النشاطين وعدد الحاملين . وقد أجريت هذه التحولات لمحاولة تحقيق عيارا للمقياس – مسألة نوقشت فى قسم ٦ – ٣ ولذلك فالكفاءة التوريثية التى أحصيت يمكن تقديرها على نظام ٠٣,٤ (جدول ٩ – ٤) وبمقارنة قسم A بقسم D فى جدول ٩ – ٤ فإن الكفاءة التوريثية بمعناها الضيق h^2_n تكون عموما أقل قليلا عن الكفاءة التوريثية بمعناها الواسع h^2_b مما يدل على أن معظم الاختلافات الوراثية ترجع إلى تباينات وراثية مضيفة . ويمكن أيضاً حساب الكفاءة التوريثية من انحدار النسل على متوسط الأب (قسم ٦ – ٩) وكذل من التلازم بين النصف إخوه **halfsib** وحالما تنتج مشكلة حيث أن الكفاءات التوريثية بالرغم من أنها أكبر من الصفر(إلا الإناث فى التلازم النصف أخوى) فإنها تتباين كثيراً بناءاً على طريقة التربية مما يؤدى إلى جدل حول التأثيرات الغير ملائمة للمقياس وللتفاعلات الوراثية البيئية أو أى مشاكل فى البيانات وتواجه نفس المشاكل بالنسبة للتبرز . والكفاءة التوريثية للتبرز تكون أقل بكثير عن النشاط مما يدل على تقدير عال للمكون البيئى لهذا السلوك وتكون الكفاءة التوريثية للتلازم فى الإناث النصف أخوية سالبة (ولكن غير مؤكدة) ولكن الكفاءات التوريثية الأخرى تكون موجبة والبعض يكون مؤكدا ويمكن أن نسأل لكلا الصفات أى من القيمات التوريثية هى المقياس الأحسن ؟ والطريقة المحتملة للوصول إلى ذلك هو أن تحدد الكفاءة التوريثية بالمنطلقة (h^2_n) من تجربة الانتخاب المباشر (قسم ٦ – ١١) .

وتقوم هذه التجارب الخاصة بالنشاط الحقلى المفتوح على أساس عشيرة قوامها ٤٠ نسلا تختار اعتباطيا من الجيل الثانى من الحيوانات المستعملة فى التحليل الأولى (وتقضى التعليمات أن الولدات يجب أن تحتوى على الأقل ذكرين وأنثتين) . وينتخب الذكور

جدول ٩ - ٤ : الكفاءة التوريثية بمعناها الضيق h^2_n وكذلك بمعناها الواسع h^2_b للنشاط وحساب التبرزات للفيران بالنسبة للسلوك فى الحقل المفتوح .

A. h^2_n from parental, F_1, BC_1, BC_2, and F_2		
	الذكور	الإناث
النشاط	0.58 ± 0.06	0.28 ± 0.04
التبرز	0.42 ± 0.07	0.36 ± 0.06
B. h^2_n من المحدار النسل على الأب المتوسط		
	الذكور على الأب المتوسط	الإناث على الأب المتوسط
النشاط	0.24 ± 0.12	0.19 ± 0.12
التبرز	0.04 ± 0.09	0.17 ± 0.08
C. h^2_n من التلازمات للنصف أخوية		
	الذكور	الإناث
النشاط	0.50 ± 0.32	−0.25 ± 0.31
التبرز	0.30 ± 0.32	−0.29 ± 0.31
D. h^2_n from parental, F_1, BC_1, BC_2, and F_2		
	الذكور	الإناث
النشاط	0.63 ± 0.06	0.49 ± 0.06
التبرز	0.39 ± 0.06	0.38 ± 0.06

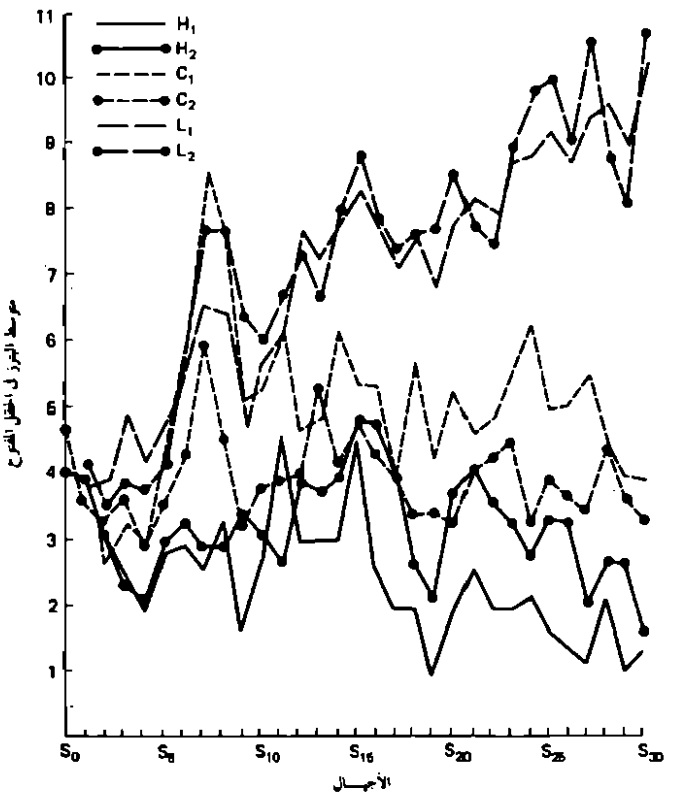
المصدر : دفريز وهجمان (١٩٧٠)

والإناث الأكثر نشاطاً وكذلك الذكور والإناث الأقل نشاطا من بين كل ١٠ ولدات . وتلقح اعتباطياً كل من ١٠ ذكور العالية النشاط مع ١٠ إناث عاليه النشاط فى عمر حوالى ٦٠ يوما وذلك لإنتاج نسلا ممثلا للجيل المنتخب الأول (S_1) لسلالة عالية النشاط (H_1) . وبالمثل تتزاوج اعتياطيا ١٠ ذكور قليلة النشاط مع إناث لإنتاج جيل (S_1) ولسلالة قليلة النشاط (L_1) . (وتتزاوج ولدات الأباء L_1, H_1) . بالإضافة تنتخب ذكور وإناث عالية وقليلة النشاط من ١٠ ولدات أخرى وتتزاوج اعتباطيا داخل كل مستوى نشاط ويمثل نسلهم S_1 لسلالات L_2,H_2 . أما المقارنة فتمثل لسلالتين غير منتخبتين C_1, C_2 (ارجع إلى دفريز وهجمان **De fris and Hegmann** ١٩٧٠ لتفصيلات أكثر) .

وخلال خمسة أجيال من الانتخاب فإن هناك استجابة واضحة وثابتة للانتخاب والتى من خلاله يمكن حساب الكفاءة التوريثية . ويعد خمسة أجيال انتخابية فإن الكفاءة التوريثية الناتجة h^2_n كمقياس للاستجابة للانتخاب (R) مقسوما على

التباينات الانتخابية (s) (قسم ٦ – ١١) كانت ٠,٣١ ± ٠,٠٤ لعال النشاط H_1 بالنسبة L_1 الأقل و ٠,١٩ ± ٠,٠٧ لعال النشاط الثانى H_2 بالنسبة L_2 والقيمة المحمية لذلك ٠,٢٦ ± ٠,٠٣ . وهذا متوافق تماماً مع انحدار النسل على الأب المتوسط لجيل واحد (جدول ٩ – ٤) ولذلك فإنه تحت مثل هذه الدراسة فإن انحدار النسل على الأب المتوسط يمكن أن يناقش على أنه جيد فى التنبؤ .

ولكن لا توجد أسباب نظرية بأن ذلك يجب أن يكون دائماً حقيقى أو صحيحا بالنسبة للفقيدات والافتراضات التى تلائم مثل هذه الحسابات . بالإضافة انظر قسم ٦ – ٩ المصادر الانحراف المحتملة باستعمال هذه الطرق المعنية . وتمثل الصعوبة فى تفسير الأمثلة كشاهد على المشكلة التى تحد التفسير فى تحليل وراثة السلوك . ويورخ ذلك هناك نتيجة لمثل هذه الصعوبات .



شكل ٩ – ٢ : حساب متوسط النشاط الحقل المفتوح لستة سلالات من الفيران انتخبت اثنان للنشاط العالى (H_2, H_1) واثنان للنشاط المنخفض (L_2, L_1) واثنان من تزاوج اعتباطى داخل السلالات لعمل كمقارنة (C_2, C_1) (عن دفريز وجرافيس وتوماس ١٩٧٨) .

والآن فإن تجارب الانتخاب استمرت ٣٠ جيلا (شكل ٩ – ٢) بزيادة أكثر من ثلاثين ضعفا فى متوسط النشاط من السلالات العالية والمنخفضة (دفريز وجرافيس وتوماس DeFries, Gervais and Thomas ١٩٧٨) . وحتى عند ٣٠ جيلا فليس هناك دليل على الاقتراب من حد أقصى للانتخاب . وحساب التبرز فى الحقل المفتوح لسلالات قليلة النشاط تكون أعلى حوالى سبعة مرات عن تلك للسلالات عالية النشاط مجمدة التقارير السابقة (انظر قسم ٦ – ١١) للتلازم الوراثى السالب العالى من هذه الصفات .

ويجب أن يبقى روج هذه الدراسة المذكورة – ويظهر التحليل السابق أن النشاط الحقلى المفتوح هى صفة كمية بافتراض تحكم عوامل متعددة مضيفة . ومهما يكن فقد وجد تأثير للجين الكبير على النشاط كما نوقش فى الأقسام السابقة حيث يكون للفيران الالبينو نشاط قليل وكذلك عد عال للتبرز عما هو بالنسبة للحيوانات الملونة . ويقاس الأهمية النسبية لتأثير الجين المفرد بتحديد مساهمة التباين الوراثى المضيف المتعلق بهذه السلوكيات وقد أحصى الانعزال للموقع c لحساب نسبة ١٢٪ للتباين الوراثى المضيف للنشاط الحقلى المفتوح ونسبة ٢٦٪ للتباين الوراثى المضيف للتبرز ولذلك فبالرغم من وجود تأثير مهم للجين الكبير فإنه يبقى جزء كبير نسبيا من التراكيب الوراثية المختبرة ويرجع إلى الانعزال فى عددٍ غير معلوم من الأماكن الغير معرفة .

٩ – ٣ الصفات الكمية فى الفيران . التعدد السلوكى للأشكال المظهرية

الملاحظ من مجاميع عديدة من البيانات فى الفيران (وكذلك فى الجرذان) وجود علاقة سالبة بين النشاط والعاطفة فى حقل مفتوح تحت نوع من المواقف الوراثية (مثل المقارنة بين الجينات الكبيرة والسلالات المختلفة وكذلك فى السلالات المنتخبة للنشاط العالى والمنخفض وكذلك لعدد التبرزات العالية والمنخفضة) مما يدل على تعقيد المظهر الكلى للسلوكيات . وزيادة على ذلك كما هو مذكور فى قسم ٦ – ١١ ففى سلالات برودهرست Broadhurst (١٩٦٠) للفأر انتخبت لحساب التبرز العالى والمنخفض فقد وجد تلازما للاستجابة لكل الصفات بعضها سلوكى والآخر وظيفى ليتفق مع ما هو متوقع بالنسبة لتجزئة العاطفة فى السلالة الفعالة والغير الفعالة . وبالاضافة فقد وجد بليزارد Blizad (١٩٧١) الفيران الفعالة لها معدل قلبى عال بعد التناول عما يحدث فى الغير فعال . وسوف يقودنا هذا إلى أن نسأل عما إذا كان هناك عموما مظهر سلوكى behavioral phenotype يرجع إلى تركيب وراثى معين و بكلمات أخرى هل يؤدى

تركيب وراثى معين إلى مجموعة من السلوكيات كما أقترحت بالنسبة لموقع الالبينو ؟ . ومن الصعب وضع إجابة تامة ولكن الأدلة تفضلها كعمل قرضى . بالرغم من أنه فى العديد من الحالات تكون غير ملائمة لتجارب التربية التى أمكن القيام بها .

وافتراض مظهر سلوكى معقد راجع إلى تركيب وراثى معين قد اقترح بواسطة **Parsons** بارسونز (١٩٧٤ b و ١٩٧٢ a) للنشاط (للحقل المفتوح والمروَّد) والعاطفة والوزن فى الثلاثة سلالات تحت الدراسة المرباه داخليا للفيران BALB/c, C57BL وكذلك C3H (جدول ٩ – ٥) . وتعتبر السلالة C57BL أعلى سلالة حيث تكون أكثر نشاط فلها أكبر نشاط استكشافى والأقل عاطفة بينما BALB/c على العكس تماماً والسلالة C3H تعتبر وسط ولكن غالبا ما تكون قريبة جدا من C57BL . ويجب أن نضغط هناك على أن أى تحليل لهذه الصفات فى الجيل الثانى F_2 والتلقيح الرجعى يكون ضروريا لتحديد درجة بقاء الصفات معا فى وراثتها . حيث أن التعليقات على المظهر السلوكى غالبا ما تكون غير نهائية .

ويمكن باستعمال السلالات النقية وكذلك المجاميع الطافرة أن نظهر أن معظم الاختلافات فى الشكل المظهرى للهيكل ترجع إلى الوراثة بين السلالات (جرنبرج **Grüneberg** ١٩٦٣) وفى الحقيقة فقد اقترح جرنبرج وآخرين أن العديد إن لم يكن معظم الاختلافات البسيطة فى الهيكل هى تعبيرات عامة أو خاصة لحجم الاختلافات

جدول ٩ ٥ : ترتيب سلالات ثلاث من الفيران للصفات المظهرية والبيولوجية والسلوكية

الصفة	الترتيب
النشاط الحقلى المفتوح	C57 > C3H > BA
النشاط الاستكشافى	C57 > C3H > BA
العاطفة الحقلية المفتوح	BA > C3H > C57
* الفطرات بدون صدمة	C3H > C57 > BA
الوزن	BA > C3H > C57
الإختلاف الهيكلى	BA > C3H > C57
التفصيل الحرارى	C57 > C3H ≫ BA
حرارة الجسم	BA ≫ C3H ≈ C57
كفاءة قراءة البطن	C57 > C3H ≫ BA
† طول الزيل	
٥٥ – ٥٨ يوم بعد القياس	BA = C3H ≈ C57

* C57 = C57BL: BA = BALB/c.

انظر جدول ٩ – ٦

انظر جدول ٩ – ٧

المصدر : بيانات هور وبارسونز (١٩٦٧) **Howe and Parsons** وروزوبارسونز (١٩٧٠) **Rose and Parsons** سلكوك وبارسون (١٩٧٣) **Silcock and Parsons** .

ولهذه الأسباب فقد قسم هورودبارسونز **Howe and Parsons** (١٩٦٧) هياكل الفيران لثلاثة سلالات لوجود أو غياب ٢٥ اختلافا هيكليا بسيطا حيث أن ١٥ منها تؤثر فى الجمجمة و ٨ العمود الفقرى و ٢ الزوائد الهيكلية . ويمكن الحصول على معدل قياس الانحراف بين السلالات وذلك بنسبة حدوث أى اختلاف فى السلالات كما أعطى فى برى **Berry** (١٩٦٣) . وقد أوضحت البيانات عن مدى الانحراف الهيكلى بين السلالات **BALB/c > C3H > C57BL** (جدول ٩ – ٥) وتتعلق بالاختلافات الوراثية والانحرافات فى المظهر الهيكلى وحدوث اختلاف كبير هيكلى قد يتعلق بصراحة بوزن الجسم كما اقترح بواسطة جرنبرج **Grüneberg** (١٩٦٣) . بالرغم من أن عدد السلالات المختبرة محدود ، هذه النتائج تسمح للفرد بمناقشة احتمال وجود علاقة تلازمية بين التركيب الوراثى والمظهر الهيكلى والوزن وكذلك مختلف المقاسات السلوكية . وهذا الجدل يمكن قبوله بداهة حيث أن الاختلافات الهيكلية من المفروض أنها تتعلق باختلافات فى العضلات والأعصاب والأجهزة الوعائية ومن المفروض أن مثل هذه الاختلافات لها نتيجة على المستوى السلوكى . ولذا فحتى إذا لم تكن للمناقشة تعميمات تامة فإنه يبدوا من الأفضل أخذها فى الاعتبار فى دراسة أى صفة كمية سلوكية . التعميم أو طرق أخرى قد تساعد فى الأخذ فى الاعتبار سلالات أخرى وبهذا الخصوص فإن جداول ستانس (١٩٦٦) وآخرين تبين أهمية السلالات المختلفة . وكما هو واضح من بحوث لندزى وتيسن **Lindzey and Thiessen** (١٩٧٠) فإن هناك كمية كبيرة من المعلومات على مختلف السلالات والكثير منها تشتمل على صفات سلوكية ولسوء الحظ فبالرغم من دراسة معظم السلالات والسلوكيات فإن الكثير من الدراسة المكثفة تكون نادرة بالنسبة لمستميلات السلوك فى معظم السلالات .

وفى نفس الثلاثة سلالات من الفيران فإن مقياس التعلم يحدد باختبار التحكم فى الاجتناب (روز وبارسونز **Rose and Parsons** ١٩٧٠) ويشمل الجهاز المستعمل صندوق يرى من خلاله من البرسيكس **Perspex** بأرضية مثقبة . وتقسم الأرضية إلى قسمين متساوين بحاجز وسطى منخفض . ويمكن استعمال الصدمة إلى أى جانب وكذلك الحاجز الوسطى ويعطى الحاجز صدمة ليمنع الفأر من « الجلوس على السور » ويوضع الفأر فى هذا الجهاز لمدة ١ دقيقة ويفتح المصدر الضوئى الموجود أعلى الجهاز وبعد ثانيتين تسرى الصدمة إلى قدم الفأر من خلال اللوح الأرضى المعدنى المثقب . ثم يسجل الوقت من بدأ الإشارة الضوئية حتى قفز الفأر للحاجز الوسطى إلى الجانب الأمان . وتسجل أوقات القفزة الأولى فى الجهاز حيث تستعمل كمقياس « بداية

التفاعل للصدمة ثم ينقل الفأر من الجهاز ويسمح له بالاستراحة لمدة دقيقة ثم يعاود الاختبار لصدمة أخرى وكل ما يؤخذه الفأر مجتمعا ١٠ محاولات للإصابة بصدمة فى التتابع التالى :

- أربعة محاولات، بفاصل دقيقة .
- استراحة لمدة ساعة .
- ثلاثة محاولات إضافية، بفاصل دقيقة .
- ٢٤ ساعة راحة .
- ثلاثة محاولات أخيرة، بفاصل دقيقة .

ويبين جدول ٩ – ٦ نسبة القفزات بدون صدمة (القفزات إلى الجانب الآمن من الجهاز بعد فتح الاشارة الضوئية ولكن قبل عمل الصدمة) ويمكن أن تستعمل المحاولات من ٢ – ١٠ لتقدير هذه المقاييس . وتحدث أكبر نسبة من القفز بدون صدمة للمحاولات ٧,٤ وكذلك ١٠ بعد نهاية كل مجموعة من المحاولات وتحدث نسبة منخفضة للمحاولة الأولى فى كل سلسلة بعد الراحة كما هو متوقع . ويكون نظام تفوق السلالات C3H ≫ C57BL > BALB/c الذى لا يتوافق مع التتابع التى حصل عليه للنشاط والعاطفة . ولذلك فالتلازم لا يستمر بين الشكل الظاهرى والسلوك المظهرى . وفى هذه الحالة فإن الارتباط بين الجينات والتتابع السلوكى يمكن أن يعتبر أقل مباشرة عن الأشكال المتعددة البسيطة للسلوك التى نوقشت سابقا وذلك لإقرار أهمية المكونات المدروسة . وتظهر البيانات بعض الاختلاف نتيجة لعدد التجارب أو المحاولات .

وحتى إلى تجربة BALB/c > C57BL, ولكن يتغير الموقف بعد ذلك (C57BL > BALB/c) وتمثل هذه تداخل ما بين التركيب الوراثى والبيئة خلال التجارب حيث تأخذ السلالة C57BL للفيران وقتا طويلا لتسجيل النقاط وحتى هذا فإن سلالة الفيران C57BL تنتهى بتسجيلات عالية فى التجربة الأخيرة . وتكرر التجربة باستعمال طرق متشابهة ولكن باستعمال جهاز يشبه الجرس الكهربائى عن استعمال الضوء كاشارة (بيانات غير منشورة لورز وبارسونز **Rose and Parsons**) واستعملت التتابعات فى ١٠ تجارب . فبعد التتابع الأول C57BL > BALB/c > C3H ولكن بعد التتابع الثانى فإن C57BL, C3H يكونا متشابهين تماماً ولكن يتفوقا على BALB/c وتحدث الاختلافات تبعا لطريقة التقيم – والنتيجة كانت غير مفاجئة حيث أظهرت كراهية الضوء المعروفة للفيران BALB/c .

جدول ٩ – ٦ : نسبة القفزات بدون صدمة فى المحاولات ٢ إلى ١٠ المسجلة للذكور الفيران لثلاثة سلالات

عدد المحاولات	BALB/c	C3H	C57BL	BALB/c × C3H	BALB/c × C57BL	C3H × C57BL
2						1.3
3	0.7	14.8		3.1	2.2	9.3
4	2.8	22.2	2.0	10.2	9.6	22.7
5	1.4	16.0	1.0	2.0	7.4	12.0
6	0.7	20.0	3.2	19.4	14.8	17.3
7	3.6	20.0	7.4	20.4	29.6	32.0
8	1.6	4.5	6.9	12.7	18.9	12.0
9	4.0	13.6	9.7	11.4	23.6	24.0
10	9.5	31.8	12.5	16.5	37.8	29.3
كل المحاولات	2.6	15.8	4.3	10.4	15.8	17.8

القواعد فى جنس الجدول تمثل القوة التالية

المصدر : روز وبارسونز Rose and Parsons (١٩٧٠) .

ويكون للمعاملات الأخرى أهمية أيكولوجية مؤكدة بالقائمة فى جدول ٩ – ٥ ويحدد التفضيل الحرارى فى قفص بدرجة التدرج الحرارى على طول الأرضية حيث تتراوح من ٢٣° إلى ٤٣° سنتجراد فى مسافة طولها ١٢٠ سم (سيلكوك وبارسونز Silcock and Parsons ١٩٧٣) ويمكن رؤية الفيران حقيقة وهى تختار درجة الحرارة المفضلة . وتتكون العملية السلوكية من تخفيض الفأر لبطنه على سطح أرضية القفص كما يتحرك فى قسم معين وبالتالى فإن ثباته فى الوضع الذى من المفروض أن تكون حرارته ملائمة له فى كثير من الأحيان اتنام الفيران BALB/c, C3H على هذه الأوضاع حيث أن السلالة BABL/c تفضل درجة الحرارة المنخفضة (جدول ٩ – ٧) . وتتعلق بهذا درجة حرارة الجسم المرتفعة (كما تقاس من فتحة الشرج فى ٣٠ ثانية من الموت بترمومتر سريع قارىء) وقلة فى كثافة الفراء البطنية (ويختار البطن لأهميتها الظاهرية فى انتخاب الحرارة المثلى) .

هناك تلازما موجبا بين كثافة الفراء والحرارة المنتخبة بالسلالات المختلفة متعلقة بعلاقة سالبة بين هذه المتغيرات ووزن وحرارة الجسم وبسبب كبر سلالة الفيران BABL/c فإن لها مساحة سطحية بسيطة/ نسبة الحجم حيث تفضل فى الأجواء الباردة ولذلك فإنه قد يتوقع انتخابه حيث أنه فى الأجواء الباردة قد يتوافق معدل التحول الغذائى العالى فقد يدل هذا ارتفاع درجة حرارة الجسم فى هذه الفيران . وعلى أساس

جدول ٩ – ٧ : التفضيل الحرارى – متوسط الوزن – حرارة الجسم – كثافة فراء البطن وطول الذيل لثلاثة سلالات من الفيران وهجنهم مختبرة فى عمر ٥٥ إلى ٥٨ يوم

السلالة	درجة الحرارة المرصلة (°C)		متوسط الوزن بالجرام (g)	
	ذكور	إناث	ذكور	إناث
1. BALB/c	25.67	26.30	24.0	20.6
2. C3H	36.76	35.92	21.5	19.0
3. C57BL	34.30	37.47	21.1	18.1
4. C57BL × C3H	30.94	37.95	22.5	19.8
5. BALB/c × C3H	30.00	30.65	22.8	19.3
6. BALB/c × C57BL	33.10	37.25	23.6	20.6

السلالة	حرارة الجسم °C	كثافة فراء البطن الشعر /mm²	طول الذيل (cm) الذكور	الإناث
1. BALB/c	38.03	31	8.3	8.1
2. C3H	35.95	64	8.4	8.2
3. C57BL	35.55	59	8.0	8.0
4. C57BL × C3H	37.05	63	9.1	8.9
5. BALB/c × C3H	37.29	64	9.0	9.0
6. BALB/c × C57BL	36.98	64	8.9	8.8

المصدر معدل من سيكلوك وباسونز (١٩٧٣) Silcock and Parsons .

أفتراض هذه الملاءمة فإن كثافة الفراء العالية قد لا يكون لها أهمية بالنسبة لهم . وبعكس ذلك فإن الفيران C3H, C57BL لها حرارة جسم منخفضة وكثافة أعلى من الفراء وخفيفة فى الوزن – ففى البيئات الدافئة فمن الواضح أن الحرارة تكون أقل تأكيدا عن البيئات الباردة حيث أنه تحت هذه الظروف فإن هناك توقعا للانتخاب الطفيف لدرجة حرارة الجسم العالية . ولذا فيبدوا أن التفضيل الحرارى يتعلق بالشكل الظاهرى والصفات البيولوجية المعروفة كالوزن والتحول الهيكلى وحرارة الجسم وكثافة الفراء.والمظهر السلوكى الملاحظ أثناء عملية التفضيل الحرارى يظهر انتخابا مباشراً،مما يدل على أن السلوك يكون فطريا بالضرورة .

وهناك مناقشات فى البحوث على دور الذيل كعضو منظم للحرارة . وبيانات السلالات فى جدول ٩ – ٧ توضح عدم وجود اختلافات مؤكدة فى طول الذيل بين السلالات . وعلى الرغم من ذلك فإنه ينظر إلى الذيل على أن له وظيفة فى تنظيم الحرارة (هاريش وموزنون وفينر Harrisan, Morton and Weiner ١٩٥٩) وبيانات سيلكوك

وبارسونز Silcock and Parsons (١٩٧٣) وبيانات أخرى منشورة اقترحت الخلاصة بأن طول الذيل قد يكون أهمية أقل فى التفضيل الحرارى عن المتباينات الأخرى المذكورة هنا . وبالرغم من ذلك فإن هناك اختلافات طبيعية فى طول الذيل مثل هذه الفيران غالبا ما تكون فى بيئة باردة ولكن ليس دائماً لها ذيل أطول عن تلك الفيران الموجودة فى البيئات الحارة (Berry برى ١٩٧٠) .

وتدعم قيم التعلم وبيانات طول الذيل عند الأخذ فى الاعتبار بيانات الهجن (جداول ٩ – ٦ و ٩ – ٧) وتحدث ظاهرة قوة الهجين لمقاييس التعلم بين اثنين من الأزواج المهجنة BALB/c × C57BL C3H × C57BL ولكل الهجن بالنسبة لطول الذيل . ولا تظهر أى من الصفات الأخرى المدونة بجدول ٩ – ٥ ظاهرة قوة الهجين ولذا فإن الاثنين من الصفات المستثناه على أساس ترتيب الثلاثة سلالات جديرة باظهار قوة الهجين (والانخفاض فى التربية الداخلية) . وقد نوقش أن مثل هذه الصفات تتعلق جزئيا أو كليا إلى الانتخاب المباشر فى اتجاه الهجن (ماذر Mather ١٩٦٦) وهى صفات ذات علاقة مباشرة نسبيا بالموافقة . ويكون من الواضح ملاءمة الانتخاب المباشر المؤكدة للقدرة السريعة للتعلم بالرغم من عدم وضوحها بالنسبة للذيول الطويلة . وربما يكون طول الذيل يتعرض فى وقت واحد إلى انتخاب مباشر وثابت ويظهر هذا الاحتمال فى بعض العشائر النباتية :(آلارد وجين وركمان Allard, Jain and Workman ١٩٦٨) والصفات التى لا تظهر قوة هجين أو انخفاضا فى التربية الداخلية قد نوقشت على أنها نسبيا محيطاً لكل مقومات الملاءمة وتكون عرضة للانتخاب الثابت . ويكون هناك علاقة واضحة ومباشرة نسبيا لهذه الصفات الأخيرة من التركيب الوراثى إلى المظهر الفسيولوجى إلى السلوك وكذلك قد توجد علاقة ما بين السلوك المظهرى والتركيب الوراثى برغم تأكيدنا فالأمر يحتاج إلى دراسة العديد من الهجن للتوافق مع هذا الاقتراح (أوتحوره) وتظهر بيانات أخرى قوة هجين لصفات ذات محتوى تعليمى ويشمل تلك بواسطة Collins (١٩٦٤) فى إحداث استجابات بالنسبة للتجنب – وبواسطة واهلستن (١٩٧٢) لمراجع كثير من التجارب ولعدد من الواجبات تتراوح من بسيط إلى معقد بواسطة أنيسمان (١٩٧٥) ونقتبس عن أنيسمان (١٩٧٥) :

تعتبر مظاهر الوراثة ذات طبيعة متوسطة بالنسبة للواجبات البسيطة التيط نسبيا وفى المواقف النشطة والمتفاعلة وبزيادة الواجبات تعقيدا بمعنى رتل من الصدمات واحتمالات الاستجابة للصدمة سوف يتغير التوارث كلية فى حالة التجنب فقد لوحظ تماماً سيداة تامة بينما فى الواجبات التى بها حركة فإنه يبدو أن القاعدة هى السيادة الفائقة .

ويفترض أن واجب الحركة والتجنب يتكون من عديد من الأشكال الظاهرية التى يجب أن تتعاون بالمقارنة بالواجبات البسيطة ويبدوا أنها القاعدة فى مثل هذه الواجبات المعقدة المشتملة على التعلم والضعف من التربية الداخلية المتلازم مع قوة الخلط . وايضاح آخر لمثل هذا تلك الصفات التى تظهر قوة خلط فإن هناك ميلا التباينات فى الهجن أن تكون أقل عن تلك فى السلالة النقية وتبدو هذه حقيقة واضحة لعدد من الصفات السلوكية كما نوقش بواسطة بارسونز (١٩٦٧ b) . ويعنى هذا أن الهجن تعتبر خير موازن عن السلالات النقية نفسها ضد الاختلافات البيئية المتناسقة وغير المتناسقة ويشار لمثل هذه التعادلات على أنها موائمة سلوكية فى قسم ٦ – ٢

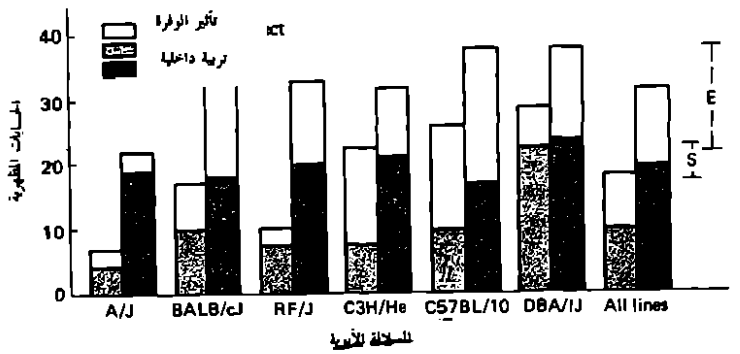
وبالأخذ فى الاعتبار البيانات التى تقارن مختلف السلالات فى الفيران . فقد وجد رودجرز ومك كلين **Rodgers and Mc Clearn** (١٩٦٢) عند اعطاء الفيران فرصة الكحول مختلف التركيزات فإنه يكون ترتيب الثلاثة سلالات بناء على متوسط الاستهلاك اليومى C57BL > C3H > BALB/c. ولتأدية التعلم فقد خلص ماك كلين (١٩٧٢) من الحصر والبحوث أن الفيران C3H تكون عموما منفذات ضعيفة عن C57BL, BALB/c فى العديد من التجارب ولكن تقوم نسبيا بالأداء الجيد فى موقف الهروب من الماء وفى جهاز صندوق التجنب الحركى. ولذا فكما سبق أن ذكر فقد أمكن الحصول على نتائج عديدة متباينة معتمدة على كيفية تقييم التعلم .

وقد أحص ارلنمير **Erlenmeyer-Kimling** (١٩٧٢) البحوث على عدد من السلالات بالنسبة للخبرة المبكرة . فقد وجد أن معدل استجابة السلالة C57BL أكثر عن باق السلالات فى جميع المعاملات مطابقا بذلك الملاحظات التى أبداها جنزبيرج (١٩٦٧) **Ginsburg** وهندرسون **Heenderson** (١٩٦٨) وآخرين لخضوع السلالة C57BL للاختلافات البيئية وتظهر السلالة BALB/c عموما استجابة طفيفة بالنسبة للمعاملات المستخدمة بينما تظهر السلالة C3H استجابة وسطية – وليست نتائج السلالة BALB/c مبهرة من النظرة المعروفة عن تردد الالبينو بالنسبة لتفاعله مع التغيرات البيئية – أما بالنسبة للسلالات C3H, C57BL فإن هناك اختلافات فى الخلفية العامة مثل العزل و الوفرة البيئية أو إضاءة القفص قد تكون أقل أهمية عن الأكثر تخصصا واحتمالا لاحداث الضرر مثل الصدمة اليدوية أو المواد الضارة بالانف . وقد يكون العكس صحيحا بالنسبة BALB/c ولذلك لتغير تأثيرات الخبرة المبكرة فقد يكون من المحتمل أن نكتب:

C57BL > C3H > BALB/c. بالرغم من ذلك فقد أعطت البحوث بعد ذلك انتباها إلى تلك الصفات التى تشتمل ضروريا على التعلم .

بالنسبة للتعلم فقد قام هندرسون **Henderson** (١٩٧٠) بتحليل أخصائى حسابى باستعمال مهمة البحث عن الطعام فى ٦ × ٦ من الهجن المتكاملة (ستة سلالات من الفيران و ٣٠ جيل أول هجين) . وقد استعمل بيئتين إحداهما أقفاص معملية وبيئة خصبة وتبقى قبل الاختبار ٤ أيام ويسمح للفيران بنشاطات حركية بالإدراك الحسى بعكس الأقفاص فالأداء أقل كثيرا عما هو متاح فى البيئة العادية البرية . وحساب معدلات الاختبار فى الهجين فى شكل ٩ – ٣ توضح أن الحيوانات التى تتغذى فى الأقفاص المعملية تماثلها المظهرى منخفض نسبيا بينما الحيوانات القوية التغذية يكون مظهرها طيبا واختلافاتها الوراثية كثيرة . ومن الواضح أن البيئات المحددة تختزل المظهر لكل المجاميع الوراثية إلى أقل عامل مشترك تحت ذلك للمجاميع القوية – ويدل الشكل أيضاً على وجود ظاهرة قوة الخلط فى حسابات هذه الهجن حيث تكون أكبر غالباً على أنها ليست عالية مؤكدا عن متوسطات الأباء ذات القيمة العالية . ودل التحليل الوراثى لكل توافيق الهجن على وجود سيادة مباشرة قوية كما هو متوقع من الواجب المشتمل على التعلم وكذلك تأثير وراثى مضيف واسع له اعتباره بين الحيوانات القوية بالمقارنة بالحيوانات الموجودة فى الأقفاص . وبوضع الاختلافات البيئية فى الحسبان فإننا نحصل على أرقام للاختلافات الوراثية المضيفة هى ٠,١٣ و ٠,٢٩ واختلافات سائدة ٠,١٣ و ٠,٣٥ لمجاميع الأقفاص القياسية و القوية على التوالى . ولذا فتظهر التحليلات الوراثية المتباينة التأثير المبدئى فى البيئات المحددة بشكل اختزال الأهمية الكلية للتأثير الوراثى . وتدل البحوث الأخيرة أن مثل هذه التأثيرات القوية يمكن أن تتضح من خلال فترة زمنية تكون أقل من ٦ ساعات (هندرسون **Handerson** ١٩٧٣) . وهناك علاقة بين التغيرات فى وزن المخ حيث يكون حجم المخ كبيرا فى البيئات الخصبة . ويوضح التحليل الوراثى السيادة المباشرة المؤكدة فى اتجاه المخ الكبير فى الحيوانات القوية فقط بينما يتضح أنه من باقى الحيوانات هناك علاقة معقدة للسلوك مع التغيرات المظهرية (هندرسون **Hendrson** ١٩٧٣) وسوف نعود إلى هذه الطرز المعقدة من التداخلات البيئية الوراثية فى الأبواب الأخيرة ومن الملاحظات المجدية هنا أنه إذا قررنا أن البيئة الخصبة توازن الموقف فى الطبيعة عن تلك البيئة القياسية ولهذا فإن مثل هذه التداخلات قد تكون من الأهمية فى العشائر الطبيعية (مشتملة على العشائر الإنسانية) .

وقد دلت النتائج على وجود عقبة واحدة فى كل أبحاث الوراثة السلوكية على القوارض هى أن التفسيرات ذات الأهمية التطورية تظهر متبوعة بتجمع وتحليل البيانات التجريبية . ويكون من المقنع حقاً أن تبدأ أولا بالتنبؤ . ولذلك فقط ناقش هندرسون



شكل ٩ - ٣ : حساب المتوسط المظهرى لستة سلالات داخلية التربية وكذلك الجيل الأول F_1 الذى يتغذى فى بيئة قياسية (أعمدة رمادية) وأقفاص عينية (أعمدة رمادية وبيضاء) والخطوط المسافية تدل على استجابة التركيب الوراثى للهجين فى البيئات القياسية (S) والقوية (E) فى الأقفاص (عن هندرسون ١٩٧٠ Henderson)

Henderson (١٩٧٨) أنه بالرغم من أن معظم الدراسات على السلوك الحركى أوضحت وجود وراثة وسطية أو بعض السيادة فى اتجاه النشاط العالى ، فأطفال الفيران أقل فى العمر من أسبوع يكون لها مدى محدود من الحساسية البصرية والسمعية متلازم مع قلة التوازنات الحركية . ولذلك فإذا أبعدت الحيوانات عن العش فإن هناك معدلات عالية من النشاط الحركى تكون سيئة التكيف . ولذا فالنشاط يكون نتيجة لتحرك الحيوان بعيدا عن العش أو فى اتجاهه . فالاحتمال الأول يزيد من فرصة تعرض الحيوان لاعداء الطبيعيين مشتملة حتى على الفيران من العشوش الأخرى . وقلة النشاط مع كفاءة عالية فى عملية الاسترجاع الأمى يكون أكثر ملاءمة ولذلك فالمظهر الوراثى للسلوك الحركى فى الفيران الصغيرة جدا يتضح أنها سائدة وراثيا مفضلة قلة النشاط ومتلازمة مع قلة فى درجة التوريث وهذا بعيدا عن المظهر الوراثى للحيوانات الكبيرة . وباستعمال فيران فى عمر ٤ أيام فإن تحليل التلقيح الاختبارى الثلاثى (TTC) يعطى (قسم ٦ - ٥) v_A = ٠,٠٠٧٧ v_D = ٠,٠٠٣٤ v_E = ٠,٠٩٢٠ وذلك فيكون معامل التوريث بمقياسه الضيق h^2_N = ٠,٠٧٥ ولذا فانخفاض معامل التوريث يتلازم مع المكون العالى جدا فى السيادة والذى فى حقيقته فى اتجاه النشاط المنخفض كما هو واضح ولذا فإن انخفاض النشاط الطفولى يكون من الواضح ملاءمته . بالإضافة فقد اختبر هندرسون Henderson (١٩٧٨) بعض الفيران البرية ووجدوا أن النشاط الطفولى يكون أقل من الهجن مما يؤدى إلى اقتراح أن الانتخاب للنشاط الطفولى

المنخفض يحدث فى الطبيعة – وأثناء الاستئناس المعملى هذا الانتخاب من المفروض أن يختزل ولذلك فالنتائج تتفق مع ما يتوقع لصفة سلوكية لها فى الطبيعة ملائمة معنوية ولكن أقل فى المعمل .

وبتتبع تجارب هندرسون (١٩٧٩) **Henderson** مع الاستناجات الأخرى على أساس فيران عمرها ١٠ إلى ١١ يوم ، فإذا أبعدت هذه الفيران عن العش الأمى إلى مسافة ١٠ إلى ١٥ سم فإنهم عادة ما يعودوا ويزحفوا عائدين إلى العش إذا لم يسترجعوا فى الحال . بديهيا يصير رجوع الفيران بسرعة إلى البيت العش أقلمة . ويمكن للشم والحرارة والحواس الأخرى أن ترشد الفيران فى العودة ولذلك يتوقع للنشاط الحركى الموجه فى اتجاه العش أن يكون له مكون سائد معنويا . وبالعكس فإن حركة الفيران للخروج من العش وأن توضع فى بيئة جديدة كلية فإن العلاقة ما بين النشاط الحركى والملاءمة غير واضحة . وكما علق هندرسون **Henderson** على ذلك بإنها اختبار صناعى (ليس له معنى) نادر حتى إذا وجد فى هذه المواقف التى توجد بها انتخاب طبيعى . ويدل قياس النشاط على وجود نسبة بسيطة من السيادة إلى الاختلاف الوراثى المضيف عن تلك المواقف الأكثر طبيعية .

وأظهرت طرق الحساب الاحصائى (TTC وكذلك هجن التوافيق الممكنة) التجريبى (١) سيادة موجهة متعلقة بسيادة فائقة بالنسبة للعودة السريعة الوقتية للعش عند وضع الفيران على مسافة ١٥ سم من العش و (٢) وتباين معنوى وراثى مضيف ولا يوجد تباين سائد عند وضع الفيران فى حالة الاختبار الذى « ليس له معنى » فى البيئة الجديدة . والاستنتاجات أمكن إثباتها وأوضحت أهمية قياس التباينات فى مواقف مهمة بالنسبة للنوع . ولذلك فإنه يبدوا أنه من الممكن الآن أن نقوم بعمل استنتاجات دقيقة بالنسبة للتغيرات الوراثية التى تحدث كمحصلة لمقاسات التباين يتشابه والذى قد يتشابه بعض منه مباشرة بالطبيعة .

وبدأت هذه النتائج فى اقتراح أن الفأر مرشح لدراسة السلوك الوراثى فى العشائر البرية التى توجد فى بيئات واسعة الاختلاف والأسئلة التطورية التى سوف تواجه فى هذا القسم يمكن ارجاعها للطبيعة . وتعتبر تجارب هندرسون **Hendrson** بداية ممتازة وقد لفت بريول **Bruell** الانظار لنظم التعدد السلالى والتحت نوع للفأر **Musmusculus** على مستوى الكرة الأرضية التى تلفت النظر . مثل هذا الاتجاه له إمكانية يمكن الاستدلال عليها من الملاحظات فأر الأيائل **Peronyscus** الذى نوقش فى قسم ١٣ – ٣ والذى

يوضح فيه أن الأشكال الظاهرية المختلفة يمكن أن تتلازم مباشرة مع الانتخاب المكانى . والجدير بالذكر أن نوجه الانتباه لتلك الصفات التى لها أهمية واضحة فى مثل هذه البيئات المنتخبة مثل التفضيل الحرارى والتباينات المتعلقة الموجودة فى جدول ٩ – ٧ وتعريض مثل هذه الصفات إلى تحليل وراثى دقيق عما ذكر حتى الآن .

٩ – ٤ الفيران : السلوك الذكرى الجنسى

يتعلق هذا القسم بالتحليل الوراثى للسلوك الجنسى فى الفأر . وقد وصف ماك جيل McGill (١٩٧٠) سلوك الذكور بعد وضع الإناث بها الدورة النزوية وذلك بالحقن الهرمون .

فى مجموعة متجانسة من الذكور يمكنها معرفة الإناث التى فى الدورة النزوية التى تواجهها مركزاً كل انتباهه على المنطقة الشرجية التاسلية . وإذا حدث تنبه جنسى كاف فإن الذكور تقفز فوق الإناث ممسكة بجانب الانثى بمخالبها بينما تنجز سلسلة من العمليات السريعة المتزامنة كدفع الحوض . وغالبا فإن المحاولة الأولى للإيلاج تبوء بالفشل وتسقط الذكور وتشغل بتظيف أعضائها التاسلية . وعند نجاح الذكر فى المفارئة فإن معدل دفع الحوض تتاقص بشدة بينما اتساعه يزداد ومتوسط الدفع أثناء المفارئة حوالى واحد – نصف ثانية ومن السهل إحصاؤها وأثناء عملية الإدخال فإن الذكر يحفظ أحد الأقدام الخلفية على الأرض ويريح القدم الأخرى على الربع الخلفى للانثى . وعدد الدفعات فى كل إدخال تتابين من عدد قليل فقط إلى ٣٠٠ أو يزيد وبعد الايلاج فإن كلا من الحيوانين عموما ما يشتركان فى تنظيف الأعضاء التاسلية . وهذا السلوك المتابع من إعطاء وإدخال ثم تنظيف الأعضاء التاسلية عادة ما يستمر لحين قذف الذكر . وأثناء الايلاج القذف فإن سرعة الدفع الحوضى تزداد وفى النهاية فإن الذكر يهتز بقوة بينما يحافظ على التغلغل بعمق فى الأنثى . وعند هذه المرحلة فإنه يرفع القدم الخلفية الموجودة على الأرض ليتمكن من الأنثى بالأربعة أطراف . وفى كثير من الأحيان فإن كلا من الحيوانين يسقطان فى جانب واحد . وبعد القذف الذكرى فإن الذكر والانثى يندمجان فى تنظيف الأعضاء التاسلية .

سجلت البيانات المبدئية فى جدول ٩ – ٨ على السلوك الجنسى الذكرى باستعمال سلالات فائقة DBA/2J, C57BL/6J والجيل الأول وذلك لأربعة عشر قياسا ، معرفة هنا . وقد وجدت اختلافات جديرة بالاعتبار بين السلالات النقية لمختلف المكونات للسلوك الجنسى للذكر ، ومن الواضح أن توارث السلوك الجنسى ليس بسيطا حيث أدت البيانات إلى اقتراح ثلاثة طرق مختلفة للتوارث (١) سيادة تركيب وراثى أبوى أو

جدول ٩ – ٨ : الوسيط الاحصائى ومستوى المعنوية لثلاثة مقارنات محتملة لأربعة عشر قياسا للسلوك الجنسى الذكرى لثلاثة سلالات من الفيران .

	الوسيط الاحصائى			مستوى المعنوية		
مقياس	C57BL/6J	DBA/2J	F_1	C57 vs. DBA	C57 vs. F_1	DBA vs. F_1
1	42	85	42	0.02		0.002
2	400	129	546	0.002		0.002
3	17	5	18	0.02		0.02
4	0	20	0	0.02		0.001
5	23	17	19	0.02	0.02	
6	15	20	19	0.02	0.01	
7	2	0.5	0	0.01	0.001	
8	28	137	42	0.002	0.002	0.002
9	2	7	3	0.002	0.001	0.02
10	1	4	2	0.002	0.02	0.002
11	18	16	7		0.02	0.05
12	16	20	25		0.02	
13	107	179	93			0.02
14	1252	1376	1091			

تعريفات للمقاسات :

١ – استار الامتطاء (عدد الثوانى منذ استدام الانثى حتى القطاء الذكر)

٢ – العدد الكلى للدفع مع الايلاج الذى يسبق القذف .

٣ – النسبة المئوية لعدد المرات التى يحض فيها الذكر الأنثى بعد القذف

٤ – الوقت النسبى الذى يمسك فيه الذكر الانثى متبوعا بالقذف .

٥ – استغراق القذف (عدد الثوانى التى يستغرقها الذكر مثبتا بالانثى محتفظا بالتعلق بالمهبل بعد القذف)

٦ – وقت الايلاج (عدد الثوانى من بداية اللامتطاء مع الايلاج حتى نزل الذكر) .

٧ – عدد الرؤوس المتطية خلال السلسلة .

٨ – فترة ما بين الإدخال أو الايلاج (عدد الثوانى من نهاية امتطاء فرد مع الايلاج حتى بداية الامتطاء التالى) .

٩ – زمن الامتطاء (طول الامتطاء بالثوان بدون الايلاج) .

١٠ – فترة الامتطاء قبل الايلاج (عدد الثوانى من بداية الامتطاء بدون الإدخال حتى إدخال قضيب الذكر فى مهبل الانثى وحدوث أول دفع بعد الايلاج) .

١١ – عدد الامتطاءات بدون إدخال للمجموعة .

١٢ – عدد الدفعات التى تؤدى إلى إدخال .

١٣ – كمون الايلاج (عدد الثوانى من استدام الانثى حتى تمكين الذكر من الادخال) .

١٤ – كمون القذف (عدد الثوانى من بداية أول أيلاج حتى بداية القذف)

المصدر : ملك جل McGill (١٩٧٠) .

آخر (مقاسات من ١ إلى ٤ حيث تكون السلالة C57BL سائدة ومن ٥ إلى ٧ تكون السلالة DBA سائدة) : (٢) غياب السيادة حيث يكون الجيل الأول بين الآباء (مقاسات من ٨ إلى ١٠) و (٣) سيادة فائقة أو قوة هجين حيث يكون الجيل الأول فائق على كلا الأبوين (مقاسات من ١١ إلى ١٤) . وبكلمات أخرى فإن هذا النمط من السلوكيات يتعلق بجماع الذكر ويوجد نمط كامل لطرق التوارث . وزيادة على ذلك

فعند عمل تلقيح مختلف (DBA/2J × AKR/J) فنحصل على نتائج مختلفة لكثير من الصفات . ولذلك فإن طرق التوارث الموجودة تختص بسلالة معينة مدروسة . والتعميم الأكثر قد يكون ممكنا إذا درست عدة سلالات كما يحدث فى الهجين المتعدد أو التلقيح الاختبارى الثلاثى البسيط .

وبمناقشة لنتائجه فقد علّق مك جيل McGill (١٩٧٠) على أهمية الظروف البيئية حيث أن التزاوج الموصوف فى جدول ٩ – ٨ لوحظ وأحصى بينما الأزواج قد وضعت فى اسطوانات بلاستيك تحت الظروف الضوئية للحجره . وتحت هذه الظروف فإن الذكور C57BL/6J تزاوجت مع ثلاثة إناث خلال ١٠ ليالى اختبار . وباستعمال الأقفاص الموضوعة فى الظلام والتى تماثل إلى حد كبير الوضع الطبيعى الذى تمارسه الحيوانات ويزداد هذا العدد إلى أكثر من خمسة . ويوضح هذا نقطة نقوم بتكرارها – نتائج أى تجربة تختص بالبيئة تم إجراؤها بها . والتعميمات بالنسبة للتوارث يجب أن تجرى فقط للتجارب التى تقوم تحت ظروف ذات مدى واسع والأخص التى تشتمل على البعض الذى يتعلق بالموطن فى الطبيعة .

وقد أجرى تحليل بيولوجى إحصائى كامل للسلالتين الأبويتين (الأب الأول) C5)BL (الأب الثانى) DBA والجيل الأول والجيل الثانى والهجين الرجعى الأول أى تلقيح الجيل الأول مع الأب الأول (BC_1 ($P_1 \times F_1$) وكذلك الهجين الرجعى الثانى أى يتلقح الجيل الأول مع الأب الثانى BC_2 ($P_2 \times F_1$) والتى يمكن فيها حساب مكونات التباين . وقد اتضح من التلقيحات العكسية أن الارتباط بالجنس أو التأثيرات الأمية يمكن أن تلعب دورا كبيرا .

كمثال يأخذ مكون الادخال فى الاعتبار (مقاس ١٣ جدول ٩ – ٨) فتكون قيم المتوسط التوارثى كالتالى ويتضح بعض مظاهر قوة الهجن كما فى جدول ٩ – ٨ . ويبين

C57BL(P_1)	DBA(P_2)	F_1	F_2	BC_1	BC_2
151.91	171.02	115.40	123.48	127.87	136.03

التحليل البيو إحصائى أن التحول اللوغارتيمى يقدم أحسن مقياس . وتكون مكونات التباين حينئذ كالآتى : التباين البيئى v_E = ٠,٠٤٥ والتباين المضيف v_A = ٠,٠٠٨ وكذلك التباين السائد v_D = ٠,٠٠٢ معطيا h^2_N = ٠,١٥٤ ولذا فإنه فى الجيل الثانى يكون ١٥٪ من التباين راجعا إلى عوامل وراثية مضيفة ويكون المكون السائد غير ذا أهمية – وقد استخلص McGill مك جيل أن هذه الصفة يتحكم فيها جينات ذات

تأثير مضيف بالإضافة إلى تباين بيئى كبير . وبتكرار الاختبار استخلص أن التباين البيئى الكبير يرجع مبدئيا إلى اختلافات متخصصة ليس لها موقع تحدث من اختبار إلى آخر بين أفراد الحيوانات .

بالنسبة للكمون القذف (مقاس ١٤) فإن متوسط الزمن بالثوانى كالآتى :

C57BL(P_1)	DBA(P_2)	F_1	F_2	BC_1	BC_2
1368.91	1977.27	1189.82	1204.73	1354.35	1316.94

مرة أخرى يتضح بعض ظاهرة قوة الهجن كما فى جدول ٩ – ٨ وأجريت محاولة لايجاد المقياس المناسب وباءت بالفشل ولذلك فقد أجرى التحليل على البيانات الخام . وقد اعطت حدود h^2_N ما بين ٠,١٥ إلى ٠,٢٥ والتى تماثل تلك الخاصة بالكمون الايلاجى . ومرة أخرى يوجد اختلاف كبير يرجع للاختلاف داخل الحيوان من اختبار للآخر ويكون من المعقول ارجاع معظم التباين إلى الاختلافات فى السلوك للأنثى لكلا من الكمون الايلاجى والقذف وبالرغم من المحاولات التى أجريت للتحكم فيها . ومن العوامل البيئية المحتملة والتى تشتمل على الضغط الجوى وحداثه التغذية أو الشرب ووقت الاختبار أثناء اليوم (**Circadian rhythms**) والتداخل مع ذكور أخرى قرب إجراء التجربة .

بالإضافة إلى الاختلافات بين الإناث . وفى كلا المثالين المتناقضين يكون التباين المضيف أكبر من التباين السائد $V_A > V_D$ ولذلك فإذا أجرى انتخاب مباشر فإنه يتوقع استجابة موجبة ولكن الاستجابة تكون بطيئة وذلك لتباين البينى الكبير .

٩ – ٥ الفيران : صفات ذات أساس فسيولوجى واضح

وجود نوبات مرضية سمعية **audiogenic seizures** هى سلسلة من التفاعلات النفس حركية بالنسبة للإستجابة للكثافة الصوتية لجرس الباب الكهربائى (الكثافة + ٩٠ ديسيبل) بمسافة ١٢ إلى ١٨ بوصة . وتتكون الأعراض المتزامنة الكاملة (شلزنجر وجريك **Schlesinger and Griek** ١٩٧٠) من (١) فترة إستتار حيث تختلف فى وقت إستغراقها والتى فى أثنائها قد يجثم الفأر بينما يتظاهر بالإستجابة للإصغاء أو أنه يظهر أن يتجاهل الإستجابة بينما يفرط فى الغسل والتنظيف (٢) والجرى بحالته البدائية يتصف بالجرى المسعور على طول محيط الصندوق (٣) إضطراب عنيف إرتجافى حيث يسقط

الحيوان فى أثنائه على جانبه بينما يرفع أرجله الخلفية حتى تصل إلى ذقنه (٤) نوبة توترية فى أثنائها تمتد الأربعة أرجل بما يشبه الذيل أو ذيلانيا . و (٥) الموت نتيجة فشل فى التنفس . ويمكن ملاحظة الإختلافات فى هذه المظاهر وقد يتفاوت الفترة التى يستغرقها الإستثار بدرجة كبيرة . وطور الجرى البرى والتى من الواضح تباينها بالنسبة للنوبات المرضية السمعية عن المظاهر الأخرى لحالات التقلص التشنجى قد يصاحب هذا تغيرات فى طريقة العدو حيث يظهر كسلسلة من الخطوات المكبلة . وعندئذ قد تنتهى بدون تتابع لنوبات الإرتعاش . وقد تكون أولا تكون النوبات التوترية مميتة وقد يموت أو لا يموت وذلك عن طريق الإنعاش الصناعى . وبالرغم من ذلك فقد يتصف وجود أربعة أطوار متباعدة محدد له آنفا على أنه نوبة مرضية سمعية .

وقد أدى الإهتمام بالنوبات المرضية السمعية فى نشر العديد من البحوث على مدى ٤٠ سنة الأخيرة وربما يرجع ذلك لإحتمال أن النوبات المرضية تختص بنموذج عدم الإنتظام فى الإنسان مثل الصرع . وينبغى أن تثبت أو تؤكد ذلك . ومن المعلومات ذات الأهمية للسلوك بالنسبة للوارثين ما هو موجود فى فولر وثوميسون **Fuller and Fhompson** (١٩٦٠ ، ١٩٧٨) وشزليزنجر وجريك **Schlesinger and Griek** (١٩٧٠) . وكانت معظم البحوث السابقة قبل ١٩٤٧ منشورة فى مجلات علم النفس ولكن حاليا زال هذا الإتجاه . والتغيرات الأخرى المصاحبة كما ذكر فى فصل ١ تتمثل فى البعد الواضح عن الإعتماد الكامل على جرزان المعمل كحيوان تجارب . وبالفعل فإن معظم البحوث الجارية حديثا على الفيران . وقد اعتبر شزيليزنجر وجريك **Schlesinger and Griek** (١٩٧٠) أن معرفة النظم الخاصة بالكيمياء الحيوية والوراثة والفارماكولوجى وعلم النفس وعلم الإجتماع مهم جدا فى دراسة النوبات المرضية السمعية .

وقد درس كولمان **Caleman** (١٩٦٠) الفيران ذات التركيب الفاتح (dd و dd) والتى لها فراء فاتحة اللون حيث يقدم التركيب الوراثى الأساسى للتأثير المظهرى المنظور . حيث يكون لهذه الفيران بداية منخفضة من النوبات المرضية السمعية عن الفيران العادية وزيادة على ذلك فإن الفيران الفاتحة **dilute** بها فقط نسبة ١٤ – ٥٠٪ زيادة من الفنيل آلانين هيدروكسيلازعن الفيران البرية الغير فاتحة . والاهتمام الخاص بهذا الإنزيم يرجع إلى حقيقة أنه يحول الحمض الأمينى فنيل آلانين إلى بتروزين وهو الإنزيم الغير موجود فى إنسان الفنيل كيتونيوريا

إن نقص الإنزيم فى الفيران الفاتحة أولا هو جزئى والنشاط المتبقى يكون كافيا للتحول

الغذائى للفنيل آلانين بطريقة مناسبة وتربية الفيران الفاتحة على الغذاء المناسب داخل المعامل لا يؤدى إلى وجود زيادة فى الفنيل الانين . وثانيا فإن النقص فى الفيران الفاتحة لا يبدو مرجعه إلى فشل فى إنتاج الإنزيم حيث أنه يوجد نشاط إنزيمى فى أجزاء الرائق من كبد متجانس بعد الطرد المركزى وتطبيق ذلك فى الفيران الفاتحة **delute** أن موانع الفنيل الآنين هيدروكسيلاز متعلقة بالميتوكوندريا (أعضاء تحت خلوية) . فعند التغذية على طعام محتوى على زيادة من الفنيل آلانين فإن الفيران الفاتحة تفرز هذا الحمض الأمينى ببطء شديد عن الفيران الغير فاتحة ، وتحت ظروف الطعام الطبيعية فإنها تفرز ناتجات تحولية غير طبيعية معينة للفنيل الانين مثل خلات الفنيل الحامض حيث وجد أن خلات الفنيل الحامض تمنع التفاعلات الخاصة بنزع مجموعة الكربوكسيل فى عدد من الأنسجة ومن المحتمل أن تنقص الفيران الفاتحة فى ناتجات معينة للتفاعلات الخاصية بنزع مجموعة الكربوكسيل . وبالتحديد فإنه من المحتمل أن يكون النقص فى هذه الحيوانات خاص بالمواد العصبية الناقلة GABA (الفا أمينوبوترك اسيد) و NE (نور ينفرين **narepinephrine**) وكذلك 5HT (٥ هيدروكسى ترتبتامينوتسمى أيضاً سيروتونين) فى المخ وأن النقص فى أمينات المخ تؤدى إلى النوبات المرضية فى الفيران الفاتحة . (والناقلات العصبية **Neurotransmitters** عبارة عن مواد كيماوية تعمل وسيطا فى نقل النبضات العصبية) . ولذلك فيعتبر نولر وتمبسون (١٩٧٨) أن مادة سيروتونين لها دور مهم . وكما وضح يشز لشلزنجر وجريك (١٩٧٠) **Schlesinger and Griek** بأن هناك احتياج لعدة افتراضات إذا كانت الاقترحات السابقة سوف تؤدى إلى نموذج عمل . ويجب أن يقرر أن المواد NE, GABA وكذلك 5HT تقوم بفعل مانع على الجهاز العصبى المركزى وأن الكمية الموجودة من الفنيل استك أسير فى الفيران الفاتحة تمنع عملية نزع مجموعة الكربوكسيل **decarboxylation** . ولازالت هناك بعض العقبات التى تتعلق بذلك ولكن شلزنجر وجريك**Schlesinger and Griek** وضعا فى الاعتبار نموذج العمل كسبب معقول . وبصرف النظر عن الموقف النهائى فإنه من المناسب أن يكون هناك تلازم أساسى أو جوهرى بين الجينات والكيمياء الحيوية والعمليات الوظيفية الحيوية والسلوك .

تعتبر السلالة النقية DBA/2J أنها فاتحة **dilute** وراثيا . واستنتاجيا فإن الفيران DBA تكون حساسه للنوبات المرضية السمعية بينما لا تكون كذلك الفيران C57BL/6J وتكون فيران الجيل الأول وسط بالرغم من أن شكلها الظاهرى أقرب إلى الأب الغير مصاب . ويعتبر العمر أيضاً أحد العوامل الرئيسية فى الإصابة بالنوبات المرضية . وفى

عمل مسح (شلزنجر وجريك ١٩٧٠ **Schlesinger and Griek**) وجد أن الفيران DBA عند عمر ٢١ يوم تصاب بنسبة ٩٠٪ (كما اتضح من التحليل النوبات التشنجية الارتعاشية) وعند عمر ١٤ و ٢٨ يوم كانت النسبة ١٣٪ . بينما تكون الفيران C57BL مقاومة لمثل هذه النوبات فى كل الأعمار وفيران الجيل الأول يكون له مظهر إنمائى مماثل للفيران DBA . وتوازى هذه النتائج ما سبق تقريره فى أعمال أخرى (مثل . فولر وثمبسون ١٩٦٠ ، ١٩٧٨) وتتباين المعامل المختلفة فى تحديد مستهل العمر موضحة أهميتها على أنها عامل بيئى غير مختص مثل الطعام وحالة الايواء ودرجة الحرارة والرتم اليومى كل ذلك قد يتداخل مع عوامل وراثية لاعطاء اختلافات طفيفة فى المظهر الانمائى ويعتبر ، الجزء الأول من الحركة السمعية مهم للتأثيرت البيئية فقد وجد هنرى (١٩٦٧) **Henry** أن الفيران المقاومة C57BL تعتبر قابلة جدا للإصابة بتعريضها لدق الأجراس فى عمر ١٥ إلى ٢٤ يوم و اختبارها ٣ أيام بعد ذلك وقد امتدت الملاحظات لفولر وكولنز **Collins, Fuller** (١٩٦٨) على سلالات فأر أخرى . وبعيداً عن الصيغة الأولى السمعية فقد اختبرت الفيران المدروسة فى عمر ٣٠ يوما والتى يظهر فيها أوضح اختلافات DBA, C57BL .

وقد اختبرت هاتين السلالتين للنوبات المرضية التى تحدث عن الدواء مترازول وكذلك للنوبات التشنجية الكهربائية . وفى كلتا الحالتين تكون السلالة DBA أكثر قابلية للإصابة مؤدية إلى اقتراح أن هذه السلالة المعينة تكون ببساطة أكثر إصابة بالنوبات المرضية بصرف النظر عن وسائل الاستحداث . وبالاتفاق مع الافتراض التحولى التى ذكر آنفا فقد وجد انخفاض داخلى لمستوى الناقلات العصبية NE, 5HT فى الفيران DBA وزيادة على ذلك فإنه عندما يستنزف NE,5HT بواسطة الأدوية التى تستنفذ أمينات المخ تزداد القابلية للإصابة السمعية والاستحداث المتروزولى والكهربى للنوبات المرضية . وعلى العكس من ذلك فإن زيادة مستوى BE, 5HT أو GABA تحمى الحيوانات . والخلاصة العامة أن الأجهزة العصبية للفيران DBA متباينة فى درجات الاثارة . (ويجب أن نلاحظ أنه عند اختلاف مجموعة السلالات فقد وجد كاستليون وسونيجارد وكذلك جودمان **Castellion, Swringard and goodman** ١٩٦٥ عدم وجود علاقة بين بداية التشنج الكهربائى وبين القابلية للإصابة بالنوبات المرضية السمعية) وأعمال آخر على مستوى التأثير الوراثى للعقار أمكن تقريرها بواسطة ماكسون وكون وسنر **Maxson, Cowen, and Sze** (١٩٧٧) مقترحا أهمية الكروتكوستيرويد لوجود النوبات . ومهما تكن الخلاصة فيجب أن نقرر وجود دليل

على حالة سلوكية مظهرية ترتبط بحالات فسيولوجية معقدة نوعا . والاعتبارات المماثلة أو المشابهة فى الإنسان سوف تناقش فى قسم ١١ – ٨ على الصرع .

ويحتاج الموقف الوراثى إلى دراسة مستقبلية حيث ناقش شلزنجر وجريك **Schlesinger and Griek** أن الموقع الفاتح **dlute** قد لا يكون ذا تأثير مباشر ولكنه مجرد ارتباط تام . والأدلة أمكن الحصول عليها من شلزنجر والستون ولوجان (١٩٦٦) حيث أمكنهم الحصول على طفرات جين مفرد للتلوين الكامل للفراء فى سلالات DBA/2J وفى تلك الفيران فإن وجود التركيب الوراثى Dd أو DD فى أرضية الفيران DBA فإن موقع الفاتح لا يؤدى الكثير إلى القابلية للإصابة بالنوبات المرضية . ولكن لندزى وآخرين (١٩٧١) أوضحوا عدم وجود افتراضات يمكنها أن ترجع للجين المفرد لهذه البيانات وبالتالى فيجب أن نتطلع إلى أعمال فى المستقبل . وفى الواقع فلدى فولر **Fuller** بيانات تجريبية للهجين بين السلالتين النقيتين متبوع بتلقيح رجعى متكرر للسلالة C57BL والتى من الواضح مناقشتها على تحكمها بتعدد جينى (فولر وتمبسون **Fuller and Thompson** ١٩٧٨) .

جدول ٩ – ٩ : نسبة الكحول المطلق المستهلكة أسبوعيا بالنسبة لمجموع السوائل فى ٣ أسابيع لأربعة سلالات نقية من الفيران .

	السلالة			
الأسبوع	C57BL	C3H/2	BALB/c	A/3
1	0.085	0.065	0.024	0.021
2	0.093	0.066	0.019	0.016
3	0.104	0.075	0.018	0.015

المصدر : ملخص من روجرز ومك كلير Rogero and McClearn

وكمثال آخر لصفة ذات أساس وظيفى فيؤخذ فى الاعتبار قبول ولفظ الكحول . ويبدوا أن أحسن بحوث منشورة حديثة فى لندزى وآخرين **Lendzey et al** (١٩٧١) وبالأخص بالاشارة للفيران بالرغم من أن الدراسة اشتملت أو أجريت على الجرزان والإنسان ومثل جميع الصفات التى نوقشت سابقا فقد أمكن تقرير اختلافات بين سلالات الفيران . وباعطاء حرية الاختيار لشرب سائل فإن بعض السلالات (مثل C57BL/6J) تفضل الكحول بينما الأخرى (مثل DBA/2J) ليست كذلك . وفى سلسلة واحدة من التجارب على أربعة سلالات نقية (رودجرز ومك كلير **Radgers**

and McClearn ١٩٦٢) من الفيران يقدم لهم فى وقت واحد للاختبار أو التفضيل ماء وستة محاليل كحولية من نسبة ٢,٥ إلى ١٥ . ونسبة السائل المستهلك أسبوعيا أى الكحول موجودة فى جدول ٩ – ٩ ويقدم ذلك منهجا واحدا يمثل التفضيل الكحولى لكل سلالة على أساس أسبوعى . وأن معدل استهلاك الكحول للسلالات الأربعة تكون بالترتيب C57BL, C3H/2 > C57BL > C3H/2 > BALB/c > A/3 أما بالنسبة للسلالات فإن نسبة استعمال الكحول يزيد على مدى ٣ أسابيع أسابيع ، مع تفضيل ملاحظ بالنسبة للكحول ١٠٪ فى الأسبوع الثالث فى السلالات A/B, BALB/c يكون هناك تقدما مطردا فى اختزال استهلاك الكحول والزيادة فى تفضيل استعمال الماء ولذا فإنه فى السلالات المختبره فإن الرغبة فى استعمال الكحول إلى الزيادة يتعلق إيجابيا بالتفضيل الأولى . وأى تحليل للتباين بالنسبة للجزء المستهلك من السائل (الذى هو الكحول) يوضح وجود تأثير معنوى عال بالنسبة لسلالات المختلفة (تراكيب وراثية) . ومن الواضح أن التفضيل الكحول يكون تحت تحكم وراثى ولكن يعتمد أيضاً على البيئة وفى هذا فإن التباين فى التفضيل يتبع الفترة السابقة للاستهلاك . وقد أوضح تكمان ولاريو وكذلك لى مجنن **Nachman, Larue and Le Magnen** (١٩٧١) أنه بازالة البصيلات الشمية فإن ذلك يحدد كراهية الكحول فى السلالة BAB/c ولكن لا يبطل ذلك تفضيل الكحول فى سلالة الفيران C57BL . وهذا مع الملاحظة بأن الفيران BALB/c يبدوا أنها تتجنب الكحول وقتيا بدون خبرة سابقة مما يؤدى إلى افتراض بأن الفيران BALB/c تكون أكثر استجابة للكحول عن الفيران C57BL كمستميلات حسية .

ومن وجهة النظر الوظيفية فإنه يبدوا أن هناك علاقة بين الاختلافات فى انزيم الكبد كحولا دى هيدروجينيز (ADH) وتفضيل الكحول ولو أن هذه العلاقة تنهار أو تتلاشى فى نسل الجيل الثانى لهجين بين سلالة أعلى تفضيل C57BL والأقل DBA من الفيران (مك كلين ودفرنر ١٩٧٣ **McClearn and DeFries** ويشترك الكحول دى هيدروجينز ADH فى الخطوة الأولى من التحول . الغذائى للايثانول إلى استالدهيد ولذلك فقد تكون ذات أهمية بالغة . ومعظم البحوث قد تركزت على ADH (لندرى وآخرين **Lindzey** ١٩٧١) ولكن حاليا اتجهت الأنظار إلى الانزيم الخاص باكسدة الاستالدهيد المعرف باسم الدهيد دى وهيدروجينز (ALDH) . والانزيمان يعملان معا فى تحلل الايثانول فى دورة حامض الستريك وقد يكون ALDH ذا أهمية خاصة حيث تختلف السلالات التى تشرب أو لا تشرب الكحول بكمية تزيد عن نسبة ٣٠٠ لهذا الانزيم . ونقطة أخرى ات فاعلية مؤكدة هى الملاحظات على أن الاستالدهيد له تأثير مانع قوى على التحول

الغذائى فى المخ وذلك للتداخل مع الانزيمات التابعة لأمينات الكاتيكول Catecholamines (ناقل عصبى خاص – أمين عطرى) (إريكسون Eriksson ١٩٧٣) . وبالتأكيد فإن التفاعل السمعى يبدوا أن له علاقة باستهلاك الايثانول . وطبيعيا فإن الفيران المقاومة يمكن أن تصاب بالنوبات المرضية السمعية بامتداد التعرض للايثانول مبكرا فى حياتها (ياناى وجنزبرج Yanal, Sze and Ginsbrg ١٩٧٥) وسوف تنتظر باهتمام العلاقات المستقبلية للوراثة والكيمياء الحيوية والوظائف الحيوية والمكونات السلوكية لكل من تفضيل الكحول والنوبات المرضية السمعية وبالأخص كما قد يكون هناك ارتباطات بين الأشكال الظاهرية السلوكية من خلال أمينات المخ .

٩ – ٦ القواض الأخرى

وإلى حد بعيد فإن هناك أعمالا كثيرة قد قدمها علماء علم النفس على الجرذان وبالأخص الجرز النرويجى المعروف باسم Rattus norvegicus . وفى الحقيقة كما أوضح بيتش Beach (١٩٥٠) (فصل ١) فإن الاتجاه فى المجلات الأمريكية المتخصصة فى علم النفس المقارن بهدف تقليل عدد الأنواع المدروسة فى فترة ١٩١١ إلى ١٩٤٨ وبالأخص الثديات التى تحل محل اللافقاريات ومن الثديات التى لها انتشار واسع الجرز النرويجى . وأكثر قليلا عن ٥٠ فى المائة من المقالات تختص بالتكيف والتعلم وحوالى من نسبة ١٥ إلى ٢٠ بالنسبة اللانعكاسات ومظاهر التفاعلات البسيطة والمقدرة الاحساسية . وأشكال أخرى من السلوك مثل السلوك الإنتاجى والتفاعلات العاطفية والسلوك الاجتماعى والتغذية والمواطنة عموما كانت أقل فى معدل دراستها . ولذلك فليس بمستغرب أن جزء من هذه المحاضرات يتلائم مباشرة مع الحد الأدنى للوراثة السلوكية حيث يعتمد دراسوا الوراثة السلوكية على المقارنة داخل وبين الأنواع والسلالات . بالإضافة فإن التركيز على التكيف والتعلم يكون على الأصح مفيدا .

ويحفظ هذه التعليقات فى الذاكرة يمكننا الرجوع مرة أخرى إلى تجارب الملاءمة . فقد قرر تولمان Tolman (١٩٢٤) نتائج أول تجربة انتخابية فى تعلم الجرذان فى شبكة الممرات المعقدة وتتكون عشيرة الأساس من ٨٢ جرذاً أبيض من أصول خليطة . ومن هذه العشيرة – تسعة أذكياء وتسعة أخرى « قليلة النشاط أو أغبياء » وتهجن الأزواج للحصول على الجيل الأول المنتخب وينتج الجيل الثانى المنتخب بانتخاب تالى بين الأذكياء والأغبياء . ونجح الانتخاب فى الجيل الأول ولكن أقل من ذلك فى الجيل الثانى واقترح تولمان Tolman أن التعارض قد يكون نتيجة لعوامل بيئية عرضية . والمشكلة

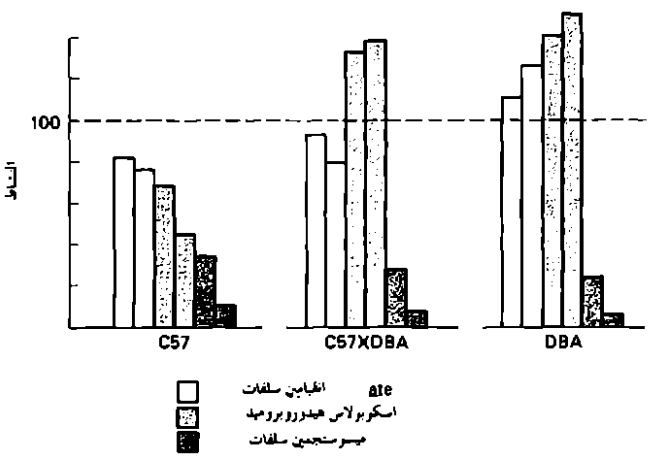
العامة مهما يكن لم يُتَخَلى عنها . فقد نشر تريون **Tryon** نتائج الانتخاب فى ثمانية أجيال للقدرة على تعلم شبكه الممرات المعقدة . وقد ربيت جرذان ولو حظت على أساس عدد الأخطاء التى تقع فيها أثناء التعلم فى شبكة T عديدة الممرات . ومرة أخرى فإن عشيرة الأساس هى عينة خليطة من الجرذان . وبالوصول للجيل الثامن لم يتداخل الذكاء أو الغباء ولذا فبعد ذلك تظهر استجابة ضحلة أو مهملة ولم تشمل الدراسة بعد على تحليلات وراثية حسابية مستفيضة بالرغم من قيام برودهرست وجنجز **Broodhurst and Jinks** (١٩٦٣) أخيرا بحساب القدرة التوريثية بمعناها الواسع على حوالى نسبة ٤٠٪ باستعمال الجيل الأول F_1 والثانى F_2 للتهجينات بين السلالات المنتخبة . والبيانات إلى حد ما غير مقنعة بالنسبة للتحليل الحسابى كما وجد تداخل معنوى للبيئة والتركيب الوراثى والتى لا يمكن قياسها وقدمت مناقشات إضافية قدمت بالنسبة لتجربة انتخاب تعلم الممرات مختلفة طرق التنفيذ بواسطة فوللر وثمبسون **Fuller and Thampson** (١٩٦٠) مشتملة على تجارب سالبة النتائج .

وشكل آخر للسلوك (حاليا يتعلق بالفيران) وهو الاستجابة لحالات التجنب والتى لها مكون تعليمى أمكن دراستها مقلة فى الجرذان . وقد قام بجنامى**Bignami** (١٩٦٥) بانتخاب ناجح لهذه الصدمة موضحا تحكما وراثيا . وقد وجد ساتيندرز **Satinder** (١٩٧١) اختلافات وراثية بين أربعة سلالات منتخبة نقية من الجرذان لتجنب الهرب . وكان الاهتمام خاصاً بمعرفة أن السلالات تختلف فى الاستجابة بالنسبة للأدوية د. امفتامين سلفات **d. amphetamine sulpate** والكافين – وتداخل وراثى بيئى من نوع معين – وهذه المجالات يجب أن تدرس تماماً بهدف اختبار مدى تأثيرات الأدوية والعقاقير على السلوكيات لمختلف التراكيب الوراثية (انظر الفصل التالى) .

ولبعض الصفات القليلة الأخرى فى الجرذان . هناك دليلا على وجود تحكم وراثى أما من التهجينات بين السلالات النقية أو من تجارب الانتخاب . ومن العمل الذى قام به برودهرست **Broadhurst** على الارتداد فى الجرذان كمقياس للعاطفية أو الانفعالية والمتغيرات المتعلقة بذلك والأخص مقدار النشاط حد نوقشت فعلا عندما انتخب رندكويست **Rundquist** (١٩٣٣) بنجاح سلالات نشطة وأخرى غير نشطة على أساس نشاطه فى الدوران للاسطوانة . وعموما فإن البيانات تجذ وجود تداخلات عاملية متعددة بالنسبة للأساس الوراثى لهذه الصفات . وأخيرا كما هو فى الفيران فإن تأثيرات عديدة للجين الكبير قد وصفت فى الجرذان (سردت بواسطة ولكوك **Wilcock** ١٩٦٩) ولكن لم تظهر أى أساسيات جديدة . وينظمن معظم هذا العمل الجينات

الكبيرة للصبغ . وحيث أن السلوك متماثل أو متشابه لتلك التى وصفت للفيران فإن المناقشة المفصلة لم ترد هنا .

ومن المناسب التجربة على خنازير غينيا . حيث درس جوى وجاك واى **Goy and Jakway** (١٩٥٩) وكذلك جاك داى **Jakway** (١٩٥٩) السلوك الجنسى فى سلالتني نقيتين وكذلك الأجيال F_1 والثانى F_2 والرجعى مع الأب الأول BC_1 والرجعى مع الأب الثانى BC_2 . وبالنسبة للإناث فإن الاستجابة لهرمونات الأنثى أمكن تحديده بأربعة مقاسات سلوكية استنبطت تجريبيا وذلك باختبار انحناء العمود الفقرى للأمام (تقوس الظهر) قبل عملية الجماع . أما بالنسبة للذكور فقد استعملت الإناث الموجودة فى الحرارة كمستميلات وأخذت قياسات السلوك الجنسى . وقد وجد بردهرست وجنكنز **Broadhurst and Jinks**(١٩٦٣) صعوبات لعمل مقياس للكل ولكن لتباين – عدد مرات الامتطاء الذكرى التى تقوم بها الانثى أثناء الدورة النزوية وعدد مرات إدخال العضو الذكرى بالذكر وحساب معامل التوريث يقع ما بين ٠,٥ إلى ٠,٦ لهاتين الصفتين وهناك مكون سيادى ملحوظ لكلا الصفتين وقد وجد ظاهرة قوة الهجين بالنسبة لمقاسات لنشاط الذكور المستملة على معدل الإدخال وعدد مرات



شكل ٩ – ٤ : تحور النشاط الاستكشاف (معبرا عنه بالنسبة المئوية للمستوى المقارنة) فى سلالتين من الفيران والجيل الأول الهجين . سلفات أميتاين (٠,٠٥ ، ١,٠ مليجرام/كيلو جرام) سكوبولامن هيدروبروميد (٢,٥ و ٥,٠ مليجرام/كيلو جرام) والفيرستجمين سلفات (٠,١٥ ، ٠,٣٠ مليجرام/كيلو جرام) حقنت قبل ٣٠ دقيقة من الاختبار وتمثل الجرعة المنخفضة والعالية لكل عقار بالعمود اليسار واليمين على التوالى . وكل عمود يمثل متوسط الهجين فى صندوق ill لكل ١٥ فأر (عن أوليفريو Ollvero ١٩٧٥) .

القذف . فى الجرذان دويس بيورى (١٩٧٥) عمل تهجينات فى جميع الاتجاهات ٤ × ٤ لمحتوى السلوكى للجماع . وقد وجد سيادة مباشرة لسرعة الجماع وكذلك للقذف بعد مدة قليلة من الامنطاء والإدخال . ويعنى هذا أن البيانات تتوافق مع التوقعات المعتدلة مع أنها حالة ملائمة لتأكيد انتقال الحيوانى المنوى إلى الانثى .

والخلاصة الأساسية تكون متوازية مع النتائج فى الفأر . فمعظم الصفات السلوكية الكمية فى القوارض الأخرى يتحكم فيها العديد من العوامل كما يتضح بالنسبة للاختلافات بين السلالات ونتائج تجارب الانتخاب . ولهذا السبب فإن نتائج مثل هذه البحوث المستفيضة ليست ضرورية . ومن مميزات الفيران كحيوان تجارب أن لها دورة حياة قصيرة وكذلك خريطة كروموسومية معروفة جيدا عن باقى القوارض ومن الواضح أن تحليل الوراثة السلوكية للفيران سوف تسير بسرعة بالرغم من أنها بدأت مؤخرا عن تلك بالنسبة للجرذان .

٩ - ٧ الوراثة النفسية لاستعمال الأدوية

والمناقشات فى القسمين الآخيرين أدت إلى اقتراح أن هناك اتجاه واحد للأساس النفسى للسلوك فى اتجاه لتأثيرات العقاقير والتأثيرات المتباينة على مختلف التراكيب الوراثية ويشار إلى هذا المجال الوراثة النفسية للعقاقير **Psychopharmacogenetics** (الفثريو) **Eleftheriou** ١٩٧٥ فإذا كان من المقرر أن عمل العقار يكون بالتأثير على بعض الخطوات فى التحول الفدائى وحيث أنه من المحتمل أننا نتعامل مع بعض أنواع المحورات لهذه الخطوات التحولية مما يؤدى إلى تأثير سلوكى . ويتوقف درجة التحور جزئيا على التركيب الوراثى . والاختلافات الفردية الواسعة بالنسبة للاستجابة للعقاقير موجودة فى الإنسان وكذلك فى الحيوان (ميير **Meer** ١٩٦٣) . وتظهر السلالات المختلفة للفيران اختلافات فى وقت النوم بالنسبة للجرعة المعطاة من الهكسوباربيتون . وتوضح تجارب نيكولز وهيسو **Nicholls and Hsiao** (١٩٦٧) القريبة من هذه النتائج أنه يمكن عمل انتخاب سلالى للقابلية لإدمان المورفين مثل « الشخصية المدمنة » ففى الفيران فإن حساب معامل الذكاء بالنسبة للقابلية لادمان المورفين تكون عالية جد (أوليفريو **Oliverio** ١٩٧٥) على أساس تحليل بيولوجى حسابى بين السلالتين (النقيبتين C57BL, CBA/Ca . ففى بعض السلالات الناتجة عن الانتخاب للصفات السلوكية فى الجرذان فقد أوضحت العديد من العقاقير أن هناك تداخلات سلالية . عقاقيرية . (برودهرست وواتسون **Broodhurst and Watson** ١٩٦٤) .

وليس من المستبعد توقع تداخلات بين العقار – التركيب الوراثى فكثيرا ما يدعم ذلك بالمستندات فبأخذ الفيران DBA, C57BL أمكن أوليفريو **Oliverio** (١٩٧٤) أن يناقش تأثير العقارات المنبهة للعصب الشمبثاوى مثل امنيتمين وكذلك الاسكوبالامين وكذلك العقار الخاص بالعصب البارائميثاوى فيوستجمين على استكساف النشاط (شكل ٩ – ٤) العقار امنيتمين يقلل النشاط فى السلالة C57BL × DBA,C57BL فى الفيران ولذلك فالسلالة DBA سائدة على السلالة C57BL . أما بالنسبة للعقار سكوبالامين فتكون السلالة C57BL متنحية للسلالة DBA . والفيوسجيمين يقلل استكشاف السلوكى فى جميع السلالات . ويتوقف ذلك على أدلة أخرى توضح أن السلالة DAB, C57BL من الفيران تختلف فى النشاط وقد يرجع ذلك إلى نشاط العقارات المركزية فى الاتجاه المعاكس . ومن المحتمل أن الاختلافات فى النشاطات لسلالات الفأر تكون على علاقة بالتنوع فيما بين المواد الكيماوية الخاصة بالأعصاب كما هو مقترح بالمناقشة على النوبات المرضية السمعية والتفضيل الكحولى لنفس السلالات فى قسم ٩ – ٥ .

وأخيرا وتبقيم معنى الوراثة النفسية لاستعمال العقار فإن القليل من التباينات المسئولة لمعرفة المواد الحلوة والملحة والمرة فى عشائر الثدييات يمكن أن تؤخذ فى الاعتبار . فى الفيران فقد وجد راميرزوفولر **Ramirez and Fuller** (١٩٧٦) معامل للتوريث منخفض إلى عال بالنسبة لاستهلاك السكارين والسكرروز وقد اشاروا إلى الدراسات التى تظهر اختلافات واسعة بين الأفراد بالنسبة للاستجابة للمذاق الحلو فى الفيران والجرذان والماشية وكذلك الخنازير . ومن المعروف جيدا التعدد المظهرى للمذاق فى الإنسان عادة PTC (قسم ٢ – ٣) وتحدث أيضاً فى الرئيسيات الأخرى غير الإنسان (قسم ١١ – ٥) وبالاضافة فإنه توجد اختلافات واضحة بالنسبة للحساسية للمذاق المر للسلالات النقية من الفيران (كلين ودفويز **Klein and Defries** ١٩٧٠) والتى من المحتمل أن تحكم فيها موقع جسمى وحديثا جدا أوضح توباش وبلين وداس **Toback, Bellin and Das** (١٩٧٤) اختلافات فى الحساسية لثلاثة سلالات من الجرذان لكل من PTC والذى يعتبر نسبيا سام وكذلك للمضاد الحيوى سيكلوهكسيميد (CH) كمانع قوى لاتحاد الحمضى الامينى بالريبوسومات . وأوضحوا أن الجرذان **Wistar and Long Evans** يمكنها أن تستوعب تركيزات من PTC بتركيز مليمور و CH بتركيز 0.2mm بينما الجرذان الفاون هودد **Fawn hooded** ليس عندها المقدرة فى اكتشاف مم/مولر PTC وتميز أولا CH عند تركيز ١,٥٠ µM . بكلمات أخرى فإن الجرذان الفارن هودد **Fawn hooded** تكون غير عادية فى نقص القدرة على التذوق .

وتدل الأمثلة القليلة الواردة هنا أو فى مكان آخر فى هذا الفصل القوة المحتملة من الاقتراب من الوراثة النفسية عند استعمال العقار لعدم التشويش أو الأخطاء فى خطوات من الجين إلى الوظيفة إلى السلوك وهذا الاتجاه ذا قيمة مرجوة وخصوصا للسلوكيات ذات المكونات التعليمية وذلك لاحتمالات وجود تفسيرات واضحة بخصوص تأثير العقار على التعلم فى الإنسان . وبالرغم من إمكانية عمل تفسيرات بين الكائنات يحرص فإن هناك تشابها فى نظم التحول الغذائى الأساسية بين القوارض والإنسان . وتعالج حاليا كثيرا من الحالات السلوكية فى الإنسان بالعقاقير وبالإضافة فإن إدمان العقار نفسه من المشاكل ذات الاعتبار المتزايد . وهناك مشكلات فى وصف العقاقير للعلاج حيث أنه قد يؤثر العقار فى أحد الخطوات المعنية للمادة الكيماوية . وقد تكون التأثيرات الوظيفية معقدة . وبالتالى فقد يتحور المركب تحورا أكيدا قبل وصوله إلى العضو الهدف . ويسبب عوائق دم المخ فإن هناك مشكلات فى إدخال العقاقير إلى المخ وبالرغم من هذه الصعوبات والتى لا تعامل على أنها مستميلة فإن مجال الوراثة النفسية لاستعمال العقاقير يتوقع أن يتطور حثيثا .

ملخص

تلعب القوارض وبالاخص الفيران دورا هاماً فى الوراثة السلوكية فكثير من الجينات الطافرة لها علاقة بالاضطراب العصبى . ففى بعض الحالات فإن التغيرات السلوكية يمكن أن تكون على علاقة بالتغيرات الأساسية الانمائية والخلوية والجزئية . ولكن غالبا فإن أى طفرة (مثل تلك التى تؤثر فى لون الفراء) ترتبط مع التأثيرات السلوكية إذا كانت البطاريات المستعملة للاختبار كافية شاملة .

كثير من الصفات الكمية للفيران قد حللت مشتملة على النشاط والانفعالات والسلوك الجنسى ولكن هناك الآن زيادة مؤكدة للصفات ذات المكونات التعليمية . والتصميمات الوراثية المعتادة هى ذات السيادة المباشرة للتعلم السريع بينما المكونات المضيفة ذات أهمية بالغة لمعظم الصفات الأخرى . والصفات ذات المعنوية الواضحة لها فى الطبيعة مهما يكن كثيرا ما تهمل .

وباعتبار التفضيل الكحول والنوبات المرضية السمعية فإن الفأر يعتبر كائن نموذجى للارتباط الوراثى والكميائى الحيوى والوظيفى والمكونات السلوكية فى الأشكال الظاهرية المختلفة . وزيادة على ذلك فإن الأعمال الحديثة فى الفيران والجرذان توضح أن هناك اقتراحا واحد بالنسبة للأساس الوظيفى للسلوك يكون عن طريق تأثيرات العقاقير

وتأثيراتها المتباينة على مختلف التراكيب الوراثية . هذا الاقتراح بالاستعمال النفس للدواء له قيمة محتملة بالأخص بالنسبة للسلوكيات مع المكون التعليمى وذلك لاحتمالات الاستنتاج الدقيق بالنسبة للإنسان .

GENERAL READINGS

Eleftheriou, B. 1975. *Psychopharmacogenetics*. New York: Plenum. A first integrated account of this hybrid field.

Lindzey, G., and D. D. Thiessen. 1970. *Contributions to Behavior-Genetic Analysis: The Mouse as a Prototype*. New York: Appleton. A collection of papers on various aspects of mouse behavior, considering genetic analysis, gene-environmental interplay, single-gene effects, gene-physiological determination, and evolutionary aspects.

الفصل العاشر

وراثة السلوك : كائنات أخرى

فى عام ١٩٦٢ ، وفى مجموعة من المختارات الشهيرة الصادرة تحت عنوان « جذور السلوك » (بليس Bliss ١٩٦٢) ، يذكر دلجر أن « الدليل المباشر على التحكم الوراثى فى سلوك الفقاريات يبدو للأسف أشد ندرة مما هو الحال فى اللافقاريات ، وأن التعرف الدقيق على الجينات المسئولة يكاد أن يكون منعدما » .

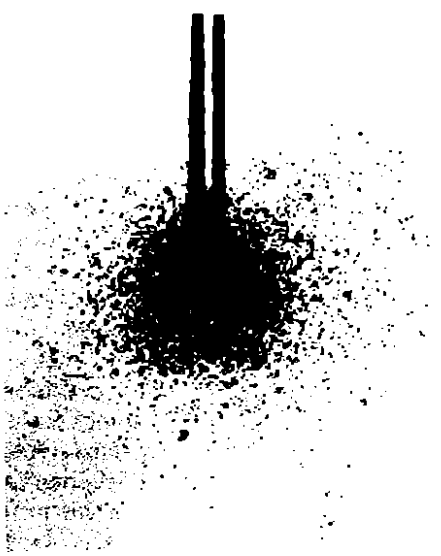
فى هذا الفصل نهدف إلى تصحيح الانطباع الخاطىء بأن وراثة السلوك لا يمكن التعرض لها إلا بدراسة سلوكيات الدروسوفلا أو القوارض أو الإنسان . فنحن نقدم هنا حصرا لسبل دراسة الكائنات الأخرى . وهذه الكائنات لا يمكن بسهولة ترتيبها كما هو الحال بالنسبة للدروسوفلا والقوارض والإنسان (الذين تراكمت بالنسبة لهم المعلومات الوراثية حتى فى غياب الهجن الموجهة) ، وذلك لضعف معرفتنا بتركيبهم الكروموسومى . وهذا يجعلها من وجهة نظرنا ، وكما نود أن نقنع قرائنا ، أكثر إغراء كمواضيع للدراسة . وأمثلتنا لا تنحصر كلها فى هذا الفصل : فالفرد ثلاثى الكروموسوم بسلوكه المتأخر ، وطيور الحب المتيمة ، والكلاب الغير نباحة ونحل روزنبهلر النظيف استخدموا جميعا كأمثله أساسية فى التحليل الوراثى للسلوك (فصول ٣ ، ٤ ، ٥) .

هذا الفصل يعرض محتوياته على شكل أمثلة توضح تنوع الكائنات المدروسة ومجال هذه الدراسات غالبا ما يتميز بصعوبة التنفيذ . وكنتيجة للحدود الخاصة بالتجريب فقد تم تناول كل كائن على حده. ولذلك فكما يمكن أن يتوقع يبتدىء عرضنا بالبكتريا وينتهى بالفقاريات .

١٠ - ١ البكتريا

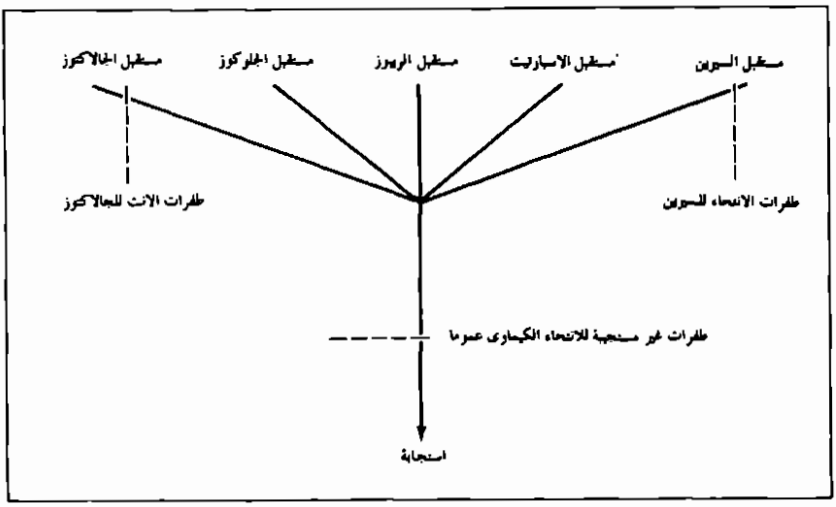
ماكنة مستودع repertoire الاستجابات السلوكية فى كائن ما ؟ تساؤل طرحه آدلر

وهازلباور وداهل **Adler, Hazelbaur & Dahl** (١٩٧٣) . عندما يكون الكائن خلية بكتيرية ذات عديد من الزوائد مثل **Escherichia coli** الواسعة الانتشار فقد يتساءل الفرد حول اتجاه هذه الأسواط فى وجود مواد معينة . تنجذب البكتريا المتحركة نحو مجموعة من الكيماويات (انظر بيريز ميراثيت **Reres-Miranete** ١٩٧٣) . وتتعرف المستقبلات الكيماوية على كيماويات معينة دون أن تشارك فى أيضها . كيف يتم التجمع المصور فى الشكل ١٠ – ١ ؟ تمكن آدلر وزملائه من عزل عشرات من الطوافر التى لا تبدى انتحاء كيماويات موجبا لعديد من المواد كالسكريات والأحماض الأمينية والاكسجين ، وكلها تجذب الطراز البرى الغير طافر من **E. coli** (مسيبوف وآدلر **Mesibov& Adler** ١٩٧٢ ، آدلر **Adler** ١٩٦٩ ، ١٩٧٦) . يحدث ذلك برغم القدرة الكاملة للطوافر على الحركة ، واحتوائها على مجاميع كاملة من الأسواط الطبيعية واستجابتها الطبيعية لكل المواد الجاذبة الأخرى فيما عدا المادة التى فقدت القدرة على الاستجابة لها . هذا الوضع موضح فى الشكل ١٠ – ٢ . ولكن ما عدد المستقبلات الكيماوية فى هذه الأحوال ؟ توجد تسعة مستقبلات للجواذب السكرية القوية (ن – استيل الجلوسامين ، الفركتوز ، الجالاكتوز ، الجلوكوز ، المالتوز ، المانيثول ، الريبوز ، السوربيتول ، التريهالوز) . ويتعرف اثنان على الحامضين الأمينين الاسبارتيت والسيرين . وقد حددت جينات للقدرة على الحركة والانتحاء الكيماوى فى خريطة **E. coli** الوراثية ، نذكر فى معرض ذلك مواقع مثل Curly (بروتينات سوطية مغايرة ، طول الموجة نصف الطول الطبيعى تقريبا ، الحركة الدائرية فقط هى الممكنة) . **motile** (لها اسواط مظهرها



شكـــل ١٠ – ١ : انجذاب E.coll للاسبارتيت الموجود فى أنبوبة شعرية من أدلر Adler ، ١٩٦٩

(Copyright 1969 by th American Association for the Advancement of Science)



شكل ١٠ - ٢ : الانتحاء الكيماوى فى E.coli الضرير المحمل لقصور بعض الطوافر فاقدة القدرة على الانجذاب لبعض الأحماض الأمينية أو السكريات (المرجع المذكور فى ١٠ - ١) .

طبيعى ولكن لا تستطيع الحركة) **flagella** (لا توجد أسواط ، غير متحركة) ، **chemotaxis** (لا تبدى انتحاء كيماويا ، متحركة تماماً ، حددت ثلاثة جينات مسئولة) . يمكن الوصول إلى إضافات حقيقية لعلم الوراثة بدراسة سلوك **E.coli** وغيرها من البكتريا . فمثلا **E.coli** العادية تنفر من الاسيتات والبنزوات والاندول . عزل مسكافتيش وآخرون **Muskavrich et al** وآخرون (١٩٧٨) طفرات ذات انتحاء عكس تنجذب إلى هذه المركبات وتتميز بنقص أحد فردى مجموعة بروتينات الانتحاء الضوئى القابلة للميثيل والتى تشكل مكونا رئيسيا فى سريان المعلومات من المستقبلات الكيماوية إلى الأسواط .

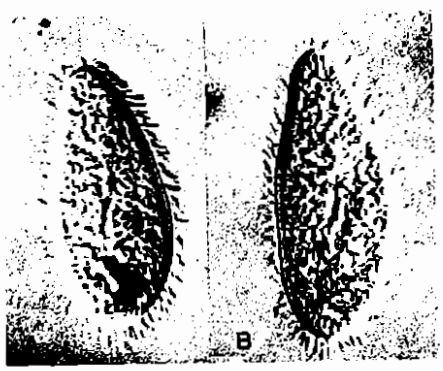
١٠ - ٢ البراميسيوم

تهدف الدراسة الحديثة لوراثة السلوك فى **Pqramecium aurelish** إلى الفحص الوراثى الدقيق للغشاء الخارجى المحدد للكائن والقابل للاستثارة . يخضع السلوك الحركى فى البراميسيوم لتحكم هذا التركيب السطحى (ايكرت **Eckert** ٩٧٢ظ) يرتبط اتجاه ومعدل ضربات الاهداب **cilia** (وهى خيوط غشائية سيوبلازمية مغلقة تخرج على

شكل شعيرات من سطح الخلية) بالتغيرات الكهربية فى الغشاء ، وبالتحديد بتغيرات التوصيل الكهربى للكالسيوم وهى عملية حساسة للجهد **voltage** ويسمى انعكاس الاهداب الذى يؤدى إلى تغير اتجاه السباحة بالتفادى **avoiding** تظهر كثير من المنبهات سلوك التفادى فى الأوليات الهدبية) وقد عرف ذلك منذ ١٩٠٦ وصف جنجس التفادى فى البراميسيوم بتوقف فى السباحة للأمام كنتيجة للانكاس المؤقت فى ضربات الاهداب . يؤدى ذلك إلى جذبة قصيرة إلى الخلف ، أو وقفة فجائية قبل استئناف الاندفاع للأمام فى اتجاه مغاير . وفى **P.airelia** عزلت حديثا طوافر البيدق **Pawn** وخضعت للتحليل السلوكى والوراثى والكهروفسيولوجى بواسطة كنج وزملائه (شانج وكنج **Chang & Kung** – ١٩٧٣ ، ساتووكنج **satow & Kung** – ١٩٧٤ ، شانج وآخرون **Chang et al** ١٩٧٤ ، بيريزميرافيت **Perez-Mironete** – ١٩٧٣) . هذه الطوافر لا تستطيع السباحة للخلف كما تفعل الطرز الوحشية ، وقد سميت على اسم قطعة الشطرنج التى تستخدم بنفس القواعد ، أى عدم العودة للخلف (شكل ١٠ – ٣) . والبيادق قد تكون حساسة أو غير حساسة للحرارة . أحد الطوافر الحساسة للحرارة يبدى سلوكا طبيعيا عند درجة ٢٣° ويمكنه العودة للخلف بينما لا يستطيع عند درجة ٣٥° أن يتفادى المنبهات القوية (محلول به مجموعة من الأملاح السامة) . بعض هذه الطفرات تم استحداثها بالطفرات الكيماوية كمركبات النتيروزوجوا نيدين (انظر فوجل وروبورن **Vogel and Röhrborn,** – ١٩٧٠ ، هولاندر **Hollaender** – ١٩٧١ للمراجع العامة عن الطفور) والمتاح للدراسة الآن من هذا النوع أكثر من ١٠٠ طافر عزل كل منها مستقلا عن الآخرين .

تعد طفرة البيدق بشكل خاص قصورا فى جين منفرد يتحكم فى الغشاء الحساس للجهد الكهربى والحامل لاهداب الحيوان . وظهر أن الطوافر المكتشفة فى البداية تعانى من مشاكل شحنات التوصيل الكهربى التى عزيت إلى كاتيونات الكالسيوم . كما اكتشفت بعد ذلك طوافر قاصرة بالنسبة لأيونات البوتاسيوم وسمين K^+ (كنج **Kung** – ١٩٧٨) . يمكن للطوافر الممزقة الأغشية (كنتيجة للمعاملة الكيماوية بالمطهرات) السباحة للخلف إذا ما أضيفت كميات كافية من Ca^+ والادينوزين ثلاثى الفوسفات للبيئة . وعلى ذلك ، فإن قصور التوصيل الكهربى خلال الأغشية هو وحده المتسبب فى غياب الحركة للخلف ، وأن الجهاز الحركى للأهداب يعد كاملا فى طوافر البيادق المذكورة وتعد البيادق الحساسة للحرارة أكثر قيمة للدراسة ، باعتبارها طوافر شرطية ، لأن ذلك يسمح بالسماح أو عدم السماح لبعض العمليات الغشائية تبعا

للرغبة . وجد أن أغلب البيادق الحساسة للحرارة التى ظهرت مستقلة عن بعضها أليلية وموجودة عند موقع مسئول أيضاً عن البيادق المستقلة عن الحرارة ، والمعروف الآن ثلاثة مواقع للبيادق ، من المؤكد أن أحدهما على الأقل غير مرتبط بالموقعين الآخرين . من الطوافر الأخرى طوافر الهذاء **Paranoiacs** التى تستيجب بشدة للصوديوم Na^+ دون المنبهات الأخرى (ساتووكنج **Satowe and Kung** ١٩٧٤) وكذلك طوافر السرعة "**fast**" وعدم الحساسية لنتراميثيل الأمونيوم (كنج وآخرون ١٩٧٥ ، كنج **Kung** ١٩٧٦) ويسهل من المحافظة على هذه السلالات الجنسية الاختيارية فى **P.aurelia** الذى يمكن الحصول منها على سلالات خضرية أو تجهينها (سنبورن **Sonneborn** – ١٩٧٠) . وكما فى حالة **E.coli** ، فإن لدينا من الأسباب ما يكفى لأن نوصى دارس الوراثة السلوكية باستخدام هذا الكائن والجنس التابع له كمصدر محتمل للمعلومات المثمرة .



شكل ١٠ – ٣ : السلوك الحركى فى P.aurelia إلى اليسار : اليدق مصورا فى وضع الراحة فى نهاية إحدى القربات ، والاهداب متجهة إلى المؤخرة . إلى اليمين : الطراز البرى مصورا عند الساحة للخلف بسبب إضافة الأملاح إلى البيئة . الصورة مأخوذة باستخدام نظام إضاءة نومارسكى للتافر والقضاد Interence-contrast وبقوة تكبير مائتى مرة (Copyright 1973 . ١٩٧٣ Kung and Naitoh by the American Association for the Advancement of Science)

١٠ – ٣ النيماتودا

تعد دراسة برنيروارد (وارد **Ward** – ١٩٧٣ وما به من مراجع ، برنير **Brenner** – ١٩٧٣) عن سلوك النيماتودا (ديدان اسطوانية غير مجزءة) **Caenorhabditis elegans** دراسة رائدة ، ليس بسبب السلوك المدروس (الانتحاء الكيماوى وغيره) ، ولكن بسبب استخدام هذا الكائن نفسه . وقد عدت جهود هذين الباحثين فريدة فى نوعها نظرا لأن هذا الحيوان اللافقارى لم تسبق دراسته وراثيا ، ومع ذلك فله مميزات هامة بالنسبة لدارس الوراثة .

الأفراد هنا مخنثة ذاتية الاخصاب يتم فيها تكوين الحيوانات المنوية وتخزينها ، يلى ذلك تكوين حوالى ٣٠٠ بيضة للفرد الواحد ووضعها . ودورة الحياة (من الفرد البالغ إلى الفرد البالغ) ٣ – ٤ أيام عند درجة ٢٠° . هذه التربية الداخلية تؤدى إلى تأصيل التراكيب الوراثية ، لكن بعض الطفرات المستحدثة يمكن إدماجها فى نفس الفرد بسبب تكوين عدد قليل من الذكور (٠,١٪) كنتيجة لعدم الانفصال الميوزى . عندما تكون (A مجموعة واحدة من الكروموسومات الجسمية **autosomes** فإن التركيب $\frac{4X}{4A}$ يكون الذكور بمعدلات قليلة ، $\frac{3X}{4A}$ يكون الذكور بمعدلات عالية بينما $\frac{2X}{3A}$ ، $\frac{2X}{4A}$ يمثلان تراكيب الذكور) . والذكور الناتجة يمكن تهجينها مع الأفراد المخنثة لإدخال المعلمات الوراثية (ريدل **Riddle** – ١٩٧٨) .

تمتلك **C. elegans** جسما اسطوانيا خيطى الشكل لا ينقسم إلى أجزاء وتحدث حركتها آثارا أو مسالكا يسهل مشاهدتها فى أطباق بترى المحتوية على الآجار ، وبالتالى فهى تترك سجلا يمكن تحليله . هذه الأخاديد المرئية فى الآجار يمكن أن تحدث باستخدام مدرج **gradient** من الجاذبات مثل المركبات الكيماوية (كالنيوكليوتيدات الحلقية) والكاتيونات (Na^+, $L+^+$, K^+, Mg^{++}) أو قيم مختلفة من القلوية . طراز حركة الحيوان المشاهد قد يعكس :

- التوجية : التحرك على مدرج التركيز مع الحركة الجانبية لرأس الدودة .
- التجمع : التواجد المستمر لعدد كبير من الأفراد عند نقطة معينة من المدرج .
- التعود : يحدث أخيرا بعد اعتياد الكائنات على الوعاء ومحتوياته ؛ ويتضمن ذلك أيضاً الاعتياد على المدرج والجاذب . يتغير سلوك الدودة بعد بقائها فى إحدى مناطق الجذب الشديد ، حيث لا تسبح بعيدا إلا لتعيد دورتها بعد ذلك .

سجل سلوك الانتاء الكيماوى للنيماتودا البرية الغير طافرة وقورن بالآثار التى تحدثها الطوافر المحتوية على بثور فى الرأس أو الذيل ، أو ذات الرؤوس المنحنية للناحية الظهرية أو البطنية ، وكذلك الأفراد التى بها عيوب فى عضلات الرأس أو ذات الرؤوس الصغيرة . من كل هذه المقارنات يمكن استنتاج أن المستقبلات الحسية الموجودة فى الرأس تساهم فى التوجية فى المدرج الكيماوى . فالحيوانات ذات البثور الذيلية البعيدة يكون توجهها طبيعيا ، أما بثور الرأس فتمنع هذا المسلك . والحيوانات منحنية الرؤوس تترك آثارا حلزونية معقدة مع انحناء الرأس تجاه المركز . عيوب عضلات الرأس أو قصر الرأس نفسها يقلل من كفاءة التوجيه بالمقارنة بالطرز البرية . ولكن لماذا تتجه هذه

الحيوانات نحو النيوكليوتيدات الحلقية ذات النشاط الحيوى الشائع مثل الادينوزين أحادى الفوسفات الحلقى ؟ قد يكون السبب أن **C. elegans** تأكل بكتريا التربة التى تفرز مثل هذه المركبات فى بيئتها .

كل الديدان الحديثة والبالغة وكذلك اليرقات المتبقية **dauer** (التى تتجمع فى المزرعة فى ظروف التجويع أو عند احتوائها على جينات تمكنها من البقاء بصرف النظر عن مدى توفر غذائها البكتيرى) تستجيب بشكل متشابه لهذه الجواذب . أما دور الانجذاب للأيونات أو لدرجة الحموضة فى بيئة النيماتودا الطبيعية فهو غير معروف فى الوقت الحاضر .

تسلك اليرقات المتبقية سلوكا متميزا ، هذا بجانب احتوائها على كيوتيكل غير عادى ، فهو مقاوم لفعل المطهرات والمواد المخدرة وغير ذلك من الصفات (ريدل **Ridele** – ١٩٧٧) ؛ فهم لايبدون حراكا إلا فى مواجهة الاضطرابات الميكانيكية التى يتعدون عنها . تعاق فى هذه اليرقات أيضاً الحركة البلعومية **Pharyngeal pumping** وهى الطريقة المعتادة للهضم فى اليرقات ، وإذا ما أعترض السطح الموضوعة عليه عائق فإنها تقف على أذيالها محركة رؤوسها فى الهواء . وقد يكون ذلك فى بيئتهم الطبيعية (الأرض) وسيلة للتعلق بأحد العوائل الحيوانية ليمكنهم الانتقال لمكان آخر . وبالنسبة للانتحاء الحرارى فإن استجابتها عكس استجابة يرقات **C. elegans** العادية التى قد يتحولون إليها فيما بعد . وعندما يقومون بهذا التحول يدركون بسرعة النضج الجنسى فى نفس الوقت مع اليرقات التى لم تدخل إطلاقا فى الحالة المتبقية ، وذلك عن طريق انقسامات خلوية متزايدة وعموما فالدراسات الوراثية والخرائط الكروموسومية الأولية التى مازالت مشتته عرضها ريدل **Riddel** ١٩٧٧ ، ١٩٧٨) .

وعلى ذلك ، فعلى مستويات كثيرة ، تعد النيماتودا كائنا ممتازا سهل التربية المعملية بالنسبة لاستخدامات دارس الوراثة السلوكية . والعدد الأحادى للكروموسومات = ٦ ويشكل ستة مجاميع ارتباطية . أما الحقيقة الأكثر إغراء على استخدام هذه الديدان تتمثل فى احتوائها على أقل من ٣٠٠ خلية عصبية **neuron** فى جهازه العصبى بأكمله . هذا الرقم يجب تقييمه فى ضوء التقديرات التى تتراوح بين ٦١٢ مليون و ٩,٢ بليون خلية عصبية فى قشرة نصف واحد من الكرة المخية فى الإنسان (بلينكوف وجليزر **Blinkov and Glezer** – ١٩٨٦) ، وعدد ٧٠,٠٠٠ – ٨٠,٠٠٠ من الخلايا العصبية الدماغية فى جراد البحر **Prorambus clarkii (crayfish)** [فيرزما **Wiersma**) . وهذا التقدير الأخير يعد الوحيد المعروف بالنسبة للمفصليات . ولكن لاحظ مع ذلك أن من

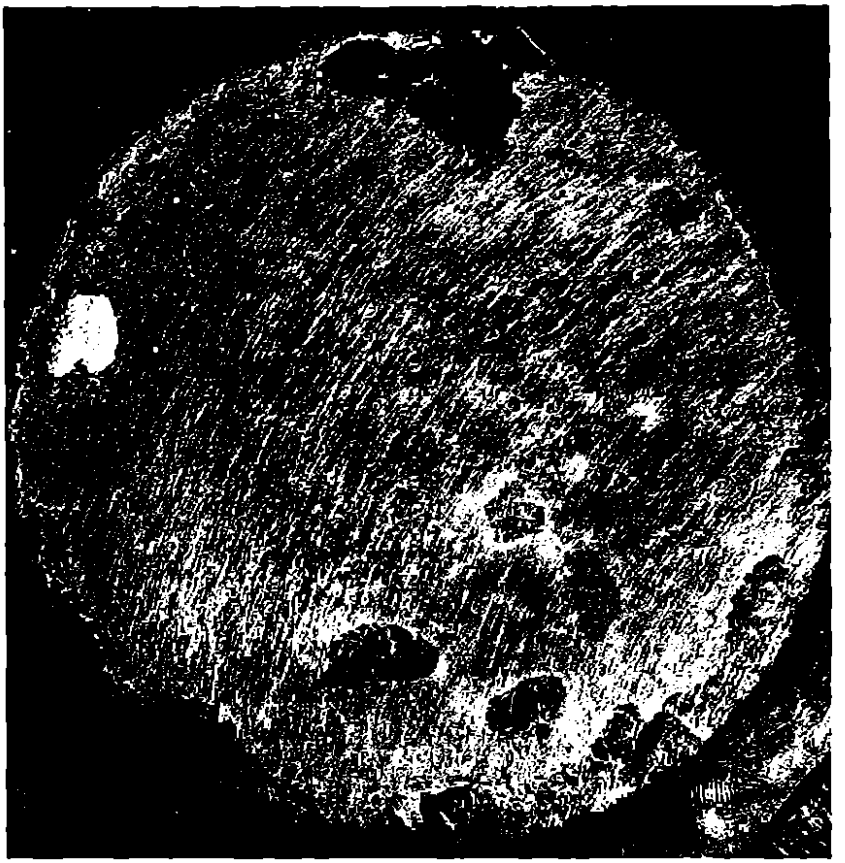
المعروف أن المستقبلات الكيماوية للاتصال الرسفى (الجزء الخارجى فى أطراف المفصليات) فى ثنائية الأجنحة تعمل عن طريق خلية عصبية واحدة فقط .

١٠ - ٤ فراشة الدقيق

فى فراشة الدقيق **Ephestia kuhniell** ، وهى آفة تهاجم الحبوب فى مطاحن الدقيق فى المناطق الاستوائية والمعتدلة ، وجد أن سلوك العزل **spinning** السابق للدخول فى طور العذارء له أسس وراثية وبيئية (كوتر **Cotter** - ١٩٥١ ، كاسبارى **Caspari** ١٩٥٨) . وقد يتداخل عاملى الوراثة والبيئة لإطالة الوقت من إنتهاء تغذية اليرقات وظهورها من بين كميات الغذاء إلى بداية التعذر . وقد يحدث العكس حيث تؤدى قصر الفترة إلى ما أسماه كاسبارى وكوتر عدم الغزل **nonspinning** . وهو مصطلح نسبى ، وذلك لأنه حتى الحشرات المساه بغير الغازلة تنتج من الخيوط الحريرية الحد الأدنى لتكون الشرانق . فى الحالة الطبيعية ، تتوقف اليرقات كاملة النمو عن الطعام فى طورها الأخير (الذى يعقب الانسلاخ الأخير) وتترك طعامها بتسلق جدران أطباق المزرعة ، أو بالبقاء على سطح الغذاء تبعا لحالة الازدحام ، ثم تغزل الشرنقة وتتعذر . وشرنقة الطراز البرى تكون على شكل صندوق مغلق ، مع عدم إحكام إغلاق طرفه العلوى ليكون موضع خروج الحشرة الكاملة . وتتعذر اليرقات الكاملة النمو فى المعمل ٧ - ١٠ أيام .

ينتج عن تأخر الفترة المؤدية إلى التعذر لمدة تقارب الشهر تكون غزل حصيرى الشكل ، مع احتمال تكون شرنقة مغزولة أيضاً (شكل ١٠ - ٤) . لكن فراشات الدقيق القادرة على تكوين الغزل الحصيرى لا تفعل ذلك إذا ما حفظت فى مكان مضيء . وربما يكون ذلك بسبب الانحاء الضوئى الموجب الذى تبديه هذه الحشرات فى نفس الوقت ، مما يمنعها من مغادرة الغذاء عند وجود مرزعتها فى الضوء .

يشير كاسبرى (١٩٥١) إلى صعوبة التحليل الوراثى لسلوك الغزل فى هذه الكائنات . فالغزل الحصيرى تقوم به العشائر وليس الأفراد ، ويشير كوتر (معلومات شخصية) إلى أنه لم يتم اختبار قدرات الغزل المتباينة بشكل كاف ، فأفراد عالية الكفاءة فى العشيرة قد تكون أكثرها امتلاكا لأليلات « الغزل » . فى الجيل الأول الناتج من تهجين الأشكال المختلفة ، تبدو صفة عدم الغزل كما لو كانت سائدة ، هذا إذا لم تكن سائدة تماماً . ينتج F_1 القليل من الحرير ، وينتج F_2 كمية أكبر نوعا عما تنتجه أسلافه



شكل ١٠ – ٤ : العزل الحصيرى فى E. Kuhniella (فراشة الدقيق) . توجد شرنقتان خارج كتلة الغذاء (مهداة من وليام كوتر) .

من أفراد F_1 المتوسطة . اعتبرت هذه الملحوظة مؤشرا للانعزال الوراثى . وأكثر من ذلك ، فإن الأفراد الناتجة من التهجين الرجعى (سلالة غزالة F_1X) تنتج كمية متوسطة من الخرير بالمقارنة بالجيل الأول والسلالة والغزالة . أفضل التفسيرات يتمثل فى التوارث المتدلى من انعزال زوجين أو أكثر من الجينات الغير مرتبطة (كوتر Cotter – ١٩٥١ ؛ كاسبرى Caspari – ١٩٥٥ ، كاسبرى وجوتليب Caspari and Gottlieb – ١٩٥٩) .

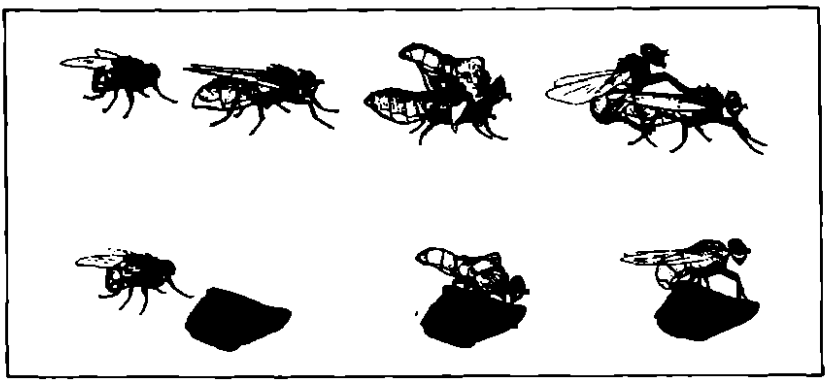
١٠ – ٥ الذباب المنزلى وذباب السروء

تنتج إناث الذباب المنزلى **Musca domestica** مادة ز – ٩ ترايكوزين (z)-9 tricosene وهى فرمون يجذب ذكور النوع ذاته ويستحدث فيهم سلوك الغزل والتزاوج (فودين وآخرون **Vonden et al** – ١٩٧٢ ، روجوف وآخرون **Rogoff et al** – ١٩٧٣) . وقد سمى هذا المركب بحق **muscalure** .

شكلت العقد المصنوعة من الأربطة السوداء للأحدية على شكل ذباب كاذب ، ثم شربت بالمستخلصات البنزينية لإناث تحتوى على الفرمون أو بالبنزين فقط للمقارنة . وشملت التجربة التحكم فى كمية ونوعية الفرمون فى المذيب وكذلك الإناث المستخلص منها المادة الكيماوية والإضاءة ودرجة الحرارة . وقد درست استجابات ٣٤٧ ذكرا بالطريقة الموضحة فى الشكل ١٠ – ٥ . شمل تباين الذكور الموضحة للذباب الكاذب المشبع بالفرمون والمشبع بالبنزين فقط المكونين السلوكيين الآتيين : (١) الانجذاب الفرمونى نحو الحشرات الكاذبة المعاملة و (٢) الاستجابة الفردية للذباب ، بمعنى عدد الضربات التزاوجية (الانتقال من وضع الطيران إلى الوطء) بالنسبة للذكر الواحد .

وجد أن هذا المكون السلوكى الأخير ، الاستجابة ، يعد خاصية متوارثة . ثم عمل التربة الانتقائية للذكور التى أظهرت أعلى أوقل استجابة حتى الجيل الرابع ، وتم الحصول على سلالتين عاليتين وسلالتين منخفضتين بالنسبة لهذه الاستجابة . ومن المثير والمؤسف معاً أن إحدى السلالتين منخفضتين الاستجابة قد فقدت لعدم القدرة على الاستمرار فى تربيتها ، مما يؤكد الأثر الوراثى لهذه الصفة . كان متوسط الضربات التزاوجية للخط المنخفض الباق ٦,٢٤ ± ٣,٦ فى الساعة بنطاق يتراوح بين صفر – ١٥,٦ ضربة فى الساعة فى أفراد الجيل الرابع . أما متوسط الضربات فى أفراد الجيل الرابع للخطين ذوى الاستجابة العالية فقد كان ٢١,٧٢ ± ٨,٧ ضربة فى الساعة وبنطاق يتراوح بين صفر – ٩٠,٠ لأحدهما ، بينما أظهر الخط الآخر متوسط قدره ٢٠,٣٤ ± ٩,٨ ضربة فى الساعة بنطاق يتراوح بين صفر – ٤١,٧ . هذه النتائج تشابه ما تم الحصول عليه فى الدروسوفلا عند الانتخاب لسرعة التزاوج العالية والمنخفضة (أعمال مانج **Manning** ١٩٦١ ، ١٩٦٣ السابق شرحها فى الفصل الثامن) .

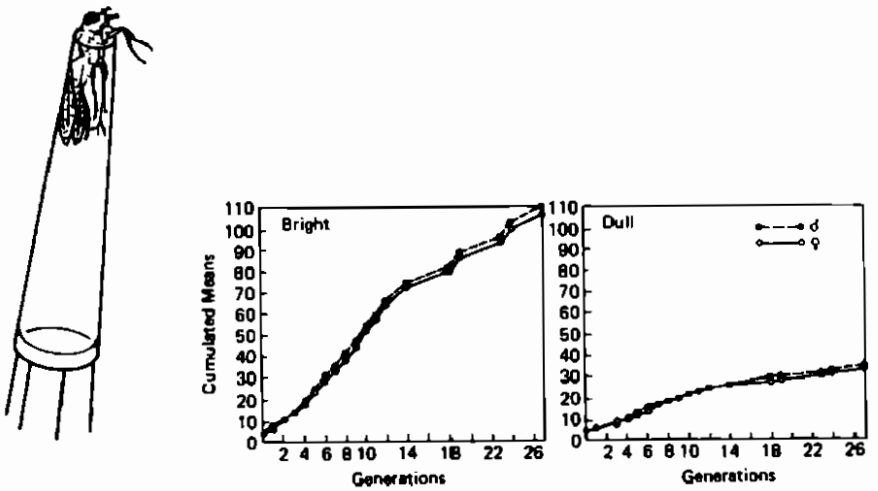
نظر للأهمية الاقتصادية للذباب المنزلى وذباب السروء كآفات حشرية فقد تعرضنا للدراسات الموسعة من هذه الزاوية . ولذلك فليس من المستغرب أن نجد تقارير قليلة على درجة من الأهمية بالنسبة لوراثة السلوك فى هذه الحشرات . فى القسم ٨ – ٣



شكل ١٠ - ٥ : السلوك التزاوجى فى الذباب المنزلى . الانتقال من وضع الطيران إلى الوضع التزاوجى (الضربة) فى ذكر الذبابة المنزلية عند التقائه مع أنه من نفس النوع ومع حشرة كاذبة (المادة السوداء متقوعة فى المستخلص الفرمونى) (عن كوان وروجوف Cowan and Rogoff - ١٩٨٦) .

ركزنا على مشاكل دراسة الانتماء الضوئى فى ظل مختلف الظروف البيئية والتصميمات التجريبية فى الدروسوفلا . وفى الذباب المنزلى وجد كيسلرو شابور **Kessler & Chabora** (١٩٧٧) حالة لتداخل التركيب الوراثى مع البيئة تؤدى الانعكاس ناحية الانتماء السلبى فى الحشرات الطافرة ذات العيون الصفراء تحت درجات شدة الإضاء العالية وذلك بالمقارنة بالدرجات المنخفضة (١٧٢٢٢ لكسا فى مقابل ٨٦ لكسا) ، هذا فى الوقت التى لا تبدى فيه الحشرات البرية أو هجنها مع الحشرات الطافرة هذا التغير . هذه النتيجة يمكن أن تعذى إلى نقص الصبغةفى الحشرات الصفراء التى تؤدى إلى زيادة حساسيتها للرؤية عند درجات شدة الإضاءة المرتفعة وبالتالى إلى الاستجابة السلبية للضوء بالاتجاه إلى أنبوبة الخروج الأكثر إطلاقا فى الجهاز المستخدم للخروج منها . بالإضافة إلى ذلك ، فقد أدى هذا التنبه الشديد إلى نقص النشاط الحركى فى الحشرات الصفراء (شابورا وكيسلر - ١٩٧٧ . نلاحظ هنا تلازما واضحا بين التغير السلوكى والتغير الفسيولوجى ؛ وإن كان من الصعب أن نقرر (إلى أى مدى قد يكون هذا الوضع هاما بالنسبة للأفراد البرية ، فإنه من المعروف أن شدة الإضاءة العالية هامة للنواحى الحيوية فى بعض الأنواع الحشرية .

بالانتقال إلى ذبابة السروء **Phormia regina** واستخدام امتداد الخرطوم كاستجابة غير شرطية لوجود السكر كمنبه (شكل ١٠ - ٦) ، فقد كيفت الأفراد للاستجابة الشرطية للماء المالح كمنبه صناعى (ماك جويرى وهيرش **Mc Guire and Hirsch** -

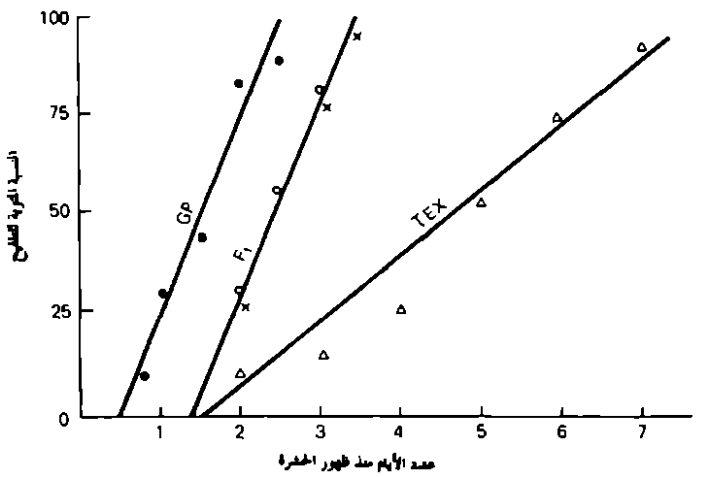


شكل ١٠ – ٦ يسارا :طريقة الإعاقة الرقيقة لماك جويرى وهيرش McGuire & Hirsch (١٩٧٣) بحجز الحشرة فى فوهة ماصة دقيقة . يمينا : المتوسطات المتجمعة عبر أجيال من الاستجابة الشرطية لذباب الروء المتعرض للماء المقطر المضاف إليه 1.0M Nace . كان المنبه الغير شرطى السكروز 0.5M الذى وضع على أجزاء فم الحشرات . تضمنت الاستجابة الشرطية المنفردة امتداد خرطوم الحشرة عند غمر الجزء الطرف من أرجلها الأمامية فى المحلول الملحى .

١٩٧٧) . يوضح ذلك التعلم مع إمكانية قياس الفروق بين الأفراد . ارتكز هذا العمل على التحليل الدقيق للاستجابات والتكيف الذى قام به نلسون **Nelson** (١٩٧١) وديثير **Dethier** (١٩٧٦) وغيرهما . بمعرفة هذه الفروق الفردية اعتقد ماك جوير وهيرش (١٩٧٧) فى إمكانية نجاح الانتخاب الصناعى . وبالفعل تم الحصول على خطوط عالية ومنخفضة الكفاءة (شكل ١٠ – ٦) أبدت إختلافا واضحا عن الخط الذى لم يتعرض للانتخاب (المجموعة الضابطة **control**) – هذه النتائج تعنى أن تحليل وراثة السلوك يمكن أن يتم الآن فى هذا النوع بالنسبة لصفة أحد مكوناتها جاء عن طريق التعلم – جرت هذه التجارب باستخدام عشيرة برية حرة التزاوج ، وبالتالى تحت الاستفادة من التباين الطبيعى . وينصح بمثل هذا المدخل لدراسة بعض الحالات . انظر مثلا القسم ٦ – ٧ حيث نوقش استخدام الإناث المتشابهة فى تحليل مثل هذا التباين . وقد ذكر أيضاً التعلم الناتج عن التكيف الشرطى بالنسبة للدروسوفلا (قسم ٨ – ٤) .

١٠ - ٦ البعوض

بدأت معرفة وراثة البعوض فى الزيادة (كريج Craig - ١٩٦٥ ، رايت وبال Wright and Pal ١٩٦٧) . أغلب المعارف المتاحة الآن مشتقة من الوراثة التقليدية - تحديد المواقع ومعرفة الكروموسومات المسئولة (كريج وفاندهى Craig and VandeHey - ١٩٦٢) . النوع Aedes atropalpus يتكاثر فى المستنقات الصخرية منتجا شكلين سلوكيين : الذاتى autoganous الذى لا يحتاج إلى وجبة بروتينية خارجية كالدم حتى ينضج البيض ، حيث تتغذى الإناث على السكر ورواسب البيض الذى تم فقسه . يمكن الحصول على أفراد الجيل الأول أيضاً دون وجبات الدم اللازمة فى حالة الشكل الغير ذاتى anaitognous الذى يلزمه الحصول على وجبة دم واحدة على الأقل حتى ينضج البيض . صفة الذاتية المذكورة يحكمها جين واحد سائد موجود على أحد الكروموسومات الجسية .



شكل ١٠ - ٧ : السلوك التزاوجى فى بعوض A. atopalpus بداية الاستعداد للتلقيح فى عشرتين أبويتين وعشرتين هجينيتين . الدوائر خاصة بالهجن GP/TEX (ذكر TEX × أنثى GP) والصلبان خاصة بالهجين العكسى TEX/GP (ذكر GP × أنثى TEX) . كل نقطة تمثل ٢٠٠ أنثر على الأقل (عن جوادز Gwadz - ١٩٧٠) .

اختار جوادز Gwadz (١٩٧٠) بعناية سلالتين من A. atropalpus لدراسة وراثة السلوك فى هذا النوع من البعوض . كانت إحداهما أصيلة بالنسبة للجين السائد الخاص بالذاتية وأعطاها الرمز GP (نسبة إلى مساقط جنبودر فى موريلاند حيث نشأت) .

كانت السلالة الأخرى أصيلة للجين المتنحى لعدم الذاتية ورمز لها بالحروف TEX (نسبة إلى أوستين بتكساس) . استخدمت الظروف المثلى لتربية الأفراد المختارة بما فى ذلك تلافى الازدحام . من بين هذه الظروف أيضاً التحكم فى درجة الحرارة (٢٧° ± ١° م) والرطوبة النسبية (٨٠ ± ٥ فى المائة) وطول النهار (الاضاءة لمدة ١٦ ساعة) والعمر (إناث تم فقسها خلال ثلاثين دقيقة) . أنتخبت الذكور من نفس العشيرة المتحصل على الإناث منها مع كونها أكبر عمرا من هذه الإناث . الشكل ١٠ – ٧ يوضح نتائج تشريح الإناث فى محلول ملح لاختيار وجود حيوانات منوية مختزنة فى الحوصلة المنوية للإناث كدليل للتزاوج ووضع الحيوانات المنوية .

تبدو النتائج واضحة : تزاوج حشرات GP الكاملة أسرع من TEX يبدو الهجين فى الاتجاهين متوسطا وإن كان أقرب إلى الأب GP . تفاصيل متوسط الوقت اللازم لتلقيح الإناث بعد تعرضها للذكور هى : ٣٨ ساعة لحشرات GP ، ٥٤ ساعة لحشرات F_1 للهجين GPXTEX أو TEXXGP ، ١٢٠ ساعة (٥ أيام) لحشرات TEX . طول المدة الخاصة بحشرات TEX ليست مستبعدة ، حيث أن إناث هذه السلالة يلزمها الطيران للبحث عن وجبة من الدم قبل نضج البيض القابل للفقس ، ناهيك عن النشاط الجنسى .

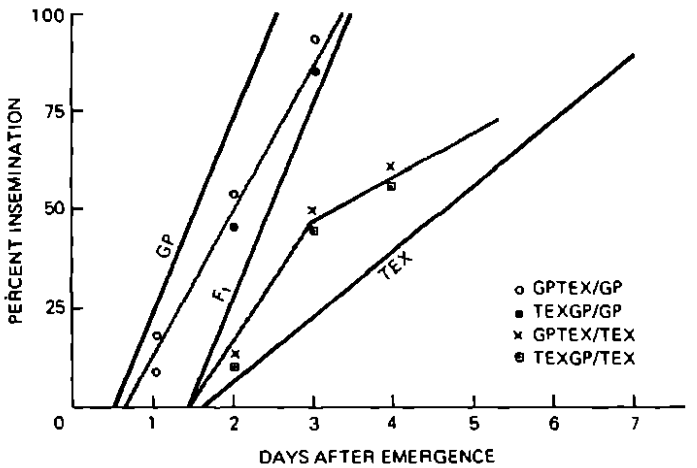
بعد ذلك حددت الأزمنة اللازمة لبداية الاستعداد الجنسى لكل الهجن العكسية الأربعة الممكنة وعرضت فى الشكل ١٠ – ٨ . وإذا ما افترض أن التحكم الوراثى يتم بواسطة جين جنسى شبه سائد فالخط المتقطع فى الشكل يمثل معدلات التلقيح المتوقعة .

بمعنى آخر إذا كانت R تمثل الجين الجسمى الذى يحدد الاستعداد السريع و R تمثل الأليل شبه السائد الذى يؤدى إلى تأخر الاستعداد للتلقيح ، فإن الهجين GPXTEX يكون بالتركيب الخليط RR المتوسط بالنسبة للاستعداد للتلقيح . وعلى ذلك :

$$\begin{aligned} \text{GPTEX/GP} &= \text{TEXGP/GP} \\ &= RR'(\text{F}_1 \text{ هجين}) \times RR(\text{GP ذكر}) \\ &= 1RR(\text{بكر}) : 1RR' \quad \text{وسط} \\ \text{GPTEX/TEX} &= \text{TEXGP/TEX} \\ &= RR'(\text{F}_1 \text{ هجين}) \times R'R'(\text{TEX ذكر}) \\ &= 1R'R'(\text{خاطر}) : 1RR' \quad \text{وسط} \end{aligned}$$

وفى المتوسط يجب أن يسمح النسل الناتج من التهجينين العكسيين مع ذكور GP بالاستعداد للتلقيح قبل أى من الهجينين العكسيين مع ذكور . TEX . وهذا ما يحدث مع

تداخل أزمنة الحد الأقصى للهجينين الخاصين بذكور GR والحد الأدنى لهجينى ذكور TEX . واكتشاف ملاءمة أداء نسل الهجين العكسية مع النتائج المتوقعة تكتسب عمقا إضافيا بملاحظة الأعداد الكبيرة من الأفراد التى فحصت فى كل مجموعة .



شكل ١٠ – ٨ : السلوك التزاوجى فى A. attropalpus بداية الاستعداد للتلقيح فى أربعة هجن رجعية لإناث الجيل الأول مع الآباء الذكور . الخطوط الرمادية : النسب المئوية المتوقعة فى حالة التزاوج تحكم واحد . كل نقطة تمثل ٢٠٠ أنثى على الأقل . الأربعة هجن الرجعية هى : إناث الجيل الأول (TEX × GP) × ذكور GP ، إناث الجيل الأول (TEX × GP) × ذكور TEX ، إناث الجيل الأول (TEX × GP) × ذكور GP ، إناث الجيل الأول (TEX × GP) × ذكور TEX . (عن جوادر Gwadz – ١٩٧٠) .

١٠ – ٧ الدبور المتطفل

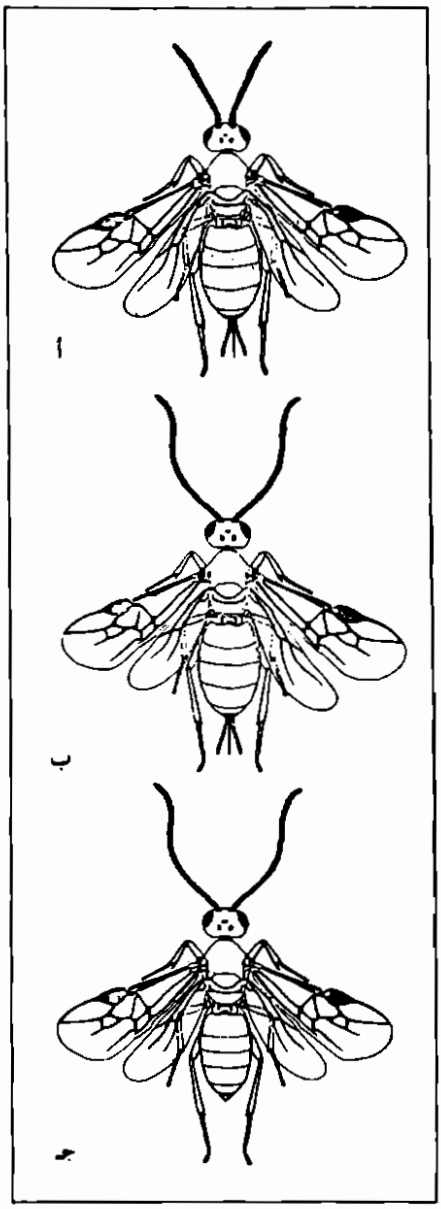
حصل ويتنج خلال دراساته الطويلة لوراثة الدبور المتطفل **Habrobracon juglandis** على عدد من الأشكال جانبية الجنس أو المخنثة **gynandronorphs** الشكل ١٠ – ٩ يوضح أحد الطرز المذكورة (فرد يبدى الأنوثة والذكورة – البرقشة الجنسية **sexual mosaic**) بجانب أنثى وذكر طبيعيين لهذا النوع .

تنتج ذكور هذا النوع من البيض غير المخصب ، مثلها فى ذلك مثل ذكور الأفراد الأخرى من رتبة غشائية الأجنحة (كالنحل والنمل والزنابير .. إلخ) . ويمكن للإناث التى لم يتم تزاوجها أن تنتج عن طريق التوالد البكرى (دون مشاركة الذكور) نسلا من الذكور فقط . أما الإناث الملحقة فإنها تظل تنتج الأبناء عديمى الأب (من البيض

الذى لم يتعرض للاخصاب) بجانب النبات ذات الوالدين (من البيض المخصب) . فإذا ما هجنت أنثى أصيلة التركيب الوراثى بالنسبة لصفة منتجة مع ذكر سائد فإن إناث النسل الناتج تكون خليطة سائدة . أما ذكور هذا النسل فتسمى شبه أصيلة **hemizygous** لكونها أحادية ذات صفة منتجة ؛ حيث لا يحكم على الأصالة إلا عند وجود أليلين للجين الواحد كما فى الأفراد الثنائية (انظر قسم ٨ – ١ بالنسبة لمناقشة جانبية الجنس الدروسوفلا) .

تظهر جانبية الجنس فى الدبابير من البيض الشاذ الذى يحتوى نواتين أحدهما مخصب . تنشأ الأجزاء المؤنثة من الجزء الثنائى والأجزاء المذكرة من الجزء الغير مخصب . لتأخذ مثالا واحداً لفرد يمكن تمييز أجزائه متباينة الجنس لأنه من تهجين أنثى منتجة بالنسبة للون العين البرتقالى **orange** (oo) ولنقص تعرق الأجنحة **defective wing venation** (dd) مع ذكر برى بالنسبة للصفتين المذكورتين . أنتج هذا التهجين ٨٢ أنثى برية (Oo Dd) و ١٧ من الذكور برتقالية العيون ذات التعرق الناقص (ad) وفرد واحد جانبى الجنس . هذه الأفراد المبرقشة جنسيا نادرا ما تظهر ، ويكون ذلك بمعدلات تتراوح بين ١٪١٠٠٠ إلى ١/١٠,٠٠٠ . فى الصورة ١٠ – ١٠ تبدو صورة رأس الفرد جانبى الجنس الناتج من التهجين السابق وصفه . كان لهذاالفرد عين يمنى برتقالية (o) فى نسيج مذكر والأخرى ذات جزء برتقالى مذكر أيضاً ، أما الجزء الباقى فأسود (Oo) مؤنث . كان قرن الاستشعار الأيمن أطول (ذكر) من الأيمن (أنثى) ، والجناحان اليمينيان ناقص التعرق (a) وأقصر (ذكرية) من اليساريين (أنثوية) . أمكن بفحص المظاهر الجنسية الثانوية مزدوجة المظهر والصيغ تحديد الأجزاء الأخرى . وجد فى هذا الفرد أن الجانب الأيسر مؤنث والأيمن مذكر .

والجدول ١٠ – ١ يلخص نتائج سلوك ٥٠ فردا مبرقش الجنس ، حيث كان اتجاه معظم الجسم طبيعيا ناحية أحد الجنسين . فرغم أن أنسجة أجسام جانبية الجنس تعد مختلطة من الناحية الجنسية ؛ إلا أنها لا تكون كذلك من الناحية السلوكية . ومن الواضح أن استجابة الحشرة تعتمد على جنس الرأس . فعلى سبيل المثال استجابة الأنثى الطبيعية ليرقات الفراش (الخاصة بفراشة دقيق البحر المتوسط **E.kuhniella** فى هذه الحالة – أنظر قسم ١٠ – ٤) تتضمن دفع البطن إلى الأمام وإلى أسفل وذلك لجعل آلة اللسع فى وضع بارز وقرنى الاستشعار فى وضع مستقيم . بعد ذلك ، تتقدم ببطء وتغمد آلة اللسع فى ضحيتها ، دون تفضيل جزء معين فى جسد الضحية . خلال ذلك يمر قرنى الاستشعار فوق جسد اليرقة . بعد إخماد المقاومة تسحب الأنثى آلة اللسع وتستخدم



شكل ١٠ - ٩ : الدبور المطفل H. juglandis (أ) أنثى عادية . لاحظ الأجنحة الطويلة نسبيا وقرون الاستشعار القصيرة وآلة اللسع المحاطة بزائد بني حيتي فى طرف البطن (ب) الخنثى (جـ) الذكر العادى . لاحظ الأجنحة الأقصر وقرون الاستشعار الأطوال وطرف البطن المختلف عن الأنثى (عن وينج Whiting - ١٩٣٢) .

فمها لامتصاص السوائل من اليرقة التى صارت هادئة . على الامتصاص اختيار ثنية فى جلد الضحية لوضع البيض .

شكل ١٠ – ١٠ : منظر جانبى لرأس فرد جانس الجنسى من H. Juglandis العين اليسر مذكرة فى جزء منها الجزء الأفتح لونا ومؤنثة فى الجزء الآخر (الداكن) . (عن وينج ١٩٣٢) .

أما الذكور فإنها تتجاهل ، بل وحتى تتحاشى ، هذه اليرقات . وبعد تقديمها لإناث الدبور فهى سرعان ما تحاول الوطء بعد وضع الأنثى مباشرة . وقد يجامع الذكر أنثى واحدة عدة مرات أو عدة إناث بالتتابع مع ضرب أجنحة أثناء الجماع . خلال الوطء

جدول ١٠ – ١ : السلوك الجنسى (ناحية الأنوثة) والتطفل (تجاه اليرقات) فى الأفراد جانبية الجنس للنوع H. Juglandis ، وذلك تبعا لجنس الرأس والبطن .

الرأس	البطن		الاتجاه ناحية الأنوثة		الاتجاه ناحية يرقات الفراش	
			موجب	غير متطفل	موجب	غير متطفل
ذكر	متخلط	9	9			9
	أنثى	20	20			15
أنثى	ذكر	1		1	1	
	متخلط	3		3	3	
متخلط	ذكر	2		2	2	
		1	1			
	متخلط	3	3			3
		3	3			
		1		1	1	
		1			1	
	أنثى	2	2			2
		1	1			
		3			3	
الكل		50	39	7	11	29

المصدر : وينج Shiting (١٩٣٢) .

يقوم الذكر بامساك الأنثى ودفعها على جانبى الأجنحة . وقد يحاول وطء الذكور الأخرى . ويستمر الجماع إلى دقيقتين .

وقد لوحظ سلوك جانبية الجنس فى حشرات أخرى مثل دبور **Habrobracon brovicornis** ونحل **Michell Megachik gemula** (ميتشل – ١٩٢٩) – لكن الأحدث من ذلك والأكثر دقة هو ما درس فى الدروسوفلا ميلانوجاستر التى أنتجت وحللت الأفراد جانبية الجنس التابعة لها بواسطة هوتا وبنزر **Hotta & Benzer** (١٩٧٣) ، وقد تمت مناقشة نتائجها فى الفصل الثامن . هذا العمل يواصل دراسة سترتفانت ومورجان وبروجز مورجان وبروجز **Morgan and Bridges** (١٩١٩) مع درجة أكبر من التحكم الوراثى وعدد أكبر من السلالات ، وكذلك بالإنتاج المدروس لمثل هذه الحشرات المبرقشة بالطفرات الكيماوية .

يمكن الرجوع إلى تقرير بيترز وجروش وألسون **Petters, Grosch and Olson** (١٩٧٨) بالنسبة للطفرات العاملة فى **H. juglandis** . ومن المثير لاهتمام دارس وراثة السلوك الطفرة المنتخبة التى تؤدى إلى فقد الدبابير للقدرة على الطيران . هذه الطفيليات الخارجة (التى تعيش على السطح الخارجى للعائل) لا تطير حتى إذا تعرضت للتدفئة والإزالة بالفرشاة ، أو إذا اسقطت من ارتفاع ٦ بوصات (١٥,٢٤ سم) وحتى إذا ما عدا أى انحراف عن السقوط العمودى طيرانا . الغريب هنا أن التركيب الدقيق لعضلة الطيران فى هذه الأفراد يبدو طبيعيا .

١٠ – ٨ بعض الحشرات الصوتية

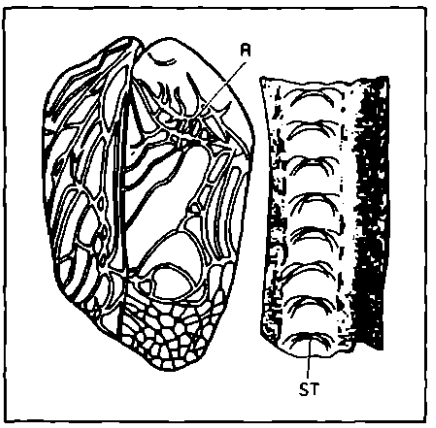
" أعتقد ، دون أن أدخل فى التفاصيل أن القول بالتباين الكبير فى الصفات الجنسية الثانوية سوف يكون مقبولا لدى الطبيعيين . وسوف يقبل أيضاً أن أنواع المجموعة الواحدة تبدى تباينا بين كل منها والآخر فى هذه الصفات بدرجة أكبر من تباين أى من أجزائها الأخرى ... وسبب التباين الأصلى لهذه الصفات ليس واضحا ؛ ولكننا نستطيع أن نرى العلة فى عدم ثباتها وتماثلها كما هو الحال بالنسبة للصفات الأخرى ، وذلك لأنها تتجمع بواسطة الانتخاب الجنس ، الذى يعد أقل حدة فى تأثيره من الانتخاب العادى ، لأنه لا يؤدى إلى الوفاة ، بل إلى قلة نسل الذكور الأقل تفضيلا ، وأيا كان سبب تباين الصفات الجنسية الثانوية ، فإن شدته جعلت للانتخاب الجنسى مجالا واسعا للتأثير ، مما يمكن أن يكون قد أدى إلى نجاحه فى اعطاء أنواع المجموعة الواحدة درجة أكبر من الاختلاف فى هذه الناحية عما هو الحال بالنسبة للنواحى الأخرى ". تشارلز داروين

Charles Darwin

خصص جزء من دراسة داروين عن أصل الإنسان والانتخاب وعلاقته بالجنس (١٨٧١) **The Descent of Man and Selection in Telation to Sex** لأنواع أخرى غير نوعنا . ولا شك أن داروين قد وجد أن هذه المناقشة ضرورية ليشرح ويدافع عن نظريته الجديدة عن الانتخاب السلوكي الجنسي . أحد الفصول (الفصل العاشر في المجلد الأول) يتعلق بالصفات الجنسية الثانوية للحشرات ، وقد أورد داروين الشكل ١٠ – ١١ المستخدم هنا ليوضح الجهاز الصوتي **stidulatory apparatus** في ذكور صرار (صرصور) الحقل . ولقد علق على ما يتميز به غناء الصرصور الليلي من ضخامة وامتداد وعلى حقيقة أن .. « كل الملاحظين يتفقون على كون هذه الأصوات تستخدم لاستدعاء أو إبعاد الإناث الخرساء » .

هذا القسم يتعلق أساساً بالحشرات من عائلته **Gryllidae** الخاصة بصرار الحقل العادى . يتم الالتقاء للتكاثر بواسطة إشارات صوتية طويلة المدى . ينتج الذكر الناضج جنسيا ذبذبات صوتية بتحريك الجناح الذى يمارس ميكانيكيات الاحتكاك . كل ضربة ضم للأجنحة الأربعة تنتج ذبذبة صوتية ، ويتم تجهيز الأجنحة لدورة أخرى بعملية فرد صامتة . بهذه الطريقة ينتج الصوت بالفرد والضم الدوريين للأجنحة ، حيث ينتج الصوت أثناء ضربة الضم فقط . يتم توقيت كل حركة للأجنحة بدقة عن طريق انقباض مجموعتين من عضلات الجناح ، اللتين تعملان في تضاد . يبدأ الانقباض بتفريغ عصبي في الخلايا العصبية الخاصة بالحركة في المجموعتين المتضادتين . وعلى ذلك فإن حركة الجناح المنتجة للصوت توصف بأنها مخلوقة عصبيا : الانقباض والتفريغ العصبي مرتبطان ارتباطا سببيابطريقة واحد – إلى واحد (بنتلي وكتش **Bantley & Kuteh** – ١٩٦٦) . هذا يعني أن ملاحظة أو تسجيل السلوك (تسلسل الذبذبات الصوتية) ، يمدنا أيضاً بوسيلة دقيقة لمراقبة نشاط مكونات الحركة في الجهاز العصبي الكافة وراء هذا السلوك . يمثل ذلك حالة سلوكية مبسطة تخدم في دراسة التحليل العصبي وتجعل هذا النظام مناسبا لدارسي الوراثة العصبية **neurogeneticists** ، الذين يعد من أهدافهم ربط النشاط العصبي بالتركيب الوراثي .

لنعود الآن إلى السلوك ووظيفته . تصدر عن الذكر أصوات غنائية تدعو الأنثى إليه ، ويمتد تأثيرها من عدة أمتار إلى عشرات من الأمتار . لم يتم تحديد نصف القطر الفعال بالنسبة لهذه الدعوة ، وإن كان من المحتمل أن تكون صورته معقدة على الحرارة والرطوبة والتضاريس وحالة الرياح . وبصرف النظر عن الحدود الفعالة لهذه الرسالة الصوتية ، فمن المؤكد أنها تلعب الدور الرئيسي ، إن لم يكن الوحيد ، لجذب الإناث . يتركز



شكل ١٠ - ١١ : الجهاز الصوتى لذكر Gryllus campestris أو صرصور الغيط . من اليمين : منظر مكبر جدا للجانب السفلى لجزء من عرق الجناح يظهر الأسنا (ST) . من اليسار : السطح العلوى لغطاء الجناح بعروق الملساء (R) التى تحتك بها الأسنان (ST) . (عن دادوين Darwin ١٩٧١) .

النشاط الصوتى لأغلب الصراصير فى الليل . قد تلعب العوامل الكيماوية دورا ضئيلا (هذا الموضوع لم يدرس بعد) ، ولكن منذ دراسة ريجان **Regan** (١٩١٤) قد عرف أن الاشارات الصوتية كافية لجذب الإناث فى « غياب » المؤثرات البيئية المرئية أو الكيماوية أو الحسية . وعندما يجذب الذكر إحدى الإناث لمسافة عدة سنتيمترات ويبدأ الالتقاء الحسى بينهما، يشرع فى غناء أغنية غزلية تختلف بشكل ملحوظ (حتى للأذن البشرية) عن أغنية الدعوة السابقة . قد يتساءل المرء عن تخصص الأنواع فى تميز أغنية الغزل بدلا من أغنية الدعوة . عدم حدوث ذلك يمكن فهمه على أساس توفير وقت وجهد الأنثى (وهما عاملان مهمان لنجاح تكاثر الحيوانات) . فإذا ما غنت أنواع كثيرة من الصراصير بشكل متقارب فإننا نعرض الأنثى للقيام برحلات غير موفقة حيث لا تكتشف أن الذكر الذى بها عاها ليس من نوعها إلا على بعد عدة سنتيمترات . ومن ناحية وقت وطاقة الأنثى يتضح أن هذه الطريقة غير مجدية لإتمام التزاوج بين فردين من نفس النوع .

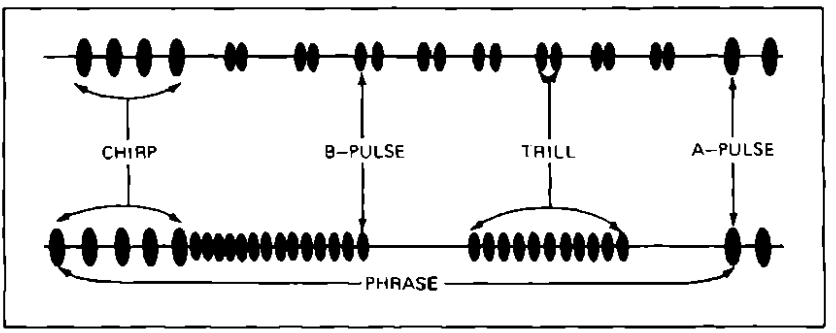
كيف يمكن للنوع أن يفك شفرة التخصص فى أغنية الدعوة بناء على الميكانيكيات المذكورة سابقا ؟ الأغنية قد تختلف فى خصائصها الطبيعية من حيث الزمن والتردد . وهنالك دليل أن التردد الرئيسى يلعب بعض ، وليس معظم ، الدور فى تخصص الأنواع . هذه الرسائل الصوتية تعد نقية نسبيا من حيث محتواها من الأنغام التوافقية **hamonic content** ، حيث تتكون من تردد رئيسى وعدد متباين من هذه الأنغام .

أوضحت تجارب الأغانى الصناعية أن التردد الرئيسى مصحوبا بالنمط المؤقت للنوع يكفيان لإتمام هذا السلوك المعتمد على الحركة تبعا للصوت **phonotaetic** ، ورغم أن الأنواع المتصاحبة من الصرصور قد تختلف فى قيمة التردد الرئيسى ، إلا أن نطاق التباين لا يكون كبيرا داخل المجموعة المتصاحبة من الأنواع . وأكثر من ذلك ، نجد أن تردد أغانى الصرصور ليس موزونا كما هو الحال فى أغانى الطيور . والفارق الرئيسى بين أغانى الأنواع المختلفة هو الطراز الزمنى لسلسلة الذبذبات المكونة لأغنية الدعوة . هذه المقاييس الخاصة بالايقاع تكون مطبوعة **stereotyped** بشكل واضح فى أفراد العشيرة أو النوع المحليين ، كما أنها تختلف بوضوع من نوع إلى آخر . من السهل عمل تسجيل لأغنية الدعوة واستعراض مسار ذبذباتها على رسام الذبذبات **oscilloscope** يمكن بعد ذلك تصوير هذا المسار وقياس المسافة بين الذبذبات (مقدرة بالملليمترات) ، ثم ترجمة هذه القياسات إلى أزمنة (مقدرة بالثوانى) . يمكن بذلك الحصول على معلومات دقيقة عن التركيب الزمنى للدعوة (انظر : بولاك وهوى **Pollack & Hoy** – ١٩٧٩) . وكما ذكرنا سابقا ، فإنه يمكن الاستدلال على نشاط الخلايا العصبية الحركية المسئولة عن تولد الأغنية بدراسة مسار الذبذبات . وعلى ذلك فمعرفة التركيب الزمنى للأغنية لا يسمح فقط بوصف السلوك ، لكنه يكون أيضاً بمثابة « نافذة » ملائمة للتعرف على الجهاز العصبى الذى ينتج هذا السلوك المدروس .

التحكم الوراثى فى غناء ذكور صرار الليل :فى الدراسات المبكرة (بيجلو **Bigelow** و ١٩٦٠ وليروى **Leroy** ١٩٦٤) تأسست حقيقة إمكان الحصول على الجيل الأول الهجين من صرار الليل معمليا ومع أن هذه الهجن لا يمكن الحصول عليها عموما فى الطبيعة (الكسندر **Alexander** ١٩٦٨ وهل ولوفتس – هيلز وجارتسيد **Gartside, Ptus-Hills Hill** ١٩٧٢ فى هذه الدراسات المبكرة كان التركيز على قياس معدل التذبذب للصيحات الهجينة ومقارنتها بالصيحات الأبوية أو بمقارنة محصلة الأصوات الهجينة مع الصيحات الأبوية . وقد حلل بنتلى وهوى (١٩٧٢) **Bentley and Hoy** هجن الجيل الأول **Teleogryllus** (التى درست سابقا بواسطة ليروى **Leroy** ١٩٦٤) وذلك بهدف خاص وهو عمل مقاييس شاملة لفترات الأقسام فى الأغنية عن طريق تصنيف ترديد الأغانى لأفراد عديدة . وقد أمكن الحصول على هجن بين أنواع صرار الليل الحقلية **T.Commodus and T, Oceaniaus** معمليا . وترديد الأغانى لهذه الأنواع معقد ومرجع ذلك هو أن كل جملة تتركب من نوعين من الذبذبات (شكل ١٠ – ١٢) وهذا يؤدى إلى العديد من فترات الأقسام التى تؤدى أنواع مجسماتها إلى وحدات

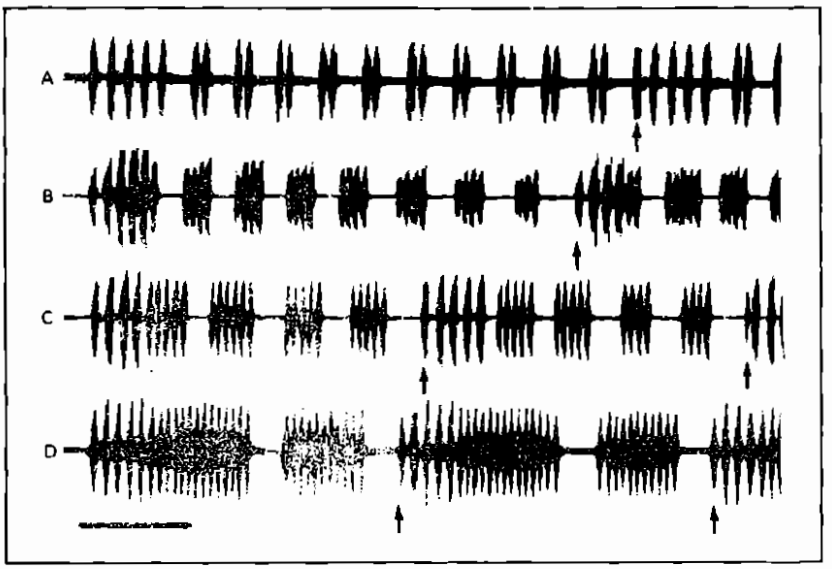
سلوكية يمكن تتبعها من خلال التجارب الوراثية . وقد كان فى الإمكان أيضاً الحصول على هجين عكسى للجيل الأول وهذه أمكن الاشارة إليها T-2, T-2 بواسطة هؤلاء الباحثين و T-1 هى عبارة عن الهجين **T. Oceanicus** أنثى **T. Commodus X** ذكر أما T-2 فهو الهجين **T. Commodus** أنثى **T. Ocenicus XX** ذكر .

ويوضح شكل ١٠ – ١٣ الذبذبات (بواسطة تشغيل جزء مسجل من شريط لترديد أغنية وذلك بعرضها على مكبر للذبذبات وبذلك يمكن تصويرها لترديد الأغانى من **T. Commodus, T. Oceanicus** والهجن ومع أن الفحص النظرى للذبذبات يوضح اختلافات فى أغنية الجيل الأول بمقارنتها بالأغنية الأبوية . وتوجد العديد من الفترات بين الذبذبات يجب تصنيفها قبل إبداء إيضاحات دقيقة حول التحكم الوراثى لترديد الأغنية . ومن مثل هذه القياسات يمكن عمل هستوجرامات توضح نسبة الفترة بين الذبذبة كما هو واضح فى شكل ١٠ – ١٤ .



شكل ١٠ – ١٢ : تركيب الجملة فى ترديد الأغنية فى Teleogryllus وصرار الليل وتتكون كل جملة من نوعين من الذبذبات

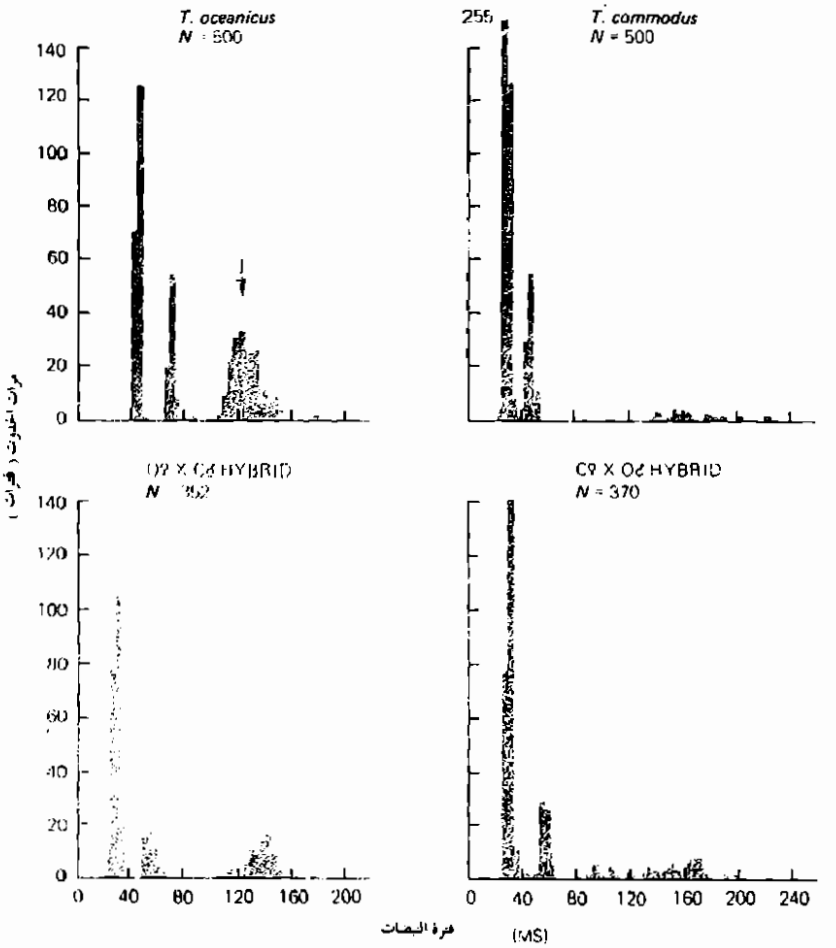
ويختلف ترديد الأغانى تماماً للجيل الأول عن كلا الأبوين ويتضح أن الفترات داخل الزقزقة أو داخل الرعشات فى ترديد الهجن تكون وسطا بين فترات الأبوين المماثلة . وهذا يستبعد وجود تحكم وراثى بسيط سائد متنحى من هذه القياسات الايقاعية . وفى الحقيقة لا يوجد أى برهان والوراثة الوسطية يمكن تفسيرها على أساس وجود العديد من العوامل الوراثية وهى الميكانيكية التى أمكن الوصول إليها فى الدراسات المبكرة على وراثة الأغانى (التى تضمنت صرار الليل **Telogryllus** بواسطة ليروى **Leroy** و ١٩٦٤) . والوراثة الوسطية يمكن أيضاً شرحها بواسطة تحكم عامل وراثى واحد حيث تكون



شكل ١٠ - ١٣ شكل ذبذبات أغانى T.oceanicus (a) T.commodus, (d) وهجنهما العكسية السهم يوضح بداية المقطع الثانى . والخط المستعرض أسفل الرسم يوضح فترة نصف ثانية (عن بنتلى وهوى Bently & Hoy ١٩٧٢) .

النفاذية غير تامة . ويمكن اختبار الهجن الرجعية للتوصل إلى أى ميكانيكية تكون مسئولة بالتحديد . ويمكن الحصول على أربعة أقسام من الهجن الرجعية فى صرار الليل وتوضح الهجن الرجعية ذاتها الوراثة الوسطية ، وعلى ذلك فهى تعضد وجود العديد من العوامل الوراثية (بنتلى Bentley ١٩٧١) وهذه الاكتشافات تؤدى إلى نفس النتيجة التى توصلت إليها ليروى Leroy (١٩٦٤) فى دراساتها على صرار الليل .

وقد أوضح بنتلى Bentley وهوى Hoy فى دراستهم وجود عوامل مرتبطة بالجنس تؤثر فى ترديد الأغانى وقد اختلف الهجينين العكسيين T-2, T-1 عن بعضهما فى الطول والنوعية بين الرعشات وفى سرعة استقبال الجمل . وتشير الأسهم فى الرسوم البيانية النسبية للفترات بين النبضات (شكل ١٠ - ١٤) إلى الفترة بين الرعشة والتى تكون واضحة فى أغنية T. Oceanicus صرار الليل من النوع أو شيانيكى والتى تكون غانية فى النوع كومبودس T. Commodus وصرار الليل XO لتعيين الجنس حيث يتلقى الذكر



شكل ١٠ - ١٤ : الهستوجرامات النسبية للفترة من النبضات لترديد الأغانى فى أنواع صار الليل والجيل الأول الهجن يوضى كل هستوجرام تحليلا لأغنية فرد واحد من صرار الليل . N عدد الفترات التى قيست والفترات من ثلاثة طرز : داخل الزقزقة ، داخل الرعشة وبين فترات الزقزقات وتشير الأسهم بوضوح إلى الفترات بين الزقزقات (عن بنتلى Bentley وهوى Hoy و ١٩٧٢) .

كروموسوم الجنس X الوحيد من أمه وعلى هذا فجميع ذكور T-1 تتلقى كروموسوم X من النوع أوشيانيكس **T. Oceanicus** وبالمثل فإن ذكور T-2 تستقبل كوموسوم X من كومودس **T.Commodus** ووجود أو غياب فترة بين النبضات فى ترديد الأغنية يكون مرتبطا بمنشأ كروموسوم X . وعلى هذا يمكننا أن نستدل على وجود عوامل مرتبطة بكروموسوم X والتى تؤثر فى التركيب الايقاعى لترديد الأغنية .

والتحكم الوراثى فى إنتاج الأغنية يمكن تلخيصه على النحو التالى :

● وجود العديد من العوامل الوراثية لترديد الايقاع ويعضد ذلك اكتشاف أن داخل فترات الزقزقة وداخل فترات الرعشة تكون وسطا فى الجيل الأول بين قيم الأبوين وتكون متشابهة بين الأفراد لكل أقسام الهجن العكسية . والأغانى الهجينة تكون مختلفة تماماً عن أغانى كلا الأبوين .

● توجد ملامح قليلة للترديد الايقاعى مثل الفترة بين الرعشات تتأثر بالعوامل المرتبطة بالجنس .

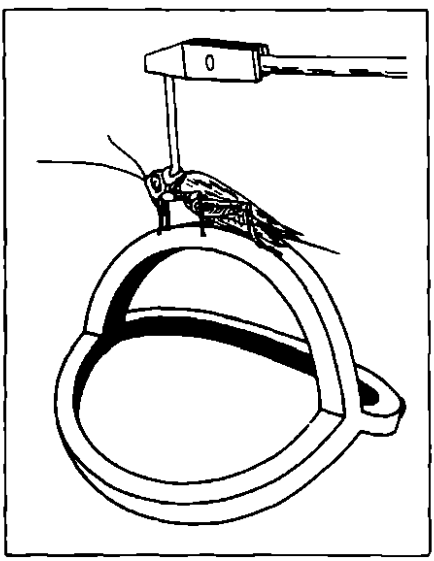
● التحكم الوراثى يكون موزعا بين عدد مجهول من الاتوسومات وبين كروموسوم X . وعلى ذلك فالتحكم الوراثى فى الأغنية يرجع إلى العديد من الكروموسومات كما هو بين العديد من العوامل الوراثية .

التحكم الوراثى لاستجابة الإناث لترديد الأغانى

يصدر الذكر أغنيات مجسمة والتى ترشد إلى كل من موقعة ونوعه ولكن المستقبل المقصود لندائه وهى الأنثى المقصودة لا تستطيع ردا للنداء . فالإناث لا تصدر صوتا ولكن تكون استجابتها للنداء عن طريق مشيها إلى اتجاه مصدره ويتضح جليا أن الأنثى من صرار الليل مهيأة لاستقبال الأصوات الخاصة بنوعها وربما يكون ذلك ورجعاً لتنظيم أو برنامج وراثى . ويمكن اختبار ذلك بقياس مقدرتها على استكشاف الصوت الخاص بنوعها من أصوات متداخلة . والإناث يمكنها ويجب أن تستكشف وتكون منجذبة لترديد الأغانى الذكرية المتخصصة .

وقد سبق أن وصفنا وراثة ترديد الأغنية فى صرار الليل **Telogryllsus** فالذكور الهجنية وجدت لها أغانيها الخاصة المختلفة تماماً عن الأغانى الأبوية فكيف تكون الاستجابة للإناث الهجينة لنداءات أنواعها الأبوية وعلى وجه الخصوص الذكور الأخوية لها ؟ فالانجذاب النسبى للإناث من صرار الليل لترديد الأغانى الأبوية والهجينة يمكن قياسها بوضع أنثى مكبلة على متاهة بشكل حرف Y فى مجال صوتى موجه . فالأنثى المكبلة تمشى على متاهة ستيروفوم **Styrofoam** فى الهواء الطلق ؛ فعندما تسير الأنثى تتحرك المتاهة من تحتها إلى الخلف (شكل ١٠ – ١٥) . وتتكون المتاهة من ثلاثة ممرات مستقيمة طول كل منها ٢١٠,٥ سم ومتصلة ببعضها بنقطتين اختباريتين من أشكال حرف Y (بزاوية ١٢٠°) . وفى كل Y فإنه يستوجب على الأنثى أن تختار إما الذراع الأيمن أو

الذراع الأيسر للمتاهة فعندما تختار الأنثى فإنها تعود مرة مستخدمة الممرات المستقيمة التى تؤدى إلى اتصال Y الآخر وهكذا . وقد أمكن هذا التحليل كل من هوى **Hoy** وبارل **Paul** (١٩٧٣) من قياس الاستجابة الانثوية لترديد الأغانى تحت ظروف من التحكم . وقد وصفت إناث بكارى من كلا النوعين بالإضافة للإناث الهجينة T-1 على متاهة ستيروفوم **Styrofoam** وعند بث أغانى التزاوج من أحد مكبرى الصوت الموجودين على يمين ويسار المتاهة . فإن السلوك الاختيارى فى مجال صوتى موجه (يعبر عنه بالاستجابة الصوتية) تعطى مقياساً للانجذاب النسبى للأغنية المختبرة . وقد توافقت الاستجابة الصوتية مع السلوك الحركى لحشرات صرار الليل الحرة فى مجال صوتى موجه . وقد وجد هل **Hill** ولوفتس × هلز **Loftus-Hills** وجارتسيد **Gartside** (١٩٧٢) أن المثنى الحر فى كل من صرار الليل أو شيانيكس **T.Oceanicus** وكومودس **T.Commadus** أدى إلى استكشاف أنواعها .



شكل ١٠ - ١٥ : أنثر من صرار الليل مكبلة فى مجال تدل على المتاهة على تفضيلها للأغنيات الذكرية المختلفة (بتصريح من هوى R.Hoy) .

وقد وجد هوى **Hoy** وباول **Paul** على متاهة Y أن أوشيانيكس **T.Oceanicus** وكومودس **T.Commodus** استكشفت أنواعها على وجه الخصوص . والعجيب فى النتجة التى تضمنت الهجين . فالإناث الهجينة T-1 فضلت الأغانى للذكور الأخوية T-1 أكثر من الأغانى لكلا الأبوين (جدول ١٠ - ٢) وقد وضع هوى **Hoy** وباول **Paul** (١٩٧٣) تعرفا للاستجابة الصوتية التحكمى دليلا على اللقاء « قوى » كمعيار إذا

جدول ١٠ - ٢ : الاستجابة الصوتية فى ١٤٧ أنثى من صرار الليل لترديد الأغانى المتوافقة والمختلفة

طراز ترديد الأغنية	الإناث على المستوى/المجموع الكبرة	الإناث على المستوى (%)
	أوشيانيكس على المتاهة *T.*	
T. أوشيانيكس	14/22	63.6
T. كوموديس	4/22	18.0
	كوموديس على المتاهة *T.*	
T. أوشيانيكس	3/15	20.0
T. كوموديس	21/28	75.0
	على المتاهة (T-1) الهجين	
T. أوشيانيكس	3/11	27.3
T. كوموديس	8/21	38.0
(T-1) هجين	21/28	75.0

المستوى كان ١٥/٢٠ اختياراً صحيحاً فى اتجاه كلا من الصوت الصادر سواء من اليمين أو من اليسار . المصدر هوى Hoy وباول ١٩٧٣ بواسطة الجمعية الأمريكية لتطوير العلم .

كان على الأقل ١٥ من ٢٠ اختبارا كانت فى اتجاه مصدر الصوت فى كل اتجاه وكان ترديد الصوت يصدر من خلال مكبر واحد فقط للصوت وذلك حتى يتم ٢٠ اختيارا وكانت نفس الأغنية تصدر من خلال مكبر الصوت الآخر للاختيارات العشرين الأخرى . وعندما كانت الأنثى أوشيانيكس **T.Oceanicus** على المتاهة فإن ١٤ أنثى من بين ٢٢ قد وافقوا المستوى المحدد عند عزف أغنية من أوشيانيكس **T.Oceanicus** وبالمثل عند وجود إناث كوموديس **T.Commodus** على المتاهة فإنها فضلت الأغانى من نفس نوعها مثلما فعلت تماماً الإناث أو شيانيكس **T.Oceaniaus** وهذا السلوك هو ما حصل عليه بالضبط كل من هل **Hill** ولوفتس – هيلز **Loftus-Hills** وجارتسيد **Gartlside** (١٩٧٢) فى حالة المشى الحر . وفى النهاية فقد وجد هوى **Hoy** وباول **Paul** أن ٧٥ فى المائة من الإناث الهجينة T-1 قد وافقت المستوى عند عزف الأغنيات الهجينة وأن ٣٨ فى المائة فقط قد وافقت المستوى عند عزف أغنية كوموديس **T.Commodus** وأن ٢٧٠ فى المائة قد وافقت المستوى عند عزف أغنية أوشيانيكس **T.Oceanicus** .

وتصدر الذكور الهجينة من حشرة صرار الليل **Teleogryllus** أغان فريدة من السهل

تميزها من أغانى كلا الأبوين . وتجد الإناث الهجينة من صرار الليل الأغانى من المتوافقة من هجنها أكثر جاذبية من أغانى كلا نوعى الأبوين (هوى وآخرون **Hoy et al** ١٩٧٦) وربما يكون لكل من هاتين الظاهرتين أساسها الوراثى . والتفسير لذلك أن صدور اشارة من الذكر ويكون لها استقبالها وترجمتها فى السلوك الحركى فى الإناث يكون متوافقا وراثيا لحد ما . وربما يكون جهاز الاستقبال للأنثى الهجينة يتسق مع أغانى الذكر الهجينة . وهذا يغرى لفرض أنماط عصبية يمكن بواسطتها للتوافق الوراثى أن يفضى إلى توافق عصبى وظائفى ، ولكن يبدو أن الأمر مازال مبكرا لقبول الميكانيكية الدقيقة . وواضح مع ذلك أن ذلك يمكن أن يفتح طريقا « لتصميم » نظاماً للقاءات . وقد أكد علماء التطور البيولوجيين أن جاذبية توافق الإرسال والاستقبال هو خاصية أنواع بذاتها (الكسندر **Alexander** و ١٩٦٢) .

الخلاصـــة

إن دراسة السلوك الوراثى فى صرار الليل يقدم طريقة جديدة لدراسة السلوك الوراثى المحكوم بعديد من العوامل الوراثية فترديد الأغانى تعطى وحدات يمكن قياسها للسلوك والتى يمكن تتبعها فى تجارب التهجينات . فالسلوك الصوتى حقيقة أساسه هو خاصية للأنواع ذاتها للتبادل وهو يعطى الفرصة لتطبيق التحليل الوراثى والتى تكون لها تفسيرا يتضمن حيوانا مفردا . ومع هذا فإن القليل جدا أساسه عن توارث صرار الليل (فعلى سبيل المثال لم تعمل له خرائط كروموسومية) ، فالتقدم الوراثى عن السلوك الصوتى يعطى إمكانية لفتح آفاق جديدة لمشاكل أكثر عموما عن وراثة السلوك وتطور السلوك (هوى **Hoy** ١٩٧٤) .

١٠ – ٩ الأسماك

السجلات عن السلوك الجنسى فى الأسماك المفلطحة **Xyphophorous maculatus (platypoecilus)** وفى أسماك أبوسيف **X. helleri** وفى ذكورها للجيل الأول F_1 والجيل الثانى F_2 والهجن الرجعية قد دونت ملاحظاتها من خلال سلاسل من أكثر من ١٠٠٠ عشر دقائق طولا من خلال تجارب صممت لايضاح ميكانيكية التخصيب فى هذه الأسماك التى تعيش فى المياه الغنية (تقريرنا هذا يعتمد على المؤلفين كلارك **Clark** وأرونسون **Aronson** وجوردون **Gordon** ١٩٥٤) وبعض الملاح هى :

- أعضاء الجماع (هى زوائد تستخدم للمهام التكاثرية) والتى تلج يمكن التميز

سلوكيا بينها وبين الجماع ويمكن تقديره من خلال تكنيك هرس القناة الجنسية (فإن ملاحظة الحيوانات الحية المستخلصة بواسطة ماصة الميكروسكوب) فإن الولوج منفردا لا يؤدى لتخصيب الإناث .

● عضو الجماع هو عضو خطاف للتثبيت وقد تحورت قمته لتكون أداة مهيئة للامساك . وفى غياب ميكانيكية التثبيت هذه لا يحدث الجماع وتكون ذكورا مخنثة ولا تخصب الإناث .

● الزعنفة البطنية والتى على جانبها يتعلق عضو الجماع تتحرك إلى الأمام وتعتبر جزء مكمل لميكانيكية الجماع وفى حالة غياب أيا من الزعانف البطنية فإن قابلية نقل الحيوانات المنوية إلى الأنثى تقل كثيراً .

● مع أنه تتشابه طرق الغزل فى كل من الأسماك المفلطحة وأسماك أبو سيف فإنه توجد بعض الاختلافات الكمية والنوعية يمكن بيانها . فالعديد من السلوكيات مثل التعلق والمشي جانبا والاهتزاز والعض والولوج والجماع يمكن ملاحظتها فى علاقة الغزل لكل من الأسماك المفلطحة وأسماك أبو سيف . يلاحظ طرزين سلوكيين عند مغازلة ذكور الأسماك المفلطحة وهى النقر والتراجع فى خجل لا تلاحظ فى حالة غزل أسماك أبو سيف ومن ناحية أخرى فإن ذكور أسماك أبو سيف تفضل نوعين من سلوكيات الغزل تتجلى فى المبالغة فى الارتداد إلى الخلف وكذلك العضعضة والتى لا يمكن ملاحظتها فى الأسماك المفلطحة .

ومن أهم الاختلافات الكمية المميزة فى السلوك الجنسى بين الأسماك المفلطحة وأسماك أبو سيف وهجنها المختلفة كان مرتبطا بعملية الجماع . فمتوسط فترة الجماع كانت أطول فى أسماك أبو سيف (٢,٣٩ ثانية) أكثر من الأسماك المفلطحة (١,٣٦ ثانية) . وتجامع أزواج أسماك أبو سيف فى التو (بمتوسط دقيقة واحدة) خلال ١٠ دقائق وهى فترة الملاحظة أكثر من الأسماك المفلطحة (بمتوسط ٥ دقائق) . على أنه فى الأسماك المفلطحة . كانت تجامع مرات أكثر (٢٦,٧ فى المائة من مرات الملاحظة بمقارنتها بـ ١٣,٤ فى المائة فى أسماك أبو سيف) . وكانت عدد مرات التخصيب الناتجة من عمليات الجماع أعلا فى الأسماك المفلطحة (٨٦,٠ فى المائة) أكثر من أسماك أبو سيف (٣٩,٤ فى المائة) . وفى هجن الجيل الأول F_1 فإن نسبة الجماع (٢٩,٠ فى المائة) كانت أكثر قليلا من الأسماك المفلطحة وكانت عدد مرات التخصيب بعد الجماع وسطا (٦٤,٣ فى المائة) بين الأبوين وفى الجيل الثانى F_2 والهجن الرجعية كانت هذه أقل

كثيرا . على العموم فإن سلوك الجماع فى هجن الجيل الأول إما أن يكون وسطا أو مشابها لأسماك أبو سيف . بعض الملامح عن السلوك الذكرى الجنسى فى هذه الأسماك غالبا ما يكون محكوماً وراثيا ولكن لا يوجد أنموذج مبسط للتوارث ليلائم البيانات المتحصل عليها ، يمكن الأخذ بعين الاعتبار تحكم العديد من العوامل الوراثية .

الدراسات على مجاميع الأسماك بين الأنواع يوضح وجود عزل تكاثرى تام بين الأسماك المفلطحة وأسماك أبو سيف عندما يكون هناك مجالا للاختيار ومع ذلك قد يلاحظ وجود غزل بين الأنواع المختلفة . وعندما لا يكون هناك مجالا للاختيار فإن الجماع بين الأنواع المختلفة يمكن أن يتم وتكون النسبة المئوية للتخصيب منخفضة نسبيا (١٨,٢ فى المائة) .

والعزل التكاثرى المؤثر بين أسماك أبو سيف والأسماك المفلطحة يبدو أنه يرجع جزئيا إلى نظام من ميكانيكيات العزل . ولا يمكن لإحداها فقط بعملية العزل ولكنها تعمل معاً بتوافق وهذه العوامل تسبب قلة احتمال التهجينات وعلى ذلك تحت الظروف الطبيعة يكون العزل التكاثرى . ومن سوء الحظ أن التحليل الوراثى المخالف الذى يمكن الحصول عليه فى العشائر القريبة من الدروسوفلا (قسم ٥ – ٣) من المستحيل إجراؤه هنا (ولكن انظر فرانك **Frank** ، ١٩٧٠) . فعلى سبيل المثال داخل النوع المركب من دروسوفلا بوليستورم **D.Paulistorum** وفى دروسوفلا سيدأبسكيورا X دروسوفلا برسيميلس (تان **Tan** ، ١٩٤٦) ، فالعزل التكاثرى (بين سلسلة من جميع ميكانيكيات العزل ، قسم ١٣ – ٢) أمكن ملاحظة أنه يرجع لتحكم العديد من العوامل الوراثية . يمكن أن ينطبق ذلك أيضاً على هذا الزوج من أنواع الأسماك والترتيب المعروف لعوامل العزل تكون على النحو التالى :

- العزل البيئى والجغرافى : الانعزال الجزئى حيث تعيش أسماك أبو سيف بالقرب من المنابع سريعة الجريان أما الأسماك المفلطحة فتعيش فى تيارات مياه بطيئة فى أنهار الأماكن المنخفضة .

- العزل الوظائفى : الاختلافات فى جهاز الإحساس وحدود الاستجابات الجنسية والسلوك الجنسى والاستجابة للمؤثرات .

- العزل الجاميطى : الحيوان المنوى يكون أقل حيوية فى القناة التناسلية للإناث عند اختلافها على أنواع الذكور ؛ وذلك يؤثر على التنافس بين أنواع الحيوانات المنوية المماثلة لنوع الأنثى أو المختلفة .

● العزل الوراثى : فشل الهجين ، يؤدى إلى عقم جزئى للهجين .

على أنه فى أسماك الجوبى **Poecilia reticulata** يوجد على الأقل ثلاثة من العوامل المرتبطة بكروموسوم Y الخاصة بلون الذكور والتى تختلف عن « الطراز الوحشى » **Wild type** فى مجموعة هذا النوع (فار **Farur** و ١٩٧٧) وهذه الطفرات تعرف بأسماء **Pauper, armatus, maculatus** والتى تجامع الإناث من ٧ – ١٣ مرة تفصلها فترات تبلغ خمسة دقائق وخلال نصف ساعة تكون استجابة الأنثى موجبة ، حيث تستجيب مرة أخرى لذكر آخر إذا كان مختلف اللون أو التركيب الوراثى عن ذكرها الأول . فالأنثى الناضجة من الجوبى غالبا ما تفضل الذكور النادرة أو الجديدة (إذا اختبرت فى ٩ : ١ أجزاء) وعلى ذلك تكون الذكور النادرة أكثر نجاحاً فى التزاوج (انظر قسم ٨ – ٤) . مثل هذا الاختيار الجنسى للأنثى يعتقد أنه المسئول جزئيا عن المحافظة على تعدد ألوان الذكور فى الطبيعة .

وعلى سبيل الصدمة فطائر البشروش الذهبى **Gold Flamingo** توجد اختلافات معروفة من كلا الجنسين يمكن سردها والتى يمكن أن تكون معروفة لدى القارىء والتى يحكم لون الجسم الذهبى جيد متنحى جسمى واحد وتوجد أنواع ذات اللون الذهبى إلى لون آخر برتقالى ولكن توارثه غير معروف وقد درس التنافس الجنسى الذى تضمن هذه الطفرة بواسطة فار **Farr** (١٩٧٣) فى ترينيداد ، غرب الانديز فإن أسماك الجوبى المأخوذة من الينابيع والتى تعزل من المنبع تميل لتكون كبيرة الحجم وتكون الذكور ألوانها لامعة وقد يفوق عدد الإناث عن عدد الذكور إلى حوالى ٤ : ١ وتكون الأسماك منتشرة فى المجرى المائى وتظهر تحاشيا ضئيلا لاستجابتها لأنواع من المشاكل (ليلى **Liley** وسفرز **Seghers** و ١٩٧٥) . ويرتبط بهذه الملامح الواضحة ، سرعة جريان الماء ، الانخفاض النسبى لدرجة الحرارة والغياب النسبى للمفترسات المائية .

وفى الأجزاء المنخفضة من المجارى المائية والأنهار فإن أسماك الجوبى تميل إلى صغر الحجم وتكون الذكور أقل لمعانا ومتعددة تماماً كما فى الإناث . وتظهر مقدرة أكبر فى استجابات التحاشى وقد تكون أسراب السمك على طول حافة المجرى أو النهر . وفى هذه الحالة فإن هذه الملامح تكون مرتبطة ببطء حركة الماء (غالبا ما يكون عكراً) ، وارتفاع درجة الحرارة وغياب الظل . ويوجد أيضاً أنواع عديدة أخرى من الأسماك وتتضمن أنواع كبيرة الحجم يمكن أن تكون مفترسة .

وعلى ذلك مجموعتى أسماك الجوبى تختلفان فى عدد من الصفات الظاهرية والسلوكية . وفى التجارب على أسماك الجوبى من العشيرتين المختلفتين عند رفع درجات

الحرارة أوضحت أن الاختلافات فى حجم الأسماك البالغة من الجوبى وخاصة الإناث تتحكم فيها الوراثة جزئيا تماماً مثل استجابتها الجزئية لحالات الحرارة المختلفة . وقد اقترح أن الانتخاب فى الحجم ومرجعة عملية الافتراس قد يكون أحد العوامل التى يتضمنها العشائر المختلفة الحجم للأسماك البالغة وقد أمكن الحصول على برهان تجريبى للتأكد من ذلك . وعلى ذلك يمكن الحصول على شكل ظاهرى معقد من السلوك والشكل الظاهرى نتيجة للانتخاب الطبيعى فى بيئتين مختلفتين . ومن المدهش أن ذلك يمكن أن يتضمن تباينا فى أسراب السمك وهو نموذج من السلوك الاجتماعى والذى يحمى الأفراد من الافتراس .

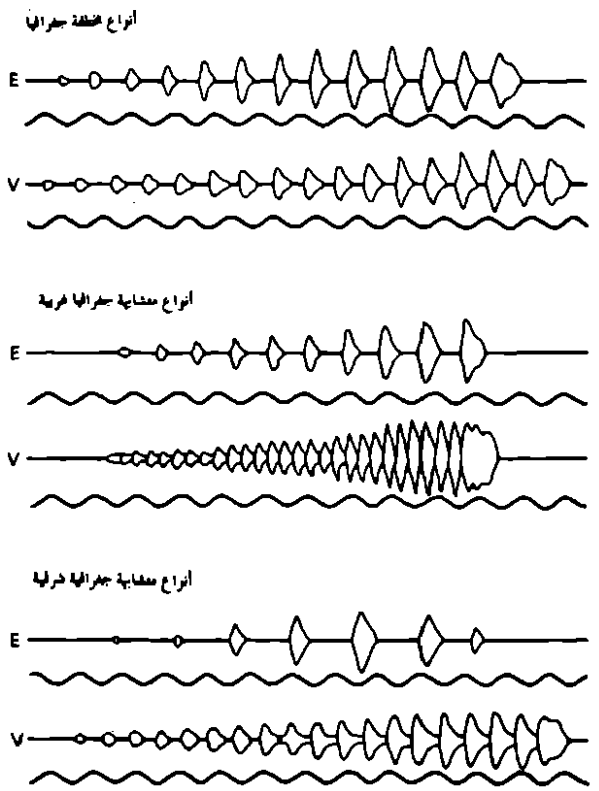
خلاصة القول مثلما نوقش صرار الليل فى القسم السابق فإن دراسة أنواع السمك معمليا وفى الطبيعة يمكن أن ينير الطريق لمشاكل عامة على تطور السلوك . وبمعنى آخر فإن نتائج بعض أنواع الدروسوفلا التى أمكن التوصل إليها فى الفصول السابقة يمكن تعميمها على أنواع أخرى .

١٠ - ١٠ الضفادع والعلجوم

الضفدع Rana pipiens من الأنواع الكبرى ، والأنواع المركبة تتوزع فى شمال أمريكا والتى تتكون من تباينات عديدة عن الضفادع المرقطة (يمكن الرجوع إلى مور **Moore** و ١٩٧٥) حوالى ١١ نوعا و/أو تحت أنواع أمكن تعريفها بواسطة أصواتها الذكرية فقط التى تميزها . الاختلافات فى الشكل الظاهرى (توزيع الصبغات على الجسم والثنيات الجسمية والقنوات التناسلية الداخلية) ومن الناحية الوظائفية (الاختلاف الانزيمى ودرجة الحرارة وتفضيلها لأجواء معينة والعوامل المحددة) أو فى كفاياتها على التهجين (الهجين ثنائية الكروموسوم بين العشائر تماماً مثل أحادية الكروموسوم والتجارب التى أجريت على ثم زرع الأنوية فى البويضة) والتى ليست بالسهولة رغم أهميتها كمؤشرات قوية على العلاقات الوراثية تماماً مثل أصوات الغزل الذكرية (انظر ليتليجون وأولدهام **Littlejohn and Oldham** و ١٩٦٨ وليتليجون **Littlejohn** و ١٩٦٩ حيث أخذت بعض الأجناس الأخرى فى الاعتبار) . ومازالت وظائف مثل هذه الأصوات مبهمة .

يوجد عدد من الأنواع (التى تنتمى لنفس الجنس) وهى مجاميع الأنواع التى تنشأ فى منطقة جغرافية واحدة أمكن تحليلها الآن ومقارنتها فى كل من أمريكا واستراليا . وفى

العديد من الحالات كانت الاشارات مميزة تماماً وكانت مختلفة فى عديد من المكونات وعلى هذا فإن البرامج المكثفة لتمثيل الأصوات والاختبارات الاستكشافية يمكن أن تؤدى إلى تقدير المكونات المجموعة للمعلومات (ليتليجون **Littlejohn** و ١٩٦٩) . على العكس من ذلك فى الأنواع القريبة من بعضها والتى تختلف أساساً فى مكون واحد فقط – فإن سرعة تكرار النبضات ، والتى قد تختلف نتيجة عاملين أو أكثر والتشابه بين هذا الموقف وبين ما سبق مناقشته فى حالة صرار الليل يجب أن يكون واضحا .



شكل ١٠ – ١٦ : ذبذبات ضفادع الاشجار الاسترالية Hyla ewingi (E) H. verreauxi لأصوات التزاوج فى عشائر مختلفة ومتشابهة جغرافيا . توجد نوته لكل تقيق يمكن ملاحظته . ويوضح الخط السفلى لكل ذبذبات ٥٠ دائرة لكل ثانية كأساس للمقارنة (عن ليتليجون Littlegohn ١٩٦٥) .

وقد درس ليتليجون **Littlejohn** و (١٩٦٥) ضفادع الاشجار الاسترالية **H.vereauxi, Hyla ewingi** والتى يوجد تداخل فى مداها الجغرافى حيث تعيش فى المناطق الساحلية الجنوبية فى استراليا . وقد وجد أن العشائر المتباعدة من هذين النوعين لهما نفس أصوات

التزاوج فى حين أن العشائر المتشابهة جغرافيا مميزة تماماً وتختلف فى تكرار النبضات وفى اتساع مدى طبقة الصوت ويتضح من شكل ١٠ – ١٦ توجد مقارنة فقط للذبذبات وتوضح هذه النقطة تماماً . ومن الممكن أن تكون الاختلافات فى العشائر المتشابهة جغرافيا كنتيجة مباشرة للانتخاب لزيادة الكفاءة التناسلية ، وعلى ذلك تكون الخلافات البسيطة الملاحظة فى الأنواع المتباعدة جغرافيا يمكن أن تكون قد تدعمت فى الأنواع المتشابهة جغرافيا (قارن قسم ٥ – ٣ حيث توجد مقارنات مماثلة عملت بين تحت أنواع دروسفلا بوليستورم) .

وقد لخص بلير **Blair** (١٩٧٤) أصوات التزاوج على أنها ميكانيكية عازلة قبل الجماع فى العديد من الضفادع والعلجومات وخلص إلى :

١ – أصوات الذكور التى تحث على الجماع هى خاصية مميزة للأنواع وهى معروفة فى قسم جميع عائلات الضفادع والعلجومات .

٢ – فى القليل من الحالات والتى أقيمت فيها التجارب فإن عيوب التنافس للذكور الهجينة فى التزاوجات قد وجدت .

٣ – أصوات التزاوج فى الأنواع المتشابهة جغرافيا والتى تميزت عن بعضها بمقارنتها بالأنواع المختلفة جغرافيا لأزواج قليلة من الأنواع قد درست بوفرة .

٤ – وفى مجموعة النوع فالمقارنات بين الأنواع المتشابهة جغرافيا والمتباعدة جغرافيا أظهرت اختلافات أكثر بين الأنواع المتشابهة جغرافيا .

وفى النهاية هناك برهان فمن مدة تزيد عن ٣٠ عاما فى نوعين أمريكين من العلجومات **B.woodhosei, Bulf americanus** والتى نشأت من التهجين الذى ربما يكون مرجعه إلى إخلال الإنسان بالبيئة ليكون عشائر ضررة . وهذا يؤدى بدوره إلى برهان مقنع إلى حقيقة تدعيم ميكانيكيات العزل فى الضفادع والعلجومات فى الأمضييات والتى تؤدى إلى نشوء الأنواع .

١٠ – ١١ السمان

هناك جين أوتوسومى متنحى sg عندما يوجد بحالة أصيلة فإنه بسبب تحديق الطائر إلى أعلا كما لو كان راصدا للنجوم فى السمان اليابانى **Coturnix coturnix japonica** (شكل ١٠ – ١٧) هذا السلوك الشاذ يتضمن بداية ارتداد الرأس إلى الخلف ويحدث

شكل ١٠ ١٧ : السمان الياباني راصد النجوم يبلغ من العمر شهر واحد (عن سافج Savage وكولينز Collins ١٩٧٢) .

هذه الحركة إذا حبس الطائر فجأة أو تعرض لوضع شيء مبهم أو معتم عليه . وتظهر هذه الصفة بوضوح كلما تقدم الطائر فى العمر ولا يمكن التعرف عليها حتى يبلغ الطائر على الأقل ٣ أسابيع من العمر . وعندئذ تحدث مبالغة فى الحركة وتظهر بوضوح وربما تؤدى إلى حركة دائرية أو يجثم على الرقبة مسندا رأسه على الأرض . ولا يظهر أن لذلك أثرا على قابلية الطائر للطعام أو نموه طبيعيا من الذكور والإناث التى تكون أصيلة للعامل sg تكون خصبة . وأكثر من ذلك يوجد الآن قليل من الطفرات الأخرى معروفة فى السمان وقد أجريت التهجينات المتبادلة بين خمسة سلالات نقية من السمان لدراسة السلوك المتعلق بحل لتعلم الواجب بالطرق المنقطعة . وأكثر من ١٢ جيلا بالانتخاب المزدوج أمكن الحصول عليها لدراسة السلوك والوظائف الخاصة بالتزاوج (كيكر **Kiker** وسيجل **Siegel** وهينكلمان **HinKelmann** ١٩٧٦ وكوننجهام وسيجل **Cdnningham and Siegel** ١٩٧٨) . وقد أوضح الأخيران عدداً من الأهميات عن الاستجابات غالبا ما تكون بسيطة إلا أن الهجن المتبادلة أظهرت اختلافات بيئية بين السلالات النقية فى معظم المكونات عن تعلم الواجب فعلى سبيل المثال فى مجموع الاستجابات الصحيحة وفى الاستجابات الصحيحة المتتابعة .

وحديثا أوضح كوفاش **Kovach** (١٩٧٤) أن السمان اليابانى يمكن أن يمتاز بالألفة عند تربيته بالمعامل لدراسة تجارب وراثة السلوك . فعلى سبيل المثال فقد أجرى كوفاش **Kovach** بنجاح تجارب على الانتخاب الموجة كطريقة لتفضل الرؤية . وقد أجرى حديثا على أفراخ السمان دراسات على تفضيلات الرؤية باستخدام متاهة صممت مشابهة لتلك التى استخدمت كمتاهات عن تقسيم الضوء فى حشرة الدروسفلا (قسم ٨ - ٣) . وقد ظهرت استجابات سريعة للانتخاب المزدوج للتفضيل بين اللونين الأحمر والأزرق باستخدام هذه الطريقة (كوفاش **Kovach** و ١٩٧٧ و ١٩٧٨) .

وعندما يصل السمان اليابانى إلى مرحلة النضج الجنسى عند ٤ إلى ٨ أسابيع فتصبح تكاليف تربيته زهيدة ، ويبدو أن هذا النوع سوف تزداد أهميته كنموذج من الكائنات لدراسة وراثة السلوك فى الطيور . ويوجد عدد معقول من الجينات معروف حتى الآن وتوجد إمكانية لدراسة المسائل التطورية باستخدام عدداً من السلالات البرية .

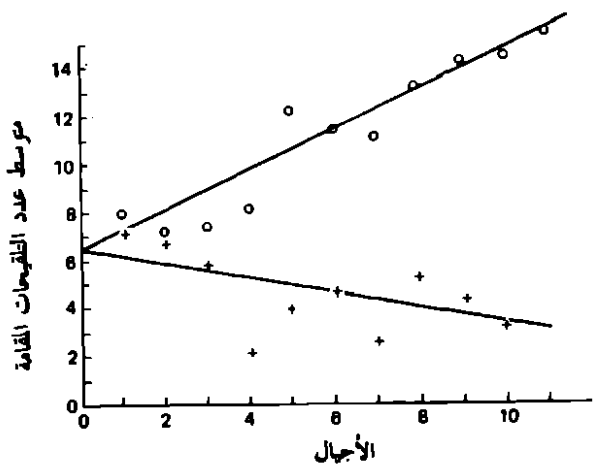
١٠ - ١٢ الدجـاج

من وجهة النظر الاقتصادية فقد أجريت دراسات على تحضين البيض (أعطيت الأهمية للدجاج البياض) فى الدجاج الأليف . هذا ببساطة لأن الدجاجات التى لا تحضن بيضها بعد وضعه غالبا ما تعوض مالكيها بعائد مالى أكثر . وليس عجيبا أن يكون هناك انتخابا صناعيا بواسطة الزراع لعدم التحضين . فمثلا فولر **Fuller** وثومبسون **Thompson** (١٩٦٠) أوضحا أنه بعد انتخاب لمدة ١٨ عاما فى محطة التجارب الزراعية فى ماسوشتس . ففى تلك المحطة قلت نسبة التحضين المتسلسل إلى التحضين المنفرد من ٣,٥ إلى ١,١ وقلت النسبة المئوية الدجاج الحاضن من ٨٦ إلى ٥ . وقد وجد تلازم بين سلوك الأمهات والنسل من إناثها كما هو متوقع أن صفة متوراثة . وفى بعض السلالات المعينة على سبيل المثال اللجهورن الأبيض يعرف أنه لا يحضن البيض . وفى التهجين بين السلالات المختلفة وضح أن العوامل المرتبطة بالجنس لها أهمية كبيرة فى عملية تحضين البيض ولكن ذلك لا يمكن تطبيقه بالنسبة لجميع السلالات . (لاحظ أنه فى ذكور الدجاج تكون متشابهة الجاميطات أما الإناث فتكون مختلفة الجاميطات) .

وقد سجلت سلوك التزاوج فى عمر البلوغ (٣١ إلى ٣٤ أسبوعا) وذلك لوضع ديك واحد مع قطيع من ثمان دجاجات حديثة العمر لثمان من فترات الملاحظة مدتها ١٠ دقائق . وقد سجل العدد التراكمى لعدد اللقاحات التى تمت (سيجل **Seigel** -

١٩٧٢) . وكانت الملاحظات الأولية على قطيع عشوائى غير منتخب أثينى – كندى . والانتخاب للمرات العديدة من التلقيحات وكذلك المنخفضة أجريت لأكثر من ١١ جيلا وقد أعطت تشتتا يمكن أخذه فى الاعتبار (شكل ١٠ – ١٨) . وفى الجيل الحادى عشر هذا فإن السلوكيات القريبة مثل الوطء و (حيث يعطى الذكر الأنثى). والامتطاء والغزل والعدوانية النسبية التى تشاهد فى التزاوج كلها أمكن قياسها . وكانت النتائج لهذه السلوكيات متوافقة فى نظامها مع عدد التلقيحات التامة (جدول ١٠ – ٣) كما هو متوقع حيث وجد تلازما وراثيا عاليا بينها وبين عدد التلقيحات التامة وقد وجد أثرا تجمعيا لجين أوتوسومى يتسبب فى الوصول إلى مستويات عالية من هذه الصفات (كوك **Cook** وسيجل **Siegel** وهنكلمان **Hinkelmann** و ١٩٧٢) .

وقد قدر السلوك المغزلى بعدد مرات الجماع (جدول ١٠ – ٣) وهذا السلوك ذو دور مزدوج فى التواجن حيث تكون أهميته من الناحية الجسمانية الرياضية والناحية الجنسية . والتلازم الوراثى بينها وبين عدد مرات التلقيحات التامة كان منخفضا أكثر منه مع عدد مرات الوطء والامتطاء . والوراثة فى عملية الغزل عند نسبتها إلى عدد مرات التلقيحات التامة تكون مختلفة تماماً . وهذا معقول حيث أن البيانات تشير إلى أن مكون العدوانية فى عملية الغزل قد يكون مرجعه أولا إلى ملامحه الجنسية (سيجل **Siegel** و ١٩٧٢) ويجب عند أخذ البيانات فى جدول ١٠ – ٣ فى الاعتبار أن تكون فى ضوء هذه الملاحظات .



شكل ١٠ – ١٨ : الانتخاب الثانى الموجة لعدد مرات التلقيحات التامة . الانحدارات المستقيمة كانت مناسبة لمتوسطات الأجيال فى كلا الاتجاهين (عن سيجل Siegel و ١٩٧٢) .

جدول ١٠ – ٣ : متوسط عدد مرات التلقيحات التامة والسلوكيات المرتبطة ، عدوانية الذكور ووزن الجسم والعمر عند أول بيضة وإنتاج البيض للعديد من ترتيبات التلقيحات H (تلقيحات مرتفعة) و C (تلقيحات قياسية) و L (تلقيحات منخفضة)

ترتيبات التلقيحات	السلوك					وزن الجسم في عمر ٨ أسابيع		الأهمية الإنتاجية	
	التلقيحات التامة	الوطء	الامتطاء	الجماع	عدوانية الذكور	ذكور	إناث	العمر عند أول بيضة بالأيام	إنتاج الدجاجة يوميا من البيض
HH	14.3	14.9	16.6	88	42	826	655	180	62
HC	11.7	12.1	13.5	79	57	844	684	181	58
CH	10.2	10.6	11.2	93	55	854	716	166	62
HL	7.5	7.8	9.0	76	61	873	667	178	63
CC	5.9	6.3	7.0	81	49	875	713	188	53
LC	5.8	6.0	6.2	59	37	858	731	174	64
LH	4.8	5.2	5.6	70	52	906	753	174	62
LL	3.3	3.5	4.0	66	43	844	702	175	61
CL	0.8	1.4	2.6	60	40	823	688	172	62

الحروف الأول يمثل الذكر والثانى يمثل الأنثى

المصدر : بتصرف من كوك Cook وسيجل Siegel وهنكلمان Hinkelmann ١٩٧٢) .

العدوانية النسبية وهى ما يعبر عنها كنسبة مئوية لعدد مرات الانتظار بين ذكرين تظهر علاقة ضعيفة مع السلوك الجماعى للذكور (جدول ١٠ – ٣) ؛ فالتلازم الاحصائى بين العدوانية والسلوك الجماعى فى الذكور كان مقتربا من الصفر . وعلى ذلك قد تكون هناك علاقة بسيطة إن لم تكن منعدمة بين العدوانية والقهر الجنسى . وزن الجسم فى عمر ٨ أسابيع وصفتين جنسيتين : العمر عند وضع أول بيضة وإنتاج الدجاجة من البيض يوميا قدرت أيضاً فى ترتيبات التلقيحات فى جدول ١٠ – ٣ . جميع ترتيبات التلقيحات أعطيت تقريبا نتائج متشابهة وعلى ذلك يكون معقولاً أن تكون هذه الصفات ذات علاقة بسيطة لسلوك الجماع فى الذكور .

العديد من سلالات الدجاج تصنف تبعا لنشأتها مثل الاسيوى والبحر الأبيض المتوسط والانجليزى والأمريكي (جوهل **Guhl** و ١٩٦٢) ومنشأ الدجاج الأليف قد فقد فى العصور القديمة ولو أنه تعرف أربعة أنواع فى جنوب شرق آسيا والهند . والتهجينات بين دجاج الغابات البرى والدجاج الأليف يحدث بانتظام على الأقل فى الهند (فيشر **Fisher** و ١٩٣٠) .

والنوع المألوف **Gallus domesticus** من الممكن أن يكون قد نشأ بالتهجين من عدد من الأنواع البرية ثم بعد ذلك تباعد وتميز عنهم وهذا بدون شك قد نشأ بواسطة الهواه فى أوائل هذا القرن الذين يقومون بتربية الدجاج للمعارض معتمدين على صفات الألوان والريش والعرف ومدى وزن الجسم (انظر جوهل **Guhl** و ١٩٦٢) .

ومن بين الحيوانات الأليفة ، فإن الدجاج قد حظى بقسط وافر من الاهتمام لمعظم الطرق المتخصصة فى التزاوج . فقد أمكن المحافظة عليه فى مجاميع مكتظة فى المنازل أو معزولة فى أقفاص للتحضين ، إضافة لذلك بعد الاتجاه إلى إنتاج الوفرة والطرق السليمة ، فإن السلوك الاجتماعى لهذه الطيور أصبح لزاما أن يأخذ قدره من الأهمية ، ونظرة إلى الأمام فى جدول ١٠ – ٥ قريبا من نهاية هذا الفصل توجد قائمة من الصفات السلوكية التى أقلمت الأنواع للألفة .

ومن المتوقع أن تكون هناك دراسات تفصيلية قد أجريت على سلوكيات مثل تلك التى تسبق وضع البيض (وود –جوش **Wood-Gush** و ١٩٧٢) توجد سلالتين اللجهورن الأبيض وسلالة بنية من الرود أيلند الأحمر وأخرى فاتحة منشأ ساسكس ، أجريت عليها الدراسة فى أقفاص البطاريات . فالسلالة البنية تسكن معنويا لفترة أطول مما تفعله السلالة البيضاء والتى تظهر قدرا كبيرا من الحيرة قبل وضع البيض بفترة .وهذه

الاختلافات لم تتأثر كثيرا باغلاق أقفاص البطاريات أو اظلام الحجرات . وقد استجابت كلا السلالتين للتشيط بكمية التغذية وذلك بزيادة الحيرة التحرك جيئة وذهابا) ومن ذلك يتضح أن الإناث البيضاء كانت أكثر احباطا فى فترة ما قبل وضع البيض . ومع أن بعض إناث السلالة البيضاء كانت تجلس قبل وضع البيض مما يؤدى إلى اقتراح أهمية الانتخاب للجلوس قبل وضع البيض قد يكون مفيدا .

وقد درست أيضاً مستويات العدوانية فى سلالات مختلفة حيث أن استئناس الدجاج من الناحية التاريخية كان أساسه مبارزة الديوك وهذا يحتاج أن يكون الانتخاب فى اتجاه العدوانية والصفات المتعلقة بها . فعلى سبيل المثال فإن الديوك المحاربة قد لوحظ أنها مراوغة وسريعة وأكثر تأنقا من الديوك الأليفة وتوجد بين أصناف الديوك المحاربة اختلافات فى طرق مهاجمتها . ويبدو معقولا أن الانتخاب لمستويات عالية ومنخفضة من العدوانية كان ناجحا فى دجاج اللجهورن الأبيض (جوهل **Guhl** وكريج **Craig** ومويلر **Mueller** و ١٩٦٠) . وتوجد مستويات متتابعة من العدوانية فى قطيع عند الأمر بالنقر ، والتى تتدرج فى الأفراد تبعا لعدد أفراد ذكور القطيع والتى تسود بواسطة النقر أو التهديد ، وأهمية هذه المكونات تكون أكثر وضوحا فى الديوك أكثر منها فى الدجاجات لأى مدى توجد خلافات بين الطيور فى أمر النقر إلى الآن لم يختبر ولكن لاعتبارات من هنا وهناك فى هذا الكتاب فمثل هذه الاختلافات تكون متماثلة . وقد كتب أن الذكور ذات العرف الباسلالى والعرف الجوزى تبدى فى مراكز اجتماعية أقل عند اختلافها مع ذكور ذات عرف مفرد (انظر سيجل **Siegel** ١٩٧٩) . عزل الطيور فى أقفاص لوضع البيض يقلل من أوامر النقر ومع ذلك فيمكن أن تكون السيادة التى تخضع العلاقات أن تتم حتى فى الأقفاص المتجاورة وأقلمة الطيور لهذه الطرق المختلفة تعتبر جزءاً من الاستئناس والعملية المستمرة التى تختلف فى اهدامها فى أماكن وأزمان مختلفة .

لقد اخترنا بعض العناوين القليلة لهذه المناقشة ، والمراجع على وراثة السلوك فى الدجاج كافية تماما . وفى الحقيقة فإن سيجل **Siegel** (١٩٧٩) لا ينافسه أحد فى تغطية هذا المجال من وجهات نظر عديدة عملية الاستئناس ، والتأثيرات السلوكية على الانتخاب وفى سياق الكلام أيضاً تفاعلات التركيب الوراثى مع البيئة (للأخيرة انظر ماك برايد **McBride** و ١٩٥٨) . فقد سرد بالإضافة إلى ذلك عددا من الطفرات ذات تأثيرات سلوكية . وكدليل على تشتت هذه الدراسات هو الاختلافات فى تقدير المكافىء الوراثى حيث كان ٠,٠٩ للبصمات و ٠,٥٨ للقدرة على الثبات و ٠,٢٨ للأكل و

٠,٨٢ للشرب و ٠,٥٤ للوقوف و ٠,٥١ للراحة . وقد ركز جهده على النقط التى قام بها مربوا الدجاج فى تغير سلوكياته ليكون ملائما للتربية والتى تواجه جميع دراسات الدواجن وتكون ذات أهمية فى فهم وتيسير عملية التأقلم للبيئات التى يتعرضون لها نتيجة للاستئناس .

ونلخص هذا القسم باقتباس جزء من ترانيم القسس والراهبات من أسقفية كانتربرى ، وذلك لأنها قد تكون أول اشارة للتزاوج غير الاعتباطى فى الدجاج :

ديك فى الفناء ينادى شانتكلير
فى كل الأرض لا يوجد له فى الصباح نظير
عذب الصوت أكثر من أرغن يمرح
فى أيام القداس ، حيث فى الكنيسة يصدح
دقيق فى صياحه فى مأواه
أكثر من ساعة أو ميقات للدير
بالغريزة يعرف حلول عيد الصعود
من القيمة الاعتدالية لهذه المدينة
عندما ترتفع خمسة عشر درجة
صاح فلم يمكن أن تتعدل
عرفه كان أكثر احمرارا من المرجان الخالص
ويتصدر الشرفة كما لو كان حائطا فى قلعة
منقاره أسود يتلألأ إمثل الكهرمان
كلا من أرجله وأصابعه لها لون أزرق سماوى
شوكة رجله أنصع بياضا من أزهار السوش
مهره ريش ذهبى لامع
هذا الديك النبيل توجد تحت امرته
سبع دجاجات يعطينه الفخر والسرور
كانوا اخواته وخليلاته
يشبهنه فى ألوانهن المدهشة

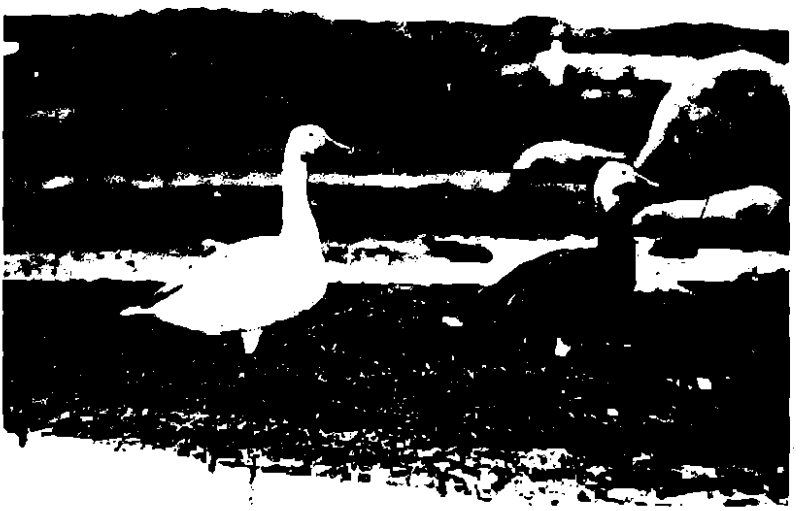
وفى الحقيقة فإن التزاوج غير اعتباطى فى الدجاج من المحتمل أن يكون منتشرا على نطاق واسع . فعلى سبيل المثال اختلاف الشكل الشائى فى طراز لون ريش الديك البنى اللجهورن هو مكون عظيم الأهمية فى تمييزه بواسطة الإناث من هذه السلالة ، مما يؤدى

إلى تماثله جاميطا حتى مستوى السلالة . وحتى مع ذلك فإن تماثل الجاميطات من الممكن تطويره بواسطة بيئات اجتماعية للصغار والبالغين ، ولكنها لاتزال إحدى النتائج الصحيحة أن التماثل الجاميطى يوجد على وجه العموم فى الدجاج والطيور الداجنة الأخرى (ليل Lill و ١٩٦٦ و ١٩٦٨) .

١٠ - ١٣ الأوز

فى المنطقة القطبية الكندية فإن أوز الثلج الصغير المنتشر يوجد فى طرزين من الألوان ، الأبيض والأزرق . وهذا الاختلاف الشكلى الثنائى فى الريش (شكل ١٠ - ١٩) يحكمه عامل واحد أوتوسومى حيث يسود اللون الأزرق على اللون الأبيض (ولو أن آثار الأبيض على الأزرق فى الجينات مرجعه إلى الحالة الخليطة) . ومع أن

الآباء	العدد الملاحظ من العائلات	العدد المتوقع من العائلات بافتراض من التزاوج الاعتباطى
ذكر أبيض × أنثى بيضاء	3,099	3,036.5
ذكر أزرق × أنثى بيضاء	195	257.5
ذكر أبيض × أنثى زرقاء	109	171.5
ذكر أزرق × أنثى زرقاء	77	14.5



شكل ١٠ - ١٩ : زوج مخلط أوز الثلج ، طراز أزرق وطراز أبيض (عن كوك Cooke و ١٩٧٨) .

الأوز الأزرق وأوز الثلج الصغير مازالت تقسم خطأ كنوعين مختلفين ، إذا هما يتبعان من النوع **Anser Cerulescens** . والأمثلة النادرة عن فقس أفراخ أوز زرقاء من عشوش تخص آباء بيضاء مرجعه خطأ وضع هذا البيض من إناث مختلفة لا تحضن البيض الموجود فى هذا العش على وجه الخصوص (كوك **Cooke** وميرسكى **Mirsky** و ١٩٧٢) .

التزاوج المظهرى الموجب (الزيجات الأكثر حدوثا بين الأشكال المظهرية المتشابهة أكثر مما هو متوقع تحت ظروف التزاوج الاعتباطى ، انظر الفصل ٢) يحدث فى هذه الطيور وعلى ذلك فإن ٣٤٨٠ عائلة من أوز الثلج الصغير قد أحصيت بين ١٩٦٨ لاحظ الزيادة فى عدد التزاوجات بين المشابهة وعلى النقيض من ذلك بين غير المتشابهة . وهذا النموذج يمكن شرحه إذا كان الطائر ينتخب زوجة تبعا للون آباءه و/أو اخوته . وللبرهان على ذلك تجريبيا ، اختبر كوك **Cooke** وماك نالى **Mc Nally** (١٩٧٥) ثلاث قطعان أسيره لتفضيلها للألوان آخذين فى اعتبارهم (١) طائر إلى طائر استجابات الاقتراب (٢) علاقات التفضيل و (٣) اختيار الزيجة . ويمكن تلخيص اكتشافاتهم على النحو التالى :

● **استجابة الاقتراب** : وضعت الطيور الصغيرة فى موقف الاختيار وقد وجد تفضيلا معنويا لألوان آبائها . وعند اختلاف لون الإخوة عن الآباء فإنه يحدث تعديل للاختيار . وإذا أبعدت الآباء قبل النضوج الجنسى فإن تفضيل الألوان يمكن تغييره مبكرا . والعلاقة الحديثة التى تحكم هذا التفضيل ولم يمكن اكتشاف أى تفضيل لأفراخ الأوز تجاه أمهاتهم إذا اختلفت ألوانها عن الآباء .

● **علاقات التفضيل** : فى مكان ما مثل حقل مفتوح ، فإن الطيور ترتبط مع مجموعة رفقاءها (اخوة وغير اخوة) فى كلا العمرين سنة وسنتين وهذه العلاقة تضمحل بعد سنة أو سنتين . وعندما ترتبط الطيور بمجموعة من غير رفقائها فإنها تظهر اتجاها محددا لترتبط بطيور لها نفس لون رفاقها .

● **اختيار الزيجة** : فى قطيع نشأ كمجموعة واحدة بدون أى رعاية من الآباء فإن تكوين الزواج يتم عشوائيا تبعا للون وهذا يؤدى إلى اقتراح أن الاختيار غير العشوائى للزيجة فى أوز الثلج الصغير يرجع بالاضافة لذلك إلى الخبرة السابقة . وفى الأخرى فى القطعان الطليقة حيث يكون الآباء والنسل لهم نفس اللون ، فإن اختيار الزيجة تعكس تفضيلات للون العائلى ، وحينما يكون الآباء ونسلهم من ألوان مختلفة فإن كلا من لونى الآباء والأبناء يختار فى هذه الحالة . وقد وجدت نتائج مشابهة فى طيور معلمة تحت الظروف الحقلية .

وإذا أبعد الأب (كما يحدث فى البرية) فإن تفضيل لون ما يمكن أن يتغير ولكنه على الأغلب يحافظ على اللون العائلى لريش الطيور وعلى ذلك فإن لون الآباء يؤثر بطريقة مباشرة أو غير مباشرة فى اختيار الزيجة . مع أنه توجد قوى نسبية لاستكشاف اللون فى الجنسين لم يعرف مداها ، كما هو السبب الذى يحدث فى الارتداد العرضى ليفضل أحد الطيور زيجة مع لون غير ملائم لسلج نسبة (كوك **Cooke** و ١٩٧٨) .

يوجد مثال نافع عن دور التعليم المبكر للرضاعة الوراثية فى اختيار الزيجة والتعرف على الأنواع . وقد درس هذا فى الحيوانات الأسيرة التى ترى فى ظروف تحاكى البرية ما أمكن مهما تكلفت من مجهود ونفقات . وحديثا فإن كوك **Cooke** (١٩٧٨) قد وسع نتائجه لتشمل الظروف الحقلية مباشرة . لاحظ مدى الاقناع بربط البيانات المتحصل عليها من الظروف البرية وحيوانات الأسر . وهذا يمثل واحدا من الأمثلة التجريبية النادرة التى تؤكد صحة ميكانيكية التزاوج المظهرى فى أنواع الطيور البرية تحت الظروف الحقلية . ولكننا مازلنا نجهل سواء أصل هذا التزاوج أو نتائجه التطورية . كوك **Cooke** وفينى **Finneyu** وروكوك **Rockwell** (١٩٧٦) تساءلوا عن مدى ملاءمة الدارونية على أنواع هذه الروابط الزيجية ، فعلى سبيل المثال عندما تكون الآباء أبيض × أبيض أو أزرق × أزرق فإنها تكون أكثر نجاحاً وإنتاجاً عما لو كانت أبيض × أزرق ؟ (فى هذا السرد يجب أن يلاحظ أنه فى طير البحر الكبير فى الخليج القطبى فإنه يوجد تعدد فى الشكل المظهر فى اللون [أو دونالد **ODonald** ١٩٧٦ و ١٩٧٧] يمكن المحافظة عليها بواسطة العلاقة بعمر التربية وتفضيلات التزاوج والاختلافات الجنسية الانتخابية المتعلقة بحجم التباينات فى المنطقة من ناحية لون الأشكال المظهرية انظر قسم ١٣ – ٤ للمناقشة) .

١٠ – ١٤ هجن الدجاج الرومى – التدرج

تحدث نسبة عالية من الوفيات بعد فقس البيض عند التهجين بين طائر التدرج ذو الرقبة الحلقية كأنثى والديك الرومى البرونزى كذكر أما الجيل الأول الذى يبقى على قيد الحياة فإنه يكون نتيجة للتلقيح الصناعى (أسموندسون **Asmundoson** ولورنز **Lorenz** و ١٩٥٥) ولكن نسبة الوفيات تقل عند التلقيح العكسى مع بعض الاختلافات فى البقائية يكون مرجعها للتزاوج . وقد ارتفعت الهجن فى الاسراب الخليطة من عديد من الأنواع والهجن . والهجن بين الأنثى الصغيرة من التدرج × الديك الرومى فإن الهجن تكون من بيض صغير طائر التدرج فتصير حالتها إلى العدم أما إذا كانت الهجن من

بيض الدجاج الرومى فإنها تكون أحسن حالاً . والوفيات الأخيرة كان مرجعها إلى التذبذب الشديد فى الحوصلات التى أمكن علاجها جراحيا . والهجن لم تنجذب لأى نوع من التزاوج ولو أنه كان هناك مبدئيا ، كانت هناك بعض التحورات الجنسية الثانوية على الجلد الموجود على رأس الذكر هذا كل ما فى الأمر . ويتضح أن الصفات السلوكية الطبيعية لكل من الدجاج الرومى وطائر التدرج قد تبعثرت .

والعقم الحادث فى الجيل الأول F_1 يحتاج إلى مزيد من التحليل الوراثى (بواسطة التهجين الرجعى ، الخ) . على أنه بمحاولة التهجين مرات ومرات فإنه ربما يكون وسيلة مثمرة فى تحليل السلوكيات الوراثية المستخدمة كما فى الفصل الخامس فى بعض الأنواع والسلالات المنعزلة تكاثريا فى حشرة الدروسفلا أو فيما هو أقل من هجن البط . ومن الأمثلة الأولية والتى كانت لها أهميتها نتيجة لطريقة التهجين هو دراسة سلوك بناء العش بواسطة طيور الحب والذى نوقش فى الفصل الخامس .

١٠ - ١٥ البط

استخدمت خاصية الأنواع فى الأغراض التقسيمية ، فالتهجين بين الأنواع إذا أمكن الحصول منه على أعداد كافية على قيد الحياة يمكن أن تؤدى دورها عن هذا السلوك للأغراض الوراثية . ففى عشرة ذكور من البط مدبب الذيل **Anas acuta** تركت إلى مثل عددها من البركة (بطبرى) **A. Platyrhynchos** (شارب **Sharjpe** وجونسجارد **Johnsgard** و ١٩٦٦) فلم يفقس معظم البيض الموضوع ، ولكن أمكن تربية مجموعة من ثلاثة إناث وأربعة ذكور . هذا الهجن النوعى الناتج فى الجيل الأول هجن إلى بعضه ونتج جيلا ثانيا مكونا من ١٨ أنثى مضافا إليها ٢٣ ذكرا . وقد حللت ذكور الجيل الثانى لمعرفة مدببة الذيل منها مقابل الريش الذى يشبه البركة وسلوكها . وقد ذكر هذا المثال لسببين (١) وذلك لأنها تمثل تحليلا سلوكيا وراثيا نادرا عن الطيور ليست معروفة على نطاق واسع مثل الدجاج الأليف و (٢) وذلك لأن شارب وجو نسجارد (١٩٦٦) استخدما فهرسا مشوقا فى التهجين (انظر جدول ١٠ - ٤) لتقييم الصفات شبه الكمية لهذا الهجن النوعى النادر وليس بالنظر فقط إلى الصفات التشريحية ولكن لمظاهرها السلوكية التى سجلت لها درجات تتراوح من صفر إلى ٤ وذلك للريش والصفات السلوكية المختلفة . جدول ١٠ - ٤ يعطى بعض الأمثلة عليها .

وللحديث عن الأرقام الخاصة بهذه الصفات فإن مظهر البركة التام كانت قيمته صفر ومظهر مدبب الذيل كما كانت قيمته ١٥ للشكل الظاهرى والسلوك .

جدول ١٠ - ٤ : قائمة بصفات الريش السلوك فى هجين البركة (A. platyrhynchos) × البط المدبب (A. acuta)

القياس الريش	السلوك				
	تدبب المنقار	الدوران	تغطس الرأس عن العوم	الشرب لأعلى وأسفل	الأصوات
٠ مظهريا يشبه البركة تماما	يشبه البركة والذيل مرتفع	تجاه الأنثى يشبه البركة دوران جزئى	يشبه البط البركة تماماً	موجود ، يشبه البركة	غائبة يشبه البركة
١ ملامحة تقترب من مظهرالبركة				وسط	
٢ ملامحة وسط بين النوعين			أثريا		
٣ ملامحة تقترب من مظهر مدبب الذيل	يشبه مدبب الذيل والذيل منخفض	تجاه الأنثى يشبه مدبب الذيل دوران تام	غالب ، يشب مدبب الذيل	غالب ، يشبه مدبب الذيل	موجود ، يشبه مدبب الذيل
٤ مدبب الذيل	مظهريا يشبه				

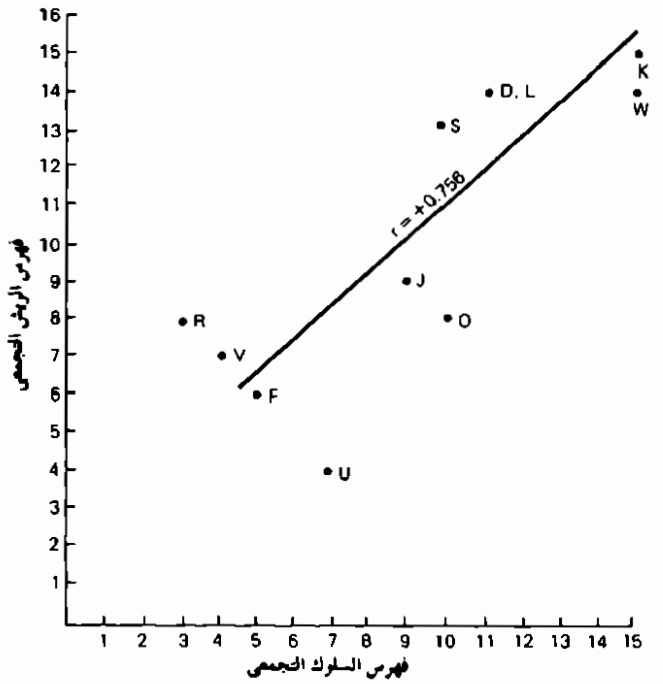
المصدر : شارب وجونسجارد (١٩٦٦) .

ويوضح شكل ١٠ – ٢٠ العلاقات بين ذات نوعى الهجن

ولم يكن أى من أفراد الجيل الثانى المتحصل عليها يشبه تماماً أحد النوعين الأبوين (لاحظ السلوك التجمعى للصفات لأحد عشر من ذكور الجيل الثانى تتراوح من ٣ إلى ١٥) . وعليه يمكننا أن نستنتج بأمان أن كلا مجموعتى ملامح الشكل الظاهرى للريش والسلوك هما تحت التحكم الوراثى (صغير الخنازير صوت يصدر عن الذكور رغبة فى الجماع وتكوين أزواج لم يتضمنه جدول ١٠ – ٤ أو شكل ١٠ – ٢٠ وذلك لأنه يشبه تماماً كلا النوعين الأبويين كما أن الهجن التى تصدر صغير الخنازير – تشبه أسلافها . وخط التلازم r = ٠,٧٥٦ فى شكل ١٠ – ٢٠ يمثل معامل تلازم معنوى موجب بين توارث الصفات السلوكية وصفات الريش فى هذه الهجن فى الجيل الثانى . ويجب أن يكون مفهوما أن تعتبر أن هذه العلاقة القريبة من الممكن أن تستخدم بواسطة علماء وراثة السلوك .

والبط الأليسيورى بط اليف وقد نتج من البط البرى (البركة) **(A. platyrhynchos)** وعلى هذا فهو يقدم فرصة لعمل مقارنات مباشرة بين الأنواع الأليفة والبرية . وقد قارن ديسفورجس **Desforges** وود –جوش **Wood-Gush** (١٩٧٥ أ) سرعة التكيف لكل من البط الأليف والبرى عند وضع بطة مغذاة فى حظائرهم الأصلية وعند اعطائهم طعام جديد فى وعاء عادى أو فى وعاء جديد فإن البط الأليف قد تأقلم أكثر مما فعله البط البرى . وأكثر من ذلك فهناك اختبارات تضمنت الهرب من امساك الإنسان وقد ظهر أن البط البرى كان أسرع معنويا فى الجرى بعيدا أكثر من البط الأليف وقد اقترح أن يكون عدة مرات (انظر هيل **Hale** و ١٩٦٢ وجدول ١٠ – ٥) حيث أن الملاءمة لبيئة الأسر يقابلها انخفاض فى رد الفعل وعلى ذلك فإن جاذبية الاقتراب واستكشاف الأشياء الجديدة من الممكن أن تختلف بين الحيوانات الأليفة والبرية ، وسبب ذلك ببساطة مرجعة أن الحيوانات الأليفة يكون احتمالها أكثر فى بيئات صناعية فى عالمها . وقلة رد الفعل تظهر أهميتها فى ملاءمة الحيوانات لبيئة الأسر .

وقد قارن ديسفورجس **Desforges** ، وود (١٩٧٥ ب) المسافات الفردية بين أعضاء القطيع من البط الأليف والبط البرى . ومع ذلك فإن البط الأليسيورى أثقل من ثلاث إلى خمس مرات من البط البرى ، فإن المسافات الفردية (سم) كانت أصغر فى الأولى عن الأخيرة بدون النظر للتشابة أو عدم تشابه أزواج الجنسين وذلك أثناء التغذية وأثناء الراحة . وهذا يوضح أنه أثناء الاستئناس كان ينتخب لعدم الشراسه (عدوانية) ولتقليل المسافات الفردية . حيث أن الدجاج قد استؤنس منذ فترات طويلة أكثر من



شكل ١٠ - ٢٠ : تلاءم فهارس الريش والسلوك فى ١١ ذكر هجن بين البط البرى (A.platyrhncos) × البط مدبب الذيل (A.acuta) فى الجيل الثانى (نسل) . (من شارب وجونسجارد ١٩٦٦) .

البط الأليسبورى ، وعلى ذلك فقد انتخب متأقلما مع ظروف الكثافة الزراعية (قسم ١٠ - ١٢) . ويبدو من المستحسن أن يقارن سلوك الدجاج الأليف مع دجاج الغابه فى هذا المضمار .

والمجموعة النهائية من المقارنات تتضمن السلوك الجنسى فإن ديسفورجس **Desforges** وود - جوش **Wood Gush**و ١٩٧٦) . فإن التغيرات فى الكثافة للمظاهر الاجتماعية فى البط الأليسبورى تميل لتقليل ملاءم الانتباه للقص لهذه المظاهر وكذلك القفز لأعلى

	أزواج الفنية			الراحة
	♂♂	♀♀	♂♀	
أليف	30.5	0	0	77.5
برى	45.7	30.5	17.8	129.5

وأسفل فإنها تميل لتكون أقل من البط البرى فخلال عملية الاستئناس لم يكن هناك ما يغرى لزيادة هذه المظاهر الاجتماعية والتى تعمل كجزء وهام من ميكانيكية العزل الجسمانى بين الأنواع ، حيث فى البيئات التى أنشئت بواسطة الإنسان ، فإن إمكانيات التهجين تختفى . ومن الناحية البيولوجية فإن ذلك يشبه تماماً العزل الجغرافى فى البرية (انظر قسم ١٠ - ١٠ على الضفادع) . بالإضافة إلى ذلك فإن أنثى البط الأليسبورى تحرض عددا من الذكور فى حين أن البطة البرية تختار واحد فقط ولذلك فإن البط البرى يكون أزواجا . وفى الحقيقة فإن سلوك الجماع يبدو مشوشا فى البط الأليسبورى ولكن ذلك ليس تماماً وذلك لأن الذكور والإناث توجه نشاطها الجنسى لاثنين أو ثلاثة أفراد فقط . كما أن هيل **Hale** (١٩٦٢) وآخرون قد أوضحوا أنه فى غاية الأهمية للإنسان أن يعلم أن الحيوانات الأليفة تميل لتكون خليطة أو مشوشة على الأقل مثلما فى حالة البط .

١٠ - ١٦ القـطط

سبق أن أوصينا باستخدام القطط كمواد لحصر التأثيرات السلوكية للشواذ الكرموسومية المرتبطة بكروموسوم الجنسى على سبيل المثال XXY توباش **Tobach** وروسوف **Rosoff** ١٩٧٨) . وفترة أخرى نأخذ الأمر باهتمام كيف القطط **(Felis catus)** ويطلق عليها أحياناً **(Felis domestica)** بسلالاتها العديدة يمكن أن تخدم كنماذج لحالات الإنسان الذى يهتم بوراثة السلوك . وقد قدم بيدل **Beadle** (١٩٧٧) مختصراً جميلا وموثوق به ، ولكن لعدة أمثلة مشوقة فإن (تود **Todd** و ١٩٦٢ و ١٩٧٨ وموريل وتود ١٩٧٨) ذكرا أهمية جين أوتوسومى سائد يحكم تعبير استجابة القطط لنبات النعناع البرى **Nepta Cataria** وهذه الاستجابات الفطرية من السهل تحويرها بواسطة تغير البيئية والعمر (**newness** يخفف الاستجابات) والحالة الحركية (الاضطرابات المفاجئة تحدد الاستجابات معاً) . والقطط المصابة بالسعار لمرات عديدة يمكن أن بواسطة النعناع البرى أن تتعرف على رائحته فى زيوته الطيارة فى الوضع المشابه والمخالف **Cas Dans** نبتا لاكتون فى تركيز مخفف حتى جزء واحد فى البليون .

توجد فى القطط أيضاً ما يماثل أعراض واردنبرج **Waardenburg's Syndrome** حيث تحدث تشوهات للإناث الصم (وهم يبلغون ٥ فى المائة من مجموع المصابين بالصمم) لها أعين ليست متوافقة اللون وشذوزها فى العصب الجمجمى الثامن (العصب السمعى) ، وشعرها أبيض مخطط ، وغالبا رمادى غير تام ، برجسما **Bergsma** وبراون

Brown ١٩٧١ ، انظر قسم ١١ - ٥ وقسم ١١ - ٧ فى هذا الكتاب .

ويتضمن التركيب الوراثى للقطط السيامية جينات للأمهق (البينو) . وهى تشبه الحيوانات الأخرى والناس الألبينو . والقطط السيامية توجد بها شذوذ كبير يتمثل فى عدد كبير من أعصاب شبكية العين والتى تعبر من خلال كيازما بصرية إلى نصفى المخ فتقلب منشأها - وعندما يرتبط معاً بطريق الخطأ بأنوية الخلايا المستقبلة القصرية الجانبية . وذلك كما اعتقد بيدل Beadle (١٩٧١) :

وذلك لأن المعلومات أرسلت بواسطة هذه المستقبلات التى اختلف وضعها فإن الخلايا المزدوجة (المرتبطة) سوف تنقل أو تعكس الرسالة إلى قشرة الرؤية وأن الاضطراب الناتج سوف ينعكس فى سلوك القطط فلن يمكنها تحديد موضع الأشياء فى القضاء . وقد وصفت هذه الحالة لأن القطط السيامية يمكنها بوضوح تحديد أماكن الأشياء فى الخلايا فيمكنهم الامساك بالفأر ويمكنها الدوران والتحرك خلال الإناث وتجنب السقوط فى الخطر . فكيف يمكنها التغلب على هذه الصعاب التى ستقابلها .

وقد وجد جوللبرى Guillery (١٩٧٤) أن مثل هذه القطة تعتمد على استخدام واحد فقط من الاثنين لانقاذ نفسها ، فمخ القطة إما أن يثبط عدم توافق رسائل أنوية الركبة أو أن تسلك هذه الأعصاب المتصلة فى قشرة المخ فتصل تلك الرسائل من كلا نصفى المخ أو من كلا أنوية الركبة فى أوقات مختلفة . انظر إلى قطة سيامية . فإذا كانت تستخدم الاستراتيجية الأخيرة وتصل الرسائل غير المتوافقة من سبل مختلفة فسوف تكون أعينها متصالبة لماذا أعين متصالبة فالقطيطات السامية تتعلم أن تحدق بعينيها وهما نصف مغمضتين أو أن تتصالب أعينها بطريقة محيرة خلال الشهرين الأولين من عمرها أو أقل . وأى نتيجة « سلالة العقل البصرية » وتسبب فى قلة حدة البصر والقطط السيامية ترى رؤية عينية مزدوجة أقل من القطط الأخرى (وتصل إلى البلوغ أبطأ من غيرها ولها صفات مميزة باستخدام صوت مبحوح) .

وحديثا اهتم بلاك Blake وكاميسا Camise (١٩٧٨) كيف يحدث توافق لرؤية أعيننا لكى نرى رؤية عينية مزدوجة موحدة بواسطة المخ ، فنحن نستخدم ما يعرف بالمنافسة زوجية الأعين - واختلاف سيادة فترات عين واحدة وتثبيط العين الأخرى حيث تكون حساسية العين المثبطة مؤقتة النقص ونحن نرى غالبا ما تمدنا به عيننا السائدة . وما تستقبله العين المثبطة لا يفقد كلية ، حيث أننا نستخدم نوعا من الاتحاد وعلى ذلك يوجد غموض كامن بين عينينا فرويتنا زوجية الأعين هى أحادية العين .

١٠ - ١٧ الخيـــل

فى الخيل فإن المشى استعدادا للهرولة سائد بسبب عوامل أوتوسومية على المشى استعدادا للانطلاق . فمن أجل زيادة السرعة فإن طرق الاستعداد تكون ميثا عاديا بقدم واحدة أو ركفا أوسيربتمهل وهرولة وانطلاقا وجريا وعددا سريعا . حيث Lf تعنى الرجل الأمامية اليسرى ؛ Rf الرجل الأمامية اليمنى ؛ و Lh الرجل الخلفية اليسرى ؛ Rh الرجل الخلفية اليمنى ، O تعنى أن أيا من الأرجل لا توجد على الأرض وعلى ذلك يمكننا كتابة

الهرولة = Rh, Rh Rf, 0, Lh, Lh Lf, 0, Rh

الانطلاق = Rf, Rf Lh, Lh, 0, Lf, Lf Rh, Rh, 0, Rf

الخيل يجب أن تكون مدربة لكى يمكنها الانطلاق فى غاية السرعة ولكن يوجد هناك ميل موروث نحو طريقة المشى المحددة التى تفضلها وهذا يبدو أنه بسيط التوارث (سيندر **Synder** ودافيد و ١٩٥٧) . وحيث أن تلك بيانات جديدة فإننا نوصى بالرجوع إلى كوننجهام **Cunningham** (١٩٧٥) لحصر الوراثة العامة للخيول متضمنا استخدام مجاميع الدم لتعيين منشأ السلالات الحالية . وقد شرح أيضاً المساهمة الوراثية لاستنباط الذكور والإناث للحيوانات الحالية .

ومع أن الانطلاق السريع للخيل قد يعتبر صناعة فى واحد أو أكثر من الأقطار ، فإن القليل معلوم عن توارث تفضيل السرعة أو كيف تتكون مجموعة من الخيل وأمهاتها أو كلا المفاهيم للانتخاب « والوثائق » التى قد تساهم فى ذلك . ومعاملات التوريث المحسوبة من انعزالات مختلفة (فمثلا النسل على الأب) يتراوح من ٥ إلى ٥٥٪ بمتوسط ٣٥٪ ذكر بواسطة أوفيرال **O'Ferrall** وكوننجهام **Cunningham** (١٩٧٤) مستخدمين سجلات مضمار السباق التى نشرت فى سنة ١٩٧٠ . وقد اقترح هذان المؤلفان توخى الحكمة فى انتخاب الذكور الطلائق يحظى بالكثير من التفضيل عند انتخاب الإناث ولكن هذه الافتراضات مازالت فى بدايتها وتحتاج إلى الانتظار لتؤتى ثمارها من بيانات أكثر من ذلك يبدو أن القليل ما هو معلوم عن السلوك الوراثى لأى من أنواع الخيل وعلى ذلك فإننا نوصى أيضاً بالرجوع إلى الدرج **Eldridge** وسوزوكى **Suzaki** (١٩٧٦) ؛ حافظ **Hafez** ووليامز **Willams** وويزبوسكى **Wisbosky** وسكوين **Schoen** وبانكس **Banks** وكيرتس **Curtis** (١٩٧٦) عن أحصنة **Shetland** ويلز لبداية الاطلاع .

١٠ - ١٨ الماشية

بالنظر إلى السلوك غير الجنسي فى الماشية فقد أوضح باين **Pagne** وهانكوك **Hancock** (١٩٥٧) تأثير المناخ الاستوائى على تفضيل النوع الأوربى (جيرس وشورتهورن) وذلك باستخدام ستة مجاميع من التوائم المتطابقة من عجول الأبقار الصغيرة . التوائم (واحد فى كل مجموعة) لوحظ فى فيجى **Fiji** لم تستجب بنفس النظام للظروف القاسية التى تعرضت لها من مناخ استوائى فتفوقت بقرتين (فى إنتاج اللبن ، إنتاج دهون الزبد ، إنتاج المواد الصلبة غير الدهنية وتناول الغذاء وتناول الماء ودرجة حرارة المستقيم وفى معدلات التنفس) كما فعلت توائمها فى البيئات غير الاستوائية فى حين أن أربعة لم تبدى ذلك . ولذلك اعتقد المؤلفان أن ذلك يؤدى إلى اقتراح وجود اختلافات فى تفاعل الأفراد من الأنواع المعتدلة من ماشية اللبن من نفس السلالة للمناخ الاستوائى وهذه الاختلافات يجب أن تكون معتمدة فى جزء منها على الأقل على اختلافات وراثية بين الأفراد .

وقد درس هانكوك (١٩٥٤) أيضاً باستفاضة سلوك الرعى فى ست مجموعات عوملت نفس المعاملة فى رضاعتها من توائم الماشية أحادية الزيجوت . وقد لوحظت الحيوان فى حقل صغير مساحته ١ أكبر لمدة ٨ أيام على فترات زمنية شهرية وكل فرصة لفترة ٢٤ ساعة (شكل ١٠ - ٢١) . وقد جمعت البيانات التالية لكل يوم عن كل بقرة :

١ - الوقت الذى نستغرقه فى الرعى
٢ - الوقت الذى تستغرقه فى الوقوف والمشى والتلكؤ .
٣ - الوقت الذى تستغرقه فى الرقاد .
٤ - المسافة التى تمشيها .
٥ - عدد مرات التبرز
٦ - عدد مرات التبول
٧ - عدد مرات الشرب مع بعض الملاحظات
٨ - عدد مرات قضم الكلأ
٩ - الوقت الذى تستغرقه فى الاجترار
١٠ - عدد مرات الاجترار

١١ – عدد مرات القضم لكل بلعه .

شكل ١٠ – ٢١ : طرق الملاحظة المستخدمة بواسطة هانكوك Harcock فى دراسة التوائم أحادية الزيجوت فى الماشية (بتصريح من مركز البحوث الزراعية روكارا ، هاملتون ، نيوزيلندا) .

وقد حسبت معنوية التلازمات الإحصائية بدقة بين أزواج التوائم للوقت المستغرق فى الرعى ، وعملت مقارنات هامة عن نشاط أبقار اللبن من خلال توائمها أحادية الزيجوت تماماً مثلما حدث مع دراسة التوائم فى الإنسان (الفصل ٧) . وقد وضع هانكوك Hancock بعض التعليقات عن عادات الأبقار التوائم عند رعيها فى وقت واحد ولكى

تقف بجانب بعضها معظم الوقت « فالتوائم تعطى حالة خاصة للحياة الاجتماعية » ، فقد لاحظ أنها تبحث عن بعضها لتشترك فى الرعى وعندما تجتمع لترقد أرضا . هذه الرغبة قد يكون مرجعها إلى تشابه الملامح وربما راجعا لعملية المحاكاة . وهو موقف نواجهه مرة أخرى تماماً مثل أزواج التوائم فى الإنسان التى تتربى معاً (انظر أيضاً التعليقات الخاصة بهذا الموضوع بواسطة كيلجور **Kilgour** ١٩٧٥) .

وللاختصار فإن متوسط الاختلافات يمكن اهمالها داخل مجاميع التوائم المتطابقة وذلك فيما يرجع إلى الوقت المستغرق فى الرعى (٤ دقائق) والتلكؤ (٧ دقائق) والرقاد أرضا (٨ دقائق) فى حين أن هذه الاختلافات بين المجاميع كانت كبيرة فالوقت المستغرق فى الرعى (١٣٨ دقيقة) والتلكؤ (١١٤ دقيقة) والرقاد أرضا (٦٠ دقيقة) . وهذه النتائج يمكن أن توضح بالتأكيد وجود مكون وراثى للتحكم فى هذه الصفات ، حتى مع استحالة التخلص من التأثيرات البيئية .

ولحسن الحظ فإن مجموعة من التوائم أحادية الزيجوت مكونة من ثلاثة عجول اختبرت لتماثل سلوكياتها مع عدد آخر من الصفات (أولسن **Olsen** وبيتر سون **Peterson** ١٩٥١) ولو باختصار . فقد ذكر أن الذكور الثلاثة من الشورتهورن كانت متماثلة فى عنادها وفى تباطؤها فى خدمة الثغرات . ولكنها بعد مجهودات أمكن إدخالها إلى الخدمة فى عمر ١٣,٥ شهر . وفى هذا الوقت كان من الممكن أن تكون منتجة ولكن لقذفة واحدة فقط أسبوعيا وبعد ٤ شهور أمكن زيادة هذه النتيجة إلى قذفتين ولكنها قليلة بالنسبة للطلائق على وجه العموم . وقد درست هذه القذفات القليلة من حيث الحجم والكثافة والعدد الكلى للحيوانات المنوية فى كل قذفة والحركة ووجود حيوانات منوية شاذة ولم تظهر أى اختلافات احصائية ثابتة بين الأخوة الثلاث . وقد درس أولسن **Olser** ثلاثة مجاميع من التوائم الثلاثية أحادية الزيجوت (أحدها من الشورتهورن المنتج للبن واثنين من النوع الجيرونس المنتج للبن أيضاً) بالاضافة إلى مجموعتين من ذكور (الجيرونس) (أولسن **Olsen** وبيترسون **Peterson** و ١٩٥٢) . وتحدث القوائم بكثرة فى الماشية أكثر من حدوثها فى الإنسان ولذلك توجد مادة ممكنة لاستخدامها فى الدراسات السلوكية والوراثية (فى كل مواليد ماشية اللبن ٠,١١ فى المائة ، منها ١٠,٦ فى المائة متشابهة الجنس قدر أن تكون أحادية الزيجوت – هانكوك **Hancock** ١٩٥٤ . فى الإنسان ٠,٠٠٣٥ فى المائة نسبة التوائم أحادية الزيجوت منسوبة إلى العدد الكلى للعشيرة ، ليفيتان **Leviton** ومونتاجو **Montagu** و ١٩٧١) . وتنتج الماشية فقط توائم ثانية الزيجوت عقيمة مختلفة الجنس والتى يطلق عليها التوائم الشاذة **freemartin** . ويحدث

هذا عندما تكون الأنثى توأما وتتحول للذكورة نتيجة مرور الهرمونات الجنسية الذكرية من خلال دم الأم وهى فى طور الجنين .

وفى النهاية توجد حقائق قليلة من الماشية بالإضافة لبعض الحيوانات عديدة الخلايا تعطى نماذجاً للأساس الوراثى (قسم ١١ – ٤) وسوف تستخدم بعد ذلك كما ذكر (مانجوم **Mangum** و ١٩٧٨) .

١٠ – ١٩ الرئيسيات

ولدت اثنين هجينين يفصلهما عام واحد ، كانتا نتيجة غير متوقعة لتهجين ذكر الجبون **Hylobates moloch** مع أنثى من جبون سومطره الأسود **Symphalangus Syndactylus** ربيا معاً فى الأسر . وقد عمل تحليل للطراز النووى للكروموسومات الهجين أوضحت أن الهيئة الكروموسومية ٤٧ كروموسوماً ، تمثل اجتماع العدد الأحادى من كلا الأبوين ٢٢ من الجبون و٢٥ من جبون سومطرة الأسود (ميرز **Mejers** وشافير **Shafer** ١٩٧٩) . وقد مات الهجين الثانى عند عمر أربعة أشهر بسبب عدوى لاتمت بصلة لطبيعة الهجين .

أما الهجين الذى يبقى حيا فإن ملامحه العامة تميل إلى جبون سومطره الأسود (شكل ١٠ – ٢٢) ولكن التحليل الدقيق أظهر موزايك من ملامح كل من الجبون وجبون سومطره الأسود (وولكن **Wolkin** و ١٩٧٧) وكان الهجين له شعر أسود على جسمه مثل جبون سومطره الأسود ، تماماً مثل طفل فقد أظهرت حلقة خفيفة حول وجهها ، تشبه الجبون . وكان نظام الشعر يشبه جبون سومطره أما نظامه على ذراعها تماماً مثل النظام غير العادى على ذراع الجبون . وعناصر ملامح الوجه تتضمن عيون كبيرة من الجبون تماماً مثلما الأنف الطويلة من جبون سومطره الأسود . وهى أيضاً تميل لكى تكون أصابعها طويلة وبينها غشاء جلدى مثل جبون سومطره الأسود الذى اشتق اسمه تبعا لهذه الخواص . وقد يكون نقص كيس الحنجرة سببا فى أن صوتها ليس له نفس تعقيد الأصوات المعروفة من جبون سومطره الأسود .

وقد أمدتنا القياسات التشريحية بصورة مماثلة . فقد كان جذعها مماثلا لجبون سومطره أما أطرافها فاسطوانية مثل الجبون وكانت أطرافها قصيرة نسبيا سواء يديها أو رجليها بما يشبه جبون سومطره الأسود . هذا يمكن حسبانه فى أهمية السلوك الحركى للوقوف أكثر التعلق بالأفرع مثل جبون سومطره الأسود .

شكل ١٠ - ٢٢ : نسل الهجين من تزاوج الجبون مع جبون سومطره الأسود (تصوير بتصريح من سسترمور اتلانتا (Sister Moore Atlanta) .

وهذه الولادة أثارت عدة أسئلة اثنين منها هما : كيف يتأقلم حيوان مثل ذلك بهذه الخصائص فى البيئة الطبيعية للجبون وجبون سومطره الأسود ؟ والثانى هو عما تتضمنه هذه الولادة لكل من التطور ونشوء الأنواع ؟

١٠ - ٢٠ الخلاصـــات

بهذا الهجين الملوى يمكننا أن ننهى استعراضنا لحصر الدراسات التى أجريت . ولكن

ما يقلقنا هو خشية اهمال المجهودات الهامة ولكن استعراض دراسات السلوك الوراثى متباينة وتحتاج إلى كتالوجات ومراجع . وهذا فى حد ذاته علامة مضيئة ولو أن ذلك لن يكون كبيرا بقدر ما ذكر فى هذا العرض . وأملنا أن تشارك لتقديم المزيد . وخاصة فيما يتعلق فى السؤال حول السلوك الوراثى لأنواع الحيوانات الأليفة لأنها قد تكون أكثر أهمية لمربى الحيوان عما سبق التعرف عليه . وكما سبق الثناء على ذلك فيمكن الرجوع إلى حافظ **Hafez** (١٩٦٨) عن التهجينات النوعية والسلوكيات الجماعية الطبيعية والشاذة والانتخاب للتوائم بين عدد من السلوكيات فى الحيوانات الأليفة . (فى عام ١٩٣٥ كمثل قديم عن هذا الموضوع فإن هودجسون **Hodgson** . قد ذكر تأثيرات التربية الداخلية على سولك الخنازير) . ونحن نوصى أيضاً بالرجوع إلى مقتطفات حافظ **Hafez** (١٩٦٩) عن سلوك الحيوانات الأليفة وخاصة الفصل الثالث « وراثة السلوك » من تأليف ج . فولر **J. Fuller** والفصل الثانى عشر عن « السلوك فى الخيل » من تأليف حافظ **Hafez** وسيجنوريت **Signoret** وأيضاً على وجه الخصوص الفصل ١٣ عن « السلوك فى الأرانب » من تأليف دينبرج **Denenberg** وزارو **Zarrow** وروس **Ross** قسم III ب من الفصل الأخير هو ملخص جيد عن السلوك الوراثى فى الأرانب . وهذا يتضمن عددا من السلوكيات الأمية ، وبناء العش وتبطينه وأكل لحوم البشر وكيفية حماية الصغار من العدوانية وتغيير الاقامة والانقاذ والرضاعة . وفى الأغنام توجد ملاحظات منفصلة ذات أهمية فعلى سبيل المثال فإن كباش المارينو تفضل التزاوج مع إناث لها نفس الشكل الظاهرى (هايمان **Hayman** و ١٩٦٤) . مثل آخر على تأثير النظارة على سلوك الجماع فى الكباش فإن الكبش السائد عندما ينظره اثنان من الكباش الأقل مرتبة فإن سلوكه الجماعى لا يتغير بمقارنته بأدائه لمهامه عندما يكون منفردا ، فى حين أن الكباش الأقل مرتبة فإنها تجامع وتقذف أقل عندما ينظرها الكبش السائد أكثر مما لو اختبرت بانفراد (ليندساى وآخرون ١٩٧٦ **Linsay et al**) . والأهمية العملية لهذه الملاحظة الأخيرة هو أن الكباش يجب أن تنعزل عن بعضها بمسافات كافية لكى يمكن أن تشارك فى برامج التربية لكى يسمح بالأقل مرتبة تجنب الصدام مع ما هو أعلى منه مرتبة .

وفى ١٩٧٥ نشر حافظ **Hafez** طبعته الثالثة من مقتطفاته الفريدة ، السلوك فى الحيوانات الأليفة » . انظر افراده لقسم عن صفات الأنواع .

وبدون شك فإن الحيوانات الأليفة منتظمة تماما فى إنتاجها بواسطة الناس تبعا لرغباتهم الخاصة وهى تعطى مادة خصبة الدراسة المستقبلة . فالتغيرات الوراثية التى

تحدث أثناء الاستئناس درست قليلا وخاصة على المستوى السلوكى . فعلى سبيل المثال ماذا يحدث لصفة سلوكية أثناء عملية الاستئناس فى تكوين سلالة معملية من الجرذان والفيران والأرانب التى ندرسها ؟ الإجابات عن هذا السؤال سوف تكون فى غاية الأهمية فى دراسة الحيوانات الأليفة ذات الأهمية الاقتصادية حيث أن الاستئناس يتوافق مع إنتاج أنواع مرغوبة من الأشكال المظهرية – ومع أن الهدف الأولى للانتخاب غالبا تكون صفات مورفولوجية أو إنتاجية (على سبيل المثال وضع البيض) ، كما ذكر فى قسم ١٠ – ١٢ الاستجابات المتلازمة للانتخاب يمكن أن تتضمن بعض المكونات السلوكية الضارة والتى قد تؤدى بفشل فى التلاءم حتى يمكن تقليل هذه الاستجابة .

ويعطى جدول ١٠ – ٥ قائمة بالصفات السلوكية التى تؤقلم الأنواع للاستئناس كما لخصها هيل **Hale** (١٩٦٢) . إن دراسة السلوك الوراثى للعديد منها يجب أن يكافأ . فعلى سبيل المثال فإن سيجل (١٩٧٩) اكتشف سلوكيات التى تلائم عموما استئناس الدجاج متضمنا مجموعة متسلسلة ، الاختلاف ، جودة نمو الصغار عند الفقس ، عادات غذائية غير متخصصة ، بطء فى الحركة وتكيفها مع ظروف بيئية عديدة وكلها موجودة فى جدول ١٠ – ٥ . فى حين أن دراسة استئناس البط كانت أقل لو أنها أبدت نفس الملامح السلوكية . والدراسات الوراثية لصفات من هذا النوع قليلة ، ومع أن عملية الاستئناس فى الحيوانات والتى تتضمن أهدافا يحتمها الذوق يجب بكل تأكيد معاونة مثل هذه الدراسات . فعلى سبيل المثال فإن الدراسات الاحصائية التجريبية لمعرفة ما إذا كانت هذه الصفات السلوكية تستجيب للانتخاب الموجه فى الطبيعة (التعلم وسرعة الجماع أمثلة تكررت مناقشتها فى هذا الكتاب) أو للانتخاب المستقر فيجب بذل الجهد والمحاولات لمعرفة أرجحية الهدف الذى يحصل عليه . وبنظرة تطورية فإنه يبدو أن الاستئناس أمر مرن نسبيا يمكن تنفيذه عندما يوجد بحكم برنامج وراثى كما سبق تعريف ذلك فى الفصل الأول . فالحيوانات التى تعمر طويلا وتتلقى رعاية أبويها تكون هى أقرب ما تكون إلى الاستئناس المرغوب فيه .

لاحظ السلاسل التطورية التى اندمجت فى الأقسام المختلفة من هذا الفصل عند ربطها بفصلى ٨ و ٩ . فالكائنات الاخطر على هذا المقياس تقدم حاليا معلومات متزايدة عن الأسس الكيماوية للسلوكيات . وقد اقترح خصوصا فى النيماتودا أن مثل هذه السلوكيات يعود مرجعها إلى البيئة الموجودة فى البرية . وهذه النظرية المعقولة تجد تعضيدا لها من سلوك اليرقات التى تشبه الديدان فى حشرة الدروسوفلا **Drosophila** (قسم ٨ – ٥) . وكلما ارتفعت السلاسل التطورية فإن الترابط بالبيئات فى البرية يقل

أثره كما سيتضح فيما بعد وخاصة فى الفصل ١٣ .

وقد اشتملت المواد فى هذا الفصل على العديد من الطرق فى الفصول السابقة . وحيث أن معلوماتنا عن المعلومات الوراثية الجينومات للعديد من الكائنات محدودة تقريبا وخاصة تلك التى تقع فى أعلا سلاسل التطور فلم يذكر سوى بعض التحليل الكمى البسيط . وفى عدد من الأمثلة هذه لا تذهب بعيدا لتحليل الهجين ، والتى لا تؤدى إلى معلومات مفصلة على المستوى الوراثى ومع أن هذه التحاليل ذات قيمة للإجابة عما يدور فى الفصول . والعديد من هذه التحاليل يعطى تلازمات بين الشكل الظاهرى والسلوكيات(يتضمن التباين فى سلوك الجماعة فى السمك) – ليس فقط فى هذا الفصل بل أيضا فى الفصول السابقة واللاحقة .

وقد لاحظنا فى قسم ٩ – ٣ وخاصة المظاهر السلوكية التى تظهر الحاجة لتحليلها بكل الطرق الممكنة والتحاليل التى نوقشت فى الفصل ٦ . بالطبع فى العديد من الحالات فى هذا الفصل فإننا وضعنا فى الاعتبار الأنواع الشديدة القرابة التى يستحيل فيها مثل هذه التحاليل لعقم وعدم حيوية الهجن ، والمادة التى يجب إنتهازها عن قرب هى غالبا التى تعكس مواضيعا تجريبية لدراسات خاصة فى بعض الحالات قد تكون بعيدة عن الهدف لبرنامج البحث على الحيوانات ذات الأهمية الإقتصادية .

ولو أن الدراسات تقوم بتعميم النتائج المستخلصة من الدراسات المكثفة على حشرة الدروسفلا **Drosophila** والقوارض ووضع هذه النتائج فى السجل التطورى .

وعلى وجه الخصوص فإنه توجد دراسات لوضع دراسات التعلم فى السجل التطورى . ففى ديدان النيماتودا يوجد برهان على أنه يمكنها تعيش وتتحرك خلال مركبات كيماوية . وعندما نتجه إلى زوجية الأجنحة **Diptera** فإنه يوجد برهان حسن عن التحكم الوراثى فى التعلم بالتكيف فى الذباب الناتج وحشرة الدروسوفلا فى حين فى الفقاريات مثل الفأر فإنه أمكن التعلم أمكن استعراضه بطرق مختلفة . وتمد الدروسفلا أيضاً ببرهان عن التعلم فى اختيار التلقيحات نتيجة للخبرة السابقة (قسم ٨ – ٤) . ومن هذه النظرة فإن مركب سيكلوهساميد هو مثبط لتمثيل البروتين ولذلك يشتت الذاكرة فى الفيران والجرذان التى تعلمت أداء واجبها وفى السمك الذهبى – وتؤثر فى اختيارات تزاوج الدروسوفلا (بروزان **Pruzan** وأبلهوايت **Applewhite** وبوسى **Bucci** ١٩٧٧ – وذلك أمر فى غاية الأهمية . وفى الدراسة المقارنة عن التعلم بين الكائنات وإمكانية حدوثها وتوارثها فإنها تصبح موضوعا جديرا بالاهتمام من خلال جميع

جدول ١٠ ٥ : السلوك الذى يؤدى إلى الأقلمة للامتناس

الصفات المرغوبة	الصفات غير المرغوبة
١ تركيب المجموعة	
(أ) مجموعة اجتماعية كبيرة (سرب ، قطيع ، فريق) قيادة حقيقية	(أ) تكوين عائلات
(ب) تركيب المجموعة متسلسل	(ب) تركيب اقليمى
(جـ) الذكور تنظم لمجموعة الإناث	(جـ) الذكور تكون مجاميع منفصلة
٢ - السلوك الجنسى	
(أ) تلقيحات مختلطة	(أ) تكوين أزواج للتلقيحات
(ب) الذكور تسود على الإناث	(ب) الذكور تفرض السيادة أو الإناث الساكنة
(جـ) الإشارات الجنسية تكون بالحركات أو المواقف	(جـ) الإشارات الجنسية تكون بواسطة علامات الألوان أو التركيب المورفولوجى
٣ - علامة الصغير بالأب	
(أ) فترة حرجة تكو رابطة للنوع (مثلا : الطبع)	(أ) رابطة النوع مؤسسه على أساس أنها خاصية للنوع
(ب) الأنثى تتقبل أى صغير بعد الولادة أو فقس البيض	(ب) يتقبل الصغير على أساس خاصية النوع مظهريا (مثل طراز اللون وبعض الروائح)
(جـ) نضجها مبكر	(جـ) متأخرة النضج (تحتاج لرعاية أكثر من أبويها)
٤ - الاستجابة للإنسان	
(أ) تطير لمسافات قصيرة	(أ) حبطة كاملة وتطير لمسافات طويلة
(ب) لا تقلق بسهولة من الإنسان أو أى مؤثرات خارجية	(ب) من السهل إثارتها بالإنسان أو بأى تغيرات مفاجئة
٥ - بعض الصفات السلوكية الأخرى	
(أ) عادات غذائية متحررة (متضمنة القمامة)	(أ) عادات غذائية خاصة
(ب) تتأقلم لمدى واسع من الأحوال الجوية	(ب) متأقلمة لظروف ثابتة
(جـ) بطيئة الحركة	(جـ) خفيفة الحركة

المصدر : هيل Hale (١٩٦٢) .

الكائنات التى نوقشت هنا . نحن نأمل أن يكون ذلك اهتماما مستقبليا لهذا الاتجاه أو تبريرا لاقتراب نهاية هذا الفصل .

الملخص

إن استعراضنا لوراثة السلوك قد غطى مجموعة واسعة من الكائنات متضمنة البكتريا والبروتوزوا والنيماتودا والحشرات والأمضيبات والطيور والحيوانات الثديية الأليفة . وبعيدا عن الأمثلة المتخصصة فى الفصلين السابقين فإن الجينومات فى معظم الكائنات ليست معروفة على الوجه الأكمل ولو أنه من الأهمية وضع هذا الدراسات المعملية لهذه الفصول السابقة فى هذه الرد التطورى .

ومظاهر السلوكيات التى استعرضت بواسطة الكائنات مختلفة ومتباينة . فالسلوك الكيماوى درس باستفاضة فى البكتريا ، والبروتوزدا والنيماتودا ، وحتى فى طور اليرقة فى الحشرات . وفى الحشرات الكاملة فإن سلوك غزل الخيوط وسلوك التزاوج ومستويات التطفل وترديد أنواع الأغانى هى أمثلة لصفات مذكورة . وفى الحقيقة فإن الذباب الناقح هو برهان مقنع لتوضيح أن التعلم بالتكيف يرجع إلى التحكم الوراثى . وفى السلوك الجماعى للحيوانات الفقرية فإن الدراسات المكثفة قد ذكرت .

وفى الكائنات الأقل رقيا فإن علاقة السلوك الكيماوى قد يكون مرجعه المباشر إلى البيئات التى تعيش فيها فى البرية . على أنه فى الكائنات الراقية فى سلسلة التطور فإن العلاقات مع البيئات تكون غير مباشرة ويصبح التعلم ضرورة هامة .

وأحد الآفاق التطبيقية التى نبت من هذا الحصر التطورى هو دراسة التغيرات الوراثية والسلوكية على عملية الاستئناس على سبيل المثال فى الدجاج والبط . ويجب أن يكون واضحا أن « السلوك المظهرى » للعشائر المستأنسة فى أنواع تختلف من عدة اتجاهات عن العشائر الأصلية . وهذا السلوك المظهرى قد يكون مستمر التغير فى الأنواع غير الاقتصادية مثل القطط والتى قد يكون المظهر مرتبطا بفترة زمنية خاصة (الموضة) . ولكن ذلك يكون أقل فى الكائنات التى تستأنس من أجل أهميتها الاقتصادية حيث يكون التماثل السلوكى هو الوضع الأمثل على الأقل فى المدى القريب .

الفصل الحادى عشر

الإنسان : بعض الصفات غير المتصلة

سوف نتناول فى هذا الباب والباب الذى يليه الجنس البشرى وعلى ذلك فبالتأكيد فإن هذين البابين سوف يتضمنان أكثر الموضوعات تعقيدا ، وهو ما يجب أن يواجهه الدارس لوراثة السلوك ، وينشأ هذا التعقيد من عدم قدرتنا على التعمق فى متابعة سجلات النسب لاستخلاص أقصى ما يمكن من المعلومات الوراثية . وببساطة فإنه – بالنسبة للإنسان – لا يكون بإمكاننا أن نجرى التهجينات والتهجينات الرجعية اللازمة للدراسة ، كما أنه لا يمكننا الحصول على معلومات من النوع الذى يمكن استخلاصه من السلالات الناتجة بتربية الأقارب ، أو من الهجن التى تدخل فيها هذه السلالات ، كما يتعذر إجراء تجارب الانتخاب . كذلك فإننا نفتقر إلى ميزة أخرى تتيحها لنا حيوانات التجارب وهى القدرة على ضبط وتعريف البيئات التى تجرى عليها التجارب . وسوف يتضمن هذان البابان حدود الطرق المتاحة لدارس وراثة السلوك فى الجنس البشرى ، ويمكن الحكم على دقتها بمقارنتها بالطرق التى تطبق على حيوانات التجارب . وربما يكون الفرق الرئيسى فى إمكانية التحكم فى البيئة التى تربى تحتها حيوانات التجارب بينما يستحيل تحديد البيئة التى يعيش تحتها الإنسان ، وسوف يتحقق واحد من أهم أغراض هذا الكتاب إذا تمكن القارىء من تقييم البيانات التى تتعلق بالأسس الوراثية الممكن أن تحكم السلوك الإنسانى وذلك بشكل موضوعى .

وكنا قد بدأنا تحليل الصفات السلوكية للجنس البشرى فى الباب السابع الذى تمكنا فيه من التمييز بين الصفات الحرجة **Threshold** وهى التى تتعلق بوجود الصفة أو عدم وجودها بين الصفات التى يحدث بها اختلافات مستمرة ، إلا أن هذا التمييز كان يشوبه الغموض فى بعض الأحيان . وسوف نتناول فى هذا الباب المجموعة الأولى من الصفات ، كما سنتناول فى الباب التالى المجموعة الأخرى ، وليس من هدفنا أن نسرد هنا تغطية كاملة للموضوع ، وإنما سنكتفى بطرح عدد من الأمثلة التوضيحية وحيث أن الجنس البشرى يعتبر مركز الكون . لذا فهناك دراسات مستفيضة عليه ، مما يضطرنا

أن نمارس اختيارا دقيقا لما نعرضه من أمثلة ، إلا أن ذلك سوف يؤدى – للأسف – إلى استبعاد كثير مما كتب فى الموضوع ويستحق الذكر ؛ ولكننا سوف نذيل بالمراجع نهاية هذا الباب ليكون أطول نسبيا مما تعودنا أن نذكره فى الأبواب الأخرى .

وإذا ما كان هناك صفة لها طابع وراثى وعائلى (أسَرِى) فى نفس الوقت فإن ظهورها ربما يكون ميراثاً ثقافيا أكثر منه انتقال يخضع لمفاهيم علم الوراثة ، ومن الأمثلة الواضحة لمثل هذه الصفات الثراء العظيم الذى قد تتداوله عائلات معينة . وسوف نبدأ بسرد التاريخ المعقد لمرض كيرو **Kuru** لتوضح الصعوبة التى تكمن فى تفسير الصفات المتوارثة فى العائلات **heredofamilial traits**

١١ – ١ مرض كيرو

عبارة عن مرض عصبى انحلالى غالبا ما يكون مميتاً ، وهو معروف فى منطقة صغيرة من غينيا الجديدة تسكنها قبيلة تدعى قبيلة فورى Fore وما يجاورها ومعنى كلمة **kuru** بلغة هذه القبيلة « الارتعاش » كما لو كان يسبب البرد أو الخوف ، وهى تصف الأعراض الأولى للمرض ، وقد أمكن الآن تشخيص هذا الاختلال فى وظيفة المخيخ باعتبار أنه له أساس فيروسى ، والعامل المسبب لهذا المرض عبارة عن واحد من أصغر الكائنات الدقيقة المعروفة حتى الآن ، وهو أصغر بكثير من معظم الفيروسات ، وينتقل عن طريق تحلل وتفكك أنخاخ المصابين به . وقدأطلق عليه الفيروس البطىء حيث أن الأغراض المرضية تتقدم بعد وقت من دخول الفيروس فى العائل . وتظهر أعراض المرض على الشيمبانزى التى حقنت بمستخلصات من أنخاخ ضحايا مرض كيزو وذلك بعد وقت يتراوح بين عشرة إلى خمسين شهرا من الحقن . وقد ذكر جيبس **Gibbs** و جاجدوسيك **Gajdusek** فى سنة ١٩٧٨ أن ضحايا المرض من البشر يعيشون لمدة تصل إلى حوالى العام فقط ، وذلك من تاريخ ظهور الأعراض المرضية السريرية **Clinical symptoms** (وفى المستقبل ، ربما تعزى أمراض أخرى – فى الإنسان – إلى الفيروسات البطيئة حيث أن وسائل التشخيص الفنية تتقدم لتصبح أكثر دقة) .

وقد سجل الأطباء الذين كانوا أول من وصف مرض كيرو أن الضحايا من الإناث البالغين وصل عددهم إلى أربع عشرة فى مقابل كل ضحية من الذكور البالغين ، مما يحدونا إلى أن نعتبر أن حوالى ثلاث أرباع المصابين يكونون من النساء ، بينما يدخل تحت الربع الباقى الأطفال من كلا الجنسين بأعداد متساوية . وقد ذكر ستيرن **Stern** فى سنة ١٩٧٣ أن مرض كيرو له أساس وراثى ، ويختلف تعبير الحالات الخليطة لعوامله

باختلاف الجنس وفقاً لما يلى :

Ku ku إناث وذكور تعانى من الأعراض المبكرة للمرض

Ku ku إناث يتأخر ظهور المرض عليها

ku ku ذكور خالية من المرض

Ku Ku إناث وذكور خالية من المرض

وقد تمشت التفسيرات الوراثية - بشكل منطقى - وفقا للبيانات المتاحة حينئذ ، ويلاحظ أن صعوبة إجراء الدراسات الوراثية على المجتمعات البشرية تتضاعف عندما تجرى على القبائل البدائية التى تختلف ثقافتها كثيراً عن ثقافتنا مما يجعلها غامضة . وفى حالة مرض كيرو ، لم يتضح السبب الحقيقى للمرض إلا بعد أن أمدنا علماء الإنسان **Anthrobologist** بمعلومات تتعلق بممارسة تلك القبائل لأكل أمخاخ الموتى واقتسامها مع الأقارب . وقد بنيت سجلات النسل المقترحة لتحديد الأساس الوراثى لمرض كيرو على أساس الوجبات الغذائية للعائلة . ورغم ذلك لم يتمشى معدل انتشار المرض مع أى فرض وراثى معقول إلا فيما يتعلق بوجود اختلاف فى المقاومة للمرض ، بينما تمشت كل الملاحظات مع انتشار فيروس عن طريق والطرق المزرعية **Cultural means** ، ومما يستحق الملاحظة أن سجلات النسب التى فسرت على أساس الفرض الوراثى كانت متوازية بشكل كبير مع الحقيقة القائلة بوجود مزارع فيروسية : **Cultural-riral reality** وعلاوة على ذلك فهناك دليل آخر ينفى وجود أساس وراثى للمرض ، ويتمثل فى الحقيقة الماثلة فى أن المرض قد استؤصل نهائيا منذ أن تغيرت القوانين التى تحرم أكل لحوم البشر .

ومرة أخرى سوف يتضح لنا فى نهاية الباب التالى كيف أن دراسة العادات الحضارية تسلك نفس سلوك الوراثة البيولوجية . وتكون دراسة الأولاد بالتبنى أكثر فعالية فى فصل مكونات وراثة التقاليد (الوراثة الثقافية) عن الوراثة بمعناها البيولوجى . وسوف نتبع طريقة دراسة الأولاد المتبنين فى هذا الباب ، ولو أنه لا يمكن اتباعها فى المجاميع الوراثية .

ويمكن للقارىء الاطلاع على المناقشة التى أوردها هاربر **Harper** فى سنة ١٩٧٧ ومنها يظهر أنه قد يختلط أمر العوامل البيئية العائلية على الباحث مع الأسس الوراثية على الرغم من الحقيقة الماثلة فى أن هناك حالات معينة عرفت جيداً لسنوات طويلة لمثل هذه التأثيرات فى الأنواع الأخرى (خلاف الإنسان)، ويمكن أن نذكر منها - على الأخص - المثل الموجود فى القديات والخاص بمرض « الاسكرابى » : **Scrapie** ويسببه

فيروس بطء (انظر جيبس وجاجدوسيك فى سنة ١٩٧٨ : **Gibbs & Gajdusek, 1978**

ومثلما يحدث فى مرض كيرو فإن الاسكرابى يسبب تحللا مميتاً للمخيخ ، ويظهر هذا المرض أساساً على الغنم ، كما يظهر أحياناً على الماعز ، و يمكن نقله - تجريبيا - إلى مجموعة أخرى من الثدييات ، وتتشابه كل من وسائل التشخيص السريرية والمرضية مع تلك التى فى حالة مرض كيرو ، وفى سنة ١٩٧٧ اقترح جاجدوسيك أن المرضين ربما يرجعان لنفس السبب ، وفى الحالة الطبيعية ، ينتقل مرض سكرابى أساساً عن طريق الأم ، ويبدو أن العدوى تحدث قبل الولادة ، وقد عرف أن هناك اختلافات ملموسة فى القابلية للإصابة فى الغنم ، وتكون هذه الاختلافات محكومة وراثياً ، كما وجد نفس الشيء بالنسبة للفئران ، وهذا يعضّد ما افترض من وجود عوامل وراثية تعمل فى بعض أمراض الإنسان المتسببة عن الفيروسات البطيئة ، والتى تؤدى إلى العَتَه والبلاهة وذلك مثلما فى مرض الزهيمر **Alzheimer** ومن « كريتزفيلدت - جاكوب » **Creutzfeldt-Jakob** اللذان يظهران فى بعض الأسر .

وحيث أن العوامل البيئية العائلية ممكن أن تختلط على الباحث مع الصفات التى لها أساس بيولوجى ، لذا فإنه يكون من المعقول أن تتسبب الأمراض الأخرى التى تظهر فى عائلات الإنسان عن طريق مسببات مرضية ، وهنا يثار تساؤل عن الكيفية التى تمكّن الباحث من تجنب الخلط بين هذه التأثيرات وبين الطرز الناتجة عن الوراثة المندلية الحقيقية ، ويشير تاريخ التفسيرات التى وضعت لمرض كيرو إلى أن ذلك لا يكون أمراً بسيطاً . وإذا اتبعنا الطريقة التى أوردها هاربر فى سنة ١٩٧٧ يمكننا أن نقول :

١ - إن الانتقال الرأسى لاختلال معين أو مرض ما عبر عدة أجيال لا يعنى بالضرورة أنه يورث كصفة سائدة .

٢ - إن الاتجاه نحو وجود تجمع للصفة فى العائلة دون وجود طراز واضح من الوراثة المندلية لا يعنى بالضرورة وجود وراثة تخضع لعدة عوامل : **multifactorial**

٣ - إن انتقال صفة عن طريق الأم بصفة أساسية يؤدى إلى الشك فى تدخل البيئة الرحمية أو ما يشابهها فى نقل الصفة .

٤ - إذا وجدت الوراثة المندلية فلا ينفى ذلك دور العوامل البيئية التى تؤثر على تعبير المرض .

وفى هذه المرحلة فإننا نستطيع أن ندرك مدى الصعوبات التى تعترض تفسير البيانات التى تؤخذ على جنسنا الإنسانى ، حيث لا يمكن إجراء تجارب وراثية كما يحدث فى حيوانات التجارب .

١١ - ٢ عيوب النطق

تعتبر إلتهتهة والتى تسمى أيضاً « التأتأة » أو اللجلجة طرازا معيناً من عيوب النطق التى تبدأ فى الظهور أثناء الطفولة وتستمر حتى مرحلة البلوغ فى حوالى ٢٠٪ من الحالات (انظر فان ريبار **Van Riper** فى سنة ١٩٧١ ، ويكون للجنس تأثير واضح حيث يصاب الذكور بمعدل أكبر أربع أضعاف عن الإناث ، كما أن التأتأة أيضاً ترتبط بشدة بالأسرة ، حيث تسرى فى العائلات . ورغم أنه لا يعرف سوى القليل عن أسبابها فإن العوامل البيئية (غير الوراثية) تلعب دورا كبيرا حيث أن التوائم أحادية الزيجوت لا تكون دائماً متوافقة بالنسبة لعيب التأتأة . وفى وجود مثل هذه المؤثرات البيئية فإن المنظر الخارجى لا يخضع لأىٍّ من نظم الوراثة المندلية لنقل الصفات . وفى المعتاد ، يمكن تفسير ما يلاحظ فى الأسرة من طراز لنقل الصفة بأنه إما أن يكون خاضعاً لنظام تعدد العوامل : **multifactorial** أو لنظام الجيش الواحد ذو التأثير الكبير : **Single-major-locus** ويصدق ذلك على الأخص إذا ما نظرنا إلى وجود أو عدم وجود الصفة (انظر كيد **Kidd** فى سنة ١٩٧٧) .

ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار إمكانية أن يكون التوارث راجعاً كلّية إلى عوامل الرق (الثقافة) **Cultural** . ورغم كل شيء فإن الانتقال الثقافى يكون أكثر مرونة من الانتقال البيولوجى ، حيث يكون قادراً على إحداث التغير السريع والمحدد من جيل إلى جيل ، فالأولاد قد يحاكون واحداً من الأكبر سناً أو واحداً أو أكثر من الأقارب الملاصقين الذين يعاشرونهم بهم بدرجة كافية . وهناك أيضاً اختلافات كبيرة - من حيث الدرجة والتكرار - لصفة التأتأة ، سواء بين الأفراد أو مؤقتاً بالنسبة للفرد الواحد ، وربما يكون ذلك استجابة للامدادات البيئية ، خاصة فى مظاهرها العاطفية . وبصفة عامة ، فقد ارتفعت هذه النظرة « لتوارث » التأتأة فى الأحقاب الأخيرة ، ولكن فان ريبر **Van Riper** انتهى فى سنة ١٩٧٧ إلى أنها لا تفسر بشكل كاف كل مظاهر العائلية والتطورية للتأتأة .

وقد لاحظ جارسيد **Garside** وكيى **Kay** فى سنة ١٩٦٤ أن الإناث التى تعانى من التأتأة يكون لهن أقارب تشيع فيهم حالة التأتأة بتكرار أعلى من الموجود فى عائلات الذكور المصابين وعلى الرغم من أنهما لم يستبعدا وجود وراثة تخضع لعامل واحد إلى أنهما فضلا تفسيرها على أنها تخضع لنظام الجينات المتعددة **Polygenic** من مستويين **two thresholds** سلميين أعلاهما للإناث . وفى المستوى الأعلى تكون الإناث أقل إصابة بالتأتأة ، ويعتبر مَنْ أصيب فعلا بهذا العيب ذوات حمل وراثى أكبر : **more genetically**

looded ومنْ ثمّ يكون هن أقارب أكثر قد أصيبوا بالشأشأة . وهناك ملاحظات وتفسيرات شبيهة فيما يتعلق بحالات انشقاق الشفاة وسقف الحلق : **Cleft lip and palate** ، انظر ماكتبه وولف **Woolf** فى سنة ١٩٧١ . ويشيع حدوث أوجه الشذوذ الخَلْقية الأخرى فى الذكور أكثر من الإناث ، وتتجمع الصفة فى الأسرة ، ولكن لا يكون هناك نماذج مندلية واضحة لانتقالها (ولا تكون هذه الصفات مرتبطة بالجنس على التأكيد ، حيث أن وجود الآباء والأبناء المصابة يكون أمراً شائعاً فى الأسرة) .

وقد استخدم تأثير الجنس فى البحث عن حدوث اختلافات فى التباينات الوراثية فى الدراسات الأحدث والتحليلات الوراثية الأكثر حساسية (انظر كيد **Kidd** وريكوردز **Records** فى سنة ١٩٨٧ . وقد حاول الباحثون أن يفرقوا بين بدائل انتقال الصفة بفعل نظام الجينات العديدة **multifactorial or polygenic** وبين انتقالها وفقاً لنظام الجين الواحد ذى التأثير الكبير **single-major-locus** ولو أن « كيد » وزملاءه لم يتمكنوا من استبعاد وجود أى من النظامين لإحداث التوارث ، إلا أن نظام الجين الواحد ذو التأثير الكبير كان أكثر ملاءمة للانطباق على البيانات المأخوذة من العائلات . وقد استخدم الباحثان مفهوم وجود مستويين مع وجود موقع واحد له أليلين لجانب المتطلبات بيئية الأساسية. وكانت نتائج تحليلاتهما تشير إلى أن الجين المتحكم فى التأثير يكون كما يلى :

تكرار جين الشأشأة = ٠,٠٤ ± ٠,٠٠٧

تكرار صفة الشأشأة بين الأفراد الغير حاملين لجين الشأشأة = ٠,٠٠٥ ± ٠,٠٠٣ فى الذكور و ٠,٠٠٠٢ ± ٠,٠٠٠٢ فى الإناث . تكرار الشأشأة بين الأفراد الذين بهم نسخة واحدة من جين الشأشأة = ٠,٣٧٨ ± ٠,٠٢٥ وفى الذكور ٠,١٠٧ ± ٠,٠١٩ فى الإناث . تكرار الشأشأة فى الأفراد الذين بهم نسختين من جين الشأشأة = ١,٠٠ فى الذكور و ١,٠٠ فى الإناث .

ويتميز هذا النظام بأنه لا يعلل فقط لزيادة تكرار الأفراد المصابين بالشأشأة من بين أقارب الإناث المصابين (وهى الحقيقة التى استخدمها جارسيد وكيى فى سنة ١٩٦٤ لتدعيم فرض الوراثة وفقاً لنظام الجينات العديدة ، وإنما يوضح أيضاً ما يلاحظ من ارتفاع حالات ظهور الأخوات المصابات للأنثى الداخلة فى سجل النسب **proband** ولا يمكن تفسير هذه الملاحظة الأخيرة بواسطة فرض الجينات العديدة ، ويتطلب الأمر مزيداً من البحث باستخدام التوائم واللقطاء (المتبنين) وباستخدام الارتباط الوراثى **linkage** (والاخير أكثرها صعوبة) حتى يمكن تحليل النقط الغامضة عن الشأشأة ، ورغم أن الطريقة التى اتبعها كيد **Kidd** لتقصى حقيقة الشأشأة لم تعط تفسيراً قاطعاً لهذا العيب

حتى الآن إلا أنها تعتبر وسيلة مناسبة للتحليل الوراثى لصفات الإنسان التى يظهر أن للجنس تأثيراً عليها وتتركز فى أسر بعينها ، إلا أنه لم يستدل على وجود طرز مندلية مثلاً بالنسبة لأمراض مثل عيب صعوبة القراءة المسمى : **dyslexia** والجنون الاندفاعى المسمى **hyperkinesis** ومرض سلس البول المسمى **enuresis** وكذلك كل العيوب الخلقية السابق ذكرها .

والآن نتناول مرض صعوبة القراءة : **dyslescia** بشىء من التفصيل ، وتشتق هذه الكلمة من المقطع اللاتينى **dys** ومعناه الردىء والمقطع **lexia** ومعناها الكلام أى أن المعنى يكون « عدم القدرة على القراءة مع الفهم ، على الرغم من أن ذلك يكون مصحوبا عادة برقم أعلى من المعتاد لمعامل الذكاء ، وعلى ذلك تكون الكفاءة أقل من القدرة بكثير ، وربما يشمل هذا المرض تفوقا فى النطق والقدرة على رؤية المكان : **visuospatial** أو العجز عن الكتابة (وترجع الدرجة الثانوية من عدم القدرة على القراءة بفهم **secondary dyslexia** إلى تلف فى المخ) ولم يتفق حتى الآن على تشخيص نموذجى لهذه الحالة ، وترجع الصعوبة إلى أن أوجه النقص هذه لا يمكن تواجدها فى مرحلة النضج .

وفى الفرد الذى يعانى من هذا العجز لا يكون هناك سيادة لليد والعين والقدم التى توجد فى جانب واحد ، وفى كثير من الأحيان يكون المرضى من الأولاد والرجال (انظر قسم د - ٧) ولكن تتضارب التقديرات التى حسبت لتكرار حدوثه فى العشيرة (انظر العرض الشيق الذى أورده هرشيل **Herschel** فى سنة ١٩٧٨ وما يصاحبه من مراجع) وقد انتهى هرشيل إلى ما يأتى :

لا يمكن دحض الفرض القائل بأن هذه الصفة يحكم توارثها جين سائد موجود على كروموسوم جسمى . ولكن نفاذيته تكون ناقصة . وله تعبير قابل للاختلاف . وقد وجد أن فرض الجين الواحد يتمشى مع ما وجد فى أى من سجلات النسب المدروسة . وقد أظهر ذلك كروجر Kruger فى بحث مختصر أجراه سنة ١٩٧٢ . ولكن من الوجهة الظاهرية يبدو أن التفسير على أساس التوارث بفعل جينات عديدة يكون أكثر قبولا . حيث أن ما يصاحبه من تشوش فى عديد من العمليات تجعل الأمر بالغ التعقيد . ويمكن لعديد من العوامل البيئية أن تحور من مسار الاختلال (المرض) .

ورغم ذلك فإن هذا التعليل يظهر صعوبة فى تفسير النتائج من هذا الطراز ، حيث أن ارجاع التوارث لطراز مندلى له نفاذية مختزلة وتعبير قابل للاختلاف يتساوى تقريبا مع ارجاعه إلى جينات عديدة ، وذلك إذا ما افترضنا أن مستوى النفاذية وتعبير الجينات يحكمه نظام وراثى . وبالإضافة إلى ذلك فإنه بينما لا يؤدى وجود عوامل بيئية كثيرة إلى

جعل الصفة تحكم بجينات عديدة إلا أن هذه العوامل البيئية الكثيرة تميل إلى تحويل التوزيع الغير مستمر إلى توزيع مستمر .

وتشترك الأسر التى بها مرض عدم القدرة على القراءة فى تأخر القدرة على التكلم بمعدل ٦٠٪ من الوقت . ففى سنة ١٩٨٧ أورد هرشيل **Herschel** أربع دراسات منفصلة لحالات توائم أحادية الخلية المخصبة (أحادية الزيجوت) ووجد فيها أن كل الست وثلاثين توأما أحادى الزيجوت اتفقت فى معاناتها من تأخر القدرة على القراءة ، وكان باكوين **Bakwin** قد سجل اختلافاً طفيفا عن ذلك فى سنة ١٩٧٣ حيث درس واحدة وثلاثين زوجا من التوائم أحادية الزيجوت ووجد منها ستاً وعشرين زوجاً تتوافق من حيث تأخرها فى القراءة ، وقد سجل نفس هؤلاء الباحثين وجود إحدى وثلاثين حالة من سبعة وتسعين توأما من التوائم ثنائية الزيجوت كان فيها توافقاً من حيث النقص فى قدرات القراءة والهجاء والكتابة . ورغم ذلك فإنه يجب أن نورد هنا توضيحا نتجنب به سوء الفهم ، فعلى حد معلوماتنا فإنه لم تجر أبحاث على توائم تعانى من تأخير النطق بعد ترتيبها منفصلة عن بعضها ، فالتجارب على التوائم – فى حد ذاتها – يشوب نتائجها شىء من التشوش فيما يتعلق بالتعلم ، كما سبق ذكره فى الباب السابع .

١١ – ٣ إدمان الكحولات :

ذكر دى فريز **Defries** وبلومين **Plomin** فى سنة ١٩٧٨ أن صفة إدمان الكحول تشكل مظهرا مهماً للمجتمع ، ويكون من المفيد لنا أن نعمل حصرا لها عن طريق دراسات التبنى : **adoptian studies** حيث تتلازم مثل هذه المداخل لدراسة توارث سلوك الإنسان مع هذا النوع الغير نادر الحدوث من الادمان .

وقد يكون مرض الادمان على الكحول حاداً أو مزمناً ، ولكن فى كلتا الحالتين فإن الافراط والانغماس الاضطرارى الذى يصاحبه يظهران بشكل أكثر كثيراً (ثلاثة إلى أربعة فى المائة فى العشيرة العامة) فى الرجال عنه فى النساء . وإذا كان الأب مدمناً فإن خطورة ظهور نسل مدمن ترتفع إحصائيا إلى ست وعشرين فى المائة ، بينما تعطى الأم المدمنة نسبة مرضية تبلغ اثنين فى المائة . وبالمثل فإن الأخ يعطى ٢١٪ والأخت ٩,٠٪ من هذه النسبة كل هذا بصرف النظر عن جنس الفرد نفسه ، ولو أن التجارب شملت الرجال بشكل أكثر (انظر أمارك **Amark** فى سنة ١٩٥١ وماك كلين **Mc Clean** ودى فرايز **Defries** فى سنة ١٩٧٣) . وعلى ذلك نستطيع أن نقول : نعم ، إن إدمان الكحول يورث فى العائلات .

وقد سبقت الاشارة فى الباب السابع باختصار إلى أن دراسة الأولاد المتبنون تساعد على تحليل العوامل الوراثية والبيئية المشتركة بين أفراد عائلات طبيعية ، وسيذكر ذلك بالتفصيل فى الباب التالى وتتيح دراسة الأبناء المتبنين الحصول على بيانات من أفراد لا يمتون لبعضهم بصلة القرابة وإنما يعيشون معاً ، ويفيد ذلك فى اختيار التأثيرات البيئية المشتركة بين أفراد العائلة ، ويمكن عمل مقارنة بينهم وبين أفراد بينهم قرابة وراثية ولكن يعيشون تحت بيئة منفصلة (لدراسة التأثيرات الوراثية) . انظر ماكتبه دى فرايز **DeFries** وبلومين **Plomin** فى سنة ١٩٧٨ . وهناك دراسة تناولت مجموعتين معينتين شملت الأول منهما خمسة وخمسين رجلاً دانماركيا كل منهم له أب حقيقى **bioparent** شخصت حالته على أنه سكير ، واتبع نظام التبنى مع كل الأولاد عندما وصل عمرهم إلى ستة أسابيع ، حيث تركوا ليعيشوا مع عائلات لا تمت لهم بصلة القرابة مما عاق اتصالهم بوالديهم فيما بعد (انظر ماكتبه جودوين **Goodwin** وأخرون فى سنة ١٩٧٣) . وقد أصبح ١٨٪ من هؤلاء الأفراد مدمنين للخمر فعلاً عندما كان العمر ثلاثين سنة فى المتوسط (وقد انطبق عليهم التعريف الدقيق للادمان من وجهة النظر التى تشمل النواحى القانونية والاجتماعية وناحية الزواج . بجانب الصعوبات التى يواجهها مدمنو الكحول فى العمل . وقد درست عينات مقارنة **Control** (تشمل أفرادا من نفس الجنس ومدى العمر ومتبنين ولهم ماض مشابه ، ولكن لم يكن أى من أبويهم مدمنا للكحول) . وقد وجد أنه فى هذه العينات الضابطة أن ٥٪ فقط قد أصبحوا مدمنين للكحول .

وفى المثال الثانى قام شوكيت **Schuckit** وجودوين **Goodnin** وونيكا **Winoku** فى سنة ١٩٧٢ بإجراء مقابلات فى منازل نحو مائتى مدمن من مدنى الكحول يبلغ متوسط سن كل منهم حوالى أربعين سنة ، كما قابلوا أخواتهم غير الأشقاء : **half-siblings** ، وقد أتاح هذا التصميم إجراء تقدير للتأثيرات النسبية للآباء الحقيقيين **biological** بالمقارنة بالآباء الذين تبنوا هؤلاء الأشخاص ، وقد وجدت النسب الآتية من مدمنى الكحول :

الأب الحقيقى مدمن للكحول والأب القائم بالتربية مدمن أيضاً وكانت النسبة ٤٦٪ الأب الحقيقى غير مدمن للكحول والأب القائم بالتربية غير مدمن أيضاً كانت النسبة ٨٪ الأب الحقيقى مدمن للكحول والأب القائم بالتربية غير مدمن كانت النسبة ٥٠٪ الأب الحقيقى غير مدمن والأب القائم بالتربية مدمن كانت النسبة ١٤٪ .

ومن الواضح أن حالة (واحدة على الأقل) الآباء الحقيقيين كانت بالغة الدقة ، بينما كانت ظروف الآباء المتبنين للأولاد أقل تأثيراً فى جعل الشخص ينغمس فى الادمان أو

ينجو منه من الحالة الوراثية . ويمكن الاطلاع على ماكتبه كايج **Kaij** فى سنة ١٩٥٧ وبارتانين **Partanen** وبرون **Bruun** وماركانين **Markkanen** فى سنة ١٩٦٦ وذلك فيما يتعلق بدراسة التوائم وتدريج الادمان إلى درجات بحيث يعطى الذى توقف عن الادمان : صفر بينما يعطى المدمن المزمن أربع درجات ؛ التكرارات ، والكثافة ، والتحكم أو الافتقار إلى ما ذكر) وهذا بالإضافة إلى البراهين المستقاة من الأبحاث التى أجريت على القوارض (قسم ٩ – ٣ وقسم ٩ – ٥) ، وكذلك من الأبحاث التى أجريت على الحشرات (قسم ٨ – ٥) وتقودنا هذه الأبحاث إلى الاقتناع بشدة بأن هناك أسساً حيوية (بيولوجية) للاعتماد على الكحول . وبالنسبة للإنسان فما يزال من غير الممكن أن نعطى حكماً قاطعا فيما يتعلق بالتركيب البنائى الوراثى للادمان على الكحول .

وفيما يتعلق بالكيمياء الحيوية للإدمان فلم يفهم – للأسف – سوى أوجه قليلة ، ولكن الانتباه أصبح مركزا على إنزيمين يدخلان فى الخطوات الأولى لإزالة التأثير السام للكحول ، وهما إنزيما ديهيدروجينيز الكحول الموجود بالكبد والذى يرمز له بالرمز **ADH** وانزيم الديهيد الديهيدروجينيز **ALDH** (انظر قسم ٩ – ٥) . ولم تعرف سوى معلومات قليلة عن علاقة أىٍّ من النواتج الوسطية للتمثيل الغذائى **metabolites** (مثل كحول الايثايل والمركبات المشتقة منه مثل الاسيتالديهيد والخلات) بالميكانيكية التى تجعل المتعاطى للخمر يصل إلى مرحلة السُّكر أو إدمان الخمور ، انظر ماكتبه شوكيت **Schuckit** ورايس **Rayes** فى سنة ١٩٧٩ . وقد اقتصرت الأبحاث الوراثية على أربع مظاهر واسعة تشتهر بأنها متلازمة مع الادمان على الكحول (للمراجعة انظر ما كتبه أوكيشوت **Oakeshott** وجيبسون **Gibson** سنة ١٩٨٠) وهذه المظاهر هى :

١ – **وجود اضطرابات نفسية مصاحبة Associated psychiatric disorders** : وهذه يشيع وجودها بين أقارب المدمنين على الكحول (الخمر) بشكل أكبر من المتوقع .

٢ – **القابلية للإصابة بالادمان Susceptibrlity to cation intoxi** : وهذه يستدل عليها بمقاييس فسيولوجية وسلوكية مختلفة تحدد الإدمان (مثل احمرار الأوعية الدموية المحركة **vasomator** معدل ضربات القلب **keartrate** ضغط الدم عدم الارتياح المعدى والإصابة بالدوار **drovsiness**) وهذه المقاييس يشيع وجودها بشكل مؤكد إحصائياً فى الصينيين واليابانيين والكوريين والاسكيمو والهنود **Amerindians** وذلك أكثر مما يحدث فى الجنس القوقازى (الأبيض) ، حيث أن مثل هذه الاختلافات تحدث حتى بين حديثى الولادة . لذا يحتمل أن توجد اختلافات وراثية ، وبالإضافة إلى ذلك تظهر الدراسة – بشكل مؤكد – وجود مكوِّن وراثى يحدد القابلية للإصابة بالادمان (انظر

ماكتبه بروبينج فى سنة ١٩٧٧) ، وقد استدل عليه من رسم الموجات الكهروحية عقب تناول الكحول (انظر قسم ١٢ - ٨) .

٣ - **إدمان الكحول الايثيلى Detoxification of ethanol** : لم يمكن الحصول على استنتاجات عامة من الدراسات الحديثة التى استعملت فيها مجموعات تابعة لسلالات مختلفة ، ولو أن الدراسة التى أجريت على سلالة الأبيض (القوفازى) أشارت إلى وجود مكون وراثى بصفة مؤكدة .

٤ - **وجود إنزيم الكحول (كحول ديهيدروجينيز) : Alcohal dehydrogenase** اقترح بعض الباحثين وجود اختلافات ترتبط بتوزيع الحالات المصنفة حسب درجة القابلية للإصابة بالإدمان ، ولكن لا يمكن النظر لهذا الدليل إلاّ على أنه أمر وارد الحدوث **suggestie** وفى الختام نستطيع القول بأن الدراسات التى أجريت على الاخوة غير الأشقاء **half-sblings** وكذلك على الأولاد بالتبنى **adoptees** قد قدمت برهانا قويا على أن إدمان الكحول يورث بصورة جزئية ، ولكن يلزم إجراء تحليلات كمية أكثر ، كما يكون من الضرورى إجراء مزيد من الدراسة على العوامل التى عددناها فيما سبق . وعلى ذلك فإنه يمكن القول بأن القابلية للإصابة بالإدمان تتحدد - جزئيا - عن طريق معدلات التمثيل الغذائى للكحول .

١١ - ٤ الانزيمات والسلوك :

ما هى العلاقات بين وراثة السلوك والانزيمات ؟ علماً بأن الانزيمات قد عرفت بصورة أفضل بكثير ، ففى سنة ١٩٦٤ ذكر إيداسون وزملاؤه هذا السؤال فى الفصل الرائع الذى تناولوا فيه الوراثة الكيماوية الحيوية وعلاقتها بالسلوك ، وقد أوردوا به قائمة شملت عشرين اختلالا وراثيا فى التمثيل الغذائى تبلغ ذرواتها عند حدوث اضطرابات عصبية أو سلوكية أو كليهما معاً . وبعد ذلك بنحو عشر سنوات قامت المؤسسة الدولية المسماة مارش أوف دايمز **March of Dimes** بنشر قائمة باختلالات تحدث فى التمثيل الغذائى وتشمل حالات خاصة متسببة عن إنزيمات معينة (انظر الجدول رقم ١١ — ١) ويرجع إلى ما ذكره بيرجيسما **Bergsma** فى سنة ١٩٧٩ فيما يتعلق بأعراض كل مرض . ومن ضمن العناوين التى ذكرت فى جدول ١١ - ١ يكون هناك حوالى ثلاثين قابلين للتشخيص قبل الولادة (انظر ماكتبه ليتيل فيل **Littlefild** وميلانسكى **Milunsky** وجاكوف **Jacoby** فى سنة ١٩٧٣) وعلاوة على ذلك فقد نتج عن التقدم الذى حدث أخيرا أن صارت بعض الانزيمات تستعمل فى حد ذاتها - كعلاجات ، كما

جدول ١١ – ١ : حالات اختلال التمثيل الغذائي المتوارثة ، المعروف تضمنها لنقص انزيمات معينة (يتم تعريف المرض بذكر الانزيم المسئول عن الخلل أو المادة المتعرض تمثيلها للخلل)

Acatalasemia
Acid maltase deficiency*
Acid phosphatase deficiency
Adenine phosphoribosyl transferase deficiency
Adenosine deaminase deficiency
Adenosine triphosphatase deficiency
Albinism-oculocutaneous, tyrosinase negative
Alkaptonuria
Argininemia*
Argininosuccinic aciduria*
Brancher deficiency*
Carnosinemia*
Citrullinemia*
Cystathioninuria*
Disaccharide intolerance
Fabry disease*
Fructose-1-phosphate aldolase deficiency*
Fructose-1,6-diphosphatase deficiency*
Fructosuria (marker)
Galactokinase deficiency
Galactosemia*
Gaucher disease
Globoid cell leukodystrophy*
Glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency
Glutathione peroxidase deficiency
Glutathione reductase deficiency
Glycogenosis, type I
Glycogenosis, type III
Glycogenosis, type VI
G_{M1}-gangliosidosis, type 1*
G_{M2}-gangliosidosis with hexosaminidase A and B deficiency*
G_{M2}-gangliosidosis with hexosaminidase A deficiency*
Goitrous cretinism
G-phosphogluconate dehydrogenase deficiency
Hexokinase deficiency
Histidinemia*
Homocystinuria
Hydroxyprolinemia (marker)
Hyperammonemia*
Hyperoxaluria
Hyperprolinemia (marker)
Hypervalinemia*
Hypophosphatasia
Isovalericacidemia*
Juvenile G_{M1}-gangliosidosis, type II
Juvenile G_{M2}-gangliosidosis, type III
Lactose malabsorption
Lesch-Nyhan syndrome*
Lysinemia*
Maple syrup urine disease*

تابع جدول ١٩ - ١

Metachromatic leukodystrophies
Methemoglobinemia
Methylcrotonylglycinuria
Methylmalonic acidemia*
Mucopolysaccharidosis I-H*
Mucopolysaccharidosis I-S
Mucopolysaccharidosis II*
Mucopolysaccharidosis III*
Myophosphorylase deficiency*
Niemann-Pick disease*
Nucleoside phosphorylase deficiency
Oroticaciduria
Pentosuria (marker)*
Phenylketonuria*
Phosphofructokinase deficiency
Phosphoglycerate kinase deficiency
Phosphohexose isomerase deficiency
Phytanic acid storage disease*
Porphyria*
Propionic acidemia*
Pyroglutamic acidemia*
Pyroglutamic aciduria
Pyruvate decarboxylase deficiency
Pyruvate kinase deficiency
Saccharopinuria
Steroid 11 β-hydroxylase deficiency
Steroid 17α-hydroxylase deficiency
Steroid 17,20-desmolase deficiency
Steroid 18-hydroxylase deficiency
Steroid 18-hydroxysteroid dehydrogenase deficiency
Steroid 20–22 desmolase deficiency
Steroid 21-hydroxylase deficiency
Steroid 3 β-hydroxysteroid dehydrogenase deficiency
Sulfite oxidase deficiency*
Thiolase deficiency
Transglucuronylase, severe deficiency
Triosephosphate isomerase deficiency
2,3-diphosphoglycerate mutase deficiency
Tyrosinemia
Wolman disease*
Xanthinuria
Xanthurenic aciduria

حالات خلل من المعروف حدوث تأثيرات سلوكية مصاحبة لها تتراوح ما
بين اختلافات التذوق والنوبات والتخلف العقلي .

thirty are diagnosable prenatally (Littlefield, Milunsky, and Jacoby, 1973). Moreover, recent technological advances are resulting in enzymes being used as medications per se and in the production of drugs as well (Arehart-Treichel, 1978).

أنها تدخل فى تحضير العقاقير كذلك (انظر ماكتبه أريهارت - تريشيل **Arehart-Treichel** فى سنة ١٩٧٨) .

ويلاحظ أن بعض الظروف التى جاء ذكرها فى الجدول قد نوقشت فى أنحاء متفرقة من الكتاب، فمثلاً نوقش مرض البول الفينولى **Phenylketonuria** فى الأبواب من الثانى للخامس ، وسوء امتصاص سكر اللكتوز **lactose malabsorption** فى البابين الثالث والرابع كما أن مَرَضَىْ جاوتشر **Gaucher** والبول القرمزى **Porphyric** سوف يناقشان هنا .

وهناك - على الأقل - طرازان من مرض جاوتشر ، وكلاهما يرجع إلى جينات متنحية موجودة على الكروموسومات الجسمية وليس بينها ارتباط . (انظر ماكتبه فيليبارت **Philippart** فى سنة ١٩٧٩) ، وفى الطراز الحاد الذى يصيب الأطفال فعادة لا يعيش الأطفال الذين ينجون منه أكثر من سنتين يعانون فيهما من مرض الشلل (الفالج) الذى يكون مصحوباً بحول فى العينين ، وتشنج فى الحنجرة ، مما يسبب صعوبة فى البلع ، مع حدوث نوبات فجائية تصيب القلب أو المخ ، مع آلام فى مؤخرة الدماغ (فى المخيخ) ، وضعف فى الإتزان ، وفى توجيه الجسم ، مع تزايد فقدان القوى العقلية إذا ما استمرت حياة المصابين إلى ما بعد الطفولة (وربما يرجع ذلك إلى وجود طراز طفولى ثالث من طرز مرض جاوتشر) ويكون هناك نقص فى محتوى الانسجة من إنزيم البيتاجلوكوزيديز **B-glucosidase** مصحوبا بتوافر مخزون لبيدات الجليكول: **glycolipids** الناتجة عن الانحلال الطبيعى لخلايا الدم المسنة سواء الحمراء منها أو البيضاء . ومن الواضح أن عمليات الهدم لهذه الخلايا التى تتحلل بصورة دورية ويحل محلها خلايا أخرى لا يمكن أن تتم كما هو الحال فى الأطفال والبالغين الأصحاء . ويعانى تسعون فى المائة من الأفراد الحاملين لهذا المرض الوراثى من الطراز المزمن الذى يصيب البالغين ، وحينئذ تظهر الأعراض الأولى عند حوالى السنة الثانية ، ولكن الاصابة لا تسبب اختزالا شديدا فى الفترة المتوقع أن يعيشها الفرد ، ومن حسن الحظ أن كل طرز مرض جاوتشر يمكن علاجها بدقة قبل الميلاد (وذلك عن طريق إحداث ثقب فى الغشاء الأمنيوسى بحقنة دقيقة ثم سحب جزء من السائل وزرعه فى أنابيب زجاجية وتحليل مجموعة الخلايا الناتجة) .

ومن الطريف أن نتكلم هنا عن مرض آخر ممكن أن نطلق عليه مرض البول القرمزى أو الأرجوانى أو البورفيريا **Porphyria** وهى كلمة لاتينية (يونانية) تعنى قرمزى أو أرجوانى ، وتشير إلى لون البول عندما يحتوى على مادة البورفيرين **Porphyrin**

المستخلصة من البول وهى إحدى مشتقات الصبغة التنفسية « الهيموجلوبين » وفى كل صور مرض البول القرمزى يكون هناك طرز من الخلل الانزيمى ، وهناك بضع المعلومات عن حدوث شذوذ فى السلوك يكون مصحوباً بوجود حالة حادة أو مزمنة من تسمم البول القرمزى ، ويمكن أن يختلط أمر البول القرمزى مع حالات العدوى . التلوث **infection** .

وأول ما يشكو منه مريض البول القرمزى الحاد والمتسبب عن جين جسمى سائد هو وجود آلام فى البطن ، وفى حالات أقل شيوعاً . تكون الأعراض الأولى متمثلة فى شلل جزئى ، وفى هذه الحالة ، يكون دور الجهاز العصبى واضحا من بداية التشخيص السريرى (الاكلينيكى) وبتكرار الإصابة يتراكم أثر المرض بما فيه من فقدان للقوى العقلية (انظر ماكتبه ستيفيسون **Stevenson** ودافيدسون **Davidso** وأوكيس **Oakes** فى سنة ١٩٧٠ . وربما يندر وجود حالة الإصابة الحادة الزائدة ، ويعيش المريض سنوات يعانى فيها من التوتر العصبى والهستيريا والحالة النفسية العصبية **psychoneurosis** وخلال فترات هجوم المرض **attacks** يؤدى حدوث التوتر العصبى إلى حدوث نوبات من الاضطرابات النفسية **Psychotic episoodesh** يصحبها سلوك ينم عن وجود خلل عقلى يتميز بفترة تهيج تليها فترة حزن وكآبة (انظر الباب الحادى عشر والباب التاسع) ، ويحدث اهتياج مصحوب بهلوسة ، تتبدى أعراض الذهان (الهواس) المسمى بذهان كورساكوف **Korsakoff Psychosis** ، وتتمثل فى اختلال الصلة بالواقع أو انقطاعها ، مع حدوث التهاب عصبى **Polyneutritis** يصحبه همس أو تمتمه **muttering** مع نوبات من الأرق أو السُّهْد **insomina** ، ويصحب ذلك آلام فى أطراف الجسم . ويميز الحالة المزمنة لمرض البول القرمزى المتقطع الاحساس بعدم ارتياح فى منطقة البطن تكون مصحوبة بحالة عصبية **nevralogical** ، ولكن الحساسية للضوء تكون هى العرض المميز والسائد فى هذا الطراز ، وقد تتزايد خطورة الأعراض المصاحبة لهذين الطرازين من مرض البول القرمزى (والذى يورث كلاهما بواسطة عوامل جسمية سائدة) عن طريق الحقن بعقاقير معينة مثل الباربيتوثيات **barbituates** والسلفوناميد **sulfonamides** .

وتكون البوفيرينات أساسية لعدد مختلف من عمليات التمثيل الغذائى الخلوى ، حيث أنها تدخل كنواتج وسطية فى تخليق الهيموجلوبين والميوجلوبين **myoglokin** والسيتوكرومات وإنزيم الكتاليز وانزيمات مجموعة البيروكسيديز وحتى كلوروفيل النبات (انظر ماكتبه : ايداسون **Elduson** وآخرون فى سنة ١٩٦٤ وليفاين **Levine** وكاباس **Kappas** فى سنة ١٩٧٣ . ويلاحظ أنه ليس هناك علاج لمرض البول القرمزى سوى عن

طريق تعاطى مهدئات الأعصاب ، وقد أورد تسودى **Tschudy** فى سنة ١٩٧٩ ما يلى بهذا الخصوص : « فى حالة المريض الذى يعرف مرضه ويكون قد حذر من العوامل المسببة للترسيب فإن التكهن بالاتجاه الذى يأخذه سير المرض أصبح يتم الآن بصورة أحسن من ذلك .. فإن معدل حدوث الوفاة والذى بلغ ٢٤٪ فى فترة ملاحظة العمر الذى فوق خمس سنوات .

وفى جنوب أفريقيا تزوج مزارع هولندى يدعى أريانتج جاكوبس **Ariaantje Jacobs** من سيدة تدعى جيريت جانسى : **Gerrit Jansy** كانت قد أرسلت إليه من ملجأ روتردام، ونتج عن هذا الزواج ثمانى أبناء كان أربعة منهم جدودا للثمانية آلاف الذين يعانون من مرض البول القرمزى ويحملون مورثاته (جيناته) التى تظهر أثرها فى جنوب أفريقيا . ويظهر شكل ١١ – ١ سجلا لنسل ثلاث من اليوتان الملكية الأوربية التى بينها علاقة متبادلة . وقد كان جورج الثالث هو الملك البريطانى وقت أن شبت الثورة الأمريكية ، ولم يكن الاضطراب العقلى المتقطع الذى كان يعانى منه – وكان يعرف حينئذ بالجنون المتقطع **Sporadic madness** – فى الواقع سوى مرض البول القرمزى المتقطع الوراثى ، وقد غير هذا المرض من تاريخ انجلترا وتاريخ البلد الذى أصبح فيما بعد يعرف بأمريكا ، كما أدى رسمياً إلى استقرار ما سمى بالطب النفسى أو العقلى **Psychiatry** ، ويظن أنه أثناء إحدى نوبات الضعف العقلى قام جورج الثالث بالموافقة على قانون الدمغة ذى السمعة السيئة ، وقد اتُخِذ ذلك فيما بعد دليلاً على جنونه وعتهه ، مما اضطرهم فى النهاية إلى تحديد إقامته فى قلعة ويندسور ، وهو ولو أنه كانت تعاوده نوبات من الصحة إلا أنه استبدل بوصى على العرش كان هو نفسه أكثر اعتدالا فى إصابته بهذا المرض ، وقد عاش جورج الثالث حتى الواحدة والثمانين ، ويرجع الفضل فى ذلك على حد قول ماكالباين **Macalpine** وهانتر **Hunter** فى سنة ١٨٦٩ إلى « غذاء طيب » وتجنب للعلاج بالعقاقير ، وعلاج يخضع للمنطق : **generally rational treatment** مما قلل من إصابته بالهلوسة . (انظر أيضاً : ليرنر **Lrner** وليبى **Libly** فى سنة ١٩٧٦ ، وفى وسعنا أن نخمن ما الذى كان سيحدث من تأثير على التاريخ نتيجة لهذا المرض .

١١ – ٥ قدرات التذوق وغيرها من الادراكات الحسية

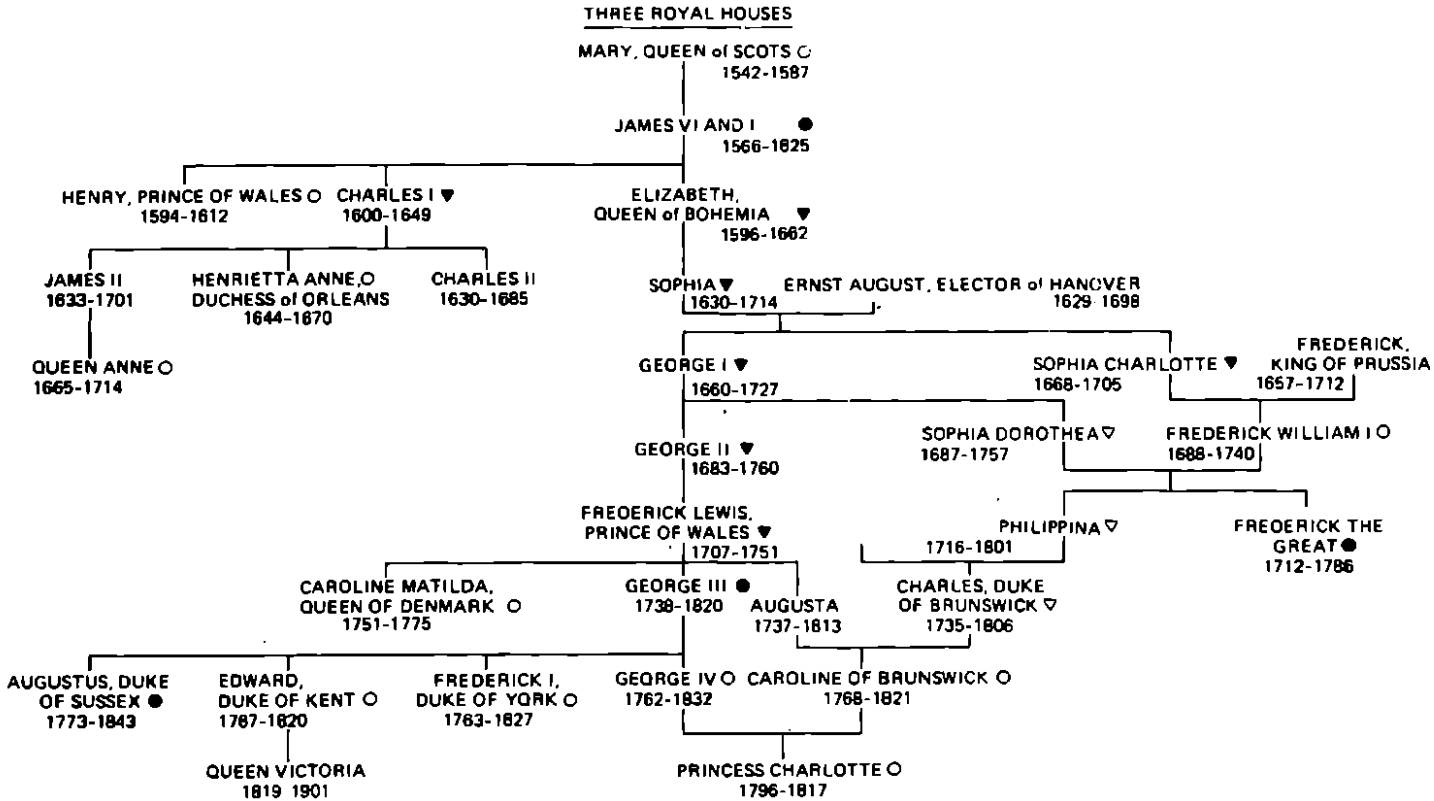
نحن نتفق مع كالموس **Kalmus** (انظر ماكتبه سنة ١٩٦٧ والمراجع الواردة به) على أن موضوع الإدراك الحسى وما يترتب على الاختلافات الوراثية من اختلاف فى السلوك

موضوع واسع لدرجة أنه لا يمكننا سوى أن نورد مراجع مناسبة ، وأن نجرى حصراً فقط للمواضيع التى يتضمنها ، وسنتناول هذا الموضوع باختصار خلال كلامنا فى القسم الخامس من الباب الحادى عشر ، ونحيل القارىء إلى التلخيص الجيد الذى أورده ماك كوزيك McKusick فى سنة ١٩٧٨ للأساس الوراثى المعروف للحواس وما يعتريها من قصور ، خاصة القسم الخاص بالصمم الوراثى .

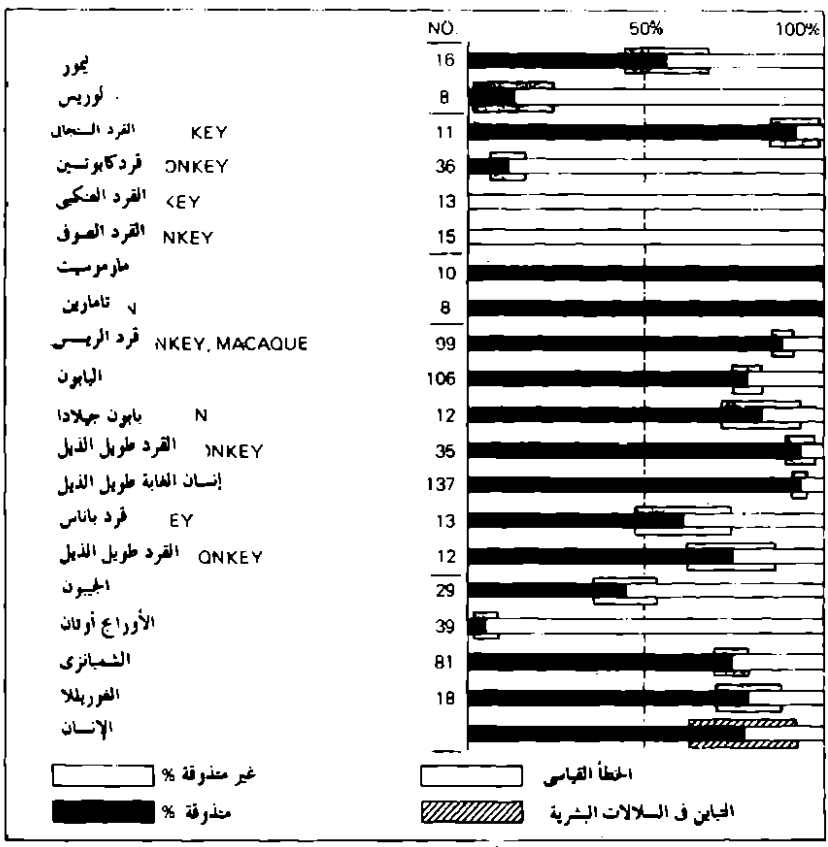
وتمثل القدرة على تذوق مادة الفينايل يثوكارباميد (PTC) المثال المعروف أكثر من غيره لتعدد المظاهر فى الإنسان بالنسبة للقدرة على التذوق ، حيث يكون هناك ثلاثة تراكيب وراثية محتملة (TT, Tt,tt) وشكلين ظاهريين لتذوق الـ PTC هما :-T للتذوق tt, tester لغير التذوق . ويحتمل أن تشمل الاختلافات فى التذوق والتى تتدخل فى اختيار الفرد للأطعمة على قدرة قليلة أو معدومة على تمييز مادة الفينايل ثيوكارباميد وعلى سبيل المثال فإن الأشخاص عديمى التذوق يكونون – كما يقال – أقل تمييزاً ، وفى النهاية ، يعتمد تذوق الـ PTC على معرفة الـ = ن – ك ، وقد بحث سنايدر Snyder ودافيدسون Davidson فى سنة ١٩٣٧ وباروز Barrows فى سنة ١٩٤٥ اختلافات وراثية أخرى تتضمن – على التوالى – النقص فى تذوق مادتى الدايفينايل جونيدين : diphenylguanidine والبروسين brucine .

وقد علق كفارللى – سفورزا Cavalli-Sforza وبودمر Boadmer فى سنة ١٩٧١ على الصعوبات التى تعترض من يريد إجراء تجارب للتحقق من وجود حدود للتذوق فى الحيوانات الأدنى من الإنسان ، ويبدو أن فورد Ford وهاكسلى Huxley فى سنة ١٩٣٩ قد هدفا إلى إجراء تجارب للتأكد من وجود حدود للتذوق بالنسبة للحيوانات الرئيسية Primates الموجودة بحديقة الحيوان بلندن حيث بصقت إحدى حيوانات الشيمبانزى فى وجه فيشر fisher عندما تجرعت قليلا من مادة الفينايل ثيوكارباميد التى تكون مُرَّةً بالنسبة لمن لديهم القدرة على تذوقها ، ولكنها تكون متعادلة الطعم لمن لا يتذوقونها . وعلى ذلك فإنه يبدو أن تعدد المظاهر بالنسبة لهذا النوع المعين من التذوق لا يكون قاصرا على الإنسان ، وإنما يوجد فى الرئيسيات الأخرى (انظر شكل ١١ – ٢ وكذلك قسم ٩ – ٧ لمعرفة الاختلافات فى اختبارات التذوق فى الفيران) .

ويكون التركيب الوراثى لحوالى ٢٥٪ أو أقل من البشر tt والمظهر الخارجى لهم أنهم غير متذوقين ، ولا يعنى هذا أن الأليل t يكون متنحيا تماماً ، ولكن حالة عدم التذوق تكون دائماً تقريبا متنحية ، ولكن الدراسات الحديثة ترتكز على اختبار الاستجابة لتخفيفات متدرجة من الـ PTC ، بينما نلاحظ أن الدراسات الأقدم قد استعملت تركيزاً


THREE ROYAL HOUSES
MARY, QUEEN of SCOTS ○
1542-1587
JAMES VI AND I ●
1566-1625
HENRY, PRINCE OF WALES ○
1594-1612
CHARLES I ▼
1600-1649
ELIZABETH, QUEEN of BOHEMIA ▼
1596-1662
JAMES II
1633-1701
HENRIETTA ANNE, ○ DUCHESS of ORLEANS
1644-1670
CHARLES II
1630-1685
SOPHIA ▼
1630-1714
ERNST AUGUST, ELECTOR of HANOVER
1629-1698
QUEEN ANNE ○
1665-1714
GEORGE I ▼
1660-1727
SOPHIA CHARLOTTE ▼
1668-1705
FREDERICK, KING OF PRUSSIA
1657-1712
GEORGE II ▼
1683-1760
SOPHIA DOROTHEA ▽
1687-1757
FREDERICK WILLIAM I ○
1688-1740
FREDERICK LEWIS, PRINCE OF WALES ▼
1707-1751
PHILIPPINA ▽
1716-1801
FREDERICK THE GREAT ●
1712-1786
CAROLINE MATILDA, QUEEN OF DENMARK ○
1751-1775
GEORGE III ●
1738-1820
AUGUSTA
1737-1813
CHARLES, DUKE OF BRUNSWICK ▽
1735-1806
AUGUSTUS, DUKE OF SUSSEX ●
1773-1843
EDWARD, DUKE OF KENT ○
1767-1820
FREDERICK I, DUKE OF YORK ○
1763-1827
GEORGE IV ○
1762-1832
CAROLINE OF BRUNSWICK ○
1768-1821
QUEEN VICTORIA
1819-1901
PRINCESS CHARLOTTE ○
1796-1817

وحيداً كان يعطى غالبا فى صورة بللورات أو فى صورة أوراق مشبعة بالمحلول ، وقد سجل رايف **Rife** فى سنة ١٩٣٨ – وباستعمال هذه الاختبارات القديمة – شذوذا يقدر حوالى ٤٪ فى القدرة على تذوق الـ **PTC** وذلك باستخدام توائم متطابقة (وحيدة الزيجوت) ، وعلى ذلك فلنا أن نتساءل عما عسى أن يوجد من صفات تتلازم مع عدم المقدرة على تذوق هذه المادة ، وفى الواقع فإن مرض التهاب الغدة الدرقية المصحوب بدرنات ناشئة عن الورم الغدى : **Adenomatous nodular goiter** تحدث بعدد أكثر فى الأشخاص الذين لا يحبون تعاطى المشروبات الكحولية . وتحدث الطرز الأخرى من التهاب الغدة الدرقية (جوايتر) [مثلاً طراز الجوايتز التسممى الارتشامى : **toxic diffuse goiter**] بنسبة أكبر بين الأفراد الذواقين ، وقد علق ريمون وشيمكى **Rimoin**



شكل ١١ – ٢ : تذوق PTC فى الرئيسيات . النسبة المئوية للأفراد القادرة والغير قادرة على التذوق فى مختلف أجناس الرئيسيات . لاحظ عدم وجود أفراد متذوقة فى القرد العنكبى والقرد الصوف (عن شياريللى Chiarelli ١٩٦٣) .

and Schmke فى سنة ١٩٧١ على النتائج التى أوردها شيبارد Shepard فى سنة ١٩٦١ مسجلاً أيضاً زيادة وجود غير الذواقين لمادة الـPTC فى الأسر التى بها طراز من إعاقة عملية التوارث الناتج بفعل الغدة الدرقية ويؤدى إلى مرض التشوه الجدى وقصر القامة والبلاهة والمعروف بالقماءة critinism وكذلك حالات أخرى من حالات الغدة الدرقية ، ولكن لم يستدل على وجود علاقة عن طريق ملاحظة التذوق فى هذه الحالات .

وفى سنة ١٩٦١ اختبر فيشر وآخرون Fischer etal وكذلك فى سنة ١٩٦٠ اختبر فيشر وجريفين Griffin العلاقة بين حدود التذوق والعزوف عن بعض الأطعمة ، حيث تناولو بالدراسة ١١٨ طعاماً مختلفاً ، أو ما قد يطلق عليه من الناحية الشكلية اصطلاح المظاهر الوراثية للتذوق the geneticaspects of gustation وقد تمكنوا من إدراك احتمال وجود ثلاثة مواقع للتذوق : أحدها خاص بالمركبات الشبيهة بالكينين quinine-like بما فيها القدرة على تذوق السكروز وملح الطعام (كلوريد الصوديوم) ، والثانى خاص بتذوق مركب ٦ - ن - بروبايل ثيويوداسيل 6-n- propylthiouracil وأشباهه من المركبات ، والثالث خاص بتذوق حمض الايدروكلوريك ومواد أخرى ، وبقدر الانخفاض فى حدود تذوق المواد المرة (بما فيها الكينين ومادة الـ ٦ - ن بروبايل ثيوراسيل) كان الارتفاع فى درجة العزوف عن الأطعمة ، وربما تمثل مثل هذه الاختلافات الوراثية بالنسبة لدقة التذوق « حالة عامة » من الاستجابة للعقاقير ، ونحن نتفق مع ما أورده سبوهلر Spuhler وليندزى Lindzey فى سنة ١٩٦٧ من أن تكرارات الأليل الخاص بعدم التذوق فى مختلف عشائر الإنسان تكون من الكبر لا يمكن المحافظة عليها بالطريقة التقليدية المبنية على انتخاب الطفرات وفقا لمبدأ توازن القوى بين الطفور والانتخاب : mutation-selection balance of forces وعموما فإن التذوق الشعورى يمثل حالة من تعدد الأشكال (المظاهر) polymorphism الحقيقى والمتزن على الرغم من أن تعقيداته مازالت غامضة ولنا أن نتساءل الآن : لماذا ؟

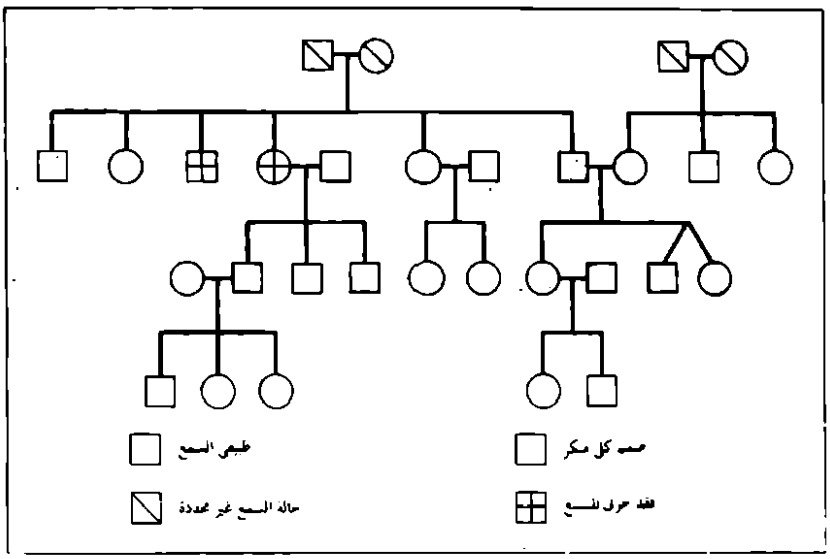
وتظهر الأسر اختلافات كبيرة فى حدود تذوقهم للأطعمة ، فهناك تقارير تفيد حدوث تفاوت داخل الأسرة بما يعادل خمسة أضعاف إلى حدوثه بشكل متطابق فى التوائم المتطابقة ، وقد أورد هيرش hirsch فى سنة ١٩٦٧ (المرجع b) مراجعة لهذا بجانب بيانات عن الأسر تتضمن - على سبيل المثال - التفاوت فى حدة السمع وتمييز الأصوات ، وقد تناول إيرمان Ehrman فى سنة ١٩٧٢ التزاوج المتلائم حسب المظهر الخارجى على أسس التذوق الحسى ، خاصة فيما يتعلق بمقاييس السمع ، وفيما يتعلق

بالعاهات الحسية (مثل الصمم) ربما يكون لمثل هذا التزاوج المظهرى الموجب assortative mating أعمق الأثر المتوارث (انظر سجل النسب فى شكل ١١ – ٣) .

وقد قدم فاندينبرج Vandenberg فى السنتين ١٩٦٧ و ١٩٧٢ مقترحات لإجراء بحوث ، وعلق بقوله أنه – من الوجهة العملية – لا يكون هناك أى معلومات عن وراثة حاسة الشم أو حاسة إدراك المكان Kinesthetic perception وهذه الأخيرة تتميز بأنها صفه تغيراتها من النوع المستمر Continuous trait وسيجرى تعريفها فى الباب الثانى عشر . وتصلح الفصول التى أوردها فاندينبيرج وتلك التى ذكرها هيرش Hirsch فى سنة ١٩٦٧ (مرجع b) وماذكره سبوهلر Spuhler وليندزى Lindzy فى سنة ١٩٦٧ لعمل حصر للنقط التى تنتظر البحث ، ورغم أن ما تم انجازه بهذا الخصوص يشكل معلومات تستهوى الباحث ، إلا أننا نلاحظ تركيز الجهود على تذوق مادة الفينايل ثيوكارباميد PTC ، وربما يرجع ذلك للبساطة الظاهرية التى تتسم بها وراثتها . ورغم كل شيء فإن الجنس البشرى يصف البيئات عن طريق حواسه قبل أن يستجيب سلوكياً ، وكما ذكر جينسبيرج Ginsburg فى سنة ١٩٦٧ تعتبر الأسس الوراثية للاشارات هامة من ثلاث نواحى : (١) باعتبارها قرنية clue للتاريخ التطورى للأنواع (٢) كقوة دافعة لمزيد من التطور خاصة إذا ما تغيرت ظروف الحياة (٣) كوسيلة لفهم الاختلافات الفردية وللتعامل المؤثر معها فى موقف معين .

١١ – ٦ اللون والمرئيات الأخرى

عرف القصور فى رؤية الألوان من النوع المعروف بعمى الألوان بالنسبة للونين الأحمر والأخضر فى فترة مبكرة ترجع إلى القرن الثامن عشر (انظر ماكتبه كالموس Kalmus فى سنة ١٩٦٥ وكورن سويت Cornsweet فى سنة ١٩٧١ عن الرؤية الطبيعية والمعينة للألوان من الوجهة الوظيفية (الفسيولوجية) ، ويستطيع الناس العاديون أن يضاهوا الألوان عن طريق مزج ألوان من ثلاث مناطق من مناطق الطيف : الأحمر والأخضر والأزرق ، ومن ثَمَّ فإننا نستطيع أن نشير إلى الأفراد الطبيعيين بأنهم ثلاثيو الألوان trichromats بينما يكون الأشخاص الذين يعانون من أخطر طرز عمى الألوان (الأحمر – الأخضر) قادرين على تمييز اللون فقط عندما يشمل ظلين two hues من اللون ، ويعرف هؤلاء الأشخاص بذوى اللونين dichromates ويعرف منهم طرازان : طراز الأشخاص العميان بالنسبة للون الأحمر ، ويطلق عليهم protanopes وطراز الأشخاص العميان بالنسبة للون الأخضر ، ويطلق عليهم : deuteranopes . وهناك



شكل ١١ ٣ : تزاوج متناسق مظهرى بالنسبة للصمم كما يتضح فى عينة من سجلات النسب البشرية (عن ايرمان ١٩٧٢ ونانك ١٩٦٣) .

ضرازان مناظران من عيوب النظر الثلاثية الألوان **trichromatic** يوجدان فى الأشخاص عاديين النظر أحدهما يعانى فيه المصاب من عمى جزئى للون الأحمر ويقال إن به عيبا أوليا فى تمييز الألوان **protanomaly** بينما الآخر يجعل الأفراد لا يميزون اللون الأخضر جزئيا ويوصفون بأن بهم عيبا ثانويا فى تمييز الألوان : **deuteranomaly** .

ومن الناحية الوراثية تكون هذه العيوب محكومة بأليلات متنحية مرتبطة بالجنس تشغل موقعين بينهما ارتباط شديد ويختص أحدهما بأليلات العمى بالنسبة للون الأحمر بينما يختص الآخر بأليلات العمى بالنسبة للون الأخضر ، وحيث أن هذه الأليلات تكون مرتبطة بالجنس لذا يكون تكرار ظهور العيب أكثر ارتفاعا فى الذكور عنه فى الإناث . (الباب الثانى الفقرة الثالثة) ، وتبلغ نسبة الحالات التى يحدث فيها عمى الألوان فى الذكورة ٨٪ (٠,٠٨) بينما فى الإناث تبلغ النسبة المتوقع حدوثه بها (٠,٠٨)٢ أى ٠,٠٠٠٦٤ أو ٠,٦٤٪ ، وبالإضافة إلى الحالات السابقة ، فإنه يوجد عيب نادر يتبع ضرز عيوب الأبصار بالنسبة للونين **dichromatic** ويطلق عليه : **tritanopia** أو **tritanomaly** وفيه يتأثر تمييز اللون فى منطقة الأزرق والأخضر . ويبدو أن هذه الصفة تكون من النوع المحمول على الكروموسومات الجسمية ، وتسود سيادة غير تامة أو تتنحى .

جدول ١١ – ٢ : نسبة الذكور الذين بهم عيوب فى رؤية الألوان فى مجموعة من العشائر المختلفة

العشيرة	النسبة المئوية	العشيرة	النسبة المئوية
فى أوربا :		فى أفريقيا	
الانجليز	6.8–9.5	يمبشوانا	3.4
الاسكتلنديون	7.5–7.7	يوجاندان	1.9
الفرنسيون	6.6–9.0	باهوتو	2.7
البلجيكيون	7.5–8.6	باروانى	2.5
الألمان	6.6–7.8	الكونغولين	1.7
السويسريون	8.0–9.0	أمريكا الجنوبية	
النرويجيون	8.0–10.1	الأمريكيون اليمن	7.2–8.4
التشيكوسلوفاكيون (ian	10.5	الأمريكيون الزنوج	2.8–3.9
الروس	6.7–9.6	الأمريكيون الحمر	1.1–5.2
اليهود (الروس) an)	7.6	الأسكيمو	2.5–6.8
القندلنديون (ليبنجراد)	5.7	الكنديون اليمن	11.2
الأتراك (اسطنبول)	5.1	المكسيكيون (المدنيين)	4.7–7.7
فى آسيا :		المكسيكيون (bal	0–2.3
التتار	5.0–7.2	أمريكا الجنوبية	
الصينيون	5.0–6.9	البرازيل	0–7.0
اليابانيين	3.5–7.4	البرازيليون (اليمن)	6.9–7.5
الهند (طائفة البنديس)	0–10.0	البرازيليون (الملونون)	8.8
الهنود (القبائل) il)	0–9.0	البرازيليون اليابانيون	12.9
إسرائيل	2.1–6.2	أوستراليا	
اليهود (إسرائيل)	10.0	اليمن	7.3
الفلبينيون	4.3	السكان الأصليون	2.0
سكان جزر فيجى	0–0.8	خليط	3.2
البولينيزيون (سكان توبجا)	7.5		

* تراوح النسب المئوية بين معدلين فى كثير من الحالات يمثل نتائج العينات المختلفة .

ويختلف تكرار صفةحمى الألوان فى الذكور من عشيرة لأخرى ، وربما يصل إلى أكثر من ١٠٪ (جدول ١١ – ٢) ، وهذه النسبة تكون من الكبر بحيث أنه لا يمكن لها أن تستمر فقط عن طريق الطفور ، وإنما يحتمل وجود حالة من تعدد المظهر الوراثى **polymorphism** رغم أن فهمنا للعوامل الانتخابية المؤثرة على ذلك مازال قليلاً . وبالتأكيد فإن هذه العوامل تتناول التفاعل بين الوراثة أولاً وبين الثقافة بصفتها قوة انتقائية ثانيا . ويشيع عمى الألوان أكثر فى المجتمعات التى مارست الصيد والقنص منذ زمن طويل ، ويبدو أن معدل حدوثها يتزايد فى المجتمعات الصناعية ، مما يحتمل معه أن يكون فعالية الانتخاب لصفة الرؤية الطبيعية قد هدأت ، فمثلا يلاحظ فى الفئات المذكورة تحت أوستراليا فى جدول ١١ – ٢ ، فهل من الممكن – كما يقترح نيل **Neel** وبوست **Post** فى سنة ١٩٦٣ أن يكون هناك انتخاب انتقائى انتقالى **transitory positive Selection** بالنسبة لعمى الألوان ؟ كذلك يشاع أن الصيادين (وكذلك الجنود) الذين يعانون من عمى الألوان تكون لديهم حاسة قوية بالنسبة لتحديد الشكل وإدراك

الحدود : form and awareness of edges بحيث يبدون كما لو كانوا يرون من خلال الخدع : "See Ihrovgh" .

وقد اقترح جاد Judd فى سنة ١٩٤٣ أن المراقبين ممن يتمتعون برؤية طبيعية للألوان يكونون مزودين بمرشحات تزودهم وقت الحاجة بقدرات زائدة تشبه تلك التى تتوافر لمن عندهم عمى ألوان بحيث تجعلهم يميزون العناصر التى على أو داخل سطح الأرض ، فبناء على ذلك ، هل يكون من الأفضل أن يكون ضمن فرق الصيد الكشفية عدد قليل من الأفراد يكون عندهم عمى ألوان (انظر ماكتبه بوليتزار Pollitzer فى سنة ١٩٧٢ .

وقد أجرى كولى Cole فى سنة ١٩٧٠ دراسة على كفاءة السائقين الذين عندهم عمى ألوان ، ووجد أن تكرار ما يرتكبونه من حوادث المرور يختلف اختلافا غير معنوى عن هؤلاء الذين يتمتعون بإبصار عادى (انظر جرامبيرج – دانيلسون Gramberg-Danielson فى سنة ١٩٦٢) ، ويرجع هذا – فى جزء منه – إلى استخدام الأكثر وضوحاً للإشارات الزرقاء – الخضراء .

ويرى كولى Cole فيما كتبه سنة ١٩٧٢ أن الوظائف الصناعية التى تتطلب استخدام الشفرة اللونية تستلزم إلمام القائم بها بأربع مستويات من الحكم على الألوان : مستوى مقارنة الألوان ، ومستوى الإلمام بدلالة أو مفهوم الألوان (إيجاد ربط بين اللون وشىء معروف جيداً مثل ربط اللون الأخضر بأوراق الشجر) ، والإلمام بما تشير إليه الألوان (اطلاق التسمية الصحيحة للَوْن بسيط) ، وأخيراً الحكم الجمالى أو الفنى .

وقد أشار دانلوب Dunlop فى سنة ١٩٤٣ إلى أن رؤية اللون تتأثر بعدم انضباط الحالة العقلية (الذهنية) ، كما أنها قد تتأثر حتى بعدم الانضباط الراجع للتغذية لدرجة أنه ربما تنشأ مظاهر نسخية phenocopies شبيهة بالحالات الوراثية لعمى الألوان ، ومعروف أن المظاهر النسخية تكون فى صورة تحورات مظهرية تنشأ عن البيئة ، وتحاكى التحورات الوراثية (انظر قسم ٢ – ٥) . وقد درس تايلور Taylor فى سنة ١٩٧١ تأثير النقص فى رؤية الألوان على العمال ، ووجد – لدهشته – أنه من بين ٦١٣ شاباً مراهقاً كانوا يعانون من عيب فى رؤية الألوان كان هناك ٢٢٤ فقط طلبوا أعمالاً مناسبة (أى لا تتطلب استخدام الألوان) ، وقد تساءل تايلور حينئذ عماً إذا كان هناك شىء ما يدفع من يعانون من نقص فى رؤية الألوان إلى أن ينجذبوا ناحية الأعمال الغير مناسبة لهم من هذه الناحية . كذلك درس بيكفور Pickford فى سنة ١٩٧٢ حالات طلبة الفنون الجميلة الذين يعانون من عيوب فى رؤية الألوان وتتلخص

دراسته فيما يلى :

« تكون تأثيرات المزاج والشخصية هامة ، ويمكن تلخيصها فيما يلى : إذا كان أحد الطلبة جريئاً وجاهلاً بعاهته أو غير شاعر بوجودها فإنه يمكنه أن يستخدم الألوان بطريقة فعالة striking وبشكل يبدو عادياً ، وقد يبدى اقتراحا للبدء فى ابتكار طريقة جديدة لتلوين رسومه ، أما إذا كان حساسا تجاه عاهته فإنه ربما يندمج فى محاولات للتعلم يصاحبها شعور بالخجل والرغبة فى تعويض هذا النقص وتلافى آثاره ، وربما يؤدى ذلك إلى حدوث قلق شديد على عمله وامتحاناته ، خاصة إذا ما شعر بأن عاهته سوف لا تكون مفهومة بشكل يجعل هناك عائدا منها .. ويترتب على هذا أن يكون هناك ضرورة لتعاون مدارس الفن مع أقسام علم النفس ، وذلك إذا ماروى الوصول إلى نتيجة مرضية فى الموضوع من جميع جوانبه » .

وينبغى أن يكون القارىء ملماً أيضاً بنظام الخلل الوراثى الذى يؤدى إلى أن يصبح الفرد أشهب أو (البينو) نتيجة لفقد اللون . وهى حالة تكون مصحوبة برؤية غير عادية غالباً ما يلازمها حدوث حَوَل . وقد وصفت حالات مشابهة من الشذوذ فى أمثلة « الفم الأبيض » والقطط السامية (قسم ١٠ - ١٦) وكذلك فى حالات حيوان الفس (شبيه بابن عرس) وحيوان الفأر الصينى (شبيه بالفأر) وحيوان المنك (حيوان ثديى لاحم) وحيوانات ثدية أخرى كثيرة (انظر ماكتبه جيليرى **Guillery** وكاس **Kass** فى سنة ١٩٧٣ وما صاحبها من مراجع) .

١١ - ٧ بعض الطفرات فى الجنس البشرى

بالاستفادة من المجهودات الشاملة الجامعة التى أوردها ماك كيوسيك **McKusick** فى سنة ١٩٧٨ نجد أن جدول ١١ - ٣ يعطى سجلاً لعدد قليل من الطفرات بالمعنى الواسع ، والتى سجل وجودها فى أشخاص على أنه تغير فى السلوك ، وعادة لا تمثل هذه التغيرات التأثيرات الأولية للجينات الطافرة ، أما لدارسى السلوك فإنها تكون غاية فى الأهمية .

وسوف نتمسك بطريقة التقسيم التى أوردها ماك كيوسيك **Mckusick** فى سنة ١٩٧٨ ، ولكننا سنحذف منها ماذكر عن الصمم الوراثى (وخيل قارئنا إلى الصفحات من ٢٠ إلى ٢٥ فيما كتبه ماك كيوسيك فى سنة ١٩٧٨ وكذلك إلى قسم ١١ - ٥ ، ويمكن للقارىء أن يطّلع أيضا على ماكتبه جى **Jay** فى سنة ١٩٧٤ عن وراثة الرؤية بعد تصحيحها وفقاً لدليل ماك كيوسيك) ، وقد تخيرنا - بصورة تقريبية - عشرة

أمثلة فى كل مجموعة وراثية - لنحصل على عينة من الاختلافات الناتجة عن الطفور ، وهى تعرض الاختلافات المتباهية فى المادة الطافرة التى تؤثر على الإحساس الشعورى بيئتنا .

١١ - ٨ الصَّـــرعْ :

رغم أن الصرع يمثل واحدا من أقدم المشاكل الطبية التى سجلت إلا أنه لم يفهم حتى الآن بصورة كافية ، وفى الواقع فإن الصرع ليس حالة واحدة ولكن عدة حالات ، ولكن من الممكن أن ينتج عن عدة أسباب مختلفة ، علاوة على ذلك فإنه يمثل عرضا لخلل عقلى وليس مرضا بالمعنى الدقيق .

وحوالى ١٠٪ من أفراد العشيرة الكبيرة يكون من بينهم فرد أو أكثر تنتابه نوبات الصرع أحياناً وذلك طوال حياته . وربما يكون هذا نتيجة لظروف معينة مثل إصابة المخ بالأمراض المعدية أو حدوث إصابة بالرأس ، أو الإصابة بأمراض الأوعية المخية ، أو حدوث حالات تسمم ، أو التعرض لحمى ترفع من درجة الحرارة كثيراً ، أو الاقلاع عن تعاطى الكحولات أو العقاقير . كما أن عدم اتزان سوائل الجسم والمواد الناتجة عن التمثيل الغذائى قد تكون سببا له أيضاً ، وذلك على الرغم من أنه فى كثير من الأشخاص لا يبدو أن أىً من هذه الأسباب يعمل بشكل واضح كسبب لنوبات المرض .

ولنوبات الصرع مظاهر عديدة ، ولكن يمكن تقسيمها إلى مجموعتين رئيسيتين ، وتؤثر النوبات العامة للصرع على كل أجزاء الجسم ، وتتمثل أعراض النوبات الصرعية العامة فى حدوث ارتعاشات قوية : **tonic-clonic** يطلق عليها أيضاً الضرر العظيم **grand mal** وتستمر عادة لفترة تتراوح بين ٢ إلى ٥ دقائق يحدث خلالها فقد للشعور ، وتصلب فى الجسم مع تناوب حدوث توتر وانبساط فى العضلات ، وفى الأشخاص الذين يعانون من نوبات عامة من الصرع من النوع المعروف بذى الضرر القليل **petit mal** والذى يستمر فقط لمدة من ١٠ إلى ٣٠ ثانية ، وربما يحدث « رف » سريع فى العينين ، أو تحديق فى الفضاء يختلط أمره مع أحلام اليقظة ، وتعتبر نوبات الصرع الجزئى مؤشر يدل على سوء قيام الجزء البؤرى من المخ بوظيفته . وتشمل النوبات الصرعية المبدئية والجزئية - وهى ما يطلق عليها النوبات البؤرية **local seizures** - جزءاً فقط من الجسم ، بينما يطلق على النوبات الجزئية المعقدة نوبات الفص الدماغى **temporallobe** أو النوبات الحركية النفسية **psychomotor** ، وينتج العرض الأخير أساساً عند حدوث اضطراب فى التفكير والسلوك .

ويستعمل اصطلاح « صرع » **epilepsy** عندما يتكرر حدوث النوبات دون أن يرتبط ذلك بحوادث بيئية معينة ، وتبلغ الاحتمالات المتجمعة لنشوء النوبات المتكررة دوريا ("الصرع) حوالى ١٪ فى سن العشرين ، ويرتفع إلى ٢٪ فى سن الأربعين ، وتبلغ ٣,٥٪ فى باقى سنين العمر حتى نهاية الحياة . ومن هذا العدد من حالات الصرع يكون هناك ٣٠٪ فقط يمكن ارجاعها إلى أسباب معقولة محددة ، بينما باقى الحالات توصف بأنها تنشأ عفويا عن سبب غامض أو مجهول ويطلق عليها **idiopathic** حيث يولد الفرد ولديه ميل طبيعى (خِلقى) ناحية سوء انتظام أنشطة المخ الرتيبة : **inborn tendency of dysrhthmic cerebral activty** مصحوبا بغياب أى شذوذ تركيبى يمكن الاستدلال عليه . ولسوء الحظ فإن الحالات التى توضع تحت نوع الصرع الناشىء عفويا (أو لأسباب مجهولة) لا تكون متجانسة ، مما يصعب من بحثها وراثيا .

ويرتفع نسبة حدوث الصرع **epilepsy** نوعاً فى حالة زواج الأقارب **siblings** أو الأفراد الحاملين لعامل الصرع فى العائلة ، ويتراوح هذا الخطر بين ٦٪ و ٨٪ (بالمقارنة بالنسبة ٢٪ إلى ٣٪ التى توجد فى العشيرة العامة) كما يتضح من شكل ١١ - ٤ ، وفى

جدول ١١ - ٣ : بعض الطفرات التى تؤثر على السلوك فى الإنسان مع وصف مختصر لأهم تأثيراتها .

	صفات جسمية سائدة
10430	Alzheimer disease of brain Presenile dementia, sometimes with parkinsonism, like Pick's disease (lobar atrophy)
10850	Ataxia, periodic vestibulocerebellar Vertigo, diplopia (double vision) and slowly progressive cerebellar ataxia in some
11340	Brachydactyl-nystagmus-cerebellar ataxia Nystagmus, mental deficiency, and strabismus
11530	Carotinemia, familial Nightblindness
12620	Disseminated sclerosis (multiple sclerosis) Neurological disorder, narcolepsy
12640	Double athetosis (status marmoratus or Little's disease with involuntary movements) Infantile cerebral palsies
12770	Dyslexia, specific (congenital word blindness) Speech defects associated in many instances
12820	Dystonia, familial paroxysmal Paroxysmal dystonia, unilateral dystonic postures without clonic movements or change in consciousness
13040	Electroencephalographic peculiarity Occipital slow beta waves (16 to 19 per second) replace alpha waves
13630	Flynn-Aird syndrome Neuroectodermal syndrome with visual abnormalities including cataracts, atypical retinitis pigmentosa, and myopia; bilateral nerve deafness, peripheral neuritis, epilepsy, and dementia

تابع جدول ١١ - ٣

صفات جسمية متنحية

20130 Acro-osteolysis, neurogenic
Abnormality of peripheral sensory nerves, perhaps insensitivity to pain
20420 Amaurotic family idiocy, juvenile type (Batten's disease in England. Vogt-Spielmeyer's disease on European Continent)
Rapid deterioration of vision and slower but progressive deterioration of intellect
Seizures and psychotic behavior
20700 Anosmia for isobutyric acid
Inability to smell isobutyric acid (sweaty odor)
20790 Argininosuccinicaciduria
Mental and physical retardation, convulsions, and episodic unconsciousness
20910 Atonic-astatic syndrome of Foerster
Muscular hypotonia, static ataxia, monotonous speech
21450 Chediak-Higashi syndrome
Photophobia and nystagmus
21870 Cretinism, athyreotic
Endocrine disorder (thyroid malfunction with profound mental and physical consequences)
21890 Crome's syndrome
Congenital cataracts, epileptic fits, mental retardation, and small stature
22180 Dermo-chondro-corneal dystrophy of Francois
Skeletal deformity of hands and feet, corneal dystrophy, abnormal electroencephalograms with seizures
23070 Gangliosidosis GM (2), type III or juvenile type
Ataxia between ages of 2 and 6 years followed by deterioration to decerebrate rigidity. sometimes blindness occurs later

صفات مرتبطة بالجنس

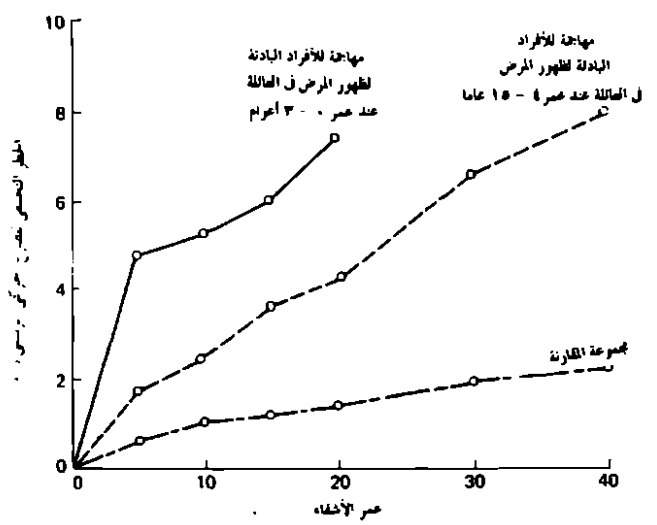
30050 Albinism, ocular
Fundus is depigmented and choroidal vessels stand out strikingly, nystagmus, head nodding, and impaired vision
30160 Angiomatosis, diffuse corticomeningeal, of Divry and Van Bogaert
Demyelinization
30170 Anosmia
Inability to smell
30370 Color blindness, blue-mono-cone-mono-chromatic type
30540 Faciogenital dysplasia
Hypermobility in cervical spine with anomaly of the odontoid resulting in neurological deficits, ocular hypertelorism
30700 Hydrocephalus due to congenital stenosis of aqueduct of Sylvius
Mental deficiency and spastic paraplegia
30990 Mucopolysaccharidosis type II (Hunter's syndrome)
Mental retardation and deafness
31170 Periodic paralysis, familial
31300 Spatial visualization, aptitude for
31330 Spinal ataxia
Incoordination of limb movements

* للتذكرة :هي الصفات الجسمية المحمولة على أى من الكروموسومات على كروموسوم الجنس ، والصفات المرتبطة بالجنس المحمولة على كروموسوم الجنس .

حالات خاصة ، (مثلا عندما يكون الشخص المصاب الموجود بالعائلة قد بدأ التزاوج فى سن صغيرة ، أو عندما يكون أحد الأبوين مصاباً أيضاً) يحتمل أن يرتفع معدل ظهوره فى الأقارب .

وتشكل النوبات المرضية للصرع مشاكل وتحديدات هامة تنتظر من يقوم بتحليلها وراثياً ، ويكتنف هذه المشاكل عددا من الصعوبات تشترك فيها مع المشاكل الطبية الشائعة الأخرى ، بينما يكون هناك صعوبات قاصرة فقط على حالات الصرع : **epilepsies** .

وهناك أكثر من ١٠٠ من الصفات المندلية (التى يحكمها عامل واحد) يكون لها علاقة بتزايد نسبة حدوث نوبات الصرع . وتشمل هذه حدوث اضطرابات فى تمثيل الأحماض الأمينية ، وأمراض التخزين التى يدخل حدوث تغيرات فى تزويد المخ بالدم عن طريق الأوعية الدموية ، بجانب وجود أورام فى أنسجة المخ ، وبديهى أن وظائف المخ الطبيعية يمكن أن تنحرف بفعل حدوث تغيرات تعترى تشريحه وكيمياءة الحيوية . وإذا ما كان هناك تكونات مرضية خِلْقِيَّة لها علاقة بذلك ، فإنه ربما يدخل فى الاعتبار ما عسى أن يوجد من شذوذ كروموسومى ، معظم التغيرات الكروموسومية الممكن تمييزها (بما فيها الإضافة والنقص) يكون لها بعض التأثيرات على الجهاز العصبى بما فى ذلك النية المتزايدة لحدوث نوبات الصرع .



شكل ١١ - ٤ : الخط التجمعى للصرع الحركى الرئيسى فى أشقاء الأفراد الذين ظهر بهم المرض لأول مرة بالعائلة مع الصرع الحركى الرئيسى فى مختلف الأعمار فى هذه الأفراد (عن اندرسون Anderson - ١٩٧٧ ، ومصدره ايسنر وآخرون Eisner et al - ١٩٥٩) .

وفى الوقت الحاضر يوجه جزء كبير من الأبحاث نحو تمييز عدم التجانس فى عدد كبير من الحالات الباقية من حالات الصرع **epilepsy** ، وربما تكون الحالات التى تنشأ من تحليل التشابه الموجود داخل مجموعات من الأقارب المصابين ذات أهمية فى هذه الأبحاث (انظر ما ذكره أندرسون **Anderson** فى سنة ١٩٧٧ مع ما أورده من مراجع) .

ومن الحقيقى أن أى شخص ممكن أن يظهر عليه الصرع كنتيجة للإصابة الشديدة جداً فى الرأس ، ولكن بالطبع يكون هناك فروقات فردية فى تحمل نوبات الصرع ، وربما يكون هناك اختلافات وراثية بين الأفراد الذين تتقدم عندهم نوبات الصرع وتكون مصاحبة لإصابات الرأس (للصدمات التى تصيب الرأس) أو للامتناع عن تناول المشروبات الروحية أو للإصابة بأمراض الحمى عن هؤلاء الذين لا يتقدم عندهم الصرع نتيجة لهذه الظروف .

وهناك بعض الأدلة التى تؤيد هذه الفكرة والتى استقيت من الدراسات التى أجريت على نوبات الصرع الناشىء عن الإصابة بالحميات والتى تكون مصحوبة بما يحدث من ارتفاع فى درجات الحرارة فى الأطفال . ففى ثلاث دراسات أجريت على الأفراد الحاملين للصرع فى العائلة ، والذى ظهرت عليهم نوبات الصرع الناشىء عن الحمى تراوحت نسبة حدوث هذه النوبات فى حالة زواج الأقارب – بين ٨٪ إلى ١١٪ وذلك بالمقارنة بنسبة ١ إلى ٢٪ الموجودة بالعينات الضابطة ، ويرتفع احتمال حدوث الصرع **epilepsy** بعد الإصابة بنوبات الحمى أيضاً فى الحالات التى يوجد فى تاريخ الأسرة أفراد أصيبوا بالنوبات .

وبعض الأفراد تظهر عليهم النوبات استجابة لتعرضهم لومضات من الضوء المتقطع من لون معين ، كما يتناسب ذلك مع معدل تكرار الوميض ، ويمكن لمؤثرات أخرى أن تستحدث تغيرات فى الحساسية للضوء من طراز التغيرات الايقاعية (الريتمية) فى القدرة الكهربية للمخ **(EEG)** . وفى دراسة للأفراد الذين يعانون من حدوث النوبات بجانب حساسيتهم للضوء من الطراز الذى يحدث تغيرات إيقاعية فى القدرة الكهربية للمخ وجد أن ٨٪ من النسل الناتج عن زواج الأقارب كانوا يعانون من النوبات (انظر ماكتبه دوز **Dorse** وآخرون فى سنة ١٩٦٦) وقد ارتفع خطر هذه النسبة إلى ٢٠٪ فى الأفراد الناتجين عن زواج الأقارب والذين كان لديهم حساسية للضوء من الطراز الذى يؤثر على كهربية المخ .

وهناك عديد من الدراسات الجارية (انظر هاوسر **Hauser** وكيرلاند **Kurland** فى سنة ١٩٧٥) ، وفيها يختبر احتمال أن تكون فرصة حدوث النوبات التى تتبع إصابات

الدماغ بجروح أو صدمات أكبر في الأشخاص الذين في تاريخ أسرهم حالات نتابها نوبات عنها في الأسر التي لم يصب أي من الأقارب بهذا المرض .

ويبدو أن طرزا معينة من حالات الصرع التي تتأثر بها كهربية المخ تتزايد في تكرارها إلى أن تصل إلى قمة المنحنى في مرحلتي الطفولة والمراهقة (يعتمد ذلك على طراز **the type of pattern**) ثم يتناقص بعد ذلك . فمثلاً في دراسة الأفراد المصابين بالصرع من العائلة والذين يُعْطى رسم المخ لهم موجات هرمية **Spike-wave EEG** يكون التكرار الذي يحدث في هذه الموجات الهرمية للأفراد الناتجين من تزاوج الأقارب والذين يعانون أو لا يعانون من الصرع أعلا في المجموعات التي يتراوح سنها بين خمس ، وخمس عشرة سنة ، وتمثل الموجات الهرمية **spike-wave** حالات انتقال لتغيرات حادة في قطبية الضغط الفولتي مقاسة برسام المخ الكهربي ، وعلى ذلك تدل على حالة مرضية (انظر ما كتبه تزيبوا **Tsuboi** وإندو **Endo** في سنة ١٩٧٧) وسنناقش أيضاً نماذج من الرسم الكهربي للمخ في أماكن متفرقة من هذا الباب .

ورغم ذلك فإنه عادة ما تبنى مثل هذه الاستنتاجات على إجراء الدراسة في مقاطع عرضية ، ولكن الأمر يحتاج أيضاً إلى إجراء الدراسة على مقاطع طولية مناسبة حتى يمكن الحصول على تحليلات يمكن الاعتماد عليها للتغيرات الفعلية التي تحدث داخل الأفراد . وينطبق ذلك – كما أشير تواً على حالات الهوس الاكتئابي **manic-depressive** وحالات الفصام (شيزوفرينيا) اللذين سوف نناقشهما في الفقرتين التاليتين . وفي الواقع فإننا قد نفهم الميكانيكيات التي تؤدي إلى تقدم حالات الشذوذ في الرسم الكهربي للمخ ، كما قد نفهم عمليات النضج التي قد تقلل منهم فيما بعد .

وفي الماضي كثيراً ما كان يبالغ في الدور الذي تلعبه العوامل الوراثية في الصرع ، كما يتبدى ذلك من القوانين التي سُنَّت للحد من زواج الأشخاص الذين يعانون من الصرع . وقد أغفلت هذه القوانين ما يكتنف الحالات الصرعية من عدم تجانس ، وافترضت احتمال وجود مخاطرة في إنجاب الأطفال بشكل أعلا مما تشير إليه الحقائق الموجودة . ولحسن الحظ فقد أُلغيت هذه القوانين أو عدِّلت (انظر ماكتبه اندرسون **Anderson** في سنة ١٩٧٧ وما صنفه من مقتطفات بناء على طلب الحكومة الأمريكية .

وبالنسبة للأسئلة الأخرى التي تثار عند الاستشارات الوراثية فإن التقييم الطبي الدقيق والتشخيص يمثلان خطوة أولى لها أهميتها . وفي نسبة قليلة من الحالات فإنه سوف يستدل على وجود صفة مندلية أو شذوذ كروموسومي . وفي مثل هذه المواقف ، يمكن عمل

تقدير للخطورة المتوقعة بالنسبة لما ينتج عن الزواج من أطفال (انظر ماكتبه أندرسون **Auderson** فى سنة ١٩٧٧ وإيسنار **Eisner** وبولى **Pauly** ولينجستون **Lingston** فى سنة ١٩٥٩ .

وتتمثل الخطوة الثانية فى البحث عن الأحداث البيئية التى يمكن أن تتدخل فى المرض أو فى أشكال الإصابات المخية كما يلزم أيضاً الحصول على معلومات عن المظاهر المصاحبة للنوبات وأشكال الرسم الكهربى للمخ ، وبدون وجود النوبات فى الأقارب من عدمه (على الأقل بالنسبة للآباء وأبناء العمومة والأطفال الناتجة) .

وبالحصول على هذه البيانات يكون من الممكن عادة الحصول على تقدير لدرجة خطورة حدوث النوبات أو الصرع فى الأقارب القريبين ، وتكون النتائج أدق بالنسبة لزواج الأقارب **sibling** والذى يدخل فيه أفراد حاملون للإصابة بدرجة أكبر مما فى أجدادهم ، ولكن النتائج المتحصل عليها من دراسات قليلة حديثة وجيدة تُظْهر أن الخطورة فى إنجاب أبناء لأفراد من العائلة بهم الإصابة (يسمون **probands**) تتشابه . (انظر ماكتبه ميتراكوس **Metrakos** وميتراكوس **Metrakos** فى سنة ١٩٦٩ لاسترجاع ماكتب عن الموضوع وكذلك انظر ماكتبه أندرسون **Anderson** فى سنة ١٩٧٧) .

وفى معظم الحالات التى تشمل فردا تعاوده نوبات الصرع بشكل متكرر ، يكون من المعقول افتراض وجود خطورة لظهور الصرع فى الطفل أو النسل الناتج فى مدى يقع بين ٦٪ و ٨٪ ، ويصبح هذا التقدير أعلا نوعا إذا ما كان أحد الأقارب المقربين يعانى فعلاً من الصرع .

وبالنسبة للمشورات الوراثية التى تقدم للسيدات اللائى يعانين من الصرع واللائى تكُنَّ فى سن الانجاب فإن هذه المشورات يجب أن تأخذ فى الاعتبار ما قد يؤدى إليه تعاطى العقاقير المضادة للتشنج أثناء الحمل من زيادة فى فرصة حدوث الضرر لبعض الأجنة النامية .

ومن الوجهة التشريحية تحدث بقع فى الجزء من المخ الأمامى الموجود على السطح السفلى للمخ والمسمى بالفص الهامولى : **hippocompus** ، ويكون من الواضح أن هذه البقع قد تتلازم مع حدوث الصرع فى الإنسان . وقد أظهرت الدراسات التى أجريت على الفئران وجود تحكم وراثى لأشكال الاتصال فى الفص الهمامولى (وهو جزء مرتفع خاص من المخ) وكذلك لاختلافات أخرى فى هذا الفص تكون مصحوبة بالقابلية للإصابة بالتشنجات التى تستحدث عن طريق الصوت . وعلى المستوى الكيماوى

الحيوى ، فإنه توجد عدة أبحاث عن الموصلات العصبية ومراكز الاستقبال العصبى فى نماذج تجريبية للصرع . كما تقوم دراسات أخرى منفصلة تماماً بالتعامل مع الاختلافات الوراثية فى المستقبلات الموجودة بالأغشية وفى الانزيمات المتحكمة فى مستويات التوصيل العصبى . وقد تلعب النماذج الحيوانية دوراً هاماً فى مثل هذه المحاولات (انظر قسم ٩ - ٥) حيث تناقش فيه التشنجات المستحدثة بالصوت فى الفيران) .

١١ - ٩ المرض العقلى المعروف بالهوس الاكتئابى(التوعكات المؤثرة أو المركبة

مازال الوصف الذى أورده كرايبلين **Kraeplin** فى سنة ١٨٩٦ صحيحاً وسارى المفعول **Valid** ويتلخص فيما يلى :

« يشمل توعك الهوس الاكتئابى من جهة النطاق الذى يعمل فيه ما يسمى التوعك المتقطع والدورى periodic and ciraular ومن جهة أخرى فإنه بقدر ما يكون الهوس manias بسيطا بقدر ما يعظم الجزء من التشخيص السريرى (الأكليكى) الذى يعطى وصف المالنخوليا melancholias أو جنون الصمت ، ويشخص هذا المرض فى عدد من الحالات التى يمكن حصرها على أنه نقص عقلى amentia » وأخيرا فإننا نستطيع أن نحصى عدداً ممائلاً من الحالات المعينة التى يكون المرض فيها معتدلا أو معتدلا جداً ، ويحدث فى جزء منه دوريا ، وفى جزء آخر يبقى فى صورة مرضية لها ألوان متشابهة "partly periodic, partly enduriong mor bid pictures mith similar coloring" والتى تبدأ فى صورة اضطرابات خطيرة ولكنه بدلا من ذلك - قد يتخطاها بدون أن يكون هناك حدودا واضحة إلى مجال نظام الشخصية المنحرفة » .

ويمثل حدوث الانقباض (الكآبة) **depression** بمفرده مرضاً مؤثراً ذو قطب واحد **unipoalar** دون أن تصاحبه حالة الهوس المتميزة بالشعور بنشوة مفرطة **inordinate exaltation** أوتيه **elation** وهياج ؛ وفى مقابل ذلك فإن المرض ذو القطبين يتضمن وجود هوس اكتئابى **manic depression** وكلا النوعين يمثل تطرفات ضارة فى العاطفة ترجع إلى تذبذبات عميقة فى المزاج .

ويحدث المرض العقلى المسمى بالهوس الاكتئابى - بالتعريف الذى أورده لينش **Lynch** فى سنة ١٩٦٩ وستيرن **Stern** فى سنة ١٩٧٣ فى ٠,٦٪ من العشيرة الكبيرة أما الانقباض (الكآبة) فقط (وهى الحالة ذات القطب الواحد) - فإنها تحدث بتكرار أدنى يبلغ ١ فى كل ٥ فى العشيرة الكبيرة للولايات المتحدة **general population** ولكن

روزينثال **Rosenthal** يذكر فى سنة ١٩٧٠ أن حدوثه يكون مختلفا باختلاف العشائر . أما الشكل المزدوج القطب (اهوس الاكتئابى) فيكون نادرا (١,٦ فى كل ألف) وذلك فى مجموعة منعزلة بشمال السويد تتكون من مئات قليلة من البشر – بينما الفصام (شيزوفرينيا **Schizophrenia** والذى سنتناوله فيما بعد فى هذا الباب) فإنه يحدث بتكرار مرتفع نسبيا ، إذ يبلغ تقريبا ٩ فى كل ألف نسمة (انظر ماكتبه بيك **Böök** فى سنة ١٩٥٣ وفولر **Fuller** ومعه **Thompson** فى سنة ١٩٧٨ . ويمكن تعريف العشائر المنعزلة **Isolates** بأنها عشائر محدودة يفضل أفرادها أن يتزاوجوا الواحد مع الآخر بحيث يحدث ذلك أكثر مما يكون فى حالة أفراد العشائر الغير منعزلة ، ويكون العزل بسبب الدين أو السلالة أو أى أسباب محددة أخرى . ويزيد شيوع اهوس الاكتئابى فى عشيرة منعزلة أخرى تسمى اهاتيريتيس **Hutterites** وتسكن غرب الولايات المتحدة وغرب كندا ، وفيها يكون مرض الفصام (شيزوفرينيا) نادرا (انظر ماكتبه إيتون **Eaton** ومعه ويل **Weil** فى سنة ١٩٥٥) ، بينما يحدث اهوس الاكتئابى بنسبة ٤,٦ فى كل ألف فرد من اهاتيريتيس أو ٩,٣ فى الأشخاص الذين يبلغ عمرهم ١٥ سنة أو أكثر ، ويحدث الفصام (شيزوفرينيا) بمعدل ١,١ فى كل ألف من اهاتيريتيس أو ٢,١ فى هؤلاء الذين يبلغ عمرهم ١٥ سنة أو أكثر . ويمثل اهاتيريتيس طائفة أسسها جاكوب هاتر حوالى سنة ١٥٠٠ وقد الجأهم الاضطهاد إلى اهجرة من أوروبا (مورافيا وبعد ذلك المجر وروسيا) إلى ساوث داكوتا **South Dakota** فى سنة ١٨٧٤ ، ويفضل اهاتيريتيس أن يعيشوا حياة جماعية تشبه فى أسلوبها المزارع اليهودية (الكيبوتس) ، ويكون أسلوب حياتهم مميزا عن أسلوب العشيرة التى تسكن شمال السويد والتى تكون نائية ومنعزلة جغرافيا ، وكذلك تكون منسحبة من الحياة الاجتماعية .

وليس هناك من شك أن الوراثة تلعب دورا رئيسيا فى نشأة اهوس الاكتئابى ، كما يتضح من الدراسة على التوائم والتى لخصت فى جدول ٧ – ٢ ولكن ما يزال النقاش مستمرا فيما يتعلق بعدد من التساؤلات مثل (١) هل يكون هناك أسباب وراثية منفصلة تحدد مظاهر كل من الانقباض (الكآبة) وهو المرض ذو القطب الواحد – والمرض المعروف باهوس الاكتئابى (ذو القطبين) كل على حدة ؟ (٢) هل تنتقل الصفات الوراثية بكيفية متعددة الجينات **polygenic** أو وحيدة الجينات ، وهل يكون هذه الحالات المرضية تحكم وراثى غير متجانس ؟

وفيما يتعلق بالسؤال الأول فقد لوحظ أن التنبؤ الوراثى : **predisposition** يكون أكبر عندما تلاحظ سلسلة حلقات المرض ثنائى القطبين ، وربما نتساءل أيضاً عما إذا كان

يحدث بكمية أكبر فى البدايات المبكرة حتى أنه يمكن أن نتصور وجود تدرج يؤدى إلى زيادة المرض النفسى : Psychopathology ويمكن أن يأخذ التصور الوراثى : genetic predisposition الصور الآتية (١) يكون المرض أحادى القطب ومتأخر البداية (٢) يكون المرض أحادى القطب ومبكر البداية (٣) يكون المرض ثنائى القطب ومتأخر البداية (٤) يكون المرض ثنائى القطب ومبكر البداية . ويمكن تفسير هذا التدرج بسهولة أكبر إذا ما عُزِىَ إلى نموذج يخضع لعدة جينات polygenic أو حتى إلى موقع رئيسى بسيط تعبيرة حدى : threshold للبدايات ، ولكن ماذا يحدث لو كان المرضان ثنائى القطب وأحادى القطب ليسا متقاربين وراثياً ؟ فى الواقع أنه لم تشخص أى حالة لتوأم أحادى الزيجوت به أحد الفردين يعانى من مرض عقلى أحادى القطب بينما الفرد التوأم يعانى من مرض الاكتئاب أحادى القطب على الرغم من أن هناك تسجيل لعدة حالات لتوائم أحادية الزيجوت كان أحد فردى التوأم يعانى من مرضى ثنائى القطب والآخر من مرض أحادى القطب (انظر ماكتبه زيربن – رودين Zerbin-Rudin فى سنة ١٩٦٩) . وكثيرا ما تكون الحالات ثنائية القطب التى تؤخذ كدليل تمثل حالات أقارب مصابين بالمرض أحادى القطب ، وتبلغ نسبة التكرار لحدوث المرض ٢٤,٤ بالنسبة للأبوين الذين كان أحدهما مريضاً يعانى من المرض ثنائى القطب . وتظهر دراسة التوائم ارتفاعا مؤثرا لمعدل التوافق بين المرض ثنائى القطبية وأحادى القطبية (أحياناً يصل إلى ٧٠٪ أو أكثر) وذلك إذا ما كانت التوائم أحادية الزيجوت ، بينما يبلغ ٢٦,٣٪ إذا ما كانوا ثنائى الزيجوت .

وبالنسبة للسؤال الثانى قام جيرشون Gershon ومعاونوه فى السنوات ١٩٧٦ و ١٩٧٧ و ١٩٧٨ بعمل تلخيص مقنع للإجابة كما يلى :

« يكون هناك ارتباط متزايد بين نسبة حدوث المرض وبين وجوده فى الأقارب . ولكن لا يكون العمر أثناء بداية المرض – فى حد ذاته – عاملا متنقلا . وينتشر المرض فى الأقارب من الإناث بشكل أعلا ، ولكن لا يبدوا أن جنس المريض يشكل عاملاً فى انتقال المرض ، وتتوافق النظم الوراثية من النوع عديد العوامل أو من ذلك الذى يعتمد على جين جسمى واحد من نتائج الدراسة وقد اتضح ذلك من تاريخ بعض العائلات التى درست فقط ولكن لم يكن عاما فى جميعها . وقد اقترح الفرض القائل بوجود انتقال عن طريق الارتباط بالجنس للمرض ثنائى القطبية ، وقد دونت بعض سجلات النسب التى تتوافق مع الارتباط بكروموسوم الجنس X ، ولكن دراسة العائلات لا تدل على أن هذا يحدث بصفة عامة (انظر ماكتبه مندليفيتش Mendlemi-z وفلايس Fleiss وفيف Fleve فى سنة ١٩٧٢ وانظر أيضاً ماكتبه ايزينبرج Eisenberg فى سنة ١٩٧٣ وفينوكار

Winokur فى سنة ١٩٧٣ ولكن تبقى نظم أخرى للتوارث فى انتظار الدراسة » .

وفى سنة ١٩٧٩ اكتشف كمينجز Camings شكلا عاما متعدد المظاهر Common polymorphism لبروتين يوجد فى مخ الإنسان يطلق عليه "Pci Duarte" والذى قد يكون عبارة عن جين رئيسى فى حالات الأمراض الاكتئابية ، وحينئذ يكون دور هذا الجين أن يعمل مقترنا مع تأثير جدى سلمى threohold محكوم بيئيا مثل ذلك الذى سنناقشه توًّا بالنسبة لمرض الفصام (شيزوفرينيا) ، انظر ماكتبه كدْ Kidd وزملاءه سنة ١٩٧٣ .

ورغم أنه من الممكن اختبار نظم أخرى إلا أننا نشعر أنه من الضرورى وجود دراسات مفصلة تتناول النواحى الصيدلانية (الدوائية) والحيوية (البيولوجية) والسلوكية ، ويرجع ذلك إلى أن الفروض الوراثية المختلفة قد تتضمن مستوى من عدم التجانس بالنسبة للأسس الوراثية كما سيتضح من حالة مرض الصرع .

وإلى هنا ونجد أن جيرشون Gershon وزملاءه يسجلون فى سنة ١٩٧٦ دراسات على انزيمات معينة تشمل إنزيم مونو أمين أوكسيديز monoamine oscidase (والذى يكون مسئولا عن عدم التنشيط الانزيمى للكاتيكولامينات Catecholamine (انظر قسم ٩ – ٥) ويفترض أن هذه الموصلات العصبية neurotransmitters يكون عليها أن تغير النشاط الوظيفى فى المرضى المتأثرين affective disorders ، ويحدث تخصص صيدلانى (فارما كولوجى) فى الاستجابة لكربونات الليثيوم ، ورغم أنه لا يحتمل أن يكون التقدم فى هذا المجال سريعا إلا أن تناول الموضوع عن طريق الوراثة الكيماوية الحيوية والصيدلانية ربما يؤدى فى النهاية إلى اضطراد التقدم .

١١ – ١٠ الفصام أو انفصال الشخصية أو الشيزوفرينيا :

يعتبر مرض الفصام – والذى يمثل نظام من الاختلالات العميقة فى السلوك – مشكلة صعبة وغير عادية وملحَّة (عاجلة) ، وربما تكون مشكلته تعادل أىٍّ من المشاكل التى تناولناها فى هذا الكتاب . وحتى التناول التاريخى لتقسيم ومعالجة موضوع الفصام يبدو أنه هو أيضاً يعانى من الفصام . وقد قدرت التكاليف التى تتكبدها الولايات المتحدة من جراء مرض الفصام بمبلغ يتراوح بين ١١,٦ و ١٩,٥ بليون دولار سنويا ، وحوالى ثلثى هذا المبلغ يعبر عن الفاقد فى إنتاجية الأشخاص الذين يعانون من الفصام بينما خمس هذا المبلغ يذهب إلى تكاليف العلاج ، وربما ترتفع التقديرات أكثر بكثير إذا كان هناك فرصة للحصول على أرقام أحسن عن تكاليف إعالة المرضى فى

المجتمع (انظر ماكبه جاندرسون Gunderson وموشر Mosher فى سنة ١٩٧٥) وقد أورد فينشوفسكى : Wienckowsti التعليق الآخر فى عام ١٩٧٢ :

« أكثر من اثنين مليون من الأمريكيين قدعانوا فى وقت أو آخر من لمرض العقل الفاجع المسمى بالفصام ، ونصف أسرَّة مستشفيات الأمراض العقلية فى الدولة تكون مشغولة الآن بمرضى الفصام ، ويقدر أن ٢٪ من أفراد العشيرة (المجتمع) سوف يعانون من حلقة من حلقات الفصام أثناء حياتهم ، وفى بعض البيئات الاجتماعية - مثلما فى الأحياء الفقيرة من المدن مثلا - يرتفع التقدير إلى ٦٪ أو ما يعادل أكثر من واحد فى كل ٢٠ فرد (وفقاً للتشخيص الاجمالى (انظر ماكبه دنهام Dunham فى سنة ١٩٦٥ وماك نيل فى سنة ١٩٧٠) .

وقد علق روزينتال Rosenthal فى سنة ١٩٧٠ « إننى قد سئلت أن اكتب عن الوعد الذى تقدمه الوراثة لفهم ، والوقاية من ، وعلاج الأمراض العقلية بصفة عامة والفصام بصفة خاصة ، ويكون ذلك أفضل عَمَّا لو سئلت أن اكتب عن الإنسان وعلاقته بعالمه (كوكبه) ولكنه ليس من الأفضل كثيراً » .

والآن ما هى النصيحة التى يمكن أن يقدمها المشتغل بالوراثة للأطباء والمعالجين ؟ وفى الواقع يتميز الانفصام بحدوث اضطرابات فى التفكير (مع توهم أو هوس . واستجابات شاذة وخارجة عن المألوف وغير منطقية) وارتباكات فى الإدراك (هلوسه سمعية وبصرية) واختلال فى الاستجابات العاطفية (فقدان الاهتمام والإرادة والمقدرة على التمتع بالمبهجات العادية وممارستها) . وقد وصف كرابلين Kraeplin فى سنة ١٨٩٦ الأربع تحت طرز التقليدية والتى سنوردها هنا كمرجع تاريخى :

تحت طراز الاغماء التخشبى : Catatonic

يصاحبه غيبوبة أو ذهول غالباً ما يكون صامتاً ويبقى فى وضع واحد لعدة ساعات أو أسابيع

تحت طراز خبل البلوغ : Hebephrenic

يصاحبه تفكير مهوم ، واستجابات ضحلة للمؤثرات بشكل واضح ، ومسلك صبيانى ، وممارسة طرق مميزة فى التكلم والسلوك يعرف بها المرء .

تحت طراز جنون الارتياب أو جنون الاضطهاد أو جنون العظمة : paranoic

يتميز بالشعور بالاضطهاد أو سيطرة أوهام تتسم بالمبالغة الحمقاء وكثيرا ماتنتابه

هلوسات سمعية .

تحت الطراز البسيط : Simple

يتميز بحدوث فقد تدريجى للاهتمام ، واتصالات شخصية تؤدى إلى تحول المريض إلى شخص غير مبال أو مكترث ، فاتر الشعور ، ويكاد ينفصل تماماً عن المجتمع الإنسانى .

وقد تتجمع تحت هذه الطرز جميعها فى فرد واحد فى أوقات مختلفة ، حيث يميل الشخص المصاب بالفصام إلى الانسحاب من الواقع إلى الحد الذى لا يكون معه قادراً على التمييز بوضوح بين أهوائه الداخلية **fantasies** والواقع المادى لبيئته .

وهناك ثلاث مدارس كبيرة تقدم نظريات تحاول أن توضح المكون (أو المكونات) الوراثية التى تندرج تحتها مظاهر الفصام ، وهذه المدارس هى :

الوراثة بفعل جين واحد : monogenic

(وتفترض وجود موقع وراثى واحد)

الوراثة بفعل جينات متعددة : Polygenic

أن يكون هناك عدم تجانس وراثى بشكل شامل : **Comprehesine genetic heterogeneity** وقد سجلت دراسات عديدة عن وجود أسر ظهر فى تاريخها حالات فصام وتظهر مستوى عال من الاتفاق (حيث يظهر المرض فى حالتين أو أكثر من الأسرة أو المجموعة) ويكون ذلك فى حالات زواج الأقارب **sibling** حيث قدر أوديجارد **Odegaard** النسبة برقم يتراوح بين ١٠ و ١٥٪) ، كما وجدت أيضاً مستويات أعلا فى حالة التوائم وحيدة الزيجوت (قدرها جوتشمان **Gottesmean** وشيلدز **Shields** فى سنة ١٩٦٦ بحوالى ٥٠٪) ، وتشير مثل هذه البراهين إلى وجود مكوّن وراثى فعال من نوع أو أنواع معينة تدخل فى حدوث مرض الفصام ، ولو أن هذا المكون لا يحتاج إلى أن يكون موجودا فى كل الأوقات . وقد تكون هذه المؤثرات غير متجانسة ، بمعنى أن الفصام قد يكون هو الناتج النهائى لتفاعلات بيئية مع عدد من الحالات التى يعمل فى كل منها جين واحد . وبالنسبة لخطط البحث فيعتبر هذا مدخلا معقولاً ومفضلاً فى الوقت الحاضر .

وسوف نتناول هنا نظرية واحدة فقط من النظريات التى تعتمد فيها وراثة الانفصام أساسياً على جين واحد . وقد نقحت الفروض القديمة المبنية على فكرة الجين الواحد بحيث تتضمن جينات محورة ذات تأثيرات ضئيلة ، وبذلك أصبحت هذه النظرية

تتناقض مع أى فرض يقول بوجود جين واحد . وقد نشر هيستون **Heston** – وهو طبيب للأمراض العقلية والنفسية أبحاثا معتمدة فى السنوات ١٩٦٠ و ١٩٧٠ و ١٩٧٢ تناول فيها الأطفال المتبنَّين لأمهات مصابات بالفصام ، وتدل البيانات التى أوردها (انظر شكل ١١ – ٥) على أن الحالات المسجلة لمرضى الفصام (شيزوفرينيا) المصحوب بانطواء **Schizoidia** تقترب من المتوقع فى حالة وجود جين واحد سائد . ويمكن تعريف الـ **Schizoidia** – وهى تمثل جزءاً من طيف الفصام (الشيرزوفرينيا) – بأنها مقدمة للفصام ، أو أنها حالة عقلية من الفصام القائم (الموجود) ، تتميز بأنها « انطواء شديد على النفس » مع « خوف دائم » « وشعور بعدم الأهمية » « مرتد تماماً » أو يريد معاملته كطفل – « ويحتقر نفسه لهذه الميول » (مأخوذة عن اتصال شخص مع لانديز **Landis** ، انظر أيضاً ماكتبه لانديز **Landis** وتوبر **Tauber** فى سنة ١٩٧٢) ، ويلاحظ أن المريض بالانطواء (شيرزويد) يكون على اتصال بالواقع ، ومتحقق من أنه يعانى من اضطرابات . وعلى العكس من ذلك ما نجده من انسحاب من الواقع ، والذى يتخلل تاريخ الحالة الآتية (انظر ماكتبه بيكيت **Beckett** وبليكى **Bleukley** فى سنة ١٩٦٨) وهى لشخص مصاب بانفصام مصحوب بجنون الاضطهاد أو العظمة .

وهناك حالة من التوحد أو الاسترسال فى التخيل تهربا من الواقع والتى يطلق عليها « ذاتيه » **autism** وهى حالة تتميز بأن يتصف الشخص بسمات الانانية المتبدية فى التفكير والسلوك ، وتهيمن عليه ذاته ويصاحب ذلك سوء التكهن بالاتجاه الذى يأخذه المرض .

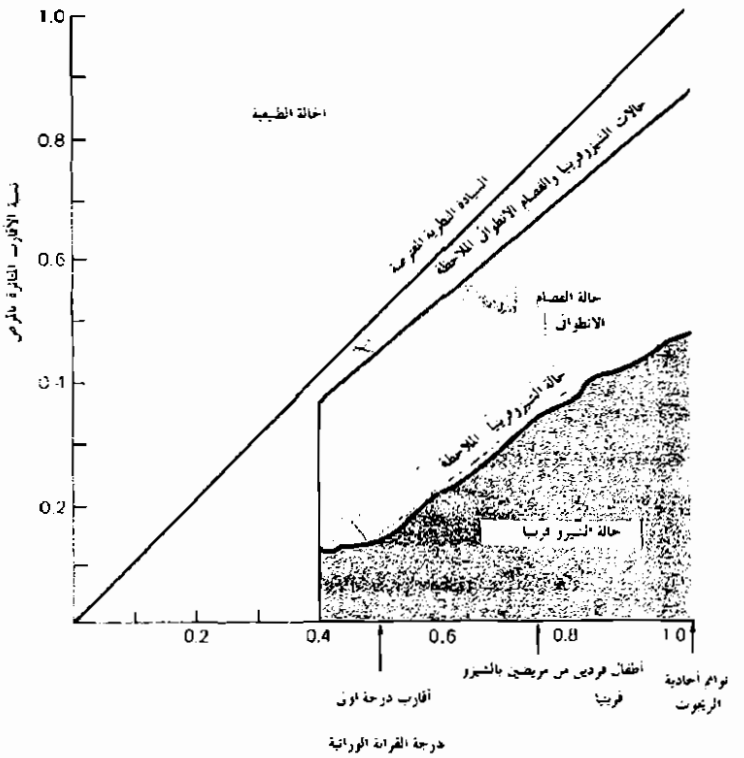
وهناك حالة كان المريض فيها ذكرا غير متزوج فى الثالثة والعشرين من عمره ويمكن تشخيص حالته كما يلى :

المرض الحاضر : present illness

فرغ المريض لتوه من تكملة درجة الماجستير فى الفنون .M.A فى الهندسة الاليكترونية (ولا يكون هذا المستوى التعليمى نموذجياً) . وأثناء امتحاناته النهائية كان يعانى من انفلوانز ، وبدأ يقلق بشدة على قلبه ، وكان يشكو من تعب عام ، وأن فمه عديم الحس ، وقد أصبح مضطرباً جداً ، وشعر أن طعامه مسمم ، ورفض الاغتسال ، وعندما أصر والداه على أن يقوم بالاغتسال أصبح مندفعا فى أعماله وعدوانيا ، وقد أشار مراراً إلى أن أمّه قاتلة وساحرة ، وقال أنها ستقوم بتنويمه مغناطيسيا أو تسميمه .

التاريخ الماضى للمرض : past history

كان المريض أكبر أخوية (من أمه siblings) وكان طفلا صحيحا ، وقد أمكن



شكل ١١ ٥ : أساس نظرية « الجين الواحد » كسبب للشيزوفرينيا الحالات الملاحظة للفصام الانطوائي والشيزوفرينيا تقترب من النسب المتوقعة لتأثير جين جسمي واحد سائد المظهر (تبعا ليستون Heston ١٩٧٠) .

بسهولة تعليمه ممارسة النظافة الشخصية عند التخلص من الفضلات ، ورغم أنه كان تلميذا نابها فإنه كان ميالا للخجل وحساساً للأطفال الآخرين . وفي السابعة عشرة من عمره كان يعاني من آلام في أرجله وحنجرته ، واحتجز بعيداً عن المدرسة لمدة عام . وأثناء هذا الوقت كان سريع الانفعال والغضب ، ويفضل العزلة والوحدة . ومع أنه التحق بالكلية ، ألا أن احتكاكه الاجتماعي اقتصر على لقائه بأسرته أثناء وجبات الطعام ، أما باقي الوقت فقد كان يقضيه في حجرته يستذكر دروسه ، كما كان يقضي بعض الوقت في المشي في الشوارع بمفرده .

المقابلة : Interview

لوحظ أنه عندما كان صغير السن (قاصراً) كانت تنتابه نوبات مفاجئة من التهيج والغضب ، بينما في أوقات أخرى كان يجلس في ركن وينفجر في الضحك ، ومن حيث

المظهر يكون المريض شاحب الوجه ، هادىء العينين ، وغير مفهوم ، ويأتى بحركات غير متوافقة ، ويتكلم مع نفسه بسرعة ، وتنطلق منه كلمات متدفعة ، وغير مفهومة ، وقد اتهم مَنْ يُجرى معه المقابلة بالتدخل فى أفكاره بمداومة إرسال شفرات اليكترونية بالموجة القصيرة والتى لا يستطيع (المريض) أن يحل شفرتها . وكنتيجة لذلك فإنه يرفض أن يتكلم أثناء المقابلة .

ويمثل القطر الموضح فى شكل ١١ - ٥ التوقعات النظرية لوراثة هذه الصفة بفعل جين واحد سائد (لاحظ أن الواحد يحصل على نفس الشكل إذا ما كان هناك صفة تحكم بعدة جينات تتحدد تماماً بجينات مصنعية (تجمعية) **addetive genes** . وتظل المنطقة الصغيرة الغير مظللة فى الزاوية السفلى الشمالية بيضاء بسبب درجات الصلات الوراثية (كما عرفت فى قسم ٦ - ٩) وتكون أقل من ٠,٤ ويلاحظ أن المعامل المتوقع للصلات من الدرجة الأولى (أى التى بين الآباء والنسل وبين الأخوة **sibs** ، وبين التوائم ثنائية الزيجوت) يبلغ ٠,٥ كما يصل المعامل المتوقع للعلاقات بين الأبوين ونسلهما إلى $\sqrt{٢ \times ٠,٥} = ٠,٧١$ (قسم ٦ - ٩) بينما يبلغ المعامل المتوقع فى حالة التوائم أحادية الزيجوت واحدا صحيحا .

وبصفة عامة يتوافق نظام الجينات العديدة لنشأة الفصام مع نظرية : « وطأة الاستهداف للمرض » **diathesis-stress** (جدول ١١ - ٤) والتى اقترحها روزينثال **Rosenthal** فى سنة ١٩٧١ وجوتسمان **Gottesman** وشيلدز **Shields** فى السنوات ١٩٧١ و ١٩٧٢ و ١٩٧٣ ووفقاً لهذه النظرية (وهى ليست متعارضة تماماً مع تلك التى تعزى المرض إلى جين واحد) فإن الشخص المصاب بالفصام لا يرث مرض الفصام نفسه ولكنه يكون مهيئاً وراثيا لتتقدم عنده الحالة ، وتحدد البيئة التى يعيش تحتها الشخص احتمال الإصابة التى تبدى مظاهرها ، أى أن الضغوط البيئية تؤدى إلى الفصام فى الشخص المهيأ له . وبالضرورة فإن نظرية « الاستهداف للمرض تحت وطأة الظروف » تنطوى على نظام تحمل يخضع لجينات عديدة . ويتمثل الأساس الوراثى لمثل هذا النظام فى التأثير المضيف لعدد من الجينات الصغيرة العدد نسبيا ، والتى تُظْهر إما سيادة قليلة أو معدومة أو تنحى ، وبدلا من ذلك فقد تقوم مجموعة عديدة من المواقع المختلفة بالتحكم فى عدد من المكونات المختلفة التى تحكم السلوك ، وهذه عندما يشملها ارتباك عام فإنها تعمل كعامل مساعد لحدوث ما نعرفه بالفصام . وقد صاغت ايرلينمير كيملينج **Erlenmeyer-Kimling** ذلك بشكل أفضل فى سنة ١٩٦٩ عندما وصفت عدم التجانس الوراثى للفصام (شيزوفرينيا) قائلة أن :

« مجموعة من الأسباب الغير متجانسة (أسس وراثية مختلفة الحالات متشابهة مظهريا) تنشأ من أخطاء وراثية تعمل بشكل مستقل .. ووفقا لهذا النموذج فإن عدداً من .. الأخطاء الانزيمية الأولية ممكن أن يؤدى فى النهاية إلى حدوث مسلك (ممر) غذائى مشترك أو ميكانيكية وسطية .. ورغم ذلك فربما يكون الحد الذى يتعطل عنده المسلك النهائى Pathway مختلفا . ويعتمد ذلك على الطريق الذى تسلكه فى الوصول إليه لدرجة أن الاختلافات فى التهيؤ يمكن أن توجد بين التراكيب الوراثية المختلفة . ومن الممكن أيضاً أن يكون هناك سلسلة من العوامل الأليلومورفيه تحكم الصفة . حيث تعطى أليلات مختلفة مختلف درجات التأثير . وأكثر من ذلك ، فإن نشاط الجينات المختلفة سوف يتعدل بفعل الخلفية الوراثية العامة للأليلات . وأخيرا فإن كلا من درجات التهيؤ وتأثيرات العوامل البيئية سوف تتعاون فى تحديد ما إذا كان الفصام أو الاضطرابات النفسية من الدرجات الأقل أو حتى تلك التى بدون أعراض - يُظهر تأثيره على المستوى السلوكى .

ويلخص جدول ١١ - ٤ النظريتين الرئيسيتين عن الأساس الوراثى للفصام ، ويلاحظ وجود تداخل **ovelap** ومن ثمَّ يحدث خلط ، مما يعطى - على الأقل - المظهرين الأولين فى القائمة السابقة .

ونحن بدورنا نستطيع أن نعطى تلخيصاً للمعلومات فى الجدول ١١ - ٥ . حيث يظهر فيه حساب لبعض درجات القرابة وتربية الأقارب وذلك للتوضيح ولاستعمالها فى مجالات أعم ، وقد تضمن الجدول أيضاً معاملات القرابة (انظر قسم ٦ - ٩) للمقارنة . وخطورة حدوث الفصام لا تعكس - بشكل منتظم - معامل القرابة ، فيشترك الأخوة الغير أشقاء **half-sips** وأبناء الأخ وأبناء الأخت وبنات الأخ أو الأخت والأحفاد وحتى العمات والأعمام فى أن لهم معامل متقارب . ولكن لا يكون لهم دليل مرضى متشابه ، والآن نتساءل عما إذا كان بوسع ذلك أن يعكس القوة المتفاوتة للبيئة ويحتمل أن يقتسم الأخوة الغير أشقاء نفس - أو على الأقل - نفس البيئة بدرجة أكبر مما فى حالة أفراد جيل مختلف (الأحفاد مثلا) ، وأيضاً تكون خطورة حدوث المرض فى الآخرين مشابهة لتلك الموجودة فى الأخوة الغير أشقاء . وربما تؤخذ الاختلافات البيئية لتقليل جزء كبير من مدى الاتفاق بين الأفراد الذين لهم نفس معامل الاختلاف .

وفى سنة ١٩٧٣ اكملت **Fischer** البحث الذى كان قدم به هارفالد **Harvald** وهوج **Hauge** فى سنة ١٩٦٥ على نفس التوأم الهولندى (انظر قسم ٧ - ١) ، وقد وجدت معدل توافق مقداره ٦٥٪ بالنسبة للتوائم أحادية الزيجوت و ٢٦٪ بالنسبة للتوائم ثنائية الزيجوت ، وبالنسبة للتوائم أحادية الزيجوت الغير متوافقة بالنسبة للفصام ، ولم تجد فيشر اختلافات مؤكدة بين نسب الأبناء المصابين بالفصام الذين انتجهم كل من فردى

جدول ١١ - ٤ : مقارنة بين النظريتين الرئيسية للأساس الوراثى للشيزوفرينيا

أوجه الحالة المرضية	نظرية الجين الواحد الكيماوية	نظرية وطأة التعرض للمرض
الوحدة البيولوجية	المماثل : جين واحد سائد أو متنحى أو بين ذلك . الصفة وصفية غير متصلة	المماثل أو الخلط . الصفة قد تكون وصفية أو كمية
« ماذا » يورث ؟	خطأ تحليلى لم يحدد بعد يعزى إلى جين طافر	(١) جين واحد (٢) جينات كثيرة (٣) حالة تعدد جينى مع تهيؤ تكوينى
درجة الظهور	عالية جدا : كل الأفراد غالبا (٦٧ - ٨٦٪) الحاملة للتركيب الوراثى . ولكن توجد أفراد مقاومة تكوينيا لظهور المرض	كل تكوين أقل مما يفترض فى النظرية السابقة يعتمد ذلك على وطأة التعرض للمرض ونوعية التهيؤ فى الأفراد المعرضة
دور البيئة	ليست هنالك بيئة معينة لازمة الظهور المرض عند تعرض الأفراد لضغوطها (قد يوجد أثر تجمعى للضغوط) البعض يورد معدلات ثابتة لشيزوفرينيا فى كل الحضارات	ضرورية وإن كانت عوامل الضغط نادرا ما تحدد : إصابته بالرأس ، مرض ، الكحول ، الاجهاد .. إلخ . ولكن عادة ذات أساس نفسى .
تحت الطرز الاكلينيكية	ذات أهمية ثانوية ، تعتبر عادة عاكسة للعوامل الموروثة أو التكوينية التى تؤثر على الصورة التى يعبر بها المرض عن نفسه	تعد عادة ممثلة لحالات تهيؤ مختلفة بتفاعله مع مختلف أنواع الضغوط (تعقيد غير ضرورى ؟)
شدة المرض	تعكس درجة الخلل التمثيل	تعكس كمية التهيؤ الموروثة وشدة عامل الضغط
التحسن	لسبب ما يخفى تأثير الخلل الكيماوى ، ولكن يستمر القصور النفسى	إما أن تقل الأوجه الوظيفية للمرض أو أن تقل الضغوط
الشخصية المعتلة سابقا	يختلف بالطرق العقلية عندما يكون شاذا فإن الانحراف يعزى إلى علامات مبكرة للخلل التمثيل	يمكن أن يمدنا بمفاتيح لطبيعة التهيؤ الموروث ، كالشخصية الانطوائية ، التوتر العالى
استراتيجية البحث	(١) البحث عن الخلل التمثيل و/تصحيحه إذا كان هنالك أيا منها (٢) تقدير تكرار الجين فى العشيرة ، معدل الطفور ، طبيعة التوارث	المعلومات الخاصة بطبيعة التهيؤ والضغوط ، وأشكال تدخلها
مثال على المشاكل المطروحة بناء على المعطيات السابقة	لماذا يتباين توزيع المرض فى الأطفال بحيث يبدأ طرزا ساندة أو متنحية أو متوسطة ؟	لماذا يستمر المرض عندما يزول عامل الضغط الظاهرى ؟

المصدر : روزنثال Rosenthal (١٩٧٠) وارجع إلى ماتيسى وكيد Matthzee & Kidd (١٩٧٦)

التوأم . وعلى وجه التقريب فإن الفرد الناقل للإصابة prob adn والفرد الغير مصاب من التوأم الناتج عن زيجوت واحد يعطى نفس النسبة من المصابين بالفصام فى الجيل التالى .

ونستطيع أن نختتم هذا القسم الأصعب من غيره بايراد تلخيص لقائمة المبادىء التى وردت جزئيا فى المراجعة التى كتبها جوتسمان Gottesman فى سنة ١٩٧٨ تحت عنوان الفصام والوراثة : أين نحن ؟ وإلى أين أنتم متأكدون ؟ (كما أننا نحيل القارىء إلى العدد

الكامل من نشرة الفصام Schizophrenia Bulletin المجلد الثانى العدد الثالث فى سنة ١٩٧٦ .

جدول ١١ - ٥ : احتمال الإصابة بالشيزوفرينيا فى أقارب المصابين بهذا المرض

القرابة للفرد	معامل القرابة	النسبة المئوية الملاحظة للشيزوفرينيا
غير قريب	0.00	0.85
أبناء القريين	0.00	1.60
غير شقيق	0.25	3.20
شقيق	0.50	7.0–15.0
اب	0.50	5.0–10.3
طفل	0.50	7.0–16.4
حفيد	0.25	3.0–4.3
أب أخ او اخت	0.25	1.8–3.9
ابن عم	0.125	1.8–2.0

معدلات الخطورة تمثل ملخص كثير من الدراسات التى يتضح فيها معامل القرابة
أبناء القرين Stepril غير قريبة وراثيا لأنها من زيجات سابقة للقرين
طفل لأب واحد مصاب بالشيزوفرينيا . ومعامل يكون ٠,٧١ للطفل المولود لأبوين مصابين
المصدر : شتيرن Stepril ١٩٧٣ بتصرف) .

١ - لم يتعرف - حتى الآن على أى تركيب وراثى خاص بمرض الفصام ، وهناك محاولات ، بما فيها تلك التى يقوم بها المؤلفان - لمطابقة النماذج الموضوعة للانتقال الوراثى للصفة ، ولكن كل هذه المحاولات تكون - على أحسن تقدير - مبهمة .

٢ - تتزايد خطورة انتقال الإصابة بالفصام (الشيروفرينيا) إلى الأقارب من حيث دليل الحالات : index cases بزيادة درجة القرابة الوراثية (٢٥٪ و ٥٠٪ و ١٠٠٪) حتى بدون وجود بيئات مشتركة .

٣ - ويختلف خطر إصابة أقارب الشخص المصاب بالشيزوفرينيا (العصاب) بدرجة خطورة الاشخاص الحاملين للإصابة probands فى سجل النسب . وذلك بالمقارنة بعدد الأقارب الآخرين الذين أصيبوا فعلا . وفى حالة النسل تختلف باختلاف حالة الأب الآخر . فمثلا تتراوح النسبة بين ١,٨ فى حالة تزاوج فرد به عصاب بسيط مع فرد عادى . وتصل النسبة إلى ٤٦٪ فى حالة تزاوج فردين بهما عصاب .

٤ - ولا يكون هناك علاقة بين الجنس والإصابة بالفصام فيما عدا العمر الذى تبدأ فيه الإصابة (والذى يكون أبكر فى الذكور) حيث تكون الأخوة الذين من أب واحد

وأم مختلفة **half-siblings** من بين الأفراد المتبنين ، وتدل سجلاتهم على وجود حالات صرع يكونون فى الغالب – متساويين فى فرصة إصابتهم مثل الأخوة الذين من أم واحدة وآباء مختلفين ، وتكون النسبة الجينية للأفراد المصابين بالشيزوفرينيا –غالبا – فى نهاية فترة المخاطرة ، ولا تكون أزواج التوائم أحادية الزيجوت المؤنة أكثر توافقاً بشكل مؤكد عن الذكور أحادية الزيجوت ، وتكون التوائم غير المتطابقة التى من جنسين مختلفين متساوية فى تطابقها مع التوائم غير المتطابقة متحدة الجنس .

٥ – وتبلغ معدلات التوافق للفصام فى حالة التوائم المتطابقة ثلاثة أضعاف تلك الموجودة فى التوائم غير المتطابقة ، وتصل إلى ٣٠ ضعفاً بالنسبة للمعدلات فى العشيرة الكبيرة .

٦ – فى الدراسات الحديثة ، وجد أن أكثر من نصف أزواج التوائم أحادية الزيجوت تكون غير متوافقة من حيث الإصابة بالفصام على الرغم من أنها تحمل نفس العوامل الوراثية ، بينما لا تكون فى التوائم أحادية الزيجوت وتلك الثنائية فى حد ذاتها لها نسبة أعلا من حيث الاصابة بالفصام وذلك بالمقارنة بحالة الولادات المفردة (الغير توأم) .

٧ – تتساوى التوائم المتطابقة التى ربيت منفصلة من الطفولة مع تلك التى ربيت مع بعضها وذلك من حيث توافقها فى الإصابة بالفصام .

٨ – لا يكون هناك معدلا أعلا من الإصابة بالفصام بين الأبناء الذين من أبوين طبيعيين والذين ألحقوا بأسر تأويهم وكان أحد الأبوين المضيفين مصاباً بالفصام .

٩ – إذا وضع أولاد لآباء مصابة بالفصام فى ملجأ وهم صغار السن جداً فإنه يظهر بينهم حالات العصاب بمعدلات أعلا بشكل كبير عما فى العشيرة العادية ، وأحياناً تكون المعدلات متساوية فى ارتفاعها مع تلك التى تظهر بين أطفال عاشوا وسط آبائهم المصابين .

١٠ – لا ترتفع نسبة الإصابة بالعصاب فى الأقارب بحكم تبنيهم لعدد من الأطفال المصابين بالعصاب ، بينما يظهر المرض بين الأقارب الحقيقيين للأطفال المتبنين بنسب عالية .

١١ – يحدث الفصام فى كل من المجتمعات الصناعية (المتقدمة) وتلك المتأخرة ، وفى المجتمعات الأولى تبلغ نسبة الحدوث طوال العمر (مع التحفظ فى مستوى التشخيص) حوالى ١٪ فى سن الخامسة والخمسين .

١٢ – فى مجتمعات المدينة : يكون هناك تدرج من حيث الطبقات الاجتماعية فى

شيوع الإصابة بالفصام ، ويمكن ارجاع معظمها إلى الانجراف drift ناحية الطبقات السفلى بالنسبة للأشخاص المهيئين للإصابة .

١٣ – لم يستدل على وجود أسباب بيئية – ولو باحتمال معتدل تجعل الفصام يظهر فى الأفراد الذين ليس فم أقارب مصابون به .

ونحن ننهى هذه المناقشة بالتوصية لعمل حصر لطرق التناول الوراثى التى تتبع فى دراسة العصاب والتى جمعها إيرلينماير كيملينج Erlenmeyer-Kimling فى سنة ١٩٧٨ (مرجع رقم a) والتى قدمت فيها البراهين الوراثية الموجودة حاليا باعتبارها أداة فعالة فى مجهودات البحث .

وأخيرا فإنه يجب ملاحظة النتائج التطورية الوراثية المبنية على تحكم جين واحد وتلك المبنية على تحكم جينات عديدة ، ويمكن أن يكون النظام الذى يتحكم فيه جين واحد قابلا للبقاء فقط إذا وجدت الميزة للتركيب الخليط (أو أى ميكانيكية أخرى) للمحافظة على بقاء العشيرة فى المستوى العالى المتحصل عليه ، حيث أن الجين المفترض وجوده سوف يوجد بتكرار من الكبر بحيث لا يمكن تفسيره بحدوث طفرة فقط . ومعنى هذا أن جين الصرع إذا ما وجد فى الحالة الخليطية فإنه ربما يعطى حاملة بعض الميزة (انظر كاسبارى Caspari فى سنة ١٩٦١ وما كتبه هاكسلى Huxley وآخرون فى سنة ١٩٦٤ . ونترجم الآن العبارة التى أوردتها إيرلنجير – كيملينج فى مرجعها المرقم ب (b) فى سنة ١٩٧٨ :

« ليس هناك برهان على أن أمهات الأشخاص المصابين بالعصاب سوف يكون لديهم عدد أكبر من الأبناء أكثر من النساء الولودات فى العشيرة الكبيرة ، وهنا يظهر أنه ليس هناك برهان يؤيد الفكرة القائلة بأن الأخوة الذين ينجبهم آباء مصابون بالعصاب سوف يكون لديهم معدل تكاثر أعلى من المتوسط . وفى الحقيقة ، فإن العكس ممكن أن يكون صحيحا ، أو هو صحيح على الأقل حيث يعطى الأخوة أبناء بعدد أقل من المتوقع بالنسبة لوقتهم ومكانهم ، وعلى ذلك فإن المشكلة لم تحل فيما يتعلق بالقوى الانتخابية المسئولة عن المحافظة على مرض العصاب فى العشيرة » .

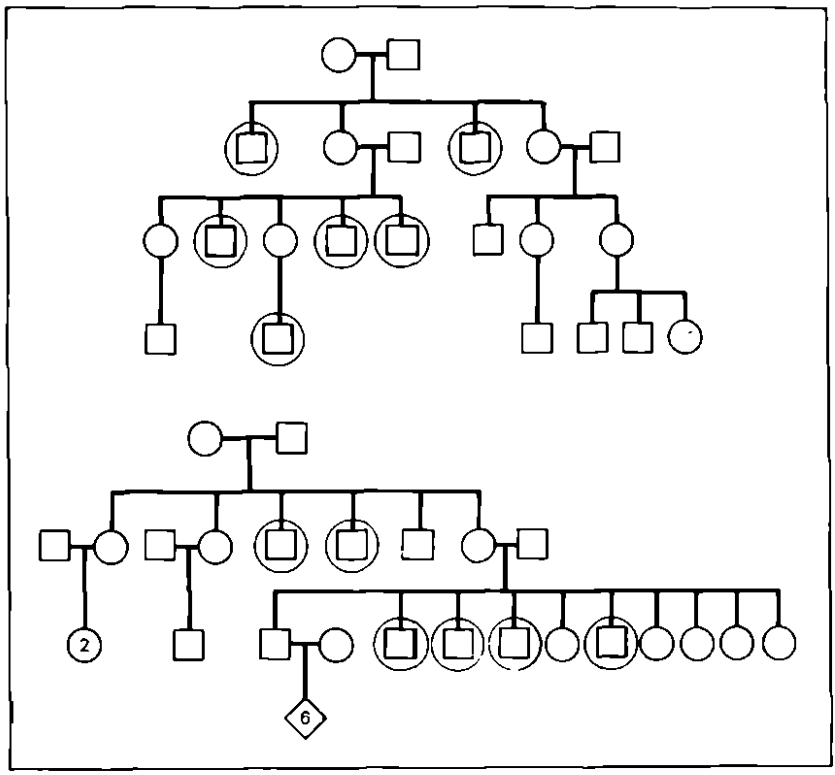
وفى السنوات الأخيرة أصبحت الأسس الكيماوية الحيوية لمرض الفصام موضوعا لإجراء بحوث مكثفة . وتفصل الكتابات الناتجة عن هذه البحوث الطرق المعقدة التى تستخدم لبحث مختلف النظريات التى مازالت قيد البحث (انظر الأمثلة التى ذكرها كيتى Kety فى سنة ١٩٦٧ وأومين Omenn وموتالسكى Motulsky فى سنة ١٩٧٢ وماك جو McGaugh فى سنة ١٩٧٢ وكايث Keith وآخرون فى سنة ١٩٧٦ . وتشكل

مادتا الكاتيكول أمينات Catecholamines واستيرويدات الأدرينال adrenal steroids المجموعتين من المركبات الكيماوية الحيوية التى يحدث بها اختلافات فيما يتعلق بقمة الأزمة Coping with the stress: وقد اقترح بولين Pollin فى سنة ١٩٧١ وجود فاصلة بين المستوى العالى من الكاتيكول أمينات وبين التركيب الوراثى المحدد للعصاب ، ولكن القيم العالية للاستيرويد يكون لها علاقة بالمظهر الخارجى للعصاب ، ورغم ذلك فقد اقترح فولر Fuller وطومبسون Thompson فى سنة ١٩٧٨ أن ينظر للبيانات بحذر . ورغم ذلك فإن تناول الموضوع من الوجهتين الكيماوية الحيوية والصيدلانية (العقاقيرية) سوف يحل ببطء لغز الدور الذى لابد وأن تلعبه الحالة الكيماوية للمخ ، والذى يكون لازما لفهم مرض الصرع ، وكنتيجة ثانوية لذلك فإنه سوف يمكن حينئذ حل الخلافات التى تتعلق بالنظم الوراثية التى تحكم الصرع . وفيما يتعلق بما نوقش هنا من أمراض عقلية أخرى فإن الطرق الكيماوية الحيوية سيكون لها أهمية كبيرة أساساً فى تأكيد المكون الوراثى ، ولكن بمجرد أن يميز (يحدد) موقع محدد لجين ويتابع انتقاله فإن مثل هذه الطرق تصبح أقل فى أهميتها ، ويمكن استبدالها بطريقة دراسة سجلات النسب .

١١ - ١١ الجنس

ولكى نتنفس الصعداء عقب التعقيدات التى تكتنف دراسة الصرع فإننا سوف نقدم مثلاً مازال وحيداً للعلاقة الحميمة (الوثيقة) بين ما يمر من جيل إلى الجيل الذى يليه عبر الجاميطات وبين ما نعرفه باصطلاح السلوك behavior والمثل الذى سوف نتناوله هو مرض يطلق عليه تأنث الخصى أو testicular feminization أو عدم الحساسية للاندروجين Androgen insensitivity وهذا المرض يشمل حدوث تخنث غير حقيقى للذكور بحيث يقتصر حدوثه على الذكور الذين يحدث أن تجتمع بهم الصفات المميزة للجنسين ، والأفراد المصابون يعرفون أنفسهم كما يعرفهم أهلوهم (وذووهم) من بداية مولدهم على أنهم إناث ، وتكون حياتهم طبيعية ، وعندما يتزوجون فإنهم يتزوجون من رجال ولكن اتحادهم الجنسى يكون عقيما تماماً ، حيث يكون لهم فرجا صغيرا مغلق النهاية ، ويكون ذلك مصحوبا بنمو كامل لغدد اللبن (الأثدية) وعلاوة على ذلك فإن الخصى تكون أيضاً موجودة .

ويتمثل العرض الأولى فى حدوث فتاق يستدعى تشخيصه فحص حالة المنطقة الجنسية فوق العانة ، ويشكل انقطاع الطمث أو انحباسه العرض التالى ، وفى سنة



شكل ١١ ٦ : طرازات لتوارث تأنث الخصى تظهر الأفراد المتأثرة على شكل مربعات (ذكور) داخل دوائر (إناث) . وهى وراثية مذكرة وظاهريا مؤنثة . ويبدو أن الجين المسئول سائد جسمى أو متحى مرتبط بالجنس . وإذا ما كان جسميا فلابد وأن يكون محددا بالجنس (الذكور فى هذه الحالة) فى تعبيره (عن شتيرن Stern ١٩٧٣) .

١٩٧٣ حذر بيرجزما **Bergsma** قائلا « ينبغى أن يشك فى التشخيص فى حالة كل الفتيات اللائى يعانين من حدوث فتق أربى : **inguinal herrnia** على أنه يجب أخذ مسحة من الفم « لعد عدد كروموسومات الجنس » وذلك قبل الفحص وإجراء جراحة (خياطة) للفتق الأربى . (انظر أيضاً ماكتبه ريموين **Rimoin** وشيمكى **Schimke** فى سنة ١٩٧١ .

ويتوافق سجل النسب المبين بشكل ١١ - ٦ مع طرازين من التوارث مازال من الصعب التمييز بينهما بوضوح : حيث تكون الأنثى الحاملة للتركيب الجسمى (الأوتوسومى) السائد والتى تركيبها Trtr مثلا (tr تأتى من كلمة المتحولة

(transformed) عادية على الرغم من بطء تقدم صفات الجنس الثانوية وظهور شعر العانة والإبطين . وإذا حملت هذه الأم فإن أطفالها الذين يكون لهم التركيب XY يكون نصفهم بينى الجنسى intersexual حيث يكون الذكر الذى تركيبه Tr tr مؤنثاً .

وتكون الأنثى التى تركيبها $X^{tr}+x$ عادية بالضرورة وخصبة أما الذكر الذى تركيبه الوراثى $X^{tr}y$ فيكون مؤنثاً ولم يعرف أفراد يكون لهم تركيب وراثى أصيل بالنسبة لهذا الجين ، كذلك فإن الدراسات التى أجريت على الارتباط لم تكن مثمرة (انظر ماكتبه هولمبيرج Hölmberg فى سنة ١٩٧٢) وعلى ذلك فتحت أى ظروف سوف يكون من الممكن الاختيار بين أىٍّ من هذين البديلين ؟

ومنذ وصف موريس Morris هذا المرض فى سنة ١٩٥٣ فإن سببه قد أرجع إلى عدم حساسية الأنسجة الجانبية التى تكون هدفا لفعل افرازات الخصية وعدد الأدرينال المكونة للاندروجين ، ولا يكون هناك استجابة لانزيم التستيرون السارى فى الدم حتى لو حقن هذا الهرمون فى الدم ، ويكون هناك نقص شديد فى نضج الخلايا التوالدية germ cells الموجودة فى الخصى العنقودية الصغيرة ، كما يكون هناك نقص فى صفات الجنس الثانوية الخاصة بالرجولة بما فيها المتعلقة بالشخصية ، والعقم التام ، وغياب الشعر من الوجه والجسم . وهناك طراز وصف فى سنة أكثر حداثة ويكون أكثر اعتدالا ، وهو ينشأ من جين جسمى سائد ويؤدى إلى تصحيح الأخطاء فى مرحلة البلوغ حيث يحدث للذكور فحولة (انظر ماكتبه ايمبيراتوماك جنيلى Imperato-McGinley وآخرون فى سنة ١٩٧٤) .

وماذا عن المظاهر النفسية العلاجية لهذا العرض المركب ؟ وإلى أى جنس سوف ينتمى أو يجب أن ينتمى الذكر المؤنث ؟ وقد قام جايرال Gayral وآخرون فى ١٩٦٠ بدراسة إحدى عشر حالة فى خمس عائلات (لاحظ وقوع التكرار هنا) . وفى كل الحالات فإن أطباء الأسر اختاروا ألا يخبروا مرضاهم بالحقيقة الغير قابلة للعلاج فى الوقت الحاضر ، كما لم يخبروهم بطبيعة مرضهم ، وبدلا من ذلك فإن « النساء » قد أخبرن بوجود شذوذ فى المبايض ، يترتب عليه العقم مدى الحياة . وقد تراوح رد الفعل بين المظهور بمظهر عدم الاكتراث وبين المبالغة فى تعويض النقص المتمثل فى الكآبة والانقباض العصبى . وفى كل حالة كان المريض مؤنثا فى مظهره ويحمل الأطفال ويكون مفرط الحساسية على الرغم من غياب أى مظهر من مظاهر الدورة الشهرية . ويكون الدافع الجنسى والقدرة على التزاوج عادية . وقد انتهى المؤلفون إلى أن المعلومات الغزيرة – رغم دقتها – سوف تؤدى على الأقل إلى البلبلة ، وقد ينتج عنها إحباط شديد ،

وعلى ذلك فربما يوجه والدا الذكور المصابة بالتأنيث إلى الحد الذى يذكر لهما فيه إمكانية انجاب أطفال مشابهين لأخوتهم من حيث العقم ، وذلك بدون أن تعطى لهم معلومات أكثر . ونحن نتساءل عن الكيفية التى يحكم بها القراء على مثل هذه القرارات العميقة ، وهل ستوجه كل جهود المعالجون النفسانيون ناحية إعادة تأكيد القول للفرد المصاب بتأنث الخصى بأنه أنثى يشريه من النواحى الاجتماعية والنفسية والعاطفية ؟

١١ - ١٢ ملاحظات ختامية

سوف يكون تحليلنا سهلاً نسبياً لهذه الحالات إذا ما أخذنا فى الاعتبار الاختلاف فى الصفات المدروسة ، وذلك عندما يكون هناك تلازم واضح بين الانزيمات والسلوك ومختلف أوجه النقص النادرة الأخرى والتى يمكن تتبعها فى سجلات النسل . ويسرى ذلك أيضاً على عدد معين من أوجه النقص الحسية مثل عدم القدرة على تذوق مادة الفينايل ثيو كرباميد PTC وحدوث عمى الألوان . ورغم ذلك فإنه يجب أن نلاحظ التعقد الذى يكتنف مظهر « التذوق » taste والصعوبة التى تصادفها فى إجراء التحليل الوراثى له . وينطبق ذلك أيضاً على حواس النظر والسمع والشم .

وبالنسبة للصفات المذكورة آنفاً فإن التعقيدات التى ترجع إلى بيئات الأسر لا تكون كبيرة - بصفة عامة - ورغم ذلك فإنه عندما تتجه ناحية عيوب الكلام وإدمان الكحول فإن هذه التعقيدات تفرض أهميتها . وعند هذه المرحلة فإننا نحتاج إلى أن نأخذ فى الاعتبار النواحى الثقافية بجانب النواحى الحيوية (البيولوجية) . ولا نغفل الفائدة الممكن أن نجنيها من دراسات الأولاد المتبنون فى تحليل هذين الموضوعين وهى التى سنتناولها بمزيد من التفصيل فى الباب الثانى . ويعتبر مرض كيرو Kuru أكثر الأمثلة شذوذا من حيث تدخل الثقافة فى الوراثة حيث صارت مشاكل تحليل العوامل البيولوجية والثقافية أصعب بفعل مشاكل العمل مع مجموعة بدائية واستمر ذلك على الأقل حتى عرفت الطبيعة الفيروسيه للمرض .

ويصبح موضوع العلاقة بين الوراثة والبيئة أكثر تعقيدا عندما نتحول إلى دراسة الأمراض العقلية حيث أنه فى كثير من الحالات يشكل تعريف المظهر الخارجى نفسه مشكلة إضافية (مثلاً فى حالة الصرع) . وإذا ما عرفت معلومات أكثر عن الأسس الكيماوية الحيوية لمثل هذه الحالات فإنها سوف تساعد كثيرا على فهمنا وربما يكون ذلك أملا بعيد المنال الآن ولكنه سوف يكون هدفا طيبا للباحثين noble goal . وبالنسبة لأى حالة : فإنه لا يحتمل أن يحدث تقدم سريع على الرغم من وفرة الموارد التى يجب أن

تستغل وعلى الأخص بالنسبة للصعوبات فى جمع وتفسير النتائج فى الأنواع التى يمكن إجراء تجارب التربية عليها .

وقد أدت هذه الأنواع من الصعوبات فى حد ذاتها - إلى إيجاد وفرة من المعلومات الموثقة خاصة بالنسبة للأمراض العقلية . وفى كثير من الحالات فإن كل ما نستطيع قوله أنه يوجد مكون وراثى (على الرغم من أنه كثيراً ما يحدث من أن كل فرض وراثى ممكن يكون قد سبق الاذاعة عنه فى وقت أو آخر) . وعلى الرغم من غزارة ماكتب عن هذ الموضوع إلا أن ما قدمناه فى هذا الكتاب لا يعدو أن يكون تعليقات تتناسب مع كتاب تعليمى عام عن السلوك وحيث أن ذلك التناول كان انتقائيا وغير كامل لذا فإننا نورد فيما يلى تصنيفا مختاراً للمراجع .

ملخص

تشير الأبحاث المفصلة عن صفات مثل عيوب الكلام وإدمان الكحولات (الخمور) إلى وجود تأثيرات للتركيب العاملى والبيئة ، ولكن غالبا ما يكون من الصعب الكشف عن الأهمية النسبية لهذين المكونين ، وربما يرجع ذلك إلى أن طرق إجراء الدراسات على الإنسان تكون صعبة إلى حد كبير ، حيث أنه يتعذر إجراء تهجينات مثلما يحدث فى حيوانات التجارب . وفى كثير من الأمراض مثل الأمراض العقلية والصرع وأمراض الهوس الاكتئابى والفصام (شيزوفرينيا) يكون هناك فروض كثيرة ومختلفة بالنسبة للأساس الوراثى ، وتتراوح الفروض الموضوعة لتفسير سلوك هذه الأمراض من نظام يعتمد على جين واحد إلى نظام يعتمد على جينات عديدة ، ويكون للطرق الكيماوية الحيوية أهمية عظيمة فى إقامة الجانب الوراثى ، ورغم ذلك فإنه بمجرد التعرف على جين موجود وتتبعه فإن دراسة سجلات النسب سوف تحل محل هذه الطرق . وهناك عديد من الطفرات التى يكون لها نظام واسع لتأثيرات سلوكية وفسيولوجية فى الجنس الإنسانى ، وهذه يمكن متابعتها بدراسة سجلات النسب ، وتتضمن هذه مجموعة من الصفات البسيطة مثل عمى الألوان والقدرة على تذوق مادة الفينايل ثيوكارباميد والتى يكون هناك حالات من تعدد المظهر بالنسبة لها .

قراءات عامة

GENERAL READINGS

DeFries, J. C., and R. Plomin. 1978. Behavioral genetics. *Ann. Rev. Psychol.* 29:473–515. This paper is an amply documented review of it all, placing topics touched upon in our eleventh chapter within the context of behavioral genetics.

Gottesman, I., and J. Shields. 1972. *Schizophrenia and Genetics. A Twin Study Vantage Point.* New York: Academic. This is the most authoritative compilation of what the study of twins offers to efforts to clarify the etiology of schizophrenia.

الفصل الثاني عشر

الإنسان : الصفات المتصلة

١٢ - ١ الذكاء : الوراثة والبيئة

يعتبر النفسانيون والعوام من الناس الذكاء صفة ذات أهمية بالنسبة للمدرسة وكذلك الحركية والشخصية والعلاقات الشخصية فى المنزل تعد أيضاً من العوامل المهمة حيث تؤثر فى مستوى الانجاز المدرسى وكذلك فى تنفيذ الاختبارات التى تصمم لقياس الذكاء . وأظهرت العلاقات التجريبية أن اختبار معامل الذكاء IQ كمقياس للذكاء يعكس المقدرة على التعلم فى المدرسة لعديد من المجتمعات ومن الواضح أيضاً أن أطفال المدارس يتباينوا فى مقدرتهم على التعلم وبالأخص فى الدراسة المجردة وقيمة معامل الذكاء هى محاولة لقياس سلوك الذكاء (قسم ٧ - ٣) وقد كتب سترن Stern (١٩٧٣) أنه : " يمكن النظر عموما إلى سلوك الذكاء على أساس المقدرة الوراثية فى التمكن من الاستعمال الجيد للتوارث الاجتماعى مثل اللغة والأعداد والأفكار العلمية والأخلاقية". وقد قسم علماء علم النفس القدرات العقلية إلى أقسام مميزة منها ما يعرف بالقدرات الأساسية مثل القدرة على تخيل الأوضاع الفراغية للأشياء فى القضاء والتذكر والتمكن من الاستقراء أو الاستنباط . وقد يكون هناك أيضاً قدرة عامة ضمنية للذكاء بالإضافة إلى هذه القدرات الأساسية وحيث تتباين القدرات الأولية لحد ما مستقلة عن بعضها ، فالأفراد الذين لهم نفس معدل الذكاء الكلى قد يختلفوا فى الخليط من القدرات الأساسية الخاص بكل منهم . وبالرغم من أن معظم البحوث على الذكاء تكون شكل التقديرات المفردة المتحصل عليها من اختبارات الذكاء قد أمكن التأكيد على القدرات الأساسية فى دراسات مستحدثة .

وأول ما يؤخذ فى الاعتبار هو اختبارات الذكاء العامة . فقد حاول مصممو اختبارات الذكاء أن يجعلوها مستقلة عن التأثيرات البيئية فى مجتمع ما . وتفسيرات نتائج هذه الاختبارات على الأفراد فى مجتمعات مختلفة تكون عالية التعقيد ، وحيث أن المجتمع

المختلف يتضمن على الأقل بيئة مختلفة ومن المحتمل أن يحوى أيضاً معدلا وراثيا مختلفا . ويمكن الاشارة إلى قسم ٧ – ٤ لمناقشة التأثيرات المتداخلة للوراثة والبيئة فى الجرذان والتى يمكن قياسها حيث يمكن تحديد كلا من التراكيب الوراثية والبيئة بالنسبة لحيوانات التجارب . ولكن ليس هذا ممكنا بالنسبة للإنسان . ويبدو مستحيلا حتى داخل المجموعة المتجانسة المناسبة أن يكون هناك تحرر كامل من التأثيرات غير الوراثية . ويحكم الذكاء الإنسانى دائماً بالتنظيمات الحضارية ولذلك فقد يكون غير ممكنا الحصول على اختبارات بعيدة تماماً عن المؤثرات الحضارية . وللباحثين فى هذا المجال هدف واحد هو استنباط الاختبارات العادلة « و الملائمة للحضارة » والتى تحد فيها التأثيرات الراجعة للاختلافات الحضارية على المجاميع داخل مجتمع ما . ويبدو واضحا صعوبة التخلص مثلا من العوامل الملاحظة كرغبة الآباء من الطبقة المتوسطة ، بدرجة أكبر من الطبقة ذات المستوى الاقتصادى المنخفض فى العمل على رفع مستوى أطفالهم الفكرى وأنه من الواضح عند البحث عن اختبار خال من المؤثرات البيئية فإننا قد نحد ، ليس فقط المصادر البيئية للتباين ولكن أيضاً المصادرة الوراثية .

جدول ١٢ – ١ : المتوسط التقريبى لمعدل العلاقة بين الأشخاص قريبة وبعيدة العلاقة مرباه معا وبعيدان حسابات اختبار الذكاء ومعامل لتلازم لكل قسم

الأشخاص	قريبة مباعدة	عدد الدراسات	مرباه معا	عدد الدراسات	معدل العلاقة r	IQ
مباعدة	−0.01	4	0.23	5	0	
ابا وابناء بالرضاعة			0.20	3	0	
اباء وأبناء			0.50	12	0.50	
اخوة	0.40	2	0.49	35	0.50	
توائم غير صنوانية						
متشابة الجنس			0.53	9	0.50	
غير متشابة الجنس			0.53	11	0.50	
توائم صنوانية	0.75	4	0.87	14	1.00	

المصدر : ارلنمير – كيملنج – جارفيك Erlenmeyer-Kimling and Jarvik (١٩٦٣) .

وبالرغم من هذه الصعوبات فإنه أمكن الوصول إلى بعض الاستنتاجات . فقد قام إرلنمير – كيملنج وجارفك (١٩٦٣) بسرد البحوث على معامل الذكاء IQ وكذلك البعض الآخر من إختبارات الذكاء العامة وحساب معامل التلازم بين المجاميع المختلفة من الأفراد المرباة معاً دون قرابه والأباء بالرضاعة وأطفالهم والاخوة والتوائم وحيدة

الزيجوت (MZ) أو ثنائية الزيجوت (DZ) وأمكن أيضاً حساب معدلات العلاقة الموجودة بين مجاميع مختلفة من الأفراد متباعدة التربية وأفراد غير ذات علاقة واخوة وتوائم صنوانية MZ . وقد جمعت البيانات من ٥٢ دراسة منفصلة ويوجد معامل التلازم المتحصل عليه للوسيط النسبى لكل مجموعة ذات علاقة فى جدول ١٢ – ١ .

وقد علمنا من قسم ٦ – ٩ أن معدل القرابة يكون متمثلا فى معدل التباين للتأثير الوراثى المضيف (VA)) للتباين المتصاحب **Covariance** بين الأقارب ويعكس المشاركة الجينية نتيجة لوجود أصل مشترك واحد . ومعاملات التلازم الملاحظة قريبا من معامل القرابة تعكس كفاءة توريثية قريبة من الوحدة إذا أمكن تحديد التعقيدات البيئية وإذا كان التباين السيادى ضئيل (عندما يكون) . ويوضح جدول ١٢ – ١ أنه كلما قربت درجة القرابة كلما ارتفع معامل التلازم فى كلا من الفئات المرباه متباعدة أو متقاربة ، ويتضمن ذلك مكون وراثى مناسب . ومهما تكن المقارنة بين التربية المتباعدة والمتقاربة فإنه يتضح وجود مكون بيئى حيث تحدث مقارنة للحالات الثلاث فإن معامل التلازم لتلك التى تربى معاً يكون أكبر عن تلك التى تربى متباعدة . وبالأخص فإن الاختلافات تكون واسعة بالنسبة للأفراد غير المتقاربة والتى يتوقع أن يكون معامل التلازم صفر وبالنسبة للأفراد غير المتقاربة المرباة معاً يكون معامل التلازم + ٠,٢٣ حيث يوضح هذا الرقم التأثير البيئى . ولذلك فإننا نستخلص أن الذكاء محكوم فيه وراثيا وبيئيا ولكن الوراثة تكون ذات أهمية أكبر وهذا هو الاستخلاص الذى أمكن التوصل إليه فى قسم ٧ – ٣ و ٧ – ٤ حيث أخذ فى الاعتبار دراسة بعض التوائم باستفاضة تامة . وأمكن الحصول على تلازم وراثى بيئى مقداره + ٠,٢٥ باستعمال طريقة تحليل كاتل **Cattell** المتعدد للتباين المجرد (MAVA) (قسم ٧ – ٤) موضحا أهمية البيئة وهى أيضاً قريبة من قيم التلازم بين الذكاء والحالة الاجتماعية .

وقد قام جنكز وفولكر **Jinks and Fulker** بتحليل حسابى وراثى كامل لعدد من المجاميع لبيان IQ معامل الذكاء ووجدت السيادة ذات أهمية بالنسبة لارتفاع معامل الذكاء ويدل ذلك على وجود انتخاب مباشر لرفع الذكاء أثناء التطور البشرى . وبالأخص بتحليل حساب معاملات الذكاء بعدد ٣,٥٥٨ قردا فى دراسة تتضمن تحليل النسب بواسطة ريد **Reed** وريد **Red** (١٩٦٥) ، وذلك بالنسبة للتأخر الذهبى يتضح وجود اتفاق مع افتراض السيادة (ايفز **Eaves** ١٩٧٣) وفى الحقيقة بافتراض واقعية وجود تلازم مقداره ٠,٣ بين الأزواج (تزاوج متناسق موجب) . وسيادة تامة فقد حسب ايفز **Eaves** التباين المضيف VA = ٠,٤٣ والتباين السائد VD = ٠,٢١٥

والتباين البيئى VE = ٠,١٨ وأهمية التزاوج المتناسق قد نوقشت فى قسم ٧ – ٥ . ومن الضرورى أن نكرر هنا أن التحليل الحسابى الوراثى الحديث للذكاء أوضح أن التزاوج المتناسق يعد عامة هاما .

ولذ فإنه يمكن استخلاص أن معامل الذكاء IQ يكون تحت تحكم وراثى إلى حد بعيد . وليس مهما فقط وجود تأثير جينى مضيف ولكن سيادة موجهة للمعامل العالى للذكاء أيضا وزيادة على ذلك فإن قيمة التباين الوراثى المضيف تبدو متضخمة إذا لم يحسب مكون التزاوج المتناسق منفصلا . ويكون توزيع معامل الذكاء IQ فى العشائر مستمرا ولذلك فإنه من المؤكد وجود تأثير العديد من الجينات وتحت العديد من الافتراضات المبسّطة فإن العدد المحتمل من الجينات يمكن حسابه ويتراوح إحصاء ذلك من ٢٢ جين إلى أعداد أكبر بمعدل ١٠٠ جين (جنكز وفولكر **Jinks and Fulker** ١٩٧٠) . ولذا فإنه ليس هنالك شك من أن معامل الذكاء IQ تحت تأثير جينى متعدد ويجب أن يظهر كل مقومات الصفات التى تتأثر بالعديد من الجينات ، بالرغم من أن التأثير البيئى كبير عن ما هو موجود بالنسبة للصفات المظهرية . ومع ذلك فإن جينات مفردة معينة كتلك الخاصة بمرض الفنيل كيتونيوريا **Phenylketonuria** (قسم ٢ – ١) تؤدى إلى نقص محسوس فى معامل الذكاء . ويتضح ذلك بالمثل فى بعض الشذوذات الكروموسومية كما فى أعراض دون المتزامنة .

وقد أوضح بنروز **Penrose** (١٩٦٣) تأثير هذه الشذوذات المميزة على معامل الذكاء IQ وذلك باستعمال تقديرات الانحدار (قسم ٦ – ١٠) ففى مجموعة واحدة من الآباء بمتوسط ذكاء ١٧,١ أطفالهم بمعدل ذكاء IQ ١٠٩,١ وفى مجموعة أخرى من الآباء بمتوسط ذكاء ٨٦,٨ كان متوسط ذكاء أطفالهم ٩٢,٠ ومعامل الذكاء للأطفال يكون مقدرا على حسب معدل الانحدار لمنتصف الطريق تجاه متوسط العشيرة فإذا كان تقدير معامل الذكاء كلية بالعوامل المضيفة فإنه من المتوقع أن يكون الانحدار لمتوسط الطريق إلى متوسط العشيرة وبتجاهل السيادة بالنسبة للأشقاء فإنه يتوقع نتيجة مشابهة وبالنسبة لغير الأشقاء وأبن الأخ أو الأخت بعيدى القرابة عن الأشقاء يتوقع أن يكون معامل الانحدار فى ثلاثة أرباع الطريق تجاه المتوسط . وبالنسبة للأشخاص الذى يكون معامل ذكاؤهم ٥٠ أو أكثر تكون البيانات الملاحظة متوافقة جيداً (جدول ١٢ – ٢) .

وفى سجلات نسب الأفراد ذوى معامل ذكاء IQ أقل من ٥٠ يكون معدل ذكاء

جدول ١٢ - ٢ : متوسط معدل الذكاء للمرضى المتخلفين عقليا وأقاربهم

المتوسط النسبى لمعامل الذكاء Rel.

	طراز العلاقة للمرض	عدد الأزواج	متوسط المرضى لمعامل الذكاء	المتوقع على أساس الملاحظ O	المتوقع على أساس الافتراض المضيف
أقارب مرضى بمعدل ذكاء IQ ≥ 50	القرب	101	65.8	84.9	82.9
	أبناء الأخ والأخت nephew, niece	143	63.2	89.5	91.8
أقارب مرضى بمعدل ذكاء IQ < 50	القرب من الدرجة الأولى	120	24.2	87.4	61.1
	أبناء الاخ والاخت nephew, niece	90	33.3	95.1	83.3

المصدر بنروز Penrose (١٩٦٣)

أقاربهم أعلى إلى حد بعيد عما هو متوقع على أساس افتراض الجين المضيف . وتفسير ذلك أن الأفراد المتأخرة عقليا لها معامل ذكاء منخفض لأنها أصيلة بالنسبة للجينات المتنحية الخاصة بالتأخر العقلى أو تكون هيئتهم الكروموسومية شاذة . وفى حالات أخرى فإن طفرات جديدة (أساساً سائدة) أو أحداث بيئية مثل صدمات الولادة قد تكون مسئولة . وفى كل الحالات فإن هذه الأحداث التى تكون متميزة ولكن نادرة تؤدى إلى تعطل التأثير المضيف . ولذلك ففى حالة المعدل المنخفض جدا من معامل الذكاء IQ فإن جينات ذات تأثيراً كبيرا وشذوذات كروموسومية أوصدمات بيئية قد تلعب دورا بعكس معامل الذكاء IQ القريب جدا من المتوسط المتوقع ١٠٠ حيث يكون راجعا للتعدد الجينى كحالة طبيعية وقد أكدت هذه الخلاصة فى دراسات أخرى مثل تلك الخاصة بروبرت Roberts (١٩٥٢) المبنية على أساس دراسة أشقاء الأفراد المتخلفين عقليا .

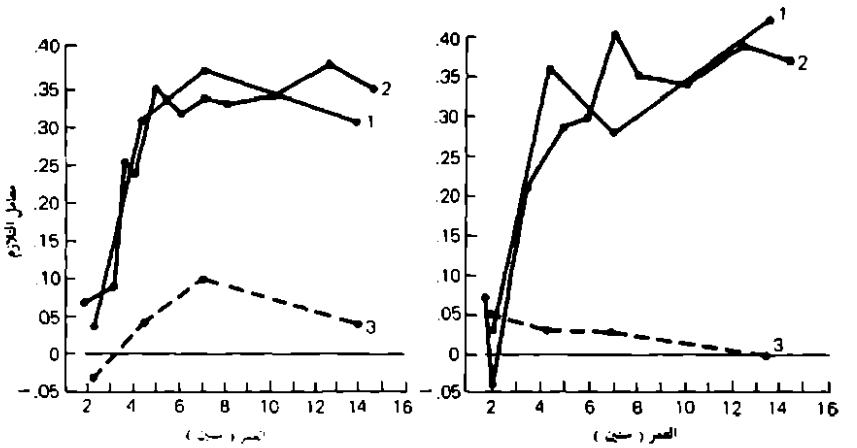
ويخضع حصر موضوع الذكاء هذا أساساً لاختبار معامل الذكاء حيث يبين بوضوح اشتراك كل من التأثيرات الوراثية والبيئية وحيث أن استنتاجنا يكون لحد ما مؤيدا لوجود دور كبير للوراثة فى تقديراتنا لمعامل الذكاء . فيبدوا من المناسب أن نقوم أيضاً ببحث مختلف الحالات التى قد يسود فيها تأثير ظروف بيئية معينة . وتمثل الأطفال المتبناه قسما هاما . ودراسة ارلنمير - كيملنج وجارفاك Erlenmeyer-Kimling and Jarvik (١٩٦٣) اعطت تلازما وسطا ٠,٢٠ بين الآباء بالرضاعة أو التربية والأطفال . ويمكن مناقشة ذلك باعتباره ناتجا من (١) البيئة المشابهة للأب من الرضاعة والطفل ٢ واحتمال الانتخاب على الجزء الخاص ببيئات التبنى التى تميل للتشابه بين

الآباء من الرضاعة والآباء الأساسين أو البيولوجين ويجب أن تبين التجربة الوراثية لدراسة الأطفال المتبناه بدون انتخاب مفتوح أو مختفى بالنسبة للوضع فى بيوت معينة .

وبالرغم من هذه المشاكل يجب أن تؤخذ الدراسات على الأطفال المتبناه فى الاعتبار . ومن الفروض الواضحة بناء على ما تقوم به الوراثة تجاه معامل الذكاء فإن الأطفال المتبناه تكون أقل تشابهاً مع الآباء المتبنية عن تشابه الأطفال الموجودة فى مجموعة المقارنة مع آبائهم البيولوجين وبالنسبة لمجموعة من الأطفال المتبناه فى منازل منسوتا (جدول ١٢ – ٣) يوجد انخفاض مستمر فى متوسط معامل الذكاء انخفاض الحالة المهنية للآباء من الاحتراف إلى وظائف لا تحتاج نسبيا إلى مهارات . هذا النقص فى معامل الذكاء يكون من ١١٣ إلى ١٠٨ الذى يكون لحد ما فى مدى ضيق حتى لو ارجع إلى مجرد تأثير بيئى على نتائج الاختبار وبالنسبة لمجموعة المقارنة من الأطفال المرباه بواسطة آبائهم البيولوجين ويوجد هنا أيضاً انخفاض فى معامل الذكاء بالنسبة للموقف الوظيفى للأب .

ولكن المدى يصل فى كبره ثلاثة أضعاف الحالة السابقة حيث يكون من ١١٩ إلى ١٠٢ ويظهر المدى الأخير تلازما أكثر وضوحا بالنسبة للموقف الوظيفى للأب عن حالة الأطفال المتبناه واستنتاجا فإنه من الجدير أن يفترض أن الفروق الكبيرة بين حسابات الأطفال الأصلين مقارنة بالأطفال بالتبنى ترجع إلى حقيقة أن الأطفال الأصلين تتشابه مع آبائهم أكثر مما يحدث بالنسبة للأطفال المتبناه لأنهم ورثوا جينات الآباء .

وقد أمكن القيام بتحليل خاص دقيق بواسطة سكوداك وسكيلز **Skodak and Skeels** (١٩٤٩) بالنسبة للتشابه بين الأطفال والآباء فى الذكاء أثناء نمو الطفل . وأداء مجموعة الأطفال المتبناه أثناء الأشهر الأولى من الحياة أمكن قياسها وكذلك أمكن ايجاد التلازم بينها وبين مستوى التعلم بالنسبة للأمهات الأصليين والآباء وكذلك للأمهات والآباء المتبنية (شكل ١٢ – ١) . وللمقارنة فإن البيانات متاحة من دراسات أخرى على التلازم بالنسبة لمعامل الذكاء للأطفال وآبائهم الاصلين الذين ربوا فى منازلهم (هونزك **Honzik** ١٩٥٧) وإلى ما يربوا لعمر سنتين فإن هناك تلازما ضئيلا بين أداء الأطفال ونوعية التعليم لأى من الأب الطبيعى والأب المتبنى وذلك بصرف النظر عما إذا كان الطفل قد ربى لدى والديه أو الآباء المتبنية ومهما يكن فإنه بزيادة العمر فإنه سوف يحدث ارتفاع قوى فى التلازم بين معامل الذكاء للطفل وبين آبائه بصرف النظر إذا ربى بواسطة والديه أو آبائه بالتبنى . ويصل هذا التلازم إلى ٠,٣ بعد ٤ سنوات ويزداد قليلا بعد ذلك . وبالعكس تماماً لوحظ الانخفاض فى التلازم بين الأطفال والآباء المتبنيه .



شكل ١٢ - ١ : العلاقة معامل الذكاء بين الآباء والأطفال . معامل التلازم بين تعلم الآباء الحقيقين والمتبنين ومعامل ذكاء الأطفال بالنسبة لعمر الطفل يسار التلازم فى معامل الذكاء للطفل وتعليم الأم اليمين التلازم فى معامل الذكاء للطفل وتعليم الأب . والثلاثة رسوم فكل لوحة تكون (١) طفل تربى بوالديه والأب الفعلى (٢) الطفل المتبنى وغير مربى بالأب الأصلى (٣) طفل متبنى والأب المتبنى . (رسم ١ بيانات عن هونزيك ١٩٥٧ . رسم ٢ و ٣ بيانات عن سكوداك سكيل ١٩٤٩) .

من غير ذوى القرابة . وعلى ذلك فدراسة الأطفال المتبناه والتى ربما تظهر مكونا بيئيا ضئيلا فى تعين الذكاء أظهرت بوضوح الأهمية القصوى للتأثير الوراثى .

١٢ - ٢ معامل الذكاء - حجم العائلة والطبقة الاجتماعية

سوف نأخذ فى الاعتبار العلاقة بين معامل الذكاء وحجم العائلة . ودراسات العائلة العديدة أوضحت بجلاء تلازم سالبا ثابتا بين الذكاء وحجم العائلة . وقد وجد أن معامل التلازم يقع ما بين ٠,٢٠ و ٠,٣٠٠ وبالمثل فقد يحدث تلازم سالب ما بين ترتيب الميلاد ومعامل الذكاء وذلك من بيانات كشوف التجنيد الهولندية (بلمونت ومارولا **Belmont and Marolla** ١٩٧٣) . ويمثل جدول ١٢ - ٤ بيانات على أساس دراسة معامل الذكاء وحجم العائلة بالنسبة لمدرسة ولاية منسوتا ومعهد ديت لوراثة الإنسان (انظر ماكسويل **Maxwell** ١٩٦٩ لمناقشة البيانات الاسكتلندية التى تظهر تماثلا فى النتائج) فإذا اقتصرت الدراسة على طبقات اجتماعية معينة نلاحظ يحدث ثانية تلازما أصغر ولكن يظل سالبا .ومن تلك النتائج فإنه يمكن التنبؤ بأن متوسط معامل الذكاء للعشيرة يجب أن يبدى هبوطا من نقطتين إلى أربعة لكل جيل . ومهما يكن فإن هذا لايحدث وبالطبع فإن هناك ميلا طفيفا للعكس . وتفسير ذلك يرجع إلى عدم ذكر كثير من العائلات التى ليس لها أطفال . ولذا فإن كثيرا من الدراسات متحيزة حيث أهملت

كل من عدم الخصوبة واحتمال عدم التزاوج . حيث أوضح هيجنز وريدوريد **Higgins, reed and Reed** (١٩٦٢) .

جدول ١٢ - ٣ : متوسط معامل الذكاء للأطفال المتبناه والأصلين بالنسبة لوظيفة الآباء

وظيفة الأب	الأطفال المتبناه		الأطفال الأصلين	
	العدد	معامل الذكاء	العدد	معامل الذكاء
محترفين	43	112.6	40	118.6
رجال أعمال ومديرين	36	111.6	42	117.6
مهنين وكتابين	44	110.6	43	106.9
نصف ماهر	45	109.4	46	101.1
نصبا غير ماهر	24	107.8	23	102.1

Source: Stern (1973).

ان ما يزيد عن ٣٠ فى المائة من الأشخاص التى يكون معامل ذكائهم ٧٠ أو أقل ليس لديهم أطفال بالمقارنة بنسبة ١٠٪ من هؤلاء الذى يتراوح معامل ذكاؤهم من ١٠١ إلى ١١٠ وفقط ٣ - ٤ فى المائة من هؤلاء الذين يزيد فيهم معامل الذكاء عن ١٣١ (شكل ١٢ - ٢) . ويتعاكس هذا بشده مع البيانات فى جدول ١٢ - ٤ وبطريقة أخرى يعرض (جدول ١٢ - ٥) معدل التكاثر للأشقاء **sibbings** فى العائلة مشتملة على الاخوة الغير متزوجين حيث يكون منخفضا لقيمة معامل الذكاء الذى يصل إلى أقل من ٥٥ ويزداد بثبات إلى حوالى ٣ أطفال لقيمة معامل الذكاء ١٣١ أو أزيد . وعلى أساس مثل هذه البيانات أثبت هيجنز ، ريدوريد **Higgins, Reed and Reed** أن مستوى معامل الذكاء لكل العشيرة يجب أن يبقى مستقرا نسبيا من جيل إلى آخر وبالتأكيد يجب أن لا يهبط إلى أى درجة ويختفى التلازم السالب عندما يؤخذ فى الاعتبار أخذ عينات أكثر اكتمالا . وتظهر هذه النتائج الصعوبات المستمرة فى تناول بيانات الإنسان والمشكلة الملحة هو فى التكوين السليم للعينة المستعملة .

وفى الواقع فإن هناك كثير من العوامل تؤثر على معامل الذكاء والتى تتميز بالدقة فى ميكانيكيتهاالتى لم يمكن فهمها حتى الآن والأمر الذى له علاقة بمعامل الذكاء IQ هو النقص المقنن فى معامل ذكاء التوائم الثنائية بحوالى خمس نقاط والثلاثية بحوالى تسعة نقاط بالمقارنة بحالات ميلاد الطفل الواحد . ومن المعلوم أن التوائم تكون ناقصة الوزن عند الميلاد ونسبة وفياتها عالية فى الفترة حول الميلادومن ثم فإن التأثير على معامل الذكاء يمكن أن يرجع إلى إصابة قبل الميلاد ولكن التوائم التى تعيش بعد موت التوائم المصاحبة لها فى فترة حول الميلاد يكون معامل ذكاؤها عاديا مما يعارض ما سبق ، ولذا يقترح بأن

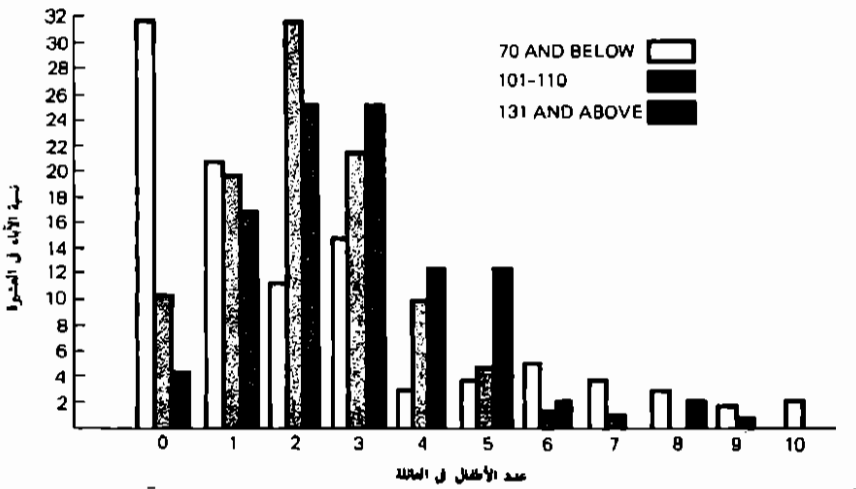
انخفاض معامل الذكاء يرجع إلى عوامل تالية للولادة . وقد يتلازم ذلك مع تعذر اجتناب تقليل رعاية الآباء التى تعطى لكل توأم أو إلى عوامل نفسية معقدة تنشأ إلى حد ما من الحياة غير العادية للتوائم وبالأخص إذا كانت صنوانية . ومهما يكن التفسير فإن فهمنا للوراثة والبيئة فى التحكم فى معامل الذكاء IQ سوف يساعد بدراسات متعمقة لهذا الطراز .

جدول ١٢ - ٤ : العلاقة ما بين حجم العائلة ومعامل الذكاء IQ فى الأطفال

حجم العائلة (الأطفال فى العائلة)	معامل الذكاء للأطفال	مجموع أعداد الأطفال المدروسة
1	106.37 ± 1.39	141
2	109.56 ± 0.53	583
3	106.75 ± 0.58	606
4	108.95 ± 0.73	320
5	105.72 ± 1.15	191
6	99.16 ± 2.17	82
7	93.00 ± 3.34	39
8	83.80 ± 4.13	25
9	89.89 ± 2.94	37
10	62.00 ± 7.55	15

المصدر : بيانات من هيجنز - ريدوريد (١٩٦٢) Higgins, Reed and Reed .

وقليل من البحوث تناولت الحركية الاجتماعية (وولر **Waller** ١٩٧١ وجسون وماسيكى وتايلور **Mascie and Taylor** ١٩٧٣) وعلاقة ذلك بالتعارض بين الذكاء العام للأبناء الذكور والطبقة الاجتماعية التي ولد فيها . وقد اشتملت دراسة وولر **Waller** (١٩٧١) على ١٧٣ ذكراً ومن آبائهم ١٣١ والذين يمثلون عشيرة بيضاء من غير



شكل ١٢ - ٢ : حجم العائلة ومعامل الذكاء توزيع حجم العائلة بالنسبة لمعامل ذكاء الآباء لثلاثة مجاميع من معامل الذكاء ٧٠ وأول و من ١٠١ إلى ١١٠ وذلك من ١٣١ وأعلى مقاسة بالنسبة المئوية .

: من هيجنز وريدوريد ١٩٦٢ Reed and Reed Higgins) .

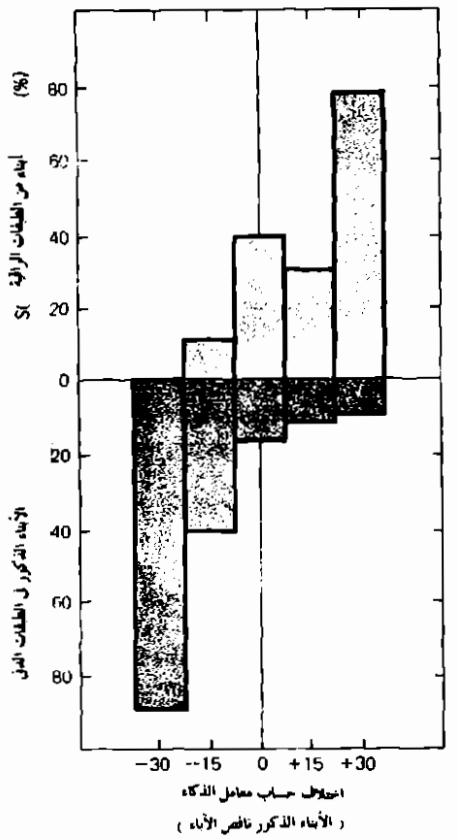
جدول ١٢ ـ ٥ : العلاقة ما بين معامل الذكاء IQ ومعدل الإنتاج لجميع الأقارب بما فى ذلك الاخوة الاخوات الغير متزوجين .

المدى لمعامل الذكاء IQ	المتوسط العددى للأطفال	عدد الأطفال
0–55	1.38 ± 0.54	29
56–70	2.46 ± 0.31	74
71–85	2.39 ± 0.13	208
86–100	2.16 ± 0.06	583
101–115	2.26 ± 0.05	778
116–130	2.45 ± 0.09	269
131 and above	2.96 ± 0.34	25

المصدر : بيانات هجنز وريدوريد (١٩٦٢) **Higgins, Reed and Reed** .

الفلاحين بولاية منسوتا . وقد قسمت العشيرة إلى خمسة طبقات اجتماعية حيث يتراوح معدل معامل الذكاء من >١٢٠ للطبقة الاجتماعية العالية إلى ٨١ للأدنى . وقد أيدت نتائج وولر **Waller** علاقة الحركية الاجتماعية وعلاقة ذلك بالتعارض بين حالة الذكاء العام للأبناء الذكور والتى قيست بمعامل الذكاء IQ والطبقة الاجتماعية التى يولدوا فيها . ويوضح شكل ١٢ – ٣ العلاقة بين نسبة الارتفاع والانخفاض للأبناء عن المستوى الاجتماعى لطبقة الآباء والاختلافات بين الآباء والأبناء الذكور فى معامل الذكاء . وتزيد الاختلافات فى معامل الذكاء (تكتب على شكل:قيمةالابن – قيمة الأب) مع زيادة الحركيةالاجتماعية وفى الواقع ولحساب الاختلافات فى معامل الذكاء IQ لثلاثين أو أكثر فإن قابلية الانتقال أو الحركية الاجتماعية تكون فى منطقة نسبة ٨٠٪ . ولذلك فالاختلافات فى القدرة والتى من الأدلة الواردة يجب أن يكون لها محتوى وراثيا واضحا تعطى موقفا يقود إلى حركية واضحة بين الطبقات وبهذه الطريقة فإن الطبقات فى المجتمع المفتوح تمنع من التجمد فى طوائف منغلقة على نفسها .

وقد أخذ جبسون وماسكى تايلور (١٩٧٣) **Gibson and Mascie Taylor** فى الاعتبار دارسة علماء الجامعة وآبائهم . ومرة ثانية فإن الاختلافات فى معامل الذكاء IQ بين الآباء والأبناء الذكور تتلازم مع قابلية التحرك للأبناء على درجات السلم الاقتصادى الاجتماعى لوظيفة الأب . ونوقش أنه فى حالة ما إذا كان معامل الذكاء IQ يتلازم مع قابلية التحرك الاجتماعى ولهما كفاءة توريثية معنوية فإن القابلية للتحرك الاجتماعى سوف تقود إلى عدم الاعتباطية فى انتقال الجينات من طبقة إلى أخرى . ومن المتوقع أن تتباين الطبقات الاجتماعية وراثيا إلى حد ما (ثودای وجبسون **Thoday and Gibson** ١٩٧٠) . وهذا لا يستبعد طبعا الاختلافات المضافة بالنسبة للبيئة مشتملة على الثقافة



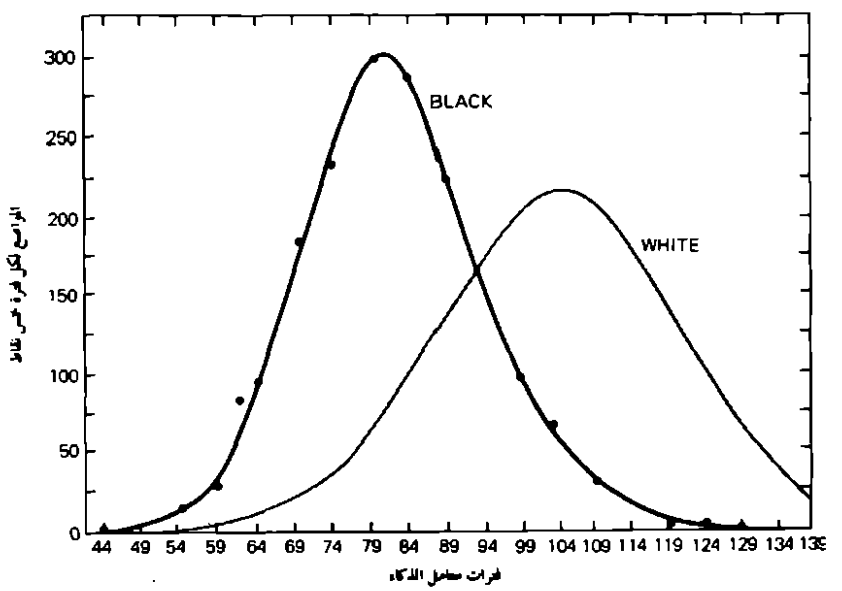
شكل ١٢ - ٤ : العلاقة ما بين معامل الذكاء والحالة الاجتماعية . نسبة الأبناء التى تنقل بين الطبقات الأعلى والأقل عن طبقة الآباء الاجتماعية وذلك باختلافات فى حساب معامل الذكاء . لاحظ أن النسب تزداد بزيادة الاختلافات فى معامل الذكاء .
(عن وولر Waller ١٩٧١) .

ما إلى ذلك . وتعتمد الخلاصة على افتراض أن العلاقة بين الشكل الظاهرى لمعامل الذكاء IQ والقابلية للتحرك الاجتماعى يتضمن بعض العلاقة المؤكدة بين التركيب الوراثى لمعامل الذكاء والقابلية للتحرك فى المجتمع .

١٢ - ٣ . التباينات فى معامل الذكاء IQ بين البيض والسود

أحد الملامح لمدى التباين فى معامل الذكاء IQ التى تناقش حاليا هو المحافظة عليه جزئيا عن طريق قابلية التحرك بين الطبقات المهنية ولحد ما على أساس الانتخاب لمعامل ذكاء أعلى بالنسبة للطبقات المهنية العليا . ففى الولايات المتحدة يتمتع السود والبيض بمعدلات لا تقارن للقابلية للتحرك فلون البشرة عائق يؤثر فى القابلية للتحرك بين السلالات البشرية . ودعنا هنا نتفحص معامل الذكاء للسود والبيض . ففى شمال أمريكا كان

متوسط العينات لمعامل الذكاء للسود حوالى ٨٥ بينما متوسط معامل الذكاء للبيض حوالى ١٠٠ وقد أعطت كثير من الدراسات نتائج بهذه الطبيعة أو الكيفية . والبيانات المتحصل عليها من أحدى هذه الدراسات على أساس اختبار معامل الذكاء على ١,٨٠٠ من أطفال المدارس الابتدائية (كندى ، وفان دريت وكذلك وواين **Kennedy,Van De Riet, and White** ١٩٦٣) فى جنوب الولايات المتحدة وموضحة بالشكل ١٢ – ٤ . وقد قورن التوزيع بعينة من ٨٣٧ فردا من العشيرة البيضاء بالولايات المتحدة وفى هذه الحالة فإن متوسط الاختلاف لمعامل الذكاء هو ٢١,١ والذى يعتبر متطرفا حيث تتراوح معظم الاختلافات من ١٠ إلى ٢٠ . وحتى هذا فإن هناك تداخلا إلى حد ما يؤخذ فى الاعتبار بين التوزيعين حيث أن نسبة ٩٥,٥ من السود ينخفض معامل ذكاؤهم عن متوسط معامل الذكاء للبيض الذى يصل إلى ١٠١,٨ ونسبة ١٨٪ من السود مقارنة بنسبة ٢٪ من البيض لهم معامل ذكاء أقل من ٧٠ . واختلاف معامل الذكاء يكون عادة أقل من شمال الولايات عن جنوبها ومن الواضح أن هناك عوامل عديدة مشتركة غير ملموسة . ومهما يكن فإن النظرة الكمية بأن السود لهم متوسط معامل ذكاء أقل من البيض هى عموما نتيجة متكررة .



شكل ١٢ – ٤ : معامل الذكاء للسود والبيض بالولايات المتحدة – وقد أخذت القيم للسود من ١,٨٠٠ من أطفال المدارس الابتدائية – وتعكس القيم للبيض عينة قياسية لعشيرة بيضاء (عن كندى – فان دريت ووايت ١٩٦٣) (Kennedy, Van De Riet and White)

ويظهر شكل ١٢ – ٤ بوضوح أن الاختلافات بين الأفراد فى معامل الذكاء داخل أى سلالة تزيد بكثير عن الاختلافات بين السلالات . وتوزيع البيض مهما يكن أكثر انتشارا حيث أن الانحراف القياسى للسود يكون أقل بنسبة ٢٥٪ . (١٢,٤ للسود بالمقارنة مع ١٦,٤ للبيض) . هذه هى الصفات الملاحظة من عدد من دراسات معامل الذكاء . ومع ذلك لا يوجد هناك انكار أن متوسط معامل الذكاء للسود والبيض مختلف ولكن هل يمكن تفسير ذلك وراثيا ؟ وقد أصر بعض الكتاب أن الإجابة بنعم .

ومن مناقشات جينسن **Jensen** (١٩٧٢ صفحة) وآخرين أن العديد من الأدلة الناتجة تجعلنا لا نفتقر إلى المنطق عندما نفترض أن العوامل الوراثية تشارك بشدة فى اختلاف مستوى الذكاء بين السود والبيض . وكما يعتقد جنسن **Jensen** (١٩٧٣) أنه ما بين النصف والثلاثة أرباع من قيمة اختلاف مستوى معامل الذكاء بين سود الولايات المتحدة والبيض مرجعه إلى عوامل وراثية . ويرجع الباقى إلى عوامل بيئية وتداخلها مع العوامل الوراثية . وهناك بعض التدعيم الوجهة نظر جنسن **Jensen** ولكن لا يدعو للدهشة أن مناقشات أخرى تعتبر الاختلافات بيئية لحد كبير (بيتى جرو **Pettigrew** ١٩٧١ . وكذلك بودمر **Bodmer** وكافللى سفورزا **Cavalli-Sforza** ١٩٧٠ و ١٩٧٦) .

وكما اتضح لنا أن الطبقية المهنية فى البيض تتميز بالمحافظة على القابلية للتحرك الاجتماعى بين الطبقات ولا توجد مقارنة مباشرة مهما يكن بين متوسط الاختلاف فى معامل الذكاء بين البيض والسود لتأثير لون البشرة كمانع للتحرك بين الطبقات . فما هو إذن الوضع البيئى للسود والبيض ؟ فالسواد الأعظم من السود فى الولايات المتحدة يكون أقل فى التأثير والكفاءة عموما عما فى مدارس البيض ولذا فإن عدد مساو من السنين فى المدرسة لا يعنى التساوى فى تحقيق مستوى واحد من التعلم . وقد لاحظ عددا من الدارسين لنمو الطفل أن هناك نشاطا مبكرا فى النمو للأطفال السود وبالأخص بالنسبة للسلوك الحركى واعتبار ذلك تأثيرا بيئيا يعد أمراً صعبا كما يرى جنسين **Jensen** (١٩٧٢) حيث ثبت أنه موجود فى أطفال عمر ٩ ساعات . وهذا التكبير السلوكى يتوازى مع الدلائل الفسيولوجية للنمو مثل نمو العظام وكذلك الموجات العقلية . ولكن بعد ذلك بعدة سنين يحدث التأخير بالنسبة للسود (انظر كولمان وآخرين **Colman et al** ١٩٦٦) وبالمثل فإن معدل الاختلاف فى البيئة المدرسية للسود والبيض يوجد كذلك بالنسبة للمنزل ، وفى هذا فإن السود غالبا ما يقطنون فى مناطق منخفضة فى مستوى

المعيشة . وقد يكون للتأثير المبكر للبيئة المنزلية أهمية حقيقية بالنسبة للنمو الفكرى . وأظهرت بعض البيانات بوضوح التأثيرات الضارة للاحساس القاسى بالحرمان المبكر فى الحياة (انظر بيتى جرو Pettigrew ١٩٧١ ، وما يلى) .

فى حصر داخل الولايات المتحدة ككل حدد كولمان وآخرون Coman et at (١٩٦٦) تباينات بيئية عديدة ودلائل اقتصادية للمجتمع والتى يعتقد عموما بأنها المصدر الكبير فى التأثير البيئى لتحديد الاختلافات بين الأفراد والمجاميع مستوى الأداء المدرسى . وتشتمل أيضاً على عوامل منها المادة المقروءة منزليا واللغة الأجنبية المستعملة والمتع الثقافية المتاحة والتركيب السليم فى المنزل ومرحلة روضة الأطفال ، المستوى والتركيب السليم فى المنزل ومرحلة روضة الأطفال ، المستوى التعليمى للآباء والرغبة الخاصة بالآباء بالنسبة لتعليم الأطفال واهتمام الآباء بالواجبات المدرسية للطفل والوقت الذى ينقضى فى عمل الواجبات المنزلية والمفهوم الخاص بالطفل (الاحترام الذاتى » . وقد وجد كولمان وآخرون Calemen et al أن هذه العوامل تتلازم فى الاتجاه المتوقع بالنسبة للأداء المدرسى داخل كل مجموعة سلالية مدروسة . ولكن المقارنات بين المجاميع اوضحت أن التأثير البيئى الضار يكون فى مجموعة الهنود الأمريكيين حيث تكون القيم المسجلة أقل فى كل البيئات الموجودة عن السود . وكما هو متوقع فإن البيض هم الأعلى . ومهما يكن فإن حساب المقدرة والانجاز للهنود الأمريكيين يزيد ذلك للسود بالنسبة للذكاء الغير لفظى والذكاء اللفظى وفهم المادة المقررة وكذلك الانجازات الحسابية . ومن الصعب أن نفسر هذه النتيجة وراثيا أو بيئيا . والطريقة الوحيدة الصحيحة لتفسير النتائج بهذه الكيفية هى اختبار سلالات مختلفة فى ظروف موحدةومثل هذه البيانات غير متاحة . وبالرغم من سطحية التطابق البيئى التى قد تنشأ من وجود أطفال سود فى بيوت البيض والعكس ، وحتى فى هذه الحالة (لاحتمال التحيز والاجحاف) فإن هذه البيئات لا يمكن أن تعتبر متطابقة .

وبالرغم من صعوبة تفسير هذه البيانات ، فإن هناك دراسة حديثة لاختبار تأدية معامل الذكاء للأطفال السود المتبناه بالعائلات البيض . فقد درس سكار واينبرج Scarr and Weinberg (١٩٧٦) ١٣٠ طفلا من الملونين السود (وينتجون من تزاوج السود مع سلالات أخرى) والمتبنين بعائلات بيضاء متميزة ، تتصف بالتعلم العالى وفوق المعدل بالنسبة للحالة الوظيفية والدخل . وقد قسم هؤلاء المتبنين اجتماعيا بالنسبة لتعلم آبائهم الأساسين ومجموعتهم السلالية الدقيقة . وهؤلاء المتبنون المقسمون اجتماعيا والذى يكون آبائهم الأصليون مستواهم التعليمى فى المتوسط ، أظهروا معامل الذكاء ومتوسط

الانجاز المدرسى أفضل مما للعشيرة البيضاء حيث كان متوسط IQ ١٠٦ ، بينما فى الأطفال المتبناه فى السنة الأولى من عمرهم يصل معدل الذكاء ١١١ والذى يعتبر مستو أعلى . وتمثل القيمة ١٠٦ زيادة فى الانحراف القياسى فوق معدل الذكاء فى ٩٠ طفلا أسود مربين فى منازلهم فى المنطقة الوسطى الشمالية للولايات المتحدة ، وهى التى جرت فيها الدراسة . ومع ذلك فحساب معامل الذكاء للأطفال البيولوجين لهؤلاء الآباء المتبنية يكون أكثر قيمة وهذه نتيجة معقولة حيث أن حسابات معامل الذكاء للآباء تصل إلى ١٢٠ . ولكن حسابات المعدل العالى للذكاء للأطفال السود المقسمين اجتماعيا والمتبنين تكشف عن إمكانية التشكيل لمعامل الذكاء بالنسبة للتغيرات فى التربية فقد تكون أكثر من ٢٠ نقطة .

وباعتبار الإسهام النسبى للوراثة والبيئة فى معامل الذكاء ، يمكن أن يقال أن اختلافات معامل الذكاء بين أطفال الملونين السود المتبنين يرجع إلى المتغيرات الخاصة بموضع التبنى وسلوكيات العائلات المتبنية والخلفية الوراثية . وبسبب اختلاط الأمر بالنسبة للاختلافات الاجتماعية والبيولوجية فإنه يكون من الصعوبة عمل مقارنة واضحة ، وقد اقترح سكار واينبرج **Scar and Weinberg** (١٩٧٦) أن خلط الاختلافات الاجتماعية والوراثية يكون شائعا فى العائلات . وقد تقدما باقتراح أن التلازمات الوراثية – البيئية هى القاعدة وأنها مسئولة عن جزء لايستهان به من التباين فى معامل الذكاء فى العشيرة العامة بالفعل هذا ما اقترح باستعمال طريقة كاتل MAVAالتى نوقشت بقسم ٧ – ٥ وبيانات التوائم لويلسن **Wilson** فى قسم ٧ – ٤ والمناقشات المتقدمة فى هذا الفصل) .

ودور السود قد ناقشه بيتيجروو **Pettigrew** (١٩٧١) حيث علق على أن السود لا يتوقع أن يكونوا أذكياء ولذا يتوقع فشلهم وسوف يؤدى ذلك إلى نقص فى الثقة بالنفس ونقص فى الاهتمام بالتعلم . وكذلك نقص فى التقدم . وزيادة على ذلك فقد وجد بيتى جرو **Pettigrew** أن السود يعطوا إجابات صحيحة للغاية عندما يقوم باختبارهم بالسود عن اختبارهم بالبيض وذلك لاختبارات معينة تدخل فى الذكاء وعامل آخر محتمل هو التغذية . فقد استشهد بتى جرو **Pettigrew** بدراسة هارل وودیارد جيتس **Harrell, woodyard and gates** (١٩٥٦) والتى فيها أن المستوى الغذائى أثناء النصف الأخير من الحمل له تأثير مفيد مباشر فى حسابات معامل الذكاء بالنسبة للأطفال فيما بعد . وفى الواقع فدراسة مك كاى وآخرين **McKay et al** (١٩٧٨) على سوء التغذية المزمن بالنسبة للأطفال فى عائلات من كولومبيا تحت تربية منخفضة الحالة

الاقتصادية الاجتماعية أوضحت أن المعالجة الغذائية والصحية والتعليمية ما بين ٣,٥ إلى ٧ سنوات من العمر يمكن أن تمنع فقد كبير فى القدرة الادراكية ويبدو ذلك بتأثيرات كبيرة مؤكدة بالنسبة للبدء المبكر للمعالجة . وعند انتقال مجموعة من بيئة مقيدة إلى بيئة حافزة فإنه يتوقع التحسين فى متوسط معدل الذكاء (كما يتضح من تجارب كووبر وزوبك Cooper and Zubek's ١٩٥٨ على الجرزان – قسم ٧ – ٤) . وربما تأتى معظم الأدلة المثيرة من قبيلة الأوساج Osqge الهندية . وتقطن هذه المجموعة أرض اكتشف فيها البترول مما أدى إلى مستوى عال من المعيشة عن باقى الهنود . وفى اختبارات الأداء واللغة فقد اتضح أنهم متفوقين بالمقارنة بمستوى البيض بالمنطقة . وقد سجلت زيادة مشابهة بالنسبة لمعامل الذكاء بين البيض فى منطقة الجبال فى شرق تنسى Tennlssee ما بين سنة ١٩٣٠ و ١٩٤٠ . وهذه هى الفترة التى حدث تقدم اقتصادى واجتماعى وتعليمى فى أثنائها وزاد فيها معدل معامل الذكاء من ٨٣ إلى ٩٣ . وهذه الزيادة الواسعة عموما فى معامل الذكاء تتوافق بوضوح مع دراسات التبنى لسكار ووابنبرج Scarr and Welnberg (١٩٧٦) التى نوقشت سابقا .

ولكل هذه الأسباب فإننا نجد أنه من الصعب توافق استنتاجات جنسن Jensen ولا نعتبرها من الممكن أن تثبت الفرض القائل بأن الاختلاف فى معامل الذكاء بين السود والبيض يرجع فى معظمه إلى أسباب وراثية . ومناقشات جنسن Jensen تفترض كفاءة توريثية عالية لمعامل الذكاء فى عشائر البيض ولكن لا يمكن تعميم الكفاءة التوريثية بين العشائر أو حتى بين البيئات (انظر فصل ٦ بالنسبة للمزيد عن كفاءة التوريث) . ومن الناحية الأخرى فلا يمكن اعتبار أنه من غير الممكن إثبات فروضة ، حيث لم يتيسر بعد الموقف التجريبى المحتاج للاثبات فمشكلة التصميم التجريبى تلازم العمل على نوعنا الخاص فإذا حدث خلاف من هذا الطراز فى معامل القوارض كمثال لكان من الممكن حله من زمن بعيد لأن التراكيب الوراثية يمكن أن تكرر وأن تتحكم فى البيئة . وعموما من الجدير العمل على زيادة معلوماتنا بالنسبة للعوامل الوراثية والبيئية التى تتحكم فى معامل الذكاء .

وأخيرا كيف تختلف السلالات وراثيا ؟ والتعريفات الكمية للسلالة التى وردت فى قسم ٥ – ٣ ، تؤكد أن السلالة تتصف باختلاف تكرار الجينات كميا عن السلالة الأخرى . وعلى أساس ٢٥ موقع خاص بمجاميع الدم ومعلمات وراثية أخرى ،وقد أوضح بودمر وكافللى – سفورزا (١٩٧٦) أن الاختلافات الوراثية بين المجاميع السلالية هى بالتأكيد صغيرة بالمقارنة بتلك الموجودة داخل المجاميع (انظر أيضاً لوونتن

Lewontin ١٩٧٢) وذلك مثل الاختلافات الصغيرة فى معامل الذكاء IQ بين المجاميع بالمقارنة بتلك الاختلافات داخل المجاميع . وباستعمال معلمات وراثية منفصلة فإنه يبدوا أن الاختلافات بين الأفريقيين والشرقيين أكثر قليلا من الفروق بين الأفريقيين والقوقازيين أو بين القوقازيين والشرقيين ، ويعتبر القوقازيون وسطا بين المجموعتين (انظر بودمر وكافللى سفورزا ١٩٧٦ للمناقشة الممتازة للاختلافات السلالية) . وحتى بصرف النظر عن السلالة فى خلال التاريخ التطورى للإنسان عمل يحكم الانتخاب الطبيعى على زيادة الذكاء . والأدلة على الانتخاب المباشر فى اتجاه معامل الذكاء العالى قد ذكرت فعلا فى هذا الفصل . فإذا كانت حدود الانتخاب قد أقترب منها فى كل مجاميع الإنسان ، كما هو المحتمل من مرور عدد كاف من الأجيال التى يجرى على مداها الانتخاب ، وبالتالى فإن حدودا متماثلة للانتخاب فى السلالات المختلفة تكون محتملة لصفة كعامل الذكاء ، حيث من الواضح أنها تحت تحكم ٢٢ أو أكثر من الجينات (جنكز وفولكر Jinks and Fulker ١٩٧٠) وعلى الجانب الآخر يمكن أن تناقش أن هناك بعض الاختلافات فى الاحساس والإدراك الحسى والعمليات الحركية بين السلالات والمتعلقة ببيئات هذه السلالات ومساكنها . والدراسات فى هذا المجال كما هو موضح فى قسم ١٢ – ٦ ، قليلة لدرجة تجعل الاستخلاصات المحددة لا تكون ممكنة ، وبالرغم من ذلك فإن الاختلافات السلالية تكون معروفة بالنسبة لمثل هذه السلالات . وأحسن خلاصة لهذه المناقشات هى التعليقات التى وضعها جورج جايلورد سمبسون George Gaylard Simpson (١٩٦٩) :

هناك أسباب بيولوجية لماذا لا تكون هناك اختلافات سلالية مؤكدة فى الذكاء ، ولماذا لا يمكن أن تكون متوقعة ففى الأنواع متعددة الطرز السلالات تلائم مختلف البيئات المحلية ولكن النوع عموما يحدث ملائمة مفيدة لكل سلالاته وتنتشر هذه الملائمة بينهم جميعا تحت تأثير الانتخاب الطبيعى وكذلك بالتزاوج بين السلالات . وعند تطور السلالات البشرية فإنه يكون من المؤكد أن الزيادة فى المقدرة العقلية تكون مفضلة لجميع السلالات . ولذا فإنها تميل إلى أن تنتشر عبر خلال الأجيال فى درجات متساوية تقريبا وتخلف سلالة بلا حدود بالنسبة لسلالة أخرى فى الأقلمة الوراثية الكلية بقتضى عزلا وراثيا لعدد كبير جدا من الأجيال وفى الحقيقة يجب أن يصيروا نوعين متباعدين ، ولكن السلالات البشرية تعتبر أجزاءً متداخلة من نوع واحد .

١٢ – ٤ القدرات العقلية الأولية

المدخل الأوضح للقدرات العقلية والتى تقاس بمعامل الذكاء يأتى من عمل

اختبارات تصمم لقياس عدد من القدرات المنفصلة (فندنبرج Vandenberg ١٩٦٧) . ومن هذه البطاريات اختبارات شيكاغو الأولية للقدرات العقلية التى صممت بواسطة ثيرستون وثرستون (١٩٤١) والتى استعملت فى العديد من حالات الحصر . ويمثل جدول ١٢ – ٦ تصنيف النتائج لأربعة من الدراسات الخاصة بالقدرات الخاصة وبالمسافة والعدد والاستدلال ، وفصاحة الألفاظ وكذلك معدلات التذكر . والدراسات الأربعة تتوافق مع وجود المكونات الوراثية كما حددت لحسابات الإحصائية لقيمة H للقدرة اللفظية وفصاحة الكلام . ويوجد أيضاً توافق تام للمكون الوراثى للحسابات الفراغية (القدرة على التعامل مع أشكال ذات اثنين وثلاثة أبعاد) . ووجدت معنوية أقل للعوامل الوراثية فى حالة معدلات التذكر وبالنسبة للحسابين الباقين فإن الدراسة الانجليزية (بلوت Bleuett ١٩٥٤) لا تتوافق مع الدراسات الأمريكية « حساب القدرة العددية أساسا على اختبارات حسابية غاية فى البساطة) . وبالنسبة للدراسة الانجليزية لا يوجد أى دليل على عوامل وراثية بينما الدراسات الثلاثة الأخرى (أمريكية) اقترحت عوامل وراثية . فبالنسبة لقياس استدلال فإنه يحدث العكس فعلا . كما اعطى بلوت Blewett الدليل على مكونات وراثية بينما لا تعطى ذلك الثلاثة دراسات الأمريكية. وقد علق فاندنبرج Vandenberg (١٩٦٧) على أن تفسير هذه النتائج يحتاج إلى احتياط وذلك للاختلافات بين المجاميع فى الخبرة الاجتماعية الاقتصادية أو التمرينات التعليمية ولأجل أسباب أبسط مثل الاختلافات فى حجم العينة أو طرق الإجراء المختلفة . ورغم ذلك ، فعلى أساس البيانات المتجمعة قد اقترح اختلاف وراثى مؤكد على الأقل لقدرات الأعداد واللفظ والمسافة وتسجيلات فصاحة الكلام وقد أوضح فاندنبرج Vandenberg أن هذه المكونات الأربعة على الأقل مستقلة بعضها عن بعض لحد ما من وجه نظرا الوراثة . وبالأخص التمرينات التعليمية و/أو الخبرة الاقتصادية الاجتماعية من العوامل المهمة جدا بالنسبة للاستدلال والذاكرة عنها بالنسبة للمكونات الأربعة السابقة مما يؤدى إلى الميل إلى نتائج أكثر التباسا .

ووجود المكونات الوراثية الأربعة المتضمنة فى حساب الأربعة قدرات السابقة إذا ما أثبتت مستقبلا فسيمثل ذلك نتيجة ذات مغزى هام . ويدل ذلك على أن الذكاء يتكون من عديد من الاسهامات وأن تقييم اختبار معامل الذكاء هو تجميع لذلك بالإضافة إلى إسهامات أخرى . والاتجاه مثل هذا التحليل الأدق للصفات المعقدة سوف يؤدى إلى فهم جيد لوحدات المكونات التطورية التى يتضمنها الذكاء الإنسانى .

وهناك العديد من الاختبارات الأخرى للقدرة العقلية والتى عرضت لها الأفراد

جدول ١٢ – ٦ : احصاء H المحسوبة من عد التوائم الثنائية الزيجوت DZ والأحادية MZ على ستة بنود من اختبار اشيكاجو الأولى للمقدرة العقلية

البنود المختبرة	الدراسة			
	بلوت ١٩٥٤	وسمون وآخرين ١٩٥٥	فاندنبرج ١٩٦٢	فاندنبرج ١٩٦٤
الفصل	0.68*	0.64*	0.62*	0.43*
المساطة	0.51†	0.76*	0.44†	0.72*
العدل	0.07	0.34	0.61*	0.56*
الفكر	0.64*	0.26	0.29	0.09
فصاحة الكلام	0.64*	0.60*	0.61*	0.55*
الذاكرة		0.38†	0.21	

$P < 0.01$ مقاسه باختبار $\chi^2_{(n-1)(n-2)}$.هذا الاختبار للمعنوية يستعمل غالبا بواسطة فاندنبرج . وهذا قريب من H الاحصائى بواسطة $\chi^2_{(n-1)(n-2)}$ (انظر فصل ٧) .

المصدر : فاندنبرج حيث أنه يختص بالمصدر الرئيسى

المختبرة . ولا يقال الكثير عن الحد الذى تكون عنده الصفة المختبرة تحت تحكم وراثى . وتناولت كثير من البحوث هذا الموضوع وخصوصا على الأمريكيين من أصل أوروبى أويابانى فى هاواى (دفريز وفاندنبرج وملك كليرن **Defries, Vandenberg and Mc Clearn** ١٩٧٦) وهذا أمر هام من وجهة نظر الجدل حول تفسير الاختلافات فى معامل الذكاء بين السود والبيض .

١٢ – ٥ الشخصيـة

بالرغم من الاهتمام بالذكاء فإن هناك حاليا اهتماما متزايدا بالشخصية وطرق متعددة العوامل أدت إلى التركيز على جوانب معينة من الشخصية بدلا من الشخصية ككل . وقد عرف حريفيث (١٩٧٠) **Griffitts** الشخصية على أنها « الانتظام الثابت بشكل أو بآخر لسلوك الشخص العاطفى والإداركى والفكرى والتصورى وكذلك سلوكه الوظيفى ، وكل ذلك يحدد لحد كبير تكيفه للأوضاع البيئية » . وتعريف بهذه الطريقة يجعل الذكاء فقط واحد من مظاهر الشخصية . والتقدم فى تقييم وتقديم اختبارات للشخصية يعول عليها جعلت التقدم فى تقدير الاختلافات الوراثية أكثر فاعلية عما سبق .

والاختبارات متعددة العوامل تشمل مقاييس تفيد فى قياس جوانب خاصة من الشخصية . وهناك مثالين لمثل هذه الاختبارات منها مسح منسوتا الجوانب الشخصية المتعددة الأشكال (MMPI) وكذلك مسح كاليفورينا للشخصية (CPI) وقد استعمل

مقياس (MMPI) بواسطة جوتسمان Gottesman (١٩٦٥) فى دراسة ٣٤ زوجا من التوائم أحادية الزيجوت MZ وكذلك ٣٤ ثنائية الزيجوت فى حالة مراهقة فى منسوتا (حيث الغالبية من السكان من أصل اسكندناف) وفى دراسة أخرى على ٨٢ زوج أحادى MZ و ٨٦ زوج DZ فى بوسطن . ويحتوى اختبار MMPI على ٥٥٠ سؤال تعطى تسجيلا على ١٠ جوانب من الشخصية (جدول ١٢ – ٧) . وهناك اتفاق محقق بالنسبة لنظام ترتيب H الاحصائية استثناءالهذاء . ومن المعقول أن تسجل قيمة H العالية بالنسبة للانطواء الاجتماعى والاضطراب النفسى المعاد للمجتمع وكما هو أيضا متوقع للقياسين الخاصين بأمراض الذهانية (الاكتئاب النفسى . انفصام الشخصية) . ومع ذلك فإن النتائج تتباين تبعا للعمر والجنس والنقص الكامل فى الاتفاق على ترتيب H الاحصائية يرجع تأثير المنطقة الجغرافية أو يرجع إلى أصول العشائر المدروسة .

وفى تحليل جنكز وفولكر Jinks and Fulker (١٩٧٠) لبيانات شيلدز Shields (١٩٦٢) عن مرض العصاب مقيما بأسئلة مصممة على شكل استخبار لإعطاء قياس لكل من مرض العصاب والانبساط واجرى هذا الاختبار على توائم أحادية الزيجوت MZ مرباة معاً أو متباعدة وكذلك توائم ثنائية الزيجوت DZ . وجدول ٧ – ٤ حلبات قيم E,H الإحصائيتين . وتفسر الخلاصة العامة لجنكز وفولكر Jinks and Fulker بالنسبة لمرض العصاب على أساس نموذج من فعل عوامل مضيفة وسيادتها غائبة . وهذا يعنى شيوع التعبير الوسط للعصاب ويعنى هذا أن يكون محتملا ثبات الانتخاب لأقصى

جدول ١٢ – ٧ : قيم H من تسجيلات على التوائم وحيدة وثنائية الزيجوت ل مسح على شخصية منسوتا متعددة الجوانب .

Personality الصفة الشخصية	دراسة منيابولس		دراسة بوسطن	
	H	Rank	*H*	Rank
الوسوسة	0.16	7	0.01	10
الكآبة	0.45	3	0.45	1
الهذاء bria	0.00	10	0.30	7
الاضطراب العقلى	0.50	2	0.39	2
الاسترجال/التأنث	0.15	8	0.29	8
جنون الاضطهاد	0.05	9	0.38	3
انهيك القسرى (عمر عن التخلص من الشكوك والمخاوف)	0.37	5	0.31	6
انفصام الشخصية bnia	0.42	4	0.33	4
س	0.24	6	0.13	9
الانطواء اجتماعى ersion	0.71	1	0.33	4

المصدر : جوتسمان Gottesman (١٩٦٥)

الوسط ويكون التطرف غير محيذ . وتتشابه توقعات جوتسمان Gottesman (١٩٦٥) لعدد من مثل هذه الصفات حيث اعتبر أن التطرف غير مفيد ولكن الأدلة السابقة المتاحة قليلة . وقد وجد جنكنز وفولكر دليلا على وجود تزاوج تناسقى موجب فى البيانات والذى لم تكن مؤكدة على ما أى حال . وقد اعتبرا أن الاختلافات البيئية والطبقية لها تأثير قليل أو معدوم على الأبعاد المحددة للشخصية .

وحلل الانبساط النفسى أيضاً بنفس الأسئلة التى استعملت فى حالة العصاب . وهذه الصفة مع العصاب تعطى بعدين مهمين من جوانب الميل فى الشخصية كما وصفت بواسطة ايزنك Eysenck ١٩٦٧ وقد وجد أن للبيئة صلة أكبر بالانبساط عن العصاب وفى هذا فإن الأشكال الظاهرية الانطوائية تكون أكثر تلائماً أو تحورا عن الأشكال الظاهرية المنبسطة بواسطة البيئة داخل العائلة . ومع ذلك فإن درجة التحديد الوراثى تكون عالية . وتأتى نقطة مهمة من دراسة شيلدز Shields ١٩٦٢ الذى ناقش كيف يمكن لأحد فردى من الأزواج أحادية الزيجوت المرباة معاً التسيد وأخذ القيادة .

وأول دراسة استعملت فيها التسجيلات العاملية هى تلك الخاصة بايزنك وبرل Eysenck and Prell (١٩٥١) . وتعتبر أول البداية فى الطريق بعيدا عن استعمال المقاييس الفردية والاتجاه إلى استعمال المقاييس المجمعة وتوضح البيانات الممثلة فى جدول ١٢ – ٨ للعصاب والانبساط والنشاط التلقائى أو الذاتى والذكاء قيمة H عالية للعصاب . وخصصت كثير من الدراسات لتحليل التنشأة الطبيعية للشخصية وخصوصا فى دراسة التوائم (انظر ميتلر Mittler ١٩٧١) . وقيمة أعمال ايزنك Eysenck الحديثة فى معرفة العلاقة بين الشخصية والتباينات الأساسية . وهذا مجال معقد واختبار لكل من النفسانين والوراثيين . وليس بمستغرب أن تحليله حديثا لتسجيلات الموارد الطبيعية لشخصية التوائم فى اختبار صمم لقياس الاضطرابات العصبية والعصب والانبساط والميل للتربص اعطت تباينات وراثية تتوافق مع افتراض الجين المضيف (انفزو ايزنك Eaves and Eysenck ١٩٧٧) . وسوف يعكس ذلك انتخاب ثابت ويؤكد أن السلوك المتطرف يتوقع أن يكون أقل ملائمة تناسليا عن الوسط .

١٢ – ٦ العاطفة والادراك الحسى والمهام الحركية

تكون تسجيلات قياس المخ الكهربائى (EEG) أكثر تماثلا فى التوائم أحادية الزيجوت MZ عن تلك للتوائم ثنائية الزيجوت DZ . ومعظم البحوث التى أجريت فيما مضى

جدول ١٢ – ٨ : التلازم داخل الأقسام وقيمة H لتسجيلات العوامل لمختلف صات الشخصية

الصفة	معامل التلازم لتوحيد الزيجوت	معامل التلازم لثنائي الزيجوت	H	المصدر
الصلب	0.65	0.22	0.81	أوزلك وبرك (١٩٥١) (1951)
الانبساط	0.50	−0.33	0.62	ازلك (١٩٥٩)
النشاط الذاتي	0.93	0.72	0.75	ادلك (١٩٥٩)
الذكاء	0.82	0.38	0.71	ايزلك (١٩٥٦)

كانت تعتمد على الفحوص المرئية لقياس المخ الكهربائى عن إنتاج التحليلات الأكثر دقة بإمكان استعمال الكمبيوتر (جول – نيلسن وهارفلد **Tuel-Nielsen and Harvald** ١٩٥٨) وقد فتح تحليل الكمبيوتر احتمالات جديدة لدراسة الأفكار الوراثية للجهاز العصبى المركزى . وعموما فإن دراسة التوائم أحادية الزيجوت MZ تكون أكثر تشابها عن التوائم ثنائية الزيجوت كما هو متوقع – وقد علق ميتلر **Mittler** (١٩٧١) بأن العوامل الوراثية تلعب دورا هاما فى نمو القدرات المرئية والفضائية عن الصفات التى نوقشت آنفا والتى تحتوى أساسا مكونات الذكاء والشخصية – والطرق الدقيقة لقياس المخ كهربائيا EEG يمكن توقعها من العمل على الخصائص الكهربائية المثيرة للقشرة وتستعمل اشارات خاصة مثل الومضات الضوئية والنبرات النقية ويحلل الجزء الأساسى الذى ويستجيب لهذه الاشارات من القشرة المخية ممثلا فى تقرير لدستمان ويك **Dustman and Beck** (١٩٦٥) فى مقارنة المقدرة المرئية لتأثير ١٠٠ ومضة ضوئية فى ١٢ زوج من التوائم أحادية الزيجوت MZ و ١١ زوج ثنائية الزيجوت DZ ومجموعة ضابطة من ١٢ زوج من توائم متباعدة فى نفس العمر . وقد حللت مكونات الموجات للأول ٢٥٠ ملى ثانيةوالأول٤٠٠ ملى ثانية ومقارنة قراءات الوسط ومؤخرة الرأس . وعموما فإنه يتضح تداخلا عاليا للتلازم داخل القسم فى التوائم الأحادية MZ عما يحدث فى التوائم ثنائية الزيجوت DZ وقيمة H المتحصل عليها ٠,٥٧ للتوائم الأحادية بالنسبة لقراءة مؤخرة الرأس عند ٢٥٠ ملى ثانية . وعند استعمال ليكن **Lykken et al** (١٩٧٤) لمقياس المخ الكهربائى بما لا يقل عن ٦ قياسات EEG على التوائم وجدوا أن"معظم التباين فى معدل خصائص مقياس المخ الكهربائى EEG يبدوأأنه يتحدد وراثياً".

وقد توجد تباينات عاطفية حسية لها ميكانيكيات وراثية مبسطة نسبيا والتى سوف تناقش فى فصل ١١ . وكذلك أمكن القيام بعدد من المهام التى تشتمل على الادراك الحسى المرئى . وكتعليق فوللر وثمبسون **Fuller and Thompson** (١٩٦٠) فإن كثيرا

من هذا المهام تقوم على فكرة الاحساس البصرى بعد زوال المؤثر الذى أحدثه أو التحام الوميض ثم خبوه أو القابلية للاصابة بخداع البصر وهى مؤشرات فعالة للشخصية . وقد اعطى ملخصا فى جدول ١٢ – ٩ للمقارنات بين التوائم أحادية وثنائية الزيجوت وأن النقص الكثير فى البيانات يعنى الفشل فى تقدير التأثير المحتمل للخبرة السابقة على التأثير الحسى البسيط .

يحدد الإحساس البصرى بعد زوال المؤثر الذى أحدثه بتركيز البصر وذلك بوجود مربع فى خلفية متعادلة فى فترة معينة من الزمن ثم يقدر حجم الإحساس البصرى بواسطة عرض **Projecting** صورة الاحساس البصرى على شاشات من مسافات بعيدة وقريبة عن المسافة الثابتة . والبيانات فى جدول ١٢ – ٩ للاحساس البصرى بعد زوال المؤثر تعرض على شاشات على مسافة ٢٠٠,٥٠ سم بعد ثباتها على ١٠٠ سم . وقيم H المتحصل عليها عاليه أو أكثر من عاليه .

جدول ١٢ – ٩ : التلازم داخل القسم وقيمة H الادراك الحسى للتوائم أحادية وثنائية الزيجوت .

المهمة		معامل التلازم فى أحادية الزيجوت	معامل التلازم فى ثنائية الزيجوت	قيمة
حجم الإدراك البصرى بعد زوال المؤثر	(1)	0.71	0.06	0.68
	(2)	0.68	0.00	0.68
	(3)	0.98	0.22	0.97
	(4)	0.75	0.23	0.67
تخيلات تمارس فى الطفولة	(1)	0.50	0.10	0.44
	(2)	0.66	0.15	0.60
	(3)	0.67	0.05	0.65
الالتحام الخرج للوميض ثم خبوة fusion		0.71	0.21	0.63
خداع البصر لوائر الأثر sion	(1)	0.53	0.39	0.22
	(2)	0.55	0.05	0.52
	(3)	0.51	0.37	0.22
	(4)	0.57	0.28	0.40
ظاهرة الحركة الذاتية enomenon		0.72	0.21	0.64

المصدر : ميتر Mittler (١٩٧١)

يمكن الحصول على دليل العقلية التخلية فى الطفولة باستعمال مستميلات مرئية معقدة مثل صور بمساحات كبيرة ملونة وتسجيل درجة بقاء الصورة التى تقرر باستجابة الشخص . ويمثل كل مستميل يوميض يتوهج ثم يخبو أو بدونه . وقيمة H عاليه ولكن

ليست على العموم عاليه مثل حجم الاحساس البصرى بعد زوال المؤثر ويعطى أيضاً الالتحام الحرج للوميض قيمة عاليه من H .

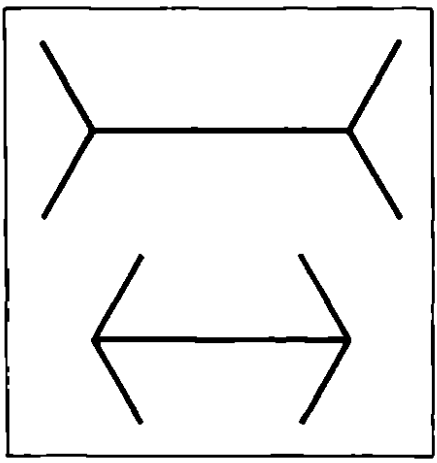
بنتج خداع موللر لاير البصرى يزوج من الأسهم والتى تتساوى فى طول القصبة والتى يكون فيها نقطة الرأس سهم متجه نحو الخارج أو الداخل (شكل ١٢ – ٥) . وقصبة الرمح التى تخرج منها رؤوس تبدوا أكثر طولا بالرغم من أن كلا من القصب يكون بنفس الطول . (انظر جرجورى Gregory ١٩٦٦ بالنسبة لمناقشة موللر لاير وكذلك خداعات بصرية أخرى) والموضوع مطلوب للتحكيم أى من القصب يبدوا طويلا . وقيمة H لهذا العمل تعتبر أقل عن الآخرين) .

ولاختبار ظاهرة الحركة الذاتية بأمر الشخص الذى يدرس استجابة أن يركز بصره أو انتباهه على ضوء ثابت ويصف ما يرى . وإذا تقررت الحركة فإن الشخص يقتفى أثر الشعاع ثم تسجل بطول الخط المرسوم . قيمة H عالية لهذا الاختبار .

وعموما فإن كل هذه الواجبات المرئية الحسية تظهر بعض الأساس الوراثى . وقيمة H تتماثل فى مقدارها مع تلك المتحصل عليها من قدرات العقل وصفات الشخصية . ومن المدهش أن هناك القليل من البحوث أجرى حتى قريبا جدا عن احتمال وجود أساس وراثى لهذه الصفات . وقد أجريت دراسات مستفيضة على القدرات العقلية والشخصية على أصناف من الأقارب وقد تقرر القليل منها ، بالنسبة للمرئيات الحسية . ويمكننا أخيرا أن نزكى بكل سرور جتمان Guttman ١٩٧٤ وجود أنف وآخرين ١٩٧٧ Goodenough et al وليوهلن وآخرين Loehlin et al ١٩٧٨ وروز وآخرين Rose et al ١٩٧٩ لسرد البحوث حتى تاريخه على سرعة الإدراك الحسى .

قدمت دراسات التوائم بالنسبة للمهارات الحركية الدليل على وجود تحكم وراثى – بالنسبة لحركة المطاردة وحزم ملف الخيوط واختبار فرز البطاقات . ولذا فإنه من الصعب تجنب الاستنتاج بأن هناك مكون وراثى أساسى للعاطفة والإدراك الحسى والسلوك الحركى ، وإذا كان المكون الوراثى أكثر أهمية للقدرات العقلية وصفات الشخصية فيكون من الصعب تحديده من الأدلة التى استعرضت .

ناقش سبهلر ولندزى Spahler and Lindzey (١٩٦٧) الاختلافات فى العاطفة والادراك الحسى والعمليات الحركية بين السلالات . بالرغم من المقارنة السيكولوجية للسلالات بالنسبة للعمليات العاطفية البسيطة وطريقة الاستجابة وهناك حتى حديثا بعد الأعمال التقليدية فى هذا المجال . ومؤخرا فى القرن الأخير وجد أن وقت التفاعل



شكل ١٢ - ٥ : خداع البصر لموللر لاير . وطول قصبة الأسهم متساوية للسهمين

للاستمالة المرئية والسمعية واللمسية فإن أشخاص من الهنود الأمريكان كان لهم أقل معدل من الاستثار . ويتبع هؤلاء الهجين القوقازى الأفريقى وكانت المجموعة القوقازية أقل فى تفاعلها . ومبكرا فى هذا القرن فإن الحدة المرئية لسكان حرز ترز سترات **Torres Strait** كانت أكثر تفوقا من المجاميع الأوروبية . واختلافات أخرى بين السلالات فى عمليات العاطفة الحركية التى نوقشت بسبهلر ولندزى **Spuhler and Lindzey** المشتملة على مدى التمييز وبداية الآلام والحدة السمعية . وقد أدت الدراسة المبكرة إلى اقتراح احتمال وجود اختلافات سلالية ممكن تقديرها فى السلوك والقليل يمكن أن يقال عن الحد الذى تكون فيه هذه الاختلافات وراثية . وبعد هذه السلسلة من الدراسات المبكرة فإن عمليات استقصاء أكثر تعقيدا نوقشت فى الأقسام السابقة من هذا الفصل غالبيتها عن علم النفس . وحاليا فقط يوجد هناك توصيات بالاهتمام بدراسة العاطفة والادراك الحسى . والحركى . فمثلا تظهر الأعمال الحديثة أن الخداع البصرى لموللر لاير يكون غالبا كما هو شائع بين الأمريكان أربعة مرات معدله فى أفراد البوشمان . وبالرغم من مواجهة أدلة محددة فقد كتب سبهلر ولندزى **Spuhler and Lindzey** (١٩٦٧) إذا استثنينا تذوق مادة المثيل ثيوكارباميد PTC واللون المرئى والإدراك الحسى لخداع البصر فإن هناك قليلا من الأدلة الدامغة فى الوقت الحالى أما للاختلافات السلالية أو التساوى السلالى فى العواطف البسيطة أو العمليات الحركية . فإذا ما كانت المجهودات المبذولة فى تحليل الشخصية وكذلك القدرات الفعلية تنطبق على العاطفة والعمليات الحركية فإن تقدما معنويا مؤكدا قد يحدث .

١٢ - ٧ السلوك والاختلافات الظاهرية

تحدث شلدن ومعاونوه **Sheldon and coworkers** (١٩٤٠ - ١٩٤٢) عن العلاقات الممكنة بين البناء الإنسانى (النمط الجسمى **Somutotype**) والسلوك . فقد وجدوا تلازما عاليا ولكن على الرغم من ذلك فقد أجريت أيضاً بعض الدراسات . ويؤكد لندزى **Libdzey** (١٩٦٧) على مقاومة النفسانيين عموما الاعطاء اهتمام كبير لدراسة الشكل الظاهرى والسلوك . وقد عرض شلدن **Sheldon** تقسيما للشكل الظاهرى على أساس ثلاثة طرز فزيائية متباعدة بمعدل لكل قطر مستمد من مجموعة صور قياسية وقد أمكن تخيل ثلاثة أشكال ظاهرية متباعدة للنمط الجسمى :

- شخص ذا نمط داخلى معين . والشخص العالى لهذا المكون يتصف بمظهر ناعم كروى متعلق بعدم النمو الكامل للعظام والوصلات ومعدل منخفض لنسبة السطح للكتلة ونمو سريع للأمعاء الهاضمة وحيث أن الوظيفة الأساسية لهذه التركيبات تأتى أساساً من طبقة الأنسجة الداخلية ولذلك استعمل اصطلاح الشكل المعين **endomorphy** . **endomorphy**

- شخص ذا نمط وسطى : الفرد العالى لهذا المكون يكون خشن وقائماً وذلك لزيادة فى العظم والعضلات ولذا فهو مزود بإمكانيات القيام بأعمال بدنية . ويستمد الاصطلاح من سيادة طبقة الأنسجة الوسطية فى هذا الهيكل .

- شخص ذا نمط خارجى . الشخص المفرط بالنسبة لهذا المكون يكون مستقيما ونحيفا ويتصف الصدر بشدة الانخفاض وضعف فى الجسم . ولذلك فإن المظهر الخارجى يتشكل أكثر من الأنسجة الخارجة الجنينية حيث يستمد الاصطلاح من هذا التشكيل . والقوة البدنية ضعيفة لمثل هذا الشخص للقيام بمهام طبيعية .

لا يعتبر التقسيم الذى استنبط على أساس طرز الجسم لشلدون **Sheldon** الوحيد فقد نوقشت أيضاً فى هول ولندزى **Hall and Lindzey** (١٩٥٧) ولندزى **Lindzey** (١٩٦٧) وكذلك سترن **Stern** (١٩٧٣) .

وهناك علاقة واضحة ومميزة من السلوك والشكل الظاهرى . وكمثل فإنه لا يمكن استخدام النمط الخارجى الضعيف لتحمل الاستجابات العنيفة مع نفس التأثير كالنمط المتوسط القوى . ويضع الطول والوزن والاستقامة الحدود على مسئوليات التأقلم التى يمكن أن للفرد أن يقوم بها فى بيئة معينة . وقد استشهد لندزى **Lindzey** (١٩٦٧) بأدلة على الاختلافات السلوكية الواضحة والثابتة بين الأفراد التى تتباين فى نمو الشكل

الظاهرى . وعموما فإن الفرد الذى يفرط بدنيا فى بعض النواحى مثل الافراط فى البدانه أو النحافة معرض لحدما لمجاميع ذات خبرة مختلفة من التعلم عن شخص يكون أقرب من المتوسط بدنيا . ولاحظ أن « المتوسط Average يتباين بين المجاميع العرقية .

وتأتى مجاميع من الأسئلة تلفت النظر عن أشكال الهيكل للرياضيين (كارتر Carter ١٩٧٠) . ويكون تقريبا جميع أبطال الرياضيون عاليون فى النمط الوسطى . ومعظم هؤلاء من رافعى الأثقال متبوعا بمتسابقى المضمار الأولمبيين ألعاب القوى ولأعبى الكرة والمتصارعون . والرجال الأقل فى النمط الوسطى هم متسابقى المسافات . وتصنف المرأة الرياضية من المضمار وقفز المسافات والعدو واللاتى لهن أقل نمط وسطى إلى لاعبى الجمباز اللاتى لهن أكثر نمط وسطى . وليس بمستغرب أن يكون تأدية الأبطال للمستويات المختلفة للعبة معينة لهم مظاهر متماثلة من حجم الجسم وكذلك طراز الهيكل ولكن يبدو أن الأشكال تميل لأن تتباعد أكثر كلما ازداد مستوى الأداء . والتباعد فى مستوى السلوك يتوافق مع التباعد على مستوى الشكل الظاهرى . وبالعكس فإن أشكال هيكلية معينة موجودة فى غير الرياضيين لا تكون موجودة على الاطلاق فى مجاميع أبطال الرياضيين . وتباعد شكل الهيكل فى الرياضيين يمكن أن يزداد بالتدريب ولكن التدريب يكون غير مناسبا فى تغير شكل هيكل غير الرياضيين إلى النمط الوسطى للرياضى .

وقد ادعى شلدن Sheldon (١٩٤٢) علاقات ملفتة للنظر بين الشكل الظاهرى والمزاج – وقد انتخب ثلاثة مكونات مزاجية :

● المزاج الحشوى : ويتصف الأفراد المرتفعون فى هذا المكون بحب عام للراحة وللاجتماعيات وشراهه للطعام واستمتاع بالناس وكذلك بعاطفة فياضة . ومثل هذا الفرد يكون هادئا فى وقفته وبطىء الانفعال وعموما فإنه إنسان سهل فى التعامل معه .

● المزاج البدنى : ويصاحب هذا التسجيل العالى حب المقامرة وأخذ المخاطر وكذلك احتياج قوى لبناء عضلى وقوة طبيعية . مثل هذه الأفراد تكون حمقاء أو مندفعة مع ميل اتجاه العنف والقوة والسيطرة .

● المزاج المخى : معدل عال من الكبت والرغبة فى الكتمان . مثل هذا الشخص كتوم خجول ويخشى الناس .

يمكن وضع تقسيم شلدن/Sheldon فى أزواج لكل من التركيب والوظيفة فيما يلى :

داخلي – حشوى **endomorphy - viscerotonia** وسطى – بدنى - **somatotonia mesomorphy** خارجى – مخى **ectomorphy - cerebrotonia** وعلى أساس ٢٠٠ حالة لكل من أقسام المزاجية وباستعمال النظام التسجيلى للتركيب والمزاجية فقد حصل شلدن **Sheldon** على علاقات معروضة فى جدول ١٢ – ١٠ ومن الواضح أن تظهر النتائج معامل واسع من التلازم للأزواج التركيبية والوظيفية السابقة وعلاقة سالبة بين الأخرى . يوجد علاقة واضحة بين التركيب أو الصفات الطبيعية للفرد والوظيفة المتوقعة أو نوعيات السلوك . والتلازم الموجب ، مهما يكن ، يكون عاليا بافراط ومنتقد من النفسانيين على أساس أن شلدن **Sheldon** نفسه يقوم بتنفيذ كلا من مجموعتى التصنيف . وأوضحت الدراسات الأخيرة (وللسرد انظر ليندزى **Lindzey** (١٩٦٧) أيضاً تلازمات موجبة بين الشكل المظهرى والمزاج ولكن على مستوى أقل من الدنو (شيلد ١٩٥٠ **Child** وبارنل ١٩٥٨ **Parnell** ووكر ١٩٦٢ **Walker**) .

وقد وجد شلدن **Sheldon** زيادة فى النمط الوسطى فى الأفراد الذين يظهرون سلوكاً إجراميا بين الشباب المستهتر . وتعزز عدد من الاحصائيات الأخرى ذلك (ايزنك **Eysenck** ١٩٦٤ وليندزى ١٩٦٧) مشتملة على دراسة الإناث المستهترة (ابس وبارنل ١٩٥٢ **Epps and Parnell**) . وقد وجد العديد من الباحثين علاقة ما بين الطراز التركيبى وفصام الشخصية (هيستون ١٩٧٠ **Heston** ، وبارنل **Parnell** ١٩٥٨) وتمثل الميزمورف تمثيلا ضحلا فى مزدوجى الشخصية وتمثل الاكتومورف بدرجة أكبر . والمصابون بجنون الاضطهاد على الجانب الآخر أحيانا يكونوا ميزمورف (بارنل ١٩٥٨ **Parnell**) . وأخيرا فبالنسبة للنمو الجنسى والسلوك فإن تصنيفا من الاكتومورف العالى يكون متلازما مع النمو الجنسى المتأخر وبالأخص فإن الأفراد الاكتومورف يميلون لممارسة الاتصال الجنسى مؤخرا عن أى من الميزمورف أو الاتدومورف (مارتن وإيزنك ١٩٧٦ **Martin and Eysenck**) .

١٢ – ٨ الإجرامية أو العمل الإجرامى

من نصائح الراهب الروسى فى الأخوة كرامازوف لدوستوفسكى

تذكر دائماً أنك لن تكون قاضيا أو منصفاً لأحد . ولذلك فإن أى فرد لا يحكم على الجريمة حتى يعرف أنه مجرم تماماً مثل الإنسان الماثل أمامه ، وأنه ربما على جميع الرجال أن يعاقب على هذه الجريمة .

جدول ١٢ - ١٠ : معدل التلازم بين المكونات الطبيعية ومكونات المزاج

	Viscerotonia	Somatotonia	Cerebrotonia
الداخل	0.79	−0.29	−0.32
الوسط	−0.23	0.82	−0.58
الخارجي	−0.40	−0.53	0.83

المصدر : شلدن (١٩٤٢) Sheldon

فعندما يفهم ذلك تكون لديه مقدرة للحكم . فإذا أنا كنت مصيبا أو صالحا فربما لا تكون هناك جريمة .

وهناك أسباب كثيرة متكررة بالنسبة للأجرام وكذلك السلوكيات المضادة للمجتمع منها عدم الرضا أو القناعة بالحياة المنزلية والتنشئة الفقيرة والفقر والجهل والتخلف العقلى وغياب الآباء والتصارع البيئى وكذلك مقدار تأثير العوامل البيئية الأخرى . وماذا عن الوراثة ؟

وضع ستيرن (١٩٧٣) Stern فى نهاية أحد الفصول التمرين الآتى :

ما بين ٢٧٨ من اخوة المجرمين وجد ستميفل ١٠٣ حالة لها سجلات إجرامية . وهذا يطابق وجود مجرم واحد من بين كل ٢,٧ من اخوة المجرمين . ومن بين ٦٢ توأم غير صنوانى للمجرمين وجد ستميفل وكرانز Stumpfl & Kranz ٣٠ من المدانين . هذا يطابق معدل واحد لكل ٢,١ . وقد اقترح أن آخر تحديد للمعدل العالى للجرائم (١ فى ٢,١) بالمقارنة بأول معدل للتحديد (١ فى ٢,٧) يكون راجعا إلى التشابه البيئى الكبير فى التوائم عن الاخوة العاديين . (أ) ما هى المعنوية الاحصائية للبيانات ؟ (ب) وماذا تحمله الإجابة بالنسبة للسؤال السابق للتفسير المقترح للتكرارات المختلفة ؟

فى جرائم البلوغ هناك معدل توافق عالى هو نسبة ٧١٪ (ن = ١٠٧) أمكن تقريره حديثا بالنسبة لأحادى الزيجوت MZ ونسبة ٣٤٪ (ن = ١١٨) بالنسبة للتوائم ثنائية الزيجوت DZ . والأرقام متساوية بالنسبة للمجرم الحدث حيث أن النسب تكون ٨٥ (ن = ٤٢) وكذلك ٧٥٪ (ن = ٢٥) . ولم تحكم هذه البيانات بإمعان حيث أنه لا يمكن أن نبعد الوراثة والبيئة (إيزنك ١٩٦٤ Eysenck) وسوف توضح الأسباب لهذه النقطة فى مرجعنا .

والعوامل التى سوف تناقش لها بعض الأساس الوراثى وقد تكون مهمة كمحددات

لارتكاب أو عدم ارتكاب الجريمة (روزنثال ١٩٧١ **Rosenthal**) .

- عدد كبير من المجرمين لهم معامل ذكاء منخفض .
- الحدث المنحرف والمجرمون لهم معدل عال لشذوذ EEG عن العشائر العامة .

وقد اشتشهد روزنتال (١٩٧١) **Rosenthal** بعينات من المساجين بمعدل نسبة ٧٥٪ من EEG الشاذ والعلاقة بين الوراثة وكل من EEG العادى والشاذ أمكن تلخيصها بواسطة فوجل **Vogel** (١٩٧٠ : انظر أيضاً قسم ١٢ – ٦) . وأعطى جدول ١٢ – ١١ الأساس الوراثى لعدد من مظاهر EEG . وعلى أساس الملاحظات EEG المحدودة فالأفراد التى تنتج أى من الفا الطويلة الرتيبة أو مظاهر موجات بيتا يبدوا أنهم يتزاوجوا من المنتجين بالتساوى اعتباطيا ممثلا ١٧ من ٥٦ فنتج موجات بيتا تزوجوا منتجين موجات بيتا بينما ٥ فقط من ٥٤ غير منتجين لموجات بيتا تزوجوا منتجين موجات بيتا وهؤلاء الذين يشكلون برتابة موجات الفا (بموجات غير عادية الانتظام باتساع عال) تظهر تشابها غير متوقع بالنسبة للجزء العالى من الزواج مع أناس من نفس طراز EEG .

والرقم البطىء بالمؤخرة قد يتلازم مع الاضطراب العقلى وبعض الأشخاص بهذا الطراز من EEG يبدوا أنه يمتلك تراكما نفسيا بشكل مميز . وإذا كما ثبت هذه العلاقة فقد تكون أول التميزات النفسية للتباينات العادية فى الإنسان التى تظهر تأثيرات وصفية على الشخصية بدون اتلاف للذكاء ويرجع إلى حكم كل من متلر (١٩٧١) **Mittler** وفوجل وآخرين (١٩٧٩) **Vogel et al** فى استعمال التوائم لمعرفة المكونات الوراثية بالنسبة للنشاط الكهربائى لقشرة المخ .

جدول ١٢ – ١١ : الأساس الوراثى للتباينات للرسم الكهربائى للدماغ

معدل الحدوث (%)	الأساس الوراثى	المكون الظاهرى للأحداث
(common)	Polygenic	alpha (8–13 cps)* الفا العادية
7.0	Autosomal dominant	الفا ذات ترددات منخفض alpha
0.5	Autosomal dominant	السريع الفا alpha (16–19 cps)
0.1	?	(4–5 cps) رفع بطيء بمؤخرة الدماغ
4.0	Autosomal dominant	الفا الطويلة الرتيبة tall alpha
5.0–10.0	Multifactorial	موجات بيتا
0.4	Autosomal dominant	groups (25–30 cps) .تجاميع بيتا المباشرة
1.4	Autosomal dominant	بيتا المباشرة المركزية central beta (20–25 cps)

CPS : الدورة فى الثانية

المصدر : أمن وموتلسكى (Omenn and Motulsky ١٩٧٢) .

وكما يتضح أن للتوائم وحيدة الزيجوت عادة ما يكون لها اتفاق عال لطرز EEG . (ولاستجابة EEG التوائم للاستيعاب الكحولى ، انظر بروبنج ١٩٧٧ Propping وقسم ١١ – ٣) .

● وقد قرر جليك وجليك (١٩٥٦) Gleuck and Glueck أن نسبة ٦٠٪ من المقصرين أو المهملين يكونوا وسطا فى الهيئة للبناء الرياضى . باعتبارهم أكثر نشاطا هل هؤلاء الأفراد يكون لهم ميل جسمانى للتعبير عن عدم رضائهم و/أو يحاولون الحد منه ؟

● بعض الذكور بهم كروموسوم X زائد ولذا يكون تركيبهم XYY (انظر قسم ٤ – ٣ على السلوك الذين بهم أكثر من Y كروموسوم) . ويبدو أنه حتى فى كروموسومات Y الفائقة الحجم قد يتضمن تباينات سلوكية . وفى ودراسة نيلسن وهنريكسن ١٩٧٢ Nielson and Henriksen لسجناء الشباب الهولندى وجدت كروموسومات Y الطويلة أكثر من أربعة مرات بالمقارنة بالعينة الضابطة . وسجلات الأجرام تكون أكثر تكرارا من الآباء والاخوة لهؤلاء السجناء عن بين الآباء والاخوة للضابطة .

ويتصورنا للجهود المستقبلة لتوضيح قواعد وتداخل الأمور الوراثية والأمور البيئية لإنتاج الجريمة فمثل هذا وقد حووظ بالنسبة لمعامل الذكاء IQ . وللدراسة الواحدة مستفيضة ، انظر كلوننجر وآخرين ١٩٧٨ Ccloninger et al . وفى كثير من المواقف يبدو أن بعض المظاهر الظاهرية المعينة وربما EEG تتعلق بالجريمة عما نحن نعرفه لمثل هذا المعايير الظاهرية والتى يتعلق بالذكاء . وبكلمات أخرى يجب أن تكون قريبين للجينات الفعلية المتعلقة بالجريمة عن الجينات الخاصة بالذكاء .

١٢ – ٩ الانتقالات الوراثية والبيئية للصفات السلوكية

عند مناقشة الوراثة والبيئة فى الإنسان (قسم ٧ – ٥) فقد ذكرت الاختلافات البيئية بين العائلات والمجاميع الاجتماعية التى يحافظ عليها عن طريق وراثة البيئة الاجتماعية .

وتقود مثل هذه الاختلافات إلى علاقات بين الأقارب ومن الصعب جدا التميز عن تلك الناتجة من التعين الوراثى . وعديد من الأمثلة ذات علاقات موجبة بين التركيب الوراثى والبيئة فى مدى ٠,٢ إلى ٠,٣ وقد نوقش فى هذا وفصل ٧ للتوائم والأقارب الأكثر بعدا والمقارنات من خلال السلالات فى دراسات التبنى . وليس بمستغرب إذن

على أساس تحليل الانتقال البيئى للآباء والانسال . وقد خلص كافالى سفورزا وفلدمان (١٩٧٤) Cavalli-Sfoza and Feldman أن التوارث الحضارى غالباً ما يدعم تماماً بالوراثية البيولوجية .

ندرس فى التطور البيولوجى معدلات التطور بينما فى التطور الحضارى فإن الدراسة تشتمل العادات أو التقاليد والأفكار والمعتقدات وتكون قاعدة الانتقال البيولوجى مفهومة وبالأخص جزئه الأساسى يتوقف على أساس مفهوم . وقواعد الانتقال الحضارى بالمقابل ضئيلة الفهم . وقد بدأ كافالى سفورزا وفلدمان Cvalli-Sforza and Feldman بنموذج من طراز الوراثة المؤلفة بينما كلا من الأبوين يقدم كمية متساوية إلى أطفالهم ولكن أيضاً يؤخذ فى الحسبان أن عدداً كبيراً من الناس يقدم النمو لبيئية وأحد الخلاصات المهمة هى الاختلافات بين الأفراد من نوع المجموعة بالنسبة للصفات البيئية المتنقلة سوف تكون منحفضة عما إذا كانت الصفة منقولة بيولوجيا . واللغة هى السبيل لمثل متطرف وذلك باعتبار أن التماثل فى لغة التخاطب بين الناس فى عشيرة ما ضرورة للعلاقات والاتصالات وكثير من تقاليد الناس الاجتماعية تتبع نفس المظهر للانتقال . ومحدد هام آخر للسلوك هو تأثير العمر لأشخاص معينين من القيادات السياسية والمدرسين . وقد أخذ كافالى سفورزا وفلدمان Cavalli-Sfarza and Feldman نماذج محتملة للانتقال والتعلم بشىء من التفصيل .

بالرغم من أن أسس الوراثة البيئية والبيولوجية مختلف تماما فإن التميز بين طريقتى الانتقال ليست بسيطة . وفى الواقع فإنه لا يوجد طريق لعمل مثل هذا التميز إلا إذا أمكن لأحد دراسة التبنى ثم يختبر التلازم بين الأفراد بكل من الأقارب البيولوجين وبالتبنى . وأكثر تخصيصا فإنه يجب دراسة العلاقة بين المتبنى وأقاربه الحقيقين أو البيولوجين (الآباء الاخوة الأشقاء) على أحد الجوانب وبينه وبين أقارب التبنى أو الجانب الآخر . العلاقات الأولى توضح بالطبع الطراز البيولوجى للتوارث أما الأخيرة فتوضح الطرز الأخرى بما فيها الثقافية . ومن الناحية العملية ، قد لا تعرف الأقارب البيولوجيين إذا ولد الطفل سفاحا والأب غير معروف ؛ حيث توجد هذه الحالة فى كثير من حالات التبنى . وأكثر من ذلك ، نجد أن عقم أبوى التبنى من أكثر أسباب التبنى شيوعا ، ولذا يصعب وجود اخوة بالتبنى . وبالإضافة لذلك ، نجد أن الطفل المتبنى يأتى عادة من عائلات أفقر ، مما يرجح تحيز العينة ، أو أن مؤسسات التبنى تستخدم مواصفات غير واضحة للتلاؤم ما بين عائلات التبنى والعائلات البيولوجية . وأخيرا ، فإن الفترة ما بين الميلاد والتبنى قد تؤثر على الطفل المتبنى كما رأينا فيما سبق (سكار

وفنبرج Scarr and Weinberg ١٩٧٦) . هذه التعقيدات مجتمعة ، بجانب ندرة عملية التبنى بشكل عام ، جعلتنا ننصح بالتعامل مع هذه النتائج بحذر . وبرغم الصعوبات ، فإن حالات التبنى تمثل إضافة أساسية فى مجال اختبار التوارث البيولوجى مقارنا بغيره من طرز التوارث . ولقد استخدموا خصوصا فى دراسة الصفات السلوكية التى يعتقد فى أهمية العامل الاجتماعى الحضارى فى إنتقالها عبر الأجيال (كافللى - سفورزا Cavalli-Sforza - ١٩٧٥) .

وقد لاحظ ايفز Eaves (١٩٧٦) الانتقال الحضارى فى الصفات المتصلة مستخدما نموذجا مبنيا على تأثير الآباء على الأبناء . ولقد استنتج مهما كان المصدر المحدد للاختلافات المتوارثة حضاريا ، فمن المتوقع أن تقود هذه الاختلافات إلى اختلافات بيئية بين العائلات . وهو أمر معقول تماماً ، حيث يؤثر الآباء على أبنائهم بطرق شتى من خلال اللغة والعادات الاجتماعية والتعليم . وإذا كانت الاختلافات الحضارية تعزى جزئيا إلى اختلافات وراثية ، يتوقع فى هذه الحالة حدوث تباين متصاحب لكل من التباينات الوراثية والحضارية ؛ وهذا ما وجد فى المجاميع المختلفة من النتائج المناقشة فيما قبل . وقد رجح ايفز أيضاً أن دراسات التبنى تعد من أقوى الطرق لاختبار هذه المقولات .

ومن المهم أن نتأكد من أن الصفات من المحتمل أن تبدى انتقالا حضاريا . وعلى سبيل المثال فإن قياسات « التطرف » فى استطلاع المواقف الاجتماعية أبدت طرازا من الانتقال يتمشى مع وجود مكون للتوارث الحضارى على الأقل . وعلى النقيض من ذلك ، فباستخدام التوائم ، لم تبد قائمة تحليل الشخصية المعدة لقياس الذهانية والعصابية والانبساطية والميل للكذب إلا تأييدا بسيطا لوجود أى دور رئيسى لتأثير الآباء على الأبناء (إيفز وايزنك Eaves and Eysenck ١٩٧٧) .

من الأمثلة الرائعة لأحد نماذج التوارث الحضارى ما يتمثل فى صفات ضارة مثل مرض كورو (قسم ١١ - ١) . يعتقد الآن أن هذا المرض ينشأ عن فيرس ينتقل ببطء بسبب عادة أكل أمخاخ الأقارب الموتى . نرى هنا انتشار المرض كنتيجة للضغط على أفراد المجموعة للتوافق مع هذا المسلك الحضارى الضار . فى أقصى المعدلات المسجلة للمرض فى الخمسينيات وجد أن ١٪ من أفراد عشيرة فور بغينيا الجديدة تموت سنويا ، مع انتشار الحالة النشطة للمرض فى ٥ - ١٠٪ من السكان . من الصعب تصور استطاعة أى مجموعة أن تبقى طويلا على مثل هذه العادة السيئة (يعتقد أن مرض كورد ظهر عام ١٩١٠) . ومن الأمثلة الأخرى على التطور الحضارى ذو التأثيرات الأكثر امتدادا حالة نقص اللاكيتز الموجودة على المستوى العالمى (قسم ٣ - ٤) .

وتبعا الرأى ماى May (١٩٧٧) يتضح أن هنالك صعوبات رياضية هائلة فى سبيل الفهم الكامل للتداخل بين الجذور الحضارية والبيولوجية . والمعادلات العامة المحددة للتكرارات الجينية فى الأجيال المتتالية ليست فقط غير طولية ، ولكن تتضمن أيضا تكرارات من الأجيال السابقة (فلدمان وكافالى سفورزا – ١٩٧٦) . وقد تتفق مع اقتراح ماى بأن إدماج التوارث الحضارى فى النظرية الكمية من المحتمل أن يؤدى إلى تقدم ملموس ، ولكن يجب أن نؤكد على ملحوظة إيفز الخاصة بأهمية العثور على الصفات التى من المحتمل أن تبدى فعلا توارثا حضاريا . عند هذه المرحلة ستكون أهمية التوارث الحضارى فى حقل وراثة السلوك واضحة . وأيا كانت المحصلة ، فإن البرنامج الوراثى المتضمن فى حالة التوارث الحضارى يجب أن يكون مفتوحا بدرجة كبيرة . وكثير من الصعوبات الخاصة بدراسة السلوك البشرى كما ذكرناه فى هذا الفصل تكمن فى السلوك المكتسب خلال حياة الفرد الذى يتحدد بواسطة البرامج المفتوحة .

ملخص

يخضع الذكاء فى العشائر للتحكم الوراثى والبيئى ، مع كون الوراثة أكثر أهمية . جاءت هذه النتيجة من اختبارات الذكاء فى مجاميع من الأفراد ذات علاقات القرابة المختلفة والمرباة معاً أو بعيدا عن بعضها . وهنالك استنتاجات مماثلة من دراسات الأبناء بالتبنى والأبناء الطبعيين .

وتقديم تفسير مرضى للاختلافات المعروفة فى معامل ذكاء (IQ) السود والبيض يعد مستحيلا ، حيث أن الأوضاع التجريبية المناسبة لدراسة السلالتين تحت ظروف بيئة متطابقة غير ممكنة التنفيذ . وقد حلت هذه المسألة فى الحيوانات التجريبية ، لإمكانية الحصول على مايلزمنا من تراكيب وراثية والتحكم فى الظروف البيئية .

أدى الاهتمام الزائد بالذكاء للأسف إلى وجود أعمال قليلة على النواحى الحسية والادراكية والحركية الأقل تعقيداً . ولا شك أن تقدما ملحوظا يمكن إحرازه فى تحليل الشخصية والقدرات العقلية إذا ما بذلت الجهود الكافية فى هذه المجالات .

كل الصفات السلوكية ذات التباين المتصل ، بما فى ذلك الاجرامية والسلوكية المضادة للمجتمع ، محكومة بالتركيب الوراثى والبيئة والتداخل بينهما (وذلك باستثناء الجانبية) . وتعد الحضارة (أو الثقافة) أحد المكونات الرئيسية للبيئة ، حيث تتم المحافظة على الاختلافات بين العائلات والمجاميع الاجتماعية عن طريق التوارث الاجتماعى الحضارى وعلى أى حال ، فدور الانتقال الحضارى فى الوراثة السلوكية للإنسان لم يتم توضيحه حتى الآن .

قراءات عامة

GENERAL READINGS

Bodmer, W. F., and L. L. Cavalli-Sforza. 1976. *Genetics, Evolution and Man*. San Francisco: Freeman. Perhaps the best modern account, and presented in a non-mathematical way. A chapter on behavior genetics is included.

Jensen, A. R. 1973. *Educability and Group Differences*. New York: Harper & Row. A presentation of the author's approach.

Loehlin, J. C., G. Lindzey, and J. N. Spuhler. 1975. *Race Differences in Intelligence*. San Francisco: Freeman. A useful overview of this complex area.

Mittler, P. 1971. *The Study of Twins*. Gloucester, Mass.: Peter Smith. A very readable account of twins in behavior-genetic research covering many of the traits considered in this chapter.

Penrose, L. S. 1963. *The Biology of Mental Defect*, 3d ed. London: Sidgwick & Jackson. A classic treatment of mental defect in broadest terms.

الفصل الثالث عشر

السلوك والتطور

١٣ - ١ التطـور

التطور هو نمو الكائنات عبر الزمن عن طريقة التباين فى البقاء فى كل جيل من أفراد لسل ذات الصفات المعنية . وفى أحد المراجع الحديثه لدوبزانسكى وآخرين Dobzhansky et al (١٩٧٧) نجد التعريف التالى :

التطور العضوى هو سلسلة من التحولات الجزئية أو الكاملة الغير رجعية فى التكوين الوراثى للعشائر ، المعتمد أساساً على تغير تفاعلاتها مع البيئة . وهو يتكون أساسا من التشعب التكيفى فى البيئات الجديدة ، والاتزان فى مقابل التغيرات البيئية الحادثة فى مسكن معين ، ونشأة طرق جديدة للانتفاع بالمساكن الموجودة . هذه التغيرات التكيفية تعطى أحياناً درجات أعلى من التعقيد فى الطراز التكوينى ، والتفاعلات الفسيولوجية ، أوجه التداخل بين العشائر والبيئات التى تعيش فيها .

ونظرية لتطور بالفعل هى الأساس الموحد فى علم الحياة . وحتى ظهور نظرية التطور فإن اختلاف الكائنات ومظهر توريعهم وسلوكهم وملاءمتهم للبيئة وكذلك التداخلات مع كائنات أخرى تبدوا على أنها ترتيبات من ملاحظات غير متناسقة . وتاريخ ظهور نظرية التطور الحديثة لموحدة لهذه الملحوظات قد بوقش فى العديد من الأماكن ومن مختلف الاعتبارات الهامة (انظر المراجع الخاصة بالقراءات العامة فى نهاية هذا الفصل)

بالرغم من أنه فى ١٩٣٠ فإن كثيرامن النظريات المعارضة التى تشرح السبب الأساسى للتطور اندمجت مع نظرية الخلق فى التطور ولم تنشأ نظرية الخلق عن طريق أحد العلميين ولكن على مر ١٥٠ عاما تجمعت أدلة حقيقية وخلاصات نظرية مستلهمة قوة دافعة فى ١٨٥٩ عندما نشر شارلز دارون Charles Darwin كتابه بعنوان أصل الأنواع The Origin of Species .

وهذه بالتأكيد هى الخطوة المفاجئة فى نظرية الخلق فى التطور . والفكرة التى عرفها

دارون والمدعمة بالمستندات هى الانتخاب الطبيعى ويعنى هذا أنه من بين الأفراد المختلفة فى العشيرة فإن البعض له احتمالات عاليه فى الحياة عما يفعله الآخرين . بينما لا يعرف دارون شيئاً عن طبيعة وسبب الاختلافات الوراثية وحقيقة فإن فكره بالنسبة للموضوع ليس واضحا أو ثابتا . وهذه أحد الأشياء اللافتة للنظر بالنسبة للعلم ويحاول الإنسان أن تكون الإجابات على هذه المعضلة التى نشأت فى وقت دارون . ومن وقت إقرار مندل فى العديد من البحوث بالنسبة للوراثة فى البسلة فى ١٨٦٦ والتى أدت إلى معرفة أساسيات الوراثة والتى أظهرت فى شكل حديث فى فصل ٢ . بالرغم من اهمال ورقة مندل حتى أعيد اكتشافها أخيرا بعد ثلاثة عقود بالتعاون على المشاركة وكذلك تجارب التربية التى أقيمت فى العقد الأول من هذا القرن .

وتعتبر نظرية الخلق أنها وليدة تعاون من الدارونية والمندلية . وقد استغرقت هذه النظرية ٣٠ سنة حتى عرفت فى ١٩٣٠ . وجزء من السبب فى استغراق هذا الوقت هو أن دارون كان يدرس الصفات المتصلة مثل الطول والوزن بينما كان يعمل مندل والرعيل الأول من الوراثيين على صفات منفصلة مثل الطول مقابل القصر فى البسلة . والحقيقة أنه لم يتم حتى ١٩٣٠ عمل الطرق الحسابية وفهمها فى معرفة أن الصفات الكمية يمكن أن تفسر على أنها تحكم بالعديد من الجينات المنفصلة التى تعمل تلقائيا (فصل ٢) . والعلماء الثلاث الانجليز الذين أثروا فى إعادة الترتيب هم ر. أفيشر **R.AFisher** و ج.ب.س هالدان **J.B.SHaldane** والعالم الأمريكى البارز سويل ريت **Sewall Wright**

والانتخاب الطبيعى يفضل أفراد معينة فى العشيرة وبالتالى فإنه يغير الجينات التى تحكم الصفات . وهذا يعنى أن التركيب الوراثى للعشائر يتغير ببطىء نتيجة فعل الانتخاب الطبيعى . الانتخاب الصناعى (فصل ٥ و ٦) إذا ما كان لمختلف القطعان الدخيلة من الحمام أو الكلاب فإنه يسلك نفس الطريق الذى يسلكه الانتماء الجغرافى والضوئى فى الدروسوفلا فى النشاط فى القوارض . ويمكن أن يلاحظ من الفصول السابقة بأن السلوك له دور مهم ومؤكد فى التغيرات التطورية حيث تستحدث بالانتخاب الطبيعى والصناعى (انظر فصول ٨ حتى ١٠) . والوقت الآن ملائم لمناقشة دور السلوك فى التطور نفسه بتوفيق أكثر .

١٣ – ٢ مكونات الملائمة فى الدروسوفلا

إذا عرفنا ملائمة تركيب وراثى كمقدرة نسبية للتوزيع فى الأجيال المستقبلية ، فما هو دور السلوك فى الملائمة ؟ ويمكن أن ينظر للملائمة بدقة أكثر على أنها متوسط عدد النسل المتبقى من تركيب وراثى معين بالنسبة للمتبقى من تراكيب وراثية أخرى .

ويمكن أن نضيف إلى هذا الحد التعقيدات بأن ملائمة تركيب وراثى تعتمد على البيئه أو البيئات التى يتعرض لها . وأقفاص العشائر التى تحوى أزواج من تركيبات كروموسومية من دروسوفلا سيدوابسكيورا عادة ما تعطى توازن ثابت على درجة ٢٥° سنتجراد حيث يوجد أحيانا تركيبات كروموسومية خليطة أكثر ملائمة من التركيبات الأصيلة المتوافقة (ريت دوبزانسكى Wright and Dobzhansky ١٩٤٦) وهذا هو الموقف الذى يتوقع فيه توازن ثابت كما هو موضح فى قسم ٤ – ٢ . وكما هو متوقع بالتالى من الوجهة النظرية فإن التوازن الثابت يحدث بصرف النظر عن بداية معدلات التركيبات الكروموسومية ومهما يكن فإنه يحدث على درجة ١٦,٥ سنتجراد تغيرات طفيفة فى المعدلات فى أقفاص العشائر وعلى درجة ٢٢ سنتجراد فإنه ينشأ موقف وسط حيث يظهر بعض وليس كل العشائر ثابت الاتزان (فإن فالن ليفين ريبردمور Van Valen, Levine and Beardmore ١٩٦٢) . وتعرض هذه النتائج اعتماد الاتزان وبالتالى الملائمة النسبية للتراكيب الوراثية على البيئة وفى هذه الحالة على الاختلافات فى درجات الحرارة . وزيادة على ذلك فإن قياسات الملائمة تطبق فقط على التركيبات الوراثية فى العشيرة المعطاه حيث تباين الأساس الوراثى ويؤثر على الملائمة كما يتضح من هبوط ميزة معدل التركيبات الخليطة فيما بين هجن العشائر فى دروسوفلا بسيدوابسكيورا (درويزانسكى ١٩٥٠) . والأجهزة الحديثة فيما بين العشائر تكون معاونة فى الأقلمة داخل وبين كروموسومات ولكن ليس بين العشائر . ولذلك فلا يمكن أن نتحدث عن الملائمة كأحد الصفات المميزة تنطبق على جين معين أو تركيب كروموسومى بدون كفاءة . ويمكن أن نلخص أن اعتماد الملائمة على البيئة وعلى الجينوم ككل يجعل من المستحيل أن تعريف الملائمة كمقياس غير متباين متلازم مع تركيب وراثى أو كروموسومى معين .

وليس من الصعب أن نرى أن معظم ان لم يكن ككل من مقاييس السلوك التى نوقشت فى هذا الكتاب ترجع بطريقة ما إلى الملائمة الكلية للكائن وفى الحقيقة فإنه لا يمكن أن تعتبر صفة سلوكية متعادلة كما تعتبر الملائمة . وحتى لو أن الصفة تصف علاقة واضحة بالملائمة فلا يعنى هذا أنه ليس هناك تأثير ، ونقص تأثير واضح قد يعكس ما نحن فيه من جهل مؤقت . وعلاوة على ذلك فاعتبار السلوك تماما كممكون للملائمة يكون من الضرورى الخروج من المواقف الاصطناعية المعملية إلى عالم الحقيقة – فالمشكلة الموجودة تتميز بصعاب تتعلق بالنوع المنتخب . ومن الضرورى أيضاً اعتبار أن توزيع السلوك يغير فى المحتوى الجينى وكذلك فعل الجينات التى تتحكم

أو تحكم السلوك والتى تعنى بالأخص هذا الكتاب ويرجع ذلك إلى أن الملائمة تعرف على أنها اصطلاحات لتوزيع التراكيب الوراثية فى الأجيال المستقبلية والذى يؤكد أن تأثير السلوك على العمليات التطورية هى نتيجة ذات أهمية وسط . وأخيرا يمكن أن يتضح من هذا الفصل أنه عند خروج الباحث بعيدا عن معمله أى البيئة البرية فإنه يمكن أن يجد أن من غير المعقول فصل السلوك عن العوامل البيئية .

ومن سو الحظ فإنه فى أى تجربة يمكن فقط قياس بضع (أو واحدة فقط) من عوامل الملائمة . والسؤال عن معنى التطور يعنى العلاقات من عوامل الملائمة . وهناك أدلة فى دروسوفلا ملانوجاستر أن الذكور التى تتقابل بسرعة يتساقد أكثر غالبا وبنجاح أكثر ويختلف كثير من النسل (فولكر **Fulker** ١٩٦٦) . والتعدد المظهرى المتغير فى دروسوفلا بسيدوأسكيورا على كلا الأصيلين . وقيمة النقص فى الذكور بالنسبة للأصيلين تتباين بالنسبة لتركيب الأنثى التى يتزاوج معها الذكور موضحة التداخل التزاوجى . ومكونات ملائمة اليرقة بسيطة بالنسبة لملائمة الحشرة البالغة وبالأخص بالنسبة للذكور . ولذا فإن بروت **Prout** أوصح ضغط الاحتياجات لعدد ضئيل من مكونات الملائمة التى تشمل دورة الحياة كلها والقابلة للتقييم التجريبى . وقد اختبر معايير الملائمة بمحاولة إظهار كفاءة الانفرالات التجريبية لعشائر الطفرات نفسها . وتتفق النتائج تماماً مع التنبؤات . ولذا فإن معايير الملائمة يمكن احصاؤها لمعظم كفاءة العشائر التجريبية . ونحتاج إلى تجارب أخرى لبحث دحول حسابات مقاييس الملائمة مع كفاءة العشيرة باستعمال مدخل بهذه الطبيعية وبالأخص أنه يبدوا ضروريا التعميمات بالنسبة لمجاميع من البيئات .

ومن المحتمل أن يتعذر اجتناب العديد من الموصيع على التباين الانزيمى وهناك الآن تجارب نقص بالعلاقة بين التباين الانزيمى والصفات السلوكية . وقد درس اسلند **Asluend** (١٩٧٧) استنباط انزيم اللبوسين امينوبتيديز ، متعدد الشكل الظاهرى فى دروسوفلا ميلانوجاستر واستخلص بأن الميكانيكيات الفعالة للتعدد المظهرى يبدوا أنها تفوق خليط للسلوك التزاوجى المقاسة بالعديد من الطرق بالنسبة لكلا الجنسين . وأوضحت بياناته أن التفوق يكون أعلى على درجة ٢٥° سنتجراد عما هى على درجة ١٦° سنتجراد ولا يوجد تفوق تزاوجى بالفعل على درجة الحرارة الأخيرة . ويوضح جدول ١٣ – ١ ذلك بالنسبة للمقاس لكل الخاص بقوة التزاوج الذكرى . وعدد الإناث الملقحة بذكر واحد خلال ٢٤ ساعة . والمعدل المنخفض للتلقيح على ١٦° سنتيمترات تكون واضحه من تجارب ماك كنزى **McKenzie** (١٩٧٥) على درجة حرارة

٢٥, سنتجراد ، فإن التركيب الكروموسومى الخليط يتفوق فى المقدرة الفطرية للزيادة فى العدد عرف هذا بواسطة أندرروارثا وبيرش **Andreurotha and Birch** (١٩٥٤) كأقصى معدل للزيادة تحدث العشيرة تحت ظروف معينة وتعتبر التراكيب الكروموسومية الخليطة أيضاً متفوق على الأصيلة التركيب الكروموسومى بالنسبة لحجم العشيرة ، الإنتاج ، الحيوية من البيضة إلى البلوغ ومعدل التعديل أو التزاوج . وبالنسبة للسلوك التذاوجى فإن تركيب الذكور الكروموسومى لهم جدا بالنسبة لمعدل التزاوج فى دروسوفلا بسيدوآسكيورا ، كما فى دروسوفلا ميلانوجاستر (سبيس ، لانخر وكذلك سبيس **Spsiessfangu & Spiess**(١٩٦٦) ونتيجة هذه الصفات المتباينه فى دروسوفلا بسيد وابسكيورا عرفت أساسا بمختلف الباحثين فى تجارب عملت فى أزمنة مختلفه (وللمراجع – أنظر برسونا**Parsons**١٩٧٣) . والعلاقة النسبية بين هذه المكونات فى عشيرة معطاه غير ملائم اكتشافها بالرغم من أنها ذات أهمية خاصة فى دراسة الملائمة الكلية للكائنات .

وقد وصف بروت **Prout** (١٩٧١ أ ، ب) نظاما تجريبيا لاحصاء مكونات معينة للملائمة متزامنة فى دروسوفلا ميلانوجاستر . واستعملت الطفرة المتنحية لعدم وجود العين (ey^2) وكذلك طفرة **Shaven** . وهذا الكروموسوم قصير جدا (انظر شكل ٢ – ٣) والاتحادات لا تكون مناسبة كمصدر للتعقيدات . وتعتبر حمية اليرقات فى كلا الجنسين من المكونات المحسوبة للملائمة وللبالغين مكونات إحداهما يمثل الأنثى الخصبة والآخر المقدرة التزاوجية للذكر (نشاط أو ذكورة) ومكونات البالغين هى الأكثر أهمية ولذا فإن الإناث ذات التراكيب ey^1ey^2 وكذا ey^2sv^2 تتفوق على

جدول ١٣ – ١ : عدد إناث الدرسوفلا ميلانوجاستر الملقحة بذكر خلال ٢٤ ساعة

تركيب الذكر الوراثى	عدد الإناث الملقحة	
	25°C	16°C
Lap-A^{1}A^1	10.10 ± 0.301	3.60 ± 0.238
Lap-A^{1}A^{11}	11.30 ± 0.300	3.53 ± 0.361
Lap-A^{11}A^{11}	9.97 ± 0.323	3.63 ± 0.247

كل المتوسطات أساسها ٣٠ تكرارا

المصدر اسلند Asind (١٩٥٥)

والذكور الخليطة تتفوق أيضاً على معدلات التزاوج وعلاقتها بدرجات الحرارة فى

دروسوفلا ميلانوجاستر . ومرة أخرى نرى اعتماد الملائمة النسبية على البيئة (انظر اسلندوراسميوسن Aslund and Rasmuson (١٩٧٦) ومثال آخر هو التعدد المظهرى للتشابه الانزيمى لاستيريز – ٦) .

وفى معظم الأمثلة السابقة فإن سلوك التزاوج الذكرى يعتبر المكون الرئيسى فى الملائمة . وهذا يتوافق والتجارب التى أجريت مبكرا لمرل Merrell (١٩٥٣) الذى وجد تغيرات فى معدل الجينات فى العشائر التجريبية فى دروسوفلا ميلانوجاستر حيث تتضح من الاختلافات السلوكية للتزاوج الذكرى . ففى الأنواع الجديدة الاستوائية لأمريكا الجنوبية من دروسوفلا بافانى D.Pavani فإن الذكور الخليطة بالنسبة للترتيب الجينى المتعدد فإنها تتفوق فى النشاط التزاوجى متوافقا مع الطراز الكروموسومى لتماثل لنفس العشيرة . (برنسك وكورف سانتيانز Brncic & Santibanez ١٩٦٤) . وعلى الجانب الآخر ففى دروسوفلا (سبس ولانجر Spress and Yanger ١٩٦٤ b) وبالرغم من أنه يمكن استخلاص أنه على الأقل فى المعامل فإن الاختلافات السلوكية فى التزاوج الذكرى بين التراكيب الوراثية يكون من الأهمية فى تغير التجمعات الجينية فى الأجيال المتتالية .

وحتى بالسماح للصعوبات التى تعترض فى تفسير التجارب المشتملة على الجنسين (قسم ٤ – ٢) فإنه يكون من الصعب أن يبتعد الاستخلاص عن أن السلوك التزاوجى وخصوصا الذكرى بشكل مكونا هاما فى الملائمة وفى العديد وليس كل الحالات هناك أدلة مساعدة على تفوق الخليط . بالرغم من أن نوع من صفات الملائمة التى تشتمل على التزاوج من تفوق الخليط أصبح أكثر تأكيدا تحت بيئات متباينة وبالأخص درجات الحرارة (بارسونز Parsons ١٩٧٣) . وحيث أن درجة الحرارة هى المتغير المبدئى المشترك فى توزيع ووفرة الدروسوفلا (برسونز Parsons ١٩٧٨ أ) ولذا يجب أن نستخلص أن التأكيد التطورى الخفيف للنتائج المناقشة هنا يكون من الصعب تحديد بدون التفسير على أساس الطبيعة عمل من الصعوبة فى حشرة بحجم الدروسوفلا .

وبالرغم من المناقشات فى قسم ٦ – ٥ و ٨ – ٢ يمكن أن تقول أن هناك بيانات جيدة من عديد من المصادر لتأثير أن :

١ – سرعة تزاوج الذكور تتعرض لانتخاب مباشر بالنسبة لسرعة التزاوج

٢ – بدون نوعيات معينة فإن سرعة التزاوج تميل بأن يتحكم فيها التركيب الوراثى للذكور الموجودة بينما التركيب الوراثى للانثى قد يتقرر أهميته بالنسبة للتزاوج البطىء .

٣ – سرعة التزاوج تتلازم مع الخصوبة وعدد النسل .

٤ – إذا ما كانت الدراسة لها علاقة بمكونات أخرى للملائمة التى تشتمل على كل دورة الحياة وتعتبر سرعة التزاوج هى أهم المكونات فى جنس الدروسوفلا .

ونتيجة لذلك فإن الإنتاجية المتتالية للذكور تختلف اختلافا بينا أكثر بكثير عن الإناث وهذه بالتأكيد حقيقة من التجارب المعملية فى الدروسوفلا . ولكن تريفرز **Trivers** (١٩٧٢) اعتمد على أمثلة حقلية فى مجموعة من الكائنات تتضمن اليعسوب والبابون والضفادع ودواجن البرارى وطيور الطيهوج وعجل البحر الضخم وذباب الروث وبعض السحالى . وكما أشار تريفرز فإن التفسير يكمن فى عطاء الأبوين من كلا الجنسين فى صغرهم . فإذا كانت الإناث مثلا أكثر عطاء بشكل معنوى عن الذكور ، فإنه من الطبيعى أن تتفرع الذكور للتنافس فيما بينها للحصول على الإناث لتتزاوج معها ، وهذا ما اتضح سابقا من جدول ٤ – ١ . ويذهب تريفرز فى مناقشة لاستراتيجيات العطاء عموما إلى أبعد من ذلك ، مما يتعدى مجال مرجعنا الحالى .

١٣ – ٣ انتخاب المسكن : فى الدورسوفلا أساساً

بما أن هذا المرجع يعد مرجعا فى وراثة السلوك ، ففى مناقشتنا لتفضيل المسكن سنقتصر على عقد المقارنات داخل وبين الأنواع شديدة القرابة . لنأخذ الدروسوفلا فى الاعتبار أولا . هنالك عرض عام للوراثة السلوكية والبيئية فى هذا الجنس قدمه بارسونز **Parsons** (١٩٧٣) . فيوجد على سبيل المثال ، اختلافات بين الأنواع بالنسبة لتفضيل الطعام ، وهذه الاختلافات متلازمة مع تباينات التوزيع الموسمى والجغرافى (دوبزانسكى وبافان **Dobzhansky&Pavan** – ١٩٥٠) . يبدو أن تباين الانجذاب لأنواع معينة من الخميرة يمثل أحد العوامل فى هذا المجال (دوبزانسكى وآخرون ١٩٥٦) . وفى مجموعة لدروسوفلا هاواى شديدة التباين تبدو أهمية عوامل بيئية مثل شدة الرياح والرطوبة والحرارة وشدة الإضاءة (كارسون وآخرون **Carson et al.** – ١٩٧٠) . ويبدو أن كثيرا من الأنواع تتفادى تيارات الرياح وشدة الإضاءة المعتدلتين ودرجات الحرارة التى تزيد عن ٢١°م والرطوبة التى تقل نسبتها المئوية عن ٩٠ .

لذلك فليس من المستغرب أن فى الجو الملبد بالغيوم ، الذى تصل فيه الرطوبة إلى ١٠٠٪ وخصوصا عند سقوط رذاذ الأمطار فإن حشرات هذا النوع تميل للتحرك إلى أعلى فى ما هو متاح من مساحة خضراء ، ويمكن أن نعثر عليها على السطح السفلى لأوراق وأغصان من النباتات عند ارتفاعات تصل إلى حوالى ١٠ أقدام من سطح

الأرض . وفى الأيام المشمسة عديمة السحب التى تنخفض فيها الرطوبة ، تختفى الحشرات بسرعة . حيث تبحث عن المساحات الصغيرة ضعيفة الإضاءة التى تزداد فيها الرطوبة وتقل شدة الإضاءة . وبالتالى فإننا نجد هنا تكيفا مرتبطا بالظروف البيئية السائدة .

تبدى الدروسوفلا نطاقا من التباين بين أنواعها ، حيث نجد ما يعتمد على نوع نباتى واحد معين (أحادى الغذاء **monophagous**) وما يعتمد على العديد من العوائل النباتية (متعدد الغذاء **Paly phagous**) . يمكن تربية عدد من الأنواع متعددة الأغذية على البيئات المعملية ، وهو أمر أكثر صعوبة بالنسبة للأنواع أحادية الغذاء . ويبدو أن الأنواع أحادية الغذاء قد تكيفت لمواقعها الخاصة بينما تكون الأنواع متعددة الغذاء ذات إحتياجات أقل تخصصا . وأنواع الدروسوفلا التى خضعت للدراسات وراثة السلوك تتبع المجموعة الأكثر انتشارا والأقل تخصصا بالنسبة للاحتياجات الغذائية . ومع ذلك تلاحظ إختلافات سلوكية وبيئية غامضة بين الأنواع شديدة القرابة .

يبدى بعض الأنواع التى يصعب تربيتها فى المعمل طرزا سلوكية شديدة الدقة . سنشير هنا إلى أنواع هاواى التى تتميز معظمها بالتوزيع الجغرافى المحدود . ومن المحتمل أن بعض أشكالها السلوكية يندر العثور على مثيلها فى أى مكان آخر (سبيث **spieth** – ١٩٥٨ ، كارسون وآخرون – ١٩٧٠) . أظهرت بعض الدراسات الحقلية والمعملية أن ذكور كثير من الأنواع التى تحفز وتدافع عن منطقة صغيرة ولكن محددة تمارس فيها الغزل والتزاوج (وتسمى **lek**) . والمناطق الأقليمية للأنواع لا تحدد عشوائيا لكنها تكون عند مواضع معينة من الغطاء الخضرى ؛ ولكل نوع أيضا بعض أوجه التفضيل المحكومة بالعوامل البيئية ، وذلك من حيث الضوء والرطوبة ودرجة الحرارة والظروف المكانية . وتكون المناطق الإقليمية قريبة ، ولكن منفصلة عن مواقع التغذية . يرتبط بذلك ظهور ثنائية المظهر الجنسية . هذه الأنواع تبدى الطراز الأصلى الخاص بعائلة الدروسوفلا ، ولكن يزيد عليه الاقليمية والعدوانية وميل الذكر للإعلان عن نفسه ، ويتصاحب هذا كله مع انفصال مواقع الغزل عن مواقع الغذاء . والذكور لا تدافع عن مناطق التغذية ، حيث تبدو وكأنها اجتماعية ، ولكن عند مواقع غزلها وتزاوجها الخاصة **leks** تظهر قوتها . ووجود هذه المواقع **(leks)** يشجع تباين الذكور بالنسبة للنجاح التكاثرى ، وهذا ما ناقشناه فى نهاية القسم السابق . ورغم أن مجموعة دروسوفلا هاداى مدروسة بدرجة أقل ، فإن تداخل الوراثة والسلوك والبيئة الذى يعد أساسيا فيها سيجعل من الاهتمام بها أمرًا واردا لمزيد من فهم التطور البيولوجى لهذا الجنس .

تبدى أنواع هاواى من التباين ما يجعل من بين أنواع العالم ، المقدرة بعدد ١٥٠٠ – ٢٠٠٠ نوعا ، تصل أعداد المجموعة المذكورة والأنواع التابعة للأجناس القريبة (droroplilation) فرهاواى إلى ٥٠٠ نوعا معرفا ، ومن المحتمل أيضاً وجود ٢٠٠ نوعا أو أكثر تابعة للجنس شديد القرابة Scaptomyza والأجناس القريبة (Scaptonyzations) . هذا الانفجار فى التباين الذى حدث فى جزائرهاواى يمثل تشعباً تكيفيا مماثلا لما لاحظه داروين فى عصافير الحسون الدورية finches فى جزائر جالاباجوس (دوبزانسكى – ١٩٦٨) . ومن المحتمل أن التشعب التكيفى قد ظهر بناء على فرصة وصول نوع أو نوعين متشابهة الهيئة الكرموسومية إلى الجزر (كارسون وآخرون – ١٩٧٠) . وما سيتم من أعمال فى المستقبل على هذا التباين المدهش للأنواع ، سيكون هاما بالنسبة لدارسى وراثة السلوك والتطور البيولوجى ، فهذا مجال للأرضية المشتركة بينهم .

ولا تقل دراسة المجموعة الاسترالية للدروسوفلا عن دراسة مجموعة هاواى أهمية . هذه الدراسة الحديثة أظهرت وجود نوعين أو أكثر من الأنواع كبيرة الأجنحة التى تتخذ أماكنا محددة للغزل والتزاوج فى أعماق الغابات المطيرة مستخدمة ، بعكس مواقع أنواع هاواى ، السطح السفلى من الفطريات الدعامية bracket fungi كمواقع للغزل (بارسونز ١٩٧٧ ، ١٩٧٨ b) . يبدو الجانب السفلى للفطريات أبيضا أو على درجة خفيفة من اللون الرمادى أو البنى ، مما يشجع بقوة ميل الذكور للظهور وكثيرا ما يوجد العديد من الحشرات ذات الانتشار المنتظم تقريبا أسفل هذه الفطريات . وبما أنها تعد مواقعا للتزاوج فلابد وأن تحتوى على أعداد زائدة من الذكور ضمن المجموعة الكلية الموجودة أسفلها ، كما يظهر من جدول ١٣ – ٢ . أما التجاميع الأقل المشاهدة على الفطريات الملساء ، التى تعد مواقعا لوضع البيض ، ومصادر تغذية اليرقات فى هذه الأنواع ، إذا أبدت أفضلية ما فإنها تكون للإناث . وبعد انفصال موقعى التغذية والتزاوج فى الأنواع الاسترالية وأنواع هاواى نموذجا للتطور المتوازى فى سلوك الدوروسوفلا الخاص باختيار موقع الغزل ، وذلك فى تحت الجنسين Drorophila, Hirtodrosophila بالترتيب . ويمكن استنتاج أن هذا التطور المتوازى يعتمد على تشابه بيئى رئيسى حينما تقل وطأة الحرارة والجفاف لمدد طويلة ، مما يسمح بظهور طرز سلوكية معقدة . والواقع أن الظروف البيئية الضرورية توجد فى استراليا فعلا فى أعماق الغابات الممطرة عندما توجد الفطريات الدعامة فى مناطق سكنية صغيرة ذات شدة إضاءة منخفضة ، وحيث تكون قريبة غاليا من الماء باستمرار .

لنأخذ الآن فى اعتبارنا بعض الأنواع شديدة القرابة . نوعى دروسوفلا ميلانوجاستر

D. melanogaster و سيمولانز **D. simulans** متماثلان ظاهريا ، ويعتبران نوعين شقيقين (انظر قسم ٤ – ٢) . ورغم أنهما كثيرا ما يجمعان من نفس الأماكن ، إلا أنهما نوعان متميزان تماماً . يتضح ذلك من عقم الهجين . من المفيد أن نستعرض (بارسونز – ١٩٧٥) بعض الاختلافات السلوكية والبيئية الدقيقة الملاحظة داخل وبين هذين النوعين ، حيث أن تربيتها فى المعمل تتطلب نفس النظام ، مما يوحى بأن احتياجاتهما متشابهة على أقل تقدير . سنناقش فيما يلى بعض الدراسات المتعلقة بهذا الموضوع .

● السلوك الجنسى : تمنع ميكانيكيات العزل السلوكى الطبيعى التزاوج بين المجموعات المنعزلة غالبا . ويمكن تقسيم سلوك طرازى الذكور فى المجموعتين إلى نفس العناصر الأساسية من غزل – وتوجه – واهتزاز – ولصق – واقتران – وذلك كما شرحنا فى قسم ٣ – ٢ ، عند مناقشة الاختلافات بين طوافر دروسوفلا ميلانوجاستر . عموما تستغرق ذكور دروسوفلا سيميولانز وقتا أطول لتبدأ الغزل ، وبالتالى نبدى عددا أكبر من أدوار التوجيه البسيط ؛ وبمعنى آخر سلوك الغزل فى النوع ميلانوجاستر يبدو أكثر نشاطا مما هو فى النوع سيميولانز (مانينج **Manning** – ١٩٥٩) . وعلى ذلك ليس هنالك اختلاف فى الانتظام الأساسى للسلوك الجنسى فى طرازى الذكور ، ولكن ذكور سيميولانز أبطأ استثارة جنسية من ذكور ميلانوجاستر . أما إناث سيميولانز

جدول ١٣ – ٢ : عدد حشرات D. polypori, D.mycetophaga المجموعة من الجانب السفلى للفطريات الدعامية ومن جوار الفطريات الناعمة فى الغابات

	D. mycetophaga			*D. polypori*		
	♂	♀	المجموع	♂	♀	المجموع
الفطريات الدعامة gi	131	27	158	97	53	150
الفطريات الناعمة st fungi	10	12	22	7	13	20
المجموع الكلى	141	39	180	104	66	170
χ^2 للاستقلال dependence		13.86*			5.35†	

* $P < 0.001$
† $P < 0.05$

(المصدر : بارسونز ١٩٧٨ b)

فهى أكثر استجابة للمظاهر المرئية فى غزل الذكور وأقل استجابة للمنبهات التى يتم تلقيها عن طريق قرون الاستشعار ، وذلك بالمقارنة بإناث ميلانوجاستر . والحقيقة أن أنواع الدروسوفلا يمكن أن تنقسم إلى ثلاثة أقسام على أساس المكونات السلوكية للتزاوج وعلاقتها بالنسبة للاعتماد على الضوء (جروسفيلد **Grossfield** – ١٩٧١) : (١) أنواع

لا تتأثر بالظلام ، وهى تتضمن عدد من الأنواع واسعة الانتشار فى العالم ذات المواقع المتسعة مثل **D. melanogaster** (٢)أنواع يعيقها الاظلام ؛ ولكن التزاوج فى الظلام قد يحدث اختياريا ؛ مثل **D. simulans** ، (٣) أنواع يمتنع فيها التزاوج فى الظلام تاما . وهذه المجموعة تتضمن عددا من الأنواع ذات المواقع الضيقة المتخصصة ، وذلك مثل أنواع هاواى التى تبدو الاشارات المرئية فيها ذات أهمية خاصة كما رأينا . ورغم أن الاعاقة كاملة تقريبا إلا أنه يمكن الحصول على بعض الهجن تحت الظروف المعملية . ويمكن توضيح أن درجة الانعزال تتباين بين السلالات (بارسونز – ١٩٧٢ b) ، ولكنها قوية فى كل الحالات . أما العوامل البيئية التى ثبت معمليا تأثيرها على مستوى الانعزال فتتضمن العمر ، وما إذا كان طريقة التزاوج الفردى أو الجماعى هى المستخدمة ، وفى الحالة الأخيرة تؤخذ نسبة الذكور أيضاً فى الاعتبار (للمراجع : انظر بارسونز – ١٩٧٥) .

أنشطة الانتشار : وجد ماكدونالدوبارسونز **Mc Donald & Parson** (١٩٧٣) أن نشاط انتشار دروسوفلا ميلانوجاستر يفوق نشاط دروسوفلا سيميولانز . المقارنة بين النوعين فى حالة وجود أو عدم وجود مصدر ضوئى أظهرت أن **D.simulans** تعتمد بدرجة أكبر على وجود الضوء عن **D. melanogaster** ، وهذا يشابه ما وجد بالنسبة لسلوك التزاوج . وبالمثل وجدت استجابة أكبر للانتحاء الضوئى فى مدرجات شدة الاضاءه بالنسبة للنوع سيميولانز ، واستجابة أقل بالنسبة للنوع ميلانوجاستر (انظر بارسونز – ١٩٧٥ ، كاواينشى وفاتانبى **Kawanishiand Watanbe** – ١٩٧٨) . كما تبدى دروسوفلا ميلانوجاسترتوزيعا أكبر بالنسبة لشدة الاضاءة عن سيميولانز (شكل ١٣ – ١) . وعلى ذلك ففى كلتا الحالتين سلوك **D. melanogater** كان أقل اعتمادا على الضوء عن سلوك **D. sinulaus** ، مما يرجح أن النوع ميلانوجاستر هو النوع ذو الموقع الأكثر إتساعا .

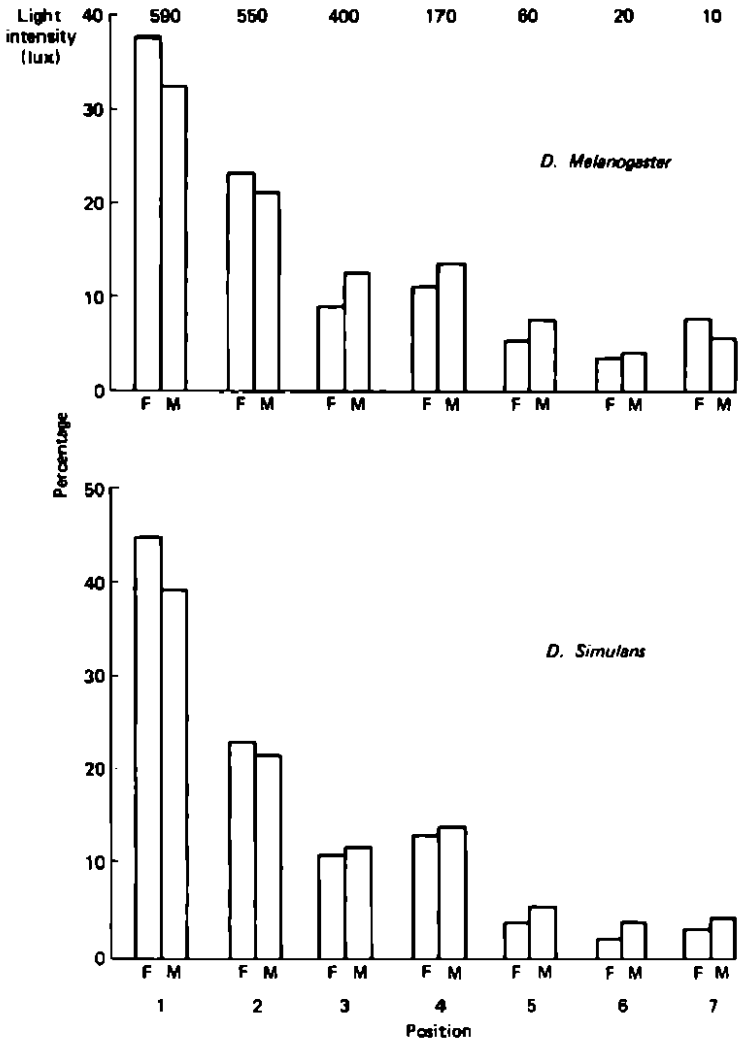
وضع البيض : فى تجارب المنافسة أبدت **D. simulans** ميلا لوضع البيض فى وسط وعاء التغذية أو على سطح الغذاء المحتوى على القشور ، بينما لا تميل **D.melanogaster** لذلك . بمعنى آخر ، قد يجعل الجفاف البيئة أقل مناسبة للنوع ميلانوجاستر (باركر **Barker** – ١٩٧١) . وعموما فإن نتائج وضع البيض شديدة التباين ؛ وقد وجد تاكاوانيشى وفانانبى (١٩٧٨) أن دروسوفلا سيميولانز تفضل وضع البيض فى المساحات ذات الاضاعة الأكثر شدة عن دروسوفلا ميلانوجاستر . بالإضافة ؛ فإن انتخاب البيض بناء على وضعه فى مدرجات شدة الإضاءة شبيهة بالموجودة فى الشكل

١٣ – ١ جعل من الممكن عزل العشيرة الخليطة إلى عشائر نوعية مختلفة ؛ حيث أن انتخاب الحشرات الموجبة ضوئيا يؤدى إلى استبعاد أفراد ميلانوجاستر ، وانتخاب السالبة ضوئيا يؤدى إلى استبعاد أفراد سيميولانز هذه النتيجة قد توضح من الناحية البيئية أن حشرات ميلانوجاستر تميل للتواجد فى أماكن أكثر ظلمة عن حشرات سيميولانز .

● انتشار اليرقات : توجد يرقات النوعين بالتساوى فى القسم العلوى من البيئة ، ولكن فى المناطق المنخفضة تتعدى نسبة يرقات النوع سيميولانز النسبة المقابلة فى النوع ميلانوجاستر (باركر – ١٩٧١) . بالإضافة لذلك ، فإن الملاحظات الخاصة بانجذاب اليرقات لمختلف الكيماويات (قسم ٨ – ٥) قد تكون ذات مغزى بالنسبة للمسكن الذى يختاره كلا النوعين ، وهذه النقطة تحتاج مزيد من الدراسة .

● وجود الايثانول فى البيئة : تتحمل D.melanogaster بدرجة أكبر من D. simulans وجود ٩٪ ايثانول ، وذلك سواء فى طوار اليرقة أو الأطوار البالغة . تبدى حشرات سيميولانز البالغة نفورا من وضع البيض فى المواضع المحتوية على ٩٪ ايثانول ؛ وعلى النقيض من ذلك تبدى حشرات ميلانوجاستر بعض التفضيل فى الحالة المذكورة (ماك كينزى وبارسونز McKenzie & Parrons – ١٩٧٢) كما أن هنالك اختلافات مشابهة (بل وأكثر وضوحا) بالنسبة لسلوك اليرقات (قسم ٨ – ٥) . وهذا يوضح التواجد المنفرد غالبا لدروسوفلا ميلانوجاستر فى داخل أحد مصانع النبيذ قرب ملبورن فى استراليا ، وتواجد النوعين خارج مصنع النبيذ مباشرة ، مع ملاحظة أن حشرات سيميولانز تبدو أكثر عددا . ترجح تجارب الاطلاق وإعادة الصيد خلال موسم صنع الخمور أن D. melanogaster تتحرك ناحية قبو الخمور بطريقة منتظمة ، بينما تتحرك D.simulans بعيدا عن (ماكينزى McKenzie – ١٩٧٤) . وعلى ذلك فإن توزيع النوعين خلال موسم صنع الخمور قد يكون محصلة نشاطهما الانتشارى . بالاضافة لذلك ، فإن بقايا العنب خارج القبو تتميز بالتخمر النشط مع وجود حوالى ٧٪ كحول ؛ فى هذه المرحلة لا نعثر إلا على يرقات النوع ميلانوجاستر ، بينما تتواجد يرقات النوعين فى مرحلة ما قبل التخمر (مان كينزى وماكيشنى McKenzie & McKechie – ١٩٧٩) . وبالتالى يتوافق سلوك الحشرات البالغة واليرقات فى النوعين الملاحظ تجريبيا مع سلوكهم فى البرية ، وذلك بالنسبة للتغيرات السلوكية الناجمة عن وجود الكحول .

● درجة الحرارة والجفاف :هذان العاملان يبديان أكثر من كونهما سلوكيان ، ولكن لتفادى الحالات المتطرفة من إرتفاع الحرارة أو انخفاض الرطوبة ، من الواضح أن



شكل ١٣ - ١ : النسب المئوية للحشرات عند سبع درجات من شدة الاضاءة (من ١٠ إلى ٥٩٠ lux) بالنسبة لنوعى D.simulans, D. melanogaster تركت الحشرات لمدة أربعة ساعات الانتخاب شدة الإضاءة (عن بارسونز Parsons - ١٩٧٥) .

السلوك يلعب دورا فى انتخاب مناطق صغيرة من السكن أقل تعرضا لهذه الضغوط (بارسونز - b&a١٩٧٨) . وهنالك تباينات معروفة داخل سلالات كل نوع بالنسبة لدرجة تحمل مثل هذه الضغوط . تتحمل دروسوفلا ميلانوجاستر نطاقا أوسع من درجات الحرارة عما تتحمله دروسوفلا سيميولانز (للمراجع : انظر بارسونز -

١٩٧٥) ، وهذا يشير إلى أن دروسوفلا ميلانوجاستر قد يكون لها موقعا أوسع ، وهو استنتاج مشابه لما وجد بالنسبة للاعتماد على الاضاءة فى السلوك التزاوجى وللنشاط الانتشارى والانتحاء الضوئى. ويرى ليفين **Levine** (١٩٦٩) أن التأقلم للحرارة الجافة يعتمد فى النوع ميلانوجاستر على المرونة التكوينية والأقلمة الفسيولوجية أكثر من اعتماده على التمايز الوراثى بين العشائر بالنسبة لدرجة تكيفها ، بينما فى دروسوفلا سيميولانز تكون المرونة التكوينية أقل وتعتمد أكثر على الاختلافات الوراثية . ورغم أن العوامل السلوكية واضحة الصلة ، إلا أن أهميتها النسبية فى هذه الحالة بالنسبة للنوعين المذكورين غير معروفة .

● بعض العوامل البيئية العامة : وأخيرا توجد بعض العوامل المعروف لها مكونات سلوكية ضئيلة ولكنها تميز النوعين . وجد الحلو وعلى **El-Helw & Ali** (١٩٧٠) أن النوع سيميولانز أكثر تحملا للخمائر الطبيعية فى البيئة عن النوع ميلانوجاستر ، وهذا قد يتلازم مع الملاحظات الحقلية لدروسوفلا سيميولانز فى البيئات الأكثر طبيعية عنه بالنسبة للنوع ميلانوجاستر (بارسونز – ١٩٧٩ a) . وقد وجدت اختلافات ضئيلة بالنسبة لمعدل النمو والبقاء والكفاءة التكاثرية والخصوبة والفقس وحيوية الأفراد البالغة هذه الاختلافات أوضحت التفوق العام للنوع ميلانوجاستر . كثير من هذه التجارب أجريت على درجة حرارة ٢٥° م ، وهى الحرارة التى تكون مميتة غالبا لدروسوفلا سيميولانز فى المعمل (بارسونز – ١٩٧٥) . والواقع أنه فى عشائر الأقفاص تحل **D.melanogaster** محل **D.simulans** عند درجة ٢٥° م ، ولكن عند درجة ٢٥° م قد يحدث العكس (مور **Moore** – ١٩٥٢) .

لاشك أن كل هذه التأثيرات الموجودة داخل وبين النوعين الشقيقين المذكورين لها علاقة أكيدة بتحديد توزيعها فى البرية . وقد عرض بيردمور **Beardmore** (١٩٧٠) النتائج التى تؤيد أنه داخل الأنواع توجد علاقة بين التباين البيئى المتعرضة له العشيرة وبين تباينها الوراثى . وهذا قد يكون منطقيا أيضا بالنسبة للأنواع وثيقة القرابة ولا يصح للمتباعدة (سيلاندر وكاوفمان **Selander & Kauflman** – ١٩٧٣) . وقد نوقشت المقارنان بين هذين النوعين الشقيقين ببعض التفصيل لتوضح التداخل الدقيق بين العوامل السلوكية والبيئية بالنسبة لتحديد المسكن والعزل بين الأنواع .

بينما تأكدت الفروق بين نوعى ميلانوجاستر وسيميولانز (من تحت جنس **Sophophara**) ، فإن درجتها يمكن أن توضع فى إطار أفضل عند المقارنة مع النوع واسع الانتشار **D. innigrans** الذى يقع فى تحت جنس **Drorophila** . بحث اتكنسون

وشوروكس Atkinson & Shorrocks (١٩٧٧) استخدام المصادر الغذائية وذلك بدراسة ظهور أنواع الدروسوفلا من ٣٢ نوعا من الفاكهة والخضر فى أحد الأسواق الانجليزية ؛ وكانت الصفة المدروسة بشكل غير مباشر هى وضع البيض طبعا، حيث يؤدى فقسه إلى ظهور الحشرات محل الدراسة . كان النوعان الشقيقان متشابهان بالنسبة لتخصصها فى استخدام الفواكه ، بينما استخدمت D. immigrans كلا من الخضر والفواكه . بالنسبة لليمون كانت نسب الحشرات التى ظهرت ٠,٠٤٨ و ٠,٠١٠ ، ٠,١٠٢ بالنسبة للأنواع ميلانوجاستر وسيميولانز وامجرانس بالترتيب ، وهى نتيجة تتفق مع ملاحظة تفضيل D. immigrans لليمون كمصدر لغذائها فى بساتين استراليا (برنس وبارسونز Prince & Parsons ١٩٨٠) . وفى جدول ١٣ – ٣ توجد مقارنة بين النوعين الشقيقين وبين النوع امجرانس (بارسونز – ١٩٧٩ a) . وهذا يوضح أنه بصرف النظر عن الخاصية موضع المقارنة ، سواء كانت سلوكية أو بيئية ، فإن النوعين الشقيقين يختلفان عن النوع إمجرانس . والدراسات الموسعة المماثلة قد تمدنا بمعلومات عن التشعب التطورى فى تاريخ الجنس المدروس . ومما يستحق الذكر أن اتكنسون وشوروكس باستخدام الرسومات البيانية الخاصة بالأشجار وجدا فروقا رئيسية فى مواقع التزاوج بين ثلاثة أنواع من تحت جنس (melanogaster, simulans, subobscura) Sophophora وثلاثة أنواع تتبع تحت الجنسين شديدى القرابة (busckii, hydei, immigrans) Dorsophia, Dorsilopha مما يشير إلى إمكانية التشعب التطورى بالنسبة لاستخدام المصدر الغذائى .

مجال الدراسة المقارنة لوضع البيض واستخدام اليرقات للمصادر الغذائية مازال مفتوحا ليس فقط للأنواع التى تنجذب للفاكهة ، ولكن للأنواع التى تستخدم مصادر أشد اختلافا . هذا يبدو بوضوح فى المجموعة الخاصة باستراليا التى تتبع أربعة تحت أجناس رئيسية من الجنس Drosophila وهى تبعا لتكرار أنواعها (فى استراليا) Scaptodrosophia Hirtodrosophila, Sophophora Drosophila [بارسونز وبوك Parrons & Bock ١٩٧٩) . والمقارنات السلوكية والبيئية من الطراز الوارد فى جدول ١٣ – ٣ على مستويات تقسيمة مختلفة يجب أن يمدنا بمعلومات لها مغزى تطورى واضح بالنسبة لهذا الجنس المتنوع الواسع الانتشار ، خصوصا عندما ندمج دراسات وضع البيض واليرقات (انظر : بارسونز – ١٩٧٨ b لمزيد من التفصيل) .

وهنالك زوج آخر من الأنواع الشقيقة التى تجمع لدينا معلومات كثيرة عنها هما D.persimilis, D. pseudoobrcura ، وهذا النوعان واسعا الانتشار فى شمال أمريكا

جدول ١٣ - ٣ : مقارنة بين النوعين الشقيقين D. simulans, D. melanogaster والنوع D immigrans

D.Immigrans (تحت جنس) Drosophila	D.melanogaster & Sophophora (تحت جنس) D.simulans
• البيئة الطبيعية	
مقاومة الحرارة العالية/الجفاف*	أكثر مقاومة ، خصوصا ميلانوجاستر
درجات الحرارة المفضلة فى المعمل	أعلى ، خصوصا ميلانوجاستر
مقاومة وطأة البرودة*	أقل مقاومة ، خصوصا سيميولانز
أقل أقل أعلى	
• الايثانول والمصادر الأخرى فى المحملة (فى المعمل)	
استجابة اليرقات للايثانول (٦٪)	تفضيل عالى أو معتدل فى ميلانوجاستر ، وأقل فى سيميولانز
التفادى	
الدرجة الحدية لاستخدام الايثانول	٩٪ميلانوجاستر ٣ - ٦٪ سيميولانز
١,٥٪ تقريبا	
استجابة اليرقات لحامض الخليك وخلات الايثيل وحامض الاكتيك*	عالية
معتدلة	
احتياجات الكرولسترول	أعلى من امجرانس
قليلة	
• استخدام المصدر (دراسات حقلية)	
أماكن وضع البيض	متخصصة فى الفواكة
الفواكة والخضر	
الليمون	تفاداه الأفراد البالغة ، وتنخفض بقاء اليرقات ، خصوصا سيميولانز
تفق اليرقات ، ومعدل بقاء اليرقات مرتفع	
• ملاحظات بيئية	
التواجد فى الغابات المطيرة	لا توجد ميلانوجاستر ، وتندر سيميولانز
تتواجد ، ولكن كساكن نادر	
التطفل بواسطة الدبور Phaenocarpa persimilis (فى العشائر المتصاحبة فى نطاق ملبورن)	ناجح بشدة
غير ناجح	

* الفروق الجغرافية داخل الأنواع بالنسبة لهذه العناصر معروفة للنوعين ميلانوجاستر وسيميولانز (عدا حالة الايثانول)
المصدر : عن بارسونز (١٩٧٩ a ، ١٩٨٠)

وعشائرهما توجد وتتطور متصاحبة sympatric فى بعض الأماكن . يتم المحافظة على الانعزال بينهما بواسطة العوامل الآتية :

● يبدى النوعان بعض الاختلاف فى تفضيل المسكن . يوجد النوع برسيمبلس فى مواقع أكبر برودة والنوع سيدوا بسكيورا فى مواقع أكثر دفئا .

● يبدى النوعان تفضيلا مختلفا للغذاء ، بما فى ذلك الانجذاب لخمائر مختلفة .

● يبدى الكثير من أنواع الدروسوفلا أنشطة عالية فى الصباح المبكر وفى المساء . وكما نرى فى جدول ١٣ – ٤ بالنسبة للحشرات المجموعة فى مناطق يوسيميت فى كاليفورنيا، فمن بين الحشرات المجموعة فى الصباح من على طعم الخميرة نجد أن نسبة سيدوابسكيورا كانت أقل ونسبة برسيميس أكبر مما يوجد فى عينة فترة النشاط المسائية (دوبزانسكى وآخرون – ١٩٥٦) .

● فى حالة تصاحب النوعين كان متوسط الاستجابة الضوئية (الانجذاب للضوء) أكبر بالنسبة للنوع برسيميلس عن سيدوا بسكيورا (روكويل وكوك وهارمش Rockwell,Cooke & Harmsen ١٩٧٥) .

● يرتبط الانعزال الجنسى مع اختلاف أغانى الغزل الخاصة بذكور النوعين (اونج Ewing – ١٩٦٩) . تؤدى ذكور سيدوابسكيورا أغنيتين محكومتين بالأجنحة ، إحداهما ذات تكرر منخفض وتتكون من سلاسل من الذبذبات ٥٢٥ Hz بمعدل ٦ كل كل ثانية ، والأخرى عالية التكرر وذبذباتها ٢٥٠ – chz تتكرر ٢٤ مرة كل ثانية . تكاد الأغنية منخفضة التكرر أن تكون غير موجودة أو مختصرة جدا فى النوع برسيميلس ، أما الأغنية عالية التردد فتتكون من ذبذبات ٥٢٥ – Hz التى تتكرر ١٥ مرة فى الثانية .

يبدى أن العوامل الأربعة الأولى ليست كاملة الفعالية ،وذلك لامكانية العثور على حشرات النوعين تتغذى جنبا إلى جنب على السائل الغروى فى أشجار البلوط الأسود Quercus (كارسون Carson – ١٩٥١) . وهذا مما يرجح أن غياب التزاوج بين النوعين فى الظروف الطبيعية يعزى أساسا إلى عزل سلوكى . وعلى أى حال ، ففى

جدول ١٣ – ٤ : عدد حشرات D. persimilis, D. pseudoobscura المجموعة فى الصباح والمساء فى منطقة يوسيميت فى كاليفورنيا .

	الصباح		المساء	
الشهر	سيدوابسكيورا	برسيميلس	سيدوابسكيورا	برسيميلس
[illegible]	68	111	682	432
[illegible]	210	297	694	446
[illegible]	65	75	681	443

المصدر : دوبزانسكى وآخرون Dobzhansky et al (١٩٥٦)

الهجن التى تحدث فى المعمل بين النوعين ينتقل عدد أقل من الحيوانات المنوية بالمقارنة بالهجن داخل النوع ، وتكون ذكور F_1 عقيمة وإناث F_1 منخفضة الحيوية .

والتهجين يحدث بسهولة نسبية فى المعمل ، حيث كانت العذارى فى أغلب التجارب فى عمر ٤ أيام (انظر قسم ٨ – ٤ بالنسبة لهذا العمر) . وعموما إذا ما وضعت الحشرات المذكرة والمؤنثة مع بعضها بعد عدة ساعات من ظهورها تقل نسبة الهجن بين النوعين . وقد اقترح سبيث **Spieth** (١٩٥٨) أن هذا المستوى الأعلى من العزل الجنسي قد يرجع إلى نضج أفراد النوعين معا ، مما يسمح لكل منهم بالتمييز بين أفراد نوعه وأفراد النوع الآخر ، وذلك قبل النضج الجنسي . أكثر من ذلك ، وجد أن أنثى دروسوفلا برسيميلس التى تتزاوج مع ذكر من نفس نوعها لا تقبل بعد ذلك التزاوج مع ذكر من النوع سيدوابسكيورا . وهذا يشير إلى أن المستوى الكبير من العزل قد لا يكون فطريا بدرجة كاملة ، ولكن قد يعزى جزئياً إلى التعلم . ويمكن الرجوع إلى تفاصيل أكثر فى هذا الشأن فى قسم ٨ – ٤ ، حيث يلاحظ أن إناث الدروسوفلا تفضل التزاوج مع طراز الذكور الذى تكون قد قبلته من قبل .

أوضحت التجارب المعملية وجود متغيرات أخرى ذات علاقته بدرجة العزل ، فقد وجد مثلا أنها تعتمد على درجة الحرارة (ماير ودوبزانسكى – ١٩٤٥) ، حيث تكون منخفضة بالنسبة للحشرات المرباه على درجة ١٦,٥° م . وعلى أى حال ، فإن مستوى العزل الجنسى يمكن أن يزداد وأن يقل بالانتخاب (كويمان **Koopman** – ١٩٥٠) ، مما يظهر أن درجة العزل نفسها تخضع للتحكم الوراثى . وتوجد مناقشات أوسع عن الأسس للعزل الجنسي فى قسم ٥ – ٣ .

ركزنا فى هذا القسم على الاختلافات بين الأنواع بالنسبة لانتخاب المسكن . أما انتخاب المسكن داخل الأنواع (الفروق بين التراكيب الوراثية) فهو أمر يمكن توقعه أيضاً – ولكنه أصعب فى تتبعه . ففى دروسوفلا برسيميلس درس تايلور وبويل **Taylor & Powell** (١٩٧٧) تأثيرات البيئة المختلطة المكونة من العدد من طرز الغطاء الأخضر ونظم الرطوبة . وقد وجدا تباينا فى تكرار المتشابهات الانزيمية والانقلابات الكروموسومية فى شاغلى هذه البيئة ورجحا انتخاب المسكن ، وذلك بعد استبعاد إمكانيات الانتخاب الطبيعى من خلال تمايز القدرة على البقاء ، الانحراف الوراثى العشوائى ، والانتشار غير العشوائى للتراكيب الوراثية المختلطة .

وتوجد دلائل أخرى على انتخاب المسكن داخل النوع من دراسات قبول الرائحة أو

نواتج التمثيل الغذائى . اختلافات رد فعل اليرقات للكحول فى دروسوفلا ميلانوجاستر نوقشت فى قسم ٨ – ٥ . بالإضافة إلى ذلك ، تختلف الأفراد البالغة واليرقات فى السلالات الجغرافية المختلفة بالنسبة للانجذاب إلى الكحول وحامض الخليك وحامض الاكتيك اليمنى واليسارى وخلات الاميثيل (فوياما **Fuyama** – ١٩٧٦ ، بارسونز – ١٩٧٩ a) . وقد أوضح مانينج **Manning** (١٩٧٦) إمكانية وجود انتقال وراثى لبعض السلوكيات المتأثرة بالتعلم مثل الاستجابة أو النفور من الروائح . كما أورد لنداور **Lindauer** (١٩٧٥) ملخصا لتعلم نحل العسل لتقبل ١٧ رائحة ، ويبدو من النتائج أن هذا التعلم يعتمد على السلالة ، مما يشير إلى وجود مكون وراثى .

وإمكانية وجود مكون وراثى بالنسبة لانتخاب الغذاء فى الدروسوفلا تستحق الدراسة خصوصا فى الأنواع واسعة التخصص . وقد تكون ملاحظة ستاكر **Stalker** (١٩٧٦) الخاصة باختلاف تكرار الانقلابات بين دروسوفلا ميلانوجاستر المرباه على البرتقال الذى اسقطه الرياح والمرباه على الجريب فردت نقطة بداية لمثل هذه الدراسة . ومن الأدلة الأحداث ما وجد من حالات تفضيل المسكن مع تلازم اختلاف مساكن اليرقات (فجوات أشجار البلوط فى مقابل فجوات أشجار الزان) وتوزيع التكرار الجينى لموقع انزيم الاستريز فى بعوضة **Aedes triseriaty** (ساول وآخرون **Saul et al** – ١٩٧٨) وتمايز هجرة التراكيب الوراثية الخاصة بالاميلز فى الحيوان القشرى **Arellus aquaticus** (من **Isopoda**) وذلك عند اختلاف مصدر الغذاء ما بين أوراق أشجار الزان المتحللة أو أوراق الصفصاف المتحللة فى الأقسام المختلفة من إحدى البرك (كرستنش **Christensen** – ١٩٧٧) . آخر الأدلة يأتى من يرقات الكائن البحرى **Spinorbus borealis** (من **polychaete**) تستقر اليرقات وتدخل فى بقية الأطوار على أنواع مختلفة من الطحالب مع إظهار أفضليات ملحوظة فى هذا الشأن . وقد وجد دويل **Doyle** (١٩٧٦) ما يسمى بالوفاء للمسكن **habitat loyalty** المتمثل فى تسلسل أفضلية المسكن بناء على أفضليات الآباء فى استخدام أنواع الطحالب . أى أن العامل الانتخابى الأولى بالنسبة لانتقاء مكان الاستقرار هو نوع الطحالب (انظر أيضاً ماك كى ودويل **McKay & Doyle** – ١٩٧٨) .

من هذه الملاحظات المنفصلة يبدو من المنطقى أن تتصور أهمية انتخاب الغذاء والمسكن فى تكوين السلالات داخل الأنواع ، وبالتالى فى التنوع (تكوين الأنواع الجديدة) . وهذا قد ينطبق بوجه خاص على الأنواع واسعة التخصص التى تستطيع استخدام مجموعة من المصادر الغذائية .

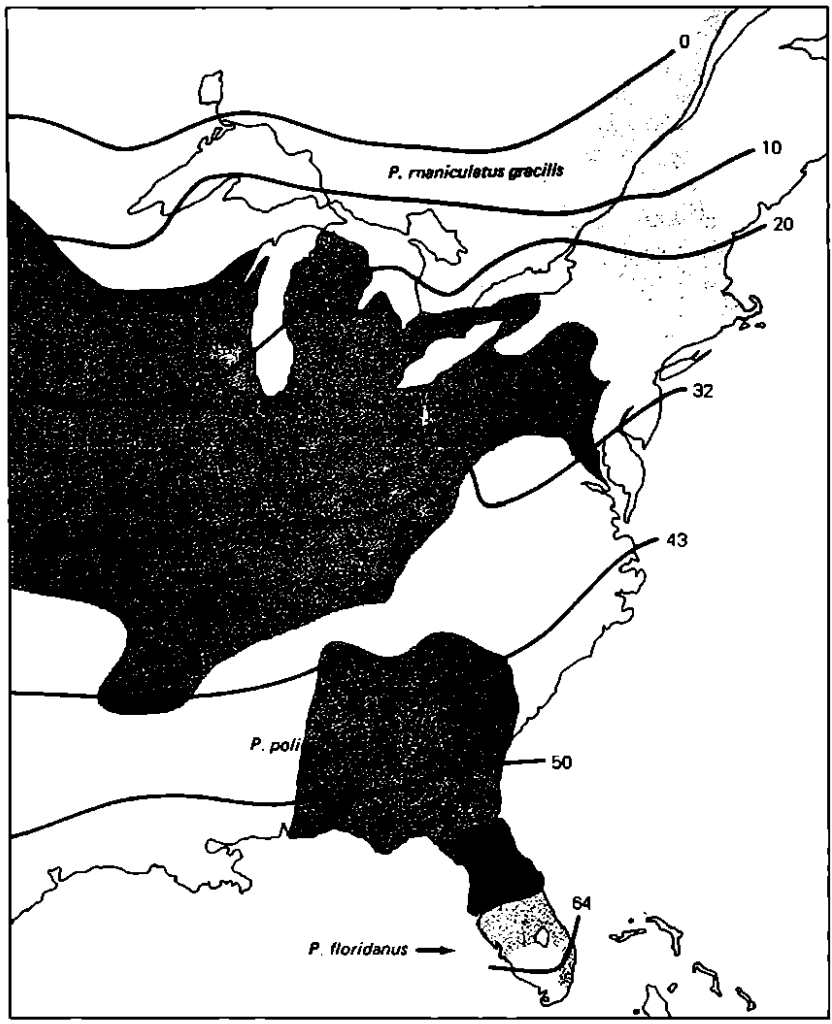
١٣ - ٤ إنتخاب المسكن : القوارض

لايعد إنتخاب البيئة المثالية هاما للدروسوفلا فقط ، ولكن لأى كائن يوجد فى الطبيعة فى نطاق واسع من أماكن السكنى . وتعد درجة الحرارة من العوامل الأولية المتضمنة فى عمليات التكيف . وفى البداية يبدو أن الكائنات التى تمتلك ميكانيكيات للتكيف الحرارى تتميز بأفضلية تكاثرية لا تتوفر فى من تنعدم فيهم هذه الميكانيكيات . الحيوانات الأخيرة المسماة **Poikeloherms** والتى لا تمثل ميكانيكات داخلية لتنظيم حرارة أجسامها ، تتكيف عن طريق عدم الحركة وإقلال معدل التمثيل الغذائى خلال فترات البرد أو ببعض أوجه التكيف الوظيفية والسلوكية التى تسمح بأقصى استخدام الحرارة وإنقاء البرودة . أما الحيوانات التى تنظم حرارة أجسادها داخليا **Homoeotherms** فتستطيع النشاط بكفاءة فى نطاق واسع من درجات الحرارة . حتى فى هذه الحالة ، فإن مثل هذه الحيوانات تمتلك طرقا خاصة عديدة لمقاومة التباين الحاد - كالحفر وتلمس الظل أو الشمس والإرتجاف والهجرة ، وغير ذلك من الأنشطة الحركية .

فى التجارب المعملية الموصوفة فى قسم ٩ - ٣ نرى أن الفيران ، عندما تواجه بتدرج فى درجات الحرارة ، فإنها تختار الدرجة المفضلة التى توفر لها أفضل ظروف النشاط المثالى . والنتائج توضح أن التفضيل الحرارى فى الفيران قد يكون متلازما بشدة مع مختلف الصفات الوظيفية والمظهرية ، أى يمكن إعتباره صفة فطرية تسمح بانتخاب أكثر أمكان السكنى ملاءمة .

دراسة فأر الأيائل **Peromyscus** أوضحت أن سلوكياته يمكن توقعها من المسكن الذى يشغله بالطبيعة . ففأر الأيائل الخاص بالبرارى **P. Maniculatus Bairdii** الموجود بولايات وسط الغرب والمستوية فى الولايات المتحدة يعد من تحت الأنواع التى تسكن الحقول وتتفادى مناطق الغابات ، وهذا بعكس الطراز شديد القرابة الذى يوجد بالغابات **P.m. graeilis** تمت بعض الأعمال للتعرف على المفاتيح البيئية التى يسترشد بها فأر الأيائل عند اختياره لمكان معيشته .

قام هاريس **Harris** (١٩٥٢) بتقديم بيئتين صناعيتين لتحت نوعى البرارى والغابات ، فأبدى كل طراز تفضيلا واضحا للبيئة الصناعية المشابهة لبيئته الطبيعية . وأكثر من ذلك ، فالأفراد المرباة فى العمل ، والتى لم تتعرض لأى من البيئتين الطبيعيتين إختارت الطراز البيئى الذى إختارته عادة فى الطبيعة . وعلى هذا فاختيار المسكن يعتبر



شكل ١٣ - ٢ : النطاق الجغرافى لفأر الأيائل . الخطوط الداكنة توضح الخطوط الحرارية فى يناير بالفهرنايت (عن كنج : وآخرون - ١٩٦٤) .

وراثيا وخاضعا للإنتخاب الطبيعى من حيث الاختيارين بيئتى البرارى أو الغابات .

وجد أوجيلفى وستنسون **Ogilvie & Stinson** (١٩٦٦) أن النظام الحرارى الأمثل لتحت نوعى البرارى والغابات ٢٥,٨° م ، ٢٩,١° م ، على الترتيب ، وهذا يتفق مع البيئة الأكثر دفئا فى الغابات التى يفضلها **P.m. gracilis** والبيئة الأميل للبرودة فى

البرارى والحقول التى يفضلها **P.m. fairdii** وأبدى النوع **P. leucopus** المستحضر من أماكن تزيد درجة حرارة الأرض بها بمقدار ٣ – ٥٤ م عن أرض الغابات ميلا إلى درجة أعلى هى ٥٣٢,٤ م . من هذا نستخلص أن الحيوانات تميل لاختيار المسكن الذى يشابه مسكنها الطبيعى ، وأن هذا الميل يتأثر بالتركيب الوراثى .

وقد رجح ويكر **Wecker** (١٩٦٤) فى تجارب شبيهة بتجارب هاريس (١٩٥٢) ووجد تغذية رجعية سلوكية **behavioral feedback** للتراكيب الوراثية تحدث بالمحافظة على عشيرة ما محددة بمسكنها الطبيعى .

وفى تحت نوعى **P.maniculatus** المذكورين توجد إختلافات وراثية واضحة بالنسبة لرد فعلهما نحو الرمال (كنج **King** – ١٩٦٧) . ففى فترة ٢٤ ساعة يزيل **P.m.gracilis** ٠,١ رطل من الرمال من الخندق الذى يحفره ، بينما يزيل **p.m.bairdii** ٥,٩ رطلا فى نفس الفترة . هذا يتوافق مع تاريخهم التطورى فالأول نصف شجرى **semiarboreal** ، والثانى أرضى تماما . بالإضافة إلى ذلك فتحت النوع الخاص بالبرارى ينضج بسرعة أكبر فيما يختص بالاستجابة الحركية ، والآخر يبدى قدرات أكبر على التعلق مما يتفق مع طبيعة نصف الشجرية . وقد اقترحت إختلافات أخرى فى الخصائص المظهرية والكيماوية للجهاز العصبى المركزى تتوافق أيضا مع تاريخ حياة كل منهما .

من هنا يتضح وجود دليل جيد على التلازم بين الصفات المظهرية والوظيفية والسلوكية المرتبطة تماما بانتخاب المسكن .

وهنالك دليل آخر على التحكم الوراثى فى تفضيل المسكن يأتى من إختيار توزيع فأر الأيائل من الشمال إلى الجنوب فى كندا والولايات المتحدة (كنج ، ماس وويزمان **King-Maas & Weisman** – ١٩٦٤) . ويبدو هذا التوزيع فى شكل ١٣ – ٢ . وهو يقارب حدود الإختلافات فى كمية المواد المستخدمة فى بناء الأعشاش بواسطة الأنواع الأربعة الموضحة بالشكل فى المعمل . ففى الشمال تكون الأعشاش أكبر لتوفر عازلا أفضل من البرودة ، وفى الجنوب الأكثر دفئا تكون الأعشاش أصغر لعدم ضرورة هذا العازل ، السلالات المختبرة كانت مرباة معمليا ، ومع ذلك أبدت سلوك الأنواع التى تتبعها مما يوضح وجود أساس وراثى لها ذا السلوك التكيفى ، تأكد فى الأنواع المدروسة بفعل الانتخاب الطبيعى .

الأعمال السابقة على فأر الأيائل تؤكد ضرورة دراسة عشائر فأر المنازل البرى بتفصيل أكبر . فالأعمال على السلالات المعملية (قسم ٩ – ٣) ترجح وجود

اختلافات فى السلالات البرية فى صفات تشابه المدروسة فى فأر الأيائل . فالدراسات الحديثة (لينش وهجمان Lynch & Hegmann – ١٩٧٢) أوضحت إختلافات السلوك بالنسبة للأعشاش ، مقدرة بمدى استخدام القطن فى بناء العش ، وذلك فى خمسة سلالات مرباة داخليا . أكثر من ذلك ، وجد نفس الباحثان (١٩٧٣) أن الاختلافات بين السلالية BALB/cJ و 57BL/6J ، كانت أكبر عند إختيارهما عند درجة حرارة ٥° م مما لواختبرت على درجة ٢٦°م لذلك فالنتائج يجب أن تجمع على سلسلة من البيئات ، حيث أن هذه النتيجة توضح وجود تداخل بين التركيب الوراثى والبيئة له علاقة واضحة بانتخاب المسكن .

فى مقال مميز عن وراثة العشائر السلوكية فى الفيران ، كتب برول Bruell (١٩٧٠)

ظاهرة إنتخاب مادة البناء تعد واحدة من العديد من الظواهر التى توضح أوجه التكيف السلوكية للظروف المحلية . أكثر الأنواع الناجحة لا تشغل بيئة واحدة ، بل بيئات متعددة ، يلزمه لكل منها أنواع خاصة من التكيف الظاهرى والوظيفى والسلوكى . ولا شك أن لنجاح النوع يقاس بمقدرته على التكيف لمجموعة من البيئات . وهذا يؤدى إلى التساؤل عما إذا كانت الأنواع الناجحة تشغل البيئات المتباينة بغشاء ذات كفاءة تأقلمية عالية مع تماثلها الوراثى ، أن هذه الأنواع تتكون من عديد من العشائر المختلفة وراثيا ، والتى تم تكيف كل منها عن طريق الانتخاب الطبيعى لسكنى منطقة معينة .

وهو يعتبر أيضا أن « أحد تطلعات دراسة وراثة العشائر فى الفيران هو الحضور على « صور سلوكية » behavioral profiles للسلالات وتحت السلالات المختلفة » . وهذا أمر وارد لوجود عدد كبير من أماكن السكنى والسلالات المتباينة فى الفيران البرية .

من الواضح أن الفروق السلوكية بين P.manículatus bairdii و P.manículatus gacilis يتم المحافظة عليها عن طريق الإنتخاب الطبيعى . فالسلالات المرباة فى المعمل لمدة ١٢ – ٢٠ جيل لا تبدى تفضيلا ما عند تخير بين سكنى الحقول أو الغابات . ولكن إذا ما تمت تنشئة الفيران المرباة داخليا فى المعمل فى الحقول فهى تبدى هذا الاختيار بشكل معنوى (ويكر Weeker – ١٩٦٤) . كما أن أفراد تحت النوع الخاص بالبرارى المصطادة حديثا والناشئة بالمعمل تختار الحقول والبرارى بشكل قاطع – وعلى ذلك فهنالك تغير وراثى يحدث فى الفيران المرباة فى المعمل لأجيال عديدة ، ويقل الميل المتوارث لإختيار الحقل ، وإن كان يمكن إستعادته بالتعرض المبكر للبيئة التى فرضت إنتخاب هذه الصفة من قبل . هذا التأثير يوضح أن كلا من الوراثة والخبرة يلعبان دورا

فى تحديد الأفضلية عند فأر الأيائل الخاص بالبرارى بالنسبة لإختياره الحقل لسكناه . ويبدو أنه فى الظروف البرية يكون هنالك تطور سلوكى من السلوك المتعلم إلى الإستجابة الفطرية . فالسلوك المتعلم الذى ينشأ أولا يصير فطريا وبالتالى تحت التحكم الوراثى عن طريق الإنتخاب الطبيعى (ويكر – ١٩٦٤) . وتعد التغيرات التطورية التى تزيد التحكم الوراثى ذات أفضلية لأنها تحد من عدد الاستجابات الممكنة للفرد تجاه مؤثر بيئى معين (وادنجتون **Waddington** – ١٩٥٧) . وهى ذات أفضلية لأن الانتخاب الطبيعى يشجع الاستجابابات المؤدية إلى بقاء الأفراد ، وطالما كانت البيئة ثابتة ، فإن العشيرة ككل تصير بناء على ذلك منضبطه مع الوضع البيئى الأمثل لقدراتها

ويعد إنتحاب المسكن فى الطيور أيضا صفة وراثية جزئيا . من المحتمل أن يفسر ذلك الإستجابة البطيئة لبعض الطيور عند تغير الظروف البيئية . كثير من الطيور المسنة تعود إلى أعشاشها القديمة عاما بعد عام ، حتى وإن تعرضت منطقة العش للتدهور . والتحليلات التجريبية فى هذا المجال قليلة ، رغم أن كلوبفر **Klopfer** (١٩٦٣) أوضح أن العصافير الدورية النحاتة **Spizella passerina** الناشئة فى المعمل تفضل أوراق الصنوبر عن البلوط ، تماما كما تفعل الطيور البرية . وعموما ، فإن الطيور المعملية المرباة على أوراق البلوط تبدى تفضيلا أقل للصنوبر عندما تصير بالغة ؛ وبمعنى آخر فإن التفضيل الفطرى للصنوبر قد يتحور بعض الشىء نتيجة للخبرات المبكرة .

وليس من المستغرب أن تحدث تغيرات تحت النظم المعملية ، وذلك لتراخى الانتخاب الطبيعى تحت هذه الظروف نظرا لاختلافها عن الظروف الطبيعية . فالنسبة للصفات الهامة لانتخاب المسكن ، من المتوقع تحت الظروف الطبيعية أن يحدث إنتخاب تثبيتى يقيهم فى حدود ضيقة نسبيا . فالحيوانات التى تبدى سلوكا مخالفا بشدة للطبيعى من المستبعد أن تتزاوج مع الأفراد الأخرى الطبيعية السلوك . وأبعد من ذلك ، فإن الحيوانات التى تشغل أكثر المواقع ملاءمة من البيئة الخليطة تكون حاجتها أقل لاستخدام أوجه التكيف الوظيفية والسلوكية التى يمتلكها الحيوان ليقاوم الظروف الغير ملائمة . ومن أوجه التفضيل الأخرى للوجود فى مسكن ملائم زيادة فرصة التزاوج مع أفراد مشابهة ، مما يؤدى إلى تأكيد استمرارية الخصائص التكيفية . ويؤدى ذلك على التحديد إلى عزل جنسى بين العشائر ، وهو الأمر الذى حدث مرارا فى مراحل تطور الكائنات . وعلى أى حال ، فقد وجد دويل **Doyle** (١٩٧٦) بعض الصعوبات فى تفسير نتائجه عن إنتخاب الموقع فى الديدان البحرية الطافية ، وشعر أنه يتعامل مع صفة من صفات

المواءمة وصفها المثالى أعلى من المتوسط المشاهد . والمرء لا يملك إلا استخلاص أنه برغم أهمية الانتخاب المثبت ، إلا أن الانتخاب الموجه كثيرا ما يحدث كإستجابة للتغيرات البيئية ، ويجب أن نأمل فى أعمال أخرى هامة فى مجال الأسس الوراثية لإنتخاب الموقع . ولن يطول إنتظارنا لهذه الأعمال إذا ما استرشدنا بالعرض الممتاز الذى قدمه بارتردج **Partridge** (١٩٧٨) عن هذا الموضوع .

ديناميكيات العشائر

من الواضح أن الميكانيكيات السلوكية ذات أهمية كقوى تطورية تؤدى إلى تغيرات فى المستودع الجينى للنوع ، وقد اتضح ذلك عند مناقشة إنتخاب المسكن . والواقع أن معلوماتنا عن ديناميكيات العشائر بشكل عام أقل عمقا . ففى القوارض مثلا نحتاج إلى قياسات محددة للتغيرات الوراثية الناجمة عن سلوكيات العشيرة مثل الهجرة والعدوانية ونظم التزاوج ومعدلات الخصوبة والوفاة التباينية – وعموما اتضحت أهمية السلوك كأحد القوى التطورية فى السنوات الأخيرة ، وظهر ذلك بشكل خاص فى دراسات الفأر المنزلى وفأر الحقول .

أوضحت الدراسات البيئية المبكرة أن نطاق المنزل **home range** لفأر المنزل صغير نسبيا . وقد ذكر ساوثرن ولاورى **Southern & Laurie** (١٩٤٦) أن نطاق المنزل بالنسبة لفأر المنازل الذى يتواجد فى أكوام الذرة يكون ٥٠ قدما مربعا تقريبا ، مع قلة الحركة الرأسية عن الحركة الجانبية . ووجد دليل مشابه لذلك بالنسبة لفأر المنازل البرى فى كندا والولايات المتحدة .

قام بتراس **Petras** (١٩٦٧) بدراسة فأر المنازل فى ستة أبنية متجاورة فى جنوب شرق ميتشجان على مدى ٤ سنوات . ويبدو أن وحدات التربية الصغيرة شائعة فى حالة حجم العشائر المنخفض . والحقيقة أن تقديرات حجم العشيرة الفعال **"effective"** (المعرف فى كتاب لى **Li** – ١٩٥٥ ، والمبنى على عدد الأفراد المربأة) يتراوح بين ٦ و ٨٠ فردا

تم الحصول على هذه التقديرات من كل من نتائج الدراسات الوراثية والبيئية . بنيت النتائج الوراثية على أساس تكرار موقعين يتحكمان فى تعدد المظاهر الكيماوى الخاص بأنزيم الاستريز – ٢ (موقع **Es-2**) والهيموجلوبين (موقع **H6**) . هذان الموقعان متعددا المظاهر . لكنهما يبديان نقصان فى الأفراد الخليطة . وهذا النقص يفسر بانقسام

العشيرة إلى عدد من وحدات التربية الصغيرة المنفصلة ، وذلك تبعا لتوقعات التزاوج العشوائى (لى Li ١٩٥٥) . وبمعنى آخر ، فإن هذا الانقسام يؤدى إلى وضع يشابه التربية الداخلية . هذه النظرية أكثر تعقيدا من أن تفضل فى مثل هذا المرجع – وأول دراسة مفصلة عن العشائر ، التى لا يمكن تفسير نتائجها إلا بإفتراض وحدات التربية الصغيرة ذكرها لونتين وون Lowentin & Dunn (١٩٦٠) وذلك فيما يخص تعدد المظاهر فى موقع T (الخاص بالذيل) فى الفيران ، وهو يتحكم فى تكوين بعض التركيبات المحورية فى المنطقة الذيلية للعمود الفقرى .

وتتفق نتائج بتراس Petras (١٩٦٧) البيئية مع ما سبق ؛ حيث توضح بقوة ما يوصف بالإقليمية territorality ؛ التى تؤدى إلى تقسيم العشائر إلى وحدات تربية صغيرة (تسمى بالديمات demes نسبة إلى الوحدات الإدارية المستقلة إداريا فى اليونان القديمة) ، والتى قد يوجد العديد منها فى داخل المبنى الواحد . وقد كان معدل الهجرة منخفضا . كما ذكر بتراس أحد الأعمال الذى قدرت فيه نسبة الفيران فى أحد مبانى المزارع ، التى تنقل أعشاشها داخل أو خارج المبانى المنعزلة ، بما لا يزيد عن ٥٪ . أما الهجرة بين المزارع ، فمن المحتمل أنها لا تذكر ؛ تحيث أن تبادل الجينات بين العشائر المنفصلة بالأراضى الغير منزرعة يكون محدودا جدا . فى أعمال كروكروفت Crowcroft (١٩٦٦ وما قبلها) ذكرت بعض التجارب على الفيران البرية الموضوعة فى حظائر كبيرة (٢٥٠ قدما مربعا) . انتشرت الفيران فى مناطق تربية محددة لكل مجموعة . وقد لوحظت ندرة ظهور السلوك العدوانى داخل مجموعة العائلة الواحدة ، مما يشير إلى ظهور البناء الإجتماعى فى المجموعة ؛ ولكن عند إدخال فيران غريبة تظهر العدوانية الوضحة ؛ التى تؤدى غالبا إلى الفتك بالأفراد الغازية .

استخدم ريمر وبتراس Rimer & Peras (١٩٧٦) السلالة البرية والمعملية لفيران المنازل لدراسة التراكيب التربوية فى أقفاص العشائر . أطلقت الفيران فى قفص يتكون من سلسلة من الأعشاش المتصلة بممرات . كونت الفيرات مستعمرات تربية صغيرة ، يتكون كل منها من ذكر سائد ، والعديد من الإناث ، وكذلك العديد من الذكور الخاضعة لهذه الإقليمية الذكرية .

وقد كانت الهجرة بين الديمات نادرة وعن طريق هجرة الإناث أساسا . وكانت مستعمرات التربية ثابتة لأجيال عديدة . وعلى هذا ، يبدو أن الفيران تنتظم فى وحدات تربية صغيرة بسبب الإقليمية التى تبديها الذكور . وقد أوضحت التجارب المعملية التى

وصفها دى فريس وماك كلير **De Fries & Mc Clearn** (١٩٧٢) الدليل على التلازم بين السيادة الإجتماعية للذكور ذوى التراكيب الوراثية المختلفة ، المقدرة على أساس قدراتهم العراكية ، والمفهوم الداروينى للمواءمة المقدر على أساس نسبة ما تنتجه الذكور السائدة من نسل .

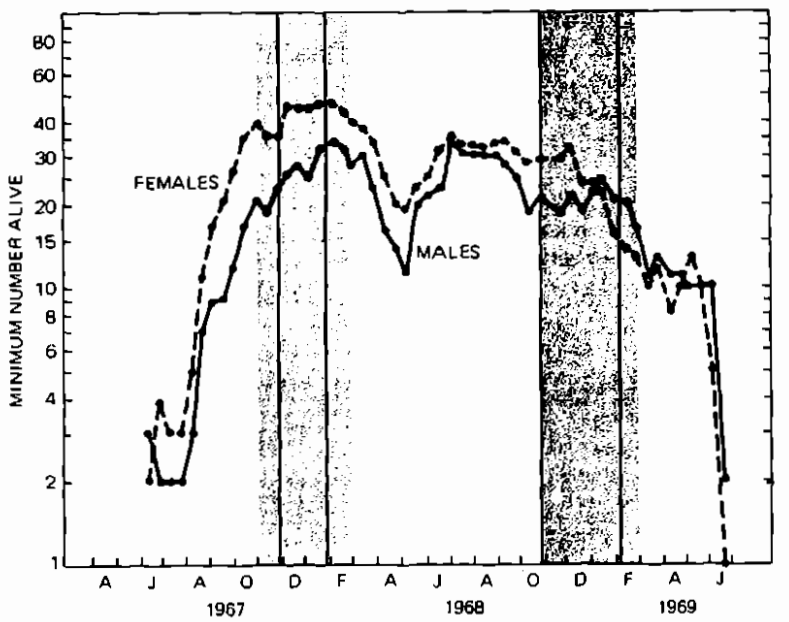
من ذلك يتضح أن النتائج المتحصل عليها فى المعمل تتفق مع النتائج المشاهدة تحت الظروف الطبيعية بدرجة أكبر فى تأكيد الأساس الوراثى للسيادة الإجتماعية .

فى دراسة سيلاندر **Selander** (١٩٧٠) عن الوراثة الكيماوية الحيوية لفيران المنازل البرية نجد تحليلا للتباين الأليلى للمواقع الجينية المختلفة للهيموجلوبين والإستريز . وقد لوحظ تدرج التكرارات الجنية بين المناطق المختلفة فى تكساس (حالات التباين الجغرافى المتصل فى الأنواع **clines** . وعموما فقد وجدت درجة واضحة من إختلافات التكرارات الأليلية عند جمع عينات الفيران البرية من أجران مختلفة داخل المنطقة الواحدة . ووجدت هذه الاختلافات حتى بين الأجران التى تبعد عن بعضها عدة ياردات ، وهذا يتفق مع الدليل السلوكى والبيئى المذكور سابقا . وفى نفس الجرن الواحد يشاهد طراز موزايكى معقد لكل موقع مع وجود مناطق صغيرة تتميز بتكرارات اليلية عالية أو منخفضة . ويعتبر تجمع التراكيب الوراثية المتشابهة نتيجة مباشرة لوجود الديمات فى حالة الفيران البرية . وبذا يكون تركيب موزايك من وحدات تربية صغيرة (ديمات) ، مع ملاحظة أن الحجم الفعال للعشيرة قد يكون صغيرا جدا . وهذا يعنى أن الصفة تلعب دورا فى غاية الأهمية فى تحديد التكرارات الجينية على المستويات المحلية جدا . وبما أن الأحجام الصغيرة للعشائر الفعالة تعتمد بشكل كبير على السلوك الإجتماعى ، فإن ذلك يؤكد أهمية تأثير السلوك على التركيب الوراثى لعشائر الفيران .

من الملامح الخاصة بالقوارض الصغيرة وجود دورة العشيرة التى تؤدى أحيانا إلى زيادات هائلة يتبعها انخفاض كبير فى عدد الأفراد . هذه الدورة ظلت لفترة طويلة من المشاكل الكلاسيكية فى الدراسات البيئية للعشائر . وهنالك مدرستين متعارضتين فى أفكارهما بالنسبة لسبب توقف زيادة العشيرة فى القوارض الصغيرة. إحدى المدرستان تعتقدان أن عواملا خارجية ، مثل الإمداد الغذائى أو الأعداء المفترسة أو الأمراض ، توقف إزدياد أفراد العشائر . وترى المدرسة الأخرى ، التى تعد أكثر أهمية ،أن العوامل الداخلية المتمثلة فى تأثير الأفراد على بعضها تلعب الدور الأكبر فى هذا الشأن . شرح كريبس وآخرون **Krebs et al** (١٩٧٣) الدليل على ذلك فى فأر الحقول **Microtus** .

لنأخذ أولا التغيرات السكانية فى دورة إحدى العشائر فى الاعتبار . ففى ميزان بنسلفانيا **Microtus pennsylvanicus** (شكل ١٣ – ٣) قد تستمر الدورة العادية بعد إبتدائها خلال الشتاء .

وتبدأ مرحلة الوصول إلى قمة الإعداد بانحدار فى الربيع يعقبه زيادة فى الصيف أو الخريف بحيث تستعيد العشيرة مستواها السابق . ومرحلة الانحدار قد تختلف بحيث تبدأ فى الخريف فى نفس العام التى تصل فيه الأعداد إلى قمتها ، أو تتأخر إلى الخريف التالى . وقد يكون الانحدار سريعا جدا ، كما فى شكل ١٣ – ٣ ، ولكنه غالبا ما يكون تدريجيا بحيث يمتد لمدة عام أو أكثر . يعقد ذلك مرحلة من الأعداد القليلة والتى لا تعرف عنها الكثير . وهذا الطراز من دورات العشائر يميز العديد من أنواع فيران الحقول . والسبب المباشر لتقلب الأعداد يكمن فى معدات الميلاد والوفاة .



شكل ١٣ – ٣ : تغيرات كثافة العشائر فى فأر الحقل M. pennsylvanicus فى منطقة حشائش باندايانا الجنوبية . المناطق المظللة توضح إشهور الشتاء (عن كريبس وآخرون Krebs et al ١٩٧٣) .

وقد قلت النسبة المئوية للإناث البالغة المرضعة التى تم اصطيادها فى مرحلتى القمة والإنحدار ، وفى هاتين المرحلتين كانت معدلات الوفاة فى الحيوانات اليافعة شديدة

الإزدياد . وعلى النقيض من ذلك نجد أن معدل وفاة الحيوانات تحت البالغة والبالغة لا يزيد فى مرحلة القمة ، لكنه يزيد فى مرحلة الانحدار ، مشابها فى ذلك ما يحدث للحيوانات اليافعة ، وعلى ذلك إذا ما مر الحيوان بالمرحلة اليافعة فى قمة الأعداد بالعشيرة ، فإن فرصة كبيرة أن يبقى حتى البلوغ . وعموما ، فإن العشائر المنحدرة تتميز بقلة معدل مواليد وارتفاع معدل وفيات كل من الأفراد اليافعة والبالغة .

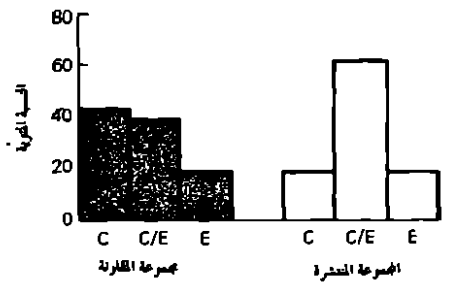
أجريت إحدى تجارب العشائر على حيوانات فأر بنسلفانيا الموجودة داخل سياج والغير مسيجة . فعلى حقلين متجاورين بمساحة ٠,٨ هكتار تمت ملاحظة ازدياد حجم العشائر بسرعة كبيرة ، ولكن فى مرحلة القمة المبكرة ظهر التباين الواسع بين المجموعتين ؛ فالمسيجة وصلت أعدادها إلى ٣١٠ – وهذا يمثل ثلاثة أضعاف العشيرة الغير مسيجة . وأدى ازدياد العشيرة المسيجة إلى إتلاف الموقع السكن وإزدياد الطلب على العشب ، وأعقب ذلك انحدار حاد مصحوب بأعراض الجوع – وهو وضع لم يحدث فى العشيرة الغير مسيجة . وقد وجدت نفس النتيجة فى النوع **M.ochragaster** يستنتج من ذلك أن تسييج عشائر **Microtus** يؤدى إلى هدم الميكانيكية المنظمة التى تمنع زيادة التكالب على العشب والجوع . وعملية الانتشار هى العملية التى تبث فعلا عن وضع السياج ، حيث لم تلاحظ أية دلائل على تغير الحال بالنسبة للأعداد الطبيعية و وجود السياج .

ويمكن تصور طريقتين يعمل بهما إنتشار على تنظيم العشيرة . الأولى أن يرتبط الإنتشار بكثافة العشيرة بحيث تزداد هجرة الحيوانات فى طورى القمة والانحدار . هذه الحيوانات تتعرض لكثير من المخاطر البيئية الغير ملائمة كمهاجمة الفيران الأخرى والأعداء المفترسة وغير ذلك .

الطريقة الثانية تفترض أن نوعية الأفراد المنتشرة تكون أكثر أهمية عن أعدادها ؛ فإذا ما اقتصر تحمل الكثافة العالية على حيوانات ذات تركيب وراثى معين ، فإن الانتشار قد يكون الميكانيكية اللازمة لفرز هذه الأفراد . وفى إحدى التجارب تم إخلاء مساحتين من كل أفراد فيران **Mocrptus** وذلك بصيدها دوريا لمدة يومين كل أسبوعين . كانت الفيران حرة فى أن تحتل هاتين المساحتين فى الفترات ما بين عمليات الصيد . كان الانتشار فى أكثر حالاته شيوعا فى مرحلة إزدياد العشيرة ، كما كان يعتبر شائعا على الأقل فى مرحلة الإنحدار . والواقع أن كريبس وزملائه **Krel et al** (١٩٧٣) يعتبرون أن أغلب النقص فى معدل زيادة العشيرة يعزى إلى الهجرة . وعلى العكس ، فالقليل من هذا النقد الكبير يعزى إلى الانتشار ، وبالتالى فلا بد أن يتشبح معظم الفقد من الوفاة فى

الموقع .

وبالنسبة لبروتين السيرم متعدد المظاهر Tf (ترانسفيرين transferrin) ولانزيم أمينوبيتيديز الليوسين LAP (leucine aminopeptidase) وجدت دلائل قوية على تلازم وجود تغيرات كبيرة فى تكرار الجينات والتراكيب الوراثية مع تغيرات العشيرة . فقد نقص تكرار أليل LAP^S (المتميز ببطء حركة ناتجة عن التغريد الكهربى) بمعدل ٢٥٪ فى ذكور Microtus فى بداية وقت إزدياد الفقد ؛ وبعد ذلك بأربعة إلى ستة أسابيع حدث انخفاض بنفس المعدل فى الإناث . مثل هذه الملاحظة تؤكد بشدة أن حالات الفقد السكانى تعتمد على الإنتخاب الوراثى ، وأن توزيع الفقد ليس متساويا بين كل التراكيب الوراثية .



شكل ١٣- ٤ التراكيب الوراثية للترانسفيرين خلال مرحلة الزيادة فى Microtus pennyvalnaus فى خريف ١٩٦٩ ، وذلك بالنسبة للإناث المنتشرة مقارنة بالإناث المتبقية E,C. يمثلان أليل الترانسفيرين (عن كريبس وآخرون Krebs et al ١٩٧٣) .

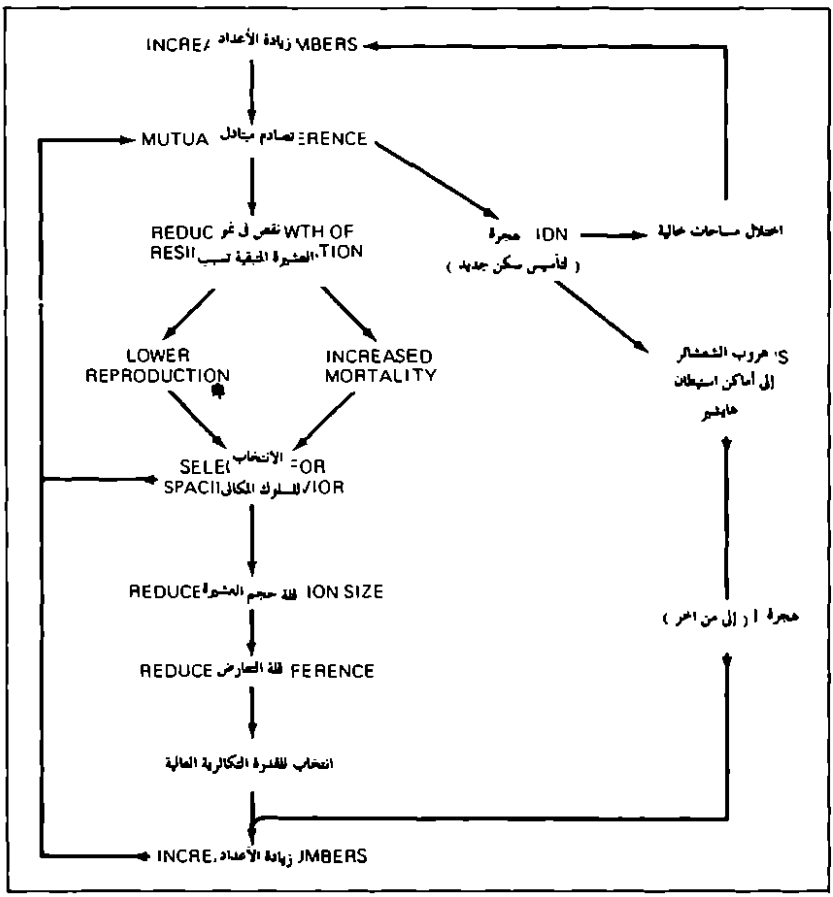
فى شكل ١٣ - ٤ تتضح مقارنة تكرارات التراكيب الوراثية لإناث Microtus المنتشرة والمتبقية أو الغير منتشرة . من الواضح أن الإناث الخليطة Tf^C/Tf^E و Tf^C) و Tf^E أليلان لجين الترانسفيرين) كانوا أكثر شيوعا فى العشائر المنتشرة عن المتبقية . والواقع أن ٨٩٪ من فقد الإناث الخليطة من العشائر المتبقية خلال زيادة العشيرة كان نتيجة الإنتشار . أظهرت بعض التراكيب الوراثية الميل للإنتشار ، وهذا إحتمال قد اقترح سابقا (إرجع مثلا إلى ليديكر Lidicker - ١٩٦٢) ولكنه لم يوضح من قبل فى العشائر الحيوانية . وعلى ذلك فلابد وأن هنالك ضغط إنتخابى مكثف . وإذا ما كان العامل الداخلى للتفاعلات بين أفراد فيران الحقل يمثل الميكانيكية الأولية ، فلا بد وأن تختلف الخصائص السلوكية للأفراد خلال الدورة . هذا ما تم إختباره فى ذكور M. pennsylvanicus و M. ochrogaster .

أظهرت الدراسات المعملية تغيرات معنوية فى السلوك العدوانى مقدرة بمجالات

الاقتتال المزدوج الدورية بين الأفراد خلال دورة العشيرة (مايرز و كريبس **Myers & Kreps** – ١٩٧١) :

كانت أفراد العشائر الموجودة فى مرحلة القمة الأكثر عدوانية . وأكثر من ذلك ؛ فإن ذكور الفأر النيسلفانى المنتشرة خلال فترات القمة تميل إلى العدوانية بدرجة تفوق المتبقية .

هذا يستدعى الدراسة الحقلية بدرجة أكبر كما أشار كريبس وزملائه (١٩٧٣) .



شكل ١٣ – ٥ : تنظيم العشيرة فى القوارض الصغيرة . نموذج معدل عن التراض تشيتى (عن كريبس وآخرون Krebs et al – ٩٧٣) .

كانت النتائج متوافقة مع إفتراض وجود تأثيرات وراثية وسلوكية تبعا لإقتراح تشيتى Chitty (١٩٦٧) الموضح فى شكل ١٣ – ٥ . ينبنى نموذج شيتى لتنظيم العشائر على « تعدد المظاهر السلوكى » ، حيث يوجد أفراد تتحمل وأفراد لا تتحمل الإزدحام ؛ وبالتالى فإن تغير الكثافة يعمل كقوة إنتخابية على هذه الطرز السلوكية .

وتبعا لهذا الافتراض ؛ فإنه بازدياد حجم العشيرة يزيد التصادم المتبادل والإنتخاب للسلوك العدوانى – والهجرة تمثل إحدى الطرق التى يحدث بواسطتها (الإنخلاب ، وكقوة إنتخابية يحدث تأثيرها بأقصى درجاته خلال مرحلة التزايد فى دورة العشيرة . وهنالك الآن دليل واضح (أنظر ما سبق) على وجود إختلافات وراثية بين الأفراد المهاجرة والمتبقية . وكما أشار كريبس ومجموعته (١٩٧٣) وكذلك فيربيرن Fairbairn (١٩٧٨) تكمن أكبر الفجوات فى معرفتنا فى مجال تداخل السلوك والوراثة . فمثلا لا يعرف شيئا عن كفاءة التوريث أو البناء الوراثى لصفة مثل العدوانية فى العشائر الطبيعية للقوارض الصغيرة . والمثال الذى أوردناه على فأر الحقول لا يعنى اكتمال معلوماتنا عنه ، لكنه يوضح أهمية التغيرات الوراثية والسلوكية الملازمة لدورات العشائر – وهى نتيجة تبدو ، إذا ما عممت ذات أهمية بالغة ، حتى بالنسبة لنوعنا البشرى .

درس فيل وفيل وهارلى Vale, Vale&Harley (١٩٧١) ذكور الفيران المنزلية البالغة ٤٤ إلى ٥٥ يوما والتابعة لخمسة سلالات مزباة داخليا ، وذلك فى عشائر صغيرة مكون من عدد ٢ أو ٤ أو ٨ حيوانات للقفص الواحد . لوحظ كل من السلوك العدوانى والاعتناء الإجتماعى بالنظافة لمدة عشرة أيام ، تم بعدها إزالة ووزن الغدد الكظرية والخصى والحويصلات المنوية . وقد كانت هنالك إختلافات بين الخمسة سلالات بالنسبة لخمسة قياسات سلوكية وللثلاثة قياسات الوزنية المذكورة (جدول ١٣ – ٥) .

كان عدد أفراد العشيرة متلازمة مع تأثيرات معنوية على قياسين سلوكيين ؛ عدد مرات المطاردة والهجوم ، وكذلك وزن الغدد الكظرية والخصى والحويصلات المنوية . كان هنالك أيضا تلازم موجب بين سلوك التسابق ووزن الغدد الكظرية وكذلك بين الاعتناء الإجتماعى بالنظافة ووزن الغدد . بالنسبة للمتغيرين ، عدد الهجمات ووزن الغدة الكظرية ، كانت هنالك تداخلات بين التركيب الوراثى – وعدد العشيرة ، مشيرة بذلك إلى عدم تماثل السلالات فى العدوانية عند ازدياد أعداد العشيرة . وبمعنى آخر ؛ أن زيادة أعداد العشيرة لا يؤدى بالضرورة إلى زيادة العدوانية أو زيادة وزن الغده الكظرية بالنسبة لكل التراكيب الوراثية . وهذا يتفق مع نموذج تشيتى (١٩٦٧) الخاص بالحيوانات التى تتحمل والتى لا تتحمل الازدحام : من هنا تبدأ الفجوة بين السلوك والوراثة فى التقارب .

جدول ١٣ – ٥ : ملخص نتائج تحليل لمجال متغيرات فى ذكور خمس من سلالات الفأر المنزلى المرباه داخليا .

Variables	Effects		
	Strain	Population number	Interaction
Number of chases	$P < 0.01$	$P < 0.05$	NS
Number of attacks	$P < 0.0001$	$P < 0.025$	$P < 0.01$
Number of fights	$P < 0.01$	NS	NS
Number of social grooms	$P < 0.0001$	NS	NS
Number of tail pulls	$P < 0.0001$	NS	NS
Adrenal weight	$P < 0.0001$	$P < 0.005$	$P < 0.005$
Testis weight	$P < 0.0001$	NS	NS
Seminal vesicle weight	$P < 0.0001$	NS	NS

NS : غير معنوية

المصدر قيل وفيل وهارلى Vale, Vale and Harley (١٩٧١) .

فى السنوات الأخيرة ظهرت تقارير عديدة عن الإقليمية فى كثير من الحيوانات ، وإن كانت التحليلات المقدمة التى يمكن أن تعرض فى مرجع عن وراثة السلوك ما زالت قليلة . فى أعمال أودونالد **O'Donald** (١٩٧٦ ، ١٩٧٧ وما قبلهما) توجد دراسة موسعة على طائر الكركر القطبى ، وهو طائر بحرى شبيه بالنورس يبدى تعدد المظاهر بالنسبة للون الريش ، فيوجد منه الشاحب والمتوسط والداكن . وبشكل عام نجد أن الداكن له أفضلية تكاثرية عن المتوسط ؛ والمتوسط له بدوره أفضلية تكاثرية على الشاحب ؛ ويبدو هذا التأثير أكثر وضوحا عندما نقارن بين ذكور ليست لها خبرة سابقة فى التزاوج . هذه الملحوظات يمكن تفسيرها بأن الإناث تبدى تفضيلا تزاوجيا نحو الذكور الداكنة .

يقوم كل زوجان بحماية منطقتهما . ذكر أودونالد حالات الدفاع القوى عن المنطقة أحيانا ، وندرة مهاجمة الغزاة فى حالات أخرى . فالذكور ذات المستوى العالى من هرمونى الجونا دوتروفين والأندروجين تحتفظ بمناطق أكبر وتغازل الإناث بصورة أكثر نشاطا واستمرارية عن غيرها من الذكور ، ومن النماذج التى تجد بعض الدعم من النتائج السابقة أن كثير من الإناث تبدى درجة حدية منخفضة للإستجابة للذكور الداكنة والمتوسطة ، والذكور الداكنة والمتوسطة بدورها تميل إلى حيازة مناطق أكبر ، أما الطيور الشاحبة فلها أفضلية عامة تتمثل فى أنها تبدأ التزاوج الأول فى عمر أصغر من غيرها .

والخلاصة أن تعدد المظاهر فى طائر الكركر القطبى تتم المحافظة عليه بائتلاف مجموعة من الاختلافات الخاصة بالعمر عند بدء التزاوج وتفضيل التزاوجى والإنتخاب الجنسى ؛ هى متلازمة مع التباين فى حجم المناطق التى يسيطر عليها الأفراد التابعة للأشكال المظهرية

المختلفة . مثل هذا العمل المفصل مطلوب لفهم تراكيبى العشائر فى الأنواع الأرضية التى تبدى درجة ملحوظة من تعدد المظاهر .

١٦ – ٣ التشعب الوراثى والحضارى فى القبائل البشرية

حلل هويلز Howells (١٩٦٦) تركيب العشيرة فى بوجينفيل بجزائر سولومون ، آخذا فى الاعتبار المجاميع العرقية الثمانية عشرة التى تمثل أغلب أقاليم الجزر (شكل ١٣ – ٦) . أوضح الدليل اللغوى والحضارى أن التمايز العرق الموجود لا ينبنى فقط على عمليات محلية ، حيث تتضمن الدراسة ثلاثة مجاميع مهاجرة على الأقل . وتتراوح البيئة الطبيعة ما بين الشواطىء الساحلية ومنحدرات الهضبات وما بين القمم والمناطق الجبلية . تم حساب عدد من « المسافات » بين المجاميع العرقية ، وذلك بناء على النتائج المتجمعة من دراسة ١٣٠٠ ذكرا ، كما حسبت معاملات التلازم بين كل حالات الازدواج الممكنة بين الثمانية عشرة مجموعة وعددها ١٥٣ . وقد كانت المسافات المهمة لمناقشتنا هى :

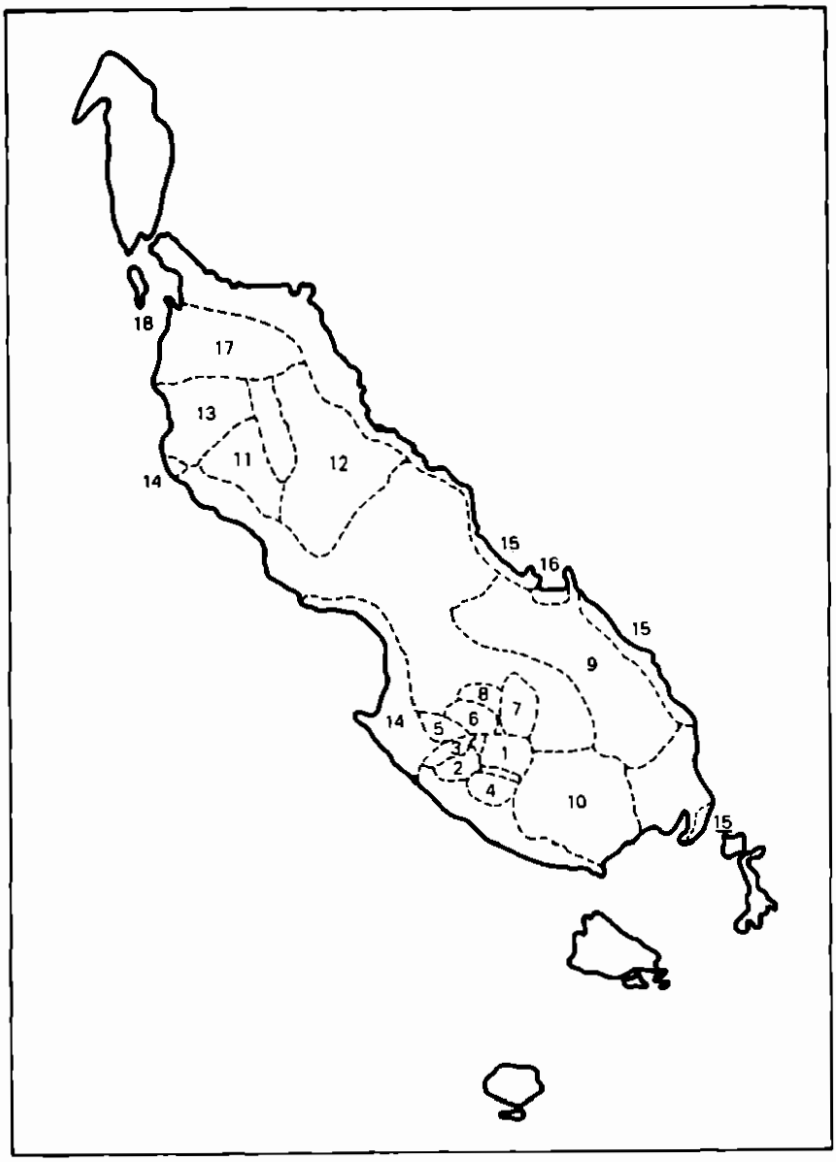
● المسافة الجغرافية Geographic distance (GEOG) : وتقاس بين مراكز مناطق المجاميع .

● المسافة اللغوية Linguistic distanc (LING) : مقياس يأخذ فى اعتباره عدد الكلمات المشتركة بين اللغات .

● المسافة الحجمية (SIZE) : مسافة بنروز Penrose (١٩٥٤) الحجمية ، وفيها يقاس الحجم الكلى مستقلا عن الاختلافات الأخرى ، وقد بنيت على ثمانية قياسات تتضمن الارتفاع عند الجلوس ، طول الذراع ، عرض الصدر ، طول الرأس ، بجانب أربعة قياسات أخرى للرأس .

● المسافة الشكلية Shape distance (SHAPE) : مسافة بنروز (١٩٥٤) الشكلية ، وهى تقيس إختلافات النسب التى تبقى الحجم ثابتا . وتبنى على نفس القياسات الثمانية المستخدمة فى المسافة الحجمية السابقة .

● الملاحظات المورفولوجية (SCOPIC) : ملاحظات الخصائص البشرية الوصفية anthroposcopic أو الغير مقاسة التى تتضمن شكل الشعر ، تركيب الشعر ، لون شعر الرأس ، لون العين ، ارتفاع فتحة العين ، انحدار الجبهة ، عرض قاعدة الأنف ، ميل طرف الأنف ، وسمك الشفة . تم الحصول على متوسط عام للمسافة وصفه هويلز Howells (١٩٦٦) .



شكل ١٣ – ٦ : خريطة بوجينفيل التي توضح مواقع العشائر المدروسة . المجاميع ١٤ – ١٨ (والمعلمة بخطوط تحت أرقامها) تتكلم الميلانيزية (عن هويلز Howells – ١٩٦٦) .

كانت معاملات التلازم لكل القياسات موجبة (جدول ١٣ – ٦) . من الملاحظات الهامة بالنسبة لنا ما شوهد من تلازم بين المسافة اللغوية والثلاثة مسافات

البيولوجية (SCOPIC, SHAPE, SIZE) ، حيث يأن المسافات البيولوجية تعتبر خاضعة لتحكم وراثى قوى . وقد وجدت معاملات تلازم عالية بين هذه القياسات الثلاثة ، خصوصا بين SHAPE و SCOPIC ، وبين LING من ناحية أخرى . وبعبارة أخرى فإن هنالك تلازما بين التشعب البيولوجى (الوراثى) واللغوى فى بوجينفيل ؛ أو أن هنالك تلازما بين التشعب البيولوجى والحضارى ، مع استخدام اللغة كمقياس للحضارة . هذا التشعب اللغوى يعود غالبا إلى هجرة مختلف المجموعات إلى بوجينفيل ثم تراكم الانحراف اللغوى فى العشيرة التى كانت متماثلة وراثيا ، مما يؤدى إلى الانعزال والتمايز اللغوى ، وحتى إذا ما انعزلت العشائر التى تتكلم بلغة واحدة عن بعضها ، فقد يحدث نفس الشيء . وما أن ينشأ الاختلاف اللغوى ، فإنه يثبط الاتصال الاجتماعى ويعمل كعائد لتبادل أو سريان الجينات ، وبالتالى ينشأ التشعب الوراثى . وقد لاحظ فريدلاندر وزملاؤه **Friedlander et al.** (١٩٧١) بالنسبة للقرى الثمانية عشرة فى بوجينفيل ؛ أن التزاوج بين القرى يتم غالبا داخل المجموعة اللغوية الواحدة ، ونادرا بين المجاميع اللغوية المختلفة . وقد استخدموا فى دراستهم تعدد المظاهر فى مجاميع الدم وبعض الصفات البشرية المقاسة الأخرى كمقاييس للمسافة البيولوجى ، وتوصلوا إلى نتائج مشابهة لنتائج هويلز (جدول ١٣ - ٦) .

جدول ١٣ - ٦ : معاملات التلازم بين قياسات المسافات المختلفة فى دراستين

Measure*	GEOG	LING	SIZE	SHAPE
LING	0.58			
SIZE	0.13	0.31		
SHAPE	0.24	0.43	0.36	
SCOPIC	0.22	0.42	0.45	0.28

Measure†		1	2	3
1	الجغرافيا			
2	اللغوى	0.506		
3	السوماتوترمى	0.406	0.565	
4	البشرى	0.170	0.547	0.416

+ معدلة عن فريد لاندر وآخرون **Friedlander et al** .
فى كلا الحالة 0.01= P للانحراف عن
الصفر عندما يكون معامل التلازم 0.22

أيدت الدراسات التى جرت فى المناطق الغير صناعية فى العالم اتفاقا عاما مع نتائج هويلز وفريدلاندر ، مثلا فى رواند - أوروندى وفى كيفو فى وسط أفريقيا (هيرنو

Hiernaux – ١٩٥٦) ، وفى غينيا الجديدة (لفنجستون Livingstone – ١٩٦٣) ، وفى هنوديانوماما فى المناطق الاستوائية من أمريكا الجنوبية (سبيلمان ومجليازاونيل Spiellman, Migliazza&Neel – ١٩٧٤ ؛ قيل وآخرون – ١٩٧٧) .

نفس الاستنتاج ينطبق على القبائل الاسترالية البدائية فى المناطق الشمالية من استراليا (وايت وبارسونز White, parsons – ١٩٧٣) ؛ حيث أن التشعب الاجتماعى الحضارى كان متلازما مع التشعب اللغوى والوراثى – ومن الأمثلة الهامة المبنية على المسافات الوراثية من مجاميع الدم ما يوجد من علاقة قريبة نسبيا بين قبيلة يولنجو yolngo التى تسكن فى الشمال الشرق فى أرنهم لاند Arnhem Land (فى القسم الشمالى من الإقليم الشمالى) ، وقبيلة أراندا Aranda التى تسكن فى البلاد الجافة فى وسط استراليا (شكل ١٣ – ٧) . أكدت النتائج الخاصة بدراسة البصمات هذه العلاقة ، وهو أمر يخالف المتوقع بناء على المسافة الجغرافية ، وأن كان ممكن التفسير على أساس أن قبيلة أراند تمثل حالة من حالات الهجرة الحديثة لأهل الشمال نحو الجنوب (بيردسل Birdsell – ١٩٥٠) . أكدت النتائج اللغوية ذلك ؛ حيث لوحظ أن لغة الأراندا تشابه لغلا اليولنجو أكثر مما تشابه لغات القبائل المجاورة لها فى وسط استراليا .

وفى استراليا كما فى قبائل بوجينفيل يفترض أن سريان الجينات بين القبائل منخفضا (تنديل Tindall – ١٩٥٣) . هذا الافتراض يؤيد احتمال أن اللغة والعوامل الاجتماعية الحضارية الأخرى المتلازمة معها تثبط الإتصال الإجتماعى ، وتعمل على هذا الأساس كعائق لسريان الجينات .

فقبل إستيطان الأوربيين كان السكان البدائيون منقسمين إلى قبائل منفصلة وراثيا إلى حد ما . ورغم صعوبة معرفة ما حدث فى الماضى بالضبط ، فمن الواضح من مجاميع القبائل المتبقية أن الخلط اللغوى والوراثى يحدثان بين القبائل وأنهما متلازمان .

ويمكن أيضا إفتراض حدوث الانحراف اللغوى داخل العشيرة المتجانسة وراثيا ، وهذا يؤدى إلى العزل والتمايز الوراثى : هذا الانحراف قد يعمل بنظام التغذية الرجعية الموجب ، أى يتم تدعيم أكثر بما هو معروف من تلازم مرتفع بين المسافة اللغوية والجغرافية (وايت وبارسونز – ١٩٧٣) . فمن الواضح وجود توازى بين التباين اللغوى فى منطقة أرنهم لاند ، خصوصا عند الساحل ، وبين الخلط الوراثى ، وهو أن يتفق مع فرضية الأنحراف (وايت – ١٩٧٩) . وكما كتب وايث وبارسونز (١٩٧٣) :

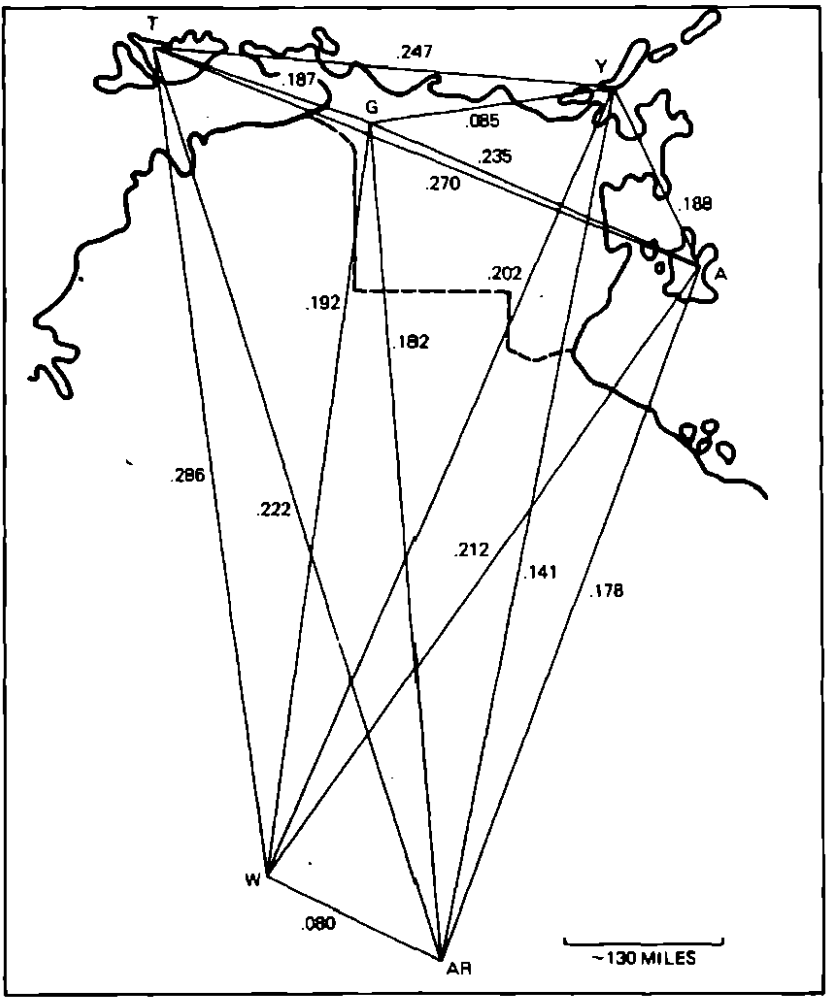
من الصعب هنا أن نعرف ماهو السبب والتأثير ، أو بمعنى آخر ما إذا كانت الاختلافات اللغوية الأولية تدل على مستودعات جينية مختلفة ؛ أو أن الانحراف اللغوى يحدث فى عشيرة متجانسة وراثيا ، ويقود إلى العزل والتمايز الوراثى بين الأفراد المتباينة لغويا ؟ لعل التفسير الأخير أكثر مناسبة وأن اللغة نفسها تميل للانحراف متصاحبة مع العزل ، حيث أن التباين اللغوى ما أن يحدث فإنه يعمل على تثبيط الاتصال ويعمل كعائق لسريان وتبادل الجينات .

والعشيرة الناتجة فى أى من الحالات تكون عبارة عن خليط من القبائل ذات المستودعات الجينية المختلفة نوعا .

درس وايت وبارسونز بعد ذلك (١٩٧٦) التباين داخل القبيلة **intratribal variation** فى شمال شرق أرنهم لاند (شكل ١٣ – ٨) وذلك داخل قبيلة يولنجو . وجد الخلط الوراثى على هذا المستوى أيضا ؛ وعزى أساسا إلى مكونات لغوية واجتماعية وخصوصا تجمعات التزاوج . وكانت تجمعات التزاوج متلازمة مع أقسام الصرف مثل سلاسل الجبال ؛ التى تعمل كعوائق طبيعية للإتصالات . ويوضح شكل ١٣ – ٨ مناطق الصرف الرئيسية فى شمال شرق أرنهم لاند التى تتداخل مع منطقة تواجد اليولنجو . والخلاصة أن اليولنجو يكونون شبكة فى وحدات التزاوج الداخلى فى نطاق معقد حضارى ولغوى عريض . وعلى مستوى كل من القبيلة والمنطقة نجد أن توزيع الوحدات داخلية التزاوج شديد التقارب مع أقسام الصرف . والواقع أن مجتمع اليولنجو يمكن اعتباره مجتمعا كونفدراليا مكونا من العديد من القبائل ؛ على الأقل عندما تستخدم مصطلح قبيلة **tribe** بمغزاه البيولوجى ؛ أى الوحدة المنعزلة تكاثريا إلى حد كبير من الوحدات المجاورة .

درس بيردسل **Birdsell** (١٩٧٣) حجم القبيلة فى أهالى استراليا البدائيين ببعض التفصيل .

كثير من القبائل تتكون من عشيرة متوسط عدد أفرادها ٥٠٠ فردا وتسمى بالقبائل الجدلية (الديالكتيكية) ، أى التى لا يوجد بها تنظيم سياسى أو سلطة ، وبالتالى لا توجد بها قيادة . وتستثنى قبيلة الأراندا من ذلك ، حيث كان عدد أفرادها عند أول اتصال تاريخى بها ١٥٠٠ . والواقع أنها مكونة من ثلاثة تحت – مجاميع ؛ الأراندا الشمالية والأراندا الغربية والأراندا الجنوبية . وهم يعرفون تبعيتهم لمجتمع ديالكتيكى واحد ، ولكنهم على دراية باختلاف الحديث بين سكان المناطق المختلفة . ويبدو أنه عند اكتشاف هذه القبيلة كانت تمارس عملية التمايز إلى ثلاثة وحدات قبلية وديالكتيكية ،



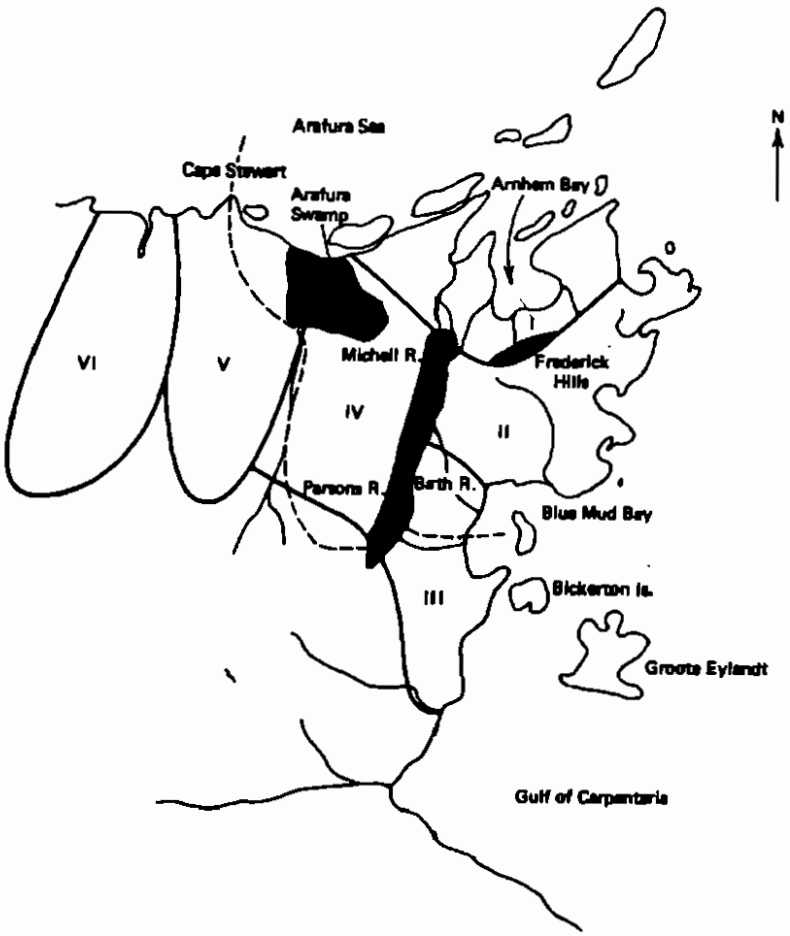
شكل ١٣ - ٧ : المسافات الوراثية بين أهالى استراليا الأصليين مبنية على مجاميع الدم ونظم البروتينات فى سيرم الدم للقبائل (A) أن لياجوا ، (AR) أراندا ، (G) ، جانونج جو ، (Y) يولنجو ، (T) تيوى ، (W) والبرى . لاحظ موقع القبيلتين المدروستين فى الكتاب : يولنجو فى شمال شرق اريهم لاند ، اراندا فى وسط استراليا . (الخط المتقطع يوضح التقسيم بين المنطقتين (عن وايت وبارسونز White & Parsons - ١٩٧٣) .

متوسط كل منها حوالى ٥٠٠ فردا . وكما ذكر بيردسل (١٩٧٣) : « ميل القبائل ذات الأحجام فوق العادية إلى أن تفشل فى المحافظة على تجانس لغة الحديث فى نطاق أفرادها ليس من غير المتوقع ؛ وقد يفسر على أساس مفهوم كثافة الاتصال » . والانقسام إلى قبائل جديدة يفترض تلازمه مع التمايز الاجتماعى الحضارى واللغوى والوراثى ،

وما تم الحصول عليه من دلائل يؤكد التلازم الموجود بين هذه العوامل الثلاثة .

وكما لاحظنا قبل ذلك ؛ حصل وايت وبارسونز (١٩٧٦) على دليل حقلى مفصل لهذه الظاهرة فى قبيلة اليولنجو التى يبلغ عدد أفرادها الآن ٢,٤٠٠ .

التركيب الإجتماعى لأهالى استراليا البدائيين وقت اكتشافهم تاريخيا ، كان يتمثل مجموعة من وحدات التربية المنفصلة ، و بالتالى يتوقع وجود خليط من التكرارات الأليلة



شكل ١٣ – ٨ : خريطة شمال شرق إرنهم لاند Arnhem Land ، الاقليم الشمالى وتظهر به أقسام الصرف (٧١ – ١) وبعض الملاح الطبوغرافية (المظللة) . الخطوط المستمرة تمثل النظم النهرية الرئيسية ، والخط المقطع يمثل الحدود التقريبية لقبيلة اليولنجو (عن وايت وبارسونز White & Parsons ١٩٧٦) .

بين (وحتى داخل) مختلف القبائل ؛ وعلى مستوى استراليا يبدو التباين التدريجى فى مكررات الأليلات (كيرك Kirk – ١٩٦٦) ، الذى يشابه ما وجده سيلاندر Selander (١٩٧٠) فى دراسة على الفيران فى طول وعرض ولاية تكساس . ومستوى الخلط المتوقع يمكن افتراض إنخفاض عما هو موجود فى حالة الفيران البرية التى تقل وحدات التربية الفعالة فيها عن ١٠٠ فردا . والاختلافات النسبة فى حجم العشيرة يمكن أن يعزى إلى ظهور اللغة كوسيلة للإتصال فى سكان استراليا البدائيين .

١٣– ٧ . تطور السلوك فى النوع الإنسانى

تم التعرض لتطور الإنسان فى كثير من المراجع (مايير Mayr – ١٩٦٣ ، دوبزانسكى Dobzhansky ١٩٦٤ ، هاريسون وآخرون Harrison et al – ١٩٦٤) ؛ ونحن نهدف هنا إلى ذكر بعض التغيرات السلوكية الهامة فى هذه العملية التطورية . النوع الإنسانى المعاصر Homo sapiens يمثل الناتج النهائى لتاريخ تطورى طويل ؛ وذلك ما فهمه داروين Darwin(١٨٧١) من قبل . ومن سجل الحفريات يظهر أن عائلتى Hominidae (الإنسان) و Pongidae (القردة العليا) قد انفصلتا خلال العصر الايوسينى ، وأن التمايز ظهر جيدا فى الحقب الميوسينى والبليوسينى منذ قرابة ١٠ – ١٥ مليون عام . وفى القسم الأخير من الحقب البلستوسينى ، أى منذ مليونى عام تقريبا ، ظهر أول ما اعتقد أنه homonid ويسمى Australopithecus . هذا الشكل الهام يتميز بالآتى : (١) تضخم الجمجمة وبالتالى النسيج العصبى ؛ هذا رغم أن مخه يزيد قليلا عن مخ الشمبانزى ويكاد لا يزيد عن ثلث حجم مخ نوعنا الحالى Homo sapiens ؛ (٢) السير على القدمين ؛ (٣) استخدام الأدوات ، وهى خاصة سمحت بها قدرته أن يسير على قدميه ؛ (٤) القدرة على الاتصال والصيد فى جماعة ؛ (٥) بداية أكل اللحم . هذا الشكل استمر حتى فترة كبيرة من العصر الجليدى ، وربما لم يختف إلا منذ قرابة ٧٠٠,٠٠٠ عام .

الخطوة الرئيسية التالية كانت ظهور Homo erectus منذ حوالى ٦٠٠,٠٠٠ عام . تميز هذا النوع بأن حجم المخ وصل إلى ١,٠٠٠ سم^{٣} ؛ أى ضعف حجم مخ Australopitheus وحوالى ٧٥٪ من مخ Homo sapiens . تتواجد جفائر H. erectus عادة مع الأدوات الحجرية ، بما فى ذلك الفؤوس ، التى صنعها واستخدمتها . وبما أن أماكن الحفريات تحتوى على عظام لحيوانات كبيرة من الواضح أنها قد تم اصطيادها وقتلها ،

فإن وجود الجماعات المنتظمة امر وارد . ووجود كلا من الأدوات الحجرية وجماعات الصيد المنتظمة يدل على وجود شكل من أشكال الحديث بين الأفراد ، أى مستوى اتصال أرقى مما كان موجودا بين القردة العليا وغيرها من الحيوانات . والاتصال شائع عموما فى الرئيسيات الغير بشرية ؛ ولكن ليس الاتصال اللفظى . ويبدو أن البنية العصبية المحددة وراثيا ليست كافية بالقدر الذى يسمح بالسلوك اللفظى فى هذه الحيوانات (دى فور Devore – ١٩٦٥) والدلائل المتحصل عليها من مواقع الحفريات تدل على أن الصفات السلوكية فى H.erectus أكثر قربا إلى صفات Homo sapiens عن صفات Australopitheum

وأول بشر لا يمكن تميزهم عنا ظهروا منذ قرابة ٣٥,٠٠٠ – ٤٠,٠٠٠ عام خلال آخر مراحل العصور الجليدية . وقد اختفت الأشكال الأولية من جنس Home وإن كانت الحفائر غير كافية لتحديد ما إذا كان ذلك قد حث نتيجة للتطور أو التهجين أو الانقراض (فاشبرن Washbern – ١٩٧٨) . وقد صاحب ظهورهم سرعة توسع وتنوع وتقدم الحضارة . وأحاطوا موتاهم عند الدفن بالأزهار والأدوات الموضوعة بعناية حول أشجارهم ، ولذا من المعقول تصور اعتقادهم فى الحياة الآخرة وفى وجود شكل من أشكال التدين لديهم . هؤلاء يمثلون Homo sapiens – أو الإنسان الحديث .

كان الاتجاه التطورى نحو تقدم القدرات العقلية – هذا ما جعل للإنسان موقف المتفرد بين الكائنات . فالاتجاهات المورفولوجية مثل زيادة حجم المخ من ٥٠٠ سم٣ من Australopi thecus إلى ١٤٠٠ سم٣ فى H.sqpiens وظهور مقدرة السير . على قدمين ، بجانب الاتجاهات السلوكية مثل ظهور القدرة على التواصل وعمل الأدوات ، كل ذلك كان متفقا مع نشأة القدرة على الاندماج فى أعمال متناسقة ذات طابع تعاونى . وفى Homo الحديث ، بالاضافة إلى أوجه التقدم التى تميز بها H.erectus ، نجد : (١) التقدم فى صناعة الأدوات ، (٢) الانتظام الحضارى المحكم ، (٣) زيادة إضافية فى حجم المخ ، (٤) طول فترة الطفولة والمراهقة مما يسمح بمدة أطول الاستيعاب المنجزات الحضارية ، (٥) درجة من التحكم فى البيئة عن طريق التقدم فى الطب والتكنولوجى . زيادة حجم المخ يعد مثالا للانتخاب الموجه حيث يلاحظ أنه كان سريعا جدا ، كما يبدو من السجل الزمنى للحفريات . وبما أن ذلك كان متلازما مع ظهور التقدم المضطرد فى القدرات العقلية فلابد وأنه كانت هنالك أفضلية انتخابية للتواصل الأكثر كفاءة ، وربما كان ذلك مرتبطا بظهور الأدوات واستخدام النار والصيد فى مجموعات . ومن المحتمل تماماً أن الفترة التى زاد فيها مخ Homo بسرعة كانت متوافقة مع تطور القدرة على اختراع

واستخدام اللغة فى الاتصالات . فالكلام ليس مهما فقط لظهور هذه السلوكيات ؛ ولكنه أساسى لظهور أفكار وخطط المستقبل . ومن الملاحظ أن ظهور اللغة صوحب بالعديد من حالات التنوع اللغوى والعزل . وكان ذلك متلازما مع التنوع الوراثى ، كما يلاحظ فى المناطق التى يمكن فيها حتى الآن دراسة قبائل **H. spiens** (انظر قسم ١٣ – ٦) .

من المحتمل تماماً أن البنية التزاوجى للقبائل البدائية قد أثرت فى معدل تطورهم . إذا ما كان للذكر القائد عديد من الزوجات (تعدد الزوجات **polygyny**) ، فإنه يشارك فى التراكيب الوراثية لأفراد الجيل التالى بمقدار أكبر من المعدل الخاص بالذكر العادى . هذه الأفضلية التكاثرية تنشر خصائص هذا الفرد ، وهى خصائص جسدية وعقلية ضرورية للقيادة . لذلك فإن خصائص الفرد القائد تكون أكثر عطاء فى تحديد كفاءة المجموعة ككل . والدليل الفعلى على دور تعدد زوجات القائد من الصعب الحصول عليه ، وإن كان ملاحظا فى بعض القبائل البدائية ، مما يوحى بامكانية كونه أحد الحالات الأصلية القديمة . كما أنه ظهر بشكل أو بآخر فى كل القردة العليا (بارثلميو وبيردسل **Bartholomew & Birdsell** – ١٩٥٣) .

والمعلومات المتاحة عن تركيب العشائر البشرية القديمة من الصيادين وجامعى الثمار نادرة . وقد صنف وايت (١٩٧٩) النتائج السكانية التى جمعها بنفسه والتى جمعها من سبقه عن قبيلة اليولنجو الموجودة فى شمال شرق أرنهم لاند (شكل ١٣ – ٨) . وقد وجد أن معدل النسل المتبقى لكل أنثى لا يبدى تباينا كبيرا ويتراوح بين ٢,٣ – ٣,٥ . هذه الأعداد كانت متوافقة مع نتائج سالزانو **Salzano** (١٩٧٢) التى توضح أن الصيادين وجامعى الثمار ينتجون نسلا أقل من عشائر المجتمعات الزراعية . يمكن شرح ذلك على أساس الفرق فى الفترة ما بين إنجاب كل طفل وآخر ، حيث يصعب حمل وإرضاع طفلين فى وقت واحد فى مجتمع دوندجى **Donydji** داخل قبائل البولنجر ، وجد أن قيمة الخصوبة الكلية للذكور (عدد أفراد النسل الحية) ٨,١ ± ٦,١ مقارنا بالمتوسط الخاص بالإناث ٣,٨ ± ٢,٩ (وايت – ١٩٧٩) . فالإناث تتعرض بدرجة واحدة لإحتمال الحمل ونادرا ما تفشل فى التكاثر ، بينما يتميز الذكور بضخامة التباين بين التكاثرية . يعزى هذا التباين إلى تعدد الزوجات الذى يؤدى إلى الكبر النسبى فى عمر الذكر عند حصوله على الزوجة الأولى . فيوجد كثير من الذكور فى المرحلة التكاثرية بلا زوجات . وبالتالى قد ينجب بعض الذكور عددا قليلا من الأفراد ، بينما تنتج ذكور أخرى أعدادها هائلة ، مؤثرة بذلك على المستودع الجينى

للمجتمع بشكل كبير . ويمكن من هنا أن تستنتج أن تباينات خصوبة الذكور تعطى فرصة أكبر عن تباينات الإناث . بالإضافة لذلك ، فهذه النتائج تؤكد أهمية تعدد الزوجات كحالة أصلية فى مرحلة الصيد من جمع الثمار فى تطور الإنسان .

لا يوجد إختلاف تشريحى بين الإنسان الحديث ، الذى ظهر من ٣٥,٠٠٠ – ٤٠,٠٠٠ عام وبيننا : أى لم يكن هنالك ضغط إنتخابى لتغيير الملامح التشريحية . هل يعنى ذلك أن الانتخاب الطبيعى قد توقف ؟ الإجابة يجب أن تكون بالنفى . فقد تحولنا من نوع يعيش فى مجتمعات صغيرة للصيد إلى مجتمع يعيش الكثير من أفراده فى مجتمعات عالية التعقيد . وحتى هذا القرن كان معدل ازدياد العشيرة فى النوع الإنسانى منخفضا تماما بسبب أحد العوامل الخارجية المرض . ولابد أن ضغطا ما قد مورس لصالح جينات المقاومة لأمراض معنية . بعض هذه الأمراض قد صارت هامة نتيجة لطريقة حياة البشر . فمثلا عزى لفنجستون **Livington** (١٩٥٨) الملاريا إلى نظام الزراعة الذى فتح أراضى الغابة للمستنقات الراكدة وجعلنا نتعرض للحشرات الحاملة للأمراض ، وبالتالى للملاريا . واحد عواقب الملاريا كان تغير مستودع الجينات . فنظرا لمقاومة حاملى جينات أنيميا الخلايا المنجلية ونقص سلاسل الهيوجلوين ونقص إنزيم جلوكوز – ٦ – فوسفات دى هيدروجينيز ، فإن هذا التركيب الوراثى المقاوم كان مفضلا ، مما أدى إلى حالات التعدد المظهرى فى مناطق وجود الملاريا . (انظر برجزما **Bergsma** – ١٩٧٩ لمزيد من التفاصيل حول هذه الحالات الوراثية) .

أدى التقدم التكنولوجى إلى تعرض البشر لأمراض أخرى (أو من وموتلسكى **Omenn & Motulsky** – ١٩٧٢) . كما سبب انجذاب القوارض إلى المجتمعات المستقرة نقل بعض الأمراض الوبائية . وتؤدى ممارسة نظام زراعة المحصول الواحد إلى حالات من النقص الغذائى . والأكثر غرابة هو مرض كورو (قسم ١٣ – ٥) الناجم عن افتراس أمخاخ الموتى . وإذا كانت الأمراض المعدية قد تراجعت اليوم ، فإن تأثير التحكم فيها (يبدو واضحا فى تزايد العشائر بما يشبه ما ذكرناه فى فيران الحقل (قسم ١٣ – ٥) . فى الحالة الأخيرة تعمل هجرة بعض التراكيب الوراثية على إقلال معدل هذه الزيادة . وحتى وقت قريب ، كانت الهجرة عاملا مؤثرا فى العشائر البشرية ، ولكن بالنسبة لنا يبدو أن هذه المرحلة قد انقضت . ويبدو أن العامل الذى سيكتسب أهمية خاصة كعامل محدد هو المساحة المتاحة ، كما هو الواضح فى القوارض (كالهون **Calhon** – ١٩٦٢) ، حيث لوحظ وفيات الأطفال والسلوك المرضى يخصصان لعدم توفر مساحة كافية لإقامة علاقات اجتماعية سليمة فى حالة الازدحام . بالنسبة للإنسان

سيستتبع ذلك حدوث بعض التغيرات السلوكية فى العشائر ، وهذه التغيرات قد تخضع للتحكم الوراثى (هوجلاند Haugland ١٩٦٦) . ورغم صعوبة المقارنة بين مجتمعاتنا ومستعمرات الفيران ، فإن المكان المتاح كعامل سلوكى محدد يزداد أهمية – وقد صار ملحوظا فعلا . فى المدن الفقيرة المكتظة . ويزيده حده تقدم التكنولوجيا ونقص معدلات الوفيات .

وسرعة ما يحدث فى الوقت الحالى من المتغيرات السكانية والطبية والتكنولوجية المتلازمة مع التغيرات الاجتماعية تجعل تكيف العشائر لها من الصعوبة بمكان . وبالتالى ، فالفهم السليم للسلوك البشرى واساسه الوراثى يعد أساسيا . فقد يكون هنالك مثلا تراكيب وراثية بشرية تتحمل الازدحام ومستوى الضوضاء ، حيث تكون منفضلة انتخابيا فى هذه الظروف . وهذا يجعل النوع البشرى يتطور فى اتجاهات مختلفة عما كانت مفضلة فى الماضى .

١٣ – ٨ التراكيب الاجتماعية : المغزى التطورى للسلوك

فى هذا الكتاب أخذنا فى الاعتبار الانتخاب الطبيعى من مفهوم تأثيره على الأفراد فى عشيرة ما – وتأثيره على الأفراد كتراكيب الوراثية يكون من خلال درجات النجاح التكاثرى المختلفة لهذه الأفراد . فمن خصائص النوع وجود المميزات الجسدية والسلوكية التى تخدم فى زيادة فرصة أفراده أن ينقلوا جيناتهم إلى الجيل التالى وبالمفهوم الداروينى فإن الكفاءة تعنى نجاح فرد معين فى تحقيق ذلك . وعموما ففى هذا الفصل ومن قسم ١٣ – ٤ تعرضنا لأشكال مختلفة من الانتخاب على مستوى العشيرة المحلية . وهذا ما يكون عاة انتخاب بين الديمات Interdeme Selection أى التكاثر المتفاوت بين مختلف العشائر المحلية . وعندما تمثل العشائر المتضمنة مجاميعا اجتماعية ، كثيرا ما تستخدم مصطلح انتخاب المجموعة group seletion . وعندما ينبى الانتخاب على القرابة كمجموعة اجتماعية ، يستخدم مصطلح انتخاب القرابة kin relellion . وتبعا لويلسون Wilson (١٩٧٣) فإن انتخاب القرابة الخالص والانتخاب بين الديمات الخالص يمثلان طرفى المجال الكامل لكل الحالات الممكنة فى انتخاب المجموعة . (انظر مينارد سميث Mynard Simith – ١٩٧٦ لمزيد من المناقشة) .

يناقش دارسى العشائر مدى واقعية وجود الانتخاب بين الديمات (وليانز Williany – ١٩٦٦ ، دوكينز Dawkns – ١٩٧٦) . يرى دوكينز وغيره أن تحورات

الانتخاب الفردى قادرة على اعطاء التأثيرات التى تعزى لانتخاب العشيرة . أما رايت Wright (١٩٦٠) ومجموعة أخرى من الدراسين فيعتقدون فى وجود الانتخاب بين الديمات كعملية تجرى فى الطبيعة . فيرى رايت أن تركيب العشيرة المثالى هو الذى يحتوى على درجة من الخلط الناجم عن تقسيم العشيرة إلى مجموعة من « الجزر » التى تكون منفصلة . والوضع المثالى يتم بالتوازن الدقيق بين شدة الانتخاب وكمية الهجرة والحجم الفعال للعشيرة المحلية . وإذا ما أضفنا ما ذكرناه عن انتخاب المسكن (قسم ١٣ – ٣ ، ١٣ – ٤) فإن إمكانية الانتخاب بين الديمات تعد إمكانية بيولوجية . وتحت هذا الانتخاب تنقرض « الجزر » الأقل كفاءة وتتسع الأكثر كفاة فينتج بذلك تقسيم جديد للعشيرة الكبيرة . رغم ذلك فإن دوكينز (١٩٧٦) يصر على أن هذه التراكيب العشائرية يمكن اختزالها إلى حقيقة انتخاب الأكثر كفاءة على حساب الأقل كفاءة من الأفراد – أى الانتخاب الفردى كما تعرضنا له سابقا .

هؤلاء الذين يناقشون انتخاب القرابة ينظرون إلى الصفات التى تفيد العشيرة وإن كانت غير مفيدة للأفراد التى نبديها . هذه الصفات تسمى بالصفات الايثارية altruistic . والانتخاب بين الديمات لا يمكن استبعاده تماماً ، لأن انتخاب القرابة كثيرا ما يقترب من الانتخابين الديمات . ومن أمثلة الصفات الايثارية المشاركة فى الطعام وإعطاء إشارات التنبيه والجهود الجماعية فى مستعمرات الحشرات الاجتماعية . وفى حالة نحل العسل Apis mellifica يبدو بشكل قاطع أن وحدة الانتخاب هى المستعمرة ككل ؛ وحقيقة أن النحل الاجتماعى يعد حالة متطرفة للتكامل الاجتماعى فى عالم الحيوان . فى هذه الحالة نجد أن وظائف احضار الطعام والدفاع والمحافظة على المستعمرة وتربة الصغار تكون من نصيب الشغالات .

وعموما فهم أن الشغالات تكون محايدة جنسيا ، فهى لا تنتج نسلا ولا تستطيع أن تنقل جيناتها المحددة لهذه الصفات التكيفية عبر الأجيال – هذا المعمل تقوم به الملكات والذكور . وبالتالى إذا لم تمتلك الملكات والذكور المحددة للشغالات ذات الكفاءة البيولوجية العالية ، فإن الخلية لن تستطيع النمو ، وقد تختفى نتيجة منافسة الخلايا ذات الشغالات الأكثر كفاءة . هذا الاحلال قد لوحظ فى السنوات الأخيرة (ميشنر Michener – ١٩٧٥) مما يؤكد أن وحدة الانتخاب هى المستعمرة . والمجال هنا غير كاف للتوسع فى دراسة الايثارية والسلوك التعاونى فى الحشرات الاجتماعية . يمكن فى ذلك الرجوع إلى هاميلتون Hamilton (١٩٦٤) وميناردسميث Mynard Smith (١٩٧٨) . ويجب أيضاً أن نبين تزايد الاهتمام بتطبيق أفكار هاميلتون على الحياة

الاجتماعية للحيوانات الأرق (دوكينز – ١٩٧٦ ، مينارد سميث – ١٩٧٨) . وللأسف فإن الدراسات الوراثية فى هذا المجال ليست كافية (بارسونز ١٩٦٧) ؛ وإن كانت تستحق المزيد من الاهتمام .

بما أن النحل الاجتماعى يمثل حالة متطرفة من التكامل الاجتماعى كما ذكرنا من قبل ، فإن تأثيرات الانتخاب بين الديمات تبدو واضحة . وفى الحيوانات الأقل اجتماعية مثل الثدييات والطيور ، فقد نتوقع تأثيرات أقل للانتخاب بين الديمات ، ولكن بعض الخصائص الخاصة به تبدو الصورة التى ذكرناها فى قسم ١٣ – ٥ . فى الرئيسيات يوجد تباين من نوع لأمر بالنسبة للتركيب الاجتماعى (ولسون **E.O. Wilron** – ١٩٧٥) ، رغم أن التأثيرات على توارث العشائر لم تدرس بالقدر الكافى . وقد قسم ايسنبرج ومشبهرن وردران **Eisenberg, Mulhenhirn & Rudran** (١٩٧٢) نماذج لانتظام الاجتماعى فى الرئيسيات فيما يلى ، وذلك مع ادماج التحويرات المقترحة بواسطة جرانت **Grant** (١٩٧٧) :

١ – الأسرة الأمية التى تتكون من الأم والنسل . مراكز نشاط الإناث والذكور البالغة منفصلة . توجد فى قردة مدغشقر **aye-aye** وبعض أنواع الليمور واللوريس .

٢ – العائلة ذات الوالدين . تتكون من الأنثى والذكر وصغارهما . توجد فى الليمون الصوف وبعض أنواع القرد الأمريكى الصغير ،(القشة **marmosets**) وقرود الدنيا الجديدة والجبيون .

٣ – الجماعة ذات الذكر الواحد . تتكون الجماعة من عديد من العائلات الأمية وذكر واحد بالغ على اتصال بهم جميعا . وهذا الذكر لا يتحمل وجود الذكور الأخرى البالغة أو التى فى طريقها للبلوغ . توجد فى بعض قرود الدنيا الجديدة (بما فى ذلك قرد هولر) والدنيا القديمة (بما فى ذلك بابون هاما درياس وبابون جيلادا) .

٤ – الجماعة متعددة الذكور متدرجى الأعمار . جماعة متماسكة تتكون من عديد من الإناث والعديد من الذكور والصغار . هنالك درجة متوسطة من تحمل الذكور لوجود غيرها ، مما يسمح بوجود ذكور عديدة مختلفة الأعمار معاً ؛ مع تدرج نظام السيادة تبعا لعمر الذكور توجد فى بعض قرود الدنيا الجديدة (بما فى ذلك ثانية قرد هولر) والدنيا القدمية (بما فى ذلك قرد المكاك) والغوريللا .

٥ – الجماعة متعددة الذكور فى الحالة (٤) مع درجة عالية من تحمل الذكور لغيرها ؛ مما يسمح بوجود عديد من الذكور البالغة معاً . هذه الذكور تكون متصاحبة

السيادة ومتعاونة فى المحافظة على نظام مرن من حكم القلة **oligarchy** . توجد فى نوع من الليمور ونوع من الليمور الصوفى وفى بعض قرود الدنيا القديمة (بما فى ذلك البابون والمكاك) وفى الشمبانزى .

هذه السلسلة السابقة الطرز من المحتمل توافقها مع الاتجاهات التطورية حيث يكون الطراز (١) بدائيا والطرازن (٤) ، (٥) مشتقان . بالإضافة إلى ذلك ، فبجانب تغيرات التركيب الاجتماعى هنالك الاتجاه نحو المجاميع الأكبر . ومن الاعتبارات الواردة فى هذا الفصل نجد أن من غير المستغرب أن طرز الانتظام الاجتماعى تتوافق مع أماكن السكنى . فجماعات الذكر الواحد (٣) توجد أساسا فى الأنواع التى تقطن الأشجار وتتغذى منها ، بينما تميل الجماعات متعددة الذكور (٥) إلى المعيشة شبه الأرضية . وتتركز مميزات المجموعات الاجتماعية فى القدرة على السيطرة على إقليم معين ورد الأعداد الطبيعية وتبادل الخبرات ، والأكثر من ذلك أهمية الاتصال بين الأفراد . وكما رأينا سابقا ، فهذه التكيفية تنطبق على البشر **homonids** ، حيث ظهرت فى أقصى درجاتها فى الإنسان الحالى كما يبدو من ازدياد حجم المجموعات الاجتماعية وتعقد الانتظام الاجتماعى وقوة التكنولوجيا وارتقاء اللغة والذكاء وطول فترة ما قبل النضج فى نمو الفرد . وتفرد السلوك الاجتماعى للإنسان ، المشتق من الرئيسيات ، قاد إلى نشأة العم الهجين المسمى بعلم الحياة (البيولوجيا) الاجتماعى**sociobiology**(ولسون **E.O.Wilron** – ١٩٧٥) ؛ الذى تمثل وراثة السلوك فى الإنسان أحد المكونات التى تنضوى تحته .

والتركيز على علم الحياة الاجتماعى منذ ظهور كتاب ولسون المذكور فى عام ١٩٧٥ قاد إلى استعادة النشاط فى دراسة عشائر الثدييات برغم صعوبات الدراسة . كمثال على ذلك يمكن أن نناقش ما قدمه كلوتون – بروك وهارف **Clitton-Brock & Harnve** (١٩٧٨) من أفكار . فقد أخذا فى الاعتبار أربعة أوجه فى بيولوجيا الثدييات – كثافة العشيرة ، حجم المجموعة ، نظام التربية ، ثنائية المظهر الجنسى . الأربعة أوجه ذات علاقة وثيقة ببعضها ويبدو منها أن (١) تباين توزيع وكثافة نوعية الغذاء مسئول بشكل كبير عن اختلاف أنواع الثدييات فى كثافة وتوزيع عشائرها ، وأن (٢) تباين كثافة العشيرة وتوزيعها يلعبان دورا هاما فى اختلاف نظم التزاوج ، وأن هذه بدورها تؤثر فى عدد كبير من الصفات المظهرية والوظيفية . ويمكن أن ننهى مناقشتنا لعملهما بأن نورد ماذكراه نقلا عن أرسطو ، والذى يربط بصورة لا تخطئها الملاحظة بين علم الحياة الاجتماعى وانتخاب المسكن :

اختلافات عادات التغذية هى التى تجعل بعض الحيوانات تعيش فى قطعان وبعضها تنتشر ؛ بعضها مفترس وبعضها نباتى التغذية ، والآخرون يأكلون هذا وذاك . وليكون من السهل الحصول على الغذاء ، أمدتهم الطبيعة بطرق متباينة للحياة . ومرة أخرى ، بما أن الحيوانات لا تتقبل بدرجة واحدة نفس الطعام ، ولكن لها أذواق مختلفة تبعا لطبائعها ، فإن طريقة حياة الحيوانات المفترسة تختلف بين نوع إلى آخر ، وهذا هو الحال أيضاً بالنسبة للحيوانات نباتية التغذية .

من الاكتشافات التى توصل إليها علم الحياة الاجتماعى أن كثير من أوجه الانتظام الاجتماعى للحيوان يمكن توقعها على أساس عدد محدود من المتغيرات البيئية . وقد اقترح أملن وأورنج **Emlen & Oring** (١٩٧٧) أن عواملا بيئية معنية تحدد الدرجة التى يتم بها الدفاع عن احتكار الزوجات ؛ أى أن العوائق البيئية تضع حدودا على الدرجة التى يعمل بها الانتخاب الجنسى . وقد ميزا نظم التزاوج على أساس الامكانية البيئية والسلوكية لاحتكار الزوجات . فكلما زادت إمكانية احتكار مصادرة الغذاء أو الزوجات ؛ كلما زادت شدة الانتخاب الجنسى وزادت الامكانية البيئية لحدوث الزواج المتعدد . وقد أورد املنج وأورنج أمثلة من الطيور أساساً ، لكن نماذجهما تقبل التطبيق على مدى أوسع بناء على ذلك يمكن افتراض أن التغيرات البيئية تؤثر فى أو نيق شدة الانتخاب الجنسى ، وأن تغير نظم التزاوج بين مختلف عشائر النوع الواحد فى مختلف البيئات أو درجات الكثافة يمكن توقعها . فمثلا هنالك أوضاع فى نطاق واسع من الأنواع بما فى ذلك الحشرات يقترح على أساسها سلوك اختيار موقع معين للغزل والتزاوج **(lek)** فى حالة العشائر عالية الكثافة ، ويتحول إلى أشكال أبسط من تعدد الزوجات عندما تكون كثافة العشائر أكثر انخفاضا .

ملخص

وراثة السلوك تعد مجالا رئيسيا فى دراسة التطور . فى الدورسوفلا يعد السلوك التزاوجى للذكور مكونا رئيسيا للمواءمة فى التجارب المعملية ، وتوجد كذلك أمثلة حقلية فى كثير من الأنواع .

وفى الطبيعة ، أدى تداخل وراثة السلوك والوراثة البيئية إلى الموضوع المشترك الخاص بدراسة انتخاب المسكن . يعنى ذلك فى الدورسوفلا دراسة وضع البيض وبالتالى استخدام المصادر المتاحة تحت الظروف الطبيعية المسموح بها من حرارة وضوء ورطوبة . وحتى الأنواع القريبة غالبا ما تبدى تشعبا بالنسبة لهذه المتغيرات . وفى فأر

الأيائل **Peromyscus** وصفت مظاهر سلوكية معقدة لأماكن السكنى الحقلية والغابات .

ورغم محدودية معلوماتنا عن اختيار المسكن ، فإن معلوماتنا عن ديناميكيات العشائر أكثر محدودية . ومع ذلك ، فمن المهم وراثيا معرفة أن القوارض الصغيرة كالفيران غالبا ما تنقسم فى الظروف البرية إلى وحدات تربية صغيرة أو ديمات ، وأنه خلال مراحل الانتشار فى فيران الحقل تهاجر بعض التركيب الوراثية بدرجة أكبر من التراكيب الأخرى . فهى التركيب العشيرة فى الأنواع الاقليمية متعددة المظاهر مازال بدائيا ، وإن كانت البداية قد تمت فى طائر الكركر القطبى .

البشر الحاليون هم نقطة النهاية بالنسبة لتاريخ تطورى طويل يتضمن العديد من التغيرات السلوكية المتضمنة ظهور القدرات الفكرية . وتراكيب العشائر التى تم تحليلها فى مجتمعات الصيد وجمع الثمار كما فى حالة أهالى استراليا البدائيين المنظمين فى قبائل ، أظهرت تلازما للتشعب الوراثى مع التشعب الاجتماعى الحضارى والحدود البيئية . هذه التراكيب قد انمحت فى سكان الحضر ، لكنها هامة لفهم الخلط الوراثى فى البشر الحاليين .

وفى السنوات الأخيرة ، جذبت الدراسات التطورية للسلوك انتباها أكبر مما أدى إلى المجال الهجين الخاص بعلم الحياة الاجتماعى . والوراثة السلوكية للإنسان وحيوانات التجارب تعد مكونا ذا أهمية خاصة من مكونات هذا العلم الجديد .

قراءات عامة

GENERAL READINGS

Barash, D. P. 1977. *Sociobiology and Behavior*. New York: Elsevier. One of the "second generation" accounts of the rapidly developing field of sociobiology.

Dawkins, R. 1976. *The Selfish Gene*. Oxford: Oxford University Press. A formulation of sociobiology in terms of the genetical theory of natural selection, stressing the importance of individual selection.

Dobzhansky, T., F. J. Ayala, G. L. Stebbins, and J. W. Valentine. 1977. *Evolution*. San Francisco: Freeman. A modern, comprehensive book on evolution.

Grant, V. 1977. *Organismic Evolution*. San Francisco: Freeman. An excellent, succinct modern book on evolution putting the study of social structures into an evolutionary framework.

Krebs, J. R., and N. B. Davies (eds.). 1978. *Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach*. Oxford: Blackwell Scientific Publications. Several commendable articles pertain to the theme of this chapter.

Mayr, E. 1963. *Animal Species and Evolution*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. A classic account of evolution in which the importance of behavior is firmly stressed.

Parsons, P. A. 1973. *Behavioural and Ecological Genetics: A Study in Drosophila*. Oxford: Oxford University Press. A general account based on *Drosophila* research and concluding with a consideration of evolutionary implications.

Washburn, S. L., and R. Moore. 1974. *Ape into Man*. Boston: Little, Brown. A good example of a discussion of human evolution.

Wilson, E. O. 1975. *Sociobiology: The New Synthesis*. Cambridge, Mass.: Belknap Press. Irrespective of approaches to human studies, this is an excellent account of social structures in other animals.

الفصل الرابع عشر

خاتمة

١٤ - ١ من الميكانيكيات إلى التطور

في بداية هذا الكتاب تعاملنا مع مظهر الكائن في معناه الواسع ، الذى يتضمن مجموع المكونات الوظيفية والتشريحية والسلوكية للفرد ، وأكدنا أن ميكانيكية توارث السلوك تتشابه مع ميكانيكيات المكونات المظهرية الأخرى . ولا شك أن أى مظهر سلوكى نلاحظه يعد المحصلة النهائية للعديد من المسارات الوراثية التى تتفاعل فيما بينها من ناحية ، وفيما بينها وبين البيئة من ناحية أخرى . وتتزايد دراسة هذا المظهر صعوبة كلما كانت الكائنات المستخدمة أكثر تقدما من الناحية التطورية ؛ وينتهى الأمر بأقصى درجات الصعوبة عند التعرض لنوعنا الخاص الذى لا يمكن لدارس سلوكه التحكم فى بيئة بدقة أو تصميم برامج التربية التجريبية اللازمة لدراسة توارثه . ورغم ذلك فإن هنالك إدراك كامل لوراثة السلوك البشرى ؛ وذلك بالاعتماد على الفهم العميق للطرق والوسائل المستخدمة فى حيوانات التجارب . وهذا أمر بالغ الأهمية ؛ حيث يمكننا عند التسلح بالمعرفة الكافية للأسس الوراثية للخصائص البشرية أن نقدم النصح للأفراد فيما يخص ما قد يصيبهم أو يصيب أفراد عائلاتهم من علل أو أمراض متوارثة . وكلما إزدادت معرفتنا للأسس الوراثية (والجزيئية بالذات) لهذه الأمراض ، كلما إزدادت الدقة والقيمة الحدسية لمثل هذه الاستشارات الوراثية .

وباتساع المناقشة لتشمل الصفات الكمية ، وجدنا أنها جميعا محكومة بالتركيب الوراثى والبيئة ؛ مع إمكانية استثناء ظاهرة الجانبية . ورغم سهولة توضيح المكون الوراثى فى حيوانات التجارب ؛ فإن الوضع أصعب كثيراً فى الإنسان لتعقد التفاعلات بين مختلف التراكيب الوراثية والظروف البيئية . وعموما إذا ما افترضنا وجود مكونات وراثية للصفات الكمية المقاسة ، وإن لم يحدد بدقة كاملة ، فإن وراثة السلوك تكون بالغة الأهمية فى فهم علم الحياة ؛ خصوصا على المستويين العشائرى والتطورى . وعلى

المستوى . التطبيقى ، فإن التغيرات السلوكية والوراثية المتوقعة والمصاحبة لعمليات التدجين لم تذكر بالتفصيل فى الأعمال السابقة ؛ لكنها تصبح واضحة الأهمية إذا ما صارت طرق الإنتاج الزراعى أكثر كثافة على النطاق العالمى .

ورغم أننا نحاول هنا أن نتناول هذا المجال من وجهتى نظر الميكانيكية والتطور ؛ إلا أن هنالك انفصالا عنيفا بينهما فى الوقت الحالى . فإذا ما تعرضنا مثلا للاتجاه الأكثر ضيقا ، الخاص بالتناقض بين المندلية والوراثة الكمية ، نجد أن كاسبرى **Caspari** (١٩٧٧) ، قد كتب حديثا يقول :

« هذا يعد من بقايا الحرب بين المدرستين اللتين سادتا البحث فى الوراثة فى العقدين الأولين من القرن العشرين ؛ المندلية والإحصاء الحيوى . وقد وصف بروفين Provine (١٩٧١) هذه الحرب ؛ واستنتج أنها انتهت بنظرية فيشر R.A.Fisher التى تنص على أن قوانين الوراثة الإحصائية الحيوية يمكن فهمها على أساس فعل عدد كبير من الجينات المندلية ذات التأثيرات المضيفة الصغيرة . ورغم صحة أساس هذه النظرية ، فمن الناحية العملية ظل هذان المجالان من مجالات الوراثة منفصلين ؛ سواء فى طرق الدراسة أو فى الأسئلة المثارة فى كل منهما . وقد صار هذا الانقسام أكثر حدة بسبب اندماج الوراثة المندلية مع علم الحياة الجزيئى » .

وربما يتضح ذلك فى مجال الوراثة السلوكية أكثر من أى مجال آخر ، حيث أدى إندماج المندلية وعلم الحياة الجزيئى إلى ظهور مجال الوراثة العصبية **neurogenetics** الذى ينمو بسرعة فائقة . ومجال الوراثة العصبية يمكن أن يعد امتدادا للوراثة التكوينية التى ترجع نشأتها لسنين عديدة . ويعد الأساس الوراثى للمظهر السلوكى ؛ على المستويين المندلى والكمى ؛ فى مركز الاهتمام . ولا شك أن المظهر السلوكى لكل من العشائر المعملية والطبيعية هو المادة الأساسية التى نعمل عليها .

تعرضنا فى الفصل الأول لثلاثة مشاكل خاصة بدراسة وراثة السلوك : (١) صعوبة التحكم فى البيئة ؛ (٢) صعوبة القياس الموضوعى ؛ (٣) دراسة التعلم والاستدلال . هذه الأمور قد نوقشت مرات عديدة فى متن الكتاب . بهذه الصورة تعد الوراثة الكمية أساسية لدراسة وراثة السلوك ؛ حيث تسمح بتحليل تأثيرات كل من البيئة والوراثة ؛ خصوصا فى الحيوانات . ورغم صعوبة ذلك فى الإنسان ، فالأمل فى التقدم غير معدوم . وفى السنوات الأخيرة حدثت تغذية استرجاعية متزايدة من دراسات وراثة السلوك إلى الدراسات التطورية . وسنتناول هناك بعض هذه الدراسات الأخيرة .

١٤ - ٢ وراثة العشائر : هل يحدث التزاوج الاعتباطى ؟

عادة يفترض حدوث التزاوج الاعتباطى فى العشائر الطبيعة - ولاشك أن الأسس النظرية لوراثة العشائر قد بنيت على هذا الافتراض . ويجب أن نقرر أن ذلك قد تم ليسمح بعمل نماذج رياضية بسيطة . وفى الواقع ، نجد أن التزاوج الاعتباطى نادر الحدوث . وينطبق ذلك سواء على العشائر المعملية أو غير المعملية . فمن المؤكد بالنسبة للنوع الإنسانى أن التزاوج المتناسق هو القاعدة ؛ وذلك لأسباب عديدة تتعلق بالجاذبية النسبية المبنية على مختلف الطرز الجسمية أو مستويات الذكاء أو على بعض الأسس الحضارية كالدين مثلا . وإذا كان الدليل على حدوث التزاوج المتناسق فى الإنسان قد ثبت فعلا ، فإن اقتراح الطرز الموجودة يعد أمرا مختلفا . وفى دروسوفلا ميلانوجاستر ، باعتبارها أكثر الأنواع المعملية دراسة ، يعد استنباط الأوضاع الحقلية من الدراسات المعملية أمرا أساسيا ، لكننا نجد على الأقل أن الدليل على سرعة تزاوج الذكور كأحد مكونات الكفاءة ، تبدو سائدة فى الدراسات المعملية . ومن الصعب تفادى الاستنتاج الخاص بندرة التزاوج الاعتباطى فى العشائر الطبيعية للدروسوفلا ، خصوصا إذا ما أضفنا ظاهرة الأفضلية التزاوجية للذكور النادرة . ومن غير الواضح أيضاً مدى الانحراف عن التزاوج الاعتباطى فى أنواع الدورسوفلا التى تبدى ميلا لاختيار الموقع ، وهو الأمر الذى وجد أيضاً فى الكائنات الأرقى التى تبدى مثل هذا السلوك . ما هى العواقب الوراثية لهذا الاختلاف ؟ لا شك أن معلوماتنا عن العواقب الوراثية لاختيار الموقع محدودة ؛ وإن كانت دراستها فى القوراض والطيور تؤكد وجودها بشكل كاف وتضمنها للتزاوج الغير اعتباطى .

هذه الاعتبارت تقودنا إلى الانتخاب الجنسى والعزل الجنسى - وهما ظاهرتان قد تعرضنا لمناقشتها فى أكثر من موضع . والأفكار الخاصة بالانتخاب الجنسى تقودنا بالتالى إلى دور الصفات الجنسية الثانوية فى إخفاء بعض المزايا الاجتماعية على حامليها . وهنالك نوعان من المزايا يمكن تصورهما . إما أن يمتلك بعض الأفراد قدرة تنافسية فائقة بالنسبة لأقرانهم من نفس الجنس (كالقرون فى الأيائل مثلا) أو أن يمتلكوا جاذبية جنسية زائدة تساعدهم عند التنافس على الجنس الآخر . يكون الانتخاب فى الحالة الأولى بين أفراد الجنس الواحد (انتخاب داخل الجنس **intrasexual selection**) ، أما فى الحالة الثانية فيقوم الجنس الآخر بالدور الانتخابى (انتخاب بين الجنسين **intersexual selection**) . ويتضمن الانتخاب داخل الجنس الانتخاب بالمنزلة الاجتماعية ، خصوصا إذا ما أمدت الأفراد السائدة الأجيال المقبلة بجينات معينة ؛ مثل جينات الحجم والاستعدادات

العدوانية ؛ بدرجة أكبر من الأفراد الغير سائدة اجتماعيا . وقد ذكر الانتخاب بالجنس فى هذا الكتاب فيما يتعلق بالدروسوفلا أساساً ، كما تعرضنا له بالنسبة للفيران والأسماك والدجاج والطيور الأخرى . وفى دراسة فار **Farr** (١٩٧٦) عن الجينى (من أسماك الزينة) توقع أن « الفحص المحكم سيظهر أن التنافس بين السلالات ، وما ينتج عنه من ثنائية أو تعدد مظاهر المظاهر ، يعد من الأوضاع الموجودة فى الكثير من الأنواع » وأننا إذا ما بدأنا فى التعرف على الأمثلة المتنوعة ، فيمكننا أن نتعرف على المتطلبات التطورية والبيئية المبدئية اللازمة للمحافظة على تعدد المظاهر عن طريق الانتخاب الجنسى . ورغم صعوبات التفرقة بين الانتخاب داخل الجنس والانتخاب بين الجنسين فإن التفضيل الأنثوى يحدث عند التزاوج . وعلى سبيل المثال ، عندما يتقابل ذباب الدروسوفلا على كتل الغذاء ، فإن الأنثى عندها الفرصة أن تختار من بين الذكور المتنافسة وبما أنها فى خلال ذلك تطرد بعض الذكور ، فإن الانتخاب بين الجنسين يمكن استنتاج حدوثه ؛ والواقع أن سبيث **Spith** (١٩٧٤ – أ) استنتج أن إناث الدروسوفلا هى المسئولة عن الانتخاب الجنسى تحت الظروف الطبيعية . دعم هذا الرأى بدراسة كروسلى **Crossley** (١٩٧٥) التجريبية على الانتخاب للعزل السلوكى فى الدروسوفلا ميلانوجاستر (قسم ٥ – ٣) . والتوفيق بين هذه الملاحظة وبين النتائج التجريبية الخاصة بسرعة تزاوج الذكور كأحد مكونات الكفاءة يعد أمرا مطلوبا .

لاحظنا فيما سبق أن مستويات العزل الجنسى فى الدروسوفلا تتحدد تبعا للتوافق بين التركيب الوراثى والبيئة . بالإضافة إلى ذلك ، رأينا فى قسم ١٣ – ٢ أنه إذا تزاوجت أنثى من نوع دروسوفلا برسيميليس **D.persimilis** مع ذكر من نفس نوعها ، فإنها لن تقبل بعد ذلك أى ذكور من النوع الشقيق سيدو ابسكيورا . وبالمثل يحدث ذلك لإناث النوع الأخير ، حيث تميل إلى التزاوج مع طراز الذكور الذى قبلته أولا (قسم ٨ – ٤) . مثل هذه النتائج تشير إلى وجود مكون تعلمى فى تزاوج الدروسوفلا ؛ وهى ظاهرة ذات أهمية محتملة فى العشائر الطبيعية ؛ وأهمية غير معروفة بالنسبة لتركيب العشائر .

وبالاشارة إلى الفقاريات أساساً ، وبالذات الطيور ، يبدو أنه عند اختيار القرين فى الأنواع متعددة المظهر فإن الأفراد قد تختار (انظر براون **Brown** – ١٩٧٥) :

- قرين يشبهها فى الشكل الظاهرى – تزاوج متناسق موجب .
- قرين يختلف عنها فى الشكل الظاهرى – تزاوج متناسق سالب .

- قرين يشابه أحد أبويها – عملية التأثر **imprinting** بالأم أو الأب .
- قرين بصورة عشوائية (غير محتمل) .

فى الفصل العاشر ؛ تعرضنا للتأثر فى الأسماك والدواجن والأوز كماذكرت فى مواضع أخرى بالنسبة لعديد من الأنواع بما فى ذلك الإنسان (قسم ٧ – ٥) . ولقد اقترح فعلا أن حالات التزاوج المتناسق فى العشائر الطبيعية قد تعود غالبا إلى التأثير .

وللتأثر أهمية خاصة فى مناقشتنا الحالية لتضمنه عملية التعلم ، حيث يتأثر الانتخاب الجنسى (والعزل) بالخبرات السابقة . ويقدم الفأر المنزلى نموذجا آخرا لتأثير الخبرة السابقة على التفضيل التزاوجى . فالإناث البالغة المرباة معمليا مع كلا الأبوين تفضل الذكور من نفس نوعها **(Mus nusculus domesticus)** عن ذكورالنوع بعيد القرابة **M. mbctrians** ، بينما لا تبدى الإناث المرباة مع أمهاتها فقط هذا التميز (ميناردى **Mainardi** – ١٩٦٣) . وقد اقترح ميناردى أن إناث الفيران الصغيرة تأثرت بآبائها الذكور ، وظهر هذا التأثر مؤخرا عند قيامها بالتفضيل الجنسى . ولقد ظهر تلازم موجب غير صادق مع الصفات الأبوية عندما ربيت إناث **M.m domesticus** الصغيرة مع آباء معاملة صناعيا بأحد العطور (استخدم عطر أحد أنواع البنفسج المسمى فيوليت بارما) ، ثم سمح لها بالاختيار بين ذكور معطرة وعادية فى أقفاص خاصة يمكن باستخدامها قياس الجاذبية الاجتماعية أكثر من التزاوج الفعلى (ميناردى ومارسان وباسكالى **Mainardi, Marsan & Pasquali** ١٩٦٥) . وفى دراسة أحدث من ذلك أوضح دوتى **Doty** (١٩٧٤) الدليل على أهمية حاسة الشم فى السلوك التزاوجى للقوارض ، وبالذات فى التفضيل الأنثوى ، كما وجد يامازاكى وآخرون **Yamazaki et al** (١٩٧٦) أن التفضيل التزاوجى يتأثر بالفروق الوراثية فى معقد توافق الأنسجة الرئيسى (H-2) . هذه النتائج تعزز اقتراح إرمان وزملائها (قسم ٨ – ٤) بأن التزاوج فى الدروسوفلا قد يعتمد على « باقة » معينة من العوامل – هذه الباقة تتحدد وراثيا وبيئيا . بالنسبة للإنسان ؛ قد يكون مثل هذا التفضيل صفة متوارثة حضاريا . أو إذا ما كررنا السؤال الوارد فى قسم ٧ – ٥ : إلى أى مدى يعزى التزاوج اللاعتباطى (الغير عشوائى) فى الإنسان إلى عملية التأثر المنبنية على صفات أقاربه ؟ فى الدراسات الخاصة بالفيران بدأت أسئلة من هذا الطراز فى الظهور فى الآونة الأخيرة فقط (جلدر وسلاتر **Gilder & Slater** ١٩٧٨) .

وتبعا لمصطلحات مايرMayr (١٩٧٤) الورادة فى الفصل الأول ، فإن العزل

الجنسى فى الدروسوفلا يعد إلى حد كبير من البرامج الوراثية المغلقة ، مع وجود مكونات الخبرة السابق مناقشتها (بارسونز **Parsonsh** – ١٩٧٧ d) . أما البرامج المفتوحة فإنها تفضل فى الحيوانات المتميزة بطول فترة الرعاية الأبوية ؛ ويعد التأثر أحد الأمثلة الواضحة للبرنامج المفتوح . وبشكل عام فإن البرامج المفتوحة يتوقع أن تكون واضحة فى الفقاريات الراقية كالثدييات والطيور ، ويبدو ذلك مهما بدرجة خاصة فى سلوك الإنسان ، بما فى ذلك طرز تزاوجه .

مما سبق نستنتج أن دراسة طرز التزاوج تشير إلى عدم وجود التزاوج الاعتباطى داخل الأنواع أو داخل عشائر هذه الأنواع . أغلب الدلائل تكون على المستوى الظاهرى الواضح أو متلازمة مع حالة مرئية لتعدد المظاهر . ومن الواضح أن التأثيرات الوراثية هنا تعتمد على الصفات والنظم الوراثية المتضمنة ، بجانب الصفات المتلازمة ، وكذلك علاقات الارتباط الموجودة فى بعض الأمثلة . وتحدث بعض التأثيرات السلوكية الأكثر غموضا عندما يتأثر التفضيل الجنسى بالخبرة السابقة ؛ وإذا ما تضمن هذا التأثير أسبابا كيماوية فإن طرز التزاوج قد تبدى معدلا مرتفعا من التحور .

١٤ – ٣ السلوك والتنوع

تعد دراسة السلوك هامة بشكل كبير لفهم عملية التنوع **speciation** . تؤدى الفروق بين الأنواع دورا فعالا فى تأكيد العزل التكاثرى فى الطبيعة . ولقد ذكر ماير **Mayr** (١٩٦٣) أن « التحول إلى موقع ملائم أو منطقة تكيف جديدة يبدأ غالبا وبدون استثناء بتغير فى السلوك » . أظهرت دراسة الدروسوفلا وفأر الأيائل **Peromyscus** تباينات سلوكية فى المجاميع التقسيمية المختلفة يمكن ربطها بالموقع الذى تسكنه ، وبوجود بعض التغيرات المظهرية والوظيفية المتلازمة . ومن الأمثلة الحادة على التلازم بين التغيرات السلوكية والمظهرية ما نجده فى تطور النوع الإنسانى **Homo saplens** فمن الواضح أننا يمكن أن نستعرض التاريخ التطورى لمجموعة ما من الحيوانات مثل البط والطيور بالاعتماد على الصفات السلوكية ؛ ونصل عن طريق ذلك إلى وضع مشابه لما يمكن الوصول إليه إذا ما أجرينا نفس الدراسة معتمدين بشكل محدد على الصفات المظهرية . هذا التوازى يشير إلى أن مجموعتى الخصائص المذكورين ماهما إلا محصلة التعبير عن نفس التركيب الوراثى فى الحالتين (ماير **Mayr** – ١٩٧٤) . وربما تكون دراسة سبيث **Spieth** (١٩٥٢) على الدروسوفلا هى أحسن دراسة حشرية فى هذا المجال ؛ حيث تضمنت ١٠١ نوع وتحت نوع تمثل ٢١ مجموعة نوعية ، وقد لوحظ فيها بشكل عام توازى

تطور السلوك التزاوجي مع التطور المظهري في المجموعة . وقد استنتج سبيث أن تشتت السلوك التزاوجي بين الأنواع حدث أولا على المستويين الوظيفي والسلوكي ؛ ثم اتضحت الفروق المظهرية المرئية بعد ذلك بكثير . وقد قدر براون Brown (١٩٦٥) الاختلافات بين ١١ نوعا من مجموعة دروسوفلا اوبسكيورا ، مستخدما مقياسا أسماه متوسط اختلافات الصفة لدراسة ٢٠ صفة سلوكية و ٢٤ صفة مروفولوجية ؛ وقد توصل إلى وجود درجة عالية من التلازم بين التشتت السلوكي والمظهري في تطور هذه الأنواع . بأخذ هذه النتائج في الاعتبار ؛ وبجانب ذلك النتائج الخاصة بالنوعين الشقيقين دروسوفلا ميلانوجاستر ودروسوفلا سيميولانز ؛ فمن الواضح أن الاختلافات السلوكية والمظهرية بين طفرات النوع الواحد تكون طفيفة ؛ أما الاختلافات بين الأنواع الشقيقة فتكون أكبر ، إن كانت الاختلافات بين الأنواع غير الشقيقة تفوقها (بار سونز Parsons – ١٩٧٤ d) . نفس الأمر ينطبق على مستوى تحت الأجناس؛ الذى يبدى تباينات كبرى في السلوك والمظهر . وقد كرر سبيث Spieth (١٩٧٤ – b) وجهة النظر السابقة بعد دراسته لعائلة الدروسوفلا في هاواى .

وتعد المجاميع التقسيمة النادرة ، المعتبرة على حدود الأنواع ، ذات أهمية خاصة لدراسة دور السلوك في عملية التنوع . ولقد رأينا في قسمى ٥ – ٣ و ٨ – ٤ أن دروسوفلا بوليستورم تتكون من ٦ أشباه أنواع بينها درجات كثيرة من العزل الجنسي رغم شدة التشابه المظهري . ويأتي الدليل الواضح على الانتخاب الطبيعي من الدرجات الأعلى من العزل عند مقارنة الأوضاع المتصاحبة والمتفرقة (إرمان Ehrman – ١٩٦٥) ؛ وهذه النتيجة قد عمت لتشمل الضفادع في قسم ١٠ – ١٠ . ومن الملاحظات المباشرة نعرف أن الذبابة التابعة لأحد أشباه الأنواع إذا ما تزاوجت من داخل شبه النوع فإنها تفضل بدرجة أكبر أن تتزاوج بعد ذلك من نفس شبه نوعها – وهذا الوضع يشجع العزل ، وقد يؤدى في آخر الأمر إلى تثبيته في التركيب الوراثي (بروزان وآخرون Pruzan et al – ١٩٧٩) . بمثل هذه الطرق تزداد مستويات العزل الجنسي بواسطة الانتخاب الطبيعي . ولذلك فإننا نرى أن العزل يبدأ في الزيادة عن طريق عملية تعليمية مبرمجة تسبق غالبا التغيرات المظهرية . وتبعا لذلك ؛ فمن المؤكد أن المعقدات النوعية ، التي لا تكون فيها ميكانيكيات العزل السلوكي واضحة ، تحدث في الطبيعة وإن كان اكتشافها لم يتم باستخدام طرق الدراسة المتاحة . ويمكن أن نستخلص أن أهمية المجاميع التقسيمة من طراز دروسوفلا بوليستورم في فهم ميكانيكيات التنوع ، أنها لا تمكننا فقط من رصد السلوك التزاوجي ، وإنما نستطيع أيضاً دراسة الأسس

الوراثية لمستويات العزل الجنسى . والفجوة الموجودة فى تنوع الدروسوفلا تتمثل فى تطبيق الدراسات على الأوضاع الطبيعية . ورغم ما ينتج عن ذلك من مشاكل ؛ يجب ألا ننسى أن الدراسة الحقيقية لعلم البيئة فى الدروسوفلا تعد حديثة ؛ لذا فإننا نأمل أن يكون حل هذه المشاكل غير مستحيل . ومادام السلوك التزاوجى مأخوذا فى الاعتبار ؛ فإن الأنواع التى تختار مواضع الغزل والتزاوج والمشار إليها فى جدول ١٣ – ٢ ، وهى التى تستخدم الجانب السفلى من الفطريات الدعامية موضعها للمغازلة ؛ وبالتالى يمكن تصويرها فى الطبيعة ؛ قد تصلح كنقطة بداية لحل هذه المشاكل ؛ وخصوصا وأن نوع **D. polypori, D. mycetophaya** كثيرا ما يتواجدا تحت نفس الفطر .

ولقد ذكرت التعليقات الخاصة بندرة الدراسات الجارية على الفيران البرية – أى الدراسات من طراز أعمال ميندارى على المعقدات النوعية مثل **Peromyscus, Mus** وتضمين مكونات حاسة الشم فى هذه الدراسات قد يعد من المجالات الممهدة للبحث كما ذكر بارسونز **Parsons** (١٩٧٦ – a) فى كتاباته عن « التحليل الوراثى للسلوكى » .

وعلى ذلك يمكن استنتاج أنه تحت الظروف الملائمة تصير الاختلافات السلوكية فى الغزل داخل الأنواع أهم الصفات التى تؤدى إلى تمايز الأنواع شديدة القرابة – بعد ذلك ، وربما بعد فترة طويلة من الزمن ، قد تصير الاختلافات المظهرية واضحة . وما تحتاج إليه هو أن تعرف كيف تظهر مثل هذه الاختلافات خلال عملية التطور ، وكيف يخدم السلوك فى عمليات تكيف الحيوان مع بيئته . وبشكل عام ، فإن هذا السؤال قد طرح نادرا ، رغم أن دراسة مواضع السكنى المختارة فعلا (بارسونز **Parsons** – ١٩٧٨ – b) تبدو طريقة معقولة لتناوله . وقد استخلص بارسونز من دراسة جنس الدروسوفلا أن « هنالك تلازما بين التشتت الخاص بمصدر الغذاء المستخدم والمسكن المختار والتشتت التقسيمى » وعلى عكس ذلك فإن « الأنواع شديدة القرابة تختار أماكن مختلفة للسكنى ؛ محكومة فى هذا الاختيار بالمصادر المستخدمة أو ببعض الاختلافات السلوكية الأخرى » . فى قسم ١٣ – ٢ رجحنا أن اختيار الغذاء والمسكن قد يكونا هامان لتكوين السلالات داخل الأنواع ، ولعملية التنوع بالتحديد . ومن الملاحظات الهامة فى هذا الشأن ما وجهده مانج **Manning** (١٩٦٧ – b) فى الدروسوفلا المرباه على بيئة محتوية على الجرانيول (الذى يعطى رائحة النعناع الفلفلى) ، حيث تبدى الأفراد البالغة كراهية أقل للرائحة ، مما يعتبره مانج شكلا من أشكال الترويض . وبما أن بعض أنواع الدروسوفلا تستخدم الفطريات للتغذية فى الطبيعة ، ضمن الملاحظات التى لا تقل أهمية عما سبق ما وجده كوشنج **Cushing** (١٩٤١)

من أن إناث **D.guttifera** البالغة المرباة على بيئة عيش الغراب تميل إلى وضع البيئة عليها . ومن المنطقى تصور نشأة نوع من الاستيعاب الوراثى لمثل هذا السلوكى عبر عدد من الأجيال ، كما اقتراح موراى وكونوللى **Moray & Connolly** (١٩٦٣) . ويلاحظ أيضاً أن الترويض للمكونات الكيماوية يحدث أيضاً فى النيماتودا **Caenorhabditis elegann** (قسم ١٠ – ٣) ، والتى يمكن ربطها ببعض الأوضاع البيئية فى الطبيعة . ويبدو ذلك منطقيا إذا ما عرفنا أن **C.elegans** تتغذى على بكتريا التربة . ويبدو أن اختيار المسكن بناء على الاستجابة لمكوناته الطبيعية – الكيماوية ، ودون وجود دليل (حتى الآن) على وجود أى شكل من أشكال الترويض أو التعلم ، يعد القاعدة فى الكائنات الدنيئة ذات الأجهزة العصبية البسيطة مثل البراميسيوم **Paramecium** (جولد **Gould** – ١٩٧٤) .

وبتعميم الوضع على الظروف البرية ، فإن المسكن المشغول حديثا يتميز ببعض الفروق فى المصادر الغذائية التى يمكن استيعابها وراثيا ، وبالتالى تكون التغيرات التطورية محتملة كاستجابة لتغير المسكن . والدراسات التى تجرى للتمييز بين التعلم والترويض لها أهمية خاصة فى هذا المجال . وأخيرا . بالرجوع إلى مصطلحات ماير الخاصة بالبرامج المفتوحة والمغلقة ، نجد أن للبرنامج المفتوح أفضلية فى التكيف لتغيرات المسكن ، وذلك بالمقارنة بأفضلية النظام المغلق بما يلازمه من قالب سلوكى خاص بالتزاوج والاتصال بين الأفراد .

وهنالك مناقشات أوسع للسلوك الخاص بتنوع الدروسوفلا مقال بارسونز (١٩٨٠) ، الذى يرجح فيه أن اجتماع تباين مصادر الغذاء المستخدم المتبوع بانتخاب المسكن والتزاوج المتناسق داخل هذه المساكن (ماينارد سميث **Maynard Smith** – ١٩٦٦) يمكن نظريا أن يؤدى إلى التنوع دون الاحتياج إلى العزل الجغرافى . ويمكن لمعدل هذه العملية أن يتزايد بالتعلم المتبوع بالاستيعاب الوراثى خلال التكيف للمصادر الجديدة . والأمر يحتاج هنا إلى مدخل متكامل يتضمن الجوانب البيئية والسلوكية والوراثية فى العشائر الطبيعية ، حتى يتسنى فهم التنوع فى هذه الظروف . وهذا ما أكده بوش **Bush** (١٩٦٩ ، ١٩٧٥) أيضاً فى دراساته على ذباب الفاكهة **Tephritidae** حيث ظهرت أنواع **Rhagoletis** فى أمريكا الشمالية فى فترة زمنية قصيرة نسبيا لتتطفل على الفاكهة الأوربية كالكريز والتفاح . هذه الاعتبارات ترجح أن الاستغلال البيئى قد سبق العزل التكاثرى ، الذى نشأ بدوره كنتيجة لاختلاف المساكن المفضلة . وعلى ذلك فمن الأساسى فحص العلاقة بين النتائج المعملية والمشاهدات الخاصة بالعشائر الطبيعية ، حتى يمكن فهم الأسس الوراثية لتكون الأنواع (التنوع) .

١٤ – ٤ الصفات الكمية : التراكيب الوراثية ، الظروف البيئية ، أشكال التداخل والتلازم بينهما

المظهر السلوكى يمثل محصلة التفاعل بين الوراثة والبيئة . فالتراكيب الوراثية المختلفة تتباين فى استجابتها لبيئة معينة ، وبالعكس نجد أن التركيب الوراثى الواحد تختلف أشكال استجابته فى البيئات المختلفة ، كما يتضح من نتائج ماك كينزى على سرعة التزاوج فى قسم ٦ – ٢ . لا يعد ذلك مشكلة كبيرة بالنسبة لدارسى وراثة السلوك فى عشائر الدروسوفلا فى المعمل ، حيث أن تداخلات التركيب الوراثى والبيئة (GE) وكذلك التأثيرات الرئيسية لكل من التركيب الوراثى والبيئة ، يمكن تقديرها جميعا باستخدام التصميمات الاحصائية المناسبة . ويمكن أيضاً فى التجارب المصممة خصيصا أن تحصل على تقديرات المكافىء الوراثى للصفات المدروسة .

بالانتقال إلى القوارض يزداد الأمر تعقيدا . يمكن أن نشير هنا إلى تحليل هندرسون **Henderson** (١٩٧٠) للتعلم المقدر على أساس واجب البحث عن الطعام فى الفيران (قسم ٩ – ٣) ، حيث وجد أنه عندما تصير البيئة مفضلة فإن درجة التعبير الوراثى للصفة تزيد أيضاً . بمعنى أنه فى البيئات الغنية تميل التأثيرات الوراثية لأن تعبر عن نفسها تماماً بدرجة أكبر مما يحدث فى الأوضاع التى تقترب من الجدب البيئى . وبينما يكون التحسن متباينا بين مختلف التراكيب الوراثية ، فإن كل المجموعات تبدى أداء أفضل عند تحسن الظروف البيئية . يعد هذا نموذجا لمفهوم مدى التفاعل **reaction range** الخاص بتداخل GE الذى وصفه جوتسمان **Gottesman** بالنسبة للسلوك الإنسانى . هذا المفهوم يقترح أن التحول إلى البيئة الأكثر تفضيلا يزيد من الفروق الفردية عن طريق زيادة التباين الوراثى . ورغم ذلك ، فمن المهم أنه نلاحظ أن مما يشبه المتسحيل أن نعمم تعبير « التحسن البيئى » بالنسبة لمختلف مجموعات التراكيب الوراثية .

وبما أن تعبير التركيب الوراثى يمكن أن يكون متلازما مع البيئة ، فإن أحد الافتراضات الأساسية لكثير من نماذج الوراثة الكمية ، وهو الافتراض الخاص بعدم وجود تلازمات GE ، ينهار تماماً . وإذا ما كان هنالك تداخل بين التركيب الوراثى والبيئة (GE) ، فإن التباين المظهرى الكلى يزداد ، ولكن من ناحية أخرى إذا ما كان عطاء كل من الوراثة والبيئة متلازمين ؛ فإن التباين قد يزيد أو يقل . مثل هذا التباين المتصاحب قد تظهره التراكيب الوراثية المختلفة الموزعة فى مجموعة من الظروف البيئية ، ومن الأمثلة الواضحة التوزيع البيئى (الايكولولوجى) للأنواع وتحت الأنواع

والسلالات ؛ بل وحتى التراكيب الوراثية ، الذى يتم على أساس وجود كل منها فى أفضل أماكن السكنى المتكيف لها . من هذا المنظور فإن ظاهرة انتخاب المسكن يمكن أن تعتبر أحد أشكال تلازم GE ؛ والمناقشات الواردة فى الفصل السابق يجب تقييمها فى ضوء ذلك . وبالتالى يمكن اعتبار تلازم GE ناتجا من الانتخاب المبنى على تداخلات GE سابقة . ومن الصعب أن نتوقع أن وجود أى من هاتين العلاقتين (تلازم أو تداخل GE) يمنع وجود الأخرى . فالأكثر احتمالا أن كلا الطرازين من العلاقات بين العوامل الوراثية والبيئية تأثيرهما متواصل .

إحدى عواقب تلازم GE تتمثل فى التأثير على المكافىء الوراثى الذى تختلف تقديراته تبعا لنوع التلازم ، حيث قد يكون موجبا أو سالبا أو منعدما . وبمعنى آخر ، فتبعا لما يذكره موران **Moran** (١٩٧٣) : « بالنسبة لخصائص مثل الذكاء الإنسانى ؛ حيث تتلازم مكوناته الوراثية والبيئية ، فإن المكافىء الوراثى لا يمكن تعريفه » . والواقع أن معظم تقديرات المكافىء الوراثى للذكاء تتضمن عادة قيمة التباين المتصاحب ضمن الجزء من التباين الذى يعزى للتوارث . والواقع أنه كما لاحظنا فى فصلى ٧ ، ١٢ فإن قيم التلازم التى تتراوح بين + ٠,٢ ، + ٠,٣ كثيرا ما تلاحظ بين الذكاء والوضع الاجتماعى – الاقتصادى ، وذلك من عمر ٦ سنوات أو أقل . والآن نقترب من مجال التوارث الحضارى ، والمشكلة القائمة هنا هى التمييز بين طرازى التوارث عندما نواجه بمجموعة معينة من البيانات (قسم ١٢ – ٩) .

ولا شك أن فهم العلاقات القائمة بين الجين والبيئة يعد أحد الملامح الجديرة بالاهتمام الكبير فى وراثة السلوك . وكنتيجة لأعمال دارسى وراثة السلوك وتلاميذهم ذوى العقلية الاحصائية ؛ بدأ هذا الاهتمام ، بما يشبه التغذية الاسترجاعية ، فى استحداث طرق للدراسة قد تحور من مداخل دراستنا للوارثة الكمية . فالوراثة الكمية كثيرا ما تعمد ، عند تقييم درجة التحكم الوراثى فى الصفات ؛ إلى تقليل التباين الذى يرجع إلى البيئة ، وذلك بجعلها مثالية . ووراثة السلوك يجب أن تنظر إلى كل من التركيب الوراثى والبيئة باعتبارهما متساويا الأهمية . وذلك لأن التراكيب الوراثية قد تختلف استجابتها للبيئة الواحدة ، والتركيب الوراثى الواحد قد يكون له استجابات عديدة فى البيئات المختلفة . ومن المهم أن ندرس السلوك فى الوضعين السابقين ، وربما فى نفس الوقت إذا ما لم يؤد ذلك إلى صعوبات تنفيذية كبيرة .

ولقد اتضح فى مواضع عديدة من هذا الكتاب أن الأشكال الظاهرية المحكومة

بانتخاب موجه للتعبير المتطرف لأحدى الصفات فى الهجن سوف تتعرض للانتخاب الطبيعى لصالح هذا التطرف . أى أن التركيب الوراثى سيتطور للمحافظة على تفوق هذا المظهر المتطرف كمظهر مثالى . فى هذا الشأن ، ناقشنا سرعة التزاوج بالتفصيل ، كما أن التعلم فى القوارض ومعامل الذكاء (IQ) فى الإنسان يمثلان ذلك على مستوى أقل بعض الشيء . وفى بعض الأحيان ، كما أشار هندرسون **Henderson** (١٩٧٨) ، من الممكن بمعرفة الكائن وبيئته أن نتوقع البنية الوراثية لسلوكياته . رجعنا فى هذا الشأن لدراسة كوين وهاريس وبنزر **Quinn, Harris & Benzer** (١٩٧٤) التى اتضح منها أن الدروسوفلا يمكن أن تكتسب استجابة معقدة بالنسبة لتفادى الروائح التى تميزها وتبدى نفوراً منها عند صدمات التعرض لها فى التجارب المصممة لهذا الغرض (انظر أيضاً قسم ١٠ – ٥ بالنسبة للنتائج المشابهة فى ذبابة اللحم) . وقد أوضح فولكر **Fulker** أن القابلية لتعلم مثل هذا العمل التميزى المعقد قد تكون لها قيمة تكيفية منخفضة بالنسبة للأنواع سريعة التزاوج ذات الأعمار القصيرة مثل الدروسوفلا . ومع ذلك فإن عدد ٩ × ٩ من الهجن المتكاملة بين سلالات برية أوضح السيادة المؤكدة للمستوى العالى للأداء بالنسبة لهذه الصفة السلوكية ، مما يوضح أن تعلم التفادى يمثل أحد المكونات الهامة فى الكفاءة التكاثرية للدروسوفلا. لماذا يجب ذلك ؟ وهل يرتبط ذلك بتفادى بعض المواد الضارة المحتملة ؟ وعندما نأخذ فى الاعتبار ما أوضحه هاى **Hay** (١٩٧٥) بخصوص تعلم الحشرات الدوران لليسار أو لليمين فى المتاهة وذلك بعد اجبارها على الدوران يسارا أو يمينا ، وما أوضحه بعد ذلك (هاى – ١٩٧٩) بخصوص ما أبدته هذه الصفة من سيادة موجهة ، ندرك الصعوبة الحقيقية فى محاولة استنتاج الأوضاع فى الطبيعة بناء على معطيات التجارب المعملية . مع ذلك فقد وجد هاى نفسه (١٩٧٢) سيادة موجهة بالنسبة للفعالية العالية فى مواجهة العوامل المسببة للقلق أو الازعاج مثل مستثيرات الميكانيكية . وقد تلازم ذلك مع نسبة عالية من الوفيات بين الأفراد الأقل فعالية ، مما يشير بشدة إلى أن الفعالية العالية تعد صفة تلاؤمية . ومن المسلم به ، أنه بعد التعرض للازعاج بواسطة الأعداء المفترسة فى الطبيعة ، فإنه من الخصائص التكيفية أن تكون الكائنات قادرة على التحرك السريع لتفاداها .

أما تنبؤات هندرسون الخاصة بالبنية الوراثية للفيران فهى تعتمد على تقديرات القدرة التكيفية المحتملة للصفة . فالوضع الاختبارى الغير طبيعى ذو العلاقة السطحية بالمواءمة كان من المتوقع أن يتميز ببنية وراثية مضيفة إلى حد كبير ، وهذا ما وجد فعلا ، بينما وجدت السيادة الموجهة بالنسبة للصفات ذات التلازم الواضح مع المواءمة (قسم ٩ –

٣) . وبمعنى آخر ، فتبعا للوضع الاختبارى وللبيئة عموما ، تبدى البنية الوراثية تباينا ملحوظا . وبالنسبة للصفات المظهرية ، فغالبا ما يتم التأكيد على أن تقديرات القياسات المشيرة إلى البيئة الوراثية تعتمد على مجموعة التراكيب الوراثية المختبرة (انظر مثلا فالكونر Falconer ١٩٦٠) . وبما أن معظم التجارب تحت بيئات مثالية ، وليس تحت مجموعة من البيئات الواقعية ، فإن البيئة عادة ما لا يتم الحكم عليها بشكل كامل . وعموما فقد بينا فى هذا الكتاب الحاجة إلى الاعتماد على مجموعة من البيئات ذات المعنى بالنسبة للصفات السلوكية . ومن الواجب أيضاً ملاحظة أنه بالنسبة للضغوط البيئية ذات المغزى الايكولوجى المحتمل ، فإن البنية الوراثية قد تختلف حتما تبعا لمستوى الضغط (بارسونز Parsons – ١٩٧٩ b) . وفهم التأثيرات الكبيرة المحتملة للبيئة ووقع ذلك على البنية الوراثية ، بجانب التأثيرات المحتملة لتلازمات وتداخلات GE ، يعد مجالا هاما لدارسى الوراثة الكمية . وإذا كان هذا الوضع قد ظهر أساسا فى حقل وراثة السلوك ، إلا أنه يخضع للتطبيق الشامل .

١٤ – ٥ الاتجاهات المستقبلية

رغم أن توقع الاتجاهات المستقبلية لأى مجال علمى يتطلب حذرا كبيرا ، إلا أنه جدير بالمحاولة . بعض ما توقعناه من قبل (ارمان وبارسونز Ehrman & Parsons – ١٩٧٦) قد تم انجازه كما يتضح فى الكتاب الحالى ، ويعد ذلك مؤشرا على التقدم السريع . ونورد فيما يلى قائمة ببعض الاحتمالات التى ذكرت فعلا فى متن الكتاب ، ونحن نجمعها هنا لأننا ببساطة نشعر أنها قد تتأكد فى المستقبل :

١ – كثير من الأعمال ، كما رأينا ، بنيت على عدد محدود من التراكيب الوراثية التى درست فى مجموعة محدودة من البيئات . وكثيرا ما حسبت قيم المكافىء الوراثى من دراسات تمت على عشيرة واحدة وفى بيئة واحدة . وعندما يؤخذ عدد التراكيب الوراثية والبيئات المؤثرة فى تعبير الصفة فى الاعتبار ، تبدو مشكلة التعميم فى هذه الحالة هائلة . ويصير الأمر معقدا بصورة لا تصدق إذا ما عرفت البيئة بأوسع معانيها ، حيث لا تشتمل فقط على النواحى الطبيعية ، وإنما تتضمن الخبرات السابقة أيضاً . ستحاول الجهود المستقبلة أن تمسك بهذه المشكلة وبما يصاحبها من صعوبات تلازم GE .

٢ – ويرتبط بالنقطة السابقة موضوع دراسة الاستجابات السلوكية لمختلف التراكيب الوراثية فى مواجهة الضغط Stress . ستكون دراساته التراكيب والوظائف المختلفة للأعصاب والغدد والقلب والأوعية الدموية فى عدد من الحيوانات ، وكلها ذات

علاقة بالضغوط التى قد تتعرض لها هذه الحيوانات ، على درجة كبيرة من الأهمية فى هذا المجال (املن Emlen – ١٩٧٣) . وعلى ذلك فالفهم الموسع للعوامل الوراثية ذات العلاقة بأشكال الاستجابة للضغوط قد تساعدها دراسات وراثة السلوك .

٣ – تأثير العقاقير على السلوك ، وبالذات على التعلم ، معروف جيدا . واستخدام التراكيب الوراثية المختلفة يساعد حتما فى إعطاء معلومات أدق عن استخدام العقاقير فى العلاج الدوائى والنفسى . وبالتحديد ، يمكن توقع تقدم فى فهم التعلم وأسسه الوراثية والكيماوية . والدراسات الحديثة على التعلم فى عدد من الكائنات بما فى ذلك الدروسوفلا توحى بذلك فعلا . والآن قد تكون التسمية المعطاة لهذا المجال psychopharmacogenetics (قسمْ ٩ – ٧) بما تتميز به من طول ومهابة ، ذات قوة دفع لأعمال أكثر مدى .

٤ – بالنسبة للسلوكيات المعقدة ، يبدو أن الاتجاه إلى النظر لمكونات الصفة السلوكية ودراسة أسسها الوراثية سيزداد اتساعا فى المستقبل . مثل هذا المدخل قد شرح فى فصل ١٢ بالنسبة للاستعدادات الذهنية الأولية ، ومن المتوقع أن يزداد استخدامه ، خصوصا فى الوقت الحالى حيث يمكن تحليل كميات كبيرة من النتائج المتنوعة فى العقول الالكترونية . وهذا المدخل لابد وأن يكون ذو قيمة خاصة فى دراسة الإنسان . وفى بعض الحالات ، نجد أن الصفات المعقدة ذات الميكانيكيات الوراثية الغير واضحة يمكن تجزئتها إلى تحت وحدات Subunits تبدى كل منها ميكانيكيات وراثية بسيطة ومميزة . قد يتناسب هذا المدخل مع مرض الذهان . كما قد يصدق ذلك أيضاً بالنسبة للسلوكيات المعقدة فى الحيوانات بما فى ذلك السلوك القتالى ، لكن الأمر يحتاج إلى دقة متناهية فى طرق أخذ العينات والتصميمات التجريبية(حتى يمكن الحصول على نتائج ذات مغزى (فولر وهاهن Fuller & Hahn – ١٩٧٦) يقدمان بعض المناقشات لهذا الموضوع) .

٥ – ميل بعض الصفات السلوكية إلى التغير بمضى الوقت يستحق تأكيدا أكبر . دارسى وراثة السلوك يحتاجون إلى معرفة التغيرات اليومية و/أو الموسمية . وأكثر من ذلك فإن التغيرات على مدى عمر الأفراد يجب أن تحظى باهتمام أكبر ، فهذا أمر لا شك فى فائدته بالنسبة للصفات التى تتحور عن طريق التعلم . فى الوقت الحالى يحاول دارسى وراثة السلوك الاكفاء التحكم فى العمر أو الوقت من اليوم عند القياس لعمل تحليلات وراثية سلوكية . أما قابلية الصفات السلوكية للتغير عبر الزمن فلم تدرس إلا قليلا .

٦ – وعموما يبدو أن وراثة السلوك سوف تلعب دورا رئيسيا فى التقارب الذى ينمو ببطء بين علم الاجتماع والعلوم البيولوجية (وبالذات فى دراسة التباين البشرى) . فمثلا دراسات تأثير الخبرات المبكرة وتأثير البيئة الجنينية تؤدى حتما إلى تزايد مشاركة عالم الاجتماع فى أبحاث وراثة السلوك . وبالتالى يجب أن تلعب وراثة السلوك دورا مركزيا فى الأبحاث المشتركة التى سوف يقوم بها فى المستقبل علماء الاجتماع والسلوك والبيولوجى فمثلا نجد فى مقال إكلاند **Eckland** (١٩٧٢) ما يلى :

بالنسبة لعلم الاجتماع على الأقل ، يبدو أننا لن ننتهى أبدا من الافتراضات الاجتماعية والنفسية لكل ظاهرة تقريبا . ورغم أن نظرياتنا بها الكثير مما يحمدها ، إلا أن وسائلنا واكتشافاتنا تجعلنا نحتاج إلى الكثير. وفى الحقيقة نجد أن التقدير المتوازن يؤدى بنا إلى الاقتناع بأن الكثير من النقاط تميل إلى دفع البحث عن التفسير السليم فى مجال علوم الحياة . هذه النقطة جديرة بالملاحظة من أى شخص يهتم بعلم الحياة الاجتماعى .

٧ – من المحتمل ازدياد الدراسات الخاصة بالتراكيب الاجتماعية ، والطرز التزاوجية ، وأشكال الصراع فى الإنسان والحيوانات الأخرى بهدف تقدير تأثيراتهم على المستودع الجينى للعشائر . وقد أوضحنا قبل ذلك مغزى هذا الموضوع بالنسبة لعلم الحياة التطورى للأنواع ومشاكل التنوع . ومن الواضح أن المكونات الايكولوجية ستلقى اهتماما أكبر ، حيث أن التركيب الاجتماعى من المحتم أن يتفاعل مع موقعة السكنى بكل ظروفه وتفاصيله .

٨ – لم تلق العوامل السلوكية المتضمنة فى عملية تحديد الموقع الملائم **niche** اهتماما كافيا . ويشير إملن **Emlen** (١٩٧٣) إلى وجود تعريفات عديدة لمصطلح الموقع الملائم ، وإن كان من الممكن وصفه باختصار بأنه مجموعة الظروف الطبيعية **physical** والحيوية **biotic** التى يمكن للكائن أن يعيش فى ظلها . وفى المواقع المتشعة يكون احتمال وجود عديد من الاستجابات السلوكية أكبر مما فى حالة المواقع الضيقة . وبالعكس ففى المسكن الثابت يبدو السلوك مسجلا بصورة أكبر والاستجابات محددة.وتمدنا الأنواع المتقاربة من الدروسوفلا والقوارض بمادة تجريبية ممتازة تضيف إلى ماسبق نشره . وسيتضمن قياس العوامل البيئية فى تحديد الموقع الملائم المشكلة البالغة الصعوبة الخاصة بتعميم الدراسات المعملية للسلوك على العشائر الطبيعية . وبمعنى آخر ، سيتضمن الانتقال من بيئة محددة سلفا إلى حد كبير ، إلى بيئة غير محددة أساسا ؛ هذا إذا ما استثنينا بعض الحالات التى تكون فيها البيئات الطبيعة ممكنه التحديد والمحاكاة فى المعمل . وإشاراتنا إلى وراثة اختيار المسكن الواردة فى فصل ١٣ تعطينا بداية واعدة لهذا

المجال .

٩ – يتبع ذلك الدراسات الخاصة بالتغيرات السلوكية الحادثة خلال عمليات التدجين أو الاستئناس **domestication** . هذا الأمر قد نوقش فى الفصل العاشر بوجه خاص ، ولكننا نعتبره بالغ الأهمية كأحد الاتجاهات المستقبلية التطبيقية لوراثة السلوك فى إطارها التطورى ، ولذا أكدنا عليه مرة أخرى فى الموضع الحالى . وكمثال هام نذكر حالة ذبابة الجلد **screwworm flies** التى ربيت منها كميات كبيرة من الذكور العقيمة كجزء من برامج مقاومتها وذلك فى أحد المصانع بتكساس ؛ وقد أوضح بوش **Bush** (١٩٧٨) أن ظروف المصنع قد تشجع دون عمد الانتخاب الوراثى للحشرات ضعيفة التنافس ، التى من خصائصها عدم النشاط إلا فيما بعد الظهيرة ، بينما تكون الحشرات البرية نشطة طوال اليوم . وبمعنى آخر ، فإن التزاوج بين الحشرات البرية المطلوب مقاومتها قد يتم قبل أن تصير حشرات المصنع مستعدة بشكل كاف للقيام بالنشاط الجنسى . ويبدو أن الفروق مرتبطة بأشكال انزيم ألفا – جليسرول فوسفات دى هيدروجينيز الداخل فى عملية طيران الحشرات . وعلى ذلك فالمصنع يعد بيئة صناعية تؤدى إلى تغير وراثى يجعل من مقاومة الحشرة أمرا غير فعال . وهذا يؤكد أن المعلومات البيولوجية الأساسية ، خصوصا على المستوى السلوكى ، يعد هاما لفهم التدجين فى أشكاله المختلفة ، وبذا يكون ذلك مجالا لا شك فى أهميته المستقبلية .

١٠ – يتساءل ماير **Mayr** فى أحد مقالاته (١٩٧٤) : تحت أية ظروف يكون البروجرام الوراثى المغلق مفضلا وتحت أية ظروف أخرى يكون البروجرام المفتوح هو المفضل ؟ وقد كانت إجاباته كما يلى : « لابد وأن الانتخاب سيفضل البروجرام المغلق عندما تكون هنالك علاقة واضحة بين أحد المنبهات واستجابة واحدة صحيحة ، أما السلوك الغير تواصلى **non-communicative** الذى تؤدى إلى استنفاذ المصادر الطبيعية فيجب أن يكون مرنا ، مما يسمح باتساع الموقع الملائم وكذا الانتقال إلى مواقع ملائمة أخرى . فى الحالة الأخيرة يفضل البروجرام المفتوح ، لأن هذه المرونة من المستحيل أن تتوفر إذا كان السلوك موضع الدراسة محكوم بامكانيات محدودة وراثياً . والحقائق الملاحظة المناقشة فى هذا الكتاب ، وبالذات فى هذا الفصل فى أعمال ماير (١٩٧٤) وبارسونز (١٩٧٧ b) تتوافق مع هذه التوقعات . ومع ذلك ، فالسلوك يتفاعل مع البيئة الحية وغير الحية وبالتالى يكون هدفا دائماً للانتخاب الطبيعى . وبالتالى سيكون من المفضل أحيانا أن يكون البروجرام مغلق إلى حد كبير للحصول على أكثر الاستجابات مثالية ، وفى حالات أخرى قد يفضل الانتخاب البروجرام السلوكى

المفتوح . ويمكن أن نتفق مع ماير (١٩٧٤) فى استنتاجه أن : « هنالك مجال واسع غير مستكشف للبحث فى تحديد الافضليات الانتخابية للامكانيات الاختيارية العديدة التى تمتلكها الكائنات المختلفة تحت الظروف المختلفة ».

وأخيرا فنحن ننظر إلى التغيرات السلوكية باعتبارها تنتمى إلى أهم مكونات العمليات التطورية ، سواء أخذنا فى الاعتبار النواحى السلوكية الخاصة بالتزاوج أو بزيادة التكييف للبيئة الجديدة . والمدخل المعتاد ، الذى قدمناه فى أجزاء من هذا الكتاب – وهو دراسة المكونات الوراثية للصفات فقط – لا يقدم عطاء كبيرا بالنسبة لدور السلوك فى العمليات التطورية ، وذلك ببساطة لأن المدى التى تكون فيه الصفات ذات علاقة فى تحديد استمرارية عشائر التراكيب الوراثية التى تحكمها غير معروف . فالسلوك الوثيق الصلة باستمرارية العشيرة يحتاج إلى دراسة منفصلا تحت العديد من البيئات . وبمعنى آخر ، يجب أن نضع السؤال الخاص بالرابطة بين الصفة والمواءمة موضع الاختبار . والاجابة على مثل هذه الأسئلة صار ممكنا فى الدروسوفلا ذات البرنامج الوراثى المغلق إلى حد كبير بالنسبة للسلوك . وسيؤدى ذلك حتما إلى المساعدة فى دارسة المسارات الأكثر تعقيدا بين الجينات ، السلوك ، العمليات التطورية التى تحدث فى الفقاريات كالفيران والإنسان ؛ حيث تكون البرامج الوراثيةالتى تحكم السلوك أكثر انفتاحا بدرجة كبيرة .

المصطلحات

Absent corpus cullosum gene	جين غياب الجسم الجاسيء
Acoustical insects	الحشرات المحدثة للأصوات
Acquired behaviors	السلوكيات المكتسبة
Activity scores	قراءات (تسجيلات) النشاط
Activity wheel	عجلة النشاط
Adaptive enzyme formation	التكون التكيفي للإنزيم
Adaptive radiation	التشعب التكيفي
Adapive genetic variance	التباين الوراثي المضيف
Adenine	الأدنين (قاعدة أزوتية)
ADH (alcohol dehydrogenase)	إنزيم كحول دى هيدروجينيز
Adoption	التبني
African basenji	كلب الصيد الإفريقي
African parrots	الببغاوات الأفريقية (من الطيور الحية)
Afterimage assessment	تقدير الصورة اللاحقة
Age-graded multiple-male troop	الجماعة متعددة الذكورة متدرجي الأعمار
Aggressiveness	العدوانية
Agnosia	العجز التعبيرى
Agouti locus	موقع اللون الأجوتى
Agouti mice	الفيران الأجوتية
Alanine	الألانين (حامض أميني)
Albinism	حالة المهق (الألبينو)
Albino gene	جين الألبينو
Albino mice	الفيران الألبينو
Alcohol consumption	إستهلاك الكحول
Alcohol dependency	الإعتماد على الكحول
Alcohol metabolism	تحلل (أيض) الكحول
Alcohol sensitivity	الحساسية للكحول
Alcoholism	الكحولية (إدمان الكحول)
Aldehyde dehydrogenase (ALDH)	ألدهيد دى هيدروجينيز
Alleles	أليلات (الأشكال المختلفة للجين)
Allopatric population	العشائر المطرفة
Allozymes	مشابهات الأنزيمة

Altruistic behavior	السلوك الغيرى (الإيثارية)
Altruistic traits	الصفات الإيثارية
Alzheimer's diseas	مرض الزايمر
Amalgamation	الملغمة (الخلط المزجى)
Ambulation scores in rate	تسجيلات التجول فى الجرذان
Amino acids	أحماض أمينية
Amniocentesis	السائل الأمنيوني
Amphetamine	أمفيتامين (دواء مشابهة للأدرينالين)
Amylase locus	موقع الأميليز (متضمن فى مسار تخليفه)
Analysis of variance	تحليل التباين
Androgen sensitivity	الحساسية للأندروجين (هرمون ذكرى)
Anencephaly	غياب المخ
Aneuploidy	التضاعف غير المنتظم (للكروموسومات)
Apparatus effect	تأثير الجهاز
Arrythmic mutant	طافر لإنعدام الإيقاع
Artificial selection	إنتخاب صناعى
Assortative matuing	التزاوج المتماثل
Assymetry	عدم التماثل
Athyreosis	إضطراب درقى
Audiogenic seizures	نوبات سمعية
Auditory acuity	الحدة السمعية
Auditory alley	مضيق سمعى
Australian aborigines	سكان إستراليا الأصليين
Autism	الإنشغال بالذات
Autokinetic phen omenon	ظاهرة الحركية الذاتية
Autosomal chromosomes	الكروموسومات الجسمية
Avoidance	التفادى

B

Bockcrosses	التهجينات الرجعية
Bacteria	البكتريا
Bar gene	جين العين القضيبية
Barr body	جسم بار
Behavior	سلوك

Behavior geneties وراثة السلوك
Behavioral assymmetry عدم تناسق سلوكى
Behavioral homeastasis إتزان حيوى (تكيف) سلوكى
Behavioral phenotype مظهر سلوكى
Behavioral palymrphism تعدد المظاهر السلوكى
Behavioral responses إستجابات سلوكية
Behavioral traits صفات سلوكية
Binocular rivalry تنافس العينين
Bioassay تقدير (تحليل) حيوى
Biomerical genetics الوراثة الإحصائية
Biparental Family عائلة ذات أبوين
Bipedal locomotion السير على قدمين (كما فى الإنسان)
Bipolar depression إكتئاب حاد (هوس إكتئابى)
Birds الطيور
Birth order ترتيب المولد
Black locus موقع اللون الأسود
Bracket fungi فطريات دعامية
Brain rize حجم المخ
Brightness plane مستوى الإضاءة
Broodiness حضانة البيض (فى الدواجن)
Brothers Karamazov الأخوة كارامازوف (قصة لدستوفسكى)
Brown gene جين اللون البنى

C

Caffeine الكافين
California Personality Inventory (CPI) إستخبار كاليفورنيا للشخصية
Calling song in field crickets أغنية الدعوة (فى صرار الغيط)
Cannibalism التوحش (أكل لحوم البشر)
Canterbury Tales قصص كانتربرى لشوسر
Carnivorous diet أكل اللحوم
Carrier حامل (ناقل)
Catatonic schizophrenia الفصام التخشبى
Cats القطط
Cattle الماشية
Centromere السنترومير (منطقة الإتصال بالمغزل فىالكروموسوم)
Cerebral degeneration gene جين إنحلال المخ
Cerebrotonia المزاج المخى
Chemoreceptors مستقبلات الكيماويات
Chemotaxis الإنتحاء الكيماوى
Chemotaxis gene جين الإنتحاء الكيماوى
Chi square tests إختبارات مربع كاى

Chicago Primary Mental Abilities Tests إختبارات شيكاغو للقدرات العقلية الأولية
Chickens الدجاج
Chimpanzee الشمبانزى
Chiricahua (CH) inversion إنقلاب شريكاهوا
Chromoosomal defect عيب كروموسومى
Chromosomal masaics موزايك كروموسومى
Chromosome breakage كسر كروموسومى
Chromosome maps خرائط كروموسومية
Chromosomes الكروموسومات
- **autosomal** الجسمية
- **diploid number (2n)** العدد الثنائى
- **haploid number (n)** العدد الأحادى
- **homologous** المتماثلة
- **ring** الحلقية
- **Sex** الجنسية

Cinnabar gene جين الأحمر الزاهى
Circadian rhythm الإيقاع الدورى اليومى
Cleaning behavior سلوك التنظيف
Cleft lip and plate إنشقاق الشفة والحنك
Clines إنحدارات متدرجة
Closed genetic programs برامج وراثية مغلقة
Clubfoot قدم مشوهة (حنفاء)
Coadaption أقلمة متصاحبة (معاونة الأقلمة)
Coat color mutants طوافر لون
cockfighting مصارعة الديوك
Codon شفرة
Coefficient of regression معامل الإنحدار
Coefficient of relationslup معامل القرابة
Color blindness عمى الألوان
Communication إتصال (تواصل)
Competitative mating تزاوج تنافسى
Concentration Camps معسكرات الإعتقال
Concordance إتفاق
Conditioned avoidance responses إستجابات التفادى المشروطة
Conditining تكييف - ربط بالتداعى
Congnital malformations عيوب خلقية
Consanguineous marriages زيجات العصب (أغلبها محرم ونتائجها الوراثية محتملة الضرر)
Continuous traits صفات متصلة
Cooperative behavior سلوك تعاونى
Copulation إقتران (خلال التزاوج)
Correlation coefficients معاملات التلازم
Correlations تلازمات

Desiccation tolerance تحمل الجفاف
Deuteranomaly عمى الألوان الأخضر الجزئى
Developmental temperature الحرارة عند التكون
Diabetes mellitus مرض السكرى
Dialectical trivbes قبائل جدلية (تحوى إختلافات تؤدى إلى إنقسامها)
Dichromatism عمى ألوان ثنائى
Differentiation تمايز
Digging behavior سلوك الحفر
Dilute gene جين « خفة » اللون
Directional selectoin إنتخاب موجه
Discontinuous traits صفات منفصلة (غير متصلة)
Dispersal التشتت - الإنتشار
Disruptive selectoin إنتخاب ممزق
Dizygotic (DZ) twin توأم ثنائى الزيجوت
Dogs الكلاب
Domestication التدجين - الإستئناس
Dominance سيادة
Dominance deviation إنحراف السيادة
Dominance variance تباين السيادة
Dominant genes جينات سائدة
Dopa دوبا (مركب وسطى فى مسار تكوين صبغة الميلانين)
Double first-cousin mating تزاوج أبناء عم درجة أولى ثنائى
Down's syndronme أعراض دون المتزامنة
Drosophila spp الدروسوفلا (الاسم الشائع : ذبابة الفاكهة) بأنواعها
Drugs العقاقير (الأدوية)
Ducks البط
Ducky gene جين « الساحر »
Dunce mutant طفرة الغفلة
Duplication التكرار أو الإضافة (فى تركيب الكروموسومات)
Duration of copulation مدة (زمن) الإقتران
Dyslexia عجز القراءة
Dystrophic gene جين « الضمور »

E

Early experience الخبرة المبكرة
Ebany gene جين « الأبنوسى »
Eclosion خروج (تكشف) أطوار الحشرة
Ecological isolation عزل بيئى
Ectomorphy نمط (جسمانى) خارجى
Egg laying وضع البيض
environmental بيئية
genetic وراثية
between midparent & offspreng بين الأب المتوسط والنسل
phenotypic ظاهرية
between sibs بين الأشقاء
Courtship behavior سلوك الغزل
Courtship patlerns طرز الغزل
Courtship songs أغانى الغزل
Covariance التباين المتصاحب (التغاير)
Crayfish جراد البحر
Creutzfeldt-Jackob disease مرض كروتزفلت - جاكوب (قلق وإنحطاط القوى ثم الخبل)
Criminality الإجرامية
Critical flicker fusion الإتحاد الحرج للومضات
Crosses هجن
diallel متكاملة - متبادلة
half diallel نصف متكاملة
smplified triplet test الإختبار الثلاثى البسيط
Crossingover العبور
Cultural inheritance توارث حضارى
Curly gene أجنين التجعد
Cytoplasmic inheritance وراثة سيتوبلازمية

D

Dancer gene جين « الراقص » فى القوارض
Darwinism الداروينية
Darwin's finches حسون داروين (عصافير دورية)
Dauer larvae اليرقات المتبقية (فى النيماتودا)
Deafness الصمم
Decarboxylation إزالة مجموعة الكربوكسيل
Deer mice فيران الأيائل
Defecation score تسجيلات التبرز
Defective myelination قصور تكوين النخاع
Degenerate code تعدد الشفرات (للمعنى الواحد كما فى شفرة الوراثة)
Degree of genetic determination درجة التحديد الوراثى
Degrees of freedom درجات الحرية
Deletion فقد
Delinquent youths الشباب المستهتر (المنحرف)
Delta gene أجنين « دلتا »
Demes الديمات (نسبة إلى الوحدات الإدارية فى أتيكا القديمة باليونان)
Deoxyribonucleic acid (DNA) حمض الديوكسى ريبوز النووى (مادة الوراثة)

Eidetic imagery الصلية التخيلية
Ejaculation latency كمون (إستار) القذف
Electroconvulsive seizures نوبات الرجفة الكهربية
Electroencephalographs (EEGs) الرسوم الكهربية للمخ
Electrophoresis analysis تحليل التفريد الكهربى
Electroretinogram (ERG) رسام الشبكية الكهربائى
Elens-Wattiaux chambers حجرات إلينز - فاتيو (لدراسة الغزل والإقران فى الدروسوفلا)
Embryonic fate maps خرائط المصير الجنينى
Emigration هجرة (الخروج إلى مكان آخر للإقامة)
Emotionality إنفعالية
Endomorphy النمط (الجسمانى) الداخل
Enrichment effects تأثيرات الوفرة (البيئية)
Enuresis سلس البول
Environment البيئة
Environmental correlation تلازم بيئى
Environmental deviation إنحراف بيئى
Environmental variance تباين بيئى
Enzyme defects قصور إنزيمى
Enzymes إنزيمات
Epilepsy الصرع
Epileptic seizers نوبات صرعية
Epistasis تفوق
Esterare-2 locus موقع إستريز - ٢
Esterare -6 allozyme مشابه استريز - ٦ الإنزيمى
Ethanol الإيثانول
Ethological isolation عزل سلوكى
Eukaryotes كائنات حقيقية الأنوية
Eumelanin أحد نوعى الميلانين فى فراء القوارض
Euploidy تضاعف منتظم (للكروموسومات)
Evolution التطور
Experimental animals حيوانات تجريبية
Extranuclear inheritauce التوارث خارج النواة (السيتوبلازمى)
Extreme environment advantage أفضلية البيئة المتطرفة
Extroversion الإنبساط
Eyeless gene جين « عديم العين »

F

F test إختبار F (الإحصائى)
Familial environmental factors العوامل البيئية العائلية
Family rize حجم العائلة
Fast mutant طفرة « السريع »
Fawn- hooded rats جرذان ردودة مميزة الرؤوس
Febrile seizures نوبات الحمى
Female- choice experiment تجارب الإختيار الأنثوى
Fermented fruit baits طعم الفواكه المتخمرة
Fertilization الإخصاب
Fidget gene جين « القلق »
Field crickets صرار الحقل
Fighting behavior السلوك القتالى
Fish الأسماك
Fitness المواءمة
Flagella gene جين « الأسواط - الفلاجللا »
Flour beetle خنفساء الدقيق
Flour moth فراشة الدقيق
Focal seizures نوبات بؤرية (فى الصرع)
Food preference تفضيل غذائى
Foreign chromosomes كروموسومات غريبة (فى الهجن الرجعية)
Forked gene جين « المشعب »
Foster parents آباء بالرضاعة أو الرعاية
Fostering الرضاعة
Fraternal twins توائم ثنائية الزيجوت
Freemartin أنثى عقيمة (توأم لذكر أثرت عليه هرموناته)
Frequency- dependent mating تزاوج معتمد على التكرار
Frogs الضفادع
Fruit flies ذبابة الفاكهة (الإسم الشائع للدروسوفلا)
Furless gene جين « عديم الفراء »

G

Gamete formation تكوين الجاميطات
Gamete isolation العزل الجاميطى
Gametogenesis مراحل تكون الجاميطات
Gaucher diseare مرض جوشر
GE interaction تفاعلات الوراثة والبيئة
Geese الأوز
Gene action فعل الجين
Gene-behavior relation علاقة الجين بالسلوك
Gene complexes معقدات جينية
Gene flow السريان الجينى
Gene- (allele) frequency التكرار الجينى (الأليلى)
Gene-bormone interactions تفاعلات الجينات والهرمونات
Genes: الجينات :
dominant السائدة
major الرئيسية

recessive المتنحية
regulator المنظمة
rex-linted المرتبطة بالجنس
structural التركيبية
Genetic code شفرة الوراثة
Genetic correlation تلازم وراثى
Gentic counselling إستشارة وراثية
Genetic determination تحديد وراثى
Genetic distances مسافات وراثية (بين مجاميع مختلفة كالقبائل البشرية مثلا)
Genetic drift إنجراف وراثى
Genetic mosaics الموزايكات الوراثية (أنسجة متجاورة مختلفة وراثيا)
Gentic polymorphism تعدد المظاهر الوراثى
Genetic programs برامج وراثية
Genetics الوراثة
Genome الجينوم (المحتوى الجينى فى مجموعة كروموسومية واحدة)
Genotype and environment تفاعلات التركيب الوراثى والبيئة
Genotype-envirenmental تلازم وراثى بيئى
Genatype-environmental correlation تفاعلات التركيب الوراثى وأعداد العشائر
Genotypes التراكيب الوراثية
Genotypic variauce تباين التركيب الوراثى
Geographic distance مسافة جغرافية
Geographical isolation عزل جغرافى
Geographical strains سلالات جغرافية
Geotactic moze متاهة الإنتحاء الجغرافى
Geotactic scores تسجيلات الإنتحاء الجغرافى
Geotaxis الإنتحاء الجغرافى
Geranial الجرانيول (مستخلص له رائحة النعناع)
Gibbon الجيبون
Gibbon-siamang hybrid هجين الجيبون وجيبون سومطرة
Goiters تضخمات الغدة الدرقية
Gold Flamingo guppy طفرة ذهبية من سمك البطرخ الولود
Gonadal dysgenesis الشذوذ التكوينى للغدد الجنسية
Gonopodium عضو الإمساء بالأنثى (فى الأسماك)
Grand mal reizures نوبات كبرى (فى الصدع)
Gravity-oriented locomotion الحركة الموجهة بالجاذبية
Grazing behavior سلوك الرعى (فى الماشية)
Group selection إنتخاب المجاميع
Guinea pigs خنازير غينيا

Gustation حاسة الذوق
Guthrie test إختبار جاثرى
Gynandromorphs جانبية الجنس

H

H statistics إحصائيات H (درجة التحديد الوراثى)
Habittat selection إنتخاب المسكن
Habituation تعويد - ترويض
Hairless gene جين « عديم الشعر »
Handedness صفة إستعمال الأيدى
Hardy- weinberg law قانون هاردى - فاينبرج
Harelip الشفة الأرنبية (الشرماء)
Hebephrenic schizophrenia الفصام المبكر
Hemizygous loci مواقع شبه أصيلة (لوجود أليل واحد)
Hemoglobin locus موقع الهيموجلوبين
Hereditary metabolic disorders إضطرابات تمثيلية (أيضية) متوارثة
Heretability المكافىء الوراثى
Hermaphroditism التخنث
Heterogamic matings تزاوج أفراد متباينة (منعزلة جنسيا مثلا)
Heterokaryotype advantage أفضلية التركيب الكروموسومى الخليط
Heterosis قوة الخليط
Heterozygote advantage model نموذج أفضلية الزيجوت الخليط
Hippocampus الفرن (منطقة من المخ)
Homeotherms كائنات تنظم حرارتها داخليا
Hominidae عائلة الإنسان (البيولوجية)
Homo sapiens الإسم العلمى للإنسان
Homogamic زيجات بين أفراد متشابهة (غير منعزلة)
Homogentisic acid حامض الهوموجنتسيك
Homozygosis التأصيل الوراثى
Honeybees نحل العسل
Horses الخيل
Housflies الذباب المنزلى
Human beings بنى البشر (الإنسان)
Hunters and gthers الصيادون وجامعوا الثمار (فى تطور الإنسان)
Hunting bands جماعات الصيد
Huntington's chorea خوريا هنتجتون (ذهان وراثى)
Hutterites مجموعة منعزلة غرب الولايات المتحدة وكندا
Hybrids هجن
Hydrocephaly استسقاء الدماغ
Hydrochloric acid taste locus موقع تذوق حامض الهيدروكلوريك

Hyperinsulinemia زيادة إفراز الأنسولين
Hyperkinesis الحركية الزائدة
Hyperkinetic (HK) gene جين الحركية الزائدة

I

Identcal twins توائم متطابقة (أحادية الزيجوت)
Imprinting الدمغ (التأثر بأحد الوالدين عند إختيار الشريك)
Inbreeding تربية داخلية
Inbreeding coefficient معامل التربية الداخلية
Independent assortment توزيع حر (مستقل)
Innate behaviors سلوكيات فطرية
Insects حشرات
Intellectual capacity القدرة العقلية
Intelligence ذكاء
Intelligence quotient (IQ) معامل الذكاء
Interdeme selection إنتخاب بين الديمات
Interior semispecies أشباه أنواع داخلية
Intersexual selection إنتخاب بين الجنسين
Intersexuality الحالات بين الجنسية
Intertrial crossing العبور بين المحاولات (في الجرذان)
Intraclass correlation coefficient معامل التلازم داخل الصف
Intrapair differences الإختلاف بين فردين (في الصفات المتصلة)
Intrasexual selection الإنتخاب داخل الجنس الواحد
Intromission latency كمون الإيلاج
Inversions إنقلابات (كروموسومية)
Irradiation التعريض للإشعاع
Isofemale strains سلالات مشتقة من أنثى واحدة ملقحة في الطبيعة
Isogenic strains سلالات متشابهة الجينات
Isolates عزلات
Isolating nechanisms ميكانيكيات العزل (الإنعزال)
Isolation coefficient معامل الإنعزال
Isolation index دليل الإنعزال

-J-

Japanese quail السمان الياباني
Jerker gene جين « الهزاز »
Joint isolation index دليل الإنعزال المتصاحب
Jumpy gene جين « القفاز »
Juvenile delinquents إنحراف الأحداث

-K-

Karyotype الهيئة الكروموسومية

Kin selection إنتخاب على أساس القرابة
Klamath autosomal inversion إنقلاب كلاماث
Klinefelter's ryndrome أعراض كلينفلتر المتزامنة
Kuru مرض كورو (أكل أنحاء الموتى)
Kynurenine مادة وسطية في مسار صبغات عين الدروسوفلا

-L-

Lactase deficiency نقص إنزيم اللاكتيز
Lactose سكر اللاكتوز (سكر اللبن)
Language اللغة
Larval behavior السلوك اليرقي
Larval dispersal الإنتشار اليرقي
Laterality الجانبية
Learning التعلم
Lek behavior سلوك إختيار موقع معين للغزل والتزاوج
Lek species أنواع تبدي سلوك lek
Lethal genotypes تراكيب وراثية مميتة
Liability of diseases إحتمال التعرض للمرض
Licking اللعق
Linear regression إنحدار طولي
Linguistic distance مسافة لغوية
Linguistic drift إنجراف لغوي
Linkage group مجموعة إرتباطية
Linked loci مواقع مرتبطة
Lobster الكركند
Loci (locus) مواقع (موقع)
Locomotor behavior السلوك الحركي
Long- period mutant طفرة « الفترة الطويلة » في إيقاع الدروسوفلا
Looptail gene جين « الذيل ذو العقدة »
Lovelirds الطيور المحبة (المتيمة)

-M-

Maculatus mutant طفرة « المبقع »
Major genes جينات رئيسية
Malaria الملاريا
Male- choice experiments تجارب الإختيار الذكري
Mammalian populations عشائر الثدييات
Manic- depressive psyehoses ذهان الهوس الإكتئابي
Marriage classes طبقات الزواج
Mat spinning behavior سلوك الغزل الحصيري (فراشة الدقيق)
Maternal effects التأثيرات الأمية
Maternal family عائلة أمية

Mating التزاوج
Mating calls دعوات التزاوج
Mating preference التفضيل التزاوجي
Mating speed سرعة التزاوج
Mating success نجاح التزاوج
Maze direction choice إختيار الإتجاه فى المتاهة
Maze- learning ability القدرة على التعلم فى المتاهة
Mean المتوسط
Mechanical isolation العزل الميكانيكى
Meiosis الإنقسام الميوزى (الإختزالى)
Melanin صبغة الميلانين
Mendelism المندلية (نسبة إلى مندل)
Mental abilities القدرات العقلية
Mental deficiency القصور العقلى
Mental disorders الإضطرابات العقلية
Mental retardation التخلف العقلى
Mesomorphy النمط (الجسمى) الوسطى
Messenger RNA (mRNA) حامض الريبوز النووى الرسول
Mice الفيران
Microcephaly صغر الجمجمة
Migration هجرة
Milking & nonmilking areas المناطق الحلابة والغير حلابة
Minnesota Multiple Personality Inventory (MMPI) إستخبار متسوتا المتعدد للشخصية
Minute gene جين « الدقيق »
Misty gene جين « الغامض »
Mitosis الإنقسام الميتوزى
Mixed marriages زيجات مختلطة
MN blood group system نظام مجاميع دم MN
Molting patterns طرز الإنسلاخ
Mongolism المنغولية (أنظر أعراض دون المتزامنة)
Monosomic individual أحادى الكروموسوم (٢ ن - ١)
Monozygotic (MZ) twin قوائم أحادية الزيجوت (متطابقة)
Morpholagical asymmetries عدم التماثل المظهرى
Mosquitoes البعوض
"Motile" gene جين « الحركة »
Motor skills المهارات الحركية
Muller-Lyer illusion خداع موللر - لير البصرى
Multiple allelic series سلاسل متعددة الأليلات
Multiple choice mating تعدد إختيارات التزاوج
Multiple male troop جماعة متعددة الذكور

Muscalure فرمون يجذب ذكور الذباب
Muscular dystroply إنحلال العضلات
Mutants طوافر
Mutations طفرات
"Muted" gene جين « غياب الحصية الأذنية »

-M-

Natural selection إنتخاب طبيعى
Negative assortative mating تزاوج متناسق سالب
Negative correlation تلازم سالب
Nemtodes نيماتورا
Nest building بناء العش (طيور الحب)
Nest cleaning تنظيف العش (نحل العسل)
Nesting behavior سلوك بناء العش (فى القوارض)
Neurogenetics الوراثة العصبية
Neuroticism العصابية
Neurotransmitter substances كيماويات تساعد فى نقل النبضات العصبية
Nich موضع ملائم (أنظر إنتخاب المكن)
Nondisjunction عدم الإنفصال (الكروموسومى)
Nonemotional غير إنفعالى
Nonrandom mating تزاوج غير عشوائى
Norepinephrine (NE) نورنفرين (من الكيماويات الناقلة للنبضات العصبية)
Normal distribution توزيع طبيعى
Norway rat الجرذ النرويجى
Nucleotides الوحدات المكونة للأحماض النووية
"Nuns Priest's Tale" (Chaucer) « قصة الراهبات والقس » لشوسر
Nutrition التغذية

-O-

Obesity-genes جينات السمنة (البدانة)
Objective measurement مقياس موضوعى
Odor training التدريب على الروائح
Olfactory alley مضيق شمى
Olfatory discrimiuation تمييز شمى
One-male troop جماعة وحيدة الذكر
Open field behavior سلوك الحقل المفتوح
Open genetic program برنامج وراثى مفتوح
Optomotor response إستجابة حركية لمنبه بصرى
Orange-eyed mutant طفرة برتقالية العين
Orientation التوجيه
Origin of species أصل الأنواع
Overdominance سيادة فائقة
Oviposition وضع البيض

-P-

الخطو (شكل من أشكال العدو والسير فى الخيل - أنظر أيضا الخب)

Pacing gait

Pallid gene جين « الشاحب »

Panmixia تزاوج عشوائى

Para^{ts} mutant طفرات الحساسية لدرجة الحرارة

Paramecia البراميسيوم

Paranoic mutant طفرة « الهذائية »

Paranoic sehizophrenia فصام هذائى

Paranoids مصابون بالهذاء

Parasitic wasp الدبور المتطفل

Parthenogenesis التوالد البكرى

عجز التعبير الخلقى الجزئى

Partial congenital agnosia

Pauper mutant طفرة العالة فى الأسماك

Paw preferences تفضيلات الكفين (فى الحيوان)

Pawn mutant طفرة البيدق

أحد بروتينات المخ (مسئول عن الإكتئاب)

Pc 1 Duarte

نظام النقر (فى الدجاج للسيطرة على إناث القطيع)

Peck order

Perceptual tasks واجبات إدراكية

Peromyscus فأر الأياثل

Personality الشخصية

Personality traits صفات الشخصية

Petit mal reizures نوبات الصرع الصغرى

Phenocopies نسخ مظهرية

Phenotype شكل مظهرى

تزاوج مظهرى متماثل

Phenotypic assortive mating

Phenotypic correlation تلازم مظهرى

Phenotypie value قيمة مظهرية

Phenotypic variance تباين مظهرى

إختبار تحمل الفينيل آلانين

Phenylalanine tolerance test

Phenylketonuria مرض البول الفينيل كيتونى

فينيل ثيوكاربامايد

Phenylthiocarbamide (PTC)

Pheomelanin أحد نوعى الميلانين (فى القوارض)

Pheromones - الفرمونات (جاذبات حشرية)

الإستجابة الحركية للصوت

Phonomotor responsles

Photokinesis حركة غير موجهة بالنسبة للضوء

Phototaxis الإتجاه الضوئى

طفرة الفشل الضوئى (فى الدرسوفلا)

Phototransduction mutant

Physical traits صفات جسدية

Physostigmine أحد مشابهات الكولين

Piebald locus موقع « الأرقط »

Pink eye locus موقع العين القرنفلية

Pintail gene جين « الشعيرات الطويل وسط الذيل »

Pirouette gene جين الدوران على قدم واحدة

العدوانية الهزلية (فى الكلاب)

Playful agressiveness

Pleiotropy تعدد الأثر

Poikelotherms كائنات لا تنظم درجة حرارتها داخليا

Polygeness تعدد الجينات

Polygyny تعدد الزوجات

Polymorphism تعدد المظاهر

Population dynamics ديناميكيات العشائر

Population genetics وراثة العشائر

Population regulation تنظيم العشائر

Population size حجم العشيرة

Populations : عشائر :

allopatric مفرقة

sympatric متصاحبة

إضطراب أيضى سلوكى (نسبة إلى لون البول الأرجوانى فى المرضى)

Porphyria

تزاوج متماثل موجب

Positive assortative mating

Positive correlation تلازم موجب

التأثيرات الأمية بعد الولادة

Postnatal maternal effects

Precopulatory behavior سلوك ما قبل الإقتران

Preening التأنق (فى الدروسوفلا)

Prenatal effect تأثير ما قبل الولادة

Prevention of fertilization منع الإخصاب

Previous experience الخبرة السابقة

Primary mental abilities القدرات العقلية الأولية

primates الرئيسيات

Primer pheromones الفرمونات البادئة

Probability الإحتمال

الحالة الدليلة (أول من اكتشف فيه شذوذ وراثى معين فى أحد الأنساب)

Proband

Protanomaly عمى ألوان أحمر جزئى

Protanopes أفراد بها عمى اللون الأحمر

Proteins البروتينات

Pseudohermaphroditism الخنث الكاذب

Psychiatric abnormalities شذوذات نفسية

Psychological isolation عزل نفسى

Ribonucleic acid (RNA) حامض الريبوز النووى
Ribosomal RNA (rRNA) RNA الريبوسومى
Ribosomes الريبوسومات
Ring chromosomes كروموسومات حلقية
Ringneckod pheasant طائر التدرج ذو الطوق
Rodents القوارض
Running speeds سرعات الجرى

-S-

Saccharin السكارين
Scabrous gene جين « المظهر الخشن » فى عيون الدروسوفلا
Scaling criteria معايير القياس أو التدريج
Schizoidia حالات الفصام
Sehizophrenia الفصام (إنشطار الشخصية)
Scopalamine سكوبالامين - من مشابهات الأدرينالين
Scrapie لحم خنزير مفروم مقل
Seasonal isolation عزل موسمى
Secondary dyslexia العجز الثانوى فى الحديث (تلف فى المخ)
Segregation and mating preferences الإنعزال وأفضليات التزاوج
Seizures النوبات
Selection: إنتخاب :
artificial صناعى
directional موجه
disruptive تشتتى
habitat المسكن
natural طبيعى
stabilizing مثبت
Selection differential تمايز إنتخابى
Selective hybrid elimination الإستئصال الإنتخابى للهجين
Self-fertilization إخصاب ذاتى
Semidominance سيادة غير تامة
Sepia mutants طفرات « البنى السيدج » .
Settlement behavior سلوك المستعمرة
Sex-chromatin body الجسم الجنسى الكروماتينى (أنظر جسم بار)
Sex- chromosomes كروموسومات الجنس
Sex-differentiation تمايز الجنس
Sex-linked genes جينات مرتبطة بالجنس
Sexual behavior السلوك الجنسى
Sexual isolation العزل الجنسى
Sexual selection الإنتخاب الجنسى
Shaker mutant طفرة الهزاز
Shaven mutant طفرة « الأمرد » فى الدروسوفلا

Psychopharmacogenetics الوراثة النفسية الدوائية
Puberty البلوغ
Punctuation of genetic code وجود الفواصل فى شفرة الوراثة

-Q-

quail السمان
quacking gene جين « الصياح »
quantitative aualysis تحليل كمى
quantitative genetis وراثة كمية
quantitative traits صفات كمية
"queen substance" غذاء الملكات (فى النحل)
quietness during weighing الهدوء عند الوزن (فى الكلاب)

-R-

Rabbits الأرانب
Races السلالات أ ، الأعراق (البشرية)
Rams الكباش
Random genetic drift إنجراف وراثى عشوائى
Random drift تزاوج عشوائى
Random-mating populations عشائر تتزاوج عشوائيا
Rare- male mating advantage الأفضلية التزاوجية للذكور النادرة .
Rats الجرذان
Raven Progressive Matrices Test إختبار رافن للمصفوفات التصاعدية (للذكاء)
Realized heretability المكافىء الوراثى المتحقق .
Reasonig التفكير الإستنتاجى
Receptivity التقبلية
Receprocal effect تأثير متعاكس
"Recognition" pheromones فرمونات « التعرف »
Recombinations التراكيب الجديدة
Red- green blindness عمى الألوان الأحمر الأخضر
Reeler gene جينات « الدوار أو الإضطراب »
Regression الإنحدار
Regulator genes جينات منظمة
Relation between relatives العلاقة بين الأقارب
Releaser pheromones فرمونات التحرر
Reproductive isolation عزل تكاثرى
Reproductive rate معدل التكاثر
Responsiveness الإستجابة
Reversed-taxis mutants طفرات عكسية الإنتحاء
Rhagoletis أنواع من ذبابة الفاكهة الحقيقية

Short ear gene جين « الأذن القصيرة »
Short-Period mutant طفرة الفترة القصيرة (للإيقاع اليومى)
Siamese cats القطط السيامية
Sil mating تزاوج الأشقاء
Sibling species أنواع شقيقة
Simple schizophrenia فصام بسيط
Single- gene effects تأثيرات الجين المفرد
Single- gene substitution إبدال جين منفرد
Skeletal variants أشكال الهيكل العظمى المختلفة
Slow viruses فيروسات بطيئة
Smoking habit عادة التدخين
Social behavior السلوك الإجتماعى
Social class طبقة إجتماعية
Social organization إنتظام إجتماعى
Social structures تراكيب إجتماعية
Sociobiology علم الحياة (البيولوجيا) الإجتماعى
Somatotonia المزاج البدنى
Somatotype النمط الجسمى
Spotial isolation العزل المكانى
Speciation النوع
Species الأنواع
Speech disarders إضطرابات الحديث
Spina bifida بروز الأغشية السحائية (مرض وراثى خلقى)
Spindle fibers خيوط المغزل
Spinning behavior سلوك الغزل
Sporadic madness جنون متقطع
Stabillzing selection إنتخاب مثبت
Stammering التلعثم - الفأفأة
Standard deviation إنحراف قياسى
Stanford- Binet I Qtest إختبار ستانفورد - بنت لمعامل الذكاء
Star gozing التحديق فى النجوم
Straw mutants طفرات « القش » فى الدروسوفلا
Stress syndromes أعراض الضغوط (الإنقصاب)
Stridulatory apparatus جهاز الإطلاق أصوات حادة
Structural genes جينات تركيبية
Stuttering التمتمة - التأتأة
Subjectivity الموضوعية
Sucrose comsumption إستهلاك السكروز
"Switch sidling « التحول الجانبى » فى الطيور الجمة
Swordtail سمك نهرى أمريكى صغير
Symbionts كائنات متكافلة
Sympatric populations عشائر متصاحبة

Synthetic theory of evolution النظرية التخليقية للتطور

-T-

Tactual plane المستوى اللمسى
Tailless gene جين « عديم الذيل »
Tameness in dogs الألفة والترويض (فى الكلاب)
Tarsal contact chemoreceptors المستقبلات كيماوية للملامسة الرسغية
Tasting abilities القدرات التذوقية
Telomian إحدى سلالات الكلاب
Temperaments الأمزجة
Temperature درجة الحرارة
Temperature gradient مدرج درجات الحرارة
Temporal isolation عزل مؤقت
Territorality الإقليمية
Testicular feminization خنثى مؤنثة المظهر مذكرة التركيب الوراثى
Testicular hypoplasia نقص نمو الخصى
Tetraploids كائنات رباعية (المجموعة الكروموسومية)
Threshol traits صفات حدية
Transcription النسخ
Transfer RNA (t RNA) RNA الناقل
Transferrin (Tf) locus موقع الترانسفيرين
Transitional semispecies أشباه أنواع تحولية
Translation ترجمة
Translocation إنتقال (كروموسومى)
Tribes قبائل
Trichromats ذوى رؤية لونية طبيعية (بناء على تمييز الأحمر والأخضر والأزرق)
Triploids كائنات ثلاثية (المجموعة الكروموسومية)
Trisomic individual فرد ثلاثى الكروموسوم
Trisomy-21 كروموسوم ٢١ مكرر ثلاثة مرات
Tritanomaly عمى اللون الثالث (قصور فى منطقة الأزرق - الأخضر)
Tritanopia عمى اللون الثالث (الأزرق)
Trotting gait أحد أنواع العدو فى الخيل (الخب)
Turner's ryndrome أعراض ترنر المتماثلة
Twin analysis تحليل التوائم
Twinning ميلاد التوائم
Twirler gene جين « الدوار »

U

Unipolar depression إكتئاب بسيط (غير مصحوب بالهوس)

V

Variance التباين (الإحصائى)

Variation التباين
Variegated chronic porphyria إضطراب أيض سلوكي مزمن
Verbal communication التواصل اللفظي
Vermilion gene جين « القرمزي »
Vistigial mutants طفرات مختزلة
Vibration إهتزاز – تردد
Visceration المزاج الحشوي
Vision الرؤية
Visual cliff منحدر الإبصار
Voles الفول – فأر الحقل

W

Waardenburg's syndrome أعراض فاردنبرج المتزامنة
Waltzer gene جين « الرقص الفالس »
Water- escape apparatus جهاز الهروب من الماء
Watson-Crick theory نظريـــة واطـــون وكـــريك (تركـــيب DNA)
White gene جين « الأبيض »
Wildness البرية
Wing folding إنشاء الجناح
Wirehaired fox terrier كلب صغير ذو شعر سلكي
Wobbler lethal gene جين « المرتعد » المميت

X

X chromosome كروموسوم X (من كروموسومات الجنس)
XYY males ذكور بها كروموسومات جنس XXY

Y

Y chromosome كروموسوم Y
Y maze متاهة على شكل حرف Y
Yellow gene جين « الأصفر »

Z

Zerro correlation إنعدام التلازم
Zygosity diagnosis تشخيص الحالة الزيجوتية (بالنسبة للتوائم)
Zygote الزيجوت (اللاقحة)

رقم الإيداع ١٦٥٠/٨٤

مطابع المكتب المصري الحديث

مطابع المكتب المصري الحديث

Bibliotheca Alexandrina
0802211
084251.5