فهرس الجزء النظري

الجزء الاول

الوراثة الماندليةالقديمة: Clasic Mandel Gentic

الفصل الاول :

المدخل إلى علم الوراثة

السيادة التامة (قانون الإنعزال)

الوراثة قبل ماندل– نشوء علم الوراثة – التشابه بين الخلف والسلف – الإرتداد – الزاوج بالأقارب– التهجين– الإصطفاء – الوراثة والوراثة البيطرية–تطبيقات علم الوراثة وأهميتها .

– قانون السيادة التامة– خواص طرق تجارب مندل – قانون تكرار الجاميطات – المصطلحات الوراثية العلمية – أمثلة على الهجونة الأحادية والإنعزال – ميكانيكية أو آلية توريث زوج واحد من الصفات – الجينات ومواقعهم – الطرق الستة الأساسية للتزاوج – التلقيح الإختباري – التلقيح الرجعي – التطبيقات العملية للتلقيح الإختباري – النسبة 1:7 .

*** الفصل الثاني :**

– السيادة غير التامة :

مقدمة– بعض الامثلة للسيادة غير التامة : وراثة لون الفراء في خنازير غينيا–وراثة لون الشعر في قطيع الشورتهورن " الأليلات متعادلة السيادة " – وراثة لون الريش في الدجاج الأندلسي – صفة الزحف لدى الدجاج – وراثة صفة تجعيد الريش في الدجاج – وراثة صفة الصوف نصف الناعم في أغنام العواسي – وراثة صفة الذيل الدهني في أغنام العواسي– وراثة الاذن في الاغنام – وراثة اللون في شعر سلالة البالومينو في الخيول العربية – انعدام العلاقة بين السادة والقوة .

*** الفصل الثالث :**

الهجونة الثنائية:

– توريث جينين أو كثر _ قانون التوزع الحر

قانون التوزع الحر–الهجونة الثنائية – التمييز بين التركيب الوراثي والشكل الظاهري – قوانين مندل وسلوك الكروموسوم في الإنقسام الإختزالي – مقارنة بين النظرية المندلية للتوريث ونظرية التكوين – طرق حل تلقيحات الهجن الثنائية – طريقة الرقعة الشطرنجية للأعراس التناسلية – طرق الرقعة الشطرنجية للتراكيب الوراثية وللطرز المظهرية –طرق التفريغ – السيادة غير التامة في الهجونة الثنائية

– التلقيح الاختباري للهجين الثنائي – الهجونات لثلاثة أزواج متباينة – تحليل الهجن المركبة –علاقات أساسية .

الفصل الرابع :

الوراثة الاجصائية

الدراسة الاحصائية والاحتمالات :

الاحتمال الرياضي – الاحتمالات المشتركة – قاعدة جمع الاحتمالات – قاعدة ضرب الاحتمالات – مفكوك ذات الحدين – طريقة أخرى لحساب القوة في المعادلة ذات الحدين – حساب الأس – حساب المعامل – اختبار النسب الوراثية – نظرية المعاينة – حجم العينة – درجات الحرية – اختبار مربع كاي " X2 " – عيوب مرب كاي .

االفصل الخامس:

التفاعل الوراثي وتكامل اثر المورثات :

التكامل بين المورثات في الدجاج – تكامل أثر المورثات السائدة والنسبة (7:9) في أرانب ريكس – تكامل أثرالمورثات السائدة ذات التأثير التجميعي(1:6:9) –الجينات السائدة المكررة والنسبة (1:15) – تفاعلات التفوق – التفوق السائد والنسبة (1: 3:12) – التفوق المتنحي والنسبة (9 :3 :4) – التفوق السائد والمتنحي والنسبة (3:13) – تفاعلات غير التفوق " ظاهرة الإرتداد

الفصل السادس :

الأليلات المتعددة وتعدد الاثر:

تعريف الاليلات المتعددة–سلسلة الأليلات الخاصة بلون الفراء في الأرانب – صفة الألبينو في الحيوانات الأخرى – سلسلة الاليلات في الدروسوفيلا– سلسلة الأليلات المتعددة في نظام مجموعة الدم " O , A , B " في الإنسان – مجموعة الدم ABO أليلات الريسوس في الإنسان.

الفصل السابع :

تحديد الجنس

تصنيف الكائنات احادية الاعراس– الكائنات ثنائية الاعراس–صبغيات الجنس – نظام " XX - XO " – نظام " XX- XY "–عدم الانفصال الأولي لكروموسومي X – عدم الانفصال الثانوي x في الدروسوفيلا – الحشرات الحاملة لكروموسومي X المتصلان – تعدد المجموعة الصبغية ونظرية التوازن الجيني " الوراثي" – تاثيرالبيئة على الحشرات .

البين جنسية– أثرالهرمونا ت على تحديدالجنس– الجين المحول للجنس في الدروسوفيلا – الأفراد المذنثة – تحديد الجنس في الحشرات غشائية الأجنحة – تحديد الجنس في الإنسان "الثدييات "– ظاهرة

تيرنر – ظاهرة كلينفلتر – الذكر ذو التركيب الوراثي Xyy – الإناث متعددة الكروموسوم – الأفراد الخنثى – تحديد الجنس عند الطيور والفراشات والأسماك .

*** الفصل الثامن :**

الوراثة المرتبطة بالجنس

الصفات المرتبطة بالجنس – الصفاتت المرتبطة بالجنس–الصفات المقتصرة على الجنس– الصفات المتاثرة بالجنس– الارتباط بالجنس في الدروسوفيلا – التلقيح بين ذكر أبيض العينين وأنثى حمراء العينين –التلقيح بين ذكر أحمر العينين وأنثى بيضاء العينين– الارتباط بالجنس في الدجاج والطيور– تلقيح ديوك حمراء (غير مخططة) مع دجاجات مخططة – تلقيح ديوك مخططة مع دجاجات حمراء (غير مخططة) – المورثات K – k – الارتباط بالجنس في الإنسان – صفة عمى الألوان " الأحمر – الأخضر " – صفة سيولة الدم – وراثة الصفات المحمولة على الصبغي y – الارتباط الجزئي بالجنس – الصفات المتأثرة بالجنس – حالة الصلع – وراثة القرون في الأغنام – الصفات المقتصرة على الجنس – فرضية ليون بالنسبة للصبغي الخامل X .

الجزء الثاني

الفصل التاسع:

الامراض والعيوب الوراثية عند الحيوانات الزراعية:

اولا:الجينات المميتة :

الجينات المميتة – النفاذ والتعبير – اكتشاف المورثات واستبعادها–الأمراض الوراثية عند الأبقار – الأمراض الوراثية عند الأغنام – الأمراض الوراثية عند الأسماك – الأمراض الوراثية عند الإنسان –الأمراض الوراثية عند الدجاج – المورثات المميتة –ذات التأثير السائد – وراثة اللون الأصفر عند الفئران – بعض الصفات المتسببة عن زوج من المورثات المميتة في الحيوانات الأهلية.

الجزء الثالث

الفصل العاشر:

– الطفرات والشذوذات الكروموسومية :

تعريف الطفرات وتصنيفها:

١–حسب التغير في تركيب المادة الوراثية ٢– حسب سيادة الطفرات

٣– حسب طراز الخلية ٤– حسب امكانية ظهورها في انسال الأجيال التالية ٥– حسب الاتجاه ٦– حسب الحجم

أسباب الطفرات التلقائية

– أسباب الطفرات المستحدثة الاصطناعية

– الطفرات العكسية – الشذوذات الكروموسومية – التبدلات في التركيب الصبغي – النقص – التضاعف أو التكرارات – الانقلاب والانتقال – التغيرات في العدد الصبغي – الشذوذات الكروموسومية في الانسان – الطفرات الجنسية في الانسان.

الوراثة الحديثة وتتضمن:

اولا: الارتباط والعبور في المورثات :

حتمية الارتباط الكامل – العبور – الكيازما وتكرارها –– حدود ونسبة العبور – العوامل التي تؤثر على نسبة العبور .

ثانيا– الخرائط الوراثية :

الترتيب الطولي للمورثات على الكروموسومات – العبور المزدوج – التوافق والتعارض " التداخل " – الأدلة السيتولوجية لحدوث ظاهرة العبور – استعمال الخرائط الوراثية .

ثالثا:تأثير الأم والتوريث السيتوبلاسمي:

التمنيح السيتوبلاسمي – وراثة الجسيمات الضائعة – العقم الذكري السيتوبلاسمي.

الجزء الرابع

التحسين الوراثي

اولا: الأسس الوراثية للإنتخاب :

الانتخاب – الانتخاب ضد الجين المميت المتنحي – الانتخاب ضد الجين المميت السائد الاستجابة للانتخاب – دليل الأب .

ثانيا:التربية الداخليةأوتربية الاقارب:

الاثار العامة لتربيةالاقارب–اقسام تربية الاقارب–قياس شدة التربية الداخلية– التدهور بتربية الاقارب .

ثالثا:التربية الخارجيةأوتربيةالأباعد :

اقسام تربية الاباعد في حيوانات المزرعة–التدريج – الخلط الثنائي – الخلط الثلاثي – الخلط الرباعي – التهجين.

رابعا:الوراثة الكمية :

المقارنة بين الصفات الوصفية والكمية –الصفات شبه الكمية –التوزيع المعتدل – وراثة وزن الجسم – طريقة التباين لتقدير عدد الجينات التي تدخل في إظهار الصفة الكمية – أنواع تأثيرات المورث – وراثة الاختلافات الكمية – المحورات النوعية .

خامسا: وراثة المجتمعات :

الجماعات المندلية وتوازنها – قانون هاردي واينبرغ – شروط الاتزان في قانون هاردي – حساب التكرار الجيني – حالة السيادة التعادلية – حالة السيادة التامة والمتنحية – حالةالاليلات المتعددة – الصفات المرتبطة بالجنس – اختبار موقع الاتزان – عوامل مؤثرة على التكرار الجيني – عوامل بيئية – طفرات – انتخاب تام – التربية الداخلية – الانحراف الوراثي – هجرة المورثات

المقدمة :

يعتبر علم الوراثة Genetics هو أحد الفروع الأساسية لعلوم الحياة . لان كل صور الحياة تشترك في سمة المقدرة على التكاثر وإنتاج الانسال وجميع الكائنات الحية تنتج عبر التوريث وتاثيات البيئة.

ان قدرة الكائنات الحية على التكاثر تؤدي إلى انتقال الصفات الوراثية من جيل إلى جيل، بينما توفر البيئة الظروف المناسبة التي تتفاعل مع جينات الكائن الحي لتعطي صفاته الشكلية والتشريحية والكيماوية والفسيولوجية والسلوكية المميزة .

وبما ان تأثير الوراثة واضحاً في كل مجالات الحياة فقد أصبحت موضوعاً في مناهج عدد من الكليات الطبية المختلفة .

ومن هنا فإن علم الوراثة البيطرية (الحيوانية) يبحث في الأسباب الداعية إلىتحسين الاداء الانتاجي والتخلص من الأمراض والتشوهات والعاهات في الحيوانات ويحاول أن يوجد الوسائل الكفيلة لمنعها وتلافيها . ومن خلال الوراثة الحيوانية يمكن ترويض الحيوانات البرية مثل النموس وغيرها للإستفادة من فرائها كما يساعدنا هذا العلم على تلبية حاجات المستهلكين من المنتجات الحيوانية .

لذلك أصبح واضحاً أن وظيفة علم الوراثة لا يقتصر على دراسة قوانين توزيع الصفات في الانقسام الخلوي Meiosis أو على اتحاد الأعراس التناسلية فحسب ، وإنما تدرس أيضاً خواص الدورة الحياتية للكائن الحي .

ففي علم الوراثة الكلاسيكي الذي كان سائداً حتى الأربعينات نجد أن تصورالعوامل الوراثية (الجينات) وطبيعة الطفرات Mutations كانت تتصف بالخيال . وبفضل تطور علم وراثة الأحياء الدقيقة والهندسة الوراثية وعلم المناعة الوراثية اتضحت كثير من الأسئلة الغامضة حول القواعد والأسس المادية لعمليات التوارث والتغير (التباين) وحسمت أمور عدة في الاكتشافات المتعلقة بتكاثر البكتريا والتهجين وبإمكانية خلق جين ثم نقله من خلية إلى أخرى وبكيفية رفع مناعة الحيوانات ضد الميكروبات وكيفية توريثها من جيل إلى جيل لاحق ، وهذه الاكتشافات وغيرها تعد الآن أساس علم الوراثة الحديث

إن الهدف من هذا الكتاب الجامعي هو مساعدة الطالب على فهم واستيعاب وسائل وطرق تحسين الانتاج للحيوانات الزراعية وطرق التخلص والأمراض الوراثية التي تواجه الطبيب البيطري عند معالجة الحيوانات ومداواتها كما تواجه المربي المختص بتربية الحيوان الذي يسعى إلى تطبيق الأساليب الوراثية والخطط التربوية الناجحة في إنشاء أنسال جديدة ذات خصائص واضحة المعالم وصفات بينة النتائج .

وسنبدأ كل فصل بعرض للتعاريف الوثيقة الصلة بهذا العلم ، ثم نوضح الأسس العلمية اللازمة رافدين ذلك بالأمثلة .

وفي إطار ذلك رأينا أن يكون الكتاب مهتماً بأساسيات علم الوراثة التطبيقية والتحسين الوراثي التي يمكن أن تجرى في الحقل ، لأن هناك علاقة وثيقة ورابطة متينة بينهما .

وأخيراً نأمل أن يساهم هذا العمل العملي المتواضع في إغناء المكتبة العربية أولاً وأن ينتفع طلاب العلم ثانياً .

المؤلف

الجزء الاول

الفصل الأول:

المدخل إلى علم الوراثة

السيادة التامة (قانون الإنعزال)

ONE GENE- SEGREATION HEREDITY

أولا: المدخل الى علم الوراثة

علم الوراثة ما قبل الوراثة الماندلية وتعريف بعلم الوراثة

دور العرب في علم الوراثة:

اسهم العرب بشكل كبير في إرساء أسس علم الوراثة من خلال فطرتهم ومعرفتهم بعلم الفراسة وٱلنسب لذلك قبل التكلم والإسهاب في بحر علم الوراثة لا بد من استعراض دور العرب في علم الوراثة . قد يندهش الكثير من الناس من دور العرب في علم الوراثة، إلا أن الوثائق العلمية والحقائق التاريخية تبين بما لا يدع مجالاً للشك أن العرب هم من وضعوا الأسس الأولى في صرح علم الوراثة وتحسين النسل مع أنهم لم يستخدموا كلمة الوراثة بمعناها الحرفي في مؤلفاتهم وكتبهم .

مصطلحات وراثية وتعاريف: Terminology

1- التشابه بين الخلف والسلف :

The similarity between off spring and ancestors

يعتبر الرسول الكريم (ص) أول من وضع الأسس العلمية العامة لعلم الوراثة استناداً إلى بعض أحاديثه الشريفة ففي سؤال أم المؤمنين وإجابة رسول الله (ص) بقوله :

(تربت يداك فبمَ يشبهها ولدها) دليل قاطع على وجود تشابه بين الخلف والسلف .

2- الإرتداد: Atavism

وهي ظاهرة عودة الصفات في الأحفاد إلى أجدادها السحيقة وتدعى الارتداد Atavism فمثلاً قصة الرسول (ص) مع الأعرابي الذي ولد له غلام أسود وغيرها .

3- الزواج بالأقارب: Relation ship Marriages

وهي التزاوجات التي تقع بين أفراد صلة قرابة شديدة وقد حذر منها الرسول(ص) .

4-التهجين: Crossing

وهي التزاوجات او التلقيحات التي تحصل بين أفراد لا تربطهم صلة قرابة مشتركة فتؤدي إلى حدوث ظاهرة الهجين Heterosis . وهناك أدلة كثيرة دامغة تبين فهم العلماء العرب المسلمين لظاهرة قوة الهجين كالخلاسي من الناس والبغل وحمار الوحش وغيرها من الهجن التي طبقها العرب واستغلوا من خلالها ظاهرة قوة الهجين وهي تحدث لجيل واحد.

5- الإصطفاء: Selection

وهي الطرق الوراثية التي يتم فيها اصطفاء او انتقاء المورثات (الجينات) النافعة المرغوب فيها والسماح لها بالتزاوج بغرض نقلها صافية إلى الأجيال الناتجة ، مع استبعاد المورثات الضارة والضعيفة الغير مرغوبة وعدم السماح لها بالدخول في التزاوجات . وهذا ما طبقه الفرسان العرب في تربية الخيول العربية والحفاظ على أنسالها وأنسابها وأصالتها .

6- الطراز (الشكل الظاهري): phenotype

قد يكون الشكل الظاهري هو أي صفة متميزة أو واضحة وقابلة للتقدير وموجودة في أي كائن ، وقد تكون الصفة واضحة للعين ، مثل لون الزهرة أو طول الساق ، وقد تحتاج إلى فحوص خاصة لتبينها مثل الاختيار السيرولوجي لتعيين زمرة الدم . فالطراز الظاهري Phenotype هو محصلة نواتج الجين المعبرعنها في بيئة معينة .

٧- الطراز الوراثي :Genotype

وهو عبارة عن مجمل العوامل الوراثية التي يمتلكها الفرد والتي وصلت إليه من أبويه عبر الأعراس التناسلية . أي هي عبارة عن كل الجينات التي يحتويها أي كائن . فمثلاً يكون التركيب الوراثي لهجين الجيل الأول للنبات السابق الأملس Bb ولطول الساق Ll .

٨- التركيب الأصيل :

ينتج من اتحاد عروسين تحملان آليلات متطابقة التركيب الوراثي أصيلة والفرد الأصيلHomozygous يحتوي في تركيبه الوراثي على مورثات متماثلة BB .

٩- التركيب الخليط :

ينتج اتحاد الجاميطات التي يحمل أليلات مختلفة تركيبها الوراثي خليط ، والفرد الخليط Hetrozygous يحتوي في تركيبه الوراثي على مورثات غير متماثلة Bb .

١٠- الهجين : مرادف للفرد الخليط .

١١- المورث Gene كما أسماها جوهانس :

عبارة عن الوحدة الوراثية التي تتحكم في صفة ما كلون الأزهار أو طول الساق أو قصره.

١٢- الاليل Allele :

أو الأليلات Allelles أو المورثات المتقابلة ، عبارة عن المورث نفسه .٨- الصفة السائدة: Dominont

وهي الصفة التي تظهر في أفراد الجيل الأول و أما التي لم تظهر في أفراد الجيل الأول دعيت بالصفة المتنحية Recessive مثل صفة الأملس السائد وصفة المتجعد المتنحي .

١٣- جيل الآباء: " P " Parents

وهي الأباء الملساء والمجعدة من البازلاء التي دخلت في التلقيح .

١٤- الجيل الأول: Filial F1

وهو الجيل الناتج عن التلقيح بين الآباء الملساء والمجعدة وهو البازلاء الأملس .

١٥- الصفة الوراثية: Hereditary indication

عبارة عن صفة الأملس والمجعد أو طول الساق وقصره . وتعتبر هذه الصفات بسيطة بسبب وجود شفع (زوج) فقط من المورثات مسؤولين عن كل صفة .

١٦- تستعمل الأحرف الأبجدية باللغة الأجنبية للتعبير عن التراكيب الوراثية بحيث تمثل الأحرف الكبيرة المورثات السائدة والأحرف الصغيرة المورثات المتنحية . مثال اسود(B) سائد ، أحمر متنحي (b) .

١٧- موقع المورثة : Locus

وهو مكان توضع المورث على الكروموزوم .

١٨- السلالة النقية : Race

مجموعة من الأفراد التي لها أساس وراثي متماثل ويرمز لها عادة كنسيلة أو سلالة أو صنف أو قطيع وعادة ما ينتج الإخصاب الذاتي أو التزاوج لأجيال عديدة بين أفراد شديدة القرابة (عشيرة أصيلة) في معظم المواقع تقريباً .

١٩-التوريث Inheritance :

انتقال المورثات من الآباء إلى الأبناءعبر الأعراس التناسلية والتي تؤمن التعاقب المادي والوظيفي .

٢٠-التباين Mutability " الاختلاف " :

عبارة عن ظهور الاختلافات لمجموعة من الصفات والخواص والميزات ، فالتوريث والتباين- أسس من التطور . ويعود الفضل لهم في نشوء الاختلافات الكبيرة للمواد الحية على الأرض .

6- الوراثة والوراثة البيطرية: Genetic and Veternary Genetic

الوراثة كلمة ذات منشأ إغريقي مشتقة من كلمة جين Gene وهي عبارة عن علم التوريث والتباين " الاختلاف في الأجسام " .

ومن المعروف أن جميع الكائنات الحية تتميز بصفة سائدة ألا وهي قدرتها على التكاثر وإنتاج الذرية . والمقدرة على التكاثر هذه تؤدي إلى انتقال الصفات الوراثية من جيل إلى جيل آخر . ومن هذا المبدأ يلاحظ أن علم الوراثة بفروعه المختلفة إنما هو عبارة عن دراسات تحاول تفسير كيفية انتقال الصفة المورثة من جيل إلى آخر وكذلك تفسير نشوء التباينات بين الأفراد في النوع الواحد بل وبين أفراد النوع الواحد بالنسبة لصفة واحدة معينة . لذلك كان لا بد أن نعرف كلاً من التوريث والتباين حتى لا نقع في الخطأ بينهما.

ويتطرأ علم الوراثة في دراسته حسب العالم جيرشينزون إلى مايلي :

1- مسألة حفظ المعلومات " الشيفرة " الوراثية (أين وكيفية ترجمتها) ؟ وما الذي يورث؟ .

2- مسألة نقل المعلومات الوراثية من خلية إلى أخرى ومن الجيل إلى الجيل التالي ؟

3- مسألة كيفية أداء المعلومات الوراثية ووظيفتها في تحديد صفات الكائن الحي أثناء نموه

4- مسالة تبدل وتحول المعلومات الوراثية من خلال الطفرات ؟

لذلك احتل علم الوراثة مرتبة رئيسية في علم البيولوجيا حيث يلاحظ التكامل الوثيق بين كل من علم الوراثة ، الانتخاب ، الطب البيطري ، الكيمياء الحيوية ، وبعض العلوم الأخرى . ونتيجةهذا التكامل الوثيق بين كل من علم الوراثة والطب البيطري أدى إلى نشوء الوراثة البيطرية فهو عبارةعن علم وراثة الحيوان ،يدرس الأمراض والعيوب ذات المنشأ الوراثي وطرق تشخيصها والوقاية منها واصطفاء الحيوانات التي تتمتع بمقاومة عالية ضد الأمراض والتحسين للصفات الإنتاجية.

أهمية علم الوراثة :Genetics Importance

تأتي اهمية علم الوراثة بشكل عام في معرفة النقاط التالية :

1- معرفة الأمراض الوراثية عن غير الوراثية ، حتى يتمكن الطبيب البيطري من معالجتها .

2- تنظيم وتوجيه تأثير عمل المورثات يؤدي إلى إنشاء سلالات من الحيوانات والدواجن ذات إنتاج عالي ومواصفات عالية الجودة، وكذلك إنشاء سلالات ذات مناعة عالية ضد الأمراض من الحيوانات .

3- في تقييم الثور (الفحل) وذلك من خلال جيله الناتج .

4- في مشكلة تنظيم الجنس عند الحيوانات ، وهذه المشكلة حلت عند دودة القز .

5- في عمليات نقل وزرع البيضة المخصبة ، وذلك من خلال معرفتنا لعلم الوراثة المناعية ، وقد أنجزت هذه العمليات في الأسماك والفئران .

6- في تربية الحيوانات المتوحشة ذوات الفراء الثمين ، حيث توجد مزارع خاصة من أجل هذا الهدف في الاتحاد السوفيتي .

7- في الأبحاث التقنية الحيوية . أمكن انتاج مستنبتات من البكتريا المعوية والتي تستطيع تكوين انتيرفيرون الإنسان ، وكذلك انتاج أنواع جديدة من مستنبتات البكتريا والتي تستطيع تركيب أنسولين الإنسان .

8- الاستفادة من ظاهرة قوة الهجين .

9- في فهم أخطاء تربية الأقارب الشديدة ومعرفة آثارها الضارة .

10- معرفة الشذوذ والعيوب الخلقية في الحيوانات والتي تحدث عيوباً مظهرية والناتجة عن أصل وراثي ، مما يسهل عزل واستبعاد المورثات الضارة .

قانون السيادة التامة وقوانين ماتدل :

هو مصطلح يعتمد أساسا على دراسة علاقة المورثات فيما بينها وعلى علاقةالمورث مع توأمه او نظيره حيث تستطيع القول ان احدالمورثات يسود على المورث الاخرولابد من معرفة الخصائص التي تكون المظهر العام للحيوان أو النبات والتي تتوقف على تفاعل تركيبة الوراثي مع بيئته، حيث كان من المعتقد قبل زمن مندل أن التوارث ينتقل كما لو كان سائلاً قابلاً للمزج كدم الحيوان والإنسان ، .وقد قدم مندل أول برهان للنظرية التي فسرت التوارث على أنه يتم نتيجة وجود وحدات معينة في الخلايا التوالدية للأفراد تنتقل من جيل إلى آخر ، وطبقاً لهذه النظرية تتألف التراكيب الوراثية لجميع الكائنات الحية من جينات ، وحيث أن هذه النظرية تنطبق انطباقاً شاملاً على جميع صور الحياة ، فإنه يمكن اعتبار الجين الوحدة الأساسية للحياة .

إن أول البراهين قطعاً على وجود الجينات مستمدة ، من ظاهرة انعزال الصفات التي تلاحظ في نسل الهجن بين الأفراد والسلالات ، التي تختلف في بعض النواحي المميزة ، وإن جميع المحاولات التي سبقت عصر مندل من أجل تحديد آليات التوريث الأساسية باءت بالفشل وذلك بسبب محاولة الباحثين دراسة سلوك كافة الصفات والخصائص مع بعضها وخلال الأجيال المتعاقبة ، دون أن يأخذوا كل صفة من الصفات بشكل مستقل .

أما سبب نجاح ماندل فإنه كان يركز اهتمامه في التجربة الواحدة على صفة واحدة فقط أو عدد قليل من الصفات ، وإنه اقترح وجود عوامل هي عبارة عن جسيمات تتسبب في ظهور نظم وراثة الصفات المختلفة ، وأيضاً تسجيله لكافة بياناته .

قدم مندل الإثباتات للنظرية التي فسرت التوارث حيث ينجز نتيجة وجود وحدات معينة في الخلايا التناسلية للأفراد تنتقل من جيل إلى آخر ، وبهذا دحض جميع الآراء حول فكرة التوارث السابقة ، وبذلك يمكن اعتبار الجين الوحدة الأساسية للحياة . وتباعاً لهذه النظرية فإن التراكيب الوراثية لجميع الكائنات الحية تتشكل من جينات .

ماندل كان راهباً في دير بلدة برون في النمسا ، في عام 1857 بدأ في جمع أصناف بذور البازلاء ، لدراسة الاختلافات التي بينها وبعد مرور سبع سنوات من التجارب في حديقة الدير قدم نتائج تجاربه التي تعرف الآن بقوانين ماندل إلى جمعية التاريخ الطبيعي في النمسابمدينة برون في ربيع 1865 . وقد نشرت الجمعية هذه النتائج في سجلها السنوي الذي وزع على مكتبات أوروبا وأمريكا عام 1866 .

اكتشف قانون الانعزال من قبل ثلاثة باحثين مختلفين ، كانت نتائج كل منهم مشابهة للنتائج التي حصل عليها ماندل من قبل ، وهم دي فريز Devries في هولندا ، وتشير مارك Tscher Mark في النمسا ، وكورينز Correns في ألمانيا . حيث أعلنوا أهمية نتائج ماندل التي كانت طي النسيان

حتى عام1900 ثم بدأت بعد ذلك مباشرة التجارب والأبحاث في جميع أنحاء العالم المختلفة على الحيوان والنبات ،والتي أكدت نتائج ماندل . وقد توفي ماندل عام 1884 قبل أن ينل نتاجه العلمي الشهرة والتقدير .

طرق ماندل في البحث :

نجح ماندل في الدخول إلى عمق المشكلة بفضل اتباعه منهجا علميا واضحا ، ويعود أولاً إلى انتقائه الجيد لمواد البحث وطرق دراسته . في الوقت الذي باءت فيه جميع محاولات العلماء السابقة بالفشل ، فكانوا يجرون التجارب في نفس الوقت على جميع الصفات التي تختلف فيها الهجن عن الآباء وعن بعضها البعض . ويختلف ماندل عن سابقيه بتركيز انتباهه على دراسة صفة واحدة كشكل البذور مثلاً وليس على النبات ككل. وليتحقق هذا الهدف اختار ماندل الصفات التي تميز بين النباتات بوضوح .لقد كانت البازلاء مادة جيدة جداً من أجل تجارب التهجين . فقد كانت ذاتية التلقيح، ولقد تمكن ماندل أن يفتح الزهرة ويرفع الأسدية منها قبل انفتاحها ليمنع التلقيح الذاتي Fertilization. وبذلك تمكن من استعمال حبوب لقاح مأخوذة من النبات الذي يرغب في استعماله أباً ثانياً في التلقيح ، ويلقح بها قسم الزهرة المخصية أو المزال منها الأسدية Stames . أما طريقته في سير تجاربه فقد كان يزاوج بين نباتين يختلفان في زوج واحد من الصفات المضادة ثم يتأكد من مظهر الجيل الأول (F1) وهذا يدل على مشاركة الذكروالأنثى في نقل المعلومات الوراثية بصورة متساوية ومن ثم يلقح نباتات الجيل الأول مع بعضها البعض ذاتياً ليحصل على الجيل الثاني (F2) ثم يحصي نباتات هذا الجيل الثاني حسب الشكل المظهري لإحدى الصفتين لكل زوج من الأزواج المتفارقة التي اختلفت فيها الآباء . كلون الأزهار والبذور وطول الساق وغير ذلك . والأهم من هذا كله، استطاع أن يقدم تعليلات نظرية لهذه الوقائع التي شاهدها . وقد اختبرت هذه التعليلات أو الفروض النظرية فيما بعد ، من قبل آخرين مستعملين في تجاربهم حيوانات أو نباتات، وأكدوا صحة هذه الفرضيات النظرية التي وضعها مندل لتجاربه وأصبحت تعرف في وقتنا الحالي بقوانين مندل للوراثة . وتشمل قانوني السيادة والتنحي وعدم السيادة لأي الصفتين وتسمى (لا رجحان) .

قانون السيادة التامة Comlete dominance :

قانون ماندل الأول (قانون الانعزال) والثاني (قانون التوزع الحر للمورثات) ، إلى جانب بعض المفاهيم للجيل الأول الناتج من تزاوج نباتين من البازلاء متماثلين اللواقح أحدهما بذوره ملساء والآخر بذوره مجعدة ، كانت بذوره ملساء عند جميع النباتات . ويعود اختفاء صفة التجعيد لسيادة صفة البذور dominant traits .أما الصفات التي لم تظهر في هجين الجيل الأول أطلق عليها اسم الصفات المتنحيةRecessive traits وقد لاحظ مندل في جميع الصفات التي درسها وعددها سبع في نباتات البازلاء ، قد سلكت نفس السلوك السابق ، حيث كانت هناك صفة سائدة وأخرى متنحية .

الإنفصال :

حصل ماندل على الجيل الثاني F2 بواسطة التأبير الذاتي لنباتات الجيل وكانت نباتات الجيل الثاني تتكون من فئتين مظهريتين ، أحدهما بذوره ملساء كالأب الأملس والأخرى بذوره مجعدة كالأب المجعد ، ولم تظهر نباتات وسط بين الصفتين الأملس والمجعد .

وعندما قام مندل بحصر عدد أفراد كل من الصفات المتباينة والتي ظهرت ثانية نتيجة للإنعزال في الجيل الثاني ، توصل إلى نتيجة مفادها :

أن النسبة الناتجة في الجيل الثاني بين الأشكال الظاهرية الناتجة تكون بنسبة 3 سائد : 1 متنحي ، ومن الأمثلة على ذلك من خلال تجاربه : لون الفلقتين الأصفر ومن أصل 8023 نباتاً في أفراد الجيل الثاني كان 6022 نباتاً بلون أصفر و 2001 أخضر .

ويلاحظ من الجدول الذي لخصت فيه نتائج الجيل الثاني F2 لتجارب مندل على البازلاء المختلفة بزوج واحد من الصفات المتقابلة ، أنها أعطت تقريباً نفس النتائج وكانت في جميع الصفات لها نفس الطراز من التوزيع ونفس النسبة العددية .

الصفة	مجموع نباتات الجيل الثاني F2	عدد النباتات السائدة في F2	عدد النباتات المتنحية في F2	النسبة الناتج سائد/متنحي
نبات طويل الساق	1064	787	277	2.48
شكل القرن	1181	882	299	2.96
لون القرن	580	428	152	
شكل البذرة	7324	5474	1850	
لون الفلقتين	8023	6022	2001	3.01
موضع الأزهار	858	651	107	
لون الأزهار	929	705	224	3.14

ونستنتج من التجارب ما يلي :

1- أن أفراد الجيل الأول F1 تكون هجينة ومتشابهة من حيث الشكل المظهري ، وأن إحدى الصفتين الأبويتين التي ظهرت على أفراد الجيل هي السائدة Dominant .

2- تظهر الصفتان المتقابلتان في الجيل الثاني F2 .

3- تظهر الصفة السائدة والمتنحية في أفراد الجيل الثاني F2 بنسبة 3 سائد : 1 متنحي .

GF1 ♂ / ♀	B	B
B	BB	Bb
b	Bb	Bb

ومن شبكة بانيت يتضح أن نسب التراكيب الوراثية الناتجة الجديدة في نباتات الجيل الثاني F2 تكون كما يلي : 1BB , 2 Bb , 1bb

فالأفراد ذات التراكيب الوراثية BB و Bb يكون لها نفس الشكل الظاهري للصفة السائدة في أفراد الجيل الأول ، وهكذا تكون نسبة أفراد الجيل الثاني بمعدل ثلاثة أفراد يحملون الصفة السائدة وهي (1BB , 2 Bb) وفرد واحد يحمل الصفة المتنحية هو (bb)، وقد حصل مندل على نفس النتائج عندما أجري تزاوج بين سلالة صافية طويلة الساق سائدة LL ، مع سلالة صافية قصيرة الساق llالنبات البازلاء ومن الدراسات السابقة التي أجراها مندل ، وضع قانونه الأول والذي يعبر عنه بقانون الهجونة الأحادية أو قانون انعزال المورثات Segregation القائل :

(إذا تزاوج فردان مختلفان في صفة ما فإن الجيل الأول يظهر وهو يحمل أحد الصفتين وهي الصفة السائدة ، أما في الجيل الثاني فإن الأفراد تنعزل فيها الصفتين بنسبة 3 سائد : 1 متنحية).

- أمثلة على قانون ماندل الأول في الهجونة الاحادية:

إذا أردنا دراسة وراثة صفة الجناح المختزل Vestigial في حشرة الدروسوفيلا ميلانوجاستر فإننا نقوم بالتهجين بين فرد يحمل الجناح الطبيعي Normal Wing ، وبين فرد يحمل الجناح المختزل متجاهلين كل الصفات الأخرى التي قد يتشابه فيها هذان الفردان أو يختلفان . ثم بعد ذلك تتابع النسل الناتج من هذا التزاوج لعدد من الأجيال المتتالية مع ملاحظة نسبة الأفراد ذات الجناح الطبيعي إلى الأفراد ذات الجناح المختزل في كل جيل .

تستعمل حشرة الدوسوفيلا ميلانوجاستر في العديد من التجارب الوراثية للأسباب التالية :

1- فيها كثير من الاختلافات الواضحة والسهلة التمييز في كثير من صفاتها

2- لها دورة حياة قصيرة ، ففترة الجيل فيها لا تتجاوز (10) أيام بدرجة (25) .

3- إمكانية التهجين بين الأفراد الحاملة للصفات المختلفة بكل سهولة .

4- قلة تكاليف تربية أعداد كبيرة منها .

ولنفترض الآن أننا زواجنا بين إناث عذارى ذات جناح مختزل صافية صادقة التوالد مع ذكور ذات جناح طويل عادي (طبيعي) صافية صادقة التوالد فالنسل الناتج من هذا التلقيح السابق قد يكون أحد الأنواع التالية :

1- كل النسل الناتج ذكوراً وإناثاً قد يشبه أحد الأبوين أو قد يشبه الأب الآخر

2- بعض أفراد النسل تشبه أحد الأبوين وباقي أفراد النسل تشبه الأب الآخر

3- كل أفراد النسل الناتج تتشابه مع بعضها وتكون وسط في شكلها بين شكلي الأبوين .

4- قد لا تشبه أفراد النسل أياً من الأبوين وفي الوقت نفسه لا تكون وسط في شكلها بين الأبوين .

هذه النتائج الأربعة هي كل ما يمكن توقعه نظرياً في النسل الناتج . ولكن عند فحصنا للحشرات الناتجة وجد أن الحشرات الناتجة ذكور و إناث ذات جناح طويل تماماً ، وتشبه تماماً جناح الأب الطويل المستعمل في التلقيح ، ولم تظهر صفة الجناح المختزل في أي حشرة في الجيل الأول F1 .

وقد اصطلح منذ أيام ماندل على وصف الصفة التي تظهر في الجيل الأول وحدها اسم الصفة السائدة Dominan – character ويطلق على الصفة الأخرى التي اختفت اسم الصفة المتنحية Recessive- – character

وإذا أخذنا ذكوراً وإناثاً في أفراد الجيل الأول وحصلنا منهم على جيل ثان ، فما هي الأشكال المتوقعة في هذا الجيل الثاني F2 ؟

بناء على ما حصل عليه مندل من نتائج تجاربه والمبينة في الجدول التالي ، فإننا نتوقع أن نحصل في أفراد الجيل الثاني على أفراد ذات جناح طويل وأفراد ذات جناح مختزل بنسبة ١:٣ مع ملاحظات أن هذه النسبة لا تتحقق إلا إذا حصلنا في النسل على عدد كبير من الأفراد .

وفيما يلي الاصطلاحات القياسية المستعملة لتلخيص نتائج هذه التجربة الخاصة بطول الجناح :

طويل الجناح	×	مختزل الجناح	P جيل الأباء Parental generation
طويل الجناح	F1		الجيل الأول First Filial generation
¾ طويل اللجناح	¼ مختزل الجناح		الجيل الثاني Second Filial generation

يلاحظ أن الجيل الثاني F2 يحصل عليه عن طريق :

١ – تزاوج الأخوة والأخوات من أفراد الجيل الأول F1 .

٢ – التلقيح الذاتي لأفراد الجيل الأول F1 في حالة النبات .

آلية التوريث لزوج واحد من الصفات :

Mechanisuim of the Monohybrid cross

جناح طويل ♂ × ♀ جناح مختزل	جناح مختزل ♂ × ♀جناح طويل	P الآباء
↓	↓	
(♂ و ♀) جناح طويل	(♂ و ♀) جناح طويل	F1 الجيل الأول
1 جناح مختزل : 3 جناح طويل	1 جناح مختزل : 3 جناح طويل	F2 الجيل الثاني

1- إن الجينات (المورثات) محمولة على الكروموسومات في نواة الخلية .

2- إن الجينات على الكروموسومات تنتقل من الآباء إلى الأبناء خلال الجاميطات .

3- إن كل أب من الأبوين يعطي الفرد الناتج في النسل كميات من الكروموسومات والجينات .

لون أسود	×	**لون أبيض**	**الشكل الظاهري : P والآباء**
B / B	×	b / b	التركيب الوراثي
B	×	B	Gp أعراس الآباء
B / b			التركيب الوراثي F1 الجيل الأول
لون أسود			الشكل الظاهري
B , b			F1 GF1 أعراس الجيل الأول

أمثلة على تلقيحات الجين الواحد (أحادية العامل) :

1- الطرق الستة الأساسية للتزاوج :

يوجد زوج من الأليلات يحكم لون الجلد في أبقار الفريزيان هولشتاين الهولندي ، أليل سائد B ينتج اللون الأسود وأليلة المتنحي b ينتج اللون الأبيض .

يوجد ستة طرز ممكنة للتزاوج بين التراكيب الوراثية الثلاثة . جيل الآباء يرمز له P بينما الجيل البنوي الأول من النسل يرمز له F1 .

١ -

أسود أصيل	×	أسود أصيل	: P الشكل الظاهري
BB		BB ⟶	التركيب الوراثي
B		B	الجاميطات
BB			F1 : التركيب الوراثي
أسود			الشكل الظاهري

٢ -

أسود خليط	×	**أسود أصيل**	**: P الشكل الظاهري**
Bb		BB	التركيب الوراثي
B.b		B	الجاميطات

Bb		BB	F1 التركيب الوراثي :
أسود		أسود	الشكل الظاهري

٣-

أبيض	×	**أسود أصيل**	**P الشكل الظاهري :**
Bb		BB	التركيب الوراثي
B		B	الجاميطات

	Bb	F1 التركيب الوراثي :
	أسود	الشكل الظاهري

٤-

أسود خليط	×	**أسود خليط**	**P الشكل الظاهري :**
Bb		Bb	التركيب الوراثي
B,b		B,b	الجاميطات

Bb,bb	,	BB,Bb	التركيب الوراثي
أبيض أسود هجين		أسود هجين أسود	الشكل الظاهري

٥-

أبيض	×	**أسود خليط**	**P الشكل الظاهري :**
bb		B.b	التركيب الوراثي
b		B.b	الجاميطات

bb	Bb	F1 التركيب الوراثي
أبيض	أسود	الشكل الظاهري

-٦

أبيض	×	**أبيض**	**P : الشكل الظاهري**
bb		bb	التركيب الوراثي
b		b	الجاميطات
	bb		F1 : التركيب الوراثي
	أبيض		الشكل الظاهري

وهناك أمثلة كثيرة على السيادة التامة (وراثة زوج واحد من الأليلات) مثل :

1- صفة القرون عند الابقار حيث عدم وجودها سائد على وجودها.

2- في الدجاج العرف الوردي أو البازلائي سائد على العرف المفرد .

3- في الأغنام صفه الرأس الأسود سائد على صفة الرأس البني .

4- مرض البهاق (الغراب) Albinism عند خنازير غينيا وهناك صفات كثيرة في الحيوانات .

التلقيح الاختباري: Test cross

لاحظنا أنه في حالة السيادة التامة ، لا يمكننا التمييز بين التركيبتين الوراثيتين (B/ B , B/b) ، وذلك عن طريق الفحص المظهري . وهنا يتبادر إلى الذهن السؤال التالي : هل يمكن بأي طريقة من الطرق التمييز بين الأفراد السائدة الشكل المظهري والمتماثلة التركيب الوراثي وبين الأفراد السائدة الشكل المظهري ولكنها خليطة التركيب الوراثي ؟والإجابة على هذا السؤال تكون بالإيجاب ، ويكون التمييز بين هذين النوعين من الأفراد بإستعمال طريقة التهجين الاختباري Test cross .

الآباء	**ذكر لون أبيض**	×	**لون أسود أنثى**	**P :**
	b / b		B / B	
	½ b		½ B . ½ b	G :
	½ b / b	،	½ B / b	F1 :
	لون أبيض	:	لون أسود	
النسبة الناتجة	١	:	١	

والغاية من التلقيح الاختباري هو تقدير عدد أنواع الجاميطات الممكن إنتاجها من الفرد المراد اختبار تركيبه الوراثي . فالفرد ذو التركيب الأصيل السائد سينتج نوعاً واحداً فقط من الجاميطات ، بينما الفرد أحادي الهجين ينتج نوعان من الجاميطات بتكرار متساوٍ.

التلقيح الرجعي : Back cross

إذا تزاوج نسل الجيل الأول رجعياً مع أحد أبويه أو كلاهما فإن هذا التزاوج يسمى تلقيحاً رجعياً .

مثال : لقحت أنثى من خنازير غينيا سوداء أصلية مع ذكر أبيض (مرض البهاق) ثم لقح ذكر من الجيل الأول رجعياً مع أمه . بإستخدام ♀ للأنثى والرمز ♂ للذكر ، يمكن أن نحلل هذا التلقيح الرجعي كما يلي :

p : التركيب الوراثي	**BB ♀**	×	**bb ♂**
الشكل الظاهري	أنثى سوداء		ذكر أبيض(البهاق)
G أعراس تناسلية	B		B
F1 التركيب الوراثي		Bb	
الشكل الظاهري		ذكور وإناث سوداء	
تلقيح رجعي للجيل الأول	Bb ♂	×	BB ♀
: نسل التلقيح الرجعي		½ BB ½ Bb	نسل كله أسود

التطبيقات العملية للتلقيح الاختباري: Test - cross in practice

من الشائع أن يتبادر إلى ذهن مربي الحيوانات السؤال التالي : ما هو عدد النسل الواجب الحصول عليه من التلقيح الاختباري لإيضاح ما إذا كان الحيوان المدروس يحمل المورث المتنحي أم لا ؟ ومنطقي أن ترتكز الإجابةعلى هذا السؤال على مقدار دقة النتائج التي تقنعنا فإذا نتج لدينا من تلقيح ثور عديم القرون مع بقرات ذات قرون ستة عجول عديمة القرون فإن فرصة الحصول على هذه العجول العديمة القرون بشكل متوال تكون (2/1)^{6} أي 1 من 64 .

لذا نستطيع القول بأن هذا الثور ذو تركيب وراثي (PP) أما إذا أردنا أن نزداد يقينا فيجب الحصول على (10) عجول عديمة القرون بدون أي عجل ذي قرون . وهنا تكون الفرصة (2/1)^{10} أو1 : 1033 . وبذا فإننا نقتنع بأن فرصة وجود المورث المتنحي p في هذا الثور وبهذه النسبة (أي احتمال ولادة عجل ذو قرون من أصل 1023 عجل) سوف تكون ضئيلة جداً ولن تنتج أبداً .

إن إجراء التلقيح الإختباري في فروع تربية الحيوان ليس بالسهولة التي نتصورها كما في تربية الدواجن لأن تطبيق مثل هذا التلقيح على الحيوانات الداجنة والأكبر حجماً تصادفه عقبات وصعوبات

جمة فاختبار بقرة ذات لون أسود لمعرفة كونها حاملة لمورث اللون الأحمر أم لا ، يتطلب نفقات كثيرة ووقت طويل بحيث يمتد إلى عدة سنوات .

طالما أن ولادة 3 – 4 عجول عديمة القرون لن يمنع احتمال ظهور العجل الخامس ذا قرون بتاتاً ، لأنها بعد ذلك تكون دورة الحياة لدى البقرة قد شارفت على النهاية أي تكون بدون نفع .

مثال آخر لكي نختبر الآباء في الدجاج والتي لن تعطي مستقبلاً نسلاً ذا عرف مفرد من الضروري أن نلقح كل ديك ذاعرف بازلائي مع ست دجاجات أو أكثر ذات عرف مفرد. فإذا كانت الصيصان الناتجة كلها ذات عرف بازلائي فهي ضمانة أكيدة بأن تلك الأب أصيل لـ PP .

يجب أن لا يتبادر إلى أذهاننا بأن جميع الصفات المتنحية غير مرغوب بها مثل اللون الأصفر في دهن الأغنام و الأرانب ، فالدهن الأصفر (متنحي) مرغوب لدى المستهلك الأمريكي أكثر من الدهن الأبيض (السائد) وكذلك صفة الفراء في النموس أمكن إحداث صفات متنحية هي أغلى ثمناً من الفراء البري .

فالحيوانات التي يشك بأنها حاملة للمورث غير المرغوب فيه يمكن اختبارها ليس بمساعدة التلقيح الإختباري مع الأشكال المتنحية فقط ولكن بطرق أخرى أيضا. فإذا كان المتنحي الأصيل يسبب موت الحيوانات فإن استخدام التلقيح الإختباري هنا مستحيل طبعا، ففي هذه الحالة يمكن اكتشاف التركيب الوراثي للحيوان المدروس فقط بطريقة تلقيحه مع فرد آخر خليط لذلك المورث ، فإذا كان الحيوان المشكوك فيه خليطا فإن الصفة المتنحية ستظهر بنسبة % 25 تقريبا من النسل الناتج .

النسبة 1: 7 The ratio

في الأمثلة السابقة مرت معنا النسب التالية :

1- 3 : 1 عند انعزال الجيل الثاني (أو عبر أي تلقيح بين أفراد خليطة) .

2- 1 : 1 ناتجة عن تلقيح فرد خليط لصفة ما مع فرد آخر متنحي أصيل.

3- 1 : 0 ناتجة عن تلقيح فرد أصيل سائد مع آخر سائد خليط لنفس الصفة .

وتنشأ هذه النسبة عند اقتران النسبة الأولى مع النسبة الثالثة المدونة أعلاه إذا نتج أربعة أفراد لكل من هاتين النسبتين .

فإذا فرضنا مثلاً أن ثوراً من سلالة الفريزيان – هولشتاين ذا تركيب وراثي

Bb أسود قد بدل بآخر يمتلك نفس التركيب الوراثي وكانت جميع أبقار القطيع تمتلك التركيب الوراثي BB . فإن نسل الثور الأول لن يوجد فيه اللون الأحمر قطعياً ، إلا أن نصف نسله يمتلك منه المورث b والنصف الآخر المورث B .

	أسود		**أسود**
P :	Bb ♂	×	BB ♀
G.p	B:b		B
F1	BB		Bb
	أسود		أسود

وإذا لقحت الأبقار الناتجة في الجيل الأول بالثور الثاني ذي التركيب الوراثي Bb فإننا نلاحظ ما يلي :

1-

	أسود		**أسود**	
P	Bb ♂	×	Bb ♀	
P.G	B:b	×	B:b	
F2	BB		2Bb	Bb

النسبة الناتجة 1 أبيض : 3 أسود

2-

	أسود		**أسود**
P	Bb ♂	×	BB ♀
P.G	B.b	×	B
F2	Bb		BB

النسبة الناتجة 0 : 1 أسود

نلاحظ أن التلقيح الأول أعطى أربعة أفراد ، والثاني كذلك بعد اختصار العروس التناسلية الثانية أي (0 : 4) وعند دمج النسبتين مع بعضهما أي 4 : 0 + 3 : 1 = 7 :1 تستخدم النسبة 1: 7 من أجل استبعاد الصفات غير المرغوب فيها .

الخلاصة:التعاريف الوراثية–قوانين السيادة التامة–أهمية علم الوراثة والتطبيقات العملية.

الفصل الثاني

السيادة غير التامة (اللارجحان)
Incomplete Dominance

في الفصل السابق كنا قد ناقشنا أن الصفة الوراثية التي تظهر في الجيل الأول F1 تعرف بأنها الصفة السائدة dominant والتي تختفي في الجيل الأول لتعاود الظهور في الجيل الثاني تعرف بأنها الصفة المتنحية Recessive وأننا في هذه الحالة نحصل في الجيل الثاني F2 على نسبة الشكل المظهري (3 :1) سائد إلى متنحي وأن نسبة التراكيب الوراثية Gonotype إذا فحصت عن طريق التلقيح الاختباري Test cross لأفراد الجيل الثاني نجد أنها تكون كالآتي :

متنحي متماثل	خليط سائد	سائد متماثل
1	2	1
Aa	Aa	AA

ومن الطبيعي ألا تتوافق كل الحالات والحوادث المشاهدة على الحيوانات مع قانون مندل .وعند اجراء التلقيح بين الصفات لوحظ أن نسل الجيل الأول يكون وسطاً في صفته Intemediate بين صفتي الأبوين بدلاً من أن تشبه أحد الأبوين تماما،وهنا لاداعي لإجراء التلقيح الإختباري طالما أن الشكل المظهري يدل على التركيب الوراثي وفضلاً عن ذلك فعند فحص الجيل الثاني F2 في هذه الصفات كان يلاحظ وجود ثلاثة أشكال ظاهرية بدلاً من وجود شكلين أثنين كما هو الحال في السيادة التامة ، وتكون هذه الثلاثة أشكال المظهرية كالتالي :

1- مجموعة من أفراد الجيل الثاني F2 تشبه أحد الأبوين وتوجد بنسبة ¼ .

2- مجموعة من أفراد الجيل الثاني تشبه الأب الآخر تماماً وتوجد بنسبة ¼ .

3- مجموعة من أفراد الجيل الثاني تشبه أفراد الجيل الأول F1 .

بمعنى أنها تكون وسطاً في صفتها بين الأبوين وتوجد بين أفراد الجيل الثاني بنسبة ½ .

إن آلية التوريث في حالة هذه الصفات لا تختلف بتاتاً عنها في حالة السيادة التامة . وأن السبب في ظهور اختلافات عن ما هو متوقع في الجيل الأول والجيل الثاني إنما يرجع إلى علاقة الأليلين ببعضهما في الفرد الخليط هذا وقد أطلق على مثل هذه الحالات اسم السيادة غير التامة وكانت هذه الظاهرة من أوائل تحورات النسبة 1 : 3 التي شوهدت.

بعض الأمثلة عن السيادة الغير التامة :

1 – وراثة لون الفراء في خنازير غينيا : ففي خنازير غينيا لون الفراء الأصفر ينتج في وجود التركيب الوراثي الأصيل yy ولون الكريم في وجود التركيب الوراثي الخليط wy بينما ينتج اللون الأبيض في وجود التركيب الوراثي الأصيل ww .

وبالتهجين بين ذكور ذات لون أصفر للفراء مع إناث ذات لون أبيض للفراء كانت أفراد الجيل الأول ذات لون كريمي ، أي أنها وسط في صفاتها بين الأبوين Intermediate وعندما تركت أفراد الجيل الأول تتلقح داخلياً للحصول على أفراد الجيل الثاني لوحظ أنه في الجيل الثاني تتوزع الأفراد في ثلاثة أشكال ظاهرية وإليك الحل الوراثي :

الآباء :	**ذكور صفراء الفراء** ×	**إناث بيضاء الفراء**	**: P الظاهري**
	yy ×	ww	التركيب الوراثي
	y	w	الجاميطات
	×	wy	F1 تركيب وراثي
		أفراد كريم الفراء	: الشكل الظاهري
Ww	wy	yy	F2 تركيب وراثي
أفراد بيضاء	أفراد كريم الفراء	أفراد صفراء الفراء	الشكل الظاهري
1	2 :	1	النسبة الناتجة

وللتأكد من أن هذه الصفة تتبع في وراثتها قانون مندل الأول السالف الذكر ، أخذت أفراد الجيل الثاني الصفراء اللون وتركت لتتلقح داخليا لنحصل على أفراد الجيل الثالث وكانت النتائج بأنها أعطت أفراد في الجيل الثالث لونها أصفر فقط ، وكذلك بالنسبة للون الأبيض للفراء ، أما الأفراد ذات اللون الكريمي فقد أعطت أفراد في الجيل الثالث على الشكل التالي:

أفراد بيضاء ، وأفراد كريمية اللون وأفراد بيضاء اللون بنسبة 1 : 2 : 1 .

معنى ذلك أن كلاً من أفراد الجيل الثاني الصفراء والبيضاء متماثلة التراكيب الوراثية(أصيلة) بينما الأفراد الكريمية اللون خليطة التركيب الوراثي .

ونظراً لعدم سيادة أحد الأليلين على الآخر لذلك استعملنا الحرف نفسه مميزاً برقمين أي بحروف أخرى للدلالة على الصفتين الوراثيتين .

٢- وراثة لون الشعر اللون الطوبي في سلالة الشورتهورن الأليلات متعادلة السيادة:Codominance

تمثل ألوان الجلد في قطيع الشورتهون من الماشية نموذجاً تقليدياً للأليلات متعادلة بالسيادة . فاللون الأحمر محكوم بالتركيب الوراثي rr والطوبي خليط من الأحمر والأبيض بالتركيب rw والأبيض بالتركيب ww وفيما يلي نورد تحليلاً وراثياً لهذه الظاهرة :

أبيض	**WW**	×	**RR**	**أحمر**	**:P الآباء**
			RW	**طوبي**	**F1**

وبتلقيح أفراد الجيل الأول مع بعضه ينتج :

RW	×	**RW**	**F1 التركيب الوراثي**
طوبي		**طوبي**	**الشكل الظاهري**
WW	**RW**	**RR**	**F2 التركيب الوراثي**
أبيض	**طوبي**	**أحمر**	**الشكل الظاهري**
1 :	**2 :**	**1**	**النسبة الناتج**

ظاهرياً تبدو هذه الحالة كما لو كانت سيادة غير تامة حيث أن الصفة في الجيل الأول وسط بين صفتي الأبوين ولكن الفحص الدقيق لأفراد الجيل الأول الطوبية اللون يظهر أن جلد هؤلاء الأفراد مغطى بمخلوط من الشعيرات الحمراء تماماً والشعيرات البيضاء تماماً . بينما لو كانت المسألة غير تامة لكانت هذه الحيوانات مغطاة بشعيرات من نوع واحد وكلها ذات لون وسط بين الأحمر والأبيض .فهنا تظهر أفراد الجيل الأول خليطاً بين صفتي الأبوين بدلاً من أن تظهر صفة واحدة وسط بين صفتي الأبوين .

وفي الجيل الثاني F2 في هذه الأحوال نحصل على نسبة الشكل المظهري 1:2:1 تماماً كما في حالة السيادة الغير تامة .

3_ وراثة لون الريش في الدجاج الأندلسي:Andalusian Fowl

إن سلالات الدجاج ذات الريش الأزرق اللون ما هي إلا عبارة عن تهجين دجاج ذو ريش أسود اللون مع ابيض اللون وتتبع هذه الصفة للسيادة غير التامة . فعند تهجين ديك أسود اللون Black مع دجاجة ذات ريش أبيض اللون White splashed فإن أفراد الجيل الأول F1 الناتجة تكون ذات ريش أزرق اللون Blue . أما عند التلقيح الداخلي لأفراد الجيل الأول F1 مع بعضها فإن أفراد الجيل الثاني F2 تتوزع حسب لون الريش بنسبة 1 : أسود : 2 : أزرق : 1 : أبيض فإذا رمزنا للمورث الذي يتحكم باللون الأسود للريش بـ B فيكون أليلة b المتحكم بلون الريش .

الآباء :	**LL**	×	**BB**	**P: التركيب الوراثي**
	أبيض		أسود	الشكل الظاهري
	L		**B**	الأعراس التناسلية
		BL		F1 التركيب الوراثي
		أزرق		الشكل الظاهري

وبتلقيح أفراد الجيل الأول مع بعضه :

GF1 أعراس الجيل الأول

LL	:	BL	:	BB	F2 التركيب الوراثي
أبيض	:	أزرق	:	أسود	الشكل الظاهري

وعلى هذا فالنسبة المندلية البسيطة تنحرف لتصبح 1 : أسود : 2 أزرق : 1 أبيض .

٤ – صفة الزحف لدى الدجاج: Achondroplasin in Fowl

يسببها المورث C. وتعتبر صفة الزحف عند الدجاج من الصفات المميتة أيضاً فعند تلقيح دجاج زاحف مع ديوك طبيعية كانت أفراد الجيل الأول نصفها زاحف والنصف الآخر طبيعي .

أما عند التهجين بين ديوك ودجاجات زاحفة كان الناتج كما يلي :

	زاحف		**زاحف**	
P :	**Cc**	×	**Cc**	
	Cc	،	Cc	، CC
	1		2	1
	طبيعي	:	زاحف	: ميت

ومن هذا التزاوج يمكننا استعمال الدجاجات الزاحفة في إجراء التلقيح الرجعي مع ديوك طبيعية لإنتاج قطيع زاحف .

5 _ وراثة صفة تجعيد الريش في الدجاج:_The Frizzle Fowl

إن الشكل الطبيعي للريش في الدجاج إما أن يكون جسم الدجاجة مغطى بشكل كامل ومنتظم ، بينما يظهر الشكل الخارجي للدجاج ذي الريش المجعد كما لو أن الريش منزوع من نهايته بشكل حلزوني وحر نحو الأعلى . وفي النهاية يتقصف كل الريش الزغبي من على الريش ولا تبقى إلا محاورها فقط ، وبعد القلش تكون الأرياش الباقية كطوق حول الرقبة . وقد أكدت الأبحاث إن صفة التجعيد يسببها مورث سائد F فإذا كان الأبوان المتزاوجان يمتلكان صفة الريش المجعد بصورة أصلية فإن نسلهما يتميز لهذه الصفة وكذلك بالنسبة للريش الطبيعي فعند التهجين بين ديوك ذات ريش طبيعي تماماً مع دجاجات ذات ريش مجعد تماماً كان نسل الجيل الأول متوسط التجعيد وإليك التحليل الوراثي لهذه الظاهرة :

	ديك ذو ريش طبيعي		**دجاجة مجعدة**	
الآباء الشكل الظاهري	ff	×	FF	
F1 التركيب الوراثي	F1	×	Ff	
الشكل الظاهري	ريش متوسط التجعيد			

وبالتلقيح بين أفراد الجيل الأول :

F2 التركيب الوراثي	**1FF**	**2Ff**	**1ff**
الشكل الظاهري	مجعد الريش	ريش متوسط التجعيد	ريش طبيعي
النسبة الناتجة	1	2 :	1 :

فالدجاجات ذات الريش المجعد الأصلية لا تستطيع القفز أو الطيران إلى المجاثم بل تتجمع وتتكوم على أرض الحظيرة مما يؤدي إلى تقصف الريش وخلال عدة أشهر بعد عملية تغيير الريش Moulting تبدو الدجاجات عارية تقريباً (Bare) .

6 _ وراثة صفة الصوف نصف الناعم في أغنام العواس :

Semi - Fine Fleec ewasysheep

إن صفة الصوف في أغنام المرينو ناعمة الألياف. وأما في أغنام العواس السورية فإن الألياف الصوفية خشنة النوعية ، وعندما يجري التلقيح بين أفراد هاتين السلالتين تنشأ أفراد تحمل الصفة الوسطى . أي نصف الناعم مما يدل على أن هذه الصفة تتبع للسيادة غير التامة اللارجحان، وفيما يلي تحليل وراثي لهذه الظاهرة :

	مرينو ناعم		**عواس خشن**
P :	SS	×	ss
Gp :	S		s
F1 :			Ss
			نصف ناعم

وعندما يجري التلقيح الداخلي Interse بين الأفراد الجيل الأول F1 فإن الأفراد في الجيل الثاني ستتوزع فيها الصفات بالنسب التالية :

PL	**Ss**	×	**Ss**
	نصف ناعم		نصف ناعم
GP1	S:s		S.s
F2	1SS	2Ss	1ss
	ناعم	نصف ناعم	خشن

وهكذا فإن النسبة في الجيل الثاني تصبح 1 ناعم : 2 نصف ناعم : 1 خشن

7-وراثة صفة الذيل الدهني في أغنام العواس:

Fat toil Awasy sheep

إن أغنام العواس تمتلك صفة الالية المكتنزة التي تعتبر علامة على درجة السمنة ومدى اكتناز الجسم باللحم والدهن .

أما أغنام المرينو فهي ذات ذيل عادي وعند إجراء التزاوج فيما بين أفراد هاتين السلالتين نحصل على صفة وسط بينهما وهي الذيل الدهني العريض . مما يدل على أن ظاهرة السيادة غير التامة (اللارجحان)، هي التي تحكم وجود الالية وسلوكها في الأفراد الهجينة وفيما يلي تحليل لهذه الظاهرة :

مرينو tt	**(ذيل) ×**	**عواسي**	**TT إليه**	**P**
		Tt		F1
		ذيل دهني عريض		

وعندما يجري التلقيح الداخلي Interse بين أفراد الجيل الأول F1 فإن الأفراد الناتجة ستمتلك النسب التالية :

ذيل دهني عريض	**Tt × Tt**	**ذيل دهني عريض**		**P1**
	T.t × T.t			**G**
tt	**2Tt**	**TT**		**F2**
ذيل	**ذيل دهني عريض**	**إلية**		

وهنا تتوزع النسبة في الجيل الثاني بحيث تعطي ١ إلية : ٢ ذيل دهني عريض : ١ ذيل .

8 _ وراثة الأذن في الأغنام :Earless in sheep

لقد لوحظت حادثة الأذن القصيرة في الأغنام من قبل فريدت Fridt . إذ قام بتلقيح إناث عديمة الأذن مع كباش ذات آذان طبيعية فتنتج في الجيل الأول أفراد ذات آذان قصيرة . أما في الجيل الثاني الناتج عن تلقيح الجيل الأول داخلياً فقد كانت النسبة كما يلي: 25% ذات آذان طبيعية ، و 50% ذات آذان قصيرة و 25% عديمة الآذان تماماً . أي نشأت النسبة 1: 2 :1 . وجدير بالذكر أن التلقيح بين الأغنام ذات الآذان لا تنتج إلا أمثالها . وكذا الأمر بالنسبة للأغنام العديمة الآذان .

تركيب وراثي	**Aa**	×	**AA**	**P**
	عديمة الاذن		طبيعية الاذن	
	A.a			GP
	Aa × Aa			F1
	أفراد ذات آذان قصيرة			
Aa	2Aa	AA		F2
عديمة	قصيرة	طبيعية		شكل ظاهر
1 :	2 :	1		النسبة

٩_ وراثة اللون في شعر سلالة البالمينو في الخيول العربية: Palomino

خيول البالمينو Palomino هي خيول عربية الأصل وهي ذات لون أصفر ذهبي لكل أجزاء الجسم مع وجود اللون الأبيض في شعر الرقبة والذيل

ويدل هذا اللون على الأفراد الخليطة التركيب الوراثي . فإذا لقحت مثل هذه الأفراد مع بعضها فإن حوالي النصف من النسل الناتج يمتلك هذه الصفة أما بقية أفراد الجيل الناتج فتتقسم إلى 25 % " الربع من النسل عبارة عن أفراد حمراء كستناوية Bay (كميت) 25% . والباقية عبارة عن أفراد بيضاء (البينوس) .

إذاً خيول البالمينو في الأساس حمراء كستناوية إلا أنها تحمل المورث D السائد سيادة غير تامة . فإذا كانت الأفراد تحمل المورث بصورة مزدوجة DD فتكون درجة الصبغة الميلانين ضعيفة . فالأفراد الأصلية DD الألبينوسية تمتلك لوناً أبيض كريمي والعيون زرقاء باهتة .

أما التهجينات الممكنة لهذه الخيول هي :

	النسبة	**النسل الناتج**		
1- البينوس × أحمر		البينوس	بالمينو	كميت
كستناوي فاتح كميت	0: 1: 0	0	100	0
٢- بالمينو × كميت	1: 1: 0	0	50	50
3- بالمينو × بالومينو	1: 2: 1	25	50	25
4- بالومينو × البينوس	0: 1: 1	50	50	0

<u>الخلاصة</u>:تعريف السياده الغير تامة –مقارنة السيادة التامة مع السيادة الغير تامة- عدم الحاجة للتلقيح الاختباري–دور السيادة الغير تامه في انتاج صفات جديدة وسط بين الابوين.

الفصل الثالث

توريث جينين أو أكثر – قانون التوزيع الحر(الهجونة الثنائية)
Dihybrid Inheritance and Independent assortment

دراستنا في الفصول السابقة كانت تنضوي على الحالات الوراثية المتسببة عن زوج واحد من المورثات المتضادة Alliles وفيما يلي سوف نتقدم بالدراسة خطوة أخرى إلى الأمام وذلك بمتابعة انتقال صفتين مختلفتين في نفس الوقت بحيث أن كل صفة يتحكم فيها زوج من العوامل الوراثية والتي نطلق عليها تسمية الهجونة الثنائية .

قانون التوزيع الحر: Independent Assortment

يوجد في سلالة الابقار الأبردين انجس زوج من الأليلات يتحكم في صفة لون الشعر حيث (B) يكون أسود بينما التركيب الوراثي bb يكون أحمر الشعر في الشهورتهورن ، معنى ذلك أن صفة اللون الأسود سائدة سيادة تامة على صفة اللون الأحمر .

وهناك موقع جيني آخر Locus على كروموسوم مختلف يشغله زوج آخر من الأليلات يتحكم في صفة القرون ويرمز لها بالرمزين (P - pp) حيث أن التركيب الوراثي P – genotype يكون عديم القرون (أبردين انجس) ، بينما التركيب الوراثي p p يكون ذو قرون (شهورتهورن) ، معنى ذلك أن عديم القرون سائدة سيادة تامة على صفة ذو القرون .

وعندما درس كل زوج من أزواج الصفات هذه كل على حدة وجد أنها تتبع القواعد المندلية الخاصة بإنعزال العوامل عن بعضها عند تكوين الجاميطات ، بمعنى أنه كانت تظهر صفة واحدة في الجيل الأول F1 وهي الصفة السائدة ، بينما تظهر الصفتان في الجيل الثاني F2 بحيث أن الصفة السائدة تظهر بنسبة ¾ في الأفراد والصفة المتنحية تظهر بنسبة ¼ في الأفراد كما يتضح من الأشكال التالية :

أنثى سوداء	×	**ذكر أحمر**	**: آباء**
	أسود (ذكور + إناث)		F1 :
أسود		أحمر	F2 :
3	:	1	: النسبة الناتجة
أنثى عديمة القرون	×	ذكر ذو قرون	: آباء
	عديم القرون (ذكور + إناث)		F1 :
عديم القرون		ذو قرون	F2 :
3	:	1	: النسبة الناتجة

والسؤال الآن كيف تتصرف هذه الصفات المختلفة إذا تواجدت في فرد واحد ؟ إذا أخذنا سلالة نقية من هذه الحيوانات تحمل الصفتين (فرد أسود + عديم القرون) ، تركيبها الوراثي BBPP ذكوراً وإناثاً ويقال عنها Dubly Homozygous . (الصفتان سائدتان صافيتان) ، وإذا أخذنا سلالة أخرى نقية من هذه الحيوانات تحمل الصفتين المتنحيتين (فرد أحمر+ ذو قرون) ، تركيبها الوراثي b b pp ذكوراً وإناثاً .

وبالتهجين بين فرد من السلالة الأولى السائدة مع فرد من السلالة الثانية المتنحية فإننا نحصل في الجيل الأول الناتج على أفراد خليطة للصفتين كما يلي :

الآباء P :	**الشكل المظهري :**	**ذو قرون أحمر × عديم قرون أسود**
	التركيب الوراثي	BBPP × bbpp
	الجاميطات :	BP × bp
	التركيب الوراثي :	BbPp
الجيل الأول F1	الشكل الظاهري :	أسود عديم قرون

يلاحظ أن أفراد الجيل الأول تظهر عليها فقط الصفة السائدة واختفت الصفة المتنحية .

وتعرف أفراد الجيل الأول هذه F1 بأنها هجين ثنائي Dihybrid لأنها خليطة Heterozygout بالنسبة لكل زوج من أزواج العوامل الوراثية.

والتساؤل الآن يكون عن النتيجة المتوقعة في الجيل الثاني F2 عندما نقوم بالتهجين بين أفراد الجيل الأول هذه .

الهجين الثنائي الناتج في الجيل الأول يعطي أربعة جاميطات مختلفة وراثياً بتكرارات متساوية تقريباً ويرجع ذلك إلى الترتيب العشوائي للأزواج الكروموسومات .

والرسم التوضيحي التالي يشرح ذلك :

الجينات genes	**الجاميطات gametes**	**التكرار Frequency**
B — P	BP	¼
B — P	Bp	¼
b — P	bP	¼
b — P	bp	¼

أي أن النتيجة المتوقع الحصول عليها في الجيل الثاني F2 من التهجين بين فردين من أفراد الجيل الأول يمكن توضيحها على رقعة شطرنج (4×4) أي أنها تحوي على / 16 / خانة تمثل كل التوافيق الممكنة بين جاميطات الجيل الأول ، وعلى العموم فهذه الطريقة غير عملية وتستغرق وقتاً طويلاً وفرص الخطأ فيها كبيرة ولكننا سنشرحها لأنها من أوائل الطرق التي استعملت في التحاليل الوراثية فضلاً عن أنها تفيد في حالة تحديد قليل من أزواج الجينات :

الآباء P الشكل المظهري : احمر ذو قرون × أسود عديم القرون : P

التركيب الوراثي : BBPP × bbpp

الجاميطات : BP × bp : G

الشكل المظهري : أسود عديم القرون : F1

التركيب الوراثي : BbPp

الجاميطات : BP . Bp . bP . bp

الجاميطات المؤنثة

F2 ♂ \ ♀		BP	Bp	bP	bp
الجاميطات المذكرة	BL	BBPP أسود عديم	BBPp أسود عديم	BbPP أسود عديم	BbPp أسود عديم
	Bl	BBPp أسود عديم	BBpp أسود ذو	BbPp أسود عديم	Bbpp أسود ذو
	bL	BbPP أسود عديم	BbPp أسود عديم	bbPP أحمر عديم	bbPp أحمر عديم
	Bl	BbPp أسودعديم	Bbpp أسود ذو	bbPp أحمر عديم	bbpp أحمر ذو

ويلاحظ في الجدول (شبكة بانيت) ، وجود أشكال مظهرية متشابهة كما يوجد تراكيب جينية متشابهة وعلى ذلك يمكن تلخيص المعلومات الموجودة في شبكة بانيت بإحدى الطريقتين التاليتين :

أشكال مظهرية ghenotypes	التكرار النسبي Frequency	تراكيب جينية Genotypes	التكرار النسبي Frequency
أسود عديم القرون	16/9	BBPP BBPp BbPP BbPp	16/1 16/2 16/2 16/4
أسود ذو قرون	16/3	BBpp Bbpp	16/1 16/2
أحمر عديم القرون	16/3	BbPP BbPp	16/1 16/2
أحمر ذو قرون	16/1	Bbpp	16/1

وهذا ما توصل إليه مندل عندما درس التهجين بين سلالتين من نبات البازلاء ، الأولى بذورها ملساء وفلقات صفراء اللون yellow Smooth والثانية بذورها مجعدة وفلقات خضراء اللون Wrinkled green ويطلق على مثل هذا التلقيح الذي يشمل صفتين متفارقتين في التوارث تلقيح الهجين الثنائي cross dihybird . أما التلقيح لزوج واحد من الاليلات سمي هجين أحادي Monohybrid . وكانت هجن الجيل الأول كلها صفراء ملساء البذور حيث أن اللون الأصفر Y سائد على اللون الأخضر yy والشكل الأملس S سائد على الشكل المجعد ss .

الآباء P:	**أصفر مستدير**		×	**أخضر مجعد**
	YYSS		×	yyss
الشكل الظاهري : والتركيب الوراثي	أصفرممستدير	YySs	×	F1

GF1

♀ \ ♂	**YS**	**Ys**	**yS**	**ys**
YS	YYSS أصفر مستدير	YYSs أصفر مستدير	YySS أصفر مستدير	YySs أصفر مستدير
Ys	YYSs أصفر مستدير	yyss أصفر مجعد	YySs أصفر مستدير	Yyss أصفر مجعد
yS	YySS أصفر مستدير	YySs أصفر مستدير	yySS أخضر مستدير	yySs أخضر مستدير
Ys	YySs أصفر مستدير	Yyss أخضر مجعد	yySs أخضر مستدير	yyss أخضر مجعد

رسم يوضح التوزيع الحر لزوجين من الصفات في البازلاء السيادة بينهما تامة

وعندما هجن ذاتياً أفراد الجيل الأول نتج الجيل الثاني وكان مكوناً من (556) بذرة . وبذلك تحقق الإنعزال المتوقع في هذه البذور بنسبة 3 سائد :1 متنحي (4/3 ، 4/1) لكل من شكل البذرة ولونها حيث أعطى الأشكال الظاهرية التالية : 416 بذور صفراء و 140 بذور خضراء و 423 ملساء و 133 بذرة مجعدة وقد وجد مندل أن انعزال لون البذرة مستقل ومنفصل تماماً عن شكل البذرة وإن الأنماط الوراثية الأبوية والأنماط الوراثية الجديدة للصفات ظهرت من أفراد الجيل الثاني F2 بالأعداد التالية :

٣١٥ بازلاء أملس أصفر الفلقات .

١٠١ بازلاء مجعد أصفر الفلقات .

١٠٨ بازلاء أملس أخضر الفلقات .

٣٢بازلاء مجعد أخضر الفلقات .

ويلاحظ ظهور الأنماط الوراثية الجديدة (أملس أخضر) (مجعد أصفر) ويشير هذا إلى أن 16/9 من المجموع الكلي تظهر به الصفتان السائدتان " أملس وأخضر " و 16/3 تظهر به صفة سائدة وصفة متنحية " أملس أخضر " و 16/3 تظهر به صفة سائدة وصفة متنحية " مجعد أصفر " و 16/1 به الصفتان المتنحيتان " مجعد وأخضر " . وعلى ذلك فإن النبات (البازلاء) الأصيل السائد الذي استعمله مندل في التهجين يحمل المورثات YYSS والأصيل المتنحي يحمل المورثات yyss الأملس الأصفر والمجعد الأخضر على التوالي ، والأعراس التناسلية التي أعطتها هذه الآباء تحمل YS و ys على الترتيب .

وبذلك يعطي هجين الجيل الأول أربعة أنواع من الأعراس التناسلية وبأعداد متساوية YS و Ys و yS و ys . وبالتلقيح بين نباتين من الجيل الأول يعطي كل منهما هذه الأعراس ، سيكون هناك ستة عشر فرداً في الجيل الثاني الناتج ويكون التقاء هذه الأعراس التناسلية مع بعضها البعض تابع للصدفة والأفراد الستة عشر في الجيل الثاني تتوزع بالنسبة التالية :

9 ملساء صفراء : 3 ملساء خضراء : 3 مجعدة صفراء : 1 مجعد أخضر . وبذلك توصل مندل إلى قانونه الثاني : قانون التوزيع الحر قائلاً :

(إن توزيع كل زوج من الأليلات يجري بشكل مستقل عن الآخر) .

الفرق بين النمط الوراثي والمظهري :

يلاحظ أنه لا يمكن التمييز بين الستة عشرنمطا التي تكون الجيل الثاني ولا يمكن من خلال شكلها الظاهري لأنها ستكون متشابهة من حيث الشكل لأن السيادة تتسبب في تشابه الأفراد الأصلية للصفة السائدة مع الأفراد الخليطة وعليه فبالنسبة للمظهر الواقعي ستوجد أربع أشكال ظاهرية للأفراد ،

وبعض هذه الفئات سيكون عدد الأفراد بها أكثر من غيرها .ففي الأفراد الملساء صفراء البذور يوجد أربعة أنواع منها :

فئة تركيبها الوراثي YYSS وهي أصيلة لكل من الأملس والأصفر وستكون صادقة التوالد إذا ما لقحت فيما بينها ، وفئة تركيبها الوراثي YYSs وهذه أصيلة للأصفر وخليطة للأملس وتكون صادقة التوالد للون الأصفر دون الأملس ، وفئة تركيبها الوراثي YySS تكون أصيلة للأملس وخليطة للون الأصفر وتكون صادقة التوالد للأملس دون الأصفر ، وفئة تركيبها الوراثي YySs وهي خليطة لكلا المورثين وتكون غير صادقة التوالد لأي من الصفتين بل ستنتج نسلاً ينعزل تماماً كما في الجيل الثاني وتوجد هذه الفئات بأعداد متساوية بل بنسبة 1: 2: 2: 4 على الترتيب .من هذا استنتج مندل أن النسبة 9 : 3 : 3 : 1 تظهر فقط في حالة ما إذا كانت كلتا الصفتان سائدتان سيادة تامة . أما إذا كانت السيادة غير تامة ، فإن الأفراد الخليطة تختلف في المظهر عن الأفراد الأصيلة ، ومنه يمكن تمييز أكثر من أربع فئات مظهرية في الجيل .

وبذلك فالجينات المحمولة على كروموزومات مختلفة فقط هي التي تتوزع توزعاً حراً . أما إذا كان هناك جينان أو أكثر محمولة على الكروموسوم نفسه فإن هذا يحد من توزيعها الحر(مرتبطة) .

طرق حل تلقيحات الهجن الثنائية :

1– طريقة الرقعة الشطرنجية للتراكيب الوراثية وللطرز المظهرية : في خنازير غينيا زوج من المورثات أسود(B-) سائد على الأبيض(bb) والقصير (L-) سائد على الطويل (ll) الجيل الناتج من تزاوج أسود قصير مع أبيض طويل كان الناتج أسود قصير (BbLl)

BbLl × **BbLl** **F1** **BbLl**

أسود قصير أسود قصير

إذا أخذنا في الإعتبار الموقع B فقط ، فإن Bb × Bb تنتج ¼ bb و ½ Bb و ¼ BB . وبالمثل بالنسبة إلى الموقع L فإن Ll × Ll تنتج ¼ ll و ½ Ll و ¼ LL ، فإذا وضعنا درجات احتمال التراكيب الوراثية على رقعة شطرنجية أمكننا استخراج التوافيق الممكنة بين درجات الاحتمالات المستقبلة بالضرب .

F_2	1/4LL	1/2Ll	1/4ll
1/4BB	1/16 BBLL	1/8 BBLI	1/16 BB ll
1/4Bb	1/8 BbLL	1/4BbLl	1/8 Bb ll
1/4bb	1/16 bbLL	1/8 bbLl	1/16 bbll

مثال : شبكة بانيت للطرز المظهرية :

BbLl × **BbLl**

أسود قصير أسود قصير

إذا أخذنا بعين الاعتبار الموقع B ، فإن Bb × Bb ينتج 4/3 أسود و 4/1 أبيض، وبالمثل بالنسبة للموقع L . فإن Ll × Ll ينتج 4/3 قصير و 4/1 طويل ، فإذا وضعنا درجات الاحتمال المستقلة للطرز المظهرية في شبكة بانيت يمكننا استخراج التوافيق الممكنة بينهم بالضرب :

	أسود 4/3	أبيض 4/1
قصير 4/3	أسود قصير 16/9	أبيض قصير 16/3
أبيض 4/1	أسود طويل 16/3	أبيض طويل 16/1

٢- نظم التفريع : سبق أن وردت في فصل الهجونة الأحادية كوسيلة لتعيين كل الطرق التي يمكن بها معرفة الاحتمالات الممكنة بين التراكيب الوراثية أو بين الطرز المظهرية وستكون هذه هي الطريقة المختارة لمعظم الأمثلة في هذا الفصل.

مثال : التفريع الثلاثي للأنماط الوراثية :

الأنماط الوراثية		النسب		
BBLL	16/1	=	4/1 LL	4/1 BB
BBLl	8/1	=	2/1 Ll	
BBll	16/1	=	4/1 ll	
BbLL	8/1	=	4/1 LL	2/1 Bb
BbLl	8/1	=	2/1 Ll	
Bbll	8/1	=	2/1 ll	
BbLL	16/1	=	4/1 LL	4/1 bb
BbLl	8/1	=	2/1 Ll	
Bbll	16/1	=	4/1 ll	

أسود قصير 9/ 16	قصير	4/3	أسود 4/3
أسود طويل 3/ 16	طويل	4/1	
أبيض قصير 3/ 16	قصير	4/3	أبيض 4/1
أبيض طويل 1/ 16	قصير طويل	4/1	

ويمكن استخدام هذه الطريقة في الحصول على الأعراس التناسلية أيضاً .

٣–طريقة ضرب النسب الوراثية لكل صفة على حده حيث تحل كل صفة وكأنها هجونة احادية ونضرب النسب الناتجة لكلتا الصفتين.

السيادة غير التامة في الهجونة الثنائية :

من المميز أنه لا يمكن التمييز بالعين بين الستة عشر نمطا التي تكون الجيل الثاني ، حيث أن بعض الأنماط الوراثية ستكون متشابهة من حيث الشكل لأن السيادة تتسبب في تشابه الأفراد الأصيلة للصفة السائدة مع الأفراد الخليطة لها .

وعليه فبالنسبة للمظهر الواقعي ستوجد أربع فئات من الأفراد كما مر في مثالنا السابق ، وبعض من هذه الفئات سيكون عدد الأفراد فيها أكثر من غيرها .

وتتواجد بنسبة 1: 2: 2: 4 على الترتيب ومن حيث التركيب الوراثي ، وبطبيعة الحال فإن نسبة 1:3:3:9 تظهر فقط في حالة ما إذا كانت الصفتان سائدتين سيادة تامة . ومن المعلوم أن السيادة غير التامة لاتقتصر على زوج من المورثات بل يمكن ملاحظتها في وراثه زوجين من هذه الصفات .

وعليه فإنه يمكن تمييز أكثر من أربع فئات مظهرية في الجيل الثاني ، وإليك مثال على ذلك :

في بعض سلالات الأبقار نجد أن صفة انعدام القرون (PP) سائدة على صفة وجود القرون (pp) سيادة تامة ، أما بالنسبة للون الأحمر (RR) فإنه سائد سيادة غير تامة على اللون الأبيض (rr) ويكون الجيل الأول أشهب (طوبي) (R3) اللون :

الآباء: P التركيب الوراثي: ppRR × PPrr :P

الشكل المظهري: أحمر ذو قرون عديم القرون أبيض

الجاميطات: pR Pr

PpRr

F1: النمط الوراثي :

النمط الظاهري : عديم القرون طوبي

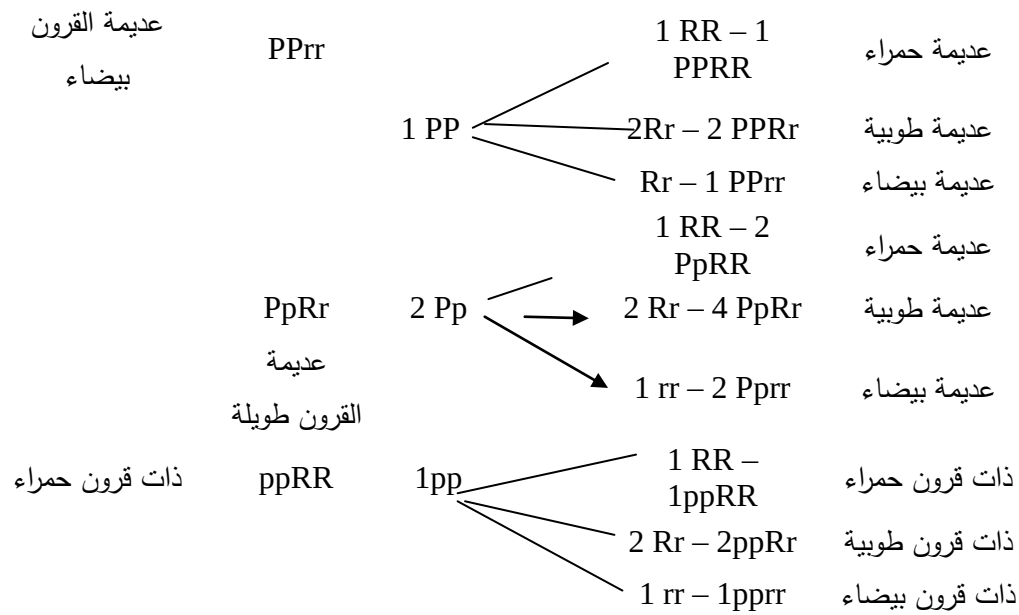
وبالتلقيح الداخلي لأفراد الجيل الأول F1 ، ينتج لدينا من كل فرد أربع أعراس تناسلية : PR , Pr , pR , pr . وبطريقة الرقعة الشطرنجية نحصل على :

♂	**PR**	**Pr**	**pR**	**pr**

♀				
PR	PPRR عديمة القرون حمراء	PPRr عديمة القرون طوبية	PpRR عديمة القرون حمراء	PpRr عديمة القرون طوبية
Pr	PPRr عديمة القرون طوبية	PPrr عديمة القرون بيضاء	PpRr عديمة القرون طوبية	Pprr عديمة القرون بيضاء
pR	PpRR عديمة القرون حمراء	PpRr عديمة القرون طوبية	PpRR ذات قرون حمراء	ppRr ذات قرون طوبية
pr	PpRr عديمة القرون طوبية	Pprr عديمة القرون بيضاء	ppRr ذات قرون حمراء	pprr ذات قرون بيضاء

وهكذا نجد أن نسبة الأفراد الحمراء إلى الطوبية فالبيضاء 1:2:1 ، أما نسبة انعدام القرون إلى وجودها فهي 1:3 على التوالي . ويمكن الحصول على هذه النتائج بطريقة التفريع كالتالي :

P . F1 **F1 gam F2**



التلقيح الاختباري في الهجن الثنائية: Test cross ogadi hybrid

عند تلقيح أفراد الجيل الأول الخليطةالناتجة عن تلقيح بين حشرات رمادية لون الجسم ومختزلة الجناح مع أخرى ابنوسية لون الجسم طويلة الجناح في الدروسوفيلا (ذبابة الخل)كانت حشرات ذات لون رمادي طويل الجناح لقحت اختباريا مع حشرات ذات لون ابنوسية مختزلة الجناح اختباريا فإن النسل الناتج من التلقيح الاختياري يمتلك نفس الأنماط الظاهرية ولكن بنسب مختلفة وإليك ذلك وراثيا:

رمادي R- ، طويل L -

ابنوسي rr ، مختزل l

الآباء	الشكل المظهري	رمادي مختزل × أبنوسي طويل	P
	التركيب الوراثي	LLrr × llRR	
	الأعراس التناسلية	Lr × lR	G
	التركيب الوراثي للجيل الأول	LlRr	F1
	الشكل الظاهري	رمادي طويل	

♂ / ♀	رمادي طويل		أبنوسي مختزل	
	LR	Lr	lR	lr
Lr	LlRr	Llrr	llRr	llrr
الشكل الظاهري	رمادي طويل	رمادي مختزل	أبنوسي طويل	أبنوسي مختزل
النسبة الناتجة	1	1	1	1

وبنفس الطريقة يمكن التنبؤ بالنتائج التي نحصل عليها في دجاج الليجهورن يملك مورث اللون الأبيض في الريش سائد وعرف مفرد متنحي مع الدجاج الهندي وريش قاتم متنحي مع عرف وردي سائد .

– وراثة ثلاثة أزواج من الصفات المتضادة Tri hybrid :

من الملاحظ أن الأفراد في النوع الواحد أو في العائلة الواحدة لا يختلفون عن بعضهم في زوج واحد من العوامل الوراثية أو زوجين من العوامل الوراثية إنما يلاحظ أن الأفراد في العائلة الواحدة يختلفون عن بعضهم في عديد من أزواج العوامل الوراثية وغالباً ما يكون من الصعب تحليل نتائج التلقيحات التي يدخل فيها أكثر من زوجين اثنين من العوامل الوراثية ، وفي هذه الأحوال أي عندما يراد تحليل نتائج مثل هذه الهجن المركبة poly hybrids فإننا سوف نلجأ إلى تفصيص الهجن المركبة إلى

عدد من الهجن الأحادية Monohybrids وبالتالي يمكننا التعامل معها ولفهم كيفية وراثة العدد الكبير من الصفات في الهجين المركب . نسوق ما يلي : النسل الناتج من التهجين بين فردين يختلفان عن بعضهما في ثلاثة أزواج من الصفات المتفارقة يعرف بإسم الهجين الثلاثي Trihybrid .

ولكي نوضح نتائج التلقيح بين الهجن الثلاثية نجري التلقيح بين سلالة الفريزيان – هوليشتين مع الهيرفورد العديم القرون حيث تمكننا من دراسة ثلاثة أزواج من الصفات المتفارقة ، هي :

١- شعر أسود – شعر أبيض (b/b – B/-) .

٢- شعر قصير – شعر طويل (l/l – L-) .

٣ - حجم طبيعي – جسم متقزم (d/d – D/-) .

فإن التركيب الوراثي لـ الفريزيان هولشتين هيرفورد

أسود	BB	احمر	bb
ذو قرون	pp	عديم القرون	PP
خضابي الرأس	hh	أبيض الرأس	HH

فإذا أخذنا فردين لاستعمالها كالآباء بحيث أن أحد هذين الأبوين كان يحمل ثلاث صفات سائد في حالة متماثلة أي أنه :

ذو تركيب وراثي	BB	Pp	hh
ذو شكل ظاهري	شعر أسود	ذو قرون	خضابي

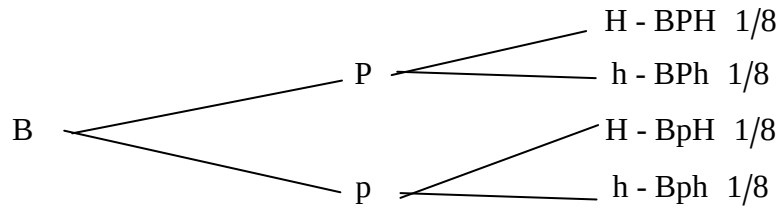
أما الأب الآخر يحمل ثلاث صفات المتنحية وهنا لا بد أن يكون تركيبه الوراثي متماثلاً كما يلي :

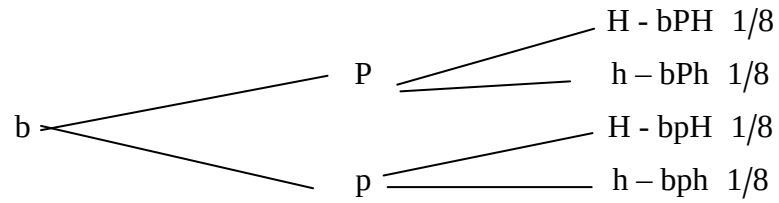
Bb	PP	HH
شعر أحمر	عديم القرون	أبيض الرأس

فيكون ناتج تلقيح هذين الأبوين مع بعضهما أفراد وهي أفراد الجيل الأول F1 ذات تركيب وراثي هجين وتحمل الثلاث الصفات السائدة كما يتضح :

الآباء P	الشكل المظهري :	أسود ذو خضابي × احمر عديم ابيض الرأس
	التركيب الوراثي :	bbPPHH × BB bbhh
	الأعراس :	bPH : Bph
G :		
الجيل الأول :	التركيب الوراثي :	BbPpHh
F1 :		
	الشكل الظاهري :	أسود عديم القرون أبيض الرأس

وبالتلي تعطي أفراد الجيل الأول وحسب جاميطاتها (8) أنواع مختلفة من الأعراس التناسلية بنسب متساوية في كل من الذكور والإناث وعلى أساس أن الثلاثة أزواج من العوامل الوراثية مستقلة عن بعضها بمعنى أن كل زوج محمول على زوج خاص به من الكروموسومات ، والرسم التالي يوضح الثمانية أنواع من الجاميطات هذه ، وذلك حسب طريقة التفريع المزدوج :





ويمكننا التأكد من أفراد الجيل الأول التي تكون الثمانية أنواع من الأعراس المختلفة وبهذه النسب المتساوية ، يمكننا التأكد عن طريق استعمال التلقيح الإختباري Test Cross حيث نأخذ أفراد F1 هذه ونزاوجهم مع افراد تحمل الثلاث صفات المتنحية (bbpphh) والعروس التناسلية الناتجة من الفرد المتنحي هي bph .

شبكة بانيت

♀ \ ♂	BPH	BPh	BpH	Bph	bPH	bPh	bpH	bph
bph	BbPpHh	BbPphh	BbppHh	Bbpphh	bbPpHh	bbPphh	bbpHh	bbpphh
الشكل الظاهري	أسود عديم أبيض	أسود عديم خضابي	أسود ذو أبيض	أسود ذو خضابي	أحمر عديم أبيض	أحمر عديم خضابي	أحمر ذو أبيض	أحمر ذو خضابي
النسبة الناتجة	1	1	1	1	1	1	1	1

إن النسل الناتج من هذا التلقيح الاختباري ثمانية أنماط ظاهرية مختلفة بحيث أن كل نمط مظهري منهم يعكس النمط الوراثي لعروسة من الأعراس التناسلية الناتجة من أفراد الجيل الأول F1 .

والسبب في ذلك أن الأب المتنحي المستعمل في التلقيح الاختباري ينتج نوعاً واحداً فقط من الأعراس التناسلية كلها لها نفس النمط الوراثي وهو (bph) وبالتالي فإن نسب الأشكال الظاهرية في التلقيح الإختباري هذه تحدد نسب أنواع الجاميطات المختلفة التي كونتها أفراد الجيل الأول F1 كما يتضح من جدول شبكة باينت .

- **نتائج تحليل الهجن المركبة: Analysis of polyhbird**

سبق أن ناقشنا بعض الطرق المستعملة في حساب نسب الأشكال المظهرية وكذلك نسب التراكيب الوراثية في الجيل الثاني F2 في كيفية وراثة زوجين من الصفات ، وهذه الطرق مبنية على أساس تفصيص الهجن المركب إلى عدد من التهجينات الأحادية .

مثال : في حالة هجين ثلاثي: Trihybrid

يمكن التعامل معه على أساس أنه يتكون من ثلاثة هجن أحادية ثم تجميع نتائج هذه الثلاثة هجن الذاتية مع بعضها بالطرق المدروسة .

في خنازير غينيا إذا أخذنا زوجين من الصفات (شعر أسود – شعر أبيض) فإننا نحصل في الجيل الثاني على النسبة 3 :1 (شعر أسود – شعر أبيض) وإذا أخذنا زوجي الصفات (شعر قصير – شعر طويل) فإن ناتج التلقيح هذا في الجيل الثاني (3 شعر قصير : 1 شعر طويل) ، وحصلنا على نسبة الأشكال الظاهرية في الجيل الثاني عند دراسة زوجي الصفات هذين معاً عن طريق ضرب نسب الجيل الثاني للزوجين في بعضهما لنحصل على النسب التالية :

(3 شعر أسود + 1 شعر أبيض) × (3 شعر قصير + 1 شعر طويل) =

أسود قصير	أسود طويل	أبيض قصير	أبيض طويل
9	: 3	: 3	: 1

من الصفات في النسبة الخاصة بالزوجين السابقين فإننا نحصل على نسب الجيل الثاني بالنسبة للثلاثة أزواج من الصفات في نفس الوقت كالآتي :

أسود قصير	أسود طويل	أبيض قصير	أبيض طويل
9 :	3 :	3 :	1

طبيعي متقزم

1 : 3

1	1	1	1	1	1	1	1
أسود قصير طبيعي	أسود طويل طبيعي	أبيض قصير متقزم	أسود طويل متقزم	أبيض قصير طبيعي	أسود قصير متقزم	أبيض طويل طبيعي	أبيض طويل متقزم
27	9	3	3	9	9	3	1

معنى ذلك أننا أخذنا النسبة الناتجة من زوج واحد من العوامل في الجيل الثاني وهي (1:3) ورفعناها إلى أس يساوي عدد أزواج العوامل المتفارقة الداخلة في التهجين وفي هذا المثال كان عدد الأزواج (3) وبالتالي كان الأس (3) .

ومن عيوب هذه الطريقة أنها تعطي فقط نسب الأشكال الظاهرية ولا تعطينا أي فكرة عن نسب التراكيب الوراثية الداخلة في تكوين مجاميع الأشكال الظاهرية هذه .

- **الطريقة المختصرة بواسطة طريقة التفريع (التفرع) :**

والتي تعطينا بنفس الوقت الشكل الظاهري والتركيب الوراثي والنسبة أيضاً على أساس أنه بالنسبة لزوج واحد من العوامل فإن التراكيب الوراثية في الجيل الثاني تكون دائماً بالنسب التالية :

التركيب الوراثي	BB	Bb	bb
الشكل الظاهري	أسود	أسود	أبيض
النسب الناتجة	1	2	1

وبضرب هذه النسب الخاصة بأزواج العوامل الأخرى فإننا نحصل على كل التراكيب الوراثية وتكرارها المتوقع في النسل في الجيل الثاني وذلك بالنسبة لأي عدد من أزواج العوامل الوراثية .

أسود قصير طبيعي 1DD – 1 BBLLDD طبيعي		
أسود قصير طبيعي 2Dd – 2 BBLLDd طبيعي	LL قصير	
أسود قصير متقزم 1dd – 1 BBLLdd متقزم		
أسود قصير طبيعي 1DD – 1 BBLlDD طبيعي		
أسود قصير طبيعي 2Dd – 4 BBLlDd طبيعي	2 Ll قصير	1BB
أسود قصير متقزم 1dd – 2 BBLldd متقزم		
أسود طويل طبيعي 1DD – 1 BBllDD طبيعي		
أسود طويل طبيعي 2Dd – 2 BBllDd طبيعي	1 ll طويل	
أسود طويل متقزم 1dd – 1 BBlldd متقزم		

أسود قصير طبيعي BbDDLL 2 – 1 DD طبيعي		
أسود قصير طبيعي BbLLDd 4 – 2 Dd طبيعي	1 LL قصير	
أسود قصير متقزم 2BbLLdd – 1 dd متقزم		
أسود قصير طبيعي BbLlDD 4 – 1DD طبيعي		
أسود قصير طبيعي BbLlDd 8 – 2 Dd طبيعي	2 Ll قصير	أسود 2Bb
أسود قصير متقزم BbLldd 4 – 1 dd متقزم		
أسود طويل طبيعي BbllDD 2 – 1 DD طبيعي		
أسود طويل طبيعي BbllDd 4 – 2 Dd طبيعي	1 ll طويل	
أسود طويل متقزم 2Bblldd – 1 dd متقزم		

أبيض قصير طبيعي 1bbLLDD – 1DD طبيعي		
أبيض قصير طبيعي 2bbLLDd – 2Dd طبيعي	1LL قصير	
أبيض قصير متقزم 1 bbLLdd – 1dd متقزم		
أبيض قصير طبيعي 2bbLlDD – 1 DD طبيعي		
أبيض قصير طبيعي bbLlDd 4 – 2 Dd طبيعي	2Ll قصير	ابيض 1bb
أبيض قصير متقزم bbLldd 2 – 1 dd متقزم		
أبيض طويل طبيعي bbllDD 1 – 1 DD طبيعي		
أبيض طويل طبيعي bbllDd 2 – 2 Dd طبيعي	1ll طويل	
أبيض طويل متقزم bblldd 1 – 1 dd متقزم		

علاقات أساسية :

لاحظنا في المناقشات السابقة أنه كلما زاد عدد أزواج العوامل الوراثية في تهجين معين كلما زادت صعوبة تحليل نتائج الجيل الثاني F2 . ومن النتائج السابقة المشاهدة في الجيل الثاني في حالة زوج واحد وزوجين وثلاثة أزواج من العوامل الوراثية يمكن استنساج عدد من العلاقات الأساسية التي يمكن بواسطتها حساب النتائج المتوقعة في الجيل الثاني F2 مهما كان عدد أزواج العوامل الداخلة في التزاوج والجدول التالي يوضح هذه العلاقات :

عدد أزواج المورثات الداخلة في التلقيح	عـــــــدد أزواج الأعراس التناسلية التـي يكونهـا F1 الخليط	عـدد المجـاميع الشكلية في الجيل الثـاني فـي حالـة السيادة التامة	عدد الأفراد الناتجة في الجيل الثاني F2	عدد أنواع التراكيب الوراثية في الجيل الثاني F2
1	2	2	4	3
2	4	4	16	9
3	8	8	64	27
4	16	16	256	81
ن	$2^{ن}$	$2^{ن}$	$4^{ن}$	$3^{ن}$

مهما كان عدد المورثات رباعية او خماسية اواكثر فيمكن حساب التكرارات والنسب الوراثية بطريقة التفرع.

الخلاصة: تعريف الهجونة الثنائية–طرق حل الهجونة الثنائية في حالات مختلفة (كلتا الصفتين سيادة تامة –الصفتين سيادة غير تامة – صفة سيادة تامة والأخرى سيادة غير تامة)٠الحل بطريقة :ضرب النسب – شبكة بانيت– التفرع.

الفصل الرابع

نظرية الاحتمالات ومربع كاي :PRAND THE CHI-SQUARE

مقدمة:

إن فهم قانون الإحتمالات يعتبر أساساً في فهم طريقة انتقال الصفات الوراثية ، وإن حساب عدد أفراد جنس معين بالنسبة لأفراد الجنس الآخر في عائلة ما تعتبر مثالاً تطبيقياً على طريقة الاستفادة من قوانين الاحتمالات .

وتختلف الظواهر والأحداث من حيث درجة وقوعها وهذه الظواهر لا تحتاج إلى تفسير حيث أن هذه الأحداث مجردة تماماً من تقدير لدرجة احتمال وقوعها ، لأنها ستقع فعلاً عند حدوث الظاهرة ، وتكون نسبة وقوعها (١٠٠%) .بينما يوجد أنواع أخرى من الأحداث غير محددة الحدوث ، بمعنى أن تلك الظواهر قد تحدث أو لا تحدث ومن الأمثلة على ذلك ولادة ذكر أم أنثى ، نجاح طالب في مقرر دراسي ، مثل هذه الأمثلة تدخل في إطار نظرية الاحتمال كوسيلة عملية للتعبير عن تلك الأحداث . وذلك عن طريق تقدير درجة الاحتمال لوقوع الحدث وهناك أنواع مختلفة للإحتمالات منها :

١- الاحتمال الرياضي Mathematical Probability :

إذا كان هناك حدث معين يمكن أن يقع بعدد من الطرق ولنفرضها (m) ، وكان العدد الكلي للطرق التي يمكن للحدث أن يظهر بينها (n) وبإفتراض أن جميع الطرق متساوية في درجة حصولها فيكون احتمال ظهور هذا الحدث هو النسبة بين m\n، ولتوضيح ذلك نضرب المثال التالي :

إذا كان لدينا صندوق فيه اربع كرات صفراء وست كرات خضراء وثمانية كرات بيضاء ، فما هو درجة احتمال الحصول على كرة خضراء .

إذا اجرينا عملية سحب الكرات من الصندوق علماً بأن كل كرة تسحب تعاد إلى الصندوق قبل إجراء عملية سحب كرة اخرى .

الحل :

m = عدد الطرق التي يظهر بها الحدث = ٦ وهي تمثل عدد الكريات الخضراء .

n = عدد الطرق الكلي بما فيها طرق الحدث = ١٨ وهي تمثل العدد الكلي للكرات .

إذاً درجة احتمال ظهور كرة خضراء $m/n = 18/6 = 3/1$

وبالأسلوب نفسه لتحليل درجة احتمال سقوط قطعة من النقود على وجهها أو على ظهرها فيما إذا رميناها من أعلى وبدون تميز حيث في هذه الحالة تكون :

m = عدد الطرق التي يظهر بها = ١ الذي يمثل الوجه او الظهر .

n = عدد الطرق الكلي بما فيها طرق الحدث = ٢ عدد الوجوه للعملة .

إذن درجة احتمال الحصول على وجه أو ظهر العملة = $m/n = 2/1$.

٢- الاحتمالات المشتركة:Multy Probability

وهي تستخدم من أجل تقدير درجة احتمال وقوع أكثر من حدث واحد في نفس الوقت ، وهناك قواعد تستخدم من أجل ذلك .

أ- قاعدة جمع الاحتمالات Probability addition theory :

وتستخدم هذه القاعدة عند تقدير درجة احتمال وقوع الأحداث غير المستقلة التي تتميز بوجود ترابط فيما بينها . بمعنى أنه إذا كان لدينا حدث مركب مؤلف من حدثين فإذا وقع أحد هذين الحدثين فإنه بالضرورة يمنع ظهور الحدث الآخر ، أي بمعنى آخر لا يمكن أن يظهر الحدثان في وقت واحد ولكل منهما درجة احتمال خاصة ، ففي مثل هذه الأحوال وما شابهها تكون درجة احتمال هذا الحدث او الأحداث الأخرى مساوية لحاصل جمع درجات الاحتمال الفردية لكل منهما ، مثال : لنفرض ان لدينا ورق لعب ونريد أن نعرف احتمال ظهور صورة بنت أو ولد من هذه المجموعة من ورق اللعب عند القيام بعملية السحب .نلاحظ في هذا المثال أن هناك حدثين ظهور أحدهما يلغي تلقائياً ظهور الآخر (حدث مركب غير مستقل) ولتقدير المطلوب :

درجة احتمال سحب صورة بنت فقط هي = ٤/٥٢ = ١/١٣

درجة احتمال سحب صورة ولد فقط هي = ٤/٥٢ = ١/١٣

فاحتمال سحب صورة بنت أو ولد = ١/١٣ + ١/١٣ = ٢/١٣

ب- قاعدة ضرب الاحتمالات او(الاحتمالات المشتركة) : Probability multiplication theory

تستخدم هذه القاعدة عند تقدير حدثين أو أكثر مستقلين عن بعضهم البعض أي تقدير درجة احتمال وقوع الأحداث المستقلة التي تتميز بعدم وجود ترابط فيما بينها ، أي إذا كان وقوع أو عدم وقوع أياً منها لا يؤثر على احتمالات أياً من الأحداث الأخرى . أي يمكن أن يظهر الحدثان معاً في وقت واحد إذا وقع حدثان مستقلان بدرجتي احتمال p , q وعلى الترتيب فإن احتمال حدوثهما المشترك هو pq ، وعلى ذلك فإن الاحتمال المشترك هو حاصل ضرب احتمالات الأحداث المستقلة .

مثال : إذا تزوج رجل لون عينيه أسود خليط مع امراة لون عينيها أسود خليط أيضاً بالنسبة للون الأزرق (الأسود سائد على الأزرق) :

الآباء : رجل أسود العينين × امرأة سوداء العينين

Aa × Aa

aa، 2Aa، 1AA

أزرق ١/٤ ، أسود ٢/٤ ، أسود ١/٤

ما هو احتمال أن يكون لون عيني طفليهما الأولين زرقاء ؟

الحل :

احتمال الحصول على طفل لون عينه أزرق هو = ١/٤

احتمال الحصول على طفل لون عينه أسود هو = ٣/٤

إذاً فدرجة احتمال أن يكون لون ازرق للطفلين هو = ١/٤ × ١/٤ = ١/١٦ وهو المطلوب، ولو فرض ان هناك أبوين ونريد أن نتعرف على درجة احتمال أن يكون لهذه الأسرة خمسة أطفال يكون لون أعينهم بالترتيب : أزرق –أسود –أزرق –أزرق– أسود .

إن درجة احتمال الوصول إلى ذلك = ١/٤ × ٣/٤ × ١/٤ × ١/٤ × ٣/٤ = ٩/١٠٢٤

مثال آخر :

وجد نظرياً نفس الفرصة لتستقر قطعة من العملة على الوجه أو على الظهر إذا ما رميت إلى الأعلى . فإذا افترضنا أن احتمال مشاهدة وجه العملة =p = 2/1 وأن احتمال مشاهدة ظهر العملة = q = 2/1

فإذا رمينا العملة مرتين فإن احتمال ظهور وجه العملة مرتين في الرمية الأولى والثانية هو : P × p =

p2 = (2/1)2 = 4/1

توجد طريقة واحدة لظهور وجه العملة في رميتين متتاليتين ، وذلك بأن يظهر وجه العملة في الرمية الأولى ثم يظهر أيضاً الوجه في الرمية الثانية وذلك حقيقي أيضاً بالنسبة لظهور ظهر العملة مرتين ، وعادة ما تحتاج إلى كلمة (أو) لاستخدامها في حل التمارين التي تتضمن أحداثاً متنافية الوقوع ، مما يشير إلى أن إضافة الاحتمالات بعضها إلى بعض يجب أن يتبع ، وعلى ذلك فحينما تتواجد إمكانيات تبادلية لاستيفاء الحلول الممكنة لأي تمرين فإن ضم أكثر من احتمال إلى بعضهم البعض يكون بالجمع

مثال :

عند تلقيح أغنام عواس خليطة التركيب الوراثي تلقيحاً اختيارياً

(Bb × bb) ، فإن هناك طريقتين للحصول على نسل من فردين أحدهما أسود (Bb) والآخر أبيض (bb) وذلك مع العلم بأن دفعة النسل تتكون من فردين فقط ، فإذا كانت q = درجة احتمال لفرد الأسود = ١/٢ و b = درجة احتمال الفرد الأبيض = ١/٢ .

درجة الاحتمال الفرد الثاني الفرد الأول

= qb وابيض qأسود b البديل الأول

= bq وأسود b أبيض q البديل الثاني

الاحتمال المشترك = pq٢

b = q = ½ ، وذلك فإن الاحتمال المشترك = ٢ (١/٢) (١/٢) = ١/٢

وتعتبر الأحداث المستقلة والمتنافية الوقوع هو أساس توزيع ذات الحدين .

مفكوك ذات الحدين :

في n(a + b)، تمثل a , b ، احتمالات لحدثين مستقلين ويمثل الأس n الذي يرفع إليه ذات الحدين عدد المحاولات .ويجب أن يكون مجموع العوامل في ذات الحدين مساوياً لواحد صحيح ، وعلى ذلك :

a + b = 1

وكنا قد ذكرنا أنه عند حدوث حدثين مستقلين بإحتمالات a , q ،فإن احتمال حدوثهما معاً يكون a . q بمعنى أن الاحتمال المركب عبارة عن حاصل ضرب احتمالات الأحداث المستقلة ، وعند وجود احتمالات بديلة لاستيفاء الشروط الخاصة بالمسألة ، فإنه يتم الحصول على الإحتمال المركب بالجمع .

مثال : في رميتين لعملة معدنية ، حيث b = الظهر = ١/٢

و a = الوجه = ١/٢ فيوجد اربعة احتمالات

درجة الاحتمال	ثاني رمية	أول رمية
a2	a =	A
a.b	b =	A
b.a	a =	B
b2	b =	B

ويمكن التعبير عن كل ذلك كالتالي :

a2 + 2ab + b2 = 1

ظهرين . ظهر . وجهين

مثال : عند رمي عملة معدنية ثلاث مرات ، يمكن الحصول على احتمالات أي توافيق من الوجوه والظهور من المعادلة :

(a + b)3 = (a3 + 3ab2 + 3ab2 + b3)

اعتبر a = احتمال الحصول على وجه = ١/٢ و b = احتمال الحصول على ظهر = ١/٢.

عدد الوجوه	عدد الظهور	الحد	الاحتمال
٣	٠	a3	٣(١/٢) = ١/٨
٢	١	a2b٣	٣(١/٢) ٢(١/٢) = ٣/٨
١	٢	a2b٣	٣(١/٢) ٢(١/٢) = ٣/٨
٠	٣	b3	٣(١/٢) = ١/٨

ويمكن الحصول على مفكوك 3(P + q) بواسطة ضرب :

(a + b)3 (a2 + 2ab + b2) (a + b)

طريقة أخرى لحساب القوة في المعادلة ذات الحدين: Twoside equation

١- حساب الأس :

يمكن الحصول على الأس في المعادلة أو مفكوك ذات الحدين بالطريقة التالية مثال :

P + q)6 = P6 + 6P5q + 15P4q2 + 20 P3 q3 + 15P2q4 + 6 Pq5 + q6)

ويلاحظ هنا أن قوة P تبدأ بالقوة نفسها التي رفع إليها الحدان الأصليان ومن ثم تتناقص بالترتيب واحداً فواحداً حتى تصبح تلك القوة صغيرة .

وعكس ما هو متبع في قوة a هو صحيح بالنسبة لقوة b ، حيث تبدأ من الصفر حتى نصل إلى القوة نفسها التي رفع إليها الحدان الأصليان .

٢- حساب المعامل : (مثلث باسكال) pascal,s Triengle :

المعاملات العددية حجم العينة n

١	١	١					
٢	١	٢	١				
٣	١	٣	٣	١			
٤	١	٤	٦	٤	١		
٥	١	٥	١٠	١٠	٥	١	
٦	١	٦	١٥	٢٠	١٥	٦	١
٧	١	٧	٢١	٣٥	٣٥	٢١	٧	١

يلاحظ هنا ان كل خط من الخطوط الأفقية متناظر ، كما أن رأي رقم من أي خط يساوي مجموع الرقم الذي يقع فوقه مباشرة ، مضافاً إليه الرقم الذي يليه من جهة اليمين.

اختبار النسب الوراثية :

١- نظرية المعاينة :

إذا رمينا عملة معدنية ، فإننا نتوقع أنه في نصف عدد مرات للرميات ستقع على الوجه والنصف الآخر على الظهر إلى أعلى . هذا الاحتمال هو عبارة عن الاحتمال المتوقع مبنى على أساس عدد لا نهائي من رميات العملة إلا أن جميع التجارب الفعلية تشتمل على عدد من الملاحظات ، وعلى ذلك فإنه يمكن التكهن ببعض الانحراف عن العدد المتوقع . وهذا الانحراف عبارة عن خطأ العينة = العدد الناتج – العدد المتوقع ، بغض النظر عن الإشارة إن كانت موجبة أو سالبة .

فلنفترض أنه لا يوجد فرق بين النتائج الناتجة من رمي القطعة المعدنية والنتائج المتوقعة والتي لا يمكن إرجاعها إلى عامل الصدفة وحدها

(فرض العدم) . الان ما هو أعلى انحراف عن نسبة ٥٠ – ٥٠ المتوقعة في تجربة معينة يمكن السماح به قبل أن نرفض الفرض النظري ؟

جرت العادة على رفض الفرض النظري (فرض العدم) في التجارب الوراثية والبيولوجية عندما يكون الانحراف كبيراً لدرجة أنه يمكن إرجاعه للصدفة بمقدار أقل من (٥% من المرات) يقال لمثل هذه النتائج بأنها معنوية وبذلك فإننا نخاطر بفرصة من كل عشرين عينة أي أن العشرين عينة تعطي نفس النتائج التقريبية في كل منها ، فإننا نستبعد عينة واحدة منهم ، ويعتبر إبعاد هذه العينة عبارة عن خطأ وهذا الخطأ مقبول Satisfactory ، وبذلك فإننا نستبعد فرض صحيح . وقد عزو مثل هذا الإنحراف إلى أنه تابع للصدفة فقط

أما إذا كانت قيمة الاحتمال للإنحراف تساوي أو تقل عن (٠.٠١) فإن الإنحراف عن النسب المتوقعة كبير وذو دلالة إحصائية عالية جداً Highly significant . ونطلق عليه غالباً عالي المعنوية جداً وفي مثل هذه الحالة نخاطر بفرصة واحدة من مائة فرصة بأن يرفض فرض نظري صحيح . أمإذا وقعت قيمة الاحتمال للإنحراف بين (٠.٠١ و ٠.٠٥) فإن الانحراف معنوي وذو دلالة إحصائية عالية significant .

٢- حجم العينة :

إذا كانت تجربة رمي العملة المعدنية مبنية على أعداد قليلة فإنه يمكننا التوقع بان انحرافات كبيرة نسبياً عن القيم المتوقعة ستحدث كثيراً بالصدفة فقط .

ولكن كلما زاد حجم العينة فإن الانحراف لابد أن يصبح نسبياً أقل بحيث أنه في عينة بحجم لا نهائي ستلغي الصدف الزائدة والناقصة بعضها البعض تماماً لنحصل على نسبة المتوقع والمشاهدة (الناتج) ٥٠ – ٥٠ أو ١ : ١ مثال: في الحالة التي نرمي فيها القطعة العملة المعدنية مائة مرة فإن النسبة المتوقعة هي ظهور (٥٠) مرة الوجه (١٠٠ × ١/٢ = ٥٠) و (٥٠) مرة ظهراً . أما من ناحية الواقع (الناتج) سنجد أن النسبة (٥٠) وجهاً لا تتحقق فعلاً ، ومن المحتمل أن نلاحظ ظهور (٤٥) مرة وجها و (٥٥) ظهراً أو العكس . وعلى هذا فإن الاختلاف الظاهري الذي يمكن مشاهدته لا يلاحظ إلا في الحالات التي يكون فيها عدد المرات التي ترمى فيها العملة المعدنية محدوداً مثل١٠٠ أو ١٠٠٠ او ١٠٠٠٠ .....

أما في الحالة التي نرمي فيها العملة المعدنية عدد لا متناهياً من المرات فإن النسبة السابقة (١ :١) ستكون مطابقة للنسب النظرية .

٣- درجات الحرية :

افترض أن عملة معدنية رميت مائة مرة . يمكننا إعطاء أي عدد افتراضي من الوجوه من صفر إلى المائة التي ستظهر في هذه التجربة .

ولكن إذا ما حددنا عدد الوجوه فإن الباقي سيكون ظهوراً ويجب أن يجمع إلى ١٠٠ ، وبمعنى آخر فإن عندنا (n-1) درجات الحرية (df) في إعطائنا أعداداً بطريقة عشوائية للفئات n داخل التجربة .

مثال : في تجربة تحوي على ثلاث أشكال ظاهرية (n = 3) يمكننا شغل فئتين عشوائياً ، إلا أن العدد في الفئة الثالثة لابد ان يمثل الباقي من العدد الكلي للأفراد الناتجة، وعلى ذلك فإن درجات الحرية : ٢ = ٣-١ = n-١

٤-اختبار مربع كاي = X2: Chi-Square

لكي يتسنى لنا تقييم فرض وراثي ، فإننا نحتاج إلى إجراء اختبار يمكنه تحويل الانحراف عن القيم المتوقعة إلى قيم الاحتمالات بأن هذه الفروق تحدث بالصدفة ، بالإضافة إلى ذلك ، فإن هذا الاختبار

يجب ان يأخذ في الاعتبار ايضاً حجم العينة ودرجات الحرية ، ويشتمل اختبار مربع كاي على كل هذه العوامل ويرمز له بالرمز $X2 = x1 + x2 + x3 + \ldots\ldots\ldots xn + X2.$ =

= عدد الأفراد المتوقعة .

ويمكن تحويل قيم مربع كاي بعد ذلك إلى درجات احتمال بأن الإنحراف يرجع إلى الصدفة وذلك بالكشف في الجدول (جدول فيشر) عن العدد المناسب من درجات الحرية.

ولنورد المثال التالي :

في الأبقار ، لون الجسم الأسود سائد على الأحمر ، وصفة عديم القرون سائدة على ذات القرون. وعند دراسة هاتين الصفتين معاً في هجين ثنائي داخلي الإخضاب ، ظهر النسل بالأعداد التالية : (١٩٣) أسود ذو قرون : (١٨٤) أحمر عديم القرون : (٥٥٦) أسود عديم القرون : (٦١) أحمر ذو قرون . احسب مربع كاي :

الحل : الآباء BbPp × BbPp

أسود عديم القرون × أسود عديم القرون

الجيل الأول : النسبة الناتجة : ٩/١٦ = B-P– أسود عديم القرون

٣/١٦ = B-pp أسود ذو قرون

الاستنتاج من شبكة بانيت ٣/١٦ = bb P– أحمر عديم القرون

١/١٦ = bbpp أحمر ذو قرون

جدول توزيع مربع كاي

درجات الحرية الاحتمال = P

درجة الحرية	٠.٩٥		الاحتمال=P						
١									
٢									
٣									
٤									
٥									
٦									
٧									

		٠.٩٠	٠.٨٠	٠.٧٠	٠.٥٠	٠.٣٠	٠.٢٠	٠.١٠	٠.٠٥
	٠.٠١	٠.٠٠١							
١	٠.٠٠٤	٠.٠٢	٠.٠٦	٠.١٥	٠.٤٦	١.٠٧	١.٦٤	٢.٧١	٣.٨٤
	٦.٦٤	١٠.٨٨							
٢	٠.١٠	٠.٢١	٠.٤٥	٠.٧١	١.٣٩	٢.٤١	٣.٢٢	٤.٦٠	٥.٩٩
	٩.٢١	١٨.٨٢							
٣	٠.٣٥	٠.٥٨	١.٠١	١.٤٢	٢.٣٧	٣.٦٦	٤.٦٤	٦.٢٥	٧.٨٢
	١١.٣٤	١٦.٢٧							
٤	٠.٧١	١.٠٦	١.٦٥	٢.٢٠	٣.٣٦	٤.٨٨	٥.٩٩	٧.٧٨	٩.٤٩
	١٨.٢٨	١٨.٤٧							
٥	١.١٤	١.٦١	٢.٣٤	٣.٠٠	٤.٣٥	٦.٠٦	٧.٢٩	٩.٢٤	١١.٠٧
	١٥.٠٩	٢٠.٥٢							
٦	١.٦٣	٢.٢٠	٣.٠٧	٣.٨٣	٥.٣٥	٧.٢٣	٨.٥٦	١٠.٦٤	١٢.٥٩
	١٦.٨١	٢٢.٤٦							
٧	٢.١٧	٢.٨٣	٨.٨٢	٤.٦٧	٦.٣٥	٨.٣٨	٩.٨٠	١٢.٠٢	١٤.٠٧
	١٨.٤٨	٢٤.٣٢							
٨	٢.٧٣	٣.٤٩	٤.٥٩	٥.٥٣	٧.٣٤	٩.٥٢	١١.٠٣	١٦.٨٦	١٥.٥١
	٢٠.٠٩	٢٦.١٢							
٩	٣.٣٢	٤.١٧	٥.٨٨	٦.٣٩	٨.٣٤	١٠.٦٦	١٢.٢٤	١٤.٦٨	١٦.٩٢
	٢١.٦٧	٢٧.٨٨							
١٠	٣.٩٤	٤.٨٦	٦.١٨	٧.٢٧	٩.٣٤	١١.٧٨	١٣.٤٤	١٥.٩٩	١٨.٨١
	٢٨.٢١	٢٩.٥٩							

غير معنوية معنوية

جدول فيشر

الشكل الظاهري	أحمر ذات قرون	أحمر عديم القرون	أسود ذات قرون	أسود عديم القرون
التركيب الوراثي	bbpp	bb-P-	B-pp	B-P−
النسبة الناتجة	١	٣	٣	٩
العدد الناتج	٦١	١٩٣	١٨٤	٥٥٦
العدد المتوقع	٦٢.١ × ١	٦٢.١ × ٣	٦٢.١ × ٣	٦٢.١ × ٩

خطأ العينة	١.١-	٦.٦	٢.٤-	٣.١-
مربع كاي	٠.٠١٩	٠.٢٣٤	٠.٠٣١	٠.٠١٧
X2x	١	٢	٣	٤

X2x = X22 + X22 + X23 + X24

X2 = 0.301

بعد حساب X2 =

درجة الحرية = df = n- 4 = 1- 3 P > 0.95

ملاحظة :

١- العدد المتوقع = النسبة الناتجة × عدد الأفراد الناتجة

٢- خطأ العينة = العدد الناتج – العدد المتوقع

ولإيضاح ما إذا كانت قيمة مربع كاي ذات دلالة إحصائية يجب الرجوع إلى جدول فيشر ، فعند درجات حرية = ٣ تعتبر قيمة X2 ليست معنوية ، وعلى ذلك يقبل فرض العدم . بمعنى أن مقدار الانحراف (o-e) يمكن توقعه بالمصادفة فقط في أكثر من ٩٥% من عدد لانهائي من التجارب بأحجام مقارنة . وهذا أعلى بكثير من القيمة الحرجة عند ٥% اللازمة لقبول الفرض ، ويمكننا بالتالي قبول البيانالت على أنها متفقة مع نسبة ٩ :٣ :٣ :١ ، مما يدل على أن الجين الخاص بلون الفلقة مستقلاً عن الجين الخاص بشكل القرن . وهناك طريقة بديلة لحساب مربع كاي في المسائل التي تشمل على فئتين مظهريتين فقط ، وستعطى النتيجة نفسها مثل الطريقة المعتادة وغالباً ما تجعل الحساب أسهل .

X2 = مربع كاي =

مثال : نتج من التزاوج بين نباتات الطماطم النقية لصفة اللون الأحمر مع أخرى بصفة اللون الأصفر ، أن جميع نباتات الجيل الأول حمراء . ومن بين (٤٠٠) من نباتات الجيل الثاني كانت (٩٠) صفراء . ويفترض أن زوجاً واحداً من الأليلات هو المسؤول بحيث أن y = أحمر ، و yy = أصفر ، احسب مربع كاي .

الآباء : أصفر YY × yy أحمر

F1 أحمر Yy × Yy

الجيل الثاني F2 أصفر yy أحمر Y-

١/٤ ٣/٤

لو اعتبرنا أن a عدد الثمار بلون أصفر = ٩٠

فيكون b = عدد الثمار باللون الأحمر = ٤٠٠ – ٩٠ = ٣١٠

فالنسبة المتوقعة بين a و b = 310/90 = 3/1 وبذلك يكون :

r = 3/1

= X2

X2 = = 1.33

درجة الحرية df = n-1-2 = 1 = P = 0.2 – 0.3

وهذه القيمة ليست معنوية ، وعلى ذلك يمكننا قبول الفرض النظري .

ويمكن اختصار بعض الخطوات في هذه باعتبار القيمة الأعلى دائماً a– .

اعتبرنا a = عدد الثمار الحمراء = ٣١٠ ، b = عدد الثمار الصفراء = ٩٠ ، r = النسبة المتوقعة بين a , b = 3 ومن ثم :

X2 = = = 1.33

عيوب مربع كاي :

يوجد عيبان مهمان لمربع كاي عند استعماله لتحليل نتائج التجارب الوراثية :

١– أنه يجب استعماله على البيانات العددية فقط ، ولا يستعمل إطلاقاً على النسب المئوية أو المعدلات المشتقة من البيانات .

٢– لا يمكن استخدامه في التجارب التي يكون التكرار المتوقع داخل أي فئة مظهرية اقل من خمسة أفراد .

الخلاصة: دراسة الاحتمالات– جمع النسب–ضرب النسب– التأكد من صحة الحل والفرضية–قانون مربع كاي– درجة الحرية – جدول فيشر–فك ثنائي الحد.

الفصل الخامس

تفاعل الجينات وانحرافاتها عن النسب المندلية

Modified Ratios and Intraction of genes

ان قانوني مندل للإنعزال والتوزيع الحر لن يكونا عامين للتطبيق في التوارث في جميع الكائنات الحية وغير قادران على تفسير كل الحالات بل في الحقيقة بدت الوراثة المندلية كما لوكانت هي الإستثناء وأن أغلب التوارث من النوع الخلطي حيث تختلط أو تمتزج خصائص الأبوين الوراثية في النسل وفي الواقع لاتظهر بأي حال النسب المندلية التقليدية مثل 3 : 1 و 9 :3 :3 :1 في جميع التهجينات .

وجد الكثير من الحالات الوراثية لاتنطبق مع قوانين مندل بل تبدو مغايرة لها تماما . بحيث تنشأ أوضاع لايمكن أخذها على علاقتها ، بل يمكن تفسيرها على أساس تداخل زوجين من المورثات بسبب نشوب الشكل الظاهري الذي لايمكن بحال من الأحوال أن يظهر في حالة انفصال تأثير كل منهما على حدة فقد يقوم مورث ما بإكمال تأثير مورث آخر فتنشأ صفة جديدة .

وأحيانا قد يمنع مورث تأثير مورث آخر فلا تظهر الصفة المتوقعة .ففي هذه التداخلات نلاحظ أن النتائج المنتظرة في الإنعزالات المندلية البسيطة سوف تنحرف قليلا أو كثيرا –عن النسب الطبيعية وفي هذا الفصل سوف نعرض بعض الأمثلة لهذه الإنحرافات لإيضاح أهمية التفاعل والتداخل الوراثي في حياة الكائنات الحية

تكامل المورثات: Complementary genes

أولا: في الدجاج يكون عرف الدجاج ذا أشكال متعددة : ففي سلالة الوايندوت Wyandottes عرفها مميز ويعرف بإسم العرف الوردي (Rose) . وسلالة الليجهورن والبلايموث روك لها عرف مميز يعرف بإسم العرف المفرد Single ، وسلالة البراهما Brahmas أو الكورنيش يعرف عرفها بإسم العرف البازلائي Pea وسلالة الجودان لها عرف مميز يعرف بإسم المزدوج ، أما العرف الجوزي فيوجد في السلالة الماليزية والشانتي كلير وإليك بعض الدراسات عن وراثة شكل العرف عند الدجاج .

1- التهجين بين أفراد العرف البازلائي مع أفراد ذات عرف مفرد :

كان النسل الناتج F1 كله بازلائي العرف ، بينما كانت أفراد الجيل الثاني F2 ، متوزعة في فئتين بازلائية وفئة ثانية ذات عرف مفرد أما النسبة الناتجة كانت بنسبة 3 بازلائي : 1 مفرد .

مفرد × بازلائي	P : الأباء الشكل الظاهري
PP × pp	: التركيب الوراثي
P × p	GP : الجاميطات
Pp	F1 : التركيب الوراثي : الشكل الظاهري
بازلائي	

GFl : الجاميطات	Pp × Pp
F2 : التركيب الوراثي : الشكل الظاهري	PP , 2Pp , pp
	مفرد ، بازلائي ، بازلائي
النسبة الناتجة 3 : ١	

من الحل الوراثي نستنتج على أن صفة العرف البازلائي تسود سيادة تامة على العرف المفرد أي أن هاتين الصفتين عبارة عن زوج من الصفات المتفارقة ، أما ظهور النسبة 3 : 1 في الجيل الثاني تدل على وجود زوج من المورثات يتحكم في هاتين الصفتين المتفارقتين .

2- التزاوج بين ديوك ذات عرف وردي مع دجاجات ذات عرف مفرد :

فقد كانت أفراد الجيل الأول F1 كلها وردية العرف ، أما أفراد الجيل الثاني بعد التزاوج داخلياً لأفراد الجيل الأول كانت في فئتين مظهرتين أما النسبة الناتجة 3 وردي :1 مفرد .

الأباء	rr × RR	التركيب الوراثي
	مفرد وردي	الشكل الظاهري
	وردي Rr	F1
F2 : التركيب الوراثي	1RR , 2Rr , 1rr	
الشكل الظاهري	1 مفرد ، 3 وردي	

نستنتج من التزاوج السابق أن صفة العرف الوردي سائدة سيادة تامة على العرف المفرد والذي يتحكم فيها زوج من المورثات المتفارقة .

وهكذا عندما قام باتيسون وبانيت بدراسة توريث الأشكال المختلفة للعرف لاحظ أن النسل الناتج عن تلقيح الأفراد ذات العرف الجوزي بعضها مع بعض تظهر فيها أفراد ذات أعراف وردية وبازلائية ومفردة وجوزيةعلى الشكل التالي :

عرف جوزي	عرف بازلائي	عرف وردي	عرف مفرد
9	3	3	1

وهذه النسبة تدل على وجود زوجين من العوامل الوراثية وليس زوجاً واحداً ، نستنتج من هذا أن الأباء الداخلة في التلقيح تختلف عن بعضها في زوجين من المورثات .

وبذلك فإن أفراد الجيل الأول ذات العرف الجوزي لابد وأن تكون خليطة لزوجين من العوامل الوراثية وتحليل هذه النسبة الناتجة عملياً كالتالي :

1- الأفراد ذات العرف البازلائي كانت نسبتها في الجيل الثاني 16/3 وبذلك فإن تركيبها الوراثي يحتوي على زوج سائد من المورثات وزوج متنحي من المورثات أي تركيبها الوراثي (rr P-) .

2- كذلك نفس التفسير بالنسبة للأفراد ذات العرف الوردي ويكون تركيبها الوراثي (R-PP) .

3- الأفراد ذات العرف الجوزي ظهرت بنسبة 16/9 ، أي أن هذه الأفراد تحمل الصفات السائدة كما في الهجونة الثنائية . وبالتالي فإن تركيبها الوراثي يحتوي على أليلين سائدين أي أليل واحد سائد من كل زوج من زوجي المورثات أي أن تركيبها الوراثي (R – P -).

4- أما الأفراد التي كانت بنسبة 16/1 تكون متجانسة العوامل المتنحية ، وبذلك يكون تركيبها الوراثي هو (rr pp) من كل هذا نستنتج أن اجتماع مورث العرف الوردي مع أليل أو مورث العرف البازلائي ينتج العرف الجوزي (R–P) وإن اجتماع مورث العرف الوردي مع مورث العرف البازلائي بصورة متنحية يؤدي إلى عرف وردي والعكس صحيح بالنسبة للعرف البازلائي ، أما اجتماع المورثات المسؤولة عن العرف الوردي والعرف البازلائي بشكل متنحي يؤدي إلى ظهور العرف المفرد ، أي أن العرف المفرد ناتج من تفاعل زوجين من المورثات لهما علاقة بصفة شكل العرف ، وإليكم ذلك وراثياً بالرموز

الأباء عرف وردي × عرف بازلائي : P الشكل الظاهري

rrPP × RRpp : التركيب الوراثي

rp × Rp : GP الجاميطات

RrPp : التركيب الوراثي

أفراد ذات عرف جوزي : الشكل الظاهري

RrPp × RrPp : التركيب الوراثي

عرف جوزي عرف جوزي : الشكل الظاهري

" نفس الأعراس من الفرد الثاني " x rP.rp . Rp . RP .

نضع الأعراس بشبكة بانيت :

♀ \ ♂	RP	Rp	rP	Rp
RP	RRPP جوزي	RRPp جوزي	RrPP جوزي	RrPp جوزي
Rp	RRPp جوزي	RRpp وردي	RrPp جوزي	Rrpp وردي
rP	RrPP جوزي	RrPp جوزي	rrPP بازلائي	rrPp بازلائي
rp	RrPp جوزي	Rrpp وردي	rrPp بازلائي	rrpp مفرد

النسبة الناتجة :

16/9 عرف جوزي ، 16/3 عرف وردي ، 16/3 عرف بازلائي ، 16/1 عرف مفرد .

وهذا يمكننا الجزم بأن وراثة شكل العرف في الدجاج لا تختلف عن الوراثة المندلية ، وإنما يكمن الاختلاف في طريقة تفاعل المورثات المختلفة مع بعضها ، وكذلك فأن أفراد الجيل الأول لا تشبه أياً من الأبوين نتيجة ظهور صفة جديدة في الجيل الثاني لم تكن موجودة في الجيل الأول أو في الأباء وهي صفة العرف المفرد Single .

لذلك فإن صفة العرف في الدجاج " العرف الجوزي " ناتجة عن تفاعل وتكامل تأثير المورثين السائدين R و P مع بعضهما البعض أما العرف المفرد ناتج عن تكامل وتفاعل المورثتين المتنحيتين (r –p) مع بعضهما البعض .

ثانيا:

الجينات المكملة والنسبة (9 : 7) في أرنب ريكس :

ان قصر الشعر في أرانب ريكس تسببه ثلاثه مورثات متنحية ، وقد اكتشف هذا النوع من التفاعل عندما قام (Castal) بتهجين أرانب ريكس ذات الفراء القصير المتسبب من ثلاثة مورثات متنحية مع الأفراد الطبيعية " الفراء الطويل " لوحظت النسبة 3 : 1 أماعندما لقح (Castal) أرانب ريكس مع بعضها البعض كانت أفراد الجيل الأول كلها طويلة الفراء ، أما أفراد الجيل الثاني الناتجة من تزاوج أفراد الجيل الأول بعضها البعض حصل على النسبة المؤلفة من 9 طويل : 7 ريكس قصير.

ريكس rrNN × RRnn ريكس : p

وبتلقيح أفراد الجيل الأول مع بعضهما RrNn F1

F1 gam	♂ / ♀	RN	Rn	rn	rn
F2	RN	RRNN طويل	RRNn طويل	RrNN طويل	RrNn طويل
	Rn	RRNn طويل	RRnn ريكس	RrNn طويل	Rrnn ريكس
	rN	RrNN طويل	RrNn طويل	rrNN ريكس	rrNn ريكس
	Rn	RrNn طويل	Rrnn ريكس	rrNn ريكس	rrnn ريكس

يلاحظ أن مجموع الأفراد في الجيل الثاني هو /16/ ويدل هذا على أن أفراد الجيل الأول ناتجة عن هجونة ثنائية dihybrids ، أي أنه في هذا التزاوج يوجد زوجان من الصفات الوراثية بالرغم من تشكل مجموعتين ظاهريتين فقط بدلاً من أربعة أشكال ظاهرية متوقعة في أفراد الجيل الثاني في الهجونة الثنائية .

وينطبق نفس المثال والنسبة الى طول الفراء في الفئران الذي تميزت فيه طفرتان (Wa-2 , Wa-1) اللتان تسببان التموج في الفراء وهما متنحيان أمام الشعر القصير المتموج .

و من أجل شرح هذا النوع من التكامل والتفاعل الوراثي أنه يوجد مورثان مختلفان لابد من وجودهما معاً في خلايا الكائن الحي حتى تظهر صفة الفراء الطويل (الطبيعي) في الأرانب .

وتفسير هذه الحالة بأن الفراء الطويل ناتج عن سلسلة من التفاعلات الكيميائية بصورة طبيعية تؤدي إلى الفراء الطويل للأرانب وبذلك لابد من وجود مورث واحد سائد من المورثات السائدة R , N مع بعضهما في خلايا الفرد وبذلك كل مورث من هذين المورثين السائدين ينتج نوعاً معيناً من الأنزيمات الضرورية لاتمام سلسلة التفاعلات الكيمائية ، وغياب هذه الأنزيمات أو غياب واحد منهم يؤدي إلى ظهور أرانب ريكس " الصفة المتنحية " ويطلق الباحثون على هذه الظاهرة أيضاً اسم " الجينات المتنحية المكررة " .

- تكامل أثر المورثات السائدة (9 : 6 : 1) :

أوضح Sinnott أن مصدر الطرز المظهرية الجديدة هو التفاعل الوراثي بين زوجين من المورثات والسبب في ذلك وجود مورثين منفصلين عن بعضهما وكل واحد منهما سائد ويكون فعل أو تأثير كل منهما متماثلاً أو متشابهاً على الشكل الظاهري Phenotype . واجتماع هذين المورثين مع بعضهما يؤدي إلى ظهور صفة جديدة في نفس الفرد ومثالنا على هذا النوع من التكامل الوراثي : في الخنازير اللون الأحمر سائد سيادة تامة على اللون الآجري ، أي أن أفراد الجيل الأول F1 تكون حمراء اللون ، وبتزاوج فرد من الجيل الأول مع الأحمر من نفس النوع الوراثي تكون النسبة الناتجة في الجيل الثاني 3 : حمراء ، 1 :آجري .

وهذه النسبة تبرهن على وجود زوج واحد من المورثات يتحكم في هذا الزوج من الصفات وقد وجد تركيب وراثي آخر للشكل الآجري A-bb والتركيب الثاني -aaB .

الآباء : آجري × أحمر	آجري × أحمر
AABB × AAbb	AABB × aaBB
الجيل الأول :	
أحمر AABb × AABb	أحمر AaBB × AaBB
1 AABB 2 AABb 1 AAbb	1 AABB 2 AaBB 1 aaBB
أحمر أحمر آجري	أحمر أحمر آجري

أما عند التلقيح بين فردين كل منهما آجري اللون كانت أفراد الجيل الأول كلها حمراء اللون بالتزاوج الداخلي لهذه الأفراد فقد نتوقع أن نحصل على النسبة الناتجة السابقة في الجيل الثاني وعند الحصول على أفراد الجيل الثاني تبين أن أفراده تتوزع في ثلاث فئات مظهرية وبالنسب التالية :

9: حمراء 6: آجري 1: أبيض

وتدل هذه النسب على وجود زوجين من العوامل الوراثية ، نستنتج أن اللون الأحمر ذو النسبة 16/9 يحتوي على مورثين سائدين واللون الآجري يحتوي على مورث سائد واحد من التركيب الوراثي 16/6 أما اللون الأبيض ذو النسبة 16/1 يحتوي على مورثين متنحين وفي حالة متماثلة .

الحل الوراثي التالي يبين ذلك :

الأباء : آجري × آجري : الشكل المظهري

aaBB × AAbb : التركيب الوراثي

aB Ab الأعراس التناسلية

الجيل الأول : AaBb : F1 التركيب الوراثي

أحمر الشكل الظاهري

AaBb × AaBb F1 × F1

GF1 , AB , Ab , aB , ab , × AB , Ab , aB , ab

نضع الأعراس في شبكة بانيت يتضح التالي :

♀ \ ♂	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB أحمر	AABb أحمر	AaBB أحمر	AaBb أحمر
Ab	AABb أحمر	AAbb آجري	AaBb أحمر	Aabb آجري
aB	AaBB أحمر	AaBb أحمر	aaBB آجري	aaBb آجري
ab	AaBb أحمر	Aabb آجري	aaBb آجري	aabb أبيض

وبذلك يكون الجيل الثاني :

A-B-	aaB-	A-bb	aabb
أحمر	آجري	آجري	أبيض
16/9	16/3	16/3	16/1

نستنتج من الجدول اللون الآجري ذا التركيب الوراثي -B سائداً على اللون الأبيض bb ، وكذلك اللون الآجري ذو التركيب الوراثي -A سائداً على اللون الأبيض ذي التركيب الوراثي aa المتماثل أما وجود المورثان B,A معاً في تركيب وراثي واحد ينتج اللون الأحمر .

– التفوق: Epistasis

ليس ظهور وتشكل طرز مظهرية جديدة إلا أحد نماذج التفاعل بين الأزواج المختلفة من المورثات وفي أشكال أخرى من التفاعلات الوراثية يمكن أن نرى حالات تختفي فيها بعض الطرز المظهرية أو قد لا تظهر فيها الطرز المظهرية الجديدة حيث يقوم زوج من المورثات بإخفاء تأثير زوج آخر من المورثات إذ يحول دون إظهاره لطرازه المظهري الذي يتحكم به ويطلق على هذا التفاعل اسم التفوق Epistasis .

فالمورث الذي منع الجين الآخر من إظهار تأثيره يسمى المورث المتفوق Epistasis بينما يسمى الجين الذي يتمكن من إظهار تأثيره الجين المتفوق عليه Hypostastic ويلاحظ في تفاعلات التفوق أن عدد الأشكال الظاهرية التي تظهر في النسل الناتج من أبوين كلاهما ثنائي الهجين تكون أقل من أربعة .

أولا: تفوق السائد :

تماثل أثر المورثات والنسبة (١٥ – ١)

لوحظ في نبات كيس الراعي Capsella bursa- pastoris وجود زوجين من المورثات يتحكمان بصفة واحدة هما المورثة (A) تتحكم بشكل الثمرة المثلث وهي تسود على نظيرتها (a) المتحكمة بشكل الثمرة البيضوي . والمورثة (B) أيضا تتحكم بشكل الثمرة المثلث وهي تسود على المورثة النظيرة (b) المتحكمة بشكل الثمرة البيضوي .

أي نجد أن كل زوج من زوجي المورثات (A–) و (B–) السائدة يتحكم بشكل الثمار المثلث ويحصل هذا التأثير السائد لأحد زوجي المورثات فيعطي ثمارا مثلثه سواء كان الزوج الآخر من المورثات سائدا أم متماثل المورثات المتنحية ولذا فالتهجين بين سلالتين ذات ثمارمثلثة × AAbb aaBB يعطي أفرادا في الجيل الأول (F1) مثلثة الثمار وبترك نباتات الجيل الأول تتلقح ذاتيا ، يتم الحصول على أفراد الجيل الثاني الموزعة في طرازين مظهريين بنسبة ١٥ مثلث الثمار : ١ بيضوي الثمار ، ويمكن إيضاح ذلك بالمخطط الوراثي التالي :

P : النمط الوراثي aaBB × Aabb

النمط الظاهري مثلث الثمار

× مثلث الثمار

النمط الرواثي F1 Aa Bb

النمط الظاهري		مثلث الثمار
AaBb	× AaBb F1 × F1	

الطرز المظهرية	F2 النسبة الناتجة	الطرز الوراثية
مثلثة الثمار	١٥	
	١٦	−A- B
		A- bb
بيضوية الثمار		
	١	
	١٦	−aa B
		aabb

النسبة (12: 3:1) :

تتميز مورثة اللون الأبيض لثمار الكوسا بتأثير السائد سيادة تامة على كل من اللون الأخضر والأصفر ويرمز له بالرمز W حيث يمنع تشكل أي لون آخر للثمار في وجودها أما اللون الأخضر فهو متنحي أمام اللون الأصفر Y وبذلك يكون اللون الأخضر (y) . وعلى ذلك فالأشكال الظاهرية والتراكيب الوراثية لهذين الزوجين من الصفات الوراثية كالتالي :

ثمار بيضاء – (W-Y-) (W-yy)

ثمار صفراء – (wwY-)

ثمار خضراء – (wwyy) .

وعند التلقيح بين نبات ثماره بيضاء اللون متماثل اللواقح تركيبه (WWyy) ونبات آخر ثماره صفراء اللواقح تركيبه الوراثي (wwYY) كان الناتج في الجيل الأول نبات أبيض اللون ، وبالتزاوج ذاتياً لأفراد الجيل الأول نتجت الفئات المظهرية التالية :

الآباء :	ثمار صفراء × ثماربيضا	: P الشكل الظاهري
	WWyy × wwYY	التركيب الوراثي
	Wy × wY	الأعراس التناسلية
الجيل الأول	WwYy	F1 التركيب الوراثي
	XF1 ثمار بيضاء	الشكل الظاهري

الجيل الثاني :

9 : W- Y- ثمار بيضاء

3 : W- yy- ثمار بيضاء 12 / 16

3 : wwY- ثمار صفراء 3 / 16

1 : wwyy ثمار خضراء 1 / 16

يلاحظ من الحل الوراثي أن المورث المتفوق هو المورث السائد W حيث أنه منع التركيب الوراثي (yy) من إظهار تأثيره أي إظهار اللون الأخضر الخاص به .

ثانياً : تفوق المتنحي :Recessive Epestasis

النسبة (9 : 3: 4):

تكامل أثر المورثات السائدة المترافقة مع تفوق أحد المواقع المتنحية .يعود اللون الوحشي الرمادي والمسمى الآجوتي (Agoati) أي رمادي مشرب باللون البني في لون جلد الفأر إلى التراكيب اللونية الموجودة في حزم متوضعة على طول كل من الأوبار المؤلفة لفراء هذه الحيوانات .

وإذا فحصت الشعر بدقة يلاحظ وجود لونين ، فالشعرة يكون لونها أسود ما عدا المنطقة قرب الطرف تكون بشكل حلقة صفراء . وعادة يكون البطن فاتح اللون Light ، حيث يكون لون الشعرة أصفر أو كريمي مع قليل من اللون الأسود أو الرمادي عند قاعدتها . واللون الآجوتي يساعد القوارض على الإختفاء في البيئة التي تعيش فيها . وقد وجد سلالات ذات لون البينو Alpino نتيجة غياب المورث (C) والمسبب لغياب الميلانين وتكون عيناها قرمزيتان وصفة الألبينو دائماً أصيلة ، وبالتهجين مع بعضها لا تعطى إلا أفراد تحمل صفة الألبينو دائماً وهي متنحية أمام أي لون آخر .

أما الطفرة الثانية التي حدثت في بعض سلالات الفئران هي الطفرة المتعلقة باللون الأسود وينشأ هذا اللون نتيجة غياب المورث (A) يكون الحيوان أسود ، وهو أيضاً متنحي أمام اللون الآجوتي وفضلاً عن ذلك فإن الحيوانات السوداء تكون دائماً نقية .

بالتهجين بين أفراد سوداء Blacks مع أفراد البينو Albino كانت أفراد الجيل الأول كلها آجوتية ، أما الأفراد الجيل الثاني فكانت متوزعة في ثلاث فئات مظهرية وبنسب مختلفة وإليك ذلك وراثياً :

الآباء	أسود × البينو	P : الشكل الظاهري
	ccAA × CCaa	التركيب الوراثي
الجيل الأول	CcAa آجوتي	F1

وبتلقيح أفراد الجيل الأول مع بعضها :

F1 gam ♂ / ♀	CA	Ca	cA	ca
CA	CCAA	CCAa	CcAA	CcAa

		آجوتي	آجوتي	آجوتي	آجوتي
	Ca	CCAa آجوتي	CCa أسود	CcAa آجوتي	Ccaa أسود
	cA	CcAA آجوتي	CcAa آجوتي	ccAA البينو	ccAa البينو
	ca	CcAa آجوتي	Ccaa أسود	ccAa البينو	ccaa البينو

ومن شبكة بانيت تكون النسبة الناتجة :

9 آجوتي : 3 أسود : 4 ألبينو

وهي تدل على أن أفراد الجيل الأول ناتجة عن هجونة ثنائية ، أي أن الأباء يختلفون عن بعضهم بزوجين من الصفات الوراثية المستقلة عن بعضها ، ولكن النسبة حدث فيها تغير نتيجة تميز قسمين عن بعضهما من حيث الشكل الظاهري بحيث أصبحا قسماً واحداً . وسبب أن الفرد الرابع ذو اللون الألبينو ، ، أي عملية تكوين الصبغة متوقفة تماماً في مثل هذه الأفراد .

نلاحظ من المثال السابق تضمنه لنوعين من تفاعل أثر المورثات في آن واحد هي :

أ – تكامل أثر المورثات السائدة (C و A) مما يعطي الفراء لونا رماديا .

ب – تفوق أثر زوج المورثات المتنحي (cc) على أثر كل من المورثتين

(A و a) فيمنع أثرهما ويظهر اللون الأبيض كناتج لتأثير زوج المورثات (cc) ولهذا السبب يطلق على هذه الظاهرة اسم (التفوق المتنحي) ومن الأمثلة على النبات وراثة اللون الأحمر في البصل .

ثالثاً : تفاعل السائد والمتنحي Doninant inhibitor

النسبة (١٣ :٣) ظاهرة التفوق:

إن تأثير التفوق بين زوجين من المورثات يمكن أن يكون أيضاً جامعاً لشكلين من أشكال التفوق بمعنى أنه يمكن لتأثير التفوق أن يظهر عندما يكون أحد المواقع سائدا أو عندما يكون زوج المورثات الآخر متماثل المورثات المتنحية .

فمثلاً لون الريش الأبيض في سلالة الليجهورن يسود سيادة تامة على بقية ألوان الريش في بقية السلالات الأخرى ، أما لون الريش الأبيض في سلالة البلايموث روك وسلالة الوانيدوت يكون متنحي أمام الريش الملون في السلالات الأخرى ، وقد أثبتت التجارب أن المورث الموجود والمسبب للون الأبيض في سلالة الليجهورن يختلف عن المورث الموجود والمسبب للون الأبيض في سلالة الوانيدوت والبلايموث روك .

وقد بينت الأبحاث أن سلالة الليجهورن البيضاء تحمل المورث (A) وأيضاً إلى جانب ذلك تحمل مورث آخر يرمز له (I) وهو متفوق على المورث السائد (C) ويمنعه من إظهار تأثيره أي

تكوين اللون في الريش . فمن الوجهة الوراثية تعتبر سلالة الليجهورن ملونة ولكنها بيضاء نتيجة وجود المورث المتفوق (I) . أي أن التركيب الوراثي (iiCC) و (iiCc) يعطي أفراد لونها ملون .
أما سلالة الويندوت والبلايموث روك البيضاء ، غير ملونتين لأنهما لا تضما في تركيبهما الوراثي إنتاج اللون (C) ويكون تركيبهما الوراثي (ccii) .

فإذا زاوجنا بين سلالة ليجهورن بيضاء مع سلالة وانيدوت بيضاء فإن أفراد الجيل الأول لن تكون بيضاء نقية ذلك لأن المورث (I) يكون في حالة خليطة مما لا يسمح له بالتفوق الكامل على المورث (C) أما عند تلقيح أفراد الجيل الأول داخلياً نلاحظ ما يلي :

الآباء	ليجهورن أبيض × وانيدوت أبيض	P : الشكل الظاهري
	aaii × AAII	: التركيب الوراثي
الجيل الأول	AaIi	: التركيب الوراثي
	أفراد بيضاء في الغالب	: الشكل الظاهري
الجيل الثاني :	9 : A – I- ريش أبيض	
	3 : aa I- ريش أبيض	13
	1 : aa ii ريش أبيض	
	3 : A-ii ريش ملون	3

وبذلك فالتفاعل بين المورثات لا يقتصر على التفاعل بين زوجين اثنين فقط من أزواج المورثات في موقع وراثي واحد وهذه هي العلاقة بين السيادة والتنحي ، أما في حالة التفوق يحدث التفاعل بين عدد كبير جداً من المورثات (لزوجين أو أكثر من المورثات الأليلية) .

رابعاً: ظاهرة الإرتداد (عودة الصفات من الأجداد للاحفاد) Atavism :

يمكن للتفاعل الوراثي أن يحدث أيضاً بدون تفوق إذا أسهمت كل من النواتج النهائية لسلاسل تفاعل مختلفة في نفس الصفة .

ومثالنا على ذلك : ظاهرة الرقاد على البيض : فقد أمكن الاستغناء عن هذه الظاهرة بإستخدام التفريخ الآلي ، إلا أنه عند التلقيح بين سلالاتين مختلفتين فإن غريزة الرقاد على البيض تظهر واضحة عند أفراد الجيل وهذا ما يشير إلى ظهور هذه الغريزة على ما يبدو ناتجاً عن تأثير زوجين من المورثات المكملة وعدم تفوق أي زوج من المورثات على الآخر .

الخلاصة: تعريف تفاعل الجينات وانحرافها كمسبب عن انحرافات النسب المندلية– أنواع التفوق والسيادة.

الفصل السادس

الأليلات المتعددة
MULTIPLE ALLELES

تعريف: هي مجموعة من الاليلات تتفاعل مع بعضها لانتاج صفة ما وتوجد الية تفاعل بين هذه الاليلات تتحكم بالسيادة فيما بينها.

ان السلوك الوراثي للصفات المختلفة ، على الرغم من الاختلاف الوراثي في صفة من الصفات ، والذي أدى إلى ظهور ألوان جديدة في لون جلد الأبقار أو الإنسان ، إنما يرد على أن الجين الذي يتسبب في ظهور لون معين في الأبقار أو الإنسان ، قد حصل فيه تغيير جعله ينتج لوناً جديداً مغايراً ، ويعرف هذا التغيير في العامل الوراثي بإسم الطفرة Mutation ومدلول هذا ، أن الطفرة ادت إلى وجود نمطين مختلفين لنفس الجين النمط الأول اللون الأصلي و النمط الجديد الطافر يعطى اللون الجديد المغاير ، وبالطبع فإن الطفرات قد يكون حدوثها قد وقع منذ عدة أجيال مضت .

ويمكن معرفة الجينات التي طرا عليها طفور في وقت سابق ، من الصفات الجديدة التي يسود عليها هذا الجين ، فالطفرة إذاً تستطيع أن تغير المورث (A) إلى (A1) أي من الحالة التي تعطى اللون الأسود إلى الحالة التي تعطي اللون الأحمر ، وليس هناك ما يمنع من وقوع طفرة أخرى تغير هذا الجين من الحالة (A1) الى الحالة (A2) والتي تؤدي إلى اللون الأبيض مثلاً وهكذا . ومع ذلك فإن كثيراً من الجينات ، يمكن أن تتغير بطرق مختلفة نتيجة عمليات الطفور ، وينشأ من هذه التغيرات عدة حالات متبادلة أو أنماط متباينة للجين وهي التي يطلق عليها اسم Multiple alleles وهي عبارة عن مجموعة من المورثات و أي اثنين منهم يكونان زوجاً وراثياً واحداً .

يرمز إلى الآليلات المتعددة بعد تحديد سلسلة السيادة ، بحرف كبير لتميز الأليل الذي يسود في المجموعة على الآخرين والحرف الصغير المقابل يميز الأليل الذي يتنحى لكل الأليلات الأخرى في المجموعة ، والأليلات الأخرى والتي لها درجة متوسطة من السيادة بين طرفي السلسلة يرمز لها عادة بالحرف الصغير المستخدم للأليل المتنحي مع رفعه إلى حرف آخر مناسب .

الخصائص المميزة للمورثات المتعددة :

ageneral chracteristics of maltible

يوجد العديد من الخصائص المميزة للمورثات المتعددة وقبل الدخول في مناقشة بعض الحالات الخاصة يجب علينا فهم الية عملها وخصائصها :

1– تؤثر على صفة واحدة مسببة اختلافات في درجة ظهورها أو تستدعي تأثيرات مختلفة على الأشكال الظاهرية.

2– من الممكن للمورثات أن تتوضع حسب درجة سيادتها في المواقع المتتالية بحيث يسود كل واحد منها على المورث الذي يليه ، بينما يكون متنحيا بالنسبة للمورثات التي تقع قبله في هذا التسلسل .

3 – ان كل فرد طبيعي يمتلك مورثين فقط من مورثات سلسلة الأليلات المتعددة ، ويمكن أن يكون أصيلا أوخليطا لهذا الموقع الوراثي .

4 – يمكننا أن نصادف في القطيع أو السلالة أو الجماعة مورثات عديدة مختلفة لنفس السلالة من الأليلات المتعددة .

5– تنتمي سلسلة المورثات المتعددة الى موقع وراثي واحد . ولذلك ترتبط جميعها وبدرجة واحدة بالمورثات الأخرى لنفس الصبغي .

6– المورث البري يسود على جميع الأليلات الأخرى لنفس السلالة ولكن ليس دائما .

وعلى العموم ومن الجدير بالذكر أنه طالما تنتمي جميع الأليلات المتعددة لموقع وراثي واحد لذا لا يمكن أن يحصل بينها عبور . وأما التي يحدث بينها عبور لايمكن إطلاق عليها صفة المورثات المتعددة بل يمكن تسميتها بالأليلات الكاذبة pseudoalleles حيث يمكن أن تكون متوضعة في أماكن مختلفة من موقع وراثي وظيفي واحد .(شكل العين في حشرة الدروسوفيلا) .

أولا: سلسلة الآليلات الخاصة بلون الفراء في الأرانب: Coat color in rabbits

تمثل ألوان فراء الأرانب نظاماً للآليلات المتعددة ، حيث توجد في الأرانب ثلاثة ألوان مختلفة للفراء هي

1– اللون البري أو الملون wild type ويعرف كذلك باللون الرمادي يرمز له بالحرف C .

2 – الشنشيلا : وهي حيوانات ذات فراء رمادي فضي C^{ch} .

3 – الهيمالايا (Himalaya) ويكون لون الفراء أبيض تماماً ما عدا الأذن والأرجل وطرف الأنف فتكون سوداء أو بنية غامقة C^{h} .

4– الألبينو (Albino) وهي حيوانات بيضاء اللون ذات عيون حمراء cc .

وبناء عليه تعطي التزاوجات بين اللون البري أو الملون والألبينو نسلاً ملوناً في الجيل الأول ، أما الجيل الثاني كانت نسبة الشكل الظاهري

(3 ملون : 1 ألبينو) ، وأظهر التلقيح الاختباري أن 2/3 من الأفراد الملونة تحمل وراثية خليطة Heterozygous، مما يدل على وجود زوج واحد من المورثات ، وإن اللون الملون سائد سيادة تامة على اللون الألبينو .

الآباء	ملون × ألبينو			P : الشكل الظاهري
	cc × CC			التركيب الوراثي
الجيل الأول	Cc × F1			F1 : التركيب الوراثي
	ملون			الشكل الظاهري
الجيل الثاني	1cc	2Cc	1CC	F2 ك التركيب الوراثي
	ألبينو	ملون	ملون	الشكل الظاهري
	1		3	النسبة الناتجة

وبالتلقيح بين أرانب ملونة مع أرانب هيمالايا كان الجيل الأول كله ملوناً أما الجيل الثاني كانت نسبة الشكل الظاهري (3 ملون : 1 هيمالايا) معنى ذلك أن المورثات التي تحدد لوني الملون والهيمالايا عبارة عن زوج واحد من المورثات وأن أليل أو مورث الملون سائد على مورث لون الهيمالايا Ch .

الآباء	ملون × هيمالايا	P : الشكل الظاهري
	$C^hC^h \times CC$	التركيب الوراثي
الجيل الأول	CC^h	F1 : التركيب الوراثي
	ملون	الشكل الظاهري
الجيل الثاني	$1C^hC^h$ $2CC^h$ 1CC	F2 : التركيب الوراثي
	هيمالايا ملون ملون	الشكل الظاهري
	1 3	النسبة الناتجة

وعند التلقيح بين أرانب هيمالايا مع ألبينو كان نسل الجيل الأول كله هيمالايا أما أفراد الجيل الثاني فتوزعت في فئتين مظهريتين (٣ هيمالايا : ١ البينو) مما يدل على أن زوج واحد من المورثات وأن أليل الهيمالايا (C^h) سائد سيادة تامة على أليل الألبينو (C) .

الآباء	هيمالايا × ألبينو	P : الشكل الظاهري
	$cc \times C^hC^h$	التركيب الوراثي
الجيل الأول	C^hc	F1 : التركيب الوراثي
	هيمالايا	الشكل الظاهري
الجيل الثاني	1cc $2C^hc$ $1C^hC^h$	F2 : التركيب الوراثي
	ألبينو هيمالايا هيمالايا	الشكل الظاهري
	1 : 3	النسبة الناتجة

ومن الحل الوراثي تبين أن المورثين (c , C^h) كل منهما عبارة عن مورث لمورث اللون الملون (C) بمعنى أن هذه المورثات الثلاث c , C^h , C عبارة عن ثلاثة أنماط مختلفة لنفس الجين ، أي أنها سلسلة متعددة ، لكن الفرد الخليط لا يحمل إلا مورثين فقط منهم في تركيبه الوراثي .

وفي الأرانب توجد عدة ألوان فاتحة أخرى للفراء تسلك أيضا كأليلات للألبينو والهيمالايا وليس هناك سيادة بين هذه الآليلات ، تعرف بإسم الشنشلا (C^{ch}) ويكون لونها رمادياً فاتحاً فضياً نتيجة غياب الصبغة الصفراء من الشعر . وهذا المورث متنحي أمام المورث المسبب للون الملون ، ولكنه سائد على أليل الهيمالايا وأليل الألبينو .

ومن ما استعرضناه نستنتج علاقات السيادة بين هذه المورثات الأربعة المكونة لهذه السلسلة كالآتي : $C > C^{ch} > C^h > c$

التراكيب الوراثية الممكنة	الطرز المظهرية
CC . CC^{ch} . C^{ch} . Cc	ملون – بري
$C^{ch}C^{ch}$. $C^{ch}C^{ch}$. $C^{ch}c$	شنشلا
$C^{h}C^{h}$. $C^{h}c$	هيمالايا
Cc	ألبينو

ثانيا: صفة الألبينو في الحيوانات الأخرى :

عرفت سلاسل متشابهة لسلسلة الاليل الألبينو في كل من الجرذ والفأر وخنزير غينيا والقط ، ففي القط يعطي أحد أليلات السلسلة ما يسمى باللون السيامي Siamese وهو عظيم القيمة لدى مربي القطط .

وفي الجنس البشري ، ذوى الصبغة القليلة في الشعر والجلد يحملون أيضاً أليلاً للألبينو والأشخاص الألبينون أصيلين لضعف مورثات هذه السلسلة الأليلية ، وقد ظهرت الطفرة من اللون الكامل (C) إلى أليل الألبينو (c) ، ولكن بسبب ضعف البصر ، وحساسية الجلد الخالي من الصبغة فغالباً لا تعرف الأفراد الألبينو إلا في الحيوانات المستأنسة ومن النادر وجودها في الحالة البرية .

ثالثا: سلسلة الأليلات الخاصة بلون العين في الدروسوفيلا :

في الدروسوفيلا عرفت سلسلة أليلية تسمى العين البيضاء White-eye لأنها تحتوي أليلات طفرة اللون الأبيض ، حيث تتسبب هذه السلسلة في تدرج اللون حيث يختلف من الأحمر أو الطراز البري (W^+ أو W) إلى الأحمر القرنفلي (W^{co}) ، الدموي (W^{bi}) ، الأيوسيني (W^{e}) الكرزي (W^{ch}) المشمشي (W^{a}) ، العاجي (W^{i}) إلى الابيض (W) ويمكن افتراض ان كل أليل في السلسلة ما عدا (W) الأبيض ينتج قدراً من صبغة لون العين ، ويقل هذا القدر المنتج إذا تبعنا الآليلات من الأليل الأول حتى الأليل النهائي الأبيض واليل النمط البري (W^+) كامل السيادة بينما (W) الأبيض كامل التنحي لكل الأليلات الأخرى في السلسلة ، والتوافيق الأليلية المركبة هي التراكيب الخليطة التي تحتوي على أليلين غير متماثلين من السلسلة ، وتميل التوافيق الممكنة في هذه السلسلة والتي تتضمن أي أليلين عدا (W^+) إلى إظهار أنماط مظهرية تتوسط نمط لون العين الخاصة بالتراكيب الأبوية الأصلية .

رابعا: سلسلة الأليلات المتعددة في نظام مجموعة الدم O.A.B في الإنسان

يوجد في دم الإنسان عدة مورثات تكون سلسلة من الأليلات المتعددة التي تؤثر على خاصية فيزيولوجية هامة في خلايا الدم الحمراء ، وتحتوي هذه الخلايا على أنتيجينات تتفاعل مع الأجسام المضادة في مصل الدم فإذا حقن في الجسم البشري أنتجين، فإن احد كريات الدم الحمراء تفرز أجسام مضادة معينة تقوم بالتفاعل مع الأنتيجين . وهذه الحالة تسمى الأجسام المضادة (Antibodies) وهي

مكتسبة Acqired antibodies ، لأن تواجدها في الدم يتوقف على وجود الأنتيجين القريب والخاص بها ، ومثل هذه الأجسام المضادة التي ينتجها الجسم في حالات اللقاح وحالات الحساسيةوبالإضافة الى هذه الاجسام يوجد في الجسم في الحالة الطبيعية ، والأجسام المضادة الطبيعية لـ Natural Antibodies ، وتواجدها في الدم لا يتطلب أنتيجين خاص بها ، ويجب أن نذكر بأن الدم يتالف من ماديتن رئيسيتين :

أ- الخلايا Cells : وتتألف من خلايا الدم الحمراء Red cells والخلايا البيضاء white cells والصفائح الدموية المختلفة Platehets .

ب- البلازما Plasma .

مجموعة الدم ABO :

إن دم الإنسان يحتوي على نوعين من الأجسام المضادة الطبيعية في البلازما وعلى نوعين من الأنتيجينات Antigen على سطح الكريات الحمراء. وقد ظهر انه بالنسبة لخلايا الدم يوجد أنتيجينات (A) والآخر أنتيجين (B) وجسمان مضادان ، جسم مضاد (Anti A) والآخر (Anti B) وقد وجد ايضاً أنه يمكن تقسيم كل الأشخاص إلى أربع مجموعات بالنسبة للشكل الظاهري بناء على خاصية الأنتيجين في خلايا الدم:

1- أفراد حاملو الأنتيجين (A) وبذلك يكون مصلهم من الأجسام المضادة (A) وإنما يحتوي على اجسام مضادة (B) ويعرف هذا الشكل المظهري بالنسبة لأفراد هذه المجموعة بإسم مجموعة الدم (A) .

2- أفراد حاملو الأنتيجين (B) وبذلك يكون مصلهم خالي من الجسام المضادة (B) وإنما يحتوي على أجسام مضادة (A) ويعرف هذا الشكل المظهري بالنسبة لأفراد هذه المجموعة بإسم مجموعة الدم (B) .

3- أفراد حاملو الأنتيجين وهو يتألف من أنتيجين (A + B) وبذلك يكون مصلهم خالي من الأجسام المضادة من أي نوع . ويعرف هذا الشكل المظهري بالنسبة لأفراد هذه المجموعة بإسم مجموعة الدم (AB) .

4- أفراد لا تحتوي كريات دمهم الحمراء على أي أنتيجين ، ويحتوي مصلهم على نوعين من الأجسام المضادة أي (Anti – A) و (Anti – B) ويعرف هذا الشكل المظهري بالنسبة لأفراد هذه المجموعة بإسم مجموعة الدم (O) .

وقد بينت التجارب والأبحاث أنه بالنسبة لمجموعة الدم (A) يوجد سلسلة من الأليلات يرمز لها بالرموز A1 , A2 , A3 , A4 وكذلك بالنسبة لمجموعة الدم (B) سلسلة من الأليلات وهي (B1 , B2 , B3) والتفاعلات التي تحدث بين المصل وخلايا الدم الحمراء من أشخاص ينتمون إلى طراز دم مختلفة .

مجموعة الدم	المصل يلزن خلايا الدم الطرز	خلايا الدم تتلزن بمصل الطرز
AB	لا شيء	A , B , O
A	AB , B	B , O
B	AB , A	A , O
O	AB , A , B	لا شيء

ولذلك فإن الأفراد الذين يتالف مجموعة دمهم من النمط (O) يسمون بإسم واهبون عامون lniversat daners وذلك لأي شخص مهما كانت زمرته الدموية يستطيع أن يأخذ من هذه المجموعة لأنها لا تحتوي على أي أنتيجين أما الأشخاص الذين زمرة دمهم (AB) يطلق عليهم اسم آخذون عامون Uniresal acceptors وذلك لأن المصل الخاص بهذه المجموعة لا يحتوي على أية أجسام مضادة .

وقد درس توزيع نمط الدم في نسل الآباء المعروفة طرز دمهم وتبين كل الدلائل أن خواص الدم تعينها سلسلة من ثلاثة جينات أليلة :

IA : ويتحكم في إنتاج الأنتيجين A .

IB : ويتحكم في إنتاج الأنتيجين B .

I : لا يكون أي أنتيجين على الإطلاق .

وعند دراسة السلوك الوراثي لهذه الأليلات الثلاثة تبين أن هناك سيادة غير تامة بين كل من الأليلين IB و IA حيث أن الفرد الخليط (IB / IA) يحمل نوعين من الإنتجينات على كريات دمه الحمراء في حين أن السيادة تامة بين كل من IA و IB على الأليل I . ومن ذلك نستنتج العلاقة التالية : IA = IB > I

وكما ذكرنا أن لكل من الأنتيجين (A) والأنتيجين (B) سلسلة من الأليلات ، وتكون السيادة ولكل على حدة على النحو التالي :

التركيب الوراثي	الشكل الظاهري	التركيب الوراثي	الشكل الظاهري
$I^{A}_{1}\ I^{A1}$	A_1	$I^{A1}\ B$	A_1B
$I^{A1}\ I^{A2}$	A_1	$I^{A2}\ B$	A_2B
$I^{A1}\ I^{A3}$	A_1	I^{A3}	A_3
$I^{A1}\ I$	A_1	$I^{B}I^{B}$	B
$I^{A2}\ I^{A2}$	A_2	$I^{B}I^{B}$	B
$I^{A2}\ I^{A3}$	A_2	$I^{B}i$	

		A_2	I^{A2} i
B	ii	A_3	I^{A3} I^{A3}
		A_3	I^{A3} I^{A4}
		A_3	I^{A3} I
O		A_4	I^{A4} I^{A4}
		A_4	I^{A4} i

ولوجود هذه الأليلات في الإنسان ، ومن معرفة علاقات السيادة بين الأليلات المختلفة فإن مجموعة الدم هذه تفيد (1) في قضايا التنازع على الأبوة في نسب الأطفال غير الشرعيين إلى آبائهم الحقيقيين والمثال التالي يوضح حالة خلط فيها طفلان .

العائلة	مجاميع دم الآباء	مجموعة دم الطفل
1	A × AB	O
2	O × O	B

يتضح من ذلك أن الطفل (1) لا يمكن أن يكون خاصاً بالعائلة رقم (1) وكذلك الطفل رقم (2) لا يمكن أن يكون خاصاً بالعائلة رقم (2) وقد تم استبدال الطفلين ورضيت العائلتان بهذا القرار .

2- في وضع الخريطة الوراثية .

3- في التحليل المناعي للتوائم الصنوية .

4- في الإختلاف بين الفصائل .

5- في الربط بين الزمر الدموية وإنتاجية للحيوانات .

6- في الانحلال الدموي .

أليلات الريسوس في الإنسان :

اكتشفت مجموعة هامة جداً من المورثات التي تؤثر على الأنتيجينات في دم الإنسان من قبل لاندشنانير وفيز وليفين موران وريس وغيرهم .

وقد تبين ان خلاياالدم الحمراء في (85%) من البشر موجبة للعامل (RH) الريسوس أي انها تتجمع بالمصل المحضر بتحصين الأرانب ضد دم قرود الريسوس (Rhesus) ، ويرمز إلى المورث المسبب لهذه الخاصية بالرمز

(Rh-rh) .

وقد درس ليفين نوع خاص من الأنيميا عند الأطفال (انفجار خلايا الدم الجنيني) حين يكونون موجبين للعامل (Rh) . وكذلك آباؤهم أما أمهاتهم فيكن سالبات للعامل (Rh) وسبب هذا المرض أن الجنين الموجب للعامل (Rh) والمتكون في رحم الأم السالبة

(Rh^-) يكون أجسام مضادة (ضد Rh) في دورة دم الأم . وبسبب التفاعل بين هذه الأجسام المضادة في الأم والخلايا الحمراء في طفلها الذي لم يولد بعد ،يؤدي الى إنفجار الخلايا الحمراء محدثة أنيميا عند هذا الطفل وقد يؤدي هذا إلى وفاة الجنين أو إلى الاجهاض.

وبإستعمال الأمصال المأخوذ من نساء سبق حملهن بأطفال مصابين بهذه الأنيميا، أمكن اكتشاف أنه لا يوجد نوع واحد فحسب ، بل عدة أنواع من الأشخاص الموجبة والسالبة للعامل (Rh) .

وبطريقة الإمتصاص الإنتقائي Selective absorpyion ، أمكن فصل نوعين من الأجسام المضادة في مصل هذه الأم : أحدهما يطلق عليه (مضاد D) وهو يجمع فقط الخلايا الموجبة للعامل (Rh).

والآخر (مضاد C) وهو يجمع نمط خاص من سالبي (Rh) وعلى أساس هذا فإن الطراز الأخير يحمل أنتيجياً خاصاً (C) ولكنه لا يحمل الأنتيجين (D) ويرمز له (Cd) .

أما الخلايا الموجبة للعامل (Rh) والتي لا تتجمع بمضاد (C) يرمز لها بالرمز (cD)، وكما أن هناك جسماً مضاداً نوعياً آخر يعرف بإسم مضاد (c) يجمع كل الخلايا التي لا تحمل الأنتيجين (C) .

ويمكن تمييز ستة أنواع من الدم بالنسبة لهذه الأمصال المضادة الثلاثة .

تفاعلات التلزن للخلايا الحمراء لأشخاص مختلفين بإستعمال ثلاثة أمصال نوعية مضادة للأنتيجين (Rh) .

التفاعلات السالبة −	التفاعلات الموجبة +		
طراز Rh	مضاد c	مضاد C	مضاد D
Rh موجب CcD	+	+	+
Rh موجب CCD	−	+	+
Rh موجب ccD	+	−	+
Rh سالب Ccd	+	+	−
Rh سالب CCd	−	+	−
Rh سالب ccd	+	−	−

وبذلك فإن الأشخاص من النوع Cc خليطون للأليل C والذي يعين الأنتيجين C . والأشخاص CC أصليون للأليل C كما الأشخاص cc أصليون للأليل c . وواضح أنه لا توجد سيادة ، فكل أليل ينتج الأنتيجين الخاص به في الفرد الخليط . وإن لم يوجد مصل مضاد يميز d وهو في الصورة الأخرى من D فالأشخاص الموجبون للعامل D يكونون اصليين أو خليطين ، ومع ذلك يمكن معرفة تركيبهم

الوراثي من خلال نسلهم، فمثلاً شخص D موجب وله طفل d سالب يدل هذا على تركيبه الوراثي (Dd) .

وقد وجد شكلان آخران من الأجسام المضادة النوعية هما (مضاد E) و (مضاد e) وينتجهما زوج من الأليلات E و e .

أما التوافيق الثانية والتي تورث دائماً معاً كاليلات جين واحد للأنتيجينات الثلاثة الأساسية وهي C-c و D-d و E-e .

وقد وجد أنه إذا أعطيت الأم حقنة في المصل تحتوي على الأجسام المضادة غير الهامة خلال (72) ساعة بعد ولادتها لطفل (+Rh) فإن ذلك يمنع كريات دم الطفل الحمراء ، والتي مرت إلى الدورة الدموية للأم ، من جعل الأم تكون الأجسام المضادة (anti-D) حتى تتمكن من حمل طبيعي آخر .

وتتشكل الأجنة الموجبة Rh لأمهات سالبة Rh عن طريق نمطين من التزاوج هما rr إناث × RR ذكور أو rr إناث × Rr ذكور ففي الحالة الأولى تكون كل حالات الحمل موجبة لـ Rh أما في الثانية فإن نصف حالات الحمل تكون موجبة لـ Rh والنصف الثاني يكون سالب لـ Rh .

- **الفصل السابع**

تحديد الجنس
Sex Detemination

بشكل عام في الكائنات الحية يمكننا التمييز بين نوعين للجنس ولطريقة التكاثر

أولاً – الكائنات أحادية الاعراس:

في هذه الحالة الكائن نفسه يفرز نوعين من الجاميطات المذكرة والمؤنثة .

ثانياً – الكائنات ثنائية الاعراس :

وهنا فإن كل كائن يفرز نوعاً واحدا من الأعراس – أعراس مذكرة والكائن الآخر يفرز أعراس مؤنثة . ولدى هذه الكائنات نوعين من الإختلافات.

أولا:اختلافات جنسية أولية Primary sex differences وترجع هذه الإختلافات بنوع الأعراس التي يفرزها كل نوع وكذلك إلى الأعضاء الجنسية التي تكون هذه الأعراس .

وثانياً: اختلافات جنسية ثانوية Secondary sex characters مثل الصفات المظهرية كالشعر وتوزيع الدهن وغيرها من الصفات الثانوية .

- صبغيات الجنس: Sex chromosomes

العالم هنكنج أول من حدد الصبغيات الجنسية عام 1891 ذلك بالنسبة لتركيبها الصبغي ، وذلك عند دراسته للإنقسام الإختزالي في ذكور حشرة عديمة الأجنحة ، حيث لاحظ:

أ- نوع يحتوي على (12) صبغي .

ب- نوع يحتوي على (11) صبغي .

وفي عام 1898م لاحظ بوليمير ظاهرة مماثلة في حشرة خنفساء القرع Anasatristis حيث لاحظ في الإنقسام الإختزالي الثاني أن (11) صبغي تحركا إلى احد أقطاب الخلية بينما (10) صبغي فقط إلى القطب الآخر .

وبناء على هذه المشاهدات اقترح هنكنج أن هناك نوعين من الحيوانات المنوية الناتجة من الإنقسام الإختزالي يحوي إحداها على صبغي زائد له علاقة بتحديد الجنس في هذه الحشرات الثنائية الجنس . وبالتالي فإن اتحاد كل منهما بالبويضات سوف يعطى في النسل أعداداً متساوية من الذكور وأعداد متساوية من الإناث .

وفي عام 1905 لاحظ ستيغنز أن ذكور حشرات Tenebrio تحمل صبغيين غير متماثلين بينما كانت الإناث خالية من هذه الظاهرة ، أي أنها تحمل صبغيين متماثلين ، وقد رمز ستيغنز لهذا الزوج من الصبغيات في الذكر بالرمز (XY) وبذلك تكون الإناث لهذا الزوج (XX) . ومن هذه الدراسات وغيرها أمكن تصنيف الأنظمة التي يمكن بواسطتها تحديد جنس نوع الكائن إلى ثلاثة أنظمة :

أولاً : نظام (XX – XO) :

ويتواجد هذا النظام في عديد من أنواع الحشرات مثل حشرة خنفساء القرع ، وفيه تكون الأنثى ذات تركيب وراثي XX . وبالتالي فإنها تنتج نوعاً واحداً من البويضات جميعها تحمل الصبغي (X) وتعرف بأنها متماثلة الأعراس التناسلية ، بينما الذكور تحتوي على صبغي واحد فقط من هذا النوع وتركيبها (XO) ، وبالتالي فإنها تنتج نوعين من الحيوانات المنوية بحيث أن نصف الحيوانات المنوية يحمل صبغي (X) . والنصف الآخر لا يحمله ، وتعرف الذكور في هذه الحالة بأنها الجنس غير المتماثل الأعراس التناسلية ، ويلاحظ أن كل الأعراس سواء أكانت مذكرة أو مؤنثة تحمل مجموعة صبغية كاملة الكروموسومات الجسمية والبالغة (11) زوج من الصبغيات .

، وإليك التحليل الوراثي :

المجموعة الصبغية في الخلية الجسمية لأنثى خنفساء القرع =

10 أزواج من الصبغيات الجسمية + زوج واحد من الصبغيات الجنسية

أي : ♀♀ = XX + AA20

أما الذكر 10 أزواج من الصبغيات الجسمية + صبغي واحد جنسي

♂♂ = XO + AA20

P :	أنثى XX + 20 AA	×	XO + 20 AA ذكر
GP :	X+/OA		X+/OA , O+/OA
F1	XX + 20 AA أنثى		XO + 20 AA ذكر

ثانياً : النظام (XX – XY) :

ويتواجد هذا النظام في عديد من الحيوانات الثديية وكذلك في حشرات الدروسوفيلا ، وهنا فإن الإناث متماثلة الاعراس وذات تركيب صبغي (XX) بينما الذكور غير متماثلة الاعراس ذات التركيب الوراثي (XY) حيث يختلف كروموسوم (Y) شكلاً وحجماً عن كرموسوم (X) .

في الدروسوفيلا: Drosophila

حشرة ذبابة الخل أو الدروسوفيلا تسلك في تركيبها الصبغي وكأنها الثديات لذلك نشاهد لديها الحالات التالية:

أ:عدم الإنعزال الأولي للصبغيات X X: استطاع Bridges وضع الأساس اللازم من أجل الفهم التام لتحديد الجنس في الدروسوفيلا فالعدد الزوجي لصبغيات حشرة الدروسوفيلا ميلانوجاستر هو 2n = 8

وقد أظهرت الدراسات الوراثية على هذه الحشرة أن النظام المحدد للجنس فيها أظهر تعقيداً من الإختلافات الصبغية (XX–XY) الموجودة في الجنسين .

فالصبغي (X) في هذه الحشرة يحمل الأليل السائد (+) الخاص بلون العين الأحمر وهناك أليل آخر متنحي يرمز له بالرمز (v) وهو يتسبب في اللون القرمزي وتظهر هذه الصفة على الإناث المتماثلة اللواقح لهذا الأليل المتنحي (vv) كما أنها تظهر على كل الذكور الحاملة لهذا الأليل لأنها نصف متماثلة Hemizygous . حيث أن هذه الذكور تحمل صبغي X واحد . والتهجين بين أنثى لون أعينها قرمزية (X^vX^v) مع ذكر لون أعينه أحمر طبيعي (X^+Y^+) كان النسل الناتج إناث حمراء العين وذكور عيونها قرمزية كما يتضح من الرسم التالي :

p : الأباء : التركيب الوراثي	X^vX^v	×	X^+Y
GP : الأعراس التناسلية	X^v		X^+ , Y
F1 : التركيب الوراثي	X^+X^v		X^vY

ذكر قرمزي العيون أنثى حمراء العيون الشكل الظاهري

ولكن في بعض الحالات النادرة ، لوحظ في النسل الناتج من هذا التلقيح احتوائه على عدد قليل جداً من الإناث قرمزية العيون وذكور حمراء الأعين وكانت نسبة هذه الأفراد الشاذة تتراوح ما بين 2000/1 إلى 3000/1 .

وقد افترض بريدجز ان ظهور هذه الأفراد إنما يرجع إلى عدم انعزال صبغي (X) في الأنثى الثانية (XX) عن بعضهما في الدور الإنفصالي الأول في الإنقسام الإختزالي الأول . وقد أطلق بريدجز على هذه الظاهرة اسم عدم الإنفصال الأولي للصبغين الجنسيين .**ونتيجة لهذه الظاهرة فإن أنثى الدروسوفيلا تكون ثلاثة أنواع من البويضات :**

أ- النوع الأول وهو الغالبية العظمى وفيه تحمل البويضة صبغي (X) واحد

ب- النوع الثاني وهو نادر الوجود وفيه تحمل البويضة صبغيين جنس (XX) .

ج- النوع الثالث وهو نادر الوجود كذلك وفيه لا تحمل البويضة أي صبغي

P : الآباء .

ذكر $AA + X^+Y$ × $AA+X^vX^v$

تركيب وراثي

ذكر أحمر العيون أنثى فاتحةالعيون

GP	$A+X^+$	A + Y
$A+X^v$ الغالبية	أنثى حمراء العيون $AA+X^+X^v$	ذكور قرمزية الأعين $AA+X^vY$ن
$A+X^vX^v$ نادرة	إناث فائقة الأنوثة تموت $AA+X^vX^vX^+$	أنثى حمراء العيون فاتحة $AA + X^vX^vY$
A+O نادرة	ذكور حمراء العيون عقيمة $AA+X^+o$	فرد يموت مبكراً في البيضة AA + Yo

الجنين الخالي من الصبغي X أي ذو التركيب الوراثي AA + Oy غالباً ما يموت في طور من أطوار الجنين داخل البيضة يلاحظ من نتائج هذه التجربة أن وجود صبغي (Y) لا يحدد الذكورة حيث أن التركيب الوراثي AA + XXY كانت أنثى خصبة تماماً ويلاحظ أيضاً أن هذا الصبغي له علاقة ، **(بخصوبة الذكر)، حيث أن التركيب الوراثي (AA + XO) كان ذكراً طبيعياً تماماً ولكنه عقيم Sterile .**

ثانياً : عدم الإنفصال الثانوي الكروموسومي X في الدروسوفيلا: Secondary nondisjuction

عندما لقح بريدجز الإناث الشاذة القرمزية الأعين ($AA + X^vX^vY$) بذكر أحمر العيون طبيعي ($AA + X^+Y$) كان ناتج التلقيح الأشكال المظهرية التالية بالتكرارات المبينة :

0.46 إناث حمراء الأعين Red

0.02 إناث فاتحةالأعين Vermilion

0.02 ذكور حمراء العيون Red

0.46 ذكور فاتحة الأعين Vermilion

0.02 إناث فائقة الأنوثة تموت مبكراً

0.02 زيجوتات (Oyy)

وقد عزى بريدجز ظهور الإناث فاتحة الأعين والذكور حمراء الأعين في هذا النسل إلى ظاهرة عدم الإنفصال الثانوي .

ففي الإناث ذات التركيب الوراثي (XXy) لا يتم التصاق الصبغيات في الإنقسام الإختزالي بصورة طبيعية ، ففي الإناث يحتمل ان يتم الالتصاق بين هذه الصبغيات بإحدى الطريقتين التاليتين :

أ- يلتصق صبغيي (X) مع بعضهما ويظل الصبغي (Y) منفرد ويطلق على هذه الحالة اسم طراز Type (XX) .

ب- يلتصق صبغي (X) مع صبغي(Y) ويظل الصبغي (X) الآخر منفرداً ويطلق على هذه الحالة طراز (XY) Type .

لاحظ العالم مورجان أن ظاهرة عدم الإنفصال الأولي قد تحدث في الإناث ذات التركيب الوراثي الطبيعي (XX) وكذلك في الذكور (Xy) في الحالات التالة:

1- إذا حدث عدم الإنفصال الأولي في الإناث (XX) فإنها تنتج نوعين من البويضات إحداهما يحتوي على صبغي جنسي (X) والآخر خالي من أي كروموسوم جنسي (o) .

2- أما إذا حدث عدم الإنفصال الأولى في الذكور (Xy) فإن النتيجة النهائية تتوقف على ما إذا كان قد حدث في الإنقسام الأول أو في الثاني

أثر الهرمونات على تحديد الجنس :

لقد درس أثر الهرمونات على تحديد الجنس في كثير من الحالات . فخلايا الجنين (XX) بالإنسان تنتج مواد كيميائية ومنها الهرمونات تلعب دوراً أساسياً في تطور الغدة التناسلية غير المتمايزة مؤدية بذلك إلى تطور نسيج المبيض كما ان خلايا الجنين (XY) تنتج هرمونات تؤثر على تطور الخصيتين . وبذلك تنتج الغدد الجنينية هرمونات تقوم بدورها بتحديد الصفات الشكلية للأعضاء الجنسية الخارجية والأقنية التناسلية وفي الحيوانات الراقية وخاصة الفقاريات . تكون النواتج الثانوية للغدد الجنسية ، هي الهرمونات الجنسية. ففي الدجاج تمتلك الإناث غدة تناسلية واحدة (أي مبيضاً واحداً) أما الغدة الأخرى فهي ضامرة الأثر به . ووجد أن الإستئصال المبكر للمبيض من الأنثى ، يؤدي إلى تطور الغدة التناسلية الضامرة إلى خصية ، وينتج عن ذلك تكوين عرف وريش وسلوك ذكري للفرد ومنحت نطافاً ذكرية خصية وأصبحت أباً لفرختين ويطلق على هذه الحالة اسم انقلاب الجنس – Sex reversal .ولقد درست Lilie وآخرون ظاهرة Freemartin في الماشية . ففي الماشية في حالات وضع توأمين من جنسين مختلفين (ذكر وأنثى) . ففي هذه الحالة تتطور العجول بشكل طبيعي في حين تبدو العجول بين الجنسين شبيهة ظاهرياً ، بالنمط الأنثوي وباطنياً بالنمط الذكري ولكنها عقيمة ويمكن تفسير هذه الظاهرة بأن حقن الجنين تبدأ قبل المبايض بإفراز الهرمون الذكري في الدم ومنه ينتقل إلى الجنين المؤنث مسبباً إيقاف التمايز الطبيعي للأجهزة التناسلية فيه . ولقد لوحظ تأثير الهرمونات على تحويل الجنس في بعض البرمائيات والأسماك والحيونات الدنيئة .تكون الذكور في كثير من أسماك الزينة مغايرة الأعراس XY وفي النوع Oryzias Latipes هناك أفراد حمراء وبيض اللون . تقع مورثة اللون الأحمر السائدة R على الصبغي Y ، أما القرنية r على الصبغي X .

- الجين المحول للجنس في الدروسوفيلا: Trans – formor gene

تعقدت عملية تحديد الجنس في الدروسوفيلا بعض الشيء بعد اكتشاف عامل وراثي متنحي محمول على الكروموسوم رقم (3) الجسمي وقد رمز لهذا العامل الوراثي بالرمز tra وعندما يكون أصيلاً (متماثل اللواقح) يحول الأنثى الثنائية العادية (XX+AA) إلى ذكر عقيم .

فالأفراد ذات التركيب الوراثي tra / tra XX تكون مشابهة للذكور العادية في الشكل الخارجي والداخلي ، فيما عدا أن الخصى تكون مختزلة جداً في الحجم وهي عقيمة. ولا يوجد تأثير لهذا الجين على الذكور العادية . ويمكن أن يؤدي وجود هذا الجين إلى تغيير ملحوظ في النسبة الجنسية .

- الأشكال المظهرية(الأنثوية – الذكرية)الافراد المدنثة :Gynandromorphs

تمتاز هذه الأفراد بأن بعض أجزاء الجسم تظهر صفات التذكير بينما باقي أجزاء الجسم تظهر صفات التأنيث . فهناك مثلاً الأفراد المدنثة جانبياً ، حيث يكون نصف الجسم طولياً سواء الأيسر أو الأيمن ، بما في ذلك أعضاء التناسل مذكرة تماماً بينما نصف الجسم الآخر يكون مؤنثاً تماماً . وأيضاً هناك أفراد مدنثة في الاتجاه الأمامي – الخلفي ، حيث يكون النصف الأمامي للجسم حاملاً لصفات أحد الجنسين بينما النصف الخلفي حاملاً لصفات الجنس الآخر .

ثالثاً : تحديد الجنس في الحشرات غشائية الأجنحة: Habrobracon juglandis

ظاهرة التوالد البكري Partheno – genesis هي عبارة عن نمو الفرد من بيضة غير مخصبة . حيث يكون الجنين المتكون من البيضة غير المخصبة يحتوي على العدد الأحادي من الصبغيات (n) أي أنه ذو مجموعة صبغية أحادية Manoploid أما الجنين المتكون من البيضة المخصبة تكون مجموعته الصبغية ثنائية (2n) diploid وتساعد ظاهرة التوالد البكري بتعيين الجنس في بعض حشرات رتبة غشائية الأجنحة " النحل ، النمل "

ants والدبابير Wasps .

حيث أن البيضة المخصبة تنمو وتتطور لتصبح أنثى بينما الجنين الناتج عن البيضة غير المخصبة ينمو ويتطور ليصبح ذكراً .

رابعاً : تحديد الجنس في الإنسان (الثدييات) :

التركيب الوراثي للذكر عند الإنسان الطبيعي هو (xy) أما الأنثى الطبيعية فتركيبها الوراثي (XX) يلاحظ من هذا التركيب أن الذكور غير متماثلة الجاميطات ، وغالباً في كل الثدييات الأخرى .أن الصبغي X في الإنسان متوسط الطول ويتراوح طوله ما بين (45 – 55 um) وسنترومير في الوسط تقريباً أما كروموسوم Y فمتوسط طوله في أغلبية الذكور 1.8 um أي أنه أطول بقليل من صبغيات الجسم .

وجود كروموسوم Y قد يحدد اتجاه نمو الذكورة . وينتج هذا نسبة جنسية 1: ذكر: 1 أنثى في كل جيل ، وحيث أن الذكر ينتج نوعين من الجاميطات ، ويعرف هذا النظام في تعين الجنس بطريقة (Xy)

	الأنثى	الذكر
الآباء	XX	Xy

الأعراس	X	X	y
الجيل الأول	XX	Xy	
النسبة الجنسية	1	1	

طريقة Xy لتعيين الجنس

الاضطرابات الجنسية عندالانسان:

أولاً : ظاهرة تيرنر: The Turner Syndrome

الشكل المظهري الخارجي لهؤلاء الأفراد يكون مؤنث ويسجلون في شهادة الميلاد على أنهن إناث (Turner 1964) . وتظهر على هؤلاء الأفراد عدة اختلافات منها :

1- تكون الأذن في موقع منخفض على الرأس .

2- يكون الصدر عريضاً ويشبه صدر الذكر ويحمل ثديين صغيرين غير كاملي التكوين

3- تكوين المبايض صغيرة وغير كاملة التكوين .

4- الذكاء طبيعي أو أقل من المتوسط العام .

5- غالباً ما تكون هذه الإناث عقيمة .

يكون تركيبهم مؤلف من صبغي جنسي واحد (X) أي أن المجموعة الصبغية لديهم مؤلفة من (45) بدلاً من(46) صبغي في الخلايا الجسمية أي أن تركيبهم الوراثي هو (44 AA + XO) .

وقد أوضحت الدراسات أن كروموسوم (X) هذا آتي من الأم . معنى ذلك أن عدم الإنفصال الكروموسومي في الأب هو المسؤول عن معظم حالات تيرنر المشاهدة . والأهمية الوراثية لحالات تيرنر هذه أنها أوضحت أن غياب كروموسوم (Y) من الزيجوت يؤدي إلى ظهور صفات التأنيث .

ثانياً : ظاهرة كلينفلتر: Klinefelter Sndrome

الشكل الظاهري للأفراد المصابة بظاهرة كلينفلتر يتقرب من الذكر العادي ، ويسجل على أنه ذكر حيث أن الأعضاء التناسلية الخارجية تكون طبيعية ، أما الاختلافات فتظهر بتقدم السن مثلاً :

1- تضخم ونمو الثديان .

2- الخصي Testis تكون صغيرة بدرجة كبيرة .

3- لا يفرز هؤلاء الأفراد عادة حيوانات منوية Sperms .

4- تكون الأذرع أطول من المتوسط .

5- يعاني من التخلف العقلي .

وبالفحص السيتولوجي ، اتضح أن هؤلاء الأفراد يحملون (47) صبغي بدلاً من (46) صبغي ، وتكمن الزيادة في كروموسومات الجنس بحيث يكون التركيب الوراثي يمثل هؤلاء الأفراد (44 AA +) Xxy بسبب خلل في عملية الإنقسام الإختزالي .

ثالثاً : الذكر ذو التركيب الوراثي: The Xyy Male (Xyy)

وينتج هذا الفرد نتيجة لتضاعف العروس التناسلية الذكرية Y .

♀ XX × XY♂

X X,Y

تضاعف YY X

XYY

ويعتبر الفرد الحامل لهذا التركيب الصبغي ذكرا من حيث الشكل المظهري العام ويمتازون بطول القامة ومعدل ذكاءهم أقل من المتوسط كما يعانون من حب الشباب في مرحلة البلوغ

رابعاً : الإناث متعددة الكروموسوم :Poly – X Females

حيث يكون الصبغيات في الخلايا الجسمية (47) والتركيب الوراثي هو (AA + XXX) وكانت هذه الحالة أنثى طبيعية إلا أنها عند سن (22) سنة تكون الأعضاء التناسلية الخارجية لديها طفولية وكذلك عدم تمام نمو الأعضاء التناسلية الداخلية والأنثوية، وتعاني أيضاً من التخلف العقلي .

خامساً : الأفراد الخنثى: Herma – Phrodites

الأفراد الخنثى هي الأفراد التي تحمل في نفس الوقت كلاً من نسيج الخصية ونسيج المبيض حيث يكون الجهاز التناسلي الخارجي غير واضح المعالم ولوأنه في غالبية الأحيان يحمل صفات الذكورة .

أما الصفات الثانوية ، فإنها تتراوح ما بين الخاصة بالذكور والإناث ولذلك فبعضهم يرى أنه أنثى وبعضهم يرى على أنه ذكر وكلهم تاموا العقم وتركيبهم الوراثي هو 44AA + XXY ، نتيجة عدم الإنفصال الأولي لأحد الأبوين .

سادساً : تحديد الجنس عند الطيور والفراشات والأسماك :

في هذا النوع من تحديد الجنس تكون الأنثى غير متماثلة الجاميطات حيث تحتوي على صبغي يشبه الصبغي Y في الرجل وفي هذه الحالات تعطى الكروموسومات رمز Z بدلاً من X و W بدلاً من Y . وذلك بفرض جذب الانتباه لحقيقة أن الأنثى (ZW) هي الجنس غير المتماثل الجاميطات وأن الذكر ZZ هو الجنس المتماثل الجاميطات ، أما النسبة الجنسية المتوقعة فهي 1 : 1

- طريقة ZW لتعيين الجنس :

الآباء	ZZ ×	ZW
	ذكر	أنثى
الأعراس التناسلية	Z	Z . W
الجيل الأول	ZZ	ZW
النسبة الناتجة	1	1
الشكل المظهري	ذكر	أنثى

الفصل الثامن

وراثة الصفات المرتبطة بالجنس

Inhritance Related to Sex

يتضح من المناقشات السابقة بنظم تحديد الجنس في الكائنات الحية أن الذكر في كل من الإنسان والدروسوفيلا يحمل صبغي X واحد وصبغي Y واحدفي حين أن الإناث تحمل صبغيين من صبغيات الجنس XX أي أن المجموعة الصبغية الجنسية للذكر تتكون من XY بينما الإناث تتكون من XX .

فالجينات التي تتواجد على الصبغي (X) وليس لها أليلات على الصبغي (Y) تكون في الإناث بشكل مزدوج لأن الأنثى تركيبها الوراثي XX أي أنه تحمل أليلين من هذا النوع بينما في الذكور تكون بحالة مفردة لأن الذكر تركيبه الوراثي XY بإعتبار أن الصبغي Y لا يحمل أي أليل ، وبذلك الذكر يحمل أليل واحد فقط من هذا النوع ، ولذلك فإن هذه الصفات تكون أكثر انتشاراً في الذكور منها في الإناث .

وتقسم الجينات التي لها علاقة بالصبغيات الجنسية إلى ثلاثة أقسام :

أولاً – الجينات الموجودة على الصبغي (X) فقط وليس لها أليلات على الصبغي (Y) وتعرف هذه الجينات بأنها مرتبطة بالجنس Sex Inked genes.

ثانيا – الجينات الموجودة على الصبغي (Y) فقط وليس لها أليلات على الصبغي (X) وتظهر صفات هذه المورثات على الذكورة فقط وتعرف باسم Holandric genes .

ثالثاً – الجينات المحمولة على المناطق المتماثلة في كل من الصبغي (X) والصبغي (Y) وتعرف بإسم الجينات المرتبطة جزئياً بالجنس وتعرف باسم Partially sex Linked .

وهناك أنواع أخرى من الجينات محمولة على الصبغيات الجسمية ولكن تأثيرها على الشكل الظاهري للفرد يتوقف على نوع جنسه أي كان مذكراً أم مؤنثاً وتنقسم إلى نوعين:

أولاً – الصفات المرتبطة بالجنس: Sex – Linkage

اكتشف هذه الصفات العالم مورجان (1910) حيث قدم أدلة واضحة دامغة تدل على أن الجينات هي أجزاء من الصبغيات أو أنها محمولة على الصبغيات أما موضوع البحث الذي كان يدرسه بريدجز ينص على أن الجينات المرتبطة بالجنس موجودة فعلاً على كروموسوم الجنس وذلك عام 1916. وبعد دراستنا لنظم تحديد الجنس يمكننا أن نستنتج بأن الجينات المحمولة على الصبغي الجنسي (X) لا تتبع نفس النظام الذي تتبعه المورثات الموجودة على الصبغيات الجسمية عند الإنتقال من جيل إلى جيل فمعظم الصفات التي درست في الفصول السابقة لم نستطع من خلالها التمييز بين الذكر والأنثى لأنها كانت محمولة على الصبغيات الجسمية وكانت نسب الأشكال المظهرية في الجيل الثاني تتطبق مع قانون مندل الأول ذو النسبة (3 سائد : 1 متنحي) أو قانون مندل الثاني (1:3:3:9)

ولكن في حالة الارتباط بالجنس فإن المورثات المحمولة على الصبغي (X) لا يكون لها أليلات أوجينات على الصبغي (Y)، وبالتالي أي جين موجود في الأب لن يورثه إلى أبنائه الذكور بل سيورثه إلى بناته فقط ، وإذا كان هذا المورث متنحي فإن تأثيره لن يظهر في هؤلاء البنات إلا إذا كان بشكل أصيل ، أي بالإجتماع من الأليل المتنحي الثاني الآتي من الأم . أما إذا كانت الأم تحمل مورث متنحي على الصبغي X فإنه حتماً سوف يظهر على أبنائها الذكور لعدم وجود أليل على الصبغي Y ، ولن يظهر تأثيره في البنات اللواتي يحملنه إذا وصلهن أليل سائد من الأب .

ثانيا:الصفات المقتصرة على الجنس Sex – Limited genes وتظهر الصفة هنا في جنس واحد دون الآخر على الإطلاق بالرغم من تواجد تركيبها الوراثي في الفرد الآخر أي اما أن توجد في الذكور أو الاناث مثل شعر الذقن عند الرجال.

ثالث:اً – الصفات المتأثرة بالجنس Sex – Influenced genes وهنا تكون علاقة السيادة بين الأليلين تتوقف على جنس الفرد الموجود فيه التركيب الوراثي مثل القرون عند الاغنام.

- الارتباط بالجنس في الدروسوفيلا: Sex Linked in drosophila

اكتشفت أول حالات الإرتباط التام بالجنس بواسطة العالم مورجان عام 1910 في الدروسوفيلا وكذلك بريدجز واعتبرت هذه الحالات ذات أهمية حاسمة لنظرية الصبغيات، وأثناء دراسة الطراز البري " حشرات ذات لون أحمر العيون " عثر مورجان على ذكر أبيض العينين ، وكانت صفة جديدة لديهم لم يشاهدوها قبلاً وأمكن الحصول منها على سلالة صادقة التوالد(صافية) للعين البيضاء . وعند تلقيح هذا الذكر مع إناث عذراء حمراء الأعين " طراز بري " كان النسل الناتج كله أحمر الأعين مما دلهم على أن صفة العين البيضاء متنحية أمام صفة العين الحمراء . لاحظ مورجان كذلك أن فئات الشكل الظاهري في النسل الناتج تختلف إذا كان الأب هو الأبيض الأعين عما إذا كانت الأم هي البيضاء الأعين والأب هو الأحمر الأعين أي ان نتائج التهجين تتوقف على جنس الأب الذي يحمل الصفة المتنحية ، في حين أن الصفات المندلية الأخرى كما سبق أن رأينا لا يتأثر الجيل الأول أو الثاني بتغير الأب الذي تدخل الصفة عن طريقه وكانت النتائج واحدة سواء دخلت الصفة عن طريق الأب المذكر أو الأب المؤنث ونعرض أهم الحالات:

1- التلقيح بين ذكر أبيض العينين مع أنثى حمراء العينين :

عند إجراء التزاوج بين ذكر أبيض العينين وانثى حمراء العينين كانت كل أفراد الجيل الأول (F1) ذات عيون حمراء ، ذكوراً وإناثاً وبتلقيح إناث الجيل الأول مع ذكورالجيل نفسه(داخليا) للحصول على الجيل الثاني (F2) ظهرت صفة العين الحمراء والعين البيضاء وكانت النسبة الناتجة بالنسبة للشكل الظاهري (3 حمراء : 1 بيضاء) ، وتدل هذه النتيجة على أن المتحكم في هاتين الصفتين هو زوج واحد من الأليلات ، وأن أليل اللون الأحمر سائد على أليل اللون الأبيض ، وتبين أن أفراد الجيل الثاني (F2) كانت جميع الإناث ذات عيون حمراء في حين أن نصف الذكور ذو عيون حمراء

ونصفهم الآخر ذوي عيون بيضاء أي أن الأب المذكر قد ورث صفته إلى نصف أحفاده الذكور وذلك عن طريق بناته فقط ، أما الأب المؤنث فقد ورث صفته إلى كل أحفاده الإناث ونصف احفاده الذكور ، والشكل التالي يوضح نتائج هذه التجربة :

الآباء:	ذكر أبيض العيون	$X^AX^A \times X^ay$	أنثى حمراء العيون	P : الشكل الظاهري
		X^A , X^a , y		Gp : الأعراس التناسلية
		X^AY		
		X^AX^a		F1 الشكل الظاهري الوراثي
	ذكر أحمر العيون	أنثى حمراء		
	X^A Y	X^A X^a		GF1 الأعراس التناسلية
X^ay ذكر أبيض العيون	X^Ay ذكر أحمر العيون	X^AX^a أنثى حمراء العيون	X^AX^A أنثى حمراء العيون	F2 الشكل الاهري الوراثي

ويلاحظ من الشكل التوضيحي أن مجموعة الإناث حمراء العيون كانت تحتوي على تركيبين وراثيين مختلفين X^AX^a و X^AX^A .

2- التلقيح بين ذكر أحمر العينين وأنثى بيضاء العينين :

ان التزاوج عبارة عن تزاوج عكسي Reciprocal corss حيث كانت النتائج مختلفة تماماً عما هو الحال في التلقيح السابق فالنسل الناتج F1 انعزل إلى شكلين ظاهرين ، الإناث كلها كانت حمراء العيون ، والذكور كلها بيضاء العيون وعند تلقيح أفراد الجيل الأول للحصول عل الجيل الثاني لوحظ مايلي :

نصف الإناث كانت حمراء العيون ونصفهن الآخر كان أبيض العيون ونصف الذكور كانوا حمر الأعين ونصفهم الآخر كان أبيض الأعين ويمكن تمثيل نتائج هذا التهجين كما يلي :

الآباء	ذكور حمراء الأعين	$X^aX^a \times X^Ay$	أنثى بيضاء الأعين	P : الشكل الظاهري ووراثي
الأعراس		$X^a \times X^A , y$		Gp : الأعراس التناسلية

الجيل الأول	X^aY	X^AX^a		F1
	ذكر أبيض العيون	أنثى حمراء العيون		
	$X^a . y$	X^AX^a		أعراس F1
X^aY	X^AY	X^aX^a	X^AX^a	الجيل الثاني
ذكر أبيض العيون	ذكر أحمر العيون	أنثى بيضاء العيون	أنثى حمراء العيون	F2 الشكل الظاهري والوراثي

فإذا كان الأب الذكر يحمل الصفة المتنحية فإنها تنتقل إلى أحفاده الذكور عن طريق بناته وليس عن طريق أبنائه .

أما إذا كان الأب الذكر يحمل الصفة السائدة فإنها تنتقل إلى بناته في الجيل الأول مباشرة بينما تعطي الأمهات الصفة المتنحية للأبناء الذكور ، وتعرف هذه الحالة بإسم:

الوراثة التصالبية Criss. Cross inheritance من ذلك يتضح أنه يمكن الربط بين سلوك كروموسومات الجنس وبين المورثات المتحكمة في صفة لون العين كمايلي :

أولاً – إن الجين المتحكم في لون العين الأبيض محمول على الصبغي (X) ، وحيث أن الأنثى هي الجنس المتماثل الجاميطات Homogametic. Sex ، فإنها تحمل صبغيان جنسيان فإذا كانت حمراء العيون قد تحمل أحد التركيبين :

$^{A}_{a}$ **أو** $^{A}_{A}$ أما إذا كانت بيضاء العيون فيكون تركيبها الوراثي $^{a}_{a}$.

ثانياً – أن الصبغي (Y) في الذكور لا يحمل أليلات خاصة بلون العين هذا وبالتالي فإذا كان الذكر أحمر العينين فإن تركيبه الوراثي يكون ^{A}

وإذا كان الذكر أبيض العينين فإن تركيبه الوراثي يكون ^{a}

وترجع أهمية وراثة لون العين الأبيض – الأحمر في الدروسوفيلا إلى أنها أول حالة تمكن فيها الباحثون من الربط بين أحد الجينات وكروموسوم معين ، وفي الدروسوفيلا ميلانوجاستر يسلك (140) جيناً آخر على الأقل نفس طريقة الوراثة التي يسلكها أبيض العين ، مما يدل على أن هذه الجينات محمولة أيضاً في الكروموسوم X .

أ- **الارتباط بالجنس في الدجاج والطيور: Sex linked barring in the fowl**

تتصف الإناث باختلاف الصبغيات الجنسية فيها(محددةالجنس) ، حيث يكون التركيب الوراثي للأنثى هو (zw) والذكر (zz) وهنا نجد ان الجينات المرتبطة بالجنس تتبع في إنتقالها من جيل إلى جيل نظام الوراثة التصالبية ، ولو أن الوضع يصبح من الأم نصف المتماثلة Hemizygous إلى الابن الخليط Heteozygous ثم إلى الحفيدات . والسبب في ذلك أنه في هذه الحالة تعطي الأم ابنتها صبغي (W) الخالي من الأليلات وتعطي ابنها كروموسوم (z) الحامل للمورثات المرتبطة بالجنس ،

بينما يعطي الأب كلاً من ابنه وابنته كروموسوماً من كروموسومات (z) ومن أشهر الأمثلة على وراثة مثل هذه الصفات ، صفة الريش المخطط في البلايموث روك Plymouth Rock ،والثانية الرود ايلاند الحمراء ويتحكم في هذه الصفة جين سائد مرتبطة بالجنس .

1- تلقيح ديوك حمراء (غير مخططة) مع دجاجات مخططة :

الآباء : أنثى مخططة $Z^bZ^b \times Z^BW$ ذكر غير مخطط

GP : $Z^b \times Z^B$, W

وراثة تصالبية : Z^BZ^b , Z^bW F1 شكل وراثي

أنثى غير مخططة ذكر مخطط شكل ظاهري

GF1 : أعراس الجيل الأول Z^B . Z^b Z^b . W

F2 : التركيب الوراثي: أنثى Z^BZ^b Z^bZ^b Z^BW Z^bW

غيرمخططة أنثى مخططة ذكر غير مخطط ذكر مخطط : الشكل الظاهري

فالجيل الأول الناتج تحمل ديوكه مورث التخطيط ، وأما الدجاجات فتكون خالية منه ، وبالنسبة للصيصان الفاقسة حديثاً فإن صفة التخطيط لا تلاحظ فيها فوراً ، إلا أن الصيصان التي ستنتج ديوكاً مخططة تلاحظ على المنطقة الخلفية من الرأس بقع بيضاء ، بينما تنعدم أمثال هذه البقع لدى الصيصان الإناث كذلك نلاحظ أن أفراد الجيل الأول معاكسة في ألوانها لألوان الآباء فيستفاد من هذه الظاهرة في تحديد جنس الصيصان في المراحل المبكرة من النمو بعد الفقس مباشرة مما يسهل فصل الذكور عن الاناث الزائدة ، وهذا التلقيح ما هو إلا عبارة عن وراثة تصالبية.

2- تلقيح ديوك مخططة مع دجاجات حمراء :

حيث تكون نتائج هذا التلقيح مغايرة لنتائج التلقيح السابق إذ كانت جميع أفراد الجيل الأول وبغض النظر عن نوع جنسه مخططة الريش . أما أفراد الجيل الثاني فقد كانت ثلاثة منها مخططة وفرد واحد أحمر اللون ، فقد كانت جميع الذكور مخططة ، بينما نصف الإناث مخططة والأخرى (أي النصف الآخر) أحمر .

الآباء	Z^bW	×	Z^BZ^B	p : التركيب الوراثي
	أنثى حمراء	×	ذكر مخطط	: الشكل الظاهري
	Z^b , W	×	Z^B	GP : أعراس الآباء
	Z^BW		Z^BZ^b	
	أنثى مخططة		ذكر مخطط	F1 : التركيب الوراثي
	Z^B . W	×	Z^B . Z^b	
Z^bW	Z^BW	Z^BZ^b	Z^BZ^B	F2 التركيب الوراثي
أنثى غير	أنثى مخططة	ذكر مخطط	ذكر مخطط	الشكل الظاهري

مخططة				

وتستعمل صفة التخطيط في تمييز جنس الصيصان ولكن هناك صعوبة فقد تتأثر هذه الصفة ببعض العوامل المحورة ، ومن أجل هذا الغرض تستعمل صفة الترييش السريع لريش الأجنحة والذيل في تمييز جنس الصيصان .

- المورثات K-k : صفة الترييش السريع : The K -k Alleles of the fowl

الأليل K يتسبب في بطء نمو الريش ويمكن التمييز بين التراكيب الوراثية بعد مرور يوم من الفقس والتهجين التالي يوضح ذلك :

الآباء	ذكر سريع الترييش × أنثى بطيئة الترييش	P :
التركيب الوراثي	ZkZk ZKW	
الأعراس التناسلية :	ZK.W × Zk	GP :
الجيل الأول :	ZKZk . ZkW	F1 :
الشكل الظاهري :	أنثى سريعة الترييش . ذكر بطيء الترييش	

ولكي نميز الجنس بين الصيصان ففي اليوم الأول تظهر على الكتاكيت المؤنثة أربعة أرياش على الجناح الأيمن ، وبعمر الأسبوع ينمو لدى الصيصان ذات التركيب الوراثي (RR) ريش الذنب مع امتداد بريش الأجنحة حتى نهاية الجسم ، بينما لا يلاحظ أي تشكل لدى الصيصان ذات التركيب الوراثي (KK أو K-) أي ذنب بعد . ونستنتج من التركيب الوراثي للذكر أن صفة الترييش السريع صفة متنحية أمام صفة الترييش البطيء السائدة .

ج- الارتباط بالجنس في الإنسان :

يعرف في الإنسان عشرون جيناً تقريباً تسلك في وراثتها نفس طريقة جين ابيض العين أو أليلة العادي في الدروسوفيلا ولذا فإنها تعتبر محمولة الكروموسوم (X) في الإنسان .

فقد لاحظ بعض الفلاسفة الإغريق أنه في بعض العائلات توجد صفات معينة في الأب ، هذه الصفات لا تظهر في الجيل الأول سواء كان ذكوراً أو إناثاً أي أنها تختفي لتعود للظهور مرة أخرى في الذكور في أجيال تالية . ومن أهم الصفات المرتبطة بالجنس في الإنسان هو :

1- صفة عمى الألوان (الأحمر – الأخضر) .

2- صفة سيولة الدم .

3- صفة عديم تكوين الانزيم جلوكوز – 6 – فوسفات ديهيدروجيناز.

أ- صفة عمى الألوان (الأحمر – الأخضر) :

هذه الصفة هي أكثر الصفات المرتبطة بالجنس انتشاراً في الإنسان والرجل المصاب بهذه الحالة يحمل الأليل المتنحي (c) على الصبغي (X) وحيث أن الصبغي (Y) لا يحمل أليلها لهذا الجين فإن التركيب الوراثي لهذا الرجل يكون نصف متماثل ، ويظهر تأثيره على الشكل المظهري بالرغم من وجوده في حالة مفردة . والتزاوج بين هذا الرجل وبين امرأة طبيعية النظر يعطي نسلها ذكوراً وإناثاً ذوي نظر طبيعي حيث أن الأم تعطى كلاً من الولد والبنت (X) حاملها للأليل السائد (C) المسؤول عن النظر الطبيعي . ولكن يصل إلى البنات كروموسوم (X) من الأب حاملها للأليل المتنحي (c) وبذلك تكون هذه البنات غير متماثلة العوامل وتعرف هنا بأنها حاملة للصفة أي هجينة بالرغم من أن نظرها طبيعي تماماً . هذه الأنثى الهجينة Carrier إذا تزوجت رجلاً طبيعي النظر ، فإن نصف أبنائها الذكور يكونون مصابين بعمى الألوان (أحمر– أخضر) وذلك لأن الأب الطبيعي النظر يعطي واحداً من أبنائه كروموسوم (y) الذي لا يحمل أليلات ، كذلك فإن نصف البنات حاملات للصفة أي يكون تركيبهم الوراثي Cc والنصف الآخر متماثلات بالنسبة للأليل السائد CC .

أما إذا تزاوجت امرأة حاملة للصفة Cc بذكر مصاب cy فإن نصف الأبناء يكونون مصابين وكذلك نصف البنات سيكونون مصابات بعمى الألوان .

ب– صفة سيولة الدم :Hemophelia

من الصفات المرتبطة بالجنس في الإنسان وهي حالة مرضية تتميز بعدم قدرة دم المصاب على التجلط Clohing ، نتيجة لنقص مادة الثرمبوبلاستين اللازمة لتمام عملية التجلط . وتكاد تكون هذه الصفة قاصرة على الذكور . أما احتمال ظهورها في الإناث فهو ضئيل جداً حوالي 1 : 10.000^2 أي حالة واحدة بين كل مائة مليون مولودة أنثى والذكور المصابين والإناث المصابات يموتون بمعدل كبير قبل وعند سن البلوغ ، وإذا عاش الذكر المصاب ووصل إلى سن البلوغ وتزوج من امرأة طبيعية غير حاملة ، فإن الذكور يكونون جميعاً طبيعيين من حيث تجلط الدم بينما الإناث (البنات) يكن طبيعيات ولكن حاملات . ومن الناحية النظرية يمكن الحصول على إناث مصابات بصفة سيولة الدم وذلك في حالة التزاوج بين ذكر مصاب وأنثى حاملة ، فنصف البنات الناتجات من هذه الزيجة يكن مصابات حيث أن تركيبهن الوراثي يكون متنحياً متماثل (hh) . وتعد هذه الصفة من العوامل أو الصفات المميتة المرتبطة بالجنس .

ثانياً : وراثة الصفات المحمولة على الصبغي (y): Holandric genes

من الشواهد ما يدل على أن أجزاء الصبغي (Y) التي ليس لها نظير على الصبغي (X) ، تحمل جينات تكون بدورها قاصرة على الصبغي (y) أي ليس لها أليلات على الصبغي (X) وتعرف مثل هذه الجينات بأنها ذكرية أو قاصرة على الذكور holandolric والصفات الخاصة بمثل هذه الجينات تظهر فقط على الذكور ،وفضلا عن ذلك فإنها لابد وأن تظهر في كل الأبناء الذكور للأب الذي تظهر عليه الصفة .

ومن أوضح الأمثلة على الصفات القاصرة على الذكور هي صفة نمو الشعر بغزارة على الأذن hypertrichosis وهذه الصفة منتشرة بين الهنود بصفة خاصة ولو أنها تشاهد في سلالات بشرية مختلفة ومن الصفات الأخرى في الإنسان هي صفة الرجل القنفذ porcpine man (ظهور حراشف على الجلد مع نموات تشبه شعيرات القنفذ) .

أما في حشرة الدروسوفيلا لا توجد في حشرة الدروسوفيلا أليلات في الكروموسوم (y) للجينات المرتبطة بالجنس والمعروف أنها محمولة في الكروموسوم

(X)، وهذا هو السبب في أن الذكر الذي يحمل جرعة واحدة لجين متنحي مرتبط بالجنس تظهر به الآثار المظهرية لهذا الجين ، ولذا فإن الكروموسوم (y) يعتبر من الوجهة الوراثية فارغاً أو خاملاً وذلك بمقارنته بالكروموسوم (X) . ولكن توجد أليلات للجين قصير الشعرات الشوكية (bobbed) المتنحي في كلا الكروموسومين X الأنثوي و X الذكري ، أما على الكروموسوم y فيوجد الأليل الطبيعي السائد (العادي) وبذلك يكون الذكر وبشكل دائم عادي الشعر أما الأنثى فتتواجد بشكل دائم بالحالة قصيرة الشعيرات الشوكية . وإذا ما لقح مثل هذا الذكر إناثاً قصيرة الشعرات الشوكية فإن جميع الإناث الناتجة من هذا التلقيح تكون قصيرة الشعرات وجميع الذكور عادية الشعرات ، فيورث الأب الشعرات العادية لأبنائه تماماً كما يورث لهم الكروموسوم y.

ثالثاً : الارتباط الجزئي بالجنس: Partial Sex- Linkage

لوحظ أنه في الدروسوفيلا توجد أجزاء من كروموسوم (y) تماثل أجزاء من كروموسوم (x) . وبذلك فالأليل الموجود على الصبغي (x) في هذه الأجزاء يكون له أليل على كروموسوم (y) . وتعرف مثل هذه المواقع الجينية بأنها مرتبطة جزئياً بالجنس ، وعلى هذا الأساس تنعزل الصفات عن بعضها وتنتقل إلى الأجيال التالية بطريقة تشابه تلك الخاصة بالصبغيات الجسمية . أما بالنسبة للشكل الظاهري تكون مستقلة استقلالاً جزئياً عن الجنس هذا بالنسبة للأليلات المرتبطة جزئياً بالجنس .

رابعاً – الصفات المتأثرة بالجنس :Sex- influenced genes

وهي عبارة عن الحالات التي يعبر فيها التركيب الوراثي عن نفسه بصورة مختلفة في كل جنس من الجنسين . ويمكن القول عنها بأنها الحالات التي تنعكس فيها علاقة السيادة بين الأليلين عند الإنتقال من أحد الجنسين إلى الجنس الآخر . وهناك أمثلة كثيرة عن الصفات المتأثرة بالجنس منها عند الإنسان الصلع وقصر إصبع الإبهام . أما عند الحيوانات ، وراثة اللون الطوبي في سلالة الإيرشاير وكذلك وراثة القرون في الأغنام .

1- حالة الصلع : pattern baldness

حيث يبدأ الشعر في السقوط من على قمة الرأس ، إلى أن تصبح قمة الرأس عارية تماماً من الشعر الذي يتواجد على الجوانب والخلف فقط . وحالة الصلع هذه صفة سائدة بين الذكور ومتنحية في الإناث أما في الإناث فإن الشعر لا يسقط تماماً من على قمة الرأس ولكن كثافته تقل بدرجة كبيرة .

والمسؤول عن هذه الصفة زوج من الاليلات محمولة على أحد الصبغيات الجسمية، واليل التراكيب الوراثية والأشكال الظاهرية لهذه الحالة أو الصفة :

ذكور	إناث		
أصلع	صلعاء	BB	التركيب الوراثي
أصلع	غير صلعاء	Bb	
غير أصلع	غير صلعاء	bb	

يلاحظ من التراكيب الوراثية أن الأليل B يكون سائداً في الذكور ومتنحياً في الإناث ، وفي الحالة الهجينة Bb ، فإن تأثيره يظهر في الذكور نتيجة وجود هرمون الجنس الذكري ، أي أن الجنس قادر على تعديل السيادة .

2- وراثة القرون في الأغنام: Hornless in sheep

ففي سلالة دورست Dorset نجد أن كلاً من الإناث والذكور لها قرون ، بينما في سلالة سفولك Suffolk نجد أن كلاً من الإناث والذكور لا تحمل قروناً ، أو وجودها في الذكور وانعدامها في الإناث في سلالة المرينو Merino .

وبالتزاوج بين افراد ذكور من سلالة دورست مع إناث من سلالة سفولك ، فإن أفراد الجيل الأول F1 ، تكون الذكور ذات قرون بينما الإناث عديمة القرون . وبترك أفراد الجيل الأول لتتزاوج فيما بينها داخلياً للحصول على الجيل الثاني F2 ، فإنه يلاحظ بين أفراده النسبة التالية :

1- إذا كان الجيل الثاني كله ذكور فيتكون النسبة :

(3 ذوي قرون : 1 عديم القرون)

2- أما إذا كان أفراد الجيل الثاني كلهم إناث فتتكون النسبة :

(3 عديم القرون : 1 لها قرون)

يلاحظ أن هذه الصفة تنتقل بين الأجيال بطريقة مندلية عادية ولكن الأليل المتحكم في وجود القرون (H) يكون سائداً في الذكور بينما يكون أليله (h) سائداً في الإناث والشكل التالي يوضح هذه العلاقات :

الآباء :	سفولك عديم القرون × دروست ذات قرون	: P الشكل المظهري
	HH hh	
الجيل الأول :	Hh × F1	F1 تركيب وراثي
	ذكور لا قرون أو إناث عديمة القرون	شكل ظاهري
	H,h H,h	GF1
الجيل الثاني :	2Hh 1hh	1HH

ا ذا كان كله ذكور 1- عديمة القرون و 3- ذو قرون

إذا كان كله إناث 3- عديمة القرون و 1- ذات قرون

٣- وراثة اللون الأحمر والطوبي في ماشية الأيرشاير : Ayrshire breed

لماشية الأيرشاير عدة ألوان منها الأبيض والبني والأحمر والطوبي إلا أن اللونين الأخيرين هما المفضلان لدى مربي الماشية وقد وجد عند دراسة السلوك الوراثي لهذه الصفة أن العلاقة بينهما هي علاقة متأثرة بالجنس ، فإذا لقح ثور طوبي اللون بقرة حمراء اللون ظهرت إناث الجيل الأول كلها حمراء والذكور طوبيه .

مما سبق نستدل على أن هذه الصفة في ماشية الأيرشاير تتأثر بزوج واحد من العوامل الوراثية لايسود أحدهما على الآخر . ولكن ظهور السيادة من مورث إلى آخر يتوقف على الجنس الحامل لمثل هذا المورث في تركيبه الوراثي ، فلنفرض أن (m) يرمز للون الأحمر وأن اللون (M) يسبب اللون الطوبي فإنه يمكننا توضيح التزاوجات السابقة كما يلي :

ذكور	إناث	التركيب الوراثي
طوبية	طوبية	MM
طوبية	حمراء	Mm
حمراء	حمراء	mm

يلاحظ من الجدول أن Mm طوبية في الذكور أي أن M سائد مع m أما في الإناث حمراء أي أن m سائدة على M وذلك بسبب الجنس الحامل للمورث .

رابعا – الصفات المقتصرة على الجنس: Sex limited characters

الجينات المقتصرة على الجنس هي تلك الجينات التي يتحدد تأثيرها على الشكل المظهري بناء على وجود أو غياب أحد هرمونات الجنس (Sex-hormones) وعلى ذلك فإن تأثيرهم على الشكل المظهري يكون مقتصراً (Limeted) على جنس واحد من الجنسين ، معنى ذلك أن تركيباً جينياً (تركيب وراثي) Genotype معيناً سوف يعطي شكلاً مظهرياً في الإناث مثلها يختلف عن الشكل المظهري الذي يعطيه للجنس الاخر إذا كانت قدرة هذا التركيب الوراثي على إظهار الصفة لها علاقة بهرمونات الجنس . وتعتبر هذه المورثات مسؤولة بشكل مباشر عن الصفات الجنسية الثانوية . ومن أمثلة الصفات المقتصرة على الجنس في الحيوانات صفة شكل الريش في الدجاج ، حيث يوجد نوعان من الريش يختلفان في الشكل عن بعضهما :

أ- ريش الديك : حيث تكون الريشة طويلة مدببة ومقوسة .

ب- ريش الدجاجة : حيث تكون الريشة قصيرة مستديرة الطرف ومستقيمة ويرمز للجين في صفة ريش الدجاجة (H) وعند الذكر (h) .والجدول التالي يوضح التراكيب الوراثية والأشكال الظاهرية وعلاقتهما في كلا الجنسين :

التركيب الوراثي	الإناث	الذكور
HH	قصيرة مستديرة الطرف ومستقيمة	قصيرة مستديرة الطرف ومستقيمة
Hh	قصيرة مستديرة الطرف ومستقيمة	قصيرة مستديرة الطرف ومستقيمة
hh	قصيرة مستديرة الطرف ومستقيمة	ريشة طويلة مدببة ومقوسة

وعندما أزيل من الطيور المبايض والخصى ، نما لهم جميعاً ريش ديكة بغض النظر عن التركيب الذي يحمله الفرد ، وقد دل هذا على أن نوع الريش ينمو إنما يتوقف على توليفة معينة من التركيب الوراثي وهرمون الجنس .

وعلى ذلك يمكننا تلخيص عمل كل واحد من هذين الأليلين .

H= ينتج ريشة دجاجة في وجود أي من هرموني الجنس ، وينتج ريش ديك في غياب كل من هرموني الجنس وهو أليل سائد على (h) .

H= ينتج ريش ديك في غياب هرموني الجنس الأنثوي ، وينتج ريش دجاجة من وجود هذا الهرمون .

وكذلك من الأمثلة على هذه الصفة عند الإنسان هو نمو شعر الذقن في الرجال بصورة طبيعية وعدم نموه في الإناث ، بالرغم من أن الدراسات أوضحت تساوي الرجال والنساء في عدد الشعيرات في الوحدة المربعة من سطح الجلد ، إلا أن هذه الشعيرات تنمو في الرجال دون النساء . ويلاحظ أنه في حالات الصفات المقتصرة على الجنس كانت الجينات الخاصة بها محمولة على الصبغيات الجسمية ، وهذا يعني أن التراكيب الوراثية المختلفة والأشكال الظاهرية الخاصة بها يجب أن تتواجد بتكرارات متساوية في كل من الذكور والإناث ، ولكن الإختلافات في الهرمونات الجنسية بين الذكور والإناث تجعل بعض الصفات تظهر في جنس وتختفي في جنس آخر .

فرضية ليون بالنسبة للصبغي الجنسي الخامل X :

إن كمية البروتين الناتجة عن مورثتين محمولتين على الصبغين XX في الخلية الأنثوية المتماثلة اللواقح . من المتوقع أن تكون كمية البروتين هذه ضعف الكمية الناتجة عن مورث واحد محمول على الصبغي الجنسي X عند الذكر وذلك لأن تركيبه الوراثي XY أي غير متماثل اللواقح . ولكن أظهرت الدراسات أن هذا التوقع غير صحيح ولا ينطبق مع الواقع حيث أثبتت النتائج على وجود آلية للتوازن في عمل الجينات بين الجنسين ، وقد عرفت هذه الآلية بإسم / تعويض الجرعة / .

حيث وضعت ليون نظريتها والتي تنص على أنه : عندما يوجد أكثر من صبغي جنسي X واحد ، فإن بقية الصبغيات الجنسية من النوع X ما عدا واحد تكون غير نشطة أو غير فعالة وراثياً ويحدث عدم الفعالية هذا اعتباطياً خلال مراحل التكون المبكر ويترافق مع ظهور الكروماتين الجنسي Sex-chromatin ، وبذلك تعمل مورثات صبغي x معين واحد فقط في خلية معينة وفي كل الخلايا المشتقة

منها في كلا الجنسين وهو عبارة عن الصبغي X الفعال . وقد فسرت ليون حالة التبقع Patchinecc المرتبطة بالجنس في إناث الهر (X^AX^a) من خلال فرضية خمول الصبغي X . فعند القطط المبقعة تتكون فئتان من البقع (فئة بلون أسود والفئة الثانية بلون بني) . متوزعة اعتباطياً على جسم القطط ، وتحتوي الفئة الأولى على صبغي (X) حامل للمورثة (a) بشكل خامل وراثياً بينما الفئة الثانية تحتوي على الصبغي (X) الحامل للمورثة (A) وبشكل خامل وراثياً أيضاً . وبذلك يستطيع كلا الجينين من التعبير عن نفسها وفقاً لحالة الصبغي الحامل لها من الفعالية الوراثية . وبذلك بتشكيل نوعان من البقع ، بقع سوداء فيها المورثة (A) فعالة لأنها محمولة على الصبغي الفعال ، وبقع بنية فيها المورثة (a) فعالة أو لأنها محمولة على الصبغي الفعال الآخر .

♂ ♀

X X^PX^M

X X X^PX^M X^PX^M

X X X X $+X^P$ $+X^M$ $+X^P$ $+X^M$

Mosaic

تخطيط يشرح فرضية ليون ، حيث ينقلب أحد الصبغيين XX في الأجنة الأنثوية إلى حالة الخمول اعتباراً من اليوم السادس عشر للحمل وبعد الإنغراس أما في الأجنة الذكرية فيبقى X الوحيد فعالاً في كل الخلايا . وانقلاب Xp (الصبغي الأبوي) أو XM (الصبغي الآتي من الأم) يتم بشكل عشوائي بحيث يكون نصف خلايا الأنثى فيها صبغي XP هو الفعال والنصف الآخر فيه صبغي XM هو الفعال ولذلك تعرف خلايا الأنثى بالنمط الفسيفسائي للصبغي X ، وترمز إشارة + إلى الصبغي X المكتشف الخامل.

الفصل التاسع

الجينات المميتة والأمراض الوراثية

Lethal genes and genetic diseases

بعد ان اصبح لدينا معلومة عن المورثات ومدى تأثيرها فان العديد من الجينات يكثر فيها عدم الإنتظام في التعبير الخارجي بين الطفرات الجينية التي تسبب أمراضاً وراثية في الإنسان وفي الكائنات الأخرى ، ولدراسة هذه الحالات أهمية بالغة من الوجهة العملية وأيضا من الوجهة النظرية .

أولاً : الجينات المميتة :

الجينات المميتة هي من أسباب إحداث التغيرات في النسبة المندلية البسيطة ٣:١ التي تظهر في الجيل الثاني لتصبح النسبة٣:٠ **أي تغير النسبة الوراثية .**

وان ماتبديه هذه الجينات من أشكال مظهرية هو موت الفرد وذلك إما قبل الولادة أو بعد ولادته حتى يصل الى مرحلة النضج الجنسي ، مما يؤدي إلى الإنحراف عن النسبة المندلية البسيطة .

توصيف الجينات المميتة:

تصنف الجينات المميته حسب مدى تاثيرها الى:

١-جينات مميتة متنحية :

إن أكثر الجينات المميتة تكون متنحية بنسبة تصل الى ٩٠% ولا يظهر تأثيرها المميت إلا في حالة التركيب الوراثي المتماثل وتكون الأفراد طبيعية في حالة التركيب الوراثي الخليط .

٢-جينات مميتة سائدة:

عندما تكون الجينات سائدة فإن التركيب الوراثي المتماثل او الخليط يؤدي الى موت الأفراد بنسبة ١٠٠% وعلى ذلك فإن المورث المميت السائد الذي ينشأ بالطفور يستبعد من العشيرة في نفس الجيل الذي ينشأ فيه أي(يقتل كامل القطيع).

٣- جينات نصف مميتة Simi-Lethal :

يكون تاثيرها مميت لبعض الأفراد الحاملة له وليس لجميعها ، وتلعب الظروف البيئية الخارجية دوراً كبيراً في إتمام تأثير الجينات نصف المميتة .

٤-جينات مقللة للحيوية Subvital :

تخفض المقدرة الحيوية للجسم بصورة مؤقتة أو دائمة ولابد من الإشارة إلى ان الجينات التي تقتل أقل من 100% وأكثر من 50% تسمى شبه المميتة أما التي تسبب أقل من 50 % من الوفيات تسمى المقللة للحيوية Subvital .

من الأنماط الأربعة السابقة يمكن ان تنشأ الأمراض الوراثية الجسدية والامراض الوراثية المرتبطة بالجنس أي يكون تأثيرها أوضح على جنس دون الآخر.

ثانياً : أسباب التغير في النفاذ والتعبير :

النفاذ والتعبير:هي التغيرات الحاصلة لسبب ما والتي تغير النسب المندلية.

ان التركيب الوراثي عبارة عن المجموع الكلي للمورثات التي تحدد معاً مجال التفاعل في بيئات مختلفة، ومن ثم نحدد المسارات التي قد يسلكها تكوين جسمنا وعقلنا تحت ظروف بيئية متنوعة ، مع أن الصفات تتوقف على التركيب الوراثي فإن للبيئة أيضاً تأثيراً عليها فيقال أن هذه المورثات لها قوة نفاذ تامة Penetrance ، أي كل فرد بالتركيب الوراثي المناسب يتخذ مظهراً يجعله مميزاً عن الأفراد الذين لهم تراكيب أخرى ، وأيضاً يقال لها قوة تغيير ثابتة Expressivity فعندما يكون تأثيرها المظهري متجانساً بعض الشيء في البيئات العادية . فمثلاً جين الصرع الورمي نفاذه غير تام . وذلك فيما يختص بتأثيراته المميتة ، وذلك لأن بعض الأفراد الحاملة لهذا المورث تموت مبكراً بينما البعض الآخر يعيش مدة كافية تسمح لهم بتكوين عائلات ، ولهذا الجين قوة تعبير متغيرة ، حيث لا يظهر بعض الحاملين لهذا الجين بعض الأعراض المرضية التي تبدو على البعض الآخر .من هذا نستنتج أن أسباب التغيير في النفاذ والتعبير عبارة عن عوامل وراثية أو بيئية .

ثالثاً : اكتشاف المورثات واستبعادها : DiscoverandElimination of le-that genes

يمكن اكتشاف تأثير المورثات المميتة المتنحية حيث يظهر تأثيرها عند الولادة أو بعدها في الحيوانات كثيرة الأجنة (كلاب، قطط، أرانب ، خنازير) والتي تصل نسبة النفوق فيها إلى 25% أي ربع الجيل الناتج عن أبوين هجينين للمورث المميت ، ان النقصان الناتج عن النسبة الطبيعية المندلية (3 :1) حيث تنخفض هذه النسبة إلى (2 :1) ويمكن اكتشاف تأثير المورث المميت قبل الولادة عند نقصان نسبة الأفراد المتوقعة مع مقارنتها مع النسبة الناتجة للأفراد أو مع مقارنتها مع النسبة العالية للنفوق ، أو مع النسبة غير الطبيعية للجنس .

يتم استبعاد هذه المورثات ، بعد اكتشاف الفرد الحامل لها ومن ثم إعلام جمعيات تربية الحيوان بهدف استبعاده وعدم استخدامه في التهجين .

اهم الامراض الوراثية عند حيوانات التربية

الأمراض الوراثية عند الأبقار :

يصيب الأبقار العديد من الأمراض التي تعزى لأسباب وراثية ، ولعل بعضاً من هذه الأمراض يكون من الأهمية بمكان بالنسبة للمربي من حيث إنتاجية الأبقار سواءً التناسلية منها أم الإنتاجية ، التي ستكون دليلا في إنتخاب أنسب السلالات ذات الصفات الموجودة والخالية من تلك العيوب الوراثية وسنعرض أهم الأمراض التي تصيب الأبقار مع شرح موجز لأهمها :

اولا: الجينات المميتة ذات التأثير المتنحي :

١ – انعدام القوائم في ماشية الأبقار: Qcroteriasis :

تحدث هذه الحالة في ماشية الفريزيان هولشتاين والفريزيان الهولندي والألماني ولوحظت في العديد من البلدان ، وتترافق مع تراجع كبير في كمية الأنسجة في الجنين بعمر 256 – 351 يوم وأحياناً قد يحصل إجهاض لهذا الجنين وترتفع نسبة حالات انعدام القوائم مع شدة القرابة في القطيع .

Bb × Bb طبيعي	الآباء
BB , 2Bb , bb	
ميت : طبيعي	
0 : 3	

٢ – انعدام الشعر في الأبقار Hairlessness in bovis :

وفيها تمتاز العجول المولودة حديثاً بخلو جلودها من الشعر ما عدا بعض الأشعار الضئيلة النمو على شرابة الذيل وحول الفتحات الطبيعية للحيوان – كالأنف والعيون والآذان والفتحات التناسلية .

تموت الأفراد المصابة بعد الولادة مباشرة ، وقد شوهدت في بعض الأفراد من الفريزيان والجيرسي .

3– التواء الأطراف :

وقد لوحظت في الفريزيان والجيرسي . وتكون فيها الأفراد المصابة ذات أرجل منحنية وخاصة الخلفية منها . وتموت بعد الولادة بفترة قصيرة ، وبالتالي وإن عاشت هذه المواليد فإنها تصبح غير قادرة على الحركة تماماً كالإصابة بالشلل .

4– انسداد فتحة الشرج :

تموت هنا الأفراد بعد ولادتها بعدة أيام نتيجة عدم القدرة على التبرز وهنا ممكن للمزارع أن يلجأ إلى التدخل الجراحي باشراف الطبيب البيطري وذلك بعمل فتحة شرجية بهدف الإستفادة من الحيوان كقيمة اقتصادية مستقبلاً .

5– عجل البولدج / التقزم /: Bolldog

تنتج عجول البولدج من تلقيحين لسلالتين من الدكستر Dixter من بعضهما ، وتعتبر سلالة الدكستر هذه ذات القوائم القصيرة نموذج للجين ذي السيادة غير التامة ، ويكون مميتاً إذا كانت الحالة أصلية . ويموت العجل وهو في المرحلة الجنينية (بين الشهرين السادس والسابع) . حيث يمتاز عجل

البولدج بعدم وجود العظام الكتفية وقصر شديد في عظام الأطراف لدرجة انعدامها حيث لا وجود لرابط للأكف والأقدام مع الكتف والحوض .

وفي الحالات القاسية تصبح أصابع الرجل وكأنها ناتئة من الجسم مباشرة ، الجمجمة محدبة ، ومنطقة الوجه قصيرة جداً لدرجة أن اللسان يتدلى نحو الخارج امانسجة الجسم فهي منتفخة جداً.

ديكستر Aa × Aa دكستر

1AA 2Aa 1aa

كاري . دكستر . بولدوج

6- انعدام قطع من الغطاء الجلدي في بعض مناطق الجسم بالأبقار: Epithelium

وقد لوحظت هذه العاهة في أبقار الفريزيان والأيرشاير . ومن المؤسف أن مربي الأبقار يفتنون بإسم الثور الملقح بغض النظر عن طريقة التربية التي نشأ منها ومن الجدير ذكره بان هذه المورثات المميتة قد تسبب عاهات وتشوهات الهيكل العظمي والجملة العصبية وتخل بالمقدرة الحيوية أيضاً .

الأفراد الحاملة لهذا المورث تبدو طبيعية تماماً حتى اليوم التاسع من العمر ، عندها يتوقف النمو وخلال خمسة أيام بعدها يحصل الموت ويجب الذبح الفوري لعجول الفريزيان المصابة بهذه العاهة وإلا فإنها ستموت خلال عدة أسابيع من جراء تسمم الدم نتيجة إصابة الأجزاء الجسمية عديمة الجلد بالعدوى والجراثيم .

أما عجول الجيرسي المصابة بهذه العاهة تولد بفترة تقل عن العجول الطبيعية بـ 2 – 3 اسبوع وهي غالباً ميتة .

أما عجول الايرشاير فإن المناطق الخالية من الغطاء الجلدي تكون صغيرة المساحة مما يمكن من بقائها حية حتى العمر الذي تصبح فيه درجة تسمينها كافية للذبح .

7- شلل القوائم الخلفية في السلالة الحمراء الدانماركية : Poroliysis in red donnish cattle

إن العجول المثقلة بهذا النقص الوراثي تولد بعد فترة حمل طبيعية إلا أنها لا تستطيع الوقوف بسبب شلل الأطراف الخلفية . وعادة يكون جسم العجل ممطوطاً والأرجل مستقيمة وإذا أجريت محاولات لإيقاف العجل مع حني أرجله قليلاً فإنها تعود مستقيمة من جديد ، ولا تنجح هذه المحاولات أبداً لذلك يجب ذبح العجل عاجلاً أم آجلاً .

8- استسقاء الدماغ في العجول : Hydrocyphaliccaulesofcerebrumincattle

يتصف المرض بتراكم السوائل المائية في بطينات الدماغ وعادة تولد العجول المصابة بالإستسقاء حية بعد فترة حمل طبيعية غير أن الجمجمة تكون متضخمة . وكذلك لا تستطيع الوقوف على أرجلها وتموت خلال يومين.

9- قصر الرأس عند عجول الهيرفورد / تقزم الرأس /: Dwarfaclres

تصاب به سلالة الهيرفورد وغيرها من سلالات اللحم ، وتتصف الأفراد المتقزمة بنتوء أو بروز المنطقة الجبهية من الجمجمة وبقصر الرأس وعرضه غير المتساوي ، وبالوضع غير الصحيح لتطابق الفكين بعضهما مع البعض Jow وتصاب هذه الأفراد بالنفخة البطنية وعندها استعداد للإصابة بمرض التهاب الأذن (Tympanitis) المخفضة للحيوية ، إضافة إلى صعوبة التنفس أما إذا وصلت الأفراد إلى مرحلة النضوج فإنها تعطي نوعية لحم رديئة بعد ذبحها .

10- تقلص العضلات الدائم: Contracture

في هذه الحالة تكون القوائم الأمامية منحنية نحو الخلف والمفاصل مرتخية غير متينة ، وترتبط بشكل شائع مع التواء في الرقبة مما يعرقل ويعيق عملية الولادة وقد عرفت حالة اضطر معها استخراج المواليد من الرحم على أجزاء بعد تقطيعها . وقد ماتت إحدى الأبقار من جراء الآلام الناتجة عن الجرح والإصابات أما الحملان المصابة بهذه العاهة فمن النادر أو تولد حية ، غير أنه لم تلاحظ ولادات قبل أوانها .

11- قصر الفك السفلي :(Brachignatia (LowerJaw

وهو مرض وراثي يتبع الجينات المميتة المتنحية يولد معه العجل بفك سفلي قصير – مشوهاً ويموت عندما يبدأ بتناول الاعلاف الخضراء بسبب عدم قدرته على القطع والمضغ .

12- اظلام عدسة العين في العجول: Cataraet in calfe

لوحظت في سلالة الجرسي والفريزيان يسببه مورث متنحي شبه ميت .

13- تصلب العضلات: /بورفيري/ Porphyry

تسببه مورثات مميتة متنحية حيث تتجلى هذه الإصابة في ظهور التصلب الشامل لكل عضلات الجسم نتيجة خلل التروية العصبية و وبعد الولادة بفترة قصيرة والذي يؤدي في النهاية إلى موت العجل المصاب بسبب تصلب عضلات الحجاب الحاجز وعضلة القلب .

ثانياً : المورثات الميتة ذات التأثير السائد :

1- الانعدام الجزئي للشعر: Streaked hairlessness

وهو عبارة عن مرض وراثي مرتبط بالجنس / مميت للذكور / ويصيب سلالة الفريزيان هولشتاين في الأبقار ويمتاز بالغياب الكامل للغطاء الشعري في منطقة الحوض والمفاصل الحوضية والفقرات العصعصية ، كما تنتشر في مناطق اخرى كالأرجل في بعض الأبقار وتختلف شدة الإصابة من بقرة لأخرى فقد تبدو صغيرة جداً /غير ملحوظة تماماً/ كما لو أجريت حلاقة في تلك المنطقة فإنها تلاحظ واضحة جداً وخاصة في العجول . تتوضع في المناطق السوداء والبيضاء من الجسم والأبقار المصابة بإنعدام جزئي للشعر تكون أكثر حساسية للبرد وتتأثر بشكل مرضي بفرشاة التنظيف .

2- قصور العمود الفقري :Shortsoine

وتنشأ هذه العاهة نتيجة خلل في انعزال المورثات في مرحلة البيضة الملقحة والانقسام حيث تولد العجول مع عمود فقري قصير ورأس وأطراف طبيعية ، وتموت بعد الولادة مباشرة .

3- عدم اكتمال نمو المخيخ :Radimentary of cerebellum

يبدأ تأثير المورث المسؤول عن هذه العاهة في المرحلة الجنينية حيث يؤدي لقصور في تطور المخيخ ويولد العجل والمخيخ لديه لم يكتمل بعد مما يؤدي لموته مباشرة بعد الولادة .

4- غياب سلاميات الاصابع: Absence of phalange

يلاحظ في هذه الحالة غياب كامل عظام الأظلاف مع قائمة كاملة وطبيعة النمو، والحيوان يموت بعد الولادة بفترة قصيرة وذلك لعدم قدرته على الوقوف والمشي ، وهناك حالة معاكسة تماماً تتجلى في النمو الزائد للسلاميات .

5- غياب الفك السفلي: Bsemce of lowr jownjaw

يولد العجل المشوه بهذه العاهة بدون فك سفلي ويموت مباشرة بعد الولادة لعدم مقدرته على تناول أي مادة غذائية حتى السرسوب .

6- طول مدة الحمل أو امتدادها: Length of progency

يظهر هذا المرض الوراثي في بعض سلالات الأبقار حتى تتخطى الأبقار فترة الـ ٩ أشهر دون أن تدخل مرحلة المخاض ودون أي علامات قرب الولادة ، وغالباً ما يموت الجنين ويتكلس ضمن الرحم والبقرة بحاجة للتدخل الجراحي السريع .

7- التشنج العضلي المؤذي :Spasm

لا تظهر على العجل المولود أي علامات غير طبيعية في البداية ثم لا يلبث بعد فترة زمنية أن تنتابه حالات متقاربة من التقلصات العضلية المؤلمة جداً وتؤدي للموت بسبب وصول التشنجات على عضلة الحجاب الحاجز وللقلب .

8- قصور الغدة النخامية: Hypopituitarism

ظهرت هذه الحالة على شكل إصابات فردية في بعض بلدان القارة الأوروبية ، ويعم التشوه في هذا المرض كامل الغدة النخامية بأجزائها الغدية والإفرازية مما ينعكس على الأعضاء والأجهزة التي يتحكم بعملها هرمونات الغدة النخامية ويؤدي ذلك إلى الموت .

9- الشلل البطيء وعدم انتظام الحركات العضلية: Ataxia

يولد العجل بكامل صحته ولكنه لا يلبث بعد فترة قصيرة أن تظهر عليه أعراض اضطرابات عصبية وعدم توازن في المشي والحركة ومع تقدم الحالة يحدث الشلل تدريجيا حتى يعم كامل عضلات الجسم ويحدث النفوق عندما يصل الشلل للحجاب الحاجز والعضلة القلبية .

10- التحام فتحتي الأنف وتشوه الجمجمة: Concers

يتصف المرض بتشوه مقدم الجمجمة ليطال الفك العلوي والحاجز الأنفي مما يؤدي لظهور فتحتي الأنف وكأنها فتحة واحدة ويموت العجل المصاب مباشرة بعد الولادة للتشوه الحاصل في الدماغ .

11- التصلب العام للمفاصل :Ankylosis

تتصلب مفاصل العجل المولود بعد الولادة بفترة قصيرة وبشكل تدريجي وتعم الإصابة جميع مفاصل الجسم بما فيها مفاصل العمود الفقري ويفقد معها العجل مقدرته على الحركة ويموت بعد فترة قصيرة لعدم الحركة .

الأمراض الوراثية عند الأغنام:Genetic disease in sheep

أولا:المورثات ذات التاثير المتنحي:

١- وراثة اللون الرمادي في أغنام الكراكول: Brown karakwl

تمتلك أغنام الكراكول المجعدة الصوف لوناً غالي القيمة والثمن وهو اللون الرمادي الذي يمتلك مورثة ذات تاثير مميت متنحي . ولقد تبين أنه وخلال فترة بسيطة بعد الولادة يموت ثلث الحملان الرمادية بسبب التهاب طبلة الأذن Tempany ويموت قسم من الحملان الرمادية بسبب اختلال في نمو الجملة العصبية نظيرة الودية Parasympathetic واضطراب في عمليات الهضم وضيق في فتحة البواب مما يوقف الأعلاف الخشنة ويملأ المنفحة .

♀ رمادية Ww × Ww ♂ رمادي

رمادية WW 2Ww ww

سوداء رمادية رمادية تموت

2- تقلص العضلات الدائم: Contra ctere

وهو مشابه لمرض التقلص عند الأبقار حيث نلاحظ ارتداد القوائم الأمامية المنحنية نحو الخلف والمفاصل تكون غير قادرة على حمل الحيوان مع وجود التواء في الرقبة ، ورغم أن الولادات تكون في وقتها الطبيعي أي بعدة أشهر الحمل ، إلا أنه نادراً ما تكون المواليد / الحملان / حية . وكذلك قد ماتت بعض الأمهات في مثل هذه الولادات .

3- شلل الأطراف الخلفية: Paralysis

تولد الأغنام المصابة بهذه العاهة بعد فترة حمل طبيعية وتكون المواليد ممطوطة وذات أرجل مستقيمة لا تقدر على ثنيها لذلك لا تستطيع الوقوف ولو حاولنا مساعدتها .

4- فقدان الحس والشعور بالمفاصل :

وفي هذه الحالة تكون الحملان المولودة طبيعية البنية إلا أن المفاصل عندها تكون معدومة الوظيفة لذلك فهي غير قادرة على السير إطلاقاً رغم إجراء محاولات عدة وفترة الحمل تكون طبيعية تموت الحملان بعد الولادة مباشرة .

5- انعدام القوائم في الأغنام: Iegessness in sheep

ويظهر نتيجة القرابة الشديدة للأبوين أو تكون المواليد عديمة القوائم وتموت بعد الولادة .

6- استسقاء الدماغ في الأغنام : Rlydrecephlic calres dropsy of cerebrnm in sheep

تكون مدة الحمل طبيعية ويتصف الحمل المولود بتراكم السوائل المائية في بطينات الدماغ وتجويف الدماغ يكون متضخماً والمولود لا يستطيع أن يقف على أرجله كنتيجة فقدان التوازن وتموت بعد فترة قصيرة من الولادة .

7- قصور العمود الفقري عند الحملان :

تنشأ هذه العاهة نتيجة خلل في انعزال المورثات في مرحلة البيضة الملقحة Zygte وتملك المواليد عموداً فقرياً قصيراً مع وجود رأس طبيعي والأطراف تكون أيضاً طبيعية . وتموت الحملان ما بعد الولادة وقد تصاب به العجول أيضاً .

8- عدم نزول الخصى: Cryptorchism

تنتمي المورثات المسببة لهذه الحالة إلى الجينات الشبه مميتة المرتبطة بالجنس وقد تحدث عرضياً نتيجة خلل وراثي ما ويتصف المولود الذكر بغياب كامل للخصي وجود كيس الصفن ويتابع المولود حياته بشكل عادي إلا أنه يكون عاجزاً عن الوظيفة الجنسية أي أنه يستخدم بقصد التسمين فقط وفي حال السلالات النادرة فإنه قد ينفع المداخلة الجراحية في إعادة الخصى إلى كيس الصفن .

9- التغذية الناقصة في العضلات :

تظهر هذه الحالة بعمر 4 أشهر وتتميز بضمور تدريجي وهزال للعضلات بسبب ضعف في ورود الأغذية والأوكسجين في الدم مع / عدم انتظام وتفاوت في توزيع الغذاء / ويموت بعد شهر من بداية الإصابة .

10- غياب الفك السفلي وانسداد البلعوم :

تنشأ هذه الحالة مثل حالة غياب الفك السفلي عند الأبقار . حيث يلاحظ كامل غياب للفك السفلي وانسداد كامل أو جزئي للبلعوم مما يؤدي للموت مباشرة بعد الولادة لانعدام التغذية بشكل كامل .

11- ضمور قشرة المخيخ :

لا يخفى علينا الدور الكبير الذي يلعبه المخيخ في تنسيق الحركات الإرادية في الحيوان مما يسبب اتزان الجسم وحركته ولكن قد تصاب بعض الحملان بضمور في قشرة المخيخ مما يؤدي إلى عدم اتزانه ونفوقه نتيجة عدم مقدرته على الوقوف وتناول الغذاء .

الأمراض الوراثية عند الدجاج :

1- صفة الزحف لدى الدجاج :Achordroplasis

إن الطيور الحاملة لمورث هذا المرض بشكله المتنحي الأصيل تموت بعمر /3-4/ أيام من الفقس ، ويمتاز بقصر وتشوه أرجله وأجنحته / مشية زاحفة / . أما الطيور الحاملة للمورث / المختلط / فتكسب صفة محببة لدى بعض المربين حيث أن غريزة الرقاد على البيض تظهر عندها بشكل كبير أي أن بعض المربين يرغبون بهذه الصفة عند إجراء التفقيس الطبيعي . إلا أن التلقيح بين أفراد زاحفة سيؤدي على موت ربع النسل الناتج .

2- صفة العري الكامل لدى الدجاج: Narednessim fowl

تسببه مورثات شبه مميتة مرتبطة بالجنس حيث تموت نصف الصيصان العارية قبل ثلاثة أيام من الفقس بينما نجد النصف الآخر الفاقس والمربى بدرجة حرارة اعتيادية للصيصان الطبيعية(32-35) مْ تتفق قبل وصولها على الأسبوع السادس من عمرها غير أن رفع درجة حرارة الحاضنات 5.5 مْ زيادة فإنه سيزيد من نسبة الصيصان الحية العارية ويظهر ريش قليل جداً في عمر (4-5) أشهر ، وتستطيع كذلك تحمل الحرارة المنخفضة . أما بالنسبة لوضع البيض فإنها أردأ بكثير كما هو لدى الطيور ذات الريش الطبيعي . ولابد كذلك من ذكر أن حصة كبيرة من العليقة الإنتاجية المستهلكة من قبل الطيور العارية تستخدم حتماً للمحافظة على درجة حرارة الجسم وفي نفس الوقت فإن هذه الطيور ليست حساسة للبرد فقط بل لا تستطيع الطيران مطلقاً بسبب قلة الأرياش النامية وقصرها الشديد لذلك تكون هذه العاهة في الظروف الطبيعية مميتة حتماً . وإبقاء دجاج عارٍ حتى (3) سنوات ونيف فإنها ستعتبر صفات شبه مميتة فقط .

3- انقلاب الرأس وارتداده للخلف: Congenital loco

تسببه مورثات مميتة متنحية إن الصيصان سواءً أكانت من الدجاج أم من الديك الرومي تلوي رأسها فلا تستطيع الأكل والشرب بالرغم من كونها طبيعية عند الفقس ، ولذا فإنها تموت بعد أيام قليلة من الفقس .

4- بتر القناة البيضية في الدجاج: atresid of oviduct

لا يبدي المورث تأثيره إلا عند الوصول إلى النضج الجنسي أي في الوقت الذي تبدأ فيه الأنثى الحامل للمورث السائد بوضع البيض .

5- التقزم: warf

تسببه أيضاً مورثات متنحية مميتة . وتكون الصيصان الفاقسة عادة طبيعية إلا أن النمو في المرحلة مابعد الفقس يكون ضعيفاً ، وتموت معظم الصيصان بعمر لا يزيد عن ستة أسابيع وأحياناً قد تصل حتى 8 أشهر .

6- مرض النوبة: paroxysm :

سببه مورث مميت مرتبط بالجنس حيث تبدأ الأفراد المصابة بالركض السريع والصياح غير الاعتيادي واللمعان الوهاج الغمائي كرد فعل على الأزمة والارتجاج الشديد ثم تقع كما لو أنها مصابة بداء الكزاز . أما الأطراف فإنها تتصلب وتتشنج بحيث لا يمكنه أن ينحني عند المفاصل وكذلك فإن الرأس يقذف نحو الأعلى والأجنحة تخفق بشدة، الجسم يرتجف كله وبعد ذلك وخلال عشرة ثوان تخف النوبة وتهدأ الصيصان وأخيراً تعود إلى وضعها الطبيعي . وتلاحظ أن هذه الظاهرة في الأفراد ذات عمر أسبوعين فأكثر إلا أن أغلبها يموت قبل وصوله إلى عمر /15/ أسبوعاً ولا يبقى أي فرد حياً حتى النضج الجنسي .

7- التصاق الأجنحة بقشرة البيض :

ويسببها مورث مميت ذو تأثير متنحي ويؤدي هذا المورث إلى موت الجنين بوقت مبكر (حوالي اليوم الرابع من بدء الحضانة) وذلك بسبب عدم تأمين المبادلات الغازية على الوسط المحيط .

8- الميل إلى الرقاد: Broodiness

تلاحظ هذه الحالة عدم الحيوية والبقاء لفترة طويلة في البياضات وعدم الانتظام في الأكل والشرب لفترة طويلة ، كما يلاحظ امتصاص صفار البيض من المبيض ← توقف في الإنتاج . وينصح للوقاية اختيار سلالات لا تظهر فيها هذه العاهة إضافة إلى استعمال أقفاص منع الرقاد مثالي أو مريح للطائر (أرضية مائلة ، تيار هوائي سفلي) .

9- إنتاج بيض صغير الحجم :

ويسببه عامل وراثي خاص بالقطيع بحيث يجب الانتخاب على أساس إنتاج بيض كبير الحجم كما يسببه ارتفاع في درجة الحرارة عن 35مْ لبضعة أيام وأيضاً بعض الأمراض التنفسية وعوامل غذائية

10- إنتاج بيض له رائحة ومذاق السمك: Fish by Flavured egg

الطيور المصابة بهذه الحالة لها رائحة مميزة لهواء الزفير تشبه رائحة الذرة المعطن والبيض المنتج له رائحة ومذاق السمك ، ويجب كشف هذه الأفراد المصابة واستبعادها عن القطيع .

11- سقوط الرحم :Prolapse of the oviduct

يظهر احتقان شديد في فتحة المجمع وبروز الرحم أو الأجزاء الأولى من قناة المبيض للخارج واحتقانها بشدة وقد يظل انقلاب الرحم لمدة طويلة حتى أنه يعري باقي الطيور للقيام بنقرها وتنتشر بذلك عادة الإفتراس بين القطيع .

12- شلل الأقفاص: Cages paralysis

لوحظت هذه الحالة في الدجاج البياض (عند نقلها إلى الأقفاص بعد تربيتها على الأرض في فترة النمو) في بعض السلالات أكثر من غيرها . حيث يلاحظ ارتفاع درجة الحرارة وامتناع الطائر عن الأكل وضعف عظام الأرجل واستحالة دهنية في الكبر وتتشابه أعراض هذا المرض مع الكساح ومرض مايك ونقص الفيتامينات .

13- قصر الجزء العلوي أو السفلي من المنقار :

تشابه هذه الحالة من حيث الأعراض المرضية الحالة السابقة إلا أن المنقار هنا غير مكتمل النمو ويمكن للطائر أن يعيش فترة زمنية أطول من الحالة السابقة ولكن يستحسن إبعاده عن أفراد القطيع .

14- غياب الجزء العلوي أو السفلي من المنقار :

أحد العيوب الشائعة حقلياً حيث يلاحظ غياب الجزء العلوي أو السفلي من المنقار مما يؤدي إلى عجز الطائر عن تناول غذائه ويموت في الساعات الأولى للفقس حتى الـ 24 **ساعة** .

15- التواء المنقار: Donad duck

يعد من التشوهات الخلقية النادرة الحدوث ، حيث يظهر الطائر بمنقار أعوج . ويحد ذلك من قدرته الطبيعية على تناول الغذاء بشكل عادي لذلك ينصح من استبعاده من التربية .

16- لزوجة الأجنة في البيض :Stickiness

تكتشف هذه الحالة في الأسبوع الثاني من الحضن حيث يلاحظ تباطؤ في نمو الجنين ، ولدى كسر البيضة نلاحظ زيادة في كثافة ولزوجة السوائل الجنينية والتي تعيق من إمداد الجنين بالغذاء من الكيس المحي مما يؤدي لتأخر نموه . وتستبعد البيوض المصابة بهذه الحالة مباشرة .

17- العمى :

وتسببه جينات (مورثات) نصف مميتة ، حيث يفقس الصوص وهو مصاب بخلل في تطور كرة العين مما ينتج عنه حالة عمى دائم وليس من الضروري أن يموت الصوص بعد الفقس مباشرة إلا أنه يستبعد حتماً .

18- الخوف والارتعاش العصبي: Gittery

تنتاب في هذه الحالة القطيع حالة من الذعر لأي سبب محيط حيث تبدأ الطيور بالركض وتخفق بأجنحتها بشكل كبير وتبدأ بالرجفان بعد أن تسقط على الأرض ، ثم تهدأ فترةمن الزمن وكأن شيئاً لم يحدث مما يؤثر سلباً على حالتها الصحية بالإضافة للحوادث التي تحدث نتيجة هذه الحركة لذلك يجب استبعاد السلالة التي يظهر فيها هذا المرض .

19- التقزم مع التواء الرقبة :

تبدو الصيصان المصابة بهذا التشوه بعد الفقس بأرجل قصيرة مع رقبة ملتوية لأحد الجهات . وتموت بعد الفقس مباشرة .

20- قصر الرقبة والمنقار :

إن الصيصان المصابة بهذه العاهة لا تستطيع الوصول إلى المعالف أو المشارب مما يؤدي إلى نفوقها بعد فترة زمنية .

21- وجود الإصبعين فقط :

يلاحظ هذا التشوه في بعض السلالات أكثر من غيرها حيث يفقس الصوص ولديه إصبعين **فقط مما يؤدي لعدم إتزان في مشية أو حتى في وقوفه لذلك يميل للرقود ويستبعد من التربية ، ومن الأفضل إعادة النظر في انتخاب السلالة .**

الأمراض الوراثية عند الخيول:

إن معظم الأمراض الوراثية تنتقل كونها صفة متنحية بسيطة، فعلى سبيل المثال، تعتبر الآفة بشكل نمط ظاهري فقط إذا حمل كلا الأبوين الصفة الممرضة نفسها، وإذا حدث هذا فإن حالة الصفة المتنحية تكتسب من النسل من صفة الأب والأم وتتضح الصفة المتنحيةبنسبة٢٥%.

صنفت الامراض والعوامل الوراثية المعروفة عند الخيول في لائحة عالمية على النحو التالي:

النمط الوراثي الشكل الظاهري اسم الحالة العامل المميت

وفيما يلي عرض لبعض الامراض الوراثية الشائعة عند الخيول مع توصيف لكل حالة حسب العامل المسبب:

١-انغلاق القولون المترافق:

متنحٍ بسيط تولد المهور حية وبعد ذلك تموت نظرا لانسداد القولون.

٢-العقم عند الخيول Atresia coli :

العقم في الاحصنة الذكور Fredriksborg عامل مميت سائد ،يسبب نفوق جنيني مبكر Fredriksborg وهوعامل مميت متنحٍ مرتبط بالجنس النسبة الجنسية تقريباً في الاناث ١٠٠%، وفي الذكور ٩٠% ويسمى في المهور العامل المميت الضد ذكري .

٣-آفات غير نظامية في الجلد Epitheliogenesis:

متنحٍ بسيط جسدي.يسبب تشوه وانثناء الرسغ مع نتوء يحمل شعر في مؤخرة قائمة الفرس فوق الحافر مباشرة في مناطق اتصالات الرسغ Arthrogryposis للأطراف الأمامية.

٤-اختلاج مخيخي:

وهو متنحٍ تولد المهور حية يظهر الاختلاج في الأسبوع الثالث إلى الرابع مع شلل وموت بعد ٥ – ٦ أيام ويسمى اختلاج المهر Oldenburg .

٥-انعدام العيون Anophthalamia:

غير معروف طبيعة العامل المسبب حيث تولد المهور دون حفر عينية.

٦-انعدام القوائم الأمامية Abrachia :

قد يكون متنحٍ و يسبب ولادة أجنة ميتة،

٧-التواء الرقبة:

مشترك مع خنق قحفي (ميلان جانبي في العمود الفقري) وهو متنح جسدي.

٨-الصّعر: داء في الرقبة يتعذر معه الالتفاف وهو متنح بسيط جسدي .

٩-الفتق السري وهوفتق بحجم البطيخ:

العامل المسبب **متنحٍ بسيط – كرزي عند فتحة السرة.**

إضافة إلى هذه العوامل المميتة. فإن عدداً من الآفات الوراثية الأخرى تكون مهمة في الحصان، وسيتم نقاشها حسب أنظمة العضو المعقدة.

الآفات الوراثية للعظام الوجهية: Inferior Brachygnathia (Micrognathia)

التعريف والحدوث:

الفك السفلي قصير (فم الببغاء–التآكل الزائد) عبارة عن تشوه فكي عند الحيوانات الداجنة، وفيه تكون القواطع العلوية والسفلية غير متقابلة. مما يؤدي إلى قصر غير طبيعي في الفك السفلي، وهذه الآفة شائعة عند الخيول.

الأعراض:

تبرز القواطع العلوية فوق القواطع السفلية مدمرة الاصطفاف إذا كان التشوه غير خطير، والقواطع العلوية والسفلية متلامسة ينتج عنها تآكل في الأسنان بشكل يشبه الأزميل كما في الشكل (١). وتجويف اللب لبعض الأسنان يمكن أن يصبح مكشوفاً إذا كان التشوه كبيراً إذ إن القواطع العلوية والسفلية غير متلامسة مع بعضها إطلاقاً. فإن الأسنان يمكن أن تصبح مستطيلة إلى حد كبير مسببة فقدان رداء الأسنان المطبقة بحيث يصل إلى نقطة يسبب فيها أذى والتهاب الحنك الصلب، فيصبح الأكل صعباً إلى حد كبير، والمهور في هذا الظرف سيكون لديها صعوبة في الرضاع.

أسباب المرض:

في معظم الحالات يكون الفك السفلي القصير عبارة عن آفة وراثية، والتي من المحتمل أن تنتقل كونه صفة متنحية بسيطة على الرغم من أن العديد يعدها صفة سائدة.

المعالجة والتكهن:

في العديد من الحالات يكون العلاج غير ممكن، ولاسيما في تلك التي يكون فيها القوس الفكي متضيقاً، وتوجد hypoplasia ملازمة للسان، ويمكن أن يصبح الموت من الجوع ممكناً، ومن ناحية أخرى، وفي بعض الأحيان، يكون الفك السفلي القصير حالة غير خطيرة. إذا إنها لا تشكل أهمية في الحالات المعتدلة (غير الحادة).

ومن الحالات الشائعة نذكر:

١.موه الرأس: Hydrocephal

تعد حالة وراثية غير شائعة، وربما تسبب عسر في الولادة ناتج عن ضخامة الجمجمة، وهي تلك الأمراض الملاحظة في الأمهار العربية. كالتي تشاهد في ال (غوتلاند–بوني).

وتؤثر هذه الحالة في المهر باعتدال، وتؤدي لحدوث الغباء الوراثي المترافق ببطء في قابلية المهر للتعلم.

٢.غياب قبة القحاف: Anen cephalopathy

في هذه الحالة النادرة يكون الدماغ وقبة القحاف غير موجودتين، كذلك قد تكون الغدة النخامية مفقودة تحتاج عملية الولادة لمساعدة خارجية عادةً، والأمهار المتأثرة بغياب قبة القحاف لا تكون لها قابلية للحياة.

٣.النوبات العصبية المجهولة: Idopathic seizures

ممكن أن تحدث أوقات من النوبات المتكررة للأمهر الفتية بعمر (١٠–١) أشهر، والتي تختفي مع أو بدون أوقات المعالجة الطويلة عادةً، وهذه النوبات ربما تكون أكثر تكراراً في الأمهار العربية المراهقة.

٤.تشوه المخيخ: cerebellar malfornations

أولاً: تضاؤل حيوية المخيخ في الأمهار العربية:

هذه الحالة تؤثر في السلالة الصافية أو الهجينة للأمهار العربية مع كل جنس، وتظهر بداية العلامات الإكلينيكية عادة في عمر (١ – ٦) أشهر وعند الولادة نادراً، مما يؤدي إلى تنكس العصبونات، واستنزاف في خلايا بور كنجي والخلايا الحبيبية. والمخ يكون صغير الحجم عادةً (يزن أقل من ٨% من الوزن الكلي للدماغ).

أعراضه:

أ.بداية مفاجئة.

ب.ارتجاف الرأس.

ج.هز مقصود للرأس.

د.عجز الاستجابة للخطر مع أن البصر سليم.

هـ.ترنح.

و.بعض الأمهار تقف على قدميها الخلفيتين (تشب)، وتسقط للخلف عند القيام بإفزاعها.

ز.قد تتحول الرعشة المستمرة إلى عجز عن الوقوف.

ثانياً: إصابات أخرى للمخيخ:

الإصابات مشابهة للإصابات التي تصاب بها مهور الأولدنبرغ بعمر (١ – ٢) شهراً، وتشاهد علامات تشير إلى اضطراب مخيخي مستفحل (متطور) أحياناً، وأضرار المخيخ التنكسية تشاهد في مواليد الأمهار الأصلية الحديثة، وكذلك عندما يبدأ المهر بالمشي أو بعمر (٢ – ٣) أيام.

٥.التشوه الفهقي القذالي: Accipito atllanto axial malformation

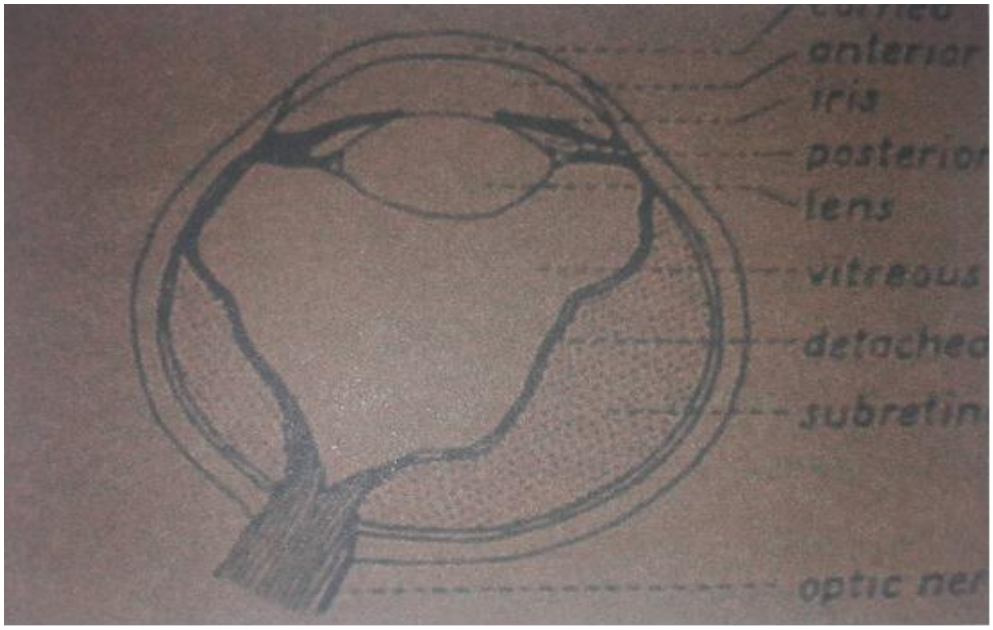
حالة وراثية غير شائعة تشاهد في الخيول العربية عادةً، ومن المحتمل أن تكون مورثة، والأذى الذي يحدث في هذ الحالة هو تلك التشوهات التطورية للقمة القذالية، ولفقرتي الأطلس والمحورية، مع اندماج ونقص نشوء السلسلة الشوكية، وقطع العظم الإضافي، وتكون كل المهور المولودة ميتة، أو مختلجة عند الولادة، أو تشاهد علامات

الترنح المتزايد في الأسابيع الأولى من العمر، وربما تكون رقبة المولود متطاولة مع مجال متناقص لانثناء المفصل الفهقي القذالي، والفقرات غير الطبيعية قد تكون محسوسة من الخارج.

التشخيص: يكون بوساطة التصوير الشعاعي، ولا يوجد علاج.

الآفات الوراثية للعين:

المكرو فتاليميا Microphthalmia and Anphthalmia



التعريف والحدوث: تشير الميكروفتاليميا إلى صغر شاذ في العين، كذلك في الحالات الشديدة فإن حجاج العين سيحتوي على الأقل بعض الآثار من ذلك، والرؤية في العين الصغيرة تكون ضعيفة أو معدومة.

تشير الأنوبثاليميا إلى انعدام كامل لإحدى العينين، أو كليهما، وكلا الآفتين وصفتا في الحيوانات الداجنة والمخبرية، والشكل (٢) يوضح ذلك:

الأعرض:

ترى الميكروفتاليميا في الحيوانات الداجنة بنسبة أعلى من الأنوبثاليميا، إذ تتجوف العين الصغيرة المتحركة داخل محجرها، ويمكن للإصبع أن تنحشر إلى داخل المحجر فوق الكرة الصغيرة، وتتدفق الميكروفتاليميا غالياً مع التشوهات العينية الأخرى مثل: (COLO BOMAS) أو مع إعتام عدسة العين، وأكياس صغيرة محجرية أو أورام، والحالات الخطيرة تتميز بتضيق الشق الجفني في الأنوفتاليميا، ويكون الشق الجفني ضيقاً جداً، والأهداب تلتف نحو الداخل.

تترافق الحالة غالباً مع شكل ورمي في الجفن السفلي، ويكون محجر العين صغيراً بشكل غير طبيعي، ويتضمن عادةً نسيجاً دهنياً وضام فقط، لذلك يمكن أن نجد بناءً كروياً يتألف من (GLIA) وخلايا عقدية في الأنوفتاليميا تتحول لتكون ثنائية الجانب.

أسباب المرض:

كلا الالتهابين غير العاديين يمكن أن يكونا مورثين، على الرغم من أن نمطهم الوراثي الدقيق غير واضح. يشار إلى الأنوفتاليميا عند الحصان في قائمة العوامل المميتة العالمية في معظم الحالات، وعلى أية حال فإن كلا الأنوفتاليميا أو الميكروفتاليميا يعتمدان على عوامل خارجية المنشأ بشكل جزئي، وعوز فيتامين A عند الفرس الحامل.

الأذى والضرر:

إلى جانب التغيرات في كرة العين نفسها، تترافق المكيروفتاليميا دائماً مع ضمور العصب البصري (HYPOPLASIA) أو ضمور ثانوي أو كليهما، وإن الجسم الزجاجي حقيقي يكون معدوماً وفي حالات عديدة تكون الغرفة الزجاجية مشغولة بنسيج ضام وعائي في حالات أخرى، ويمكن أن يوجد جسم زجاجي أولي في النصف الأعلى من كرة العين المتطور الضعيف للجسم الزجاجي/ الذي يتشكل بشكل طبيعي من الشبكية/ قد يسبب تشوه الشبكية التي يمكن أن تكون خالية تماماً من البناء في الأنوفتاليميا البناء (GLIAL) الداخل المحجري المذكور أعلاه يكون موصولاً إلى الدماغ بوساطة سويقة عادةً، والتي تمر من خلال الثقب البصري الذي يكون العصب البري فيه معدوماً.

الزرق الثانوي: HYDROPS OCULI أو HYDROPHTHALOS

التعريف والحدوث وأسباب المرض:

تتميز هذه الحالة بكبر طيات الكرة من (٢ – ٤) مرة. مما يؤدي إلى تجمع زائد للسائل في العين. يمكن أن يحدث هذا خلال سياق الالتهابات، أو كونها نتيجة مباشرة للعمليات الالتهابية في العين الحالات الخلقية تحدث أيضاً، وهي تسبب العمى الوراثي، والحالة نادرة عند المهور، ونمطها الوراثي غير معروف.

الأعراض: تتسع كرة العين بشكل ملحوظ، وتنشأ من خلال الثقب الجفني غالباً، فتمنع الانغلاق التام للجفون، وينتج إعتام سريع في القرنية، والتهاب قرني في، الهيدروبثالموس الموروث. يصيب كلا العينين عادةً، إذ إن الشكل المكتسب يتحول ليصبح أحادي الجانب.

الأذى والضرر:

عندما تنفتح العين المتسعة تفرز سائلاً شمعياً واضحاً، ولكن مهلهلاً في الوقت نفسه، والعدسات يمكن أيضاً أن تتفرغ، فهي تعتم. فإما أن تتضخم، أو تتقلص.

في حالات عديدة تترافق الهيدروبثالموس مع تغيرات عينية أخرى مثل: (SUBLUXATION) والعدسات، وانفصام الشبكية، وإعتام عدسة العين (ANIRIDIA).

نشوء المرض:

تعتمد الهيدروبثالموس الخلقية على زيادة الإجهاد داخل العين. خلال التطور الجنيني في وقت تكون فيه القرنية والصلبة قابلة للانتفاخ بشكل كبير، مسببة تطوراً ضعيفاً جداً أو معدوماً للشبكية العصبية الوريدية الهدبية، ويكون الرشح الطبيعي للسائل العيني الداخلي معوقاً، أو يمنع تدفقه تماماً.

انفصال الشبكية: (RETINAL DETACHMENT)

التعريف والحدوث:

هو انفصال الشبكية عن غلاف العين المشيمي في أقسامها غير الملتحمة، يظهر في صنف من الحيوانات المختلفة الأشكال، وتعرف بشكل خاص عند الحصان.

الأعراض: في حال انفصال الشبكية التام، تولد المهور عمياء، وفي حال الانفصال الجزئيي ينقص حجم العين، والقرنية والحجرة الأمامية لا تتغيران، وتظهر القزحية صغيرة، وبؤبؤ العين كبيراً بيضوي الشكل أو مستديراً، والعدسات تكون صافية أو حبيبية، مع انعدام الشفافية (معتمة). وتظهر اللاشفافية الزجاجية أيضاً بشكل طبقات أو رقائق القاع البصري، ويظهر نصف شفاف أو ضبابي وأكمد، والقرص البصري (إذ العصب البصري ينفذ إلى الشبكية) يكون غير واضح، والاستجابة البؤبؤية للضوء تكون معدومة أو بطيئة جداً، بينما انفصالات الشبكية الأصغر قرب المحيط الخارجي تسبب ضعف رؤية أدنى فقط. فإن حصلت انفصالات أكثر انتشاراً. فإنها ستؤدي إلى فقدان رؤية أكثر خطورة أو عمى.

أسباب المرض:

الشكل الأولي لانفصال الشبكية في الحصان يكون خلقياً، وفي بعض الحالات وراثياً، ويعد مرضاً متعدد العوامل، وأول ما لوحظ في الخيول من قبل (SCHNELLE)، ولوحظ بشكل أوسع في مزارع التربية في منطقة (HANNAOVER) في عام ١٩٥٠.

الأذى والضرر:

تظهر القرنية والغرفة الأمامية والقزحية طبيعية، ولكن انفصال الشبكية المرتبطة (بالقمع) من غلاف العين المشيمي يكون واضحاً جداً، وتتجمع رقاقة غنية بالبروتين بين الشبكية المنفصلة والظهارة المخصبة الباقية على غلاف العين المشيمي، وسوف يكون هناك بعض السيولة للجسم الزجاجي تعتمد على حجم الرقاقة، وجميع أجزاء العين الأخرى، والعصب البصري نفسه، ولا تتغير، ويلاحظ فقدان في طبقة الشبكية القرب ظهارية.

المعالجة والتكهن:

المعالجة الجراحية لانفصال الشبكية عند الحصان (والذي يتحول ليكون تاماً) صعبة إلى حد ما ونادرة النجاح، الأغلبية الذين يستطيعون أن يقوموا بهذا العمل يشجعون على إعادة امتصاص السائل فوق الشبكية، أو سحبه بإبرة. والتكهن بانفصال الشبكية صعب وسلبي. لأن الوظيفة الطبيعية لا تستطيع أن تعيد تخزين الأجزاء المنفصلة من الشبكية.

العين الزجاجية: GLASS EYE

التعريف والحدوث:

تعرف العين الزجاجية بالعين الجدارية أيضاً، والعين الزرقاء أو العين المبقعة، وهي آفة وراثية تعتمد على نقص الخضاب في لحمة القزحية، وتلاحظ العين الزجاجية كثيراً عند الأحصنة التي تكون مبقعة، على الرغم من أنه لا يوجد ارتباط مطلق بين الصفتين، وتلاحظ أيضاً في الأحصنة الكميتية، والتي يظهر فيها المهق الجزئي غالباً كونها مناطق بيضاء كبيرة على الوجه (المخطم) كما في الشكل (٣).

الأعراض:

تكون قزحية الأحصنة المتأثرة بيضاء عند حدها الخارجي، ومزرقة غالياً، ويتشكل في تلك المناطق نسيج ضام قزحي وثخين نسبياً، ويمكن أن تظهر الحالة في إحدى أو كلا العينين، وجزء من القزحية أوو كلها يمكن أن يشوش ويؤثر نقص الخضاب في الجانب البطني للقزحية في حوالي ٥٠% من الحالات، والجانب الوسطي في حوالي ٣٠% والأشكال الدائرية والجانبية والظهرية غير شائعة نسبياً الآفة، وتسبب ضعفاً خفيفاً في الرؤية، أو الإدراك الحسي للضوء.

أسباب المرض:

تورث العين الزجاجية عادةً صفة متنحية بسيطة، وهي شائعة في كلا الجنسين بالتساوي، وفي بعض الحالات تقرر وجود نمط وراثي سائد.

الأذى والضرر:

في العين الزجاجية، وعلى خلاف العين المهقة فإن طبقة القزحية الأعمق (الشبكي القزحي، الحدود الشبكية القزحية) يكون لها تخضب طبيعي على أية حال، والخلايا المخصبة اللحمية تعبر إلى هذه الطبقة مظهرة نقصاً في التخضب أقل أو أكثر وضوحاً.

المعالجة والتكهن:

العين الزجاجية غير قابلة للعلاج، لأن الحالة لا تتداخل مع الرؤية، ولا تسبب ضعفاً بنيوياً، ولكن ببساطة تعد عيباً تجميلياً، ينبغي أن يكون هناك تردد في تربية الحيوانات المتأثرة. لأن الآفة لا تتحد مع أي شذوذ آخر خطير.

المهق العيني:OCULAR LBINISM

التعريف والحدوث:

يشير المهق العيني إلى فشل التطور الخضابي في العين، ووصف في معظم الحيوانات المخبرية والداجنة، وشائعة بكثرة بين الأحصنة والحيوانات الملونة الداكنة، الرمادية، البيضاء، والكميتية، والبنية الفاتحة، والمبقعة، والشكل (٤) يوضح ذلك.

الأعرض: يظهر أو نقص التخضب في اللحمة القزحية والظهارة القزحية الشبكية، والتي تعدل عبور الضوء من خلال الأنسجة العينية، التي هدفها هو تصفية وحجز الضوء القادم كونها نتيجة. لذلك تكون الأشعة الضوئية قادرة على دخول العين بشكل حر من كل الاتجاهات، وهكذا يتسع بؤبؤ العين حتى في ضوء النهار العادي، والقزحية نظهر شفافية عالية غير طبيعية، والسطوع الزائد للشبكية يسبب داء الصور (PHOTOPHOPIA)، وآفة التخضيب يمكن أن تؤثر في عين واحدة، أو يمكن أن تكون مظهراً واحداً من مهق عام، ومن المحتمل أن تكون المناطق المركزية في الشبكية قد تطورت بشكل ضعيف في العين المهقة. مما يسبب ضعف الرؤيا أيضاً.

أسباب المرض:

يميز المهق العيني كونه اعتلالاً وراثياً ينتقل كونه صفة متنحية بسيطة عادةً.

الأذى والضرر:

نسيجياً يتيمز المهق العيني بنقص التخضب في الأبنية العينية، التي تحتوي خضاباً بشكل طبيعي، فعلى سبيل المثال، والظهارة المخضبة للطبقة الأقصى من الفنجان البصري والتخضب العيني يرتبطان مع الخلية الملونة، وتنفض الخلية الملونة التي تنشأ من الذروة العصبية المضغية الظاهرة، والتي تشبه نسيج ضام.
نشوء المرض: بملاحظة حدوث المرض، يظهر أنه ينبغي أن تنشأ الآفة المتحولة إلى المهق في مرحلة مبكرة جداً من التطور الجنيني. ليكون تخضب العضو البصري عملية مبكرة جداً.

إعتام عدسة العين: (CATARACT)

التعريف والحدوث:
إعتام عدسة العين هو: عبارة عن تطبيق لعدم شفافية العدسات، ويظهر إعتام عدسة العين الرمادي أو تحت السطوع غير المباشر، أو مظلم، أو أسود تحت السطوع المباشر، وقد وصفت الحالة في أنواع مختلفة من الحيوانات البرية والمخبرية والداجنة من ضمنها الحصان كما في الشكل (٥).
الأعرض:
يمكن أن يكون عدم شفافية العدسات جزئياً أو تاماً في إعتام عدسة العين المركزي، وتكون اللاشفافية في نواة العدسات، بينما نلاحظ اللاشفافية في الإعتام الرقائقي في طبقات معينة بين اللحاء والنواة، وفي كلا الشكلين طبقات (PERIPHERAL) للعدسات، والتي تظهر على جانب المنطقة المعتمة ولا تتغير، وتظهر اللاشفافية محدودة ومعزولة فقط، وتظهر الرأرأة أحياناً (تذبذب للمقلتين اللاإرادي السريع).
أسباب المرض:
قد ينتج إعتام عدسة العين عن الأسباب البيئية، أو قد يكون خلقياً وراثياً، ينتقل إعتام عدسة العين الوراثي في الحصان كونه صفه متنحية وفقاً للباحث (WEBER1974)، وكونها صفة سائدة وفقاً لباحث (ERIKSON1955).

الأذى والضرر:

تحدث اللاشفافية للعدسات والتوسع البؤبؤي عادة تغيرات مرئية فقط، وفي بعض الحالات ممكن أن تنقص كرة العين في الحجم كونها نتيجة للضمور.

نشوء المرض:

يعتمد إعتام عدسة العين الخلقي على اضطراب في انفصال العدسات العضوي من أكتوبلاست (الطبقة الخارجية من جدار البلاستولا)، ويتشابه بوضوح مع العمليات الأكثر شيوعاً، التي تحدث في جنين الإنسان خلال الأسبوع الرابع والخامس من التطور.

التكهن: يحد العمي الخلقي المسبب لإعتام عدسة العين من فائدة الحيوان.

الآفات الوراثية للجهاز الهضمي:

الآفات السنخية:

قد تشمل صفوف الأسنان كافة، أو براعم السن التي قد تكون محددة للأسنان الفردية، وتنتج آفات المجموعة الأولى من الاضطراب في تطور عظم الفك العلوي، أو العمليات السنية /آفة الفك السفلي القصير التي وصفت كونها شذوذات غير عادية للعظام الوجهية/، ومتشابهة مع هذه الآفة.

مناقشة الشذوذات التي تشمل الأسنان الفردية فقط:

تتضمن التحولات في العدد الطبيعي للأسنان شذوذات الموضع، والشكل، والبناء، وآفات هذا النمط أساسية من أجل إعراض لأمراض عديدة عظمية في الحصان. منها الاصطكاك عند المضغ الضعيف، الذي يسبب ضعف تحلل الطعام، وهكذا تنقص قدرة عمل الحيوان، كما استنتج(BECKER 1937) أن معدل كغ⟦٢/١⟧ من الشوفان للحيوان في اليوم يضيع نتيجة الآفات السنية والمرض في حصان مصاب بمرض سني، أو بسبب ظهور الأسنان الشاذ إذ نلاحظ أن ٤٠٠٠٠ حبة تقريباً من حبيبات الشوفان تمر بشكل منتظم من خلال الطريق المعوي كل يوم.

الشذوذات في عدد الأسنان يمكن أن تأخذ شكل كثرة الأسنان، أو شكل غياب الأسنان:

١.كثرة الأسنان:

يمكن أن تحدث في شكلين. تتميز الحالة الأولى عادة بأسنان عددها ززائد في القوس السني وتعد حالة (سن الذئب)، وهي حالة فيزيولوجية عند الحصان.

الحالة الثانية: هي الشكل الشاذ، ويتميز هذا الشكل بزيادة أسنان غير نظامية، وقلة الأسنان تعتمد على آفة في برعم السن، أو تطور سيئ للجرثومة السنية.

كما أن شذوذات الموضع السني تتضمن الالتواء: (دوران سن حول محوره الطولاني)، والانحراف: (دوران حول المحور المستعرض)، والانقلاب: (دوران 180^0)، والتقطب: (الثغرة العريضة الشاذة بين الأسنان)، والتضيق الفكي (تحشد الأسنان معاً).تسبب التقطبات، وبشكل خاص تلك المتضمنة للأسنان الجانبية، انحشار أجزاء الطعام والأجسام الغريبة بين الأسنان، وتسبب ضرر السن واللثة.

تشوه المعي الغليظ: ATRESIA COLI

التعريف والحدوث:

وهو عبارة عن تشوه خلقي، وفيه ينتهي المعي الغليظ في كيس محدد وأعمى، ومعظم أنواع الأحصنة تتأثر بشكل شائع، وصفت الآفة أولاً من قبل NussHAg في إقليم ساكسوني في ألمانيا في عام ١٩٢٥ في المهور ذوات الدم الدافئ المختلفة من سلسلة الفريزيان أسترن، وفي عام ١٩٢٨ وضعها Yamane في السلالة ٢٥ من الأحصنة PERCHERON، والتي نقلت إلى اليابان من أوهيو في عام ١٨٨٦ ويوضحها الشكل (٦).

الأعراض: تظهر المهور المتأثرة بصحة جيدة عندما تولد، لكن تظهر اهتماماً قليلاً بالرضاعة، ولا تتغوط، والمعي غير معزول، والاستجابة للعلاج بالمسهلات غير مجدية، ومعظم المهور تموت في اليوم الثالث من الحياة مع أعراض مغصية خطيرة.

أسباب المرض: ١٩٢٨ Yamane أقر الطبيعة الوراثية للتشوه، ويعزى إلى نمط وراثي متنحٍ بسيط، وصنف Atrisia colia كونه عامل مميت B1.

الأذى والضرر:

تكون نهايات المعي الغليظ في كيس أعمى متوسع، سطحه أحمر رمادي، مرتد إلى المصران الأعور الذي لا يتغير حتى ما قبل الشرج، وينتهي القولون النازل بشكل أعمى في المنطقة الممسك بها إلى الاثني عشر، ولا يرتبط مع القولون المستعرض.

نشوء المرض:

يعزى النشوء إما لآفة في تشكل الأمعاء الابتدائية، أو لكبح التطور خلال النمو الجنيني.

الشرج المسدود: Atresia ani

التعريف والحدوث

يحدث Atresia ani أو الشرج المسدود في ثلاثة أشكال أساسية:

Atresia ani البسيط:

يكون الغشاء الشرجي سليماً، وتنعدم الفتحة الشرجية، والتجويف المتصل مع المعي المستقيم يكون موجوداً وينتهي المستقيم المتطور بشكل أعمى تحت الجلد.

Atresia recti البسيط:

لا يتطور المستقيم بشكل ممتلئ، وينتهي بشكل أعمى، ويرتبط مع المعي المستقيم انغماد معوي جلدي يشبه الكيس فقط بوساطة حبل من النسيج الليفي.

Atresia ani and recti

الشرج والمستقيم غير تامين، ولا يوجد تجويف متصل مع المعي المستقيم، وينتهي بشكل أعمى بحوالي ٥ – ٢٠ سم من الجلد. التشوه يحدث في الإنسان وفي أنواع عديدة من الحيوانات، ولاسيما الخنزير، وقد أقرّ باحثون مختلفون حدوثه في الحصان.

الأعراض:

يسبب الانسداد المعوي عند الحيوانات الذكرية انتفاخاً ملحوظاً في للبطن. يحدث التسمم الذاتي. يستمر مدة من ٢ – ٣ أسبوع حتى حدوث الموت، وينتج الموت عن التسمم الذاتي، الذي يسببه فشل الامتصاص المعوي.

يتصل الشرج عند الإناث المصابة بـ Atresiaani بشكل متواتر مع التجويف البولي التناسلي، وبهذا يتشكل مخرج لمحتويات الأمعاء. في الواقع يمكن ألا تكتشف الحالة في بعض الإناث.

قد يصبح التشوه مميتاً فقط إذا وجدت آفات عظيمة في الحاجز المستقيمي البولي، وفي حال الاستمرار التام للمزرق.

أسباب المرض:

تورث الآفة كونها صفة متنحية بسيطة، وهي شائعة كثيراً في Rhenish German ذوات الدم البارد، وسلالاتها.

الأذى والضرر:

وصف الأذى في الأشكال المختلفة سابقاً، والشكل المزرقي المحافظ على الحياة عند الإناث يمكن أن ينتج من خلق نواسير متنوعة (الصفيحة المينى المهبلية والصفيحة اليمنى المهبلية الدهليزية، والصفيحة اليمنى الإحليلية، والصفيحة اليمنى المثانية).

نشوء المرض:

خلال التطور الجنيني المبكر، تصبح رقعة من طبقة المضغة الداخلية مطابقة تماماً لطبقة المضغة الظاهرة عند النهاية الذيلية للجنين، لتشكل غشاء مزرقياً ظهارياً نقياً، وفي هذا الوقت طبقة تشكل المضغة الداخلية أيضاً بداية معي خلفي بدائي، ويبلغ الشرج موقعه الأخير التابع لارتداد النهاية الذيلية من المعي الخلفي في أثناء التطور اللاحق للجدار البطني ما بعد الحبل السري واستطالة الجذع، بعد تحطم الغشاء المزرقي داخل جزء تناسلي شرجي، مع تشكل درنية تناسلية وشرج. تصبح الفتحة الشرجية متجهة داخلياً Posteniorally.

تنتج الأشكال المختلفة Atresiaani من الاضطرابات في انفصال المزرق داخل الشرج والتجويف البولي التناسلي، أو في تشكيل العضو المزرقي.

المعالجة والتكوين:

إذا لم تكون الآفة خطيرة جداً، فإنه يمكن المحافظة على حياة الحيوان بإبداع جراحي لشرج اصطناعي، على أية حال إذا كانت المسافة بين الشرج والجلد المفتوح أكثر من (١) سم، فإن الاثنين لا يمكن أن يجمعا بخيط جراحي، وستغلق من تجدد انغلاق الفتحة الشرجية، الذي سيحدث في نهاية الأمر.

الحالات غير القابلة للعلاج بالجراحة يكون التكهن بها ضعيفاً لدى الذكور، بينما الإناث لديها فرصة أكبر لتنجو إذا حدث تشكيل مزرق طبيعي تلقائي.

الآفات الوراثية للجهاز العصبي:

الاختلاج والاختلاط: Ataxia

التعريف والحدوث:

هو مرض هو مرض اضطراب النظام المخي الشوكي، الذي يتميز بضعف التنسيق الحركي.

اختلاج المهور oldenborg هو شكل معروف جيداً. بأنه يحدث في الخط G لأحصنة الضوء oldenborg في جميع المناطق، إذ تربى هذه الحيوانات وتوضحها الأشكال (٧).

الأعراض:

يظهر المهر المصاب باختلاج oldenborg بصحة جيدة، ولكنه يبدي ضعفاً شديداً في الأرباع الخلفية، التي تجعله يسقط بشكل خلفي. ولا تضعف الحواس، ويبقى المهر على الأرض لدقائق خطيرة قبل أن ينقذ، ويصبح قادراً على الوقوف. ثم يفحص الشكل المعتدل للمرض (يتميز بمشية غير رشيقة فقط) بسهولة، وتظهر العلامات الأولى لاختلاج مهر oldenborg عادة في أثناء الأسبوع الثالث إلى الأسبوع الرابع من الحياة، وخلال أسبوع أو أسبوعين تصبح حالة الوقوع مترددة وخطيرة، ويتطور الشكل أسبوعياً، والمهور التي لا تموت تلقائياً يجب أن تقتل لهذا السبب، ولم يلاحظ المرض بعد ذلك في المهور المسنة أو الحولية.

الأذى والضرر: يوحي الفحص المتصالب للمخيخ بتحديد مناطق رمادية محمرة، والتي وجدت في الفحص النسيجي لتكون malacie foci.

أسباب المرض:

اختلاط المهر oldenborg يورث كونه صفة متنحية، ويميز كونه عاملاً مميتاً B6.

الآفات الوراثية للعمود الفقري:

Torticollis الصعر: (داء في الرقبة يتعذر معه الالتفات)

التعريف:

هو شكل متراكم لأمراض مختلفة، والتي تتميز إكلينيكاً بالتفاف الرقبة والرأس.

الأعراض:

إلى جانب فقدان المهر، فإن الآفة تؤدي إلى خطر عظيم، يتسبب بأذى المهر أو الفرس، والنمو الطبيعي يكون ممكناً عندما يكون الرأس والرقبة الجنينيين منضمين إلى جانب واحد، والفرس يمكن أن تموت (من خلال الجهل) إذ نجى المهر بشكل فوري من دون مساعدة الطبيب البيطري. الأجنة الصغيرة فقط يمكن أن تنجو في موضع الطائر المصعور (اللواء).

أسباب المرض:

إلى جانب الأشكال المكتسبة الناجمة عن الأسباب الرضية والتشنجية، يمكن أن يكون الصعر أيضاً خلقياً وموروثاً، ويحدث إما كونه تشوهاً منعزلاً أو في مجموعة من الآفات الوراثية الأخر كـ anthroprygosis اللّوّاء في المهور، الذي يؤدي إلى وراثة العامل الذي يميز كونه عاملاً مميتاً B6 (من المحتمل متنحٍ).

الأذى والضرر:

اختلاف يتشكل بين الصعر العضلي الناتج عن رض أحادي الجانب، والأذى العصبي أو الالتهابي للعضلات الكتفية المتصلة مع الرأس، أو مع الصعر العظمي الذي يتوافق مع عدم التناسق الثانوي للهيكل العظمي(الحتف القحفي).

التقرن الخطي: linear heratosis

حالة وراثية، وممكن أن تكون مكتسبة إذ يكون التشوه أحادي الجانب، أو خطي، أو عمودي يحدث فرط التقرن على الرقبة والصدر، وفي الحالات الشائعة في أرباع الحصان، وتظهر بعمر (١ – ٥) سنوات عادرً.

العيب الحاجزي البطني: (VENTRICYLAR SEPTAL DEFECT (VSD

يعد هذا العيب الوراثي من أكثر العيوب شيوعاً في المهور، ويتصف بعدم انغلاق كامل للحاجز الذي يفصل بين البطينين الأيمن والأيسر، ومن ثم قصور في عمل القلب والدورة الدموية، وسينتهي بنفوق المهر حتماً.

الرتق المعدي المعوي: ARTESIA

مرض وراثي يصيب الخيول، ويتصف بعدم اكتمال النمو في الجهاز المعدي المعوي، ويمكن أن يمتد الخلل حتى فتحة الشرج والقولون الصغير والمستقيم.

تناذر الموت الأبيض: LEATHEL WHITE SYNDROME

إن سبب هذه الحالة الوراثية المميتة هو نقص في خلايا عقدة ماينترك myntirc، المنتشرة في جدران الأمعاء من الصائم وحتى المستقيم.

تؤثر في المهور البيضاء ذات القزحية الزرقاء، وتكون المهور المولودة صغيرة الحجم عادةً، ولا تخرج مادة العقي، مع تزايد أعرض المغص المترافقة بانتفاخ في البطن.

الرتق الكبدي: liver Artesia

في هذه الحالة الوراثية النادرة جداً، يوجد عوز في مادة الصفراء، ومتوافق مع مجرى القناة الصفروية.

٢٣–وجود فتحة المزرق: persistent cloaca

عيب وراثي سببه فشل الانقسام بين المصران الخلفي والمثانة الجنينية خلال تطور الحمل، ونتيجة لذلك نلاحظ أن المستقيم يكون متصلاً مع المهبل في الإناث، ومع الإحليل في الذكور، وتترافق هذه الحالة مع رتق شرجي غالياً.

يعتمد التشخيص على العلامات الإكلينيكية والفحص السريري، وما يلاحظ أ، المهر يمرر بعض البراز مع البول، ولاسيما إذا كان الرتق الشرجي موجوداً.

المعالجة: تتضمن إغلاق الفتحة جراحياً، وإن التكهن عند الإناث أفضل، لأن العيب المهبلي الشرجي أسهل للإصلاح من العيب الإحليلي الشرجي.

الانسداد الخلقي لفتحة الشرج: Artesia of the anus

وفي هذه الحالة المرضية يولد الحملان بدون وجود فتحة الشرج الطبيعية في جلد منطقة الشرج. فيلاحظ على الحيوان وجود بروز منتفخ في منطقة الشرج، ويظهر بشكل أكبر حينما يتم الضغط على منطقة البطن، ولا يلاحظ على الحيوان أي أعراض خلال الأسبوع الأول بعد الولادة، بل يلاحظ عدم التبرز فقط، وعدم النمو الجيد للحيوان، وخلال /١٠ – ١٥/ يوماً من الولادة يلاحظ انتفاخ البطن بشكل كبير جداً يظهر جلياً، وعلى الناحيتين، ويشبه استسقاء البطن لدى الحيوانات البالغة، هذه الظاهرة المرضية غالباً لدى الحملان والعجول الرضيعة والخنازير.

٢٦–الانسداد الخلقي للمستقيم: Artesia of the rectum

يلاحظ في هذه الظاهرة المرضية وجود فتحة الشرج طبيعية، مع انسداد نهاية جزء المستقيم الحوضي القريب من فتحة الشرج، إذ يمكن إدخال الإصبع إلى نهاية المستقيم عبر فتحة الشرج، وتلاحظ الأعراض السابقة نفسها لانسداد فتحة الشرج.

الآفات الوراثية للأطراف: Abrachia (Anterior Amelia)

التعريف والحدوث: الانعدام الخلقي للأطراف الأمامية معروف في أنواع مختلفة من الحيوانات الداجنة منذ وقت قديم (متعلق بالقرون الوسطى)، وعملياً فقد درس جيداً في الحصان.

الأعراض:

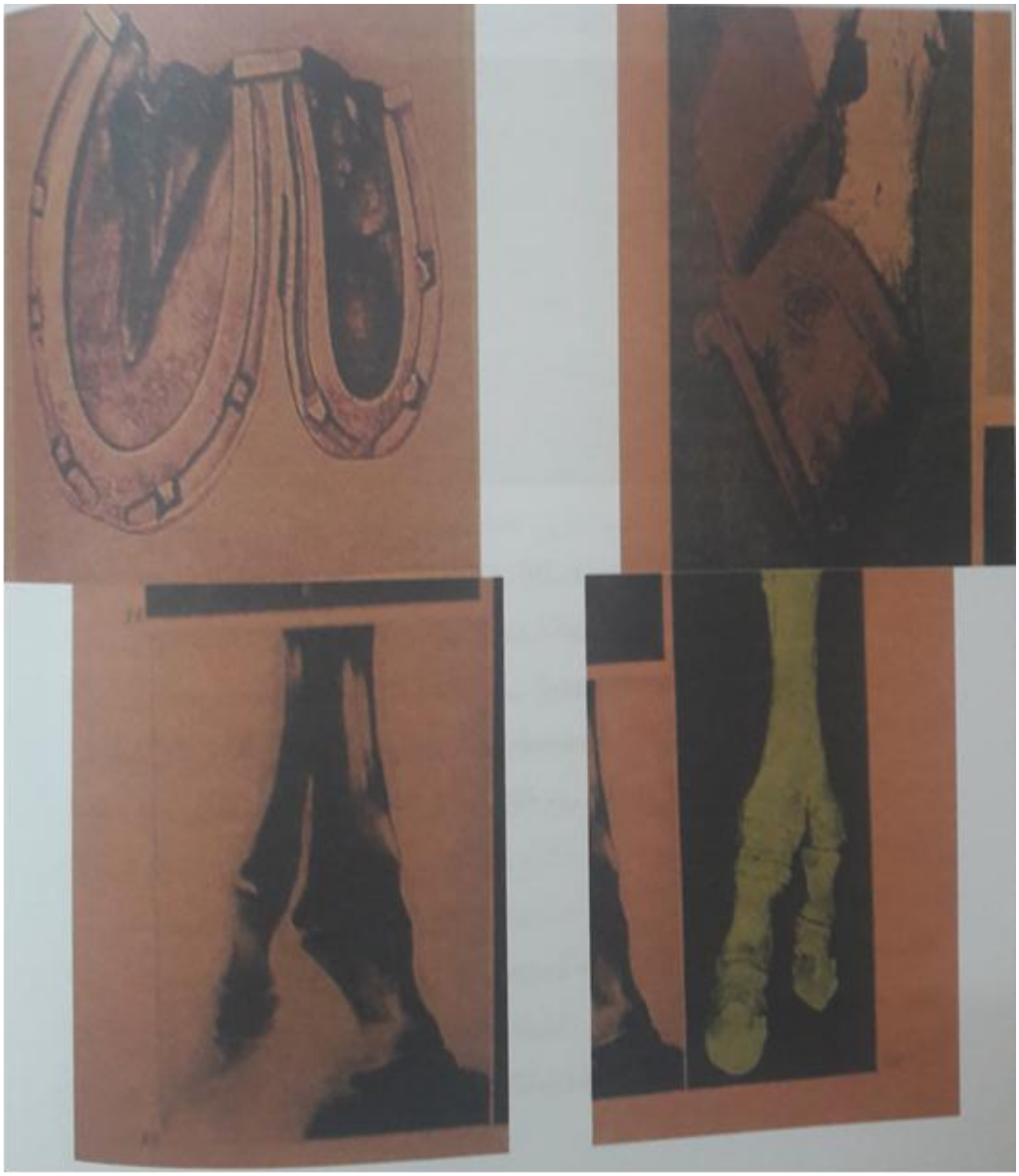
كلا الطرفين الأماميان يغيبان، تكون المهور المتأثرة نشيطة عند الولادة لكن تصبح غير قادرة على الوقوف والرضاعة بشكل مستقل. تموت خلال وقت أو ينبغي قتلها ويوضحها الشكل (٨).

أسباب المرض:

تنتج الأبرشيا عن وراثة عامل مميت متنح B8. وتحدث في منطقة واحدة في ألمانيا، إذ تربى الأحصنة ذوات الدم البارد التي ترجع لأكثر من ١٠٠ سنة.

الأذى والضرر: يوجد عظم الكتف دائماً في المهور المصابة، ولكن يكون بدائياً غالباً وذا هيكل غضروفي أحياناً، وبداءة عظم العضد (بحجم الجوزة) تكون موصولة مع النهاية البعيدة لعظم الكتف، ومطمورة في كتلة من النسيج العضلي.

الإصبع الزائد: polydactyly



التعرف والحدوث:

تتميز الحالة بوجود عدد أكثر من الطبيعي لأصابع (اليد، القدم) التي أثبتت عند الإنسان، وعند جميع الحيوانات الداجنة تقريباً. وعند الحصان (الذي يظهر عنده الإصبع الزائد بشكل أكبر) شكل واحد من الشذوذ، يعتقد أنه يرجع إلى المرحلة المبكرة من النشوء الوراثي، بينما يتطلب الشكل الوراثي وفرة حقيقية من أصابع القدم أو الأصابع الفردية، ولديها أسباب متطورة عادة، ويوضحها الشكل (٩).

الأعراض: تمت رؤية الآفة بشكل شائع جداً في واحد من الأطراف الأمامية، وبتطلب عادة وجود إصبع زائد (الإصبع الثالث)، ويمكن أن يوجد في حالات نادرة، تتصل سلاميات الإصبع الزائد عادة مع جدار الحافر. والإصبع نفسه يتحول ليصبح متطوراً بشكل أقل من الإصبع الأساسي، على الرغم من التطابق في الحجم.

أسباب المرض: شكل واحد من الإصبع الزائد يكون موروثاً عادةً، ويعتقد أن النمط الوراثي الدقيق غير معروف.

الشكل الوراثي العجيب:

يعتمد على إزاحة أو شق عظم الرسغ أو العظام الرسغية. لتشكل الأشعة فوق العددية.

الأذى والضرر: قد ينشأ الإصبع الزائد من عظم الرسغ أو الكاحل، ومشط اليد، والرسغ المتضخم، أو من السلاميات نفسها. وإن زيادة السلاميات تشيع كثيراً في الشكل الوراثي العجيب.

المعالجة والتكهن:

الشكل المهدئ للأعصاب من الإصبع الزائد يمكن أن يعالج جراحياً، بتفكيك مفاصل الإصبع الزائد عند عظم الشظية.

يجب أن توصف الحيوانات المعالجة بشكل واضح كونها كائناً غير مفيد للتربية، وتعطى أسباب الآفة الوراثية، لأن علامات الآفة الوراثية لا تظهر بعد الجراحة.

خلع مفصل عظم الرضفة:

التعريف والحدوث:

يشيع خلع عظم الضفة كثيراً في الماشية والأحصنة، وبشكل أقل في الكلاب.

الأعراض: ظهور ضعف العرقوب في المهور المتأثرة، والعديد منها يصبح ضعيفاً، بينما لايزال يرضع أو عند الفطام، يولد weight على الأطراف الأمامية فقط، بينما ينثني العرقوب، ولا يستطيع أن ينبسط، ويحس بخلع عظم الرضفة بشكل جانبي بسهولة، وسيكون الحيوان قادراً على الوقوف إذا خلع المفصل ردّالي حيث كان، ولكن عظم الرضفة سيرتد بشكل سريع جداً كالأيدي المتحركة، وسيقع الحيوان.

أسباب المرض:

معظم حالات خلع المفاصل من هذا النمط، إذ يحدث بوساطة الرض، على أية حال خلع المفاصل الرضفية وصف في كلا الأحصنة ذوات الدم البارد و الدافئ المرباة، وأقر بأنها تورث كونها صفة متنحية.

الأذى والضرر:

خلع المفصل الرضفي الرضي يكون نتيجة ضعف الأربطة sprains و ruptures عادة.

وقد ينفصل عظم الرضفة في الاتجاه الوسطي، والجانبي، والظهري، وتترافق الأشكال الموروثة دائماً، مع نمط أحادي أو ثنائي الجانب للأربطة الرضفية.

المعالجة والتكهن: غير ممكنة.

المفصل الملتوي: Arthro gryposes of forelimbs

التعريف والحدوث:

(المفصل الملتوي) هو مصطلح يعبر عن وجود انثناء في مفصل واحد أو أكثر، وهو شائع كثيراً عند الحصان.

الأعراض:

ينثني عظم الرسغ والنتوء في مؤخرة قائمة الحصان ومفاصل الرسغ بشكل حاد، وهناك قصر ملحوظ في الأوتار القابضة الإصبعية، وفي الحالات الخطيرة إذا حاول الحصان أن ينهض فإنه لا يستطيع أن يضع نعل القدم ومفاصل الأصابع على الأرض، وأحياناً يترافق الانثناء مع درجات مختلفة من الدوران الجانبي للطرف من مفصل الرسغ باتجاه الأسفل (ضربه بالركبة الملتوية) ويوضحها شكل (١٠).

أسباب المرض: الحالة في الحصان قد تكون وراثية وصفها 1937) keener) بأنها شكل متنحٍ بسيط و 1930) pravochenski) بأنه شكل سائد. يضاف الآن كونه عاملاً ميتاً B5.

المعالجة والتكهن:

قد يتحقق في بعض الحالات التحسن التدريجي بوساطة المعالجة التجبيرية. وذلك ببسط العضو المتأذي، وتضميده بجبيرة مقواة.

الفتوق البطنية:

الفتق السري:

التعريف والحدوث:

الفتق السري هو نتوء غشاء الأمعاء الشحمي والعقد المعوية من خلال الفتحة السرية. يسبب فشل انغلاق هذه الفتحة خلال التطور الجنيني، ويلاحظ في جميع الثديات الداجنة غالباً، وهو شائع نسبياً في الأحصنة المرباة من ذوات الدم البارد والدافئ المتأثرة بالتساوي.

الأعراض: إكلنيكياً يظهر الفتق السري ككتلة غير مؤلمة مرنه وطرية، قطرها يتراوح بين ١٥.١٢سم الحلقة الفتقية واضحة بعد التصغير، تنقص المحتويات الفتقية بسهولة ويوضحها الشكل (١١).

أسباب المرض: يكمن أن يكون الفتق السري وراثياً، أو خلقياً، أو مكتسباً ما بعد الولادة، وهو الأكثر تفشياً من بين الفتوق الوراثية، وهو يحدد كونه عاملاً مميتاً متنحياً بسيطاً B10، والامتداد إلى ذلك الموقع للفتق السري الموروث غير معروف.

الأذى والضرر: الحلقة الفتقية عبارة عن فتحة تشبه الشق، أو دائرية في جدار البطن عند السرة، وهي كبيرة بشكل كاف بحيث توافق ٣ – ٤ أصابع، ويتشكل الكيس الفتقي بوساطة التصاق خارج الكيس (الكيس الداخلي) والجدار البطني الخارجي (الكيس الخارجي).

يحتوي الكيس على أجزاء من المعي الصغير، والقولون، والثرب أو في المواليد الحديثة (الوريد السري وurachvs)، والأنسجة الموروثة المحتجزة قد تمتص معوياً.

نشوء المرض:

يكون الجنين كقرص مسطح، يتغير إلى شكل اسطواني في أثناء فترة التطور الجنيني المبكر من خلال الالتفاف و النمو التفاريي للقرص الجينيني عند جوانبه ونهاياته، ثم يظهر الجنين بوضوح نسبي لخلية البلاستولا، ويتجاوزها في الحجم تقريباً. والأوعية الدموية السرة و urachus تدخل تجويف الجسم عند الحلقة السرية إذا كان انغلاق جدار الجسم محكماً، فإن الشقوق (الفتحات الفتقية المستقبلية) ستبقى على السطح البطني للجنين، وتنشأ آفة سببها شكلي تكون متأخرة في النمو العرضي للفقرة الابتدائية.

المعالجة والتكهن:

يمكن أن يعالج الفتق السري إما بطريقة فتح أو غلق، وتتطلب الطريقة الأكثر خطورة استعمال (المثبرات) على سبيل المثال (ثاني كرومات البوتاسيوم Bioedate)، أو الكحول، أو الحقن المحلية عالية التوتر، وتعتمد التقنيات الأخرى الأقل قدماً على استعمال الأربطة (لربط الأوعية الدموية) الخيوط الجراحية، والأسياخ، والتثبيت بالملازم، وتتطلب طريقة الفتح المفضلة تصحيحاً جراحياً جذرياً، وهي ذات قيمة جزئية في المهور، وللفتوق السرية غير المحتجزة تكون إيجابي، شرط أن تكون الفتحة الفتقية غير كبيرة، ويلاحظ صغير (تحويل) دائم تلقائي غالباً.

الآفات الوراثية لجهاز الدوران

الاستعداد النزفي:

شرح سابقاً عند الحصان

آفات الجلد الوراثية: Epitheliogenesis imperfect neonatorvm

التعريف والحدوث: يتشكل الجلد غير التام في المواليد الحديثة، ويسمى أيضاً: (perodermia)، أو جلد الضفدع، ويحدث بشكل أساسي في العجول، والخنازير، والمهور، ولكن يمكن أن يحدث أيضاً في أنواع أخرى.

الأعراض:

المناطق الخالية من الطبقة الظهارية متغيرة جداً. وأماكن النزوع هي الرأس، والرقبة، والجذع وأجزاء من الأطراف البعيدة لعظم الرسغ والمفاصل الرسغية (الكاحلية).

في بعض الحالات ينعدم جدار الحافر، أو تنفصل المادة القرنية للحافر عن الأدمة بعد الولادة بمدة قصيرة، وقد اقترح لهذه الحالات 1969) wiedking) مصطلح:

(imperfect neonatovmeqvi epitheliogenesis et keratogenesis)

تولد المهور المتأخرة حية، ولكنها تموت خلال ساعات قليلة عادة إلى أسبوعين بعد الولادة.

أسباب المرض: حدوث الآفة وراثي في الحصان (العامل المميت B4) جين متنحٍ وحيد. تقدم الآفة إلى مناطق التربية الألمانية من the Netherlands, Belgivm via وقد أثبتت بشكل خاص في the brind or indigene du fasteau labovreve d'isaac – lion de flandre line.

الأذى والضرر: يميز أذى الجلد بغياب البشرة الآفة المكشوفة، ولها مظهر لؤلؤي، أو سطح أحمر دموي مخملي ناعم، وترى الأوعية الدموية الخارجية غالياً، والعضلات، والأوتتار بشكل واضح تحت الأدمة كما في التحضير التشريحي. وتستبدل البشرة نسيجياً في المناطق المتأثرة بطبقة نسيجية خلوية مطاطية رقيقة بشكل كبير. وترى الأقسام المستعرضة والمائلة والطويلة م الجريبات الشعرية في الطبقات الأعمق للأدمة، وبعض من هذه الجريبات يخضع لانحلال كيسي، ويصبح معبأ بصفائح قرنية، وبقايا شعر.

القناة الشريانية السالكة: PANTENT DUCTUS RTTERIOSUS (PDA)

يحدثث الانغلاق الوظيفي الفعال للقناة الشريانية السالكة (بين الشريان الأبهر والشريان الرئوي) وبعيد الولادة عند معظم المهور، ولكن انفتاح هذه القناة يعد عيباً وراثياً، والانفتاح الذي يكون من اليسار إلى اليمين يجب ألا يعد غير طبيعي إذا دام لأيام عدة بعد الولادة في المهر السليم، وفي بعض الحالات قد يظهر انفتاح القناة الشريانية السالكة من اليسار إلى اليمين، بعد أيام عدة من الولادة، ومعظم الأمهار تعد حاملة لعيب قلبي.

رباعية فالوت: TETRALOGY OF FALLOT

مجوع من العيوب الوراثية تتضمن العي الحاجزي البطني، وتضيق الشريان الرئوي، والوضع اليميني الممتط للأبهر، وضخامة البطين الأيمن.

رتق الدسام الثلاثي الشرف: TRICUSPID ARTESIA

يترافق رتق الدسام الثلاثي الشرف عادة مع العيب الحاجزي البطيني، ومع نقص تنسج البطين الأيمن، وزيادو تنسج الصمام التاجي والبطين الأيسر.

الثقب البطيني البيضوي: PATENT FORAMEN OVALE

يحدث الانغلاق التشريحي لذلك الثقب في المدة الواقعة بين ١٥ يوماً حتى ٩ أسابيع بعد الولادة، وتعد العلامات الإكلينيكية نادرة في هذه الحالة، عدا تلك المترافقة بخلل وظيفي آخر في القلب.

تحويلات الوريد البابي الأجوفي:

وهذه الحالات نادرة جداً، وتتطور خلال أشهر عدة من العمر.

آفات الجهاز التناسلي الوراثية: Cryptorchidism

التعريف والحدوث:

هو فشل جزئي أو تام في هبوط الخصى إلى كيس الصفن، وقد تكون إحدى أو كلا الخصيتين معزولة، وقد تكون الخصية محتجزة في قناة أربية أو في البطن، وتشيع الحالة عند الحيوانات الداجنة، في الحصان، والخروف، والخنزير، والكلاب وأقل ظهوراً في الماشية.

الأعراض: يظهر تضخم البطن cryptorchidim إذا حجزت الخصية، و epididymis في التجويف البطني (قرب الحلقة الغمدية عادةً)، و cryptorchidim الأربي إذا حجزت في القناة الأربية، ويمكن أن تظهر الأشكال الانتقالية الأخرى، وقد تكون الحالة في الحصان المخصي صعبة التشخيص إكلينيكياً.

قد تجس الخصية المحجوزة في الشكل الأربي إذا كان الحصان غير سمين جداً، وذلك بإدخال الأصابع بشكل خلفي علوي دخل المجال الأربي، قد يشخص الشكل البطني بالفحص المستقيمي فقط (تقنيات تشخيصية نوعية نوقشت سابقاً).

أسباب المرض: تلاحظ عند الحيوانات الداجنة غالباً وتتحول الحالة لتكون آفة وراثية (نمط الوراثة عند الحصان ما يزال لغزاً على أية حال)، وفي النشرات تعزى الحالة إلى وراثة سائدة أو سائدة جزئياً، متنحية، مرتبطة بالجنس.

الأذى والضرر: في معظم الحالات تتوضع الخصية المحتجزة في الوسط قريبة إلى الحلقة الإربية الداخلية، على الرغم من أنه قد حددت مواقع بطنية أخرى، وحتى juxtaspinal.

نشوء المرض:

هناك آراء متنوعة لحدوث الآفة المرضية، وتتطلب ظهور عوامل خلطية واتحادات آلية.

العوامل الميكانيكية المتنوعة تتضمن: سويقة وعائية قصيرة جداً (شريان منوي داخلي)، أو vasdeferens تطور ضعيف لكيس الصفن، والتحام قبل الأوان لطبقات البريتون، ووجود محفظة أربية خارجية، أو كيس فتقي يعوق النزول الخصوي، للهرمونات الجونادوتروبينية دور مهم في نزول الخصى الفيزيولوجي.

معظم الحالات الحادثة الآن يعتقد أنها إما حالات وحيدة الجانب تسببها بشكل رئيس أسباب ميكانيكية، أو حالات ثنائية الجانب تسببها أسباب هرمونية عادةً.

المعالجة والتكهن: لأن الفحول المصابة قد تتحول إلى حيوانات ضعيفة، ولأن الآفة قد تنتقل إلى النسل. فإنه ينبغي أن يتم التخلص منها في التربية ينتج ضعف تكون المني في الخصي المحتجزة من التطور الضعيف للخصى نفسها، ومن درجات الحرارة التي يتعرض لها الحيوان.

العامل المميت: Frederiksborg

التعريف والحدوث وأسباب المرض:

مثال مؤثر للتأثيرات المعاكسة للخصوبة الضعيفة قدمته خيول مجموعة Danish frederiksborg هناك في عام ١٦٧٢، لقح ghristian V الفحل jomfrven المستورد من oldenborg مع أفراس بيضاء، وأخرى ذات ألوان فاتحة، ينبج نسل (تصالب في ما بعد مع أصناف شرقية ١٠٠%).

معدلات الإخصاب عند الأحصنة الفحول البيضاء الرمادية غير المستولدة داخلياً في الجماعة البيضاء بقيت عالية، ولكن عندما كانت المجموعة البيضاء مستولدة داخلياً في القرن الثامن عشر، كانت هناك فصول/ في الفصل ١٨٠٠، كان هناك بند من ١٢ إلى ١٣ فرس أنتجوا مهراً واحداً فقط.

يعتقد اليوم أن اضطراب الخصوبة يعتمد على تأثير pleiotropic عامل سائد مع متنحٍ، والموت الجنيني المبكر، وغير العامل المميت المسبب B2.

الإحليل المنتبذ: ectopic ureter

عيب وراثي نادر–العلاقة الإكلينيكية الأولى هي وجود السلس البولي الذي يظهر بعد الولادة، عملية التبول عند المهر المصاب تكون محرقة، وتسبب السمط في منطقة العجان، وعلى الناحية الخلفية للقوائم، والتشخيص الدقيق يكون بالتصوير بالإيكوغراف.

العلاج الجراحي ناجح في بعض الحالات.

الأمراض الوراثية للجلد والعضلات:

لا تنسج الجلد: aplasia cutis

تشوه وراثي يصيب حراشف الظهارة الجلدية، وتنتج الحالة عن صبغي جسمي متنحٍ، ويحدث اختفاء حاد للظهارة في بعض المناطق، ولاسيما في الأطراف.

الوهن الجلدي: cutaneous asthenia

حويصلات تحت جلدية في ردب الأنف الكاذب.

حويصلات جلدية في الخط الوسطي الظهري، وتتضمن الشعر والمواد المتجبنة.

ورم خبيث للعظم الصدغي، ويكون متاخماً للجزء الصخري للعظم الصدغي.

تأثر العضلات: (تشنج العضلات التوتري)

هو عبارة عن اضطراب وراثي عظمي عضلي، يؤثر في أرباع الخيل أولاً، ويتصف بتقلص إلزامي (إجباري) لكل العضلات التي تحث على الحركة (المتحركة إرادياً).

أعراضه: عيب وراثي في النسيج الضام، ويتصف برخاوته، وفرط تهيجه، ومن ثم جلد رقيق غير طبيعي.

٩–المهاق: albinism

اختفاء وراثي للتصبغ الطبيعي (شعر – جلد – عين)، ويصيب المهاق بشكل شائع الخيول البالمينو والكريمي الملنوة.

١٠–موت المهر الأبيض: leathal white foel

حالة وراثية تصيب خيول "الأوفيرو" الملونة، وتتصف بتشوهات تطورية للجهاز الهضمي (مثل الرتق المعوي).

١١–الحويصلات: cysts

حالات وراثية تصيب الخيول بشكل كبير، وتلاحظ في أماكن مختلفة من جسم الخيل، ولها آثار كثيرة أهمها:

تؤثر في الخيول التي تقل أعمارها عن سنة.

أول ما تؤثر في العضلات الباسطة والأربطة الحوضية. مما يؤدي إلى سير (مسير) الحيوان بشكل متيبس.

إن التضخم الثنائي المحوري للرباط الذيلي، وعضلات الكفل تعطي انطباعاً أو الحصان فيه فرط نمو، أو تضاعف في عضلاته.

العلاج:

لا ينصح بالعلاج عندما تكون العلامات المرضية غير واضحة.

إعطاء مركبات الـ فنيتوين، كوينين، بروكائين أميد يؤمن راحة عرضية عند الإنسان، ولكن يعد غير ناجح عند الخيول.

فرط البوتاسيوم الدوري الشللي: HYPERHALAEMIC

عيب وراثي يؤثر في أرباع سلالات الخيل (الصافية أو الهجينة)، والخيول المصابة تنتابها فترات متقطعة من الارتعاش العضلي، ومن ثم تضعف، وربما تنتهي بانهيار الحصان، ومن ثم شلله.

العلامات الإكلينيكية:

ضعف وتراجع في العضلات مع ارتجاف وشلل.

نسبة الإصابة في الذكور أكبر من نسبة إصابة الإناث.

تبدأ الأعراض عادةً مع تيبس الحيوان وتعرقله.

النمو الزائد للأمعاء الغليظة (القولون) Atresia coli

تقوس والتواء الأطراف الأمامية

قصر الفك السفلي Brachigntia

عيوب وعاهات الجهاز البولي التناسلي Uro-genital defects

التقزم Achondroplasia

الشلل البطيء، وعدم انتظام الحركات العضلية Ataxia

الانعدام الجزئي للجلد

إظلام عدسة العين (نص مميت) Cataract

عدم نزول الخصى Cryptorchism

الأمراض الوراثية عند الأسماك :

تظهر الأمراض الوراثية عند الأسماك كما في الحيوانات الراقية (إنسان – أبقار ...) وتصيب أسماك الزينة خاصة ، فقد حظيت بعض أنواع السمك بالدراسة الوراثية ، ولعل أكثر المعلومات المتعلقة بدراسة النواحي الوراثية للأسماك هي التي تم الحصول عليها من السمك الذهبي Garassius auratus ومن المعروف أن الأسماك كالكائنات الحية الأخرى تخضع لقوانين الوراثية المندلية وغالباً ما تحصل الأمراض الوراثية أحياناً نتيجة التهجين

وبصورة خاصة الأسماك الاستوائية وذلك عند سعي الإنسان في الحصول على أسماك ذات صفات غير مألوفة كصفات اللون والشكل .

ومن أهم الأمراض الوراثية الشائعة :

١-الأورام الوراثية :Tumors of hereditary origin

وصفت هذه الحالة في بعض أسماك عائلة البطريخ Cyprinodnticae حيث أن الخلايا المسماة (Melanophorea) والحاوية على الميلانين تبدأ بالإنقسام بسرعة ، تكوين نسيج ضام حاوي على خلايا حاملات الميلانين كبيرة الحجم Macromelano Phores ويدعى Melano Sarcoma وتبدو هذه الحالة المرضية على الجلد والعضلات وأعصاب منطقة الذنب .

٢-الاستسقاء الخلفي لكيس المح :Constiutional dropy of Vitellne Sqc

كان يعتقد سابقاً بأن المسبب هو أضرار ميكانيكية وتغيرات حادة بدرجات ونقص في الأوكسجين ولكنه تبين أنه لا علاقة لها بحدوث المرض وإنما السبب هو وراثي .

ولقد شوهد هذا المرض في اليرقات الناتجة من تهجين أسماك السلمون وأسماك المرقط القزحي Rain bow trout وسلمون البرك المرقط Brook Trout إذ يظهر المرض في الأسماك التي تركت البيضة ويتوسع كيس المح بدرجة كبيرة نتيجة وجود سائل مائي وبالتالي تنفق الأسماك اليانعة .

٣-التشوهات الوراثية: Detormities

قد تحصل كل أنواع التشوهات في الأسماك كالتشوهات الناجمة عن الإصابة بكائنات حية مرضية معينة أو التشوهات المتسببة من نقص تركيبي أو فيزيولوجي ذات الأسباب الوراثية أو تلك المسببة عن عوامل أخرى .

ولعل من أهم التشوهات الوراثية التي تظهر على الأسماك نذكر :

فقدان أو تشوه الزعانف وضعف الكيس الهوائي وبعض التشوهات الهيكلية التي يرى بأن مسببها خلل متوارث في عملية استقلاب فيتامين D وهو يلعب دوراً هاماً في التشوهات إلا أن هذا الدور لم يثبته البرهان حيث بإمكان الأسماك صنع هذا الفيتامين في أكبادها ما لم تكن تلك الأكباد مصابة .وهناك حالة أخرى من حالات التشوه تحصل عند حدوث أي اضطراب في انقسام البيضة

(Segmentation) بحيث تؤدي إلى حدوث ما يسمى بالتوائم يكون أحدهما كاملاً في حين يبدو الثاني وكأنه ملحق التوأم الآخر .

وبشكل عام : وللسيطرة على الأمراض الوراثية في الأسماك نتبع الأمور التالية :

١- اختبار آباء معافاة وقوية .

٢- يجب أن يكون التغذية وخاصة لليافعات كافية كماً ونوعاً .

٣- التخلص من الأسماك البالغة التشوه .

ومن الحالات الاخرى عند بعض الحيوانات نذكر:

١- وراثة اللون الأصفر عند الفئران :

وجد كينو أن التزاوجات بين فارين أصفرين تعطي نسلاً أفراده صفراء وغير صفراء بنسبة ١:٢ كما وجد أن عدد الأفراد الناتجة من تهجينات بين فئران صفراء وغير صفراء (سوداء) بمقدار الربع تقريباً واستنتج من نتائج التجربة الأولى أن الأفراد الصفراء اللون لابد وأن تكون خليطة التركيب الوراثي hetero Zygous وذلك بسبب موت الأجنة في رحم الأم حيث يموت الجنين في طور مبكر من المرحلة الجنينية .

ويمكن تمثيل وراثة اللون الأصفر على الوجه التالي :

Ay = جين سائد للفراء الأصفر . a = جين متنحي للون الأسود .

1 $Aa^y \times Aa^y$	2 $aa \times A^ya$:P
¼A^yA^y , 2/4A^ya , ¼aa	A^ya , aa :F1
1 : 2 أصفر	1 : 1 :النسبة الناتجة
أسود أصفر أصفر ميت	أصفر أسود :الشكل الظاهري
1 : 2 النسبة النهائية	

	الأباء : أسود × أسود	P : الشكل الظاهري
	aa × Aa	التركيب الوراثي
	الجيل aa	F1 : التركيب الوراثي
	أسود	الشكل الظاهري
	1 : 0	النسبة الناتجة

نلاحظ من هذه النتائج أن الجين A^y له تأثير سائد على لون الفراء وتأثير مميت متنحي .

٢- وراث اللون البلاتيني في فراء الثعالب: Platin Foxes

تمتلك الثعالب ألوان بالنسبة للون فرائها ولكن أغلاها ثمناً على الإطلاق هو اللون البلاتيني الفضي وفي الاتحاد السوفيتي أجريت محاولات عديدة وحتى الآن ما زالت قائمة من أجل تثبيت هذا اللون (اللون البلاتيني الفضي) وكلها باءت بالفشل وذلك لأن نسبة من الثعالب الفضية تموت . فعند تلقيح ثعالب ذات فراء بلاتيني مع بعضها البعض كان ربع النسل الناتج يموت وذلك نتيجة اجتماع المورثين السائدين للون البلاتيني مع بعضها البعض حيث يحدث إجهاض بسبب موت الجنين داخل الرحم فاللون البلاتيني سائد لكن له تأثير مميت متنحي عند اجتماعه بصورة أصلية .

الآباء : بلاتيني Zz × Zz بلاتيني

1 zz 2 Zz 1 ZZ

فضي	بلاتيني	بلاتيني
1	2	يموت

الأمراض الوراثية عند الإنسان :

1- مرض سيولة الدم (الأنيميا – الهيموفيليا) :

أن الجين الذي يسيطر على هذا المرض يعتبر جيناً مميتاً متنحياً مرتبطاً بالجنس لأنه غالباً ما يؤدي إلى الموت نتيجة النزف الشديد نرمز لآلية تجلط الدم الطبيعي بالرمز (+) والأليل المتنحي المرتبط بالجنس الذي يؤدي إلى سيولة الدم بالرمز (h) وبذلك يكون:

الآباء	$X^+ Y$	×	$X^+ x^h$	P : التركيب الوراثي
	طبيعي		طبيعية حاملة	: الشكل الوراثي
¼ $X^h y$	¼ $X^+ y$	¼ $X^+ X^h$	¼ $X^+ X^+$	F1 : التركيب الوراثي
ذكر مصاب	ذكر سليم	أنثى سليمة ظاهرياً	أنثى سليمة	الشكل الظاهري

ذكور ½ : ½ إناث

فالذكور ذات التركيب الوراثي (hy) غالباً ما يتوفون عند أعمار لا تتجاوز العشرين ووجدت حالات حتى الأربعين عاماً نجد أن النسبة الجنسية 1:1 عند الولادة عند البلوغ إلى (2 إناث : 1 ذكور) وقد شوهدت هذه الصفة عند الكلاب أيضاً .

2 – مرض (انتفاضات هنجتون) في الإنسان :Hunting Ton,s Chorea

قد يتمتع الأشخاص الذين يحملون الجين السائد الانتفاضات هنتجتون بصحة جيدة معظم حياتهم ويظهر تأثير هذا المرض بإختلاجات لا إرادية في الرأس والأطراف والجسم ويستمر المرض حتى يصل إلى إحداث تغيرات إنحلالية في الجهاز العصبي وفقدان القوى العقلية والبدنية ثم الوفاة .

أما العمر الذي يبدأ فيه هذا المرض يتراوح من الطفولة حتى الشيخوخة ويمكن اعتبار نفاذ تأثير الجين غير كامل وله تأثير متباين حيث إنه وفاة الشخص بهذا المرض وهو بعمر أسابيع أمكننا القول أن لهذا الجين تأثير مميت وإذا مات المريض في منتصف عمره من حياته فيعتبر هذا الجين جيناً شبه مميت إما إذا أدى إلى الوفاة في سن الشيخوخة فلا يمكن اعتباره مميت على الإطلاق .

ويلاحظ أن الفرد المصاب لابد أن يكون واحد من أبويه مصاباً بهذا المرض وإذا لم يكن الأمر كذلك فظهور هذه الصفة في النسل يدل على حدوث طفرة في أحد البوين حملتها عروس تناسلية إلى النسل .

3 – مرض الصرع الورمي :

يتحكم بهذا المرض جين شبه مميت سائد والمصابون بهذا خليطون حاملون للجين وأعراضه (تخلف عقلي ، نموات شاذة على الجلد ، أورام في الأعضاء الداخلية) ويموت أغلب المصابون بهذا المرض في مرحلة الطفولة أو في مرحلة متقدمة من العمر ومنهم من ينجب أطفالاً حيث يرث نصف أطفاله الجين السائد شبه المميت غير أن معظم حالات الصرع الورمي تنتج من أبوين كلاهما خال من المرض فتظهر هذه الحالات نتيجة طفور الجين الطبيعي .

4 – مرض البول السكري :Diabetes in Man

ينشأ المرض نتيجة نقص إفراز هرمون الأنسولين فقبل اكتشاف التأثير المنظم لهرمون الأنسولين كان هذا المرض يؤدي إلى وفاة الأشخاص المصابين به ليس في مرحلة الطفولة فحسب بل في أعمار متقدمة أيضاً .

ويعتبر هذا المرض وراثياً يسيطر عليه جين شبه مميت متنحي .

5 – مرض الحساسية :Allergy

مرض سببه وراثي وهو يؤدي أيضاً إلى موت بعض الأفراد وفي أفراد آخرين يؤدي إلى آلام مزعجة ويمكن تفادي هذا المرض بإستعمال جرعات من الأدرنالين . وهو من العاهات الوراثية المميتة والشبه المميتة .

بعض الصفات المتسببة عن زوج واحد من المورثات المميتة في الحيوانات الأهلية

اولا: الأبقار

Achondroplasia	التقزم (البولدج)
Achondroplasia	التقزم (متنحي)
Defect Epitheliun	الغياب الجزئي للجلد
Hypotrichose	انعدام الشعر (الوبر)
The wolf mouth	الفم الذئبي
Cataract	إظلام عدسة العين (نصف مميتة)
Albinism	البهاق (الألبينوس)
Acroteriadis	غياب القوائم أو الأطراف
Paralysis	شلل الأطراف الخلفية
Contracture	تقلص العضلات الدائم
Short spine	قصور العمود الفقري

Hydrocephalus (Dropsy)	مرض الاستسقاء المؤذي
Brachignatia (Lower jaw)	قصر الفك السفلي
Rudimentary of cerebellum	عدم اكتمال نمو المخيخ
Absence of phalange	غياب سلاميات الأصابع
Absence of down jaw	غياب الفك السفلي
Hydrocphalus (drppsy of cerebrum)	استسقاء الدماغ (داخلي)
Length of progency	طول مدة الحمل أو امتدادها
Spasm	التشنج العضلي المؤذي
Hypopituitarism	قصور الغدة النخامية
Increase of growth in phalange	النمو الزائد للأصابع
Ataxia	الشلل البطيء وعدم انتظام الحركات العضلية
	انعدام الشعر الجزئي (DS)
Ichtios (Lepidoderdron)	الجلد القشري أو الحرشفي
Hypotrichose and anadentia	انعدام الشعر وانعدام الأسنان
Concerscerce of nostrile , deformity of skull (D)	التحام فتحتي الأنف ، وتشوه الجمجمة
Ankylosis	التصلب العام للمفاصل
Porphyry	تصلب العضلات (برفيري)
Keraiinization	اختلال عملية تكون المادة القرنية للأظلاف والقرون

ثانيا:الخيول

Atresia coli	النمو الزائد للأمعاء الغليظة (القولون)
	تقوس والتواء الأطراف الأمامية
Brachigntia	قصر الفك السفلي
Uro-genital defects	عيوب وعاهات الجهاز البولي التناسلي
Acchondroplasia	التقزم
Ataxia	الشلل البطيء وعدم انتظام الحركات العضلية
	الانعدام الجزئي للجلد
Cataract	إظلام عدسة العين (نصف مميت)

Cryptorchism	عدم نزول الخصي

ثالثا:الخنازير

Paralysis	شلل الأطراف الخلفية
Hydrocephalus (dropsy of cerebrum)	استسقاء الدماغ (خارجي)
Contracture	تقلص العضلات الدائم
	غلاظة القوائم
Ichtios	الجلد القشري او الحرشفي
	قصر العمود الفقري ، التصلب العام للمفاصل
Acroteriasis (amputation)	انعدام القوائم
	الفم الذئبي
	الغياب أو الانعدام الجزئي للجلد
Hypotrichose	انعدام الشعر (الوبر)
	قصر الفك السفلي
Ataxia	الفتق الدماغي ، الشلل البطيء وعدم انتظام الحركات العضلية

رابعا:الكلاب

Hypotrichose	انعدام الشعر (D)
	الفم الذئبي
Atrophy of retina	ضمور شبكية العين (نصف مميت)
Haemophilia (S)	سيولة الدم (A)
Haemophilia (S)	سيولة الدم (B)
Ataxia	الشلل البطيء وعدم انتظام الحركات العضلية

خامسا:الأغنام

Contractu re	تقلص العضلات الدائم

شلل الأطراف الخلفية	Paralysis
ضمور قشرة المخيخ ، اللون الرمادي للصوف	
فقدان الحس والشعور في المفاصل ، وتشوه الجمجمة ، المورث المسؤول عن الحساسية لإشعاع التربة	
انعدام القوائم ، التشوه البنائي للأظلاف	Adacty 1
غياب الفك السفلي وانسداد البلعوم	Agnaty
التغذية الناقصة في العضلات	Dystrophy
قصر العمود الفقري ، عدم نزول الخصي ، استسقاء الدماغ	

سادسا:الدجاج

قصر الأرجل (D)	Cp	Achondroplasia
التقزم	Ch	Dwarf
قصر الأرجل في الكورنيش	Cl	
غياب الجزء العلوي من المنقار	Mx	
غياب الجزء السفلي من المنقار	Md	
مجموعة اعراض انعدام الأجنحة وضمور الرئتين	Wg	
وجود الإصبعين فقط (تضاعف هجيني)	Dp	
تباعد عظام الوظيف (مشط القدم)	Sf	
قصر الجزء العلوي من المنقار (نصف مميت)	Sm	
غياب صفة التريش (نصف مميت) (D)	ap	Apterlosis
قصر الجزء السفلي من المنقار	Sm	

النمو الزائد لقناة البيض (D)	–	
قصر الرقبة والمنقار	–	
التواء المنقار	Dck	Donald duck
العرى (انعدام الريش) (نصف مميت) (S)		
لزوجة الأجنة في البيض	Sy	Stickness
التشوه الخلقي (زيادة في الأصابع وشبه انعدام للأجنحة)	T	
انقلاب الرأس وارتداده	Lo	
المورث المميت المرتبط مع التريش الأبيض	L	
التقزم مع التواء الرقبة	Cn	
العمى (نصف مميت)	–	
الارتجاف والاهتزاز	–	
المورث المميت المرتبط بالجنس (S)	Xl	
الارتجاف والارتعاش (S)	Sh	
الخوف والارتعاد العصبي (S)	J	Jittery
النوبات العصبية (S)	Px	Paroxysm
بتر قناة البيض		

سابعا:الدجاج الرومي

الألبينوس غير الكامل (نصف مميت)	Al	
قصر العمود الفقري	–	
قصر العظام الأنبوبية والقصبية	–	
انقلاب الرأس وارتداده	Lo	Congenital loco

ملاحظة :

(D) : وتعني سائد .

(S) : وتعبر عن الارتباط بالجنس .

انعدام الرموز : عبارة عن صفات جسمية متنحية بسيطة .

ومما لا شك فيه أن الصفات المميتة – التي عرضت في القائمة السابقة – ما هي إلا نسبة ضئيلة جداً من مجمل لمورثات المميتة التي ترزح تحت كابوسها الأنواع الحيوانية المختلفة . وإضافة إلى ذلك فلقد اسقطنا من حساب القائمة السابقة المورثات المميتة الخاصة بالقوارض لضيق المجال .

ومن الطبيعي ان يظهر التاثير الضار للمورثات – عادة – عند وجود تربية الأقارب التي من الواجب حظرها لدى أغلبية الحيوانات الزراعية . ولقد نلاحظ ان مكررات المورثات المميتة في الحيوانات التي تستعمل فيها تربية الأقارب بغرض مقصود لدراسة العيوب والاختلالات الوراثية أعلى بكثير مما هو متوقع عادة . ومما يجدر ذكره أن الطرز البرية للحيوانات الزراعية – كذلك – لا تسلم من امتلاكها للمورثات المميتة بنسبة أو بأخرى .

الفصل العاشر

الطفرات والشذوذات الصبغية
Mutations

تعريف الطفرات وتصنيفها:

الطفرة عبارة عن تغيرات في بنية شريط الدناDNA وتكون على مستويات مختلفة ومن المعروف أن المادة الوراثية ثابتة وعدم تعرضها للتبدلات المفاجئة ، ولكن في كثير من الأحيان يطرأ على المادة الوراثية تبدلات وتغيرات مفاجئة التي تنعكس على الصفات والخصائص التي تتحكم بإظهارها المادة الوراثية المعنية ، فالطفرة هي التبدلات والتغيرات المفاجئة التي تطرأ على المادة الوراثية وتغير من خصائص الكائن الحي وصفاته والتي تورث من جيل إلى أخر . وأهمية الطفرات ترجع على أنها تنتج الإختلافات الوراثية الجديدة التي يعمل عليها الإنتخاب الطبيعي فضلاً عن أن لها القدرة على إحداث تغيرات في التكرارات الجينية في العشائر .

ولتسهيل دراسة الطفرات تقسم إلى مايلي :

أولاً : حسب التغير في تركيب المادة الوراثية :

1- **طفرة صبغية :** وهي تشمل التغيرات الحاصلة في :

أ- أعداد الصبغيات .

ب- تركيب الصبغيات كالإنتقال والإنقلاب والنقص والتكرار .

٢-طفرة مورثية :تحدث نتيجة التغير الذي يطرأ على التركيب الجزيئي للمورث .

٣-طفره جينية:تحدث على مستوى نيكليوتيد

ثانياً : حسب مسببات الطفرة :

1- **طفرة طبيعية :** وتحدث نتيجة تأثير الإشعاعات الكونية أو الإشعاعات الأرضية وبشكل طبيعي دون تدخل الإنسان .

2- **طفرة مستحدثة:** (صناعية) وتحدث نتيجة تدخل الإنسان وتعريض الكائن لمواد مسببة للطفرة صناعياً كالإشعاعات والمواد الكيميائية وغيرها .

ثالثاً : حسب طراز الخلية :

1- **طفرة جسمية :** تطرأ على الخلايا الجسمية ذات العدد الصبغي (2n) فتحدث تغيراً بها .

2- **طفرة عروسية**أو جنسية **:** تطرأ على الخلايا الجنسية ذات العدد الصبغي (n) فتحدث بها تغيراً .

رابعاً : حسب نسبة ظهورها في أنسال الأجيال التالية :

1- طفرة سائدة تتمكن من الظهور في نسل الجيل التالي مباشرة .

2- طفرة متنحية لا تتمكن من الظهور إلا في الأجيال التالية عند التقاء عروس مذكرة بأخرى مؤنثة تحملان الطفرة المتنحية نفسها .

خامساً : حسب الإتجاه :

1- **طفرات أمامية** تحدث تغيراً من الطراز البري إلى حالة جديدة (طافرة) (A ← a).

2- **طفرة عكسية أو رجعية** تحدث تغيراً من الحالة الطافرة إلى الحالة البرية (a ← A).

سادساً : حسب الحجم وتقسم الى :

1- **طفرة صغيرة** – عبارة عن تغيير في منطقة صغيرة جداً من DNA وعادة ما تتضمن نيوكليوتيدة واحدة أو زوج من النيوكليوتيدات .

2- **طفرة كبيرة** – عبارة عن التغيرات التي تتضمن أكثر من زوج من النيوكليوتيدات وقد تتضمن الجين بأكمله أو الكروموسوم بأكمله أو مجموعات من الكروموسومات (التعدد المجموعي) .

- أسباب الطفرات التلقائية :

ما زالت أسباب الطفرات التلقائية غير معروفة ولكن يعتقد بأنها تظهر نتيجة أخطاء عرضية في أشفاع الأسس أثناء تضاعف واستنساخ ال DNA . وإن كمية من الإشعاعات أو المواد الكيميائية في البيئة تسبب ضرراً في ال DNA .

ويعتبر التركيب الوراثي من الأسباب الرئيسة المسببة تكرار مختلف للطفرات كما توجد مورثات خاصة تؤثر على سرعة طفور المورثات المختلفة ويمكن لعملية الطفور التلقائي أن تتوقف على الحالة الفيزيولوجية والعمر وحرارة الوسط المحيط و التغيرات البيوكيميائية في الخلايا فتكرار الطفرات الكروموسومية عند الأبقار يتزايد في المناطق الجيلية .

أسباب الطفرات المستحدثة (الإصطناعية) :

1- الطفرات المحدثة بواسطة مواد كيميائية :

توجد أربع مجموعات عامة من المواد الكيميائية درس تأثيرها على DNA بشده وهي :

1- **الأسس البديلة :**

هي عبارة عن جزيئات يقلد تركيبها الأسس الطبيعية الموجودة في DNA بحيث يمكن أن تحل محل الأسس العادية عندما يستنسخ DNA . وكمثال على ذلك مادة 5- بروم يوراسيل (بإختصار Bu – 5) الشبيهة بأساس التايمن حيث تحل محل التايمين أثناء استنساخ DNA حيث تكون مرتبطة بالأدنين .

2- **المواد الكيميائية المؤثرة مباشرة على أسس DNA :**

وهذه تؤثر على البنية الأساسية لـ DNA أكثر من كونها تندمج في الجزيئة ، وكمثال عنها حمض النتري (HNO_2) الذي ينزع الأمينات من الأدنين والسيتوزين والفوانين حيث يحول الأدنين إلى هيبوكسانثين ويرتبط فيما بعد بالسيتوزين .

3- **المواد المؤلكة مركبات ارجاعية:**

يمكن أن تضيف مجموعة الكول (كالاتيل أو الميتل) بحالات متنوعة إلى أسس DNA وتغير خصائص أشفاع الأسس مثل الخردل الكبريتي .

4- صبغة الأكريدين:

ترتبط بـ DNA وتدخل بين أسس متجاورة . وهي تشوه خيط DNA في الموقع المقتحم مسببة إضافة أو نقصان أساساازوتي عندما يستنسخ ال DNA .

5- الطفرات المحدثة بواسطة الأشعة:

هي العوامل الفيزيائية من الأشعة المحدثة للطفرات نذكر ذرات الفا و بيتا ، أشعة X أشعة غاماالاشعة فوق البنفسجية ولكن أكثر مسببات الطفور فيزيائيا هي أشعةX أو الاشعة السينية والأشعة فوق البنفسجية.

فالأشعة السينية تسبب ضرراً كبيراً في الصبغيات كتقطعات وتبدلات في بنيةال DNA ، كما أنها تسبب طفرات في نقاط محددة .

والأشعة فوق البنفسجية حيث تحدث روابط بين البريميدينات في بنيةال DNA حيث تصبح اشفاع الأسس البيريميدينية المتجاورة مرتبطة معاً بواسطة ربط كربون بكربون – وتصادف عادة روابط تايمين – بتايمين أكثر من روابط سيتوزين – سيتوزين أو من تايمن – سيتوزين .

6- الطفرات المحدثة بواسطة عوامل بيولوجية :

كالفيروسات والبكتيريا والديدان المعوية والفطور .

7- الطفرات العكسية :

كثير من الطفرات الجينية تكون مباشرة أو أمامية عبارة عن تحول من الشكل البري إلى شكل جديد طافر وأغلب هذه الطفرات المباشرة قابلة للعكس .

وهذا يعني أن أي طفرة تستعيد شكلها البري تسمى بالطفرات العكسية . فمثلاً إذا طفر المورث A إلى a فإن الأليل قد يطفر ثانية إلى A .

فعند قتل بكتريا القولون E. coli بالمضاد الحيوي الستربتومايسين فإن بعض البكتريا الطافرة تنجو . ويمكن الحصول منها على سلالات لا تنمو جيداً فقط على البيئات المحتوية على الستربتومايسين بل في الواقع لا يمكنها النمو دون وجوده . ويمكن إظهار حدوث الطفور العكسي بوضع أعداد كبيرة جداً من الخلايا البكتيرية المعتمدة على الستربتومايسين في بيئة خالية من الستربتومايسين . فالخلايا القليلة التي تتكاثر وتكون مستعمرات هي طفرات عكسية إلى حالة عدم الإعتماد على الستربتومايسين .

الأطوار التي تحدث فيها الطفرات :

تحدث الطفرات في أي طور من أطوار تكوين الفرد فإذا حدثت في إحدى الجاميطات فإن الفرد الذي تشترك هذه الجاميطة في تكوينه يحمل هذه الطفرة ،وإذا حدثت الطفرة في إحدى

الكروموسومين الشقيقين الناتجين عن الإنقسام الأول للبيضة المخصبة فيكون حوالي نصف الجسم الناتج عادياً في حين يحمل النصف الآخر الطفرة .

وقد ينحصر أن الطفرة في خلية جسمية واحدة كما في تصنيفات للون في أندوسبرم الذرة وقد وجد ديمرك في العائق Lark spur أن الطفرات الجسمية الخاصة بلون الزهرة تحدث بنسبة أعلى في الأطوار المبكرة والمتأخرة في أطوار تكوين الزهرة عنها في الأطوار الوسطى .وتعتبر الطفرة الجسمية أحد الفروض التي وضعت لتفسير منشأ الأورام الخبيثة . أي أن الطفرة الجسمية تغير من خواص الخلايا بحيث لا يتحكم في نموها وتكاثرها أي ضابط .

الشذوذات الكروموسومية:

على الرغم من الثبات الكبير للصبغيات ، إلا أنها معرضة بنفس الوقت إلى تغيرات تنشأ تلقائياً أو تحت تأثير عوامل متعددة مختلفة . والتغيرات هذه من نوعين : إما أن تحدث في تركيب الصبغيات ، أو أنها تتعرض للعدد الصبغي .

أولاً : التبدلات في التركيب الصبغي

يوجد أربعة نماذج عامة من التبدلات في التركيب الصبغي :

النموذج الأول:

- النقص : Deletion

يمكن للصبغيات أن تفقد قطعاً منها ، كبيرة أو صغيرة ، حاملة للمعلومات الوراثية وتسمى هذه الحالة بالنقص كما هو مبين في المخطط التالي . وتوجد عدة نماذج من النقص :

1- النقص الطرفي :

عندما يحدث نقص في أحد ذراعي الصبغي بحيث يفقد نهايته فإنه يقصر وتزول القطعة المنقطعة مع ما تحويه في الإنقسامات المتتالية للنواة لكونها مجردة من الجزيء المركزي . وقد يحدث انقطاعان ، وبنفس الوقت ، في ذراعي الصبغي فتزول نهايته وتلتحم النهايتان المفتوحتان لتشكلان صبغياً حلقياً .

وتوجد عدة طرق خلوية لكشف النقص :

1- من تحليل الطابع النووي الذي يرينا أشفاعاً من الصبغيات غير متناسبة أحدها أقصر من الآخر .

2- من الإختلافات في نماذج التعصيب (العصابات) في الصبغيات العملاقة لذبابة الخل، أو في صبغيات الإنسان ، عند مقارنة الأشفاع الصبغية (الشكل 10) .

3- من الصبغيات الشفعية في الدور الضام حيث يشكل أحد الصبغيين عروة بسبب نقص في الصبغي المقابل .

وتعتمد شدة تأثير هذا النقص على مقدار المعلومات الوراثية المفقودة مدى أهميتها الوظيفية بالنسبة للكائن وتوجد في الإنسان بعض الإضطرابات التي يسببها النقص الصبغي والتي يمكن كشفها فقط بحالة مختلفةاللواقح باعتبارها مميتة بحالة متماثلة اللواقح نذكر منها :

1- تناذر وولف نتيجة نقص في الذراع القصير للكروموسوم رقم 4 (4P) تخلف عقلي وملامح غير طبيعية في شكل الوجه وتشوه في قزحية العين .

2- تناذر براداروبلي نقص في الذراع القصير للكرموسوم رقم 15 (15P) يكون الطفل ضعيف البنية ويعاني من صعوبة البلع والوجه مفلطح .

3- تناذر مواء القطة نتيجة نقص في الذراع القصير للكروموسوم رقم 5 (5-14 5P) .

4- سرطان الدم المزمن نتيجة نقص في الذراع الطويل للكروموسوم رقم 22 (22q) .

النموذج الثاني :

- التضاعف أو التكرارات : Duplications

هو تكرار للمورثات أو للقطع الصبغية ، وهو يؤثر على الكائن بطرق مختلفة يمكن أن يكون مميتاً في حالة تكرار كمية كبيرة من المادة الصبغية . ويمكن للتضاعف أن يتم على مستوى المورثة مثل ABBC ، أو على مستوى القطع الصبغية مثل ABCABC أو ABCCBA . ويعتبر تكرار قطع الصبغي التي تسبب تغيراً ظاهرياً لشكل العين Bar في ذبابة الخل من أفضل الأمثلة على التضاعف ، ولقد أمكن مضاعفة هذا الموقع 8 مرات . وتوجد المورثة السائدة B في الصبغي الجنسي وتحدد العين القضيبية مع انخفاض عدد العديسات العينية . ففي أنثى ذبابة الخل من النمط البري أحصي في العين المركبة حوالي 800 عديسة ، وينخفض عدد العديسات في الأنثى المختلفة اللواقح إلى 350 عديسة ، وفي الأنثى المتماثلة اللواقح $\frac{B}{B}$ إلى 70 عديسة . ويمكن أن يصل العدد إلى 25 في أنثى متماثلة اللواقح $\frac{BB}{BB}$.

وإن تضاعف المورثة B ينشأ بسبب العبور غير المتساوي للصبغيات . كما يمكن للنقص والتضاعف أن يحدثا سوية إذا حدثت التقطعات في آن واحد في نقاط مختلفة وفي صبغيين متقابلين . ويمكن ذلك عندما تتشابك هذه الصبغيات ولكن هذا لا يعني أن التضاعف والنقص هما دائماً نتاج عكسي لنفس الحادثة .

من الأمثلة في الإنسان على حالة التضاعف تناذر بيكوث – ويدرمان Beckwith – Wiederman وهو حالة مرضية ناتجة عن تضاعف في منطقة صغيرة في الذراع القصير للكروموسوم رقم 11 (11P 15) وأهم أعراضه ضخامة اللسان – تشوه جدار البطن وزيادة غير طبيعية في الوزن عند الولادة .

النموذج الثالث: - الإنقلاب : tnversion

- وهو تبدل بنيوي يتم خلاله انقطاع في الصبغي ودوران القطعة 180 ْ . فإذا كان الترتيب الأساسي للمورثات على الصبغي a b c d e f g h ، وحدث انقطاعان أحدهما بين d و c والآخر بين f و g فسيكون ترتيب المورثات على الصبغي المنقلب a b f e d c g h وهنا لا

تحصل ، عادة ، خسارة في المادة الوراثية . يمكن كشف الإنقلابات وراثياً بواسطة علاقات الارتباط المتبادل بين المورثات داخل القطع المنقلبة والمورثات الواقعة على جانبي الإنقلاب . وبما أن تكرار التركيبات الجديدة (العابرة) Recombinaticns يعكس المسافة بين المورثات فأي تبدل في مسافاتها سيوضح النسبة المئوية للتراكيب الجديدة المتبدلة ، ويمكن كشف ذلك عندما نقارنها بالسلالات الأساسية غير المتبدلة .أما الكشف الخلوي للإنقلاب فيمكن ان يتم خلال فحص الصبغيات في الميوز ، أو من المقارنة بين الصبغيات المعصبة في الطوابع النووية للإنسان وبعض الكائنات بعد التلوين لرؤية العصابات . وهنا يمكن رؤية الانقلابات بحالة مختلفة اللواقح .

ويوجد نوعان من الإنقلابات :

1- الإنقلاب اللاسنترومير paracentric Inversion :

يقع الجزيء المركزي خارج المنطقة المنقلبة ولا يدخل في التكرار المتغير .

2- الإنقلاب السنترومير pericentric inversion :

وفيه يوجد الجزيء المركزي داخل القطعة المنقلبة (الشكل 68) ويجب أن نذكر أن الإنقلاب يمنع نواتج العبور الأحادي ولا يمنع العبور نفسه .

النموذج الرابع:

- الإنتقال: Translocation

هو عبارة عن انتقال قسم من صبغي إلى صبغي آخر غير مقابل له .

ويميز نوعين من الإنتقالات :

- انتقال بسيط simple translocation :

عندما يتم ارتباط قسم من صبغي في صبغي آخر غير مقابل له وسليم .

- انتقال عكسي أو تبادلي Reciprocal treanslocation :

عندما تتبادل الصبغيات غير المتقابلة قطعاً منها .

وفي هاتين الحالتين تنتقل مورثات مجموعة ارتباطية ما إلى مجموعة ارتباطية أخرى فيختل نظام الطابع الوراثي . ويمكن كشف الإنتقال بطرق سيتولوجية في الطور الأول من الإنقسام الإختزالي . وبما أن الإنجذاب لا يتم إلا بين المورثات المتشابهة فإن الأقسام المتقابلة من الصبغيات الحاملة للإنتقال والسليمة ستساهم سوية في عملية الإنجذاب في حالتها المختلفة اللواقح تنتج مجموعة من الصبغيات يمكن تحديدها بدقة بواسطة المجهر ، وتظهر هيئة الإنتقال في الدور الضام على شكل صليبي وفيما بعدعلى شكل سلاسل أو حلقات ،فإذا توجه كلا الصبغيان الحاملان للإنتقال إلى قطب والصبغيان العاديان إلى القطب المقابل فتتكون هنا أعراس أو أبواغ وظيفية لأن كل واحدة منها تحصل على مجموعة كاملة من المورثات .

أما إذا توجه صبغي عادي مع صبغي حامل للإنتقال سوية إلى نفس القطب في نهايتي المغزل أثناء الإنقسام فسنحصل هنا على نقص وتضاعف في الصبغيات وستكون الخلايا الناتجة غير وظيفية وهذا يؤدي إلى العقم الصبغي المميز للإنتقال وخاصة في النبات أي 50% من حبوب الطلع تكون عقيمة . وهذا ما يتعلق بالإنتقال المختلف اللواقح، أما في حالة الإنتقال المتماثل اللواقح فيتم انجذاب الصبغيات اثنين اثنين ويكون الإنقسام الإختزالي طبيعياً وبشكل أعراس وطبقة .

ويمكن تحديد الانتقال في الطابع النووي للإنسان إذا شمل الإنتقال البسيط والعكسي أطوالاً غير متساوية من القطع الصبغية . وهنا يمكن رؤية صبغيات غير شفعية.

ثانياً : التغيرات في العدد الصبغي: Chromosomal Numerical Changes

نلاحظ في الكائنات حقيقيات النوى مجموعة صبغية أحادية Haploid ومجموعة صبغية ثنائية Diploid في نوى الخلايا المختلفةوفي الأقسام المختلفة من الحاره الجنسية:

كما توجد أنواع عديدة تمتلك أكثر من مجموعة أثنتين من الصبغيات ولذلك يمكن التميز بين حالتين :

1- تعدد المجموعة الصبغية التام: Euploidy

عندما يكون هناك تكرار لكامل المجموعة الصبغية من العدد 2n فما فوق (أي مضاعفات المجموعة الصبغية ن) وتنشأ الأفراد متعددة المجموعة الصبغية بسبب فشل في الإنقسام الإختزالي في الفرد ثنائي المجموعة الصبغية. ونلاحظ هذه في نصف النباتات الزهريه، وفي القليل من الأنواع الحيوانية المنفصلة الجنس بينما نلاحظ في عدد من الحيوانات اللاجنسيه التكاثر والخنثويه ومن الأمثلة على هذه الحالة :

1- ثلاثية المجموعة الصبغية (3n) Triploid :

أي أن كل كروموسوم ممثل بأكثر من نظيرين ويمكن أنشأ هذه الحالة من اتحاد جاميطة أحادية المجموعة (1n) بجاميطة ثنائية المجموعة (2n) . ونطر للعقم المميز لثلاثية المجموعة ، فإنها ليست شائعة الوجود في العشائر الصبغية .

2- رباعية المجموعة الصبغية (4n) Tetraploid :

وننشأ في خلايا الجسم عن طريق التضاعف الجسمي للعدد الكروموسومي ، ويتم التضاعف إما تلقائياً أو يمكن استحداثه بالتعريض للكيماويات مثل شبه القلوي كولشيشين ، وتنتج رباعية المجموعة الكروموسومية بإتحاد أعراس ثنائية غير مختزلة (2n) نذكر منها.

أ- رباعية المجموعة الكروموسومية الذاتية Autotetraploid :

تنشأ هذه الحالة عند اتحاد أعراس ثنائية المجموعة الصبغية (2n) مع بعضها أثناء الإلقاح مشكلة أفراد رباعية المجوعة الصبغية الذاتية (4n) بسبب وجود أربع نسخ من نفس العدد الصبغي الأساسي Genome.

ب- رباعية المجموعة الكروموسومية الخليطة Allotetraploid :

نلاحظ هذه الحالة عندما يوجد في فرد واحد مجموعتان صبغيتان أساسيتان مختلفتان أتت كل واحدة منهما من فرد أثناء التهجين ثم أصبح الفرد الهجين متعدد المجموعات الصبغية بسبب فشل الإنقسام الإختزالي . فمثلاً عندما يتم التهجين RR × DD تكون الهجن الناتجة RD ففي حال تضاعف المجموعات الصبغية سيبدو الفرد RR DD وفيه توجد نسختان من كل من العددين الصبغيين الأساسيين المختلفين في الفرد رباعي المجموعة الصبغية الخليطة.

تعدد المجموعة الصبغية المغايروتعدد المجموعات الصبغية الذاتي

٣- سداسية المجموعة الصبغية (6n) : Hex oploid

تصادف هذه الحالة في نبات القمح كما يلا حظ تعدد المجموعة الصبغية (8n) عند بعض أنوع الفريز وتكون الأفراد متعددة المجموعة الصبغية التي تحتوي على عدد زوجي :٢n ٤- n ٦- n ..... الخ خصبة بشكل كامل أوعلى الأقل جزئيا ويعود الخصب الجزئي الى مسألة الانقسام الاختزالي والانجذاب بين الصبغيات في الطور الأول ونشوء الخلل أثناء تباعد الصبغيات الى قطبي الخلية مثال إذا كان الفرد ٢n المختلفة اللواقح Aa يشكل نوعين من الأعراس بنسبة متساوية كما نعلم فإنه في الفرد ٤ n (AAaa)الناتج عن تضاعف الاول يتم تباعد الصبغيات المتقابلة إلى قطبي الخلية بالنسب التالية:1:٢،٣:٢، ١:٣، ٤:٠،٠:٤ ولهذا السبب ستحصل بعض الاعراس على عدد متغير من الصبغيات المتقابلة بسبب عدم توازن الصبغي يؤدي إلى عدم قدرة الأعراس أو البيوض الملحقة على الحياة فيخفض الخصب الجنسي .

وتكون الأفراد متعددة المجموعة الصبغية الحاملة لعدد فردي : ن ، ٣ن ، ٥ن ، ٧ن ، عقيمة في الغالب ، ويعود هذا إلى اختلال تباعد الصبغيات المتقابلة أثناء الانقسام الاختزالي مما يؤدي أيضاً إلى تغير في أعداد الصبغيات في الأعراس .

ومن إحدى ميزات تعدد المجموعة الصبغية في النباتات هو الحجم الأكبر للنبات والأزهار والثمار والبذور وهي بذلك تزيد الكمية والإنتاج كما تبدو بعض الأصناف ثلاثية أو خماسية المجموعة الصبغية العقيمة مرغوبة في الزراعة لأن أزهارها وثمارها أكبر حجماً وهي بدون بذور . ويمكن الحصول تجريبياً على تعدد المجموعة الصبغية بواسطة الكولشينين الذي يمنع تشكل المغزل أثناء الانقسام مما يؤدي إلى تضاعف عدد الصبغيات بسبب عدم تباعدها إلى قطبي الخلية .

التعداد الصبغي غير التام :

تنشأ هذه الحالة نتيجة عدم انفصال الصبغيات المتقابلة إلى قطب الخلية أثناء الإنقسام الإختزالي أو عدم تباعد الكروماتيدات الشقيقة في الإنقسام المتوازي .

تمتلك أفراد هذا النموذج على الأقل صبغياً واحداً أكثر أو أقل من العدد الصبغي الثنائي ، لكنها لا تمتلك تعدداً للمجموعات الصبغية . وتؤدي في حالة عدم انفصال الصبغيات هذه إلى نشوء أعراس حاملة لصبغي واحد أكثر أو أقل من العدد الصبغي العادي .

وهناك حالات متعددة نذكر بعضها فيما يلي :

1- أحادي الصبغي Monosomy (2ن – 1) : وهو وجود صبغي واحد أقل من العدد الصبغي الكامل ٢ن ويسمى الفرد monosomic مثل تناذر تيرنر XO (أنثى) في الإنسان .

2- ثلاثي الصبغي Trisomy (2ن + 1) : وهو وجود نسخة إضافية من الصبغي زيادة من العدد الثنائي ويسمى الفرد Trisomic مثل تناذر داون ثلاثي الكروموسوم 21 ، وتناذر أدوارد ثلاثي الكروموسوم 18 وتناذر باتور ثلاثي الكروموسوم 13 وكذلك حالة (xxx) وكذلك xxy تناذر كلانيتفلتر .

3- رباعي الصبغي Tetrasomy (2ن + 2) : وهنا توجد نسختان إضافيتان من الصبغي زيادة عن 2ن ويسمى الفرد Tetrasomic مثال (xxxx) و (xxxy) .

4- غائب الصبغيين Nullosomy (2ن – 2) : وهو نقصان شفع من الصبغيات المتقابلة عند العدد الصبغي الثنائي ، وتلاحظ هذه الظاهر في القمح سداسي المجموعة الصبغية .

الشذوذات الكروموسومية في الإنسان :

أوضحت الدراسات أن بعض الحالات المرضية والشاذة في الإنسان إنما ترجع إلى أنواع مختلفة من الطفرات الكروموسومية سواء كانت طفرات كروموسومية أو تركيبية ومن الحالات المرضية التي ترجع إلى طفرات كروموسومية والتي هي أساساً حالات ثلاثية الكروموسوم Trisomics الحالات التالية :

1- **مجموعة أعراض داون Downs Syndrome :**

تعرف هذه الحالة كذلك بإسم العتة المنغولي Mongoloidiocy ولها معدل ظهور مرتفع نسبياً في العشيرة الإنسانية حوالي فرد واحد في كل (600) ولادة حية ويتميز الأفراد الذين يعانون من هذه الحالة بالصفات التالية :

1- تأخر عقلي شديد .

2- قامة قصيرة فهم عادة أقصر من المتوسط العام للعشيرة .

3- تشبه عيونهم عيون المغول نتيجة وجود ثنية زائدة في الجفن العلوي Epicanthal fold .

4- تميل الجبهة إلى الإنحدار بعض الشيء .

5- تكون قنطرة الأنف منخفضة ومفلطحة .

6- تكون أكف الأيدي قصيرة وعريضة مع وجود تشوهات مميزة في بصمة الكف .

7- وجود بعض التشوهات في القلب .

ويموت هؤلاء الأفراد قبل البلوغ الجنسي والأفراد الذين يعيشون إلى ما بعد سن البلوغ يكونون عادة عقيمين تماماً .

ولقد بينت الدراسات السيتولوجية أن هؤلاء الأفراد يحملون تركيباً وراثياً شاذاً فهم دائماً ثلاثي الكروموسوم Trisomics بالنسبة لواحد من الكروموسومين الصغيرين اللذين يكونان المجموعة(group G) من كروموسومات الإنسان ،وقد ساد الإعتقاد في بادئ الأمر أن الكروموسوم الموجود في حالة ثلاثية هو الكروموسوم (21) ولذلك سميت هذه الحالة بإسم (Triplo – 21)

ومن الناحية السيتولوجية تتلخص آلية حدوث متلازمة دوان في أن قطعة من الكروموسوم (21) تنكسر منه لتتعلق على صبغي آخر يغلب أن يكون الصبغي (13) أو (14) أو (15) أو (21) أو(22).ويؤدي ذلك إلى مشكلات في تشافع الكروموسومات أثناء الإنقسام المنصف وتظهر عندئذ شدفة (قطعة Fragment) الصبغي (21) في إحدى الخليتين البنيتين بالإضافة إلى نسخة سوية من الصبغي(21) .

ومن أسباب متلازمة دوان عمر الأم فقد أثبتت الدراسات وجود تلازم بين عمر الأم ومعدل ظهور حالات متلازمة داون في الأطفال بينما لم تظهر مثل هذه العلاقة مع عمر الأب معنى ذلك أن الحالات ثلاثية الكروموسوم (21) تنشأ أساساً بسبب عدم الإنفصال الكروموسومي في الأم أثناء عملية تكوين البويضات Oogenesis .

2- مجموعة أعراض إدوارد :Edwards Syndrome

سبب هذه الحالة يعود إلى تركيب ثلاثي الكروموسوم (18) أي Triplo – 18 ومعدل ظهورها حوالي (0.3) في كل (1000) ولادة .

وتتميز هذه الحالة بالأعراض التالية :

أ- الآذان موجودة في موقع منخفض على الرأس .

ب- يكون الفك الأسفل صغيراً ومنسحب إلى الخلف .

ج- تشوهات في القلب .

د- الشفة العليا مشقوقة وكذلك سقف الحلق .

هـ- عادة ما يموت الطفل في سن يتراوح ما بين 3-4 أشهر وإذا تقدم به العمر بعض الشيء يظهر عليه تخلف شديد .

وتظهر هذه الحالة بين الإناث بمعدل أكبر بكثير منها بين الذكور ويبدو كما لو كانت هناك علاقة طردية بين معدل ظهور هذه الحالة وبين عمر الأم .

3- مجموعة أعراض باتاو: Patau Syndrome

سببها يرجع إلى تركيب ثلاثي الكروموسوم (13) أي 13 – Triplo ومعدل ظهورها حوالي (0.20) في كل (1000) ولادة وتتميز هذه الحالة بالأعراض التالية :

1- تأخر عقلي شديد .

2- إنشقاق الشفة وسقف الحلق بدرجة كبيرة مما يؤدي إلى تشوه شديد في الوجه .

3- تشوهات شديدة في الأكف والأقدام مع تعدد الأصابع .

4- تشوهات في الأعضاء الداخلية كالقلب والكلية والأمعاء .

5- عادة ما يموت الطفل بعد ساعات أو أيام قليلة من الولادة .

وتلاحظ أيضاً في هذه الحالة زيادة طفيفة في تكرار الإناث المتأثرات بهذه الحالة عن الذكور وتلاحظ أيضاً في هذه الحالة زيادة طفيفة في تكرار الإناث المتأثرات بهذه الحالة عن الذكور ولا يلعب عمر الأم دوراً في هذه الحالة .

4- مجموعة أعراض صيحة القطة:Cat – Cry – Syndrome

وهي حالة من حالات النقص الكروموسومي في الإنسان Deletions وترجع هذه الحالة إلى فقد جزء من الذراع للكروموسوم رقم (5) وتعرف مجموعة الأعراض المظهرية التي يظهرها الفرد الخليط لحالة النقص بإسم مجموعة أعراض صيحة القطة .

ويتميز مثل هذا الفرد بالصفات التالية :

1- تأخر عقلي شديد .

2- وجه يكاد يكون تام الإستدارة .

3- يشبه بكاء الطفل مواء القطة .

الطفرات الجنسية في الإنسان: Human Sex Mutations

1- ظاهرة كلينفلتر Kline felter syndrome (xxy) : لوحظ أنه من بين حوالي (500) مولود ذكر يوجد فرد تظهر عليه بعض الأعراض الشاذة تعرف في مجموعها بإسم ظاهرة كلينفلتر وهذا الفرد له شكل مظهري يشبه الذكر العادي .

2- ظاهرة تيرنر The Turuner Syndrome (xo) .

3- الإناث متعددة الكروموسوم Poly – X Females .

4- الذكر ذو التركيب الكروموسومي Xyy تناذر جاكوب .

5- الأفراد الخنثى Herma phrodites .

وقد درست الحالات الخمس هذه بشكل مفصل في فصل تعيين الجنس .

الفصل الثاني عشر

الارتباط والعبورفي المورثات
LINKAGE AND CROSSING OVER

من غير المشكوك فيه أن القوانين و الأسس الوراثية التي وضعها مندل تنطبق على المورثات والصبغيات حيث يتوزع كل زوج من الصبغيات الأبوي والأمي بشكل حر ومستقل عن الآخر إلى الأعراس التناسلية أثناء الانقسام الميوزي وهذا هو السبب في أن المورثات المحمولة في الكروموسومات المختلفة تتوزع توزعاً حراً وتنتج عنها النسب الوراثية للصفات التي درسناها وكذلك الصفات التي اكتشفها مندل .

وقد لاحظنا هذا السلوك الوراثي عند دراستنا لصفة لون الشعر الأسود والأبيض وصفة شكل الشعر القصير والطويل في الحيوانات . والتلقيح الإختباري Test cross بين فرد خليط لزوجين من العوامل الوراثية وفرد منتحي كان النسل الناتج 4 أشكال مظهرية مختلفة بنسب متساوية . وتتفق هذه النتيجة مع ماهو متوقع بناء على سلوك الكروموسومات في الإنقسام الإختزالي ، وعلى فرض أن كل زوج من زوجي العوامل الوراثية هذه محمول على زوج مختلف من الكروموسومات .

وتعرف أزواج المورثات في هذه الحالة بأنها غير مرتبطة Unlinked ، ومن المعلوم أن عدد المورثات في معظم الكائنات الحية يزيد كثيراً عن عدد أزواج الصبغيات الذي نادراً ما يصل إلى المائة . فمثلاً في ذبابة الخل ، درست مئات الجينات في حين لا يوجد في مجموعتها الصبغية إلا أربعة أزواج من الصبغيات فقط ولابد أن جميع المورثات توجد في الكروموسومات فيتبع ذلك أن كل صبغي لابد وأن يحمل جينات عدة وبناءً على ذلك فلا يمكن للجينات الموجودة في الصبغي نفسه أن تتوزع توزعاً حراً . وبذلك فإن قانون مندل الثاني لن يكون قانوناً عاماً بل ينطبق فقط على الجينات المحمولة في صبغيات مختلفة .

وكل الجينات المحمولة على صبغي واحد تكون فيما بينها مجموعة ارتباطية Linkage group وتنتقل هذه المجموعة دائماً كوحدة واحدة من جيل إلى جيل آخر فيما عدا الحالات التي تحدث فيها عبور وبناء على ذلك فإن عدد المجاميع الارتباطية في أي فرد يتساوى مع العدد الأحادي للصبغيات في هذا الفرد.

ومن الواضح أن المورثات المرتبطة على نفس الصبغي لن تخضع لقانون التوزيع الحر لأنها سوف تنتقل من جيل إلى جيل كوحدة واحدة على جاميطة واحدة .

ولم تمض فترة طويلة بعد اكتشاف أعمال مندل حتى عثر على حالة شذت عن قانون مندل الثاني ففي عام (1905 – 1908) كانت النتائج التي حصل عليها العالمان بيتسون وبانيت من التهجين بين

زوجين من الأليلات في بازلاء الزهور لم تتوزع توزعاً حراً أي النتيجة لم تتفق مع النسب المتوقعة على أساس قانون مندل الثاني . أما الصفات التي استخدمت في التهجين .

1- أزهار أرجوانية A سائدة على الأزهار الحمراء aa المتنحية .

2- حبوب لقاح طويلة B سائدة على الحبوب المستديرة bb المتنحية .

وبالتلقيح بين سلالتين صافيتين الأولى أرجوانية حبوب طويلة والثانية حمراء حبوب مستديرة كانت نباتات الجيل الأول F1 أرجوانية الأزهار حبوب لقاح طويلة . وعلى هذا الأساس يجب أن يكون نبات الجيل الثاني موزعاً حسب النسبة المعروفة (1:3:3:9) أما الناتج كان مخالف للنتائج المتوقعة . وهكذا اقترح باتسون وبانيت بأن الجينات المسؤولة عن اللون الأرجواني ونمط حبوب اللقاح الطويلة لم تتوزع توزعاً حراً بل كانت مرتبطة معاً .

وبنتائج مورغان من خلال تجاربه على ذبابة الخل عام (1910) ووضع أسسه الصحيحة مشيراً إلى أن الصبغي يحمل عدداً من المورثات على امتداد طوله وتؤلف فيما بينها مايدعى بمجموعة الإرتباط وبذلك عرف الارتباط في المورثات بأنه (وجود مورثتين أو أكثر متوضعة طولياً على الكروموسوم وثابتة خلال عمليات النقل الوراثي).

حتمية الارتباط الكامل: Complete Linkage

هو عبارة عن انتقال المورثات الشديدة التجاور معاً وبكاملها من الآباء إلى الأبناءوعدم وجود مسافة بين المورثان تسمح بحدوث التصالب ولتوضيح ذلك نورد المثال التالي :

صفة الجناح الطبيعي في ذبابة الخل سائد على الجناح المختزل وصفة الأشعار الطبيعية سائدة على صفة الأشعار القليلة : فالمورث (V) مسؤول عن الجناح الطبيعي وسائد على(v) المسبب للجناح المختزل . والمورث (B) يسبب اللون الرمادي وسائد على (b) المسبب للون الأسود .

وبالتزاوج بين ذبابة طبيعية للصفتين مع ذبابة متنحية كان النسل الناتج F1 كله طبيعي ظاهرياً ولكنه هجين . وبتزاوج أفراد الجيل الأول مع ذباب متنحي للصفتين أي تلقيح اختباري فستكون أفراد الجيل الثاني إما مختزلة الجناح لونها أسود وإما طبيعية (جناح طبيعي ولون رمادي) أما النسبة فهي 1:1 أي لم تكن هناك أفراد جديدة مغايرة للآباء في صفاتها . ويدل هذا على وجود ارتباط كامل وتام للمورثات التي تحملها أفراد الجيل الأول وإن كلا المورثين V و B لم ينفصلا عن بعضهما عند تكوين الأعراس التناسلية ، أي مورثيا (b.V) و (B.V) وكذلك (b.v) مترافقة معاً على نفس الصبغي.

وبذلك فالارتباط : هو ارتباط مورثين أو أكثر على صبغي واحد وعدم انفصالهما أو توزعهما توزعاً حراً حسب قانون مندل الثاني .

الآباء	طبيعي + جناح مختزل ولون أسود	شكل ظاهري
	VB / VB vb / vb	تركيب وراثي
الجيل الأول	VB / vb F1 الجيل الأول	: تركيب وراثي
	طبيعي	شكل ظاهري
تلقيح رجعي	VB / vb × Vb / vb	
	متنحي طبيعي	
الجيل الثاني	VB / vb Vb / vb	تركيب وراثي
النسبة الناتجة	1 : 1	النسبة الناتجة
	جناح مختزل ولون أسود : طبيعي	تركيب ظاهري

العبور: Crossing Over :

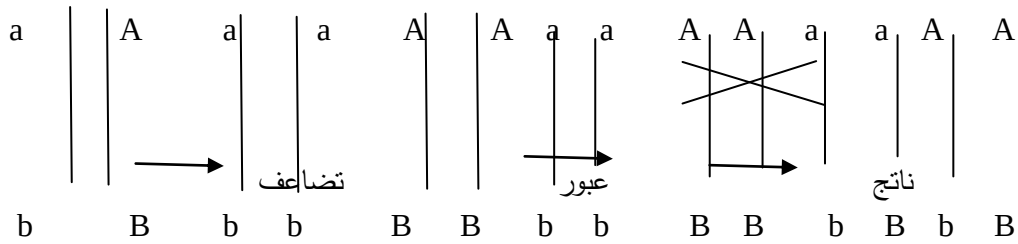
تعريفا انتقال اجزاء من الصبغي الى شقيقه التوأم

كان مورغان (1911) يعتقد بصحة الفرضية التي وصفها ساتون (1908) والتي تنص على أن الجينات هي عبارة عن أجزاء من الصبغيات وقد عزى أيضاً مورغان الانحرافات عن قانون مندل الثاني إنما سببه يعود إلى وجود مورثتين على نفس الصبغي ولتعليل نتائج باتسون وبانيت على هذه الأساس كان لابد من فرض أن المورثات يمكنها أن تنتقل من صبغي لآخر من اجل تفسير ظهور الأفراد الجديدة .

بعد ذلك أثبت العالم بانسن (1909) صحة انتقال المورثات من صبغي لآخر فقد شرح بانسن حالة تحدث أثناء الالتصاق بين الكروموسومين المتماثلين في الدور التمهيدي الأول للإنقسام الإختزالي وسميت هذه الحالة : بظاهرة العبور Crossing Over وتحدث بعد التباعد الطولي للصبغين الملتصقين .

ففي انقسامات الخلية يلاحظ أن الكروموسومين ينقسمان مكونين وحدة ثنائية الكروموسوم مكونة من أربع كروماتيدات بعد ذلك تلتف الكروماتيدات حول بعضها مكونة حلزوناً نتيجة لتكون الحلزون يحدث ضغط يؤدي إلى انكسار الكروماتيدات في نقط متماثلة بعد ذلك تلتحم الأطراف المكسورة مكان الالتحام هذا يسمى كيازما بحيث أن الكروماتيدات الناتجة بعد عملية الالتحام تكون قد تبادلت قطع متماثلة .

وعلى ذلك فإن الكروماتيدات العبورية هذه تحتوي على أجزاء من الصبغي الأصلي وأجزاء جديدة حصلت عليها من الصبغي المماثل كما يتضح من الرسم التخطيطي التالي:



من هذا الرسم نلاحظ الفكرة التي قدمها باتسن في كيفية انتقال المورثات من صبغي إلى صبغي آخر يلاحظ من الرسم أن أحد الصبغين يحمل المورثتين (A , B) سوياً والآخر يحمل المورثتين (a , b) معاً.

ولكن بعد حدوث عملية العبور نجد وجود صبغيين جديدين إلى جانب الصبغيين الأبويين أحدهما يحمل المورثتين (A , b) والآخر يحمل المورثتين (a , B) وبهذا علل مورغان كيفية انتقال المورثات من صبغي لآخر .

وبناء على ذلك كلما كانت المسافة صغيرة بين المورثتين ، كان احتمال حدوث كسر بينهما اقل مما لو كانا بعيدين عن بعضهما بالتالي كلما زادت نسبة الحالات التي ينتقل فيها مورث من صبغي لآخر زادت نسبة التراكيب الجديدة النسل الناتج .

أما من أجل إيضاح طريقة وراثة مورثتين مرتبطتين في الدجاج نورد المثال التالي :

المورث (B) مسؤول عن اللون الأبيض سائد والية المتنحي (I) يعطي اللون الملون ، والمورث F مسؤول عن الريش المجعد سائد وأليله المتنحي (ff) يعطي الريش الطبيعي . بما أن هذين المورثين مرتبطان فإمكاننا أن نعبر عن هذا التزاوج بالطريقة التالية :

الآباء : أبيض مجعد ملون طبيعي : P الشكل الظاهري

$$\frac{I}{F}\ \frac{I}{F} \times \frac{i}{B}\ \frac{i}{B}$$

التركيب الوراثي

GP الأعراس

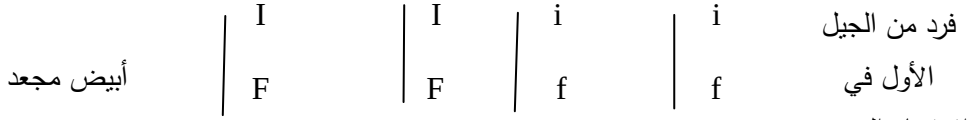
$$\frac{I}{F} \times \frac{i}{B}$$

$$\frac{I}{F}\ \frac{i}{B}$$

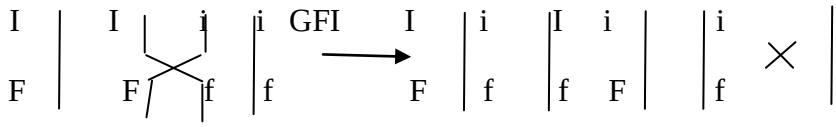
F1 التركيب الوراثي

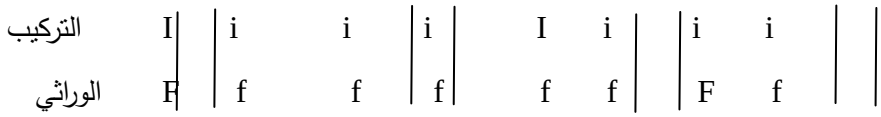
رمادي الجسم طويل الجناح الشكل الظاهري

وبفحص أعراس أفراد الجيل الأول نجد أنها تتكون من أربع أنواع من الأعراس



تضاعف





ملون مجعد	ابيض طبيعي	ملون طبيعي	أبيض مجعد
عبوري	عبوري	أبوي	أبوي
0.085	0.085	0.415	0.415

التناسلية نوعين من الجاميطات تحمل تراكيب وراثية أبوية ونوعين من الجاميطات تحتوي كل واحدة منهما على صبغي اشترك في عملية عبور وتسمى هذه الجاميطات بأنها جاميطات عبورية ذات تراكيب وراثية جديدة .

أما نسب هذه الأعراس لن تكون متساوية كما في حالة التوزيع الحر عند التزاوج مع فرد متنحي لزوجين من المورثات وتتوقف نسب الأعراس العبورية على المسافة بين المورثين المحمولتين على الصبغي . أي أن هذه النسب تتوقف على عدد الإنكسارات التي تحدث بين الكروماتيدات غير الشقيقة .

يلاحظ من التلقيح السابق أنه عند التلقيح مع فرد متنحي كانت نسب الأشكال الظاهرية للأفراد العبورية 0.17 من النسل الناتج بينما كانت نسب الأشكال الظاهرية للأفراد الأبوية 0.83 أي الكروموزومات لم تشترك في عملية العبور .

نستنتج من كل ذلك أن نسبة العبور بين المورثتين (I – f) يمكن الحصول عليها بجمع الأفراد العابرة فقط ٠

0.17 = 0.085 + 0.085

او نسبة العبور =0.17= عدد الأفراد العابرة

1 عددأفراد الجيل الثاني

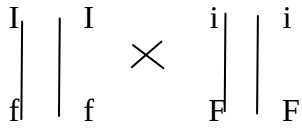
اي ان نسبة الارتباط : هي عدد الأفراد الناتجة من أعراس غير عبورية .

نسبة الارتباط = 100 – نسبة العبور = 100 –17 = 83 %

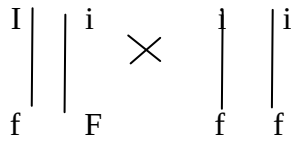
يلاحظ من هذا المثال أن الجينات السائدة محمولة على نفس الصبغي أي على صبغي واحد ويسمى هذا النظام في توضع المورثات بالنظام الإزدواجي Coupling .

أما في حالة النظام التنافري أو (الإقتران) repulsion أي عندما تكون المورثتان السائدتان محمولتين على صبغيين مختلفين نجد أيضاً أن نسبة العبور مشابهة لحالة النظام الإزدواجي وإليك ذلك وراثياً :

الآباء : أبيض مجعد × ملون طبيعي

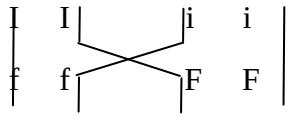


الجيـل الأول ملون طبيعي × أبيض مجعد :

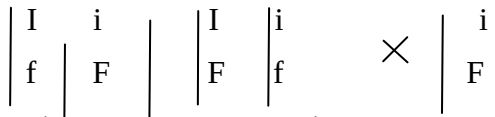


الانقسام الإختزالي

مرحلة الكروموتيدات الأربعة



GH 1 :



أبوي عبوري عبوري أبوي

الجيل الثاني

فردعابر فرد عابر فرد أبوي فرد أبوي

ملون طبيعي	أبيض مجعد	ملون مجعد	أبيض طبيعي
0.085	0.085	0.415	0.415

يلاحظ أن الأفراد الأبوية أيضاً في هذا التهجين الملون مجعد الريش والأبيض طبيعي الريش كانت بأعداد أكبر من الأفراد العابرة أبيض المجعد وملون الطبيعي ونلاحظ أيضاً أن نسبة العبور بين (f – i) أيضاً كانت (0.17) كما في النظام الإزدواجي.

نستنتج من هذا كله أن نسبة العبور بين أي مورثتين هي نسبة ثابتة . أما نتائج التلقيح في حشرة الدروسوفيلا نورد المثال التالي ينتج جين متنحي k عيونه كلوية الشكل وينتج لون العين البرتقالي جين متنحي d على صبغي آخر تزاوجت حشرات وحشية برتقالية العين مع حشرات كلوية وحشية اللون فكان ناتج الجيل الأول وحشي لكلا الصفتين وبالتلقيح الإختباري (Tost Cross) .

كان النسل الناتج F2 يتكون من أربع فئات مظهرية .

الآباء	ddKK	×	DDkk	: p التركيب الوراثي
	وحشية برتقالي		كلوية وحشية	الشكل الظاهري
			وحشية KkDd	F1

وبالتلقيح الإختباري :

KkDd × kkdd

K – D -	kkdd	KkD-	K – dd
18	13	63	63
وحشية وحشية	كلوي وحشي	وحشي برتقالي	كلوي وحشي
عبوري	عبوري	أبوي	أبوي

يلاحظ من التلقيح السابق عدم تطابق النسبة الناتجة مع النسبة المتوقعة 157/4 = 39.25 في حالة عدم الارتباط (D) مع (K) فالنسبة الفعلية الناتجة لشكل العين الوحشي مع الكلوي (81 : 76) وبالنسبة للون العين الوحشي إلى البرتقالي (81 : 76) أي أن هناك تطابق بين النسبة المتوقعة في حالة الإنعزال وعدم الإرتباط لكل زوج من المورثات على حدة عند تطبيق التلقيح الإختباري وهي (1 : 1) غير أن هناك زيادة في عدد الأفراد الأبوية (K – dd , kkD-) بالمقارنة مع الأفراد العابرة (kkdd , K – D-) مما يدل على أن المورثتين (F – f) و (D – d) غير مستقلين عن بعضهما ، أي أنهما مرتبطان من بعضهما على الكروموسوم نفسه وظهور المجموعتين الجديدتين يدل على حدوث ظاهرة العبور . ونسبة عبور هذين المورثين هي نسبة الأفراد العابرة على الشكل التالي :

نسبة العبور = عدد الأفراد العابرة × 100

عدد كلي

$$\frac{18+13}{157}$$

نسبة العبور = 0.198 × 100 = 19.8 %

أما نسبة الإرتباط = 100 – نسبة العبور = 100 – 19.8 = 80.2 %

ولو أعدنا التجربة السابقة بحيث تكون الآباء في صورة النظام الازدواجي لحصل على نفس النتائج السابقة من حيث نسبة العبور والإرتباط .

الآباء كلوي برتقالي kkdd × KKDD وحشي وحشي

كلوي برتقالي kkdd × KkDd وحشي وحشي

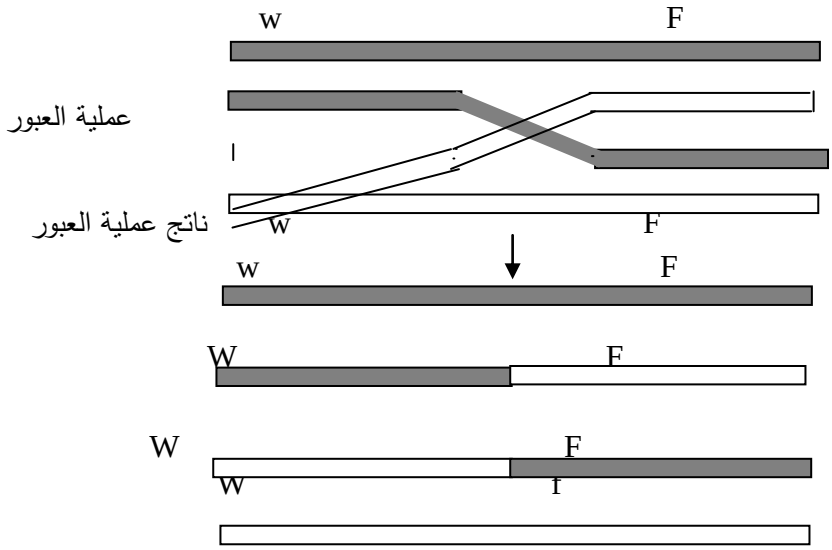
D -K-	DdK-	D- kk	ddkk
15	4	2	12
وحشي وحشي	وحشي برتقالي	كلوي وحشي	كلوي برتقالي

$$\frac{2+4}{33}$$

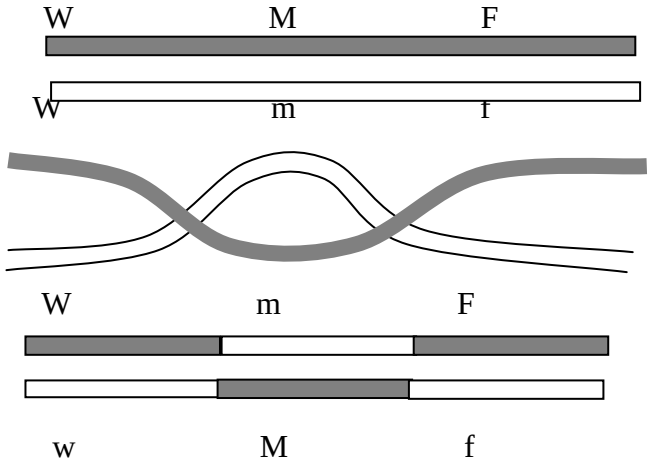
نسبة العبور = عدد الافراد العابرة/عدد الافراد الكلي الناتجة × 100 = 18.20 %

نسبة الإرتباط = 100 – 18.2 = 81.8 %

وهذه النسب قريبة من تلك التي كانت في التلقيح السابق وهذا إن دل على شيء فإنه يدل على ثبات العبور بين هذين المورثين .



شكل رقم (18) : ظاهرة العبور وتبادل أجزاء متقابلة بين الكروماتيدات غير الشقيقة وتكوين مجموعتين وراثيتين متميزتين (عبوريتين)



شكل رقم (19) : ظاهرة العبور المزدوج بين الجينات مكان التقاء المورث السائد مع المورث المتنحي ما هي عبارة إلا الكيازما .

يلاحظ أنه من كل التلقيحات السابقة استخدم فرد متنحي أصيل وذلك لأنه لا يحمل أي مورثات سائدة قد تحجب مخطط المجموعات الجديدة في الجاميطات معنى هذا أن جميع المجموعات الجديدة ناشئة من الأب الخليط فقط . أي أن هذه الأعراس التناسلية الجديدة نتجت بسبب حدوث ظاهرة العبور .

الكيازما وتكرارها: Chiasma

لنعرف الآن العبور بشكل موجز : فهو عبارة عن تبادل أجزاء متساوية بين كروماتيدتين غير شقيقتين في نفس المستوى ثم حدوث التئام متبادل بينهما مكان الالتئام هذا يسمى الكيازما ، وتظهر على شكل X . فهي تمسك الكروماتيدات بعضها البعض بالكيازمات . وبذلك فالزوج الكروموسومي المتلاصق يتكون من اربعة كروموتيدات تسمى رباعيات ، ولابد أن يحدث لكل رباعية كيازما واحدة على الأقل في مكان ما على طولها . وعموماً كلما ازداد طول الكروموسوم كلما ازدادت أعداد الكيازمات . ولكل شكل من الصبغيات في النوع الواحد عدد مميز من الكيازمات . والتكرار الذي تحدث به الكيازما بين أي موقعين وراثيين يكون له درجة متوسطة من الاحتمال . وتفيد احتمالات الكيازمات هذه في التنبؤ بنسب الجاميطات الأبوية والعبورية المتوقع أن ينتجها تركيب وراثي معين . وتعتبر نسبة الجاميطات العبورية الناتجة من تركيب معين بمثابة انعكاس مباشر للتكرار الذي تكونت به كيازما بين الجينات . ويجب أن لا يفوتنا أن نذكر أنه كلما اقترب الجينين المرتبطين مع بعضهما كلما قلت حدوث كيازما بينهما .

وعلى أساس كل ما ذكر ، عندما تتكون كيازما بين موقعين وراثيين فإنه نصف النواتج الميوزية ستكون من النوع العبوري ، وعلى ذلك فتكرار الكيازما يساوي ضعف تكرار النواتج العبورية :

نسبة الكيازما % = 2 (النسبة العبورية %) .

أو نسبة العبورية % = 1/2 (نسبة الكيازما %) .

حدود نسبة العبور :

إذا كان موقعان وراثيان متباعدين عن بعضهما على الصبغي إلى درجة احتمال حدوث الكيازما بينهما هو 100 % فإن 50 % من الجاميطات ستكون أبوية و 50 % فيها ستكون عبورية وعند إجراء التلقيح الإختباري لهذه الأفراد ثنائية الهجن فإنه من المتوقع أن تنتج نسلاً بنسبة 1: 1 :1:1 كما هو متوقع للمورثات الموجودة على كروموسومات مختلفة ولا يمكن أن تزيد نسبة العبور بين مورثين مرتبطين عن 50 % حتى لو حدث عبور وراثي متعدد بينهما لأنه إن زادت معنى ذلك أن هناك توزيع حر وليس ارتباطاً .

العوامل التي تؤثر على نسبة العبور :

تتأثر نسبة العبور بين الجينات بعدد من العوامل الفيزيولوجية والبيئية منها :

1 – العمر : ففي ذبابة الخل يقل العبور بتقدم سن الإناث .

2– الجنس : حيث ينعدم في ذكور الثدييات بينما إناث الطيور وبعض الفراشات والأسماك ينعدم عندها

3– الأشعة والحرارة : إذ تزيد من نسبة العبور وكذلك تركيب الغذاء مثل إضافة أيونات الكالسيوم .

4– الطفرات : تؤدي إلى عرقلة حدوث العبور على طول الصبغي أو على جزء منه أيضاً .

5– نقص الرطوبة يخفض نسبة العبور .

الفصل الثالث عشر

الخرائط الوراثية والعبور المزدوج
Map

أظهرت التجارب الوراثية العديدة والتي أجريت على كائنات مختلفة على أن نسبة العبور بين أي زوج من أزواج المورثات هي نسبة ثابتة ومحددة إن كانت في النظام الإزدواجي أم في النظام التنافري وكذلك على أن الجينات المعينة توجد في صبغيات معينة .

وتختلف نسبة العبور هذه اختلافاً كبيراً من زوج إلى زوج آخر من المورثات والسبب في هذا يعود إلى أن كل مورث له موقع مورثي Locus ثابت ومحدد على الصبغي وعلى ذلك تمكننا هذه النتائج من استعمال نسب العبور بين أزواج المورثات لتربيتها طولياً على الصبغيات الحاملة لها .

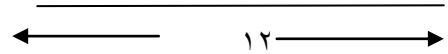
وقد قدم مورجان عام 1911 الفرض النظري بان قوة الإرتباط بين أي زوج من المورثات – أي مقدار نسبة العبور – تتناسب مع المسافة بين هذين المورثين على الصبغي فكلما زادت هذه المسافة كلما زاد احتمال وقوع العبور فيها وبالتالي فالمورثات التي توجد قريبة من بعضها في الصبغي سيكون الإرتباط بينهما قوياً ويكون العبور بينها نادراً .

الترتيب الطولي للمورثات على الكروموسومات :

إن الوحدة الطولية المستعملة لتقدير المسافة الصبغية بين موقعين مورثين هي المسافة التي تسمح بحدوث عبور مقدارها (0.01) معنى ذلك أنه إذا لاحظنا نسبة عبور مقدارها (0.05) بين المورثتين(a , b) معنى ذلك أن المسافة بينهما هي (5) وحدات عبورية وبوجود مورث ثالث (C) وأردنا تحديد ترتيب هذه المورثات الثلاث طولياً فهناك عدة أوضاع ممكنة على أساس المورث الموجود في الوسط : BAC أو ACB أو ABC

أما الذي يعين الوضع الصحيح بين هذه الثلاثة ترتيبات هو نسبة العبور بين زوج لأنها أي نسبة العبور ما هي إلا عبارة عن الوحدات العبورية فنسبة العبور بين (a , b) كانت (0.07) وبالتالي فإن المسافة بينهما (7) وحدات عبورية وإذا كانت نسبة العبور بين (b – c) هي (0.5) فإن المسافة بينهما (5) وحدات عبورية وبذلك نسبة العبور بين (a – c) هي (0.12) فالمسافة بينهما هي (12) وحدة عبورية ومن كل هذا نستنتج الترتيب الطولي لهذه المورثات الثلاثة وعمل الخريطة الصبغية كالآتي :

a 7 b 5 C



وبتطبيق هذه الطريقة أمكن ترتيب عدد كبير من المورثات على الصبغيات الحاملة لها وأمكن بالتالي تحديد موقع كل مورث معين على الصبغيات المعينة (المدروسة) .

العبور المزدوج: Double Crossing – Over

قبل أن نبدأ في إنشاء خريطة وراثية genetie map لأحد الكروموسومات يجب علينا أن نوضح الفرق بين شيئين :

1- التراكيب الجديدة recombinations وهي عبارة عن تراكيب جديدة من الصفات تحددها الجينات المرتبطة على نفس الكروموسوم .

2 – العبور crossing وهي العملية التي تؤدي إلى ظهور التراكيب الجديدة وهي عبارة عن تبادل أجزاء متماثلة من الكروماتيدات غير الشقيقة non –sister في الكروموسومين المقترنين .

ونتيجة لعملية العبور ينتج لدينا نوعان من الكروماتيدات :

1 – كروماتيدات عبورية .

2 – كروماتيدات غير عبورية .

ففي الأولى جناح طبيعي وصدر طبيعي وشعيرات طبيعية (سائدة) .

\+ + + + + +

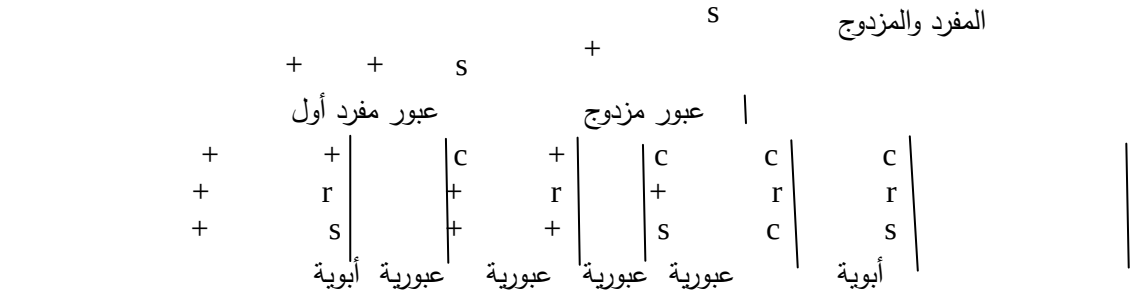
s s r r c c

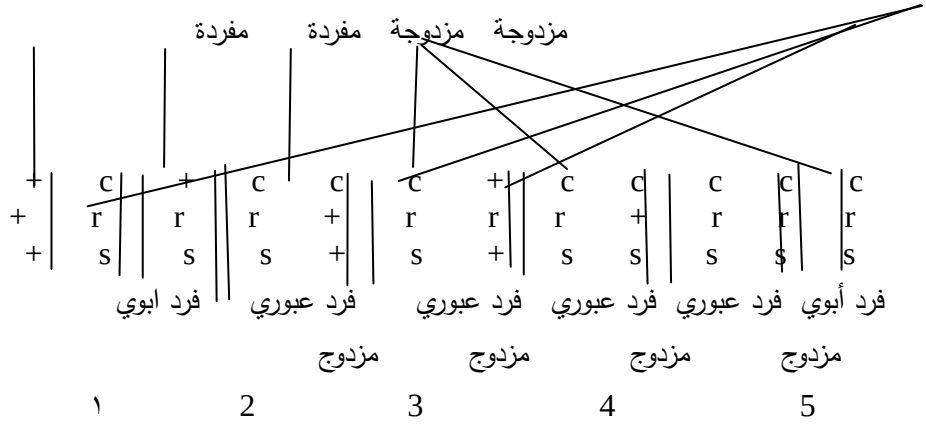
وفي الثانية جناح مقوس وصدر مخطط وشعيرات ملتفة (متنحية) .

وبذلك ستكون أفراد الجيل الأول غير متماثلة heterozygous أي هجينة بالنسبة للثلاثة أزواج من المورثات وتكون ذات شكل مظهري سائد أي جناح وصدر وشعيرات طبيعية والتراكيب الوراثي(s+ r+ c+) وبتلقيح أفراد الجيل الأول F1 مع فرد متنحي (تلقيح اختباري) cc ss rr " تأخذ فقط إناث من الجيل الأول وتلقح ولا نأخذ ذكوراً لأن ذكور ذبابة الدروسوفيلا لا يحدث فيها عبور " .

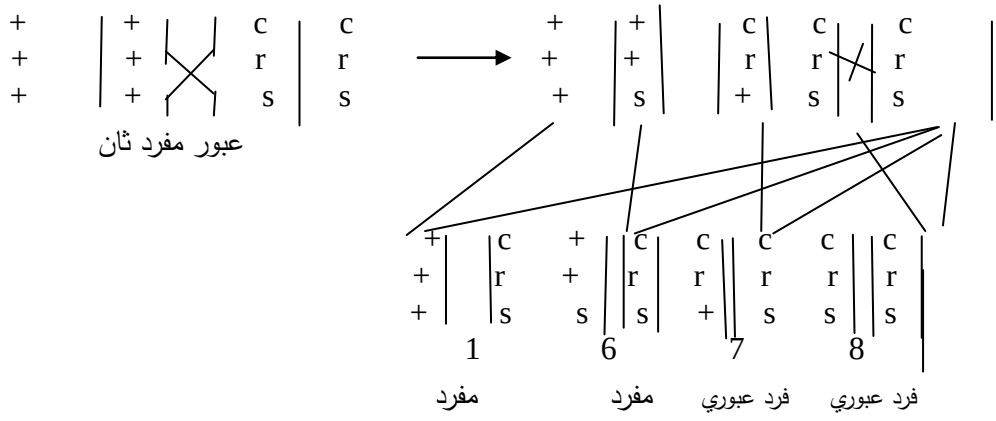
الآباء :	جناح مقوس وصدر مخطط وشعيرات ملتفة	× جناح غير مقوس وصدر غير مخطط وشعيرات غير ملتفة	الشكل الظاهري
	c c r r s s	+ + + + + +	التركيب الوراثي
وبالتلقيح مع الفرد المتنحي إختبارياً (إناث F1)	c c r r s s	+ c + r + s	جنـــاح طبيعـــي : F1 وصـدر طبيعـي وشـعيرات طبيعية
الأعراس التناسلية وعمليـــة العبـــور	c r s	+ + c + r +	

المفرد والمزدوج





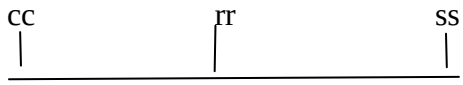
ويمكن أن يحدث عبور مفرد ثاني كالآتي :



وبذلك تكون أشكال وتراكيب الأفراد المظهرية والوراثية كالآتي :

الشكل الظاهري	التركيب الوراثي		العدد
1- طبيعي – طبيعي – طبيعي	أبوي	+++/crs	430 غ
2- طبيعي الجناح – مخطط الصدر – ملتف الشعيرات	عبور مفرد أول	+rs/crs	45
3- مقوس الجناح – غير مخطط الصدر – طبيعي الشعيرات		c++/crs	38
4- طبيعي الجنح – مخطط الصدر – طبيعي الشعيرات	عبور مزدوج	+r+/+r+	1
5- مقوس الجناح – طبيعي الصدر – ملتف الشعيرات		c+s/c+s	1
6- طبيعي الجناح – طبيعي الصدر – ملتف الشعيرات	عبور مفرد ثان	++s/++s	16
7- مقوس الجناح – مخطط الصدر – طبيعي الشعيرات		cr+/cr+	17
8- مقوس الجناح – مخطط الصدر – ملتف الشعيرات	أبوي	crs/crs	٤٥٢ ١٠٠٠

ولتحديد الترتيب الطولي الصحيح لهذه المورثات مبنية على أساس العبور المزدوج حيث يلاحظ من الرسم التوضيحي أن علاقة المورث الأوسط بالمورثين الطرفيين تتوقف على حدوث ظاهرة العبور المزدوج فإذا قارنا الأشكال المظهرية الناتجة من العبور المزدوج بالأشكال المظهرية الأبوية نجد أن المورث (rr) هو الذي غير علاقته بالمورثين الآخرين . وبذلك يمكننا الحكم بأن المورث (rr) هو المورث الوسط بينما المورثين (ss , cc) هما المورثين الطرفيين أي أن الترتيب الحقيقي لهذه المورثات الثلاثة :



فالمسافة بين المورثين (rr , cc) نسميها بالمنطقة (1) بين المورثين (ss , rr) نسميها بالمنطقة (2) وعلى أساس هذا أسمينا كلاً من العبور المفرد الأول والثاني حسب مكان موقعه في المنطقة الأولى أم الثانية .

ولتحديد مسافات الخريطة الوراثية يمكننا أن نحسب نسبة العبور بين المورثين كوحدات مسافة بينهما ولتحديد المسافة بين (rr – cc) نحسب نسبة العبور بينهما أي نحسب نسبة العبور في المنطقة الأولى ومن قانون :

نسبة العبور = عدد الأفراد العابرة في المنطقة الأولى + العبور المزدوج × 100

عدد أفراد الجيل الثاني

$$= \frac{85}{1 + 1 + 38 + 45} \times 100 = 8.5\ \%$$

أي المسافة على الخريطة الوراثية بين هذين المورثين هي 8.5 وحدة عبورية وبنفس الطريقة لتحديد المسافة بين (ss – rr) في المنطقة الثانية .

نسبة العبور = ١٦+١٧+١+١ / ١٠٠٠ × ١٠٠ = ٣.٥ %

أما نسبة العبور بين (cc , ss) لأنهما أيضاً دخلاً في التلقيح معاً من الأب الآخر :

نسبة العبور = ٤٥+٣٨+١٦+١٧+١+١ / ١٠٠٠ × ١٠٠ = ١١.٨%

وطبقاً لفرض مورغان النظري فإن نسبة العبور التي ينتج عنها أفراد جديدة بين الجينات المرتبطة تتناسب مع المسافة بين هذه الجينات على الصبغي .

والآن تدل الأرقام على أن المسافة بين (cc , ss) تساوي مجموع المسافتين لـ (cc , rr) و (rr , ss) .

وبذلك فالجينات تكون السلسلة الطولية (cc , rr , ss) أو (ss , rr , cc)

وبالتالي يمكننا أن نرسم الخريطة الوراثية لجزء من الصبغي الواقعة عليه هذه الجينات :

cc 8.5 rr 3.5 ss

12

ويلاحظ عدم تطابق الرقمين الأوليين للعبورين المفردين مع نسبة العبور الثالثة ولكنه قريب جداً وسنوضح هذا الفرق البسيط فيما بعد .

وفي النهاية لابد أن نذكر لو أننا أجرينا التلقيح الإختباري Test – Cross لإستعمال ذكور الجيل الأول بدلاً من الإناث بالصورة التالية :

أي يظهر في النسل شكلان مظهريا فقط وهما المجموعتان الأبويتان والسبب في ذلك أن ذكور الدروسوفيلا لا يحدث فيها العبور .

إذا العبور المزدوج هو حادثة يجري فيها العبور بين ثلاثة مورثات موجودة على صبغي واحد .

التوافق والتعارض (التداخل): Interference and coincidence

من الواضح في المثال السابق أن العبور في المنطقة الأولى مستقل تماماً عن العبور في المنطقة الثانية على نفس الصبغي وقد أثبتت الدراسات عكس ذلك كما يتضح من التعليلات التالية :

\+ + +

1

فإذا اعتبرنا بين (c – r) هي المنطقة الكروموسومية الأولى (1) :وإذا اعتبرنا المسافة بين (r – s) هي المنطقة الكروموسومية الثانية (2) وبإستعمال قاعدة ضرب الإحتمالات فإن قيمة التكرار النسبي للعبور المزدوج المتوقع بين المورثين (c – s) لابد وأن تساوي حاصل ضرب نسبة العبور في المنطقة (1) مضروباً في نسبة العبور في المنطقة (2) .

ولكن نتائج الكثير من التجارب أثبتت أن هذا نادراً ما يحدث حيث أن العبور المزدوج الناتج دائماً يكون أقل من العبور المزدوج المتوقع ففي مثالنا السابق كانت المسافة في المنطقة الأولى (8.5) وفي الثانية (3.5) فإذا كان العبور في المنطقة الأولى مستقلاً عن العبور في المنطقة الثانية فإن نسبة العبور المزدوج المتوقع :

= ٨.٥ / ١٠٠ × ٣.٥ / ١٠٠ = ٠.٠٠٣

بينما كان نسبة العبور المزدوج الناتجة هي (0.002) أي أنها أقل وهذا الناتج حسب الفرضية القائلة بإستقلال العبور .

من هذا يبدو أن وقوع العبور في منطقة كروموسومية يقلل من احتمال وقوع عبور آخر في النقط الأخرى المجاورة على نفس الصبغي .

وتعرف هذه الظاهرة بإسم التداخل أو التعارض Interference :

ويظهر التعارض بدرجات في أجزاء الصبغي الواحد وكذلك بين الصبغيات المختلفة في الكائن المعين.

ومعامل التوافق Coincidence هو مقياس عكسي لشدة التداخل ويحسب بالعلاقة التالية :

معامل التوافق = شدة التعارض = نسبة العبور المزدوج الناتج / نسبة العبور المزدوج المتوقع

ففي تجربتنا السابقة كان معامل التوافق = ٠.٠٠٢ / ٠.٠٠٣ = ٠.٦٧

بمعنى ذلك أن (0.67) فقط من العبور المزدوج المتوقع قد تحقق (وما هي إلا عن أفراد عبورية مزدوجة قد ظهرت) .

وعموماً يشتد التداخل كلما قلت المسافات بين المورثات على الصبغي بحيث يكون هناك حد أدنى لمسافة معينة لا يحدث فيها عبور مزدوج فيكون معامل التوافق بهذه الحالة يساوي الصفر .

نستنتج من هذا أنه :

1- كلما قل التعارض كلما زاد التوافق .

2- تتراوح قيم معامل التوافق بين (0 – 1.0) فغياب التعارض يعطي توافقاً مقداره (1.0) بينما التعارض التام يعطي توافقاً مقداره (0.0) .

3- يكون التوافق صفراً لمسافات تتراوح ما بين (10 – 15) وحدة أي في مثل هذه المسافات أو أقل لا يحدث عبور مزدوج وكلما زادت المسافة على الخريطة الوراثية عن (15) وحدة عبورية كلما زادت قيمة التوافق حتى تصل إلى (1.0) أي أن عبوراً في منطقة كروموسومية لا يتدخل في حدوث عبور آخر على نفس الصبغي ويبتعد عنه بأكثر من (15) وحدة .

وبذلك فإن تكوين كيازما على الصبغي ما يؤدي إلى تقليل احتمال حدوث كيازما أخرى في منطقة مجاورة على هذا الصبغي .

4- العبور في أحد أذرع الكروموسوم يكون مستقل تماماً عن العبور الحادث في الذراع الآخر .

5- في البكتيريا والفيروسات التي تهاجم الإنسان تزيد نسبة العبور المزدوج على النسبة المتوقعة على أساس استقلال عمليات العبور المفرد وهنا فإن قيمة معامل التوافق تكون أكبر من (1.0) وتعرف هذه الحالة بإسم التعارض السالب .

ولتوضيح ذلك إذا أعطيت مسافات الخريطة $10 = A - B$ و $20 = B - C$ فإن $0.1 \times 0.2 = 0.02$ أو 2 % عبور مزدوج متوقع لو أنه لا يوجد تداخل ولنفترض أننا حصلنا على 1.6 % عبور مزدوج ناتج من تجربة في ثلاثة نقاط .

ويعني هذا أننا حصلنا على 80% فقط من فئات العبور المزدوج التي كانت متوقعة على أساس ضم الإحتمالات المستقلة ← التداخل = 1.0 – 0.8 = 0.2 وعلى ذلك فإن 20% من العبور المزدوج المتوقع لم تتكون نتيجة للتداخل .

استعمال الخرائط الوراثية :هي عبارة عن المخطط النسبي لمواقع المورثات المتوضعة في مجموعة ارتباطية واحدة وتستعمل في:

1- التنبؤ بنتائج الهجين الثنائي .

2- التنبؤ بنتائج الهجين الثلاثي الإختباري .

ولنضرب مثالاً على التنبؤ بنتائج الهجين الثنائي : فإذا ما عرفت مسافة الخريطة بين أي مورثين مرتبطين فإنه يمكن التنبؤ بالنسب المتوقعة من أي نوع من التزاوج وذلك بإستخدام الرقعة الشطرنجية.

– **مثال :** إذا علمت أن المسافة بين المورثين A , B هي (10) وحدات عبورية وأن الآباء تركيبها ♀ a b / a b × ♂ AB / AB فستكون أفراد الجيل الأول خليطة في الطور الإزدواجي (AB / ab) ويتوقع أن يكون 10% من أعراس الجيل الأول من النوع العبوري (5% Ab و 5% aB) ويتوقع أن تكون 90% من أعراس الجيل الأول من النوع الأبوي (45% AB و 45% ab) ويمكن استخراج فئات الجيل الثاني بإستخدام الرقعة الشطرنجية وبضم الإحتمالات المستقلة بالضرب :

		الفئات الأبوية		**الفئات العبورية**	
		AB 0.45	ab 0.45	Ab 0.05	aB 0.05
الفئات الأبوية	AB 0.45	AA / BB 0.2025	Aa / Bb 0.2025	AA / Bb 0.0225	Aa / BB 0.0225
	ab 0.45	Aa / Bb 0.2025	aa / bb 0.2025	Aa / bb 0.0225	aa / Bb 0.0025
الفئات العبورية	Ab 0.05	AA / Bb 0.0225	Aa / bb 0.0225	AA / bb 0.0025	Ab / aB 0.0025
	aB 0.05	AB / aB 0.0225	aB / ab 0.0225	aB / Ab 0.0025	aB / aB 0.0025

يمكن أن تكتب أيضاً بأشكال مختلفة

ملخص الفئات المظهرية = A – B– 70 ¼ %

A – bb - 4 ¾ %

aa B- - 4 ¾ %

aa bb - 20 ¼ %

الفصل السادس عشر

الأسس الوراثية للإنتخاب
Selection

الإنتخاب : Selection

هو العلم الذي يدرس طرق تكوين أو إنشاء أصناف جديدة من النبات وأنواع من الحيوانات ضرورية للإنسان ويعتبر علم الوراثة القاعدة أو النظرية الأساسية لهذا العلم ويعتبر الإنتخاب Selection قاعدة أساسية من قواعد تربية الحيوان حيث لا يمكن أن تصل أعمال التربية إلى هدفها الكامل إلا إذا اجتمعت كل الطرق المعروفة ونفذت بشكل متناسق حتى نصل إلى التحسين الوراثي للصفات الظاهرية في الحيوانات الزراعية .

لمحة عن الانتخاب

نظرية داروين حول الإنتخاب الطبيعي :

إن نظرية داروين Darwin حول الإنتخاب الطبيعي مبنية على أساس أن جزءاً صغيراً فقط من نسل أي نوع يبقى على قيد الحياة ويصبح آباء للجيل التالي وإن هذه الآباء المتباينة تعطي أعداداً مختلفة من الأبناء القادرين على البقاء أحياء . غير أن عشيرة أي نوع تحوي أفراداً مختلفة وراثياً والبعض منها يفوق أو يقل عن البعض الآخر في مواءمته للبقاء على قيد الحياة في بيئة معينة

(الموءمة تعني : الحفاظ على حالة مستمرة في نمو وفيزيولوجيا الكائن خلال المدى العادي للتقلبات البيئية) وعلى ذلك ستكون الأفراد الأكثر مواءمة هي الجزء الأكبر في العشيرة أما الأفراد الأقل مواءمة ستشكل الجزء الأصغر من العشيرة والباقين على قيد الحياة وفي الأجيال اللاحقة سيتزايد عدد أفراد الجزء الأكبر في حين يتناقص عدد أفراد الجزء الأصغر من العشيرة .

أما نظريته حول الإنتخاب الإصطناعي : مبنية على أساس أن عملية الإنتخاب الإصطناعي هي عملية مشابهة للإنتخاب الطبيعي فيما عدا أن انتخاب الأفراد ذات النسل الأكبر يجري عن طريق الإنسان وليس عن طريق البيئة .

ولإيضاح ذلك وراثياً بفرض أن التراكيب الوراثية AA و Aa و aa متساوية في قدرتها على انتقال جيناتها إلى الجيل التالي أي أنها تتوالد بمعدلات متشابهة وذلك حسب نظرية هاردي – فاينبرج .

ولكن إذا فرضنا أن التركيب الوراثي المتنحي (aa) ينتج أو يعطي (99) فرداً من النسل القادر على البقاء حياً وذلك لكل (100) يعطيها التركيبان السائدان (AA , Aa) وعلى ذلك فإن تكرار الأليل (A) سيأخذ في الزيادة بينما يتناقص تكرار (a) مع كل جيل. وبذلك نستطيع القول بأن القيمة التوائمية Darwinian الصلاحية الداروينية = Selective value القيمة الإنتخابية = adaptive value fitness للتراكيب الوراثية AA , Aa هي (1.00)في حين أنها (0.99) للتركيب الوراثي (aa) .

وبذلك يكون معامل الإنتخاب Selection cofficient يساوي القيمة التوائمية للتراكيب الوراثية السائدة الأصلية والخليطة ناقص القيمة التوائمية للتركيب الوراثي المتنحي وبالتعويض يكون معامل الإنتخاب "خ" = 1.00 – 0.99 = 0.01 .

من هذا نستنتج : تكون قيمة معامل الإنتخاب صفراً حين تتساوى جميع التراكيب الوراثية في قدرتها على البقاء والتكاثر .

ويكون معامل الإنتخاب (خ) مساوياً للواحد . إذا كانت القيمة التوأمية للتركيب الوراثي المتنحي مساوية الصفر أي إذا كان التركيب الوراثي المتنحي مميتاً كلياً أو يتسبب في عقم تام .

الموت الوراثي: Genetic death

كانت الفكرة السائدة عن الإنتخاب الطبيعي في القرن التاسع عشر على أنه بقاء الأقوى والأصلح Surrvival of the fittest في كفاح التنازع على البقاء existence .

يمكن التعبير عن ذلك بأن الأفراد ذوي التراكيب الوراثية المختلفة تورث جيناتها إلى الأجيال التالية بقيم مختلفة، فقد يكون لهذه التراكيب المختلفة معدلات مختلفة للإبادة أو أنها قد تسبب خصوبة أعلى أو أقل والمقصود بالأصلح fittest : هو الفرد المنتج لأكبر عدد من الأبناء والأحفاد أما التنازع Struggle هو أن يبذل المرء أقصى جهده في تجنب أي تحدي واتخاذ أفضل الطرق والاحتياطات لرفاهية نسله .

والمقصود بأن الإنتخاب الطبيعي يعارض طافراً ضاراً هو أن هذا المورث الطافر ينتقل من جيل إلى جيل آخر بنشاط أقل من المورث العادي لنفس الجين . ومن الواضح أن المورث الطافر الضار يبقى في العشيرة لعدد من الأجيال أقل من الطافر المحايد .

ولقد ذكر العالم مولر ان الطافر الضار سيختفي إما عاجلاً أو آجلاً نتيجة للموت الوراثي genetic death ولا يدل معنى الموت الوراثي بأنه سيؤدي أو ينتج عنه جثة ومعناه الصحيح بأن المورث الطافر يعاني موتاً وراثياً إذا كان إنتقاله إلى النسل أقل من أليله العادي ولو بفرد " مولود " واحد

الإنتخاب التام: Complete Selection

يقصد به أن يكون الجين الذي يعمل الإنتخاب ضده مميتاً Lethal .

1- الإنتخاب ضد الجين الميت المتنحي :

الطفرات التي تنشأ في الكائن الحي تكون متنحية للحالة العادية أكثر منها سائدة لها .

ففي الإنسان صفة أنيميا الخلايا المنجلية Sickecell anemia يتحكم فيها الجين (Hb^s) المنتشر في العشائر الإنسانية في مناطق حوض البحر الأبيض المتوسط بسبب وجود الملاريا في هذه المناطق (هيموجلبين – S) الناتج من فعل الجين (Hb^s) يجعل الظروف البيئية في دم الإنسان غير مواتية لنمو طفيل الملاريا .

نستنتج من ذلك أن التركيب الوراثي الذي ينتج (هيموغلوبين – S) يتمتع بميزة انتخابية في الظروف البيئية التي تتواجد فيها الملاريا فالأفراد تكون على الشكل التالي:

أ- الأفراد ذات التركيب الوراثي (Hb^A / Hb^A) لا يعانون من الأنيميا المنجلية ولكنهم معرضون للإصابة بالملاريا .

ب- الأفراد ذات التركيب الوراثي (Hb^S / Hb^S) عندهم درجة مقاومة عالية ضد الإصابة بالملاريا ولكنهم يصابون بأنيميا منجلية قوية وعادة يموتون قبل البلوغ .

ج- الأفراد ذات التركيب الوراثي (Hb^S / Hb^A) عادة لا يصابون بالأنيميا المنجلية وعندهم درجة عالية من المناعة ضد الإصابة بالملاريا .معنى ذلك أن الجين (Hb^S) يضفي على الفرد الحامل له ميزة انتخابية Selective aduntage في ظروف بيئة معينة .

ولمعرفة قوة الإنتخاب على التكرار الوراثي (الجيني) نفترض وجود زوج من المورثات (A , a) بحيث أن الأفراد المتشابهة التركيب الوراثي (aa) تموت تحت ظروف بيئية معينة وبفرض أن التكرارات الوراثية في جيل الآباء كانت كالتالي :

تكرار A = P = 0.5

تكرار a = q = 0.5

وقد كانت التراكيب الوراثية geno types وتكراراتها في الجيل الناتج كالتالي :

	AA	Aa	Aa
" قانون هاردي – فاينبرج "	p^2	2pq	q^2
	0.25	0.50	0.25

وحيث أن الأفراد (aa) تموت تحت الظروف البيئية الموجودة فإن الجيل الناتج التالي سوف يحملون التركيبين الوراثي (AA) (Aa) فقط وتصبح تكراراتهم .

$$AA = \frac{٠.٢٥}{٠.٢٥ + ٠.٥٠} = ٠.٣٣$$

والتزاوجات الممكنة بين الآباء وتكرارات هذه التزاوجات والنسل الناتج من كل تزاوج كالتالي :

التزاوج	التكرار	النسل الناتج		
		Aa	Aa	AA
AA × AA	0.11 = 2(0.33)	–	–	0.11
AA × Aa	0.44 = (0.67 × 0.33)2	–	0.22	0.22
Aa × Aa	0.45 = 2(0.67)	0.11	0.23	0.11
		0.11	0.45	0.44

وبحساب تكرار الأليل a في النسل الناتج نجد أنه :

$$q_1 = \sqrt{0.11} = 0.33$$

وتكرار الأليل A في النسل الناتج نجد أنه :

$$P_1 = \sqrt{0.44} = 0.67$$

أي أن جيلاً واحداً من الإنتخاب التام ضد الأليل المتنحي (a) خفض تكرار من (0.5) إلى (0.33) وبالتالي فإن تكرار الأليل (A) قد ارتفع من (0.5) إلى (0.67) .

والعلاقة العامة لحساب تكرار الأليل المميت المتنحي بعد أي عدد من الأجيال هي $q_n = \frac{qo}{1+n}$

حيث أن q_n = تكرار الأليل المميت المتنحي بعد (n) من الأجيال .

q_o = تكرار المبدئي لهذا الأليل في العشيرة .

وبتطبيق هذه العلاقة على المثال السابق نجد أن :

$$q_o = 0.5 \quad \text{و} \quad n = 1$$

$$q_1 = \frac{0.5}{(1+0.5)} = \frac{0.5}{1.5} = 0.33$$

أما كيفية حساب عدد الأجيال (n) اللازمة لخفض قيمة q من q_o إلى q_n بإستعمال العلاقة التالية :

$$n = \frac{1}{qn} - \frac{1}{qo}$$

وبالتبديل :

فيكون عدد الأجيال اللازمة لخفض تكرار q من $q_o = 0.5$ إلى $q_n = 0.33$ هو :

$$n = \frac{1}{0.33} - \frac{1}{0.50} = 3 - 2 = 1$$

ويتضح من هذه العلاقة الأخيرة أن سرعة التخلص من المورث المميت المتنحي تكون كبيرة عندما يكون تكراره كبيراً وكلما صغر تكرار المورث في العشيرة كلما انخفضت سرعة التخلص منه وبعد عدد كبير من الأجيال يتواجد مثل هذا المورث في الأفراد الخليطة فقط والذين يكون تكرارهم منخفضاً بحيث أن التزاوج نادراً ما يتم بين فردين خليطين وإنما عادة ما يتم بين فرد خليط وفرد متماثل للجين (للعامل الوراثي) السائد غير المميت .

2- الإنتخاب ضد الجين المميت السائد :

يتلاشى مثل هذا الجين من العشيرة في جين واحد فقط حيث يقتل كل الأفراد الحاملة له سواء كانت متماثلة أو خليطة وبذلك لا يتبقى في العشيرة إلا الأفراد المتماثلة للمورث المتنحي غير المميت .

الإنتخاب الصناعي: Artifcial selection

كما أوضح داروين عن نشوء أصناف الحيوانات المستأنسة الحالية عن أسلافها البرية كان نتيجة للإنتخاب الموجه من قبل الإنسان ولكي نقدر أهمية التغيرات التي نتجت عن الإنتخاب يكفينا أن نقارن بين الأبقار البرية بالسلالات الحديثة من الأبقار أو الخنازير البرية بالسلالات الحديثة من الخنازير وكما أوضح جوهانس Johannsen في دراساته على النباتات التي تتكاثر لا جنسياً أو بالتلقيح الذاتي " نبات الفاصولياء / عام 1909 ، أن الإنتخاب في السلالة المتماثلة العوامل " النقية " ليس ذا نفع فمثلاً نجد في النسل الناتج من حبوب الفاصولياء منها الكبيرة ومنها الصغيرة لنفس السلالة الصافية نفس أبعاد التغير في حجوم الحبوب .

حيث أن الأفراد المتماثلة أو المجموعة الصنوية يكون لها نفس التركيب الوراثي وجميع الإختلافات المظهرية فيما بين الأفراد هي اختلافات بيئة فقط .

وعلى ذلك فإن أبسط طريقة لتحسين المحاصيل التي تتكاثر ذاتياً هي انتقاء السلالات الصنوية أو النقية بعد اختيار الوسط البيئي المناسب .

أما الإنتخاب الصناعي في الأنواع التي تتكاثر جنسياً حيث يوجد لعدد كبير الجينات في أغلب العشائر أليلان أو أكثر وتصل التراكيب الوراثية المختلفة التي تعطي وبشكل دائم في نسل الأفراد الخليطة نتيجة للإنعزال إلى درجة كبيرة تجعل من غير المحتمل أن يتكرر نفس التركيب الوراثي في أكثر من فرد واحد . وهذا ما لاحظناه سابقاً.

وعلى هذا المبدأ يعمل الإنتخاب على استمرار تحسين الحيوانات في الإتجاه المرغوب لأجيال عديدة دون استنفاذ التصنيف الوراثي الموجود في العشائر الأصلية بل وقد يزيد الطفور إليها تصنيفات جديدة.

ويؤدي الإنتخاب في العشائر ذات التكاثر الجنسي أنواعاً جيدة تفوق في تراكيبها الوراثية تلك التي كانت موجودة في العشيرة عند بدء الإنتخاب .

الإنتخاب الجماعي maas Selection:

هو عبارة عن اختيار الجزء من العشيرة الذي يحتوي على الصفات المرغوبة بصورة واضحة واستخدام الأفراد المنتقاة لتكون آباء للجيل التالي .

ويتوقف مدى تقدم الإنتخاب بطبيعة الحال على مقدرة المربي في اختيار أفراد ذات صفات جيدة ليس فقط في الشكل المظهري بل أيضاً في التركيب الوراثي لصفات الحجم أو ارتفاع محصول اللبن أو أي صفات أخرى تعتبر الرغبة فيها شديدة .

غير أن الشكل المظهري للحيوان يتوقف على التركيب الوراثي وكذلك على البيئة فمثلاً يتوقف إنتاج الحليب في الماشية على التركيب الوراثي لها وأيضاً على التغذية وعلى الصحة العامة للأبقار .

معامل التوريث " الوراثة " :

إن أحد العوامل الهامة جداً في وضع خطة فعالة للإنتخاب هو معرفة المساهمة النسبية التي تقوم بها الجينات للصفة قيد البحث .

ومعامل التوريث : هو عبارة عن النسبة المئوية للتباين الوراثي GG^2 إلى التباين المظهري الكلي Gp2 للصفة المدروسة .

$$h^2 = \frac{GG^2}{Gp^2}$$ سيغما = G

وتتراوح قيمة معامل التوريث لصفة ما بين صفر وواحد صحيح .

فكلما زادت قيمة معامل التوريث أي كلما كانت قريبة من الواحد زاد متوسط التشابه بين الآباء والنسل،وكلما قربت القيمة من الصفر كلما زاد المكون البيئي للتباين الكلي المظهري المشاهد قل التشابه بين صفات الآباء والنسل .

ففي تجارب اجريت على الأبقار " أمهات وبناتها " من أجل إجراء انتخاب واصطفاء الأم من أجل رفع المناعة عند الذرية تم حساب معامل التوريث من أجل إظهار التأثير الوراثي للأم على تأرجح عوامل المناعة التي درست عند نسل " البنات فقط " ولقد كانت في كل التجارب صحيحة حيث كانت في حدود (0.25 ± 0.20) في الليزوسيم و (0.32 ± 0.18) في العامل الحال للبكتريا البيتاليسين 0.48 ± 0.18 = (معامل التوريث ± الإنحراف القياسي)

البروتين العام 0.65 ± 0.19

الألبومين 0.13 ± 0.12

الغلوبين 0.55 ± 0.18

الغاغلولين 0.58 ± 0.19

بيتا غلوبين 0.64 ± 0.16

جاما غلوبين 0.46 ± 0.16

الكريات البيض 0.38 ± 0.19

الكريات الحمر 0.44 ± 0.18

الهيموغلوبين 0.56 ± 0.18

وبالنتيجة فإن معدل معامل التوريث لعوامل المناعة والحاصلة عليه الذرية من الأمهات يبرهن على وجود رابطة وراثية عالية للنظام الدفاعي ورثتها الذرية من أمهاتها في المرحلة المبكرة من النمو والتطور وهذا ما يسمح بإمكانية إجراء انتخاب وانتقاء الأم من أجل رفع مناعة الذرية .

في حالة السيادة التامة عندما تتحد عروس تناسلية تحمل الأليل السائد A^1 بعروس تناسلية تحمل لاأليل A^2 المتنحي فإن التركيب الوراثي الناتج يكون بحالة سيادة في كل الاحتمالات .

في حالة السيادة الغائبة (جينات تراكمية) فإن العروس التناسلية A^1 ستتضيف وحدة واحدة للتركيب المظهري للجنين الناتج بغض النظر عن المشاركة الأليلية للأعراس التناسلية التي تتحد معها وعلى ذلك فإن التركيب الوراثي التراكمي " التجمعي " للإختلاف له ميزة القدرة على التوقع اللازم عند وضع خطط التربية ويكون معامل التوريث في هذه الحالة عبارة عن نسبة الإختلاف التجميعي للجين إلى الإختلاف المظهري .

دراسة معامل التوريث في حالة السيادة الغائبة (الجينات التجميعية) .

1- الإستجابة للإنتخاب :

بفرض أننا نرغب في زيادة الوزن عند الولادة لماشية اللحم بإنتخاب آباء كانت نفسها ثقيلة الوزن نسبياً عند الولادة .

متوسط الوزن عند العشيرة الأولى (P_1) عند الولادة /40/ كغ وبإنحراف قياسي قدرة /5/ كغ ونفترض أيضاً أننا سنتحفظ بكل الحيوانات التي يزيد وزنها عن (45) كغ عند الولادة وذلك لأغراض التربية متوسط هذه الحيوانات التي أنتخبت لتكون آباء للجيل التالي P_p هو /٥٠/ كغ . ويسمى الفرق $P_p - P_1$ معامل الإنتخاب التفضلي أما في مثالنا هذا وكما هو مدون في أغلبية المراجع العلمية سنرمز له بالرمز (ΔP) . " ويقرأ دلتا P " .

فمن المتوقع أن تكون هناك في الجيل الناتج بعض الأفراد بتركيب وراثي ضعيف إلا أنها تكون بأوزان عالية عند الولادة ويكون هذا سببه في الغالب راجعاً إلى بيئة مناسبة داخل الرحم وآخرون بتركيب وراثي عال يملكون وزن ولادة منخفض نتيجة لبيئة غير مناسبة داخل الرحم إلا أنه في عشيرة كبيرة العدد موزعة توزيعاً معتدلاً يفترض أن التأثيرات الملائمة والغير ملائمة الناتجة من تأثير البيئة الحسنة والسيئة ستلغي بعضها البعض بحيث أن التركيب المظهري المتوسط " المتوسط الحسابي " P_1 سيعكس التأثير المتوسط للتركيب الوراثي G_1 .

والتزاوج الحر بين المجموعة " العشيرة " المنتخبة سيعطي نسلاً بمتوسطه المظهري P_2 وهو يعكس أيضاً متوسطه الوراثي G_2 زيادة على ذلك متوسط التركيب الوراثي للآباء G_p سيكون مبيناً في المتوسط المظهري لنسلهم P_2 نظراً لأن الجينات فقط هي التي تمر من جيل إلى جيل آخر . وعلى فرض أن العوامل البيئية تظل ثابتة من جيل إلى الجيل التالي فإنه يمكننا أن نعزو الفرق ($G_2 - G_1$) إلى انتخاب الجينات الخاصة بالوزن العالي عند الولادة للأفراد التي اخترناها لاستخدامها كآباء للجيل التالي .

ويسمى هذا الفرق ($G_2 - G_1$) بالمكسب الوراثي ويرمز له بالرمز (ΔG) .

إذا كانت جميع الاختلافات في الوزن عند الولادة التي تظهر في عشيرة ما ترجع فقط إلى التأثير التجميعي للجينات وأن البيئة لم تكن لها أي تأثير مطلقاً فإنه بإنتخاب الأفراد على أساس سجلات وزنها عند الولادة فإننا بذلك في الحقيقة سننتخب الجينات المسؤولة عن الوزن المرتفع عند الولادة أي لن يختلط علينا الأمر بالتأثيرات التي قد تعطينا بيئة مواتية لتركيب وراثي ضعيف أو بالتفاعل " تكامل " بين تراكيب معينة من الجينات التي تنهار في الأجيال اللاحقة .

وهنا يعرف معامل التوريث بأنه نسبة المكسب الوراثي إلى معامل الإنتخاب التفضيلي :

$$h^2 = \frac{\Delta G}{\Delta P}$$

ويمكن تقييم معامل التوريث حسب قيمته الناتجة وذلك :

1- معامل توريث مرتفع : أكبر من 0.5

2- معامل توريث متوسط = 0.2 – 0.5

3- معامل توريث منخفض اقل من 0.2

وبذلك يكون معامل التوريث في مثالنا يساوي واحداً صحيحاً .

$$P_2 - P_1 = 50 - 40 = 10$$

$$\Delta P = Pp - P_1 = 50 - 40 = 10$$

وبالتعويض :

$$h^2 = \frac{\Delta G}{\Delta P} = ١$$

متوسط الانتخاب أو دليل الانتخاب :

من النادر أن يقوم الانتخاب على أساس صفة واحدة فقط وإنما يجري عادة الإنتخاب لعدد من الصفات في الوقت نفسه إلا أنه كلما زاد عدد الصفات المراد الإنتخاب لها كلما قل الضغط الإنتخابي الذي يمكن مباشرته على كل صفة وعلى ذلك فإن الانتخاب يجب أن يكون قاصراً على الصفتين أو ثلاث صفات التي يعتبرها المربي الأهم اقتصادياً ومن المحتمل أن أفراداً يكونون عالين في الصفة A إلا أنها تكون عادية أو حتى ضعيفة للصفة B

(إلا إذا كان هناك تلازم وراثي موجب بين الصفتين أي أن بعض الجينات التي تزيد في الصفة A تساهم أيضاً ايجابياً في الصفة B) .

وعلى ذلك فإن المربي يجب أن يصل إلى حل وسط بإنتخاب بعض الأفراد على أساس الميزة الكلية والتي لا تستبقى للتربية إذا كان الإنتخاب قد تم على أساس صفة واحدة .

فعند انتخاب حيوانات التربية على أساس الميزة الكلية فإنه من المرغوب فيه اختزال سجلات الإنتاج للصفات الهامة إلى قيمة مفردة يطلق عليها دليل الإنتخاب " أو متوسط الانتخاب " وقيمة الدليل لا تعني شيئاً مطلقاً في حد ذاتها إلا أنها مفيدة في المقارنة بين عدة أفراد على أساس نسبي .

وقد تختلف الطرق المستخدمة في إقامة الدليل إلا أنها عادة تأخذ في الاعتبار معامل التوريث والأهمية الإقتصادية لكل صفة بالإضافة إلى التلازم الوراثي والمظهري بين الصفات وبذلك يكون الدليل (I) الخاص بثلاث صفات بالشكل العام التالي :

$$I = aA' + bB' + cC'$$

حيث a , b , c تمثل معاملات التصحيح لمعامل التوريث والأهمية الإقتصادية النسبية للصفات A , B , C على التوالي وحيث a , b , c عبارة عن القيم العددية للصفات A , B , C معبراً عنها في شكلها قياسي ويحسب المتغير القياسي 'X بالمعادلة :

$$X^1 = \frac{X - \overline{X}}{\sigma X}$$

حيث X القيمة التي يسجلها الفرد لصفة ما .

$\overline{X}$: متوسط العشيرة

σX : الإنحراف القياسي للصفة .

وعند المقارنة بين الصفات المختلفة نجد أن المتوسط والتباين لكل صفة يكون مختلفاً وأنه في أغلب الأحيان لا تكون الصفات معبرة عنها بوحدات القياس نفسها . إلا أن المتغير القياسي عبارة عن عدد مطلق مبني على المتوسط والانحراف القياسي وعلى ذلك فإن أي سجل للإنتاج ذو طبيعة كمية يمكن إضافته إلى أي صفة أخرى من هذا النوع إذا عبر عنها بشكل قياسي.

مثال : قد يستخدم دليل إنتاج البيض في الدواجن معبراً عنه بعدد البيض في موسم وضع البيض وجودة البيضة معبراً عنها في صورة رتب مثل (AA , A , B) وحجم البيضة معبراً عنه في صورة الوزن .

دليل الأب: Sire Index

وهو عبارة عن طريقة لتقدير قيمة الحيوان التوريثية " الأب " من خلال نسله وبتعريف آخر يعتمد على أساس توريث الأب نصف عوامله الوراثية إلى الأبناء بينما تورث الأم النصف الآخر .وأفضل استخدام لهذا الدليل في :

1- الصفات التي تظهر فقط في جنس واحد " مثال : تقدير عدد الجينات الخاصة بإنتاج الحليب التي يمتلكها الثور) .

2- في الصفات التي لا يمكن قياسها إلا بعد الذبح (مثال : خواص الذبيحة) .

3- في الصفات ذات معامل التوريث المنخفض .

ويحسب بالعلاقة التالية :

الأب = 2 (متوسط النسل) – متوسط الأمهات .

صفة الأب = 2 × صفة البنت – صفة الأم .

$O = 2D - M$

أي دليل الأب = 2 × البنت – الأم

فإن متوسط النسل = متوسط الاب /2 ×متوسط الام/2

ويجب الأخذ بعين الإعتبار أنه لا يمكن إجراء اختبار دليل النسل إلا بعد أن يصل إلى النضج الجنسي فهي من الصفات الهامة عند الإنتخاب وكذلك بالنسبة لدليل الأب .

الفصل السابع عشر

التربية الداخلية أو تربية الأقارب

تعريف: تربية الأقارب Inbreeding طريقة التربية التي يتم فيها التزاوج بين أفراد توجد بينها درجة من القربى في الأجيال الثلاث أو الأربع السابقة لها .

وهي طريقة لتجميع وترتيب المورثات تهدف الى انتقاء الأفضل .

فالإنتخاب هو أعمال معينة تهدف إلى انتقاء أفضل الحيوانات والسماح لها بالتناسل داخليا.

طرق التربية المتبعة :

1- تزاوج الأشباه: Malting Like to Like

أ- على أساس النسب : تربية الأقارب .

ب- على أساس المظهر الفردي : تزاوج الأفراد المتماثلة الصفات

مثلاً : الكبير الحجم مع الكبير الحجم ، وعالي الإنتاج مع فرد مماثل ..... إلخ .

2- تزاوج الأضداد: Malting unlikes

أ- على أساس النسب : تربية الأباعد .

ب- على أساس المظهر الفردي : تزاوج الأفراد ذات الصفات المختلفة .

مثل : الكبير الحجم مع الصغير الحجم للحصول على أفراد متوسطة الحجم ..... إلخ .

الاثار العامة لتربية الأقارب :

١- تؤدي تربية الأقارب إلى زيادة النقاوة الوراثية Homozygosity وذلك لأنها تسبب جيلاً بعد جيل ازدياد نسب المورثات الأصلية على حساب المورثات الخليطة ، وتتوقف سرعة التحول هذه على درجة القرابة بين الأفراد المتزاوجة . إذا كانت ذات صلة قربى وثيقة فإن عملية تحول المورثات من خليطة إلى أصيلة تكون سريعة ، والعكس بالعكس .

٢- تؤدي التربية الداخلية المستمرة إلى فصل المجموع إلى عائلات أو سلالات متمايزة عن بعضها البعض ولكن أفراد كل عائلة تكون متجانسة فيما بينها . مثلاً ، إننا بدأنا بافراد تراكيبها الوراثية AaBb وزواجنا فيما بينها داخلياً ، فإننا نصل بعد وقت إلى سلالات ذات تراكيب وراثية أصلية aaBB , aabb , AABB , Aabb , تختلف كل منها عن الأخرى بشكل ملحوظ ولكن كل منها تكون متجانسة الأفراد بشكل كبير .

ويأتي هنا دور الإنتخاب في إنتقاء أفضل السلالات والإكثار منها . فتربية الأقارب تعتبر عامل هام في تحقيق الإنتخاب بين السلالات أو العائلات الجديدة أكثر مما تفعل للإنتخاب ضمن العائلات المذكورة ، فهي بهذه تزيد من التباين Variation بتكوينها للسلالات أو العائلات المختلفة ويتوقف معدل الزيادة في النقاوة الوراثية بإستخدام تربية الأقارب على درجة القرابة بين الأفراد المتزاوجة ، ويعتبر التزاوج بين الأخوة الأشقاء أشد درجات تربية الأقارب في الحيوانات وكذلك التلقيح بين الأب وابنته أو الأم وابنها إلا

أنها أصعب في التنفيذ على مدى فترة طويلة من الزمن بالمقارنة مع التلقيح بين الأخوة الأشقاء .ومما لا شك فيه أن استعمال ذكر واحد في القطيع سيؤدي إلى ازدياد شدة تربية الأقارب . وما يتبع ذلك من آثار ضارة . ولكن استخدام عدة ذكور يساعد على تخفيف شدتها عن طريق منع التلقيحات بين حيوانات ذات قرابة شديدة مثل الأخوة نصف الأشقاء.

٣- يمكن بإستعمال التربية الداخلية الحصول على أفراد يتجاور معامل القرابة فيها 50%.

٤- تساعد تربية الأقارب على الكشف على المورثات المتنحية ذات الآثار غير المرغوبة أو الضارة . وكذلك الكشف عن المورثات المميتة أو شبه المميتة التي تتمكن من إظهار آثارها بتحولها إلى حالة أصيلة .

٥- تؤدي تربية الأقارب غالباً إلى إنقاص المعدلات الإنتاجية والصفات الإقتصادية للحيوانات الزراعية.

أقسام تربية الأقارب :

تقسم التربية الداخلية إلى قسمين ، وذلك بناء على درجة القرابة الموجودة بين الأفراد المتزاوجة .

1- تربية أقارب من الدرجة الأولى :

تكون فيها الأفراد المتزاوجة شديدة القرابة مثل تلقيح الأب لإبنته والإبن لأمه والأخوة الأشقاء Full sibs . وتستعمل هذه الطريقة للحصول على سلالات على قدر كبير من الأصالة الوراثية ، ويقدر أنه بإستعمال هذه الطريقة فإن اعداد المورثات الخليطة في أفراد السلالات الناتجة عنها – تكون قد نقصت، خلال بضعة أجيال ، إلى حوالي 12% من أعدادها عند بدء تربية الأقارب الشديدة هذه .

2- تربية أقارب من الدرجة الثانية :

تكون الأفراد المتزاوجة ذات قرابة أضعف مما هي عليه في القسم السابق . ومن أمثلتها التزاوج بين الأخوة نصف الأشقاء Half sibs أو أولاد العم أو أولاد الخال ..... إلخ . والواقع أن الفرق بين القسمين هو أساساً فرق في تأثيرهما ، فالقسم الأول أسرع في الوصول إلى نتائجه من القسم الثاني إلا أن الأخير أكثر أماناً .

قياس شدة التربية الداخلية :

ان معامل تربية الأقارب له اهم التأثيرات الوراثية للتربية الداخلية وهي تحويل نسبة من المورثات الخليطة إلى حالة أصلية ويمكن قياس ذلك بإستعمال ما يسمى معامل تربية لتربية الأقارب ويرمز له بـ F_x .

يعرف معامل تربية الأقارب بأنه مقياس للإنخفاض في نسبة الطوابع الوراثية الخليطة (أو للزيادة في نسبة الطوابع الوراثية الأصلية) نتيجة لتلقيح أفراد ذات صلة قرابة بالمقارنة مع القطيع الأساسي . ويتوقف حجم هذا المعامل على درجة القرابة الموجودة بين الأفراد المتزاوجة .

وتستخدم المعادلة التالية (معادلة سيوال رايت) لقياس معامل تربية الأقارب .

$$F_X = \frac{1}{2}\sum\left[\left(\frac{1}{2}\right)^n .(1+F_A)\right]$$

حيث F_x = معامل تربية الأقارب للفرد X .

FA = معامل تربية الأقارب للرابطة المشتركة .

n = عدد الأسهم التي تصل بين أب وأم الحيوان × عن طريق الرابطة المشتركة . والرابطة المشتركة هي الفرد الذي يظهر في نسب كل من الأب والأم .

$\sum$ – المجموع الحسابي الذي يأخذ بعين الإعتبار كافة الروابط المشتركة في نسب الفرد المعني .

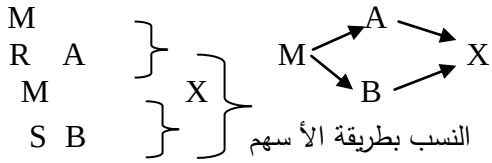
إذا كانت الرابطة المشتركة ذاتها ناتجة عن تربية أقارب وجب حساب معامل تربية الأقارب الخاص بها (FA في المعادلة السابقة) .

أما إذا لم تكن ناتجة عن تربية أقارب (أي إذا لم تتوفر لدينا معلومات عن نسب الرابطة المشتركة فإنه يمكن أيضاً اعتبارها غير ناتجة عن تربية الأقارب (أي FA = O) فيمكن انذال اختصار المعادلة السابقة كما يلي :

$$F_X = \frac{1}{2}\sum\left(\frac{1}{2}\right)^n$$

لتقدير معامل تربية الأقارب يفضل دوماً رسم النسب Pedigree على شكل أسهم والرابطة المشتركة هي الفرد الذي تغير الأسهم عنده اتجاهاً .

يحسب معامل تربية الأقارب بين (0 إلى 1.0) أو كنسبة مئوية . ويمثل معامل تربية الأقارب المساوي صفراً حالة التزاوج العشوائي . ومعامل تربية الأقارب يعني الكثير بالنسبة للحالة المتوسطة لزوج واحد من المورثات في القطيع ، كما يعني الكثير حول متوسط الطوابع الوراثية الخليطة (وبالتالي الأصيلة) بالنسبة لكافة مورثات التركيب الوراثي في طرد معين ونورد فيما يلي مثال بسيطاً حول طريقة حساب معامل تربية الأقارب لفرد ناتج من تزاوج أخوة نصف أشقاء .



نلاحظ أن الرابطة المشتركة (M) غير ناتجة عن تربية أقارب لعدم توفر معلومات حولها وعلى النسب نستعمل المعادلة المختصرة لحساب F_X :

$$A \leftarrow M \rightarrow B$$

$$F_X = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{8} = 0.125 = 12.50\%$$

يعني هذا الرقم أن التلقيح بين الأخوين نصف الشقيقين A و B قد سبب إنقاص الخلط الوراثي (وبالتالي زيادة نسبة المورثات الأصيلة) بنسبة 12.5 بالمائة عما كانت عليه في الجيل الذي يحتوي الحيوانات M و R و S .

فإذا افترضنا أن كلاً الحيوانات المذكورة كان أصيلاً بنسبة 50% وهجينا بنفس النسبة ، فإن نسبة الهجونة الورثية في الفرد × ينخفض بمعدل 12.5 % أي 50 × 12.5% = 6.25% ، فيصبح الحيوان X هجيناً بنسبة 43.75 وأصيلاً بنسبة 56.25% .

4- التدهور بتربية الأقارب :

من أهم آثار التربية الداخلية زيادة نسبة المورثات الأصيلة على حساب المورثات الخليطة . وينعكس أثر ذلك ولا شك على المظهر الخارجي للحيوان أو النبات سلبياً أو إيجابياً ، ويتوقف ذلك على (نوعية) المورثات الموجودة في الأفراد المتزاوجة داخلياً أي فيما إذا كانت رديئة أو جيدة .

ولقد بينت الدراسات أن أهم آثار التربية الداخلية تتجلى في نقص القيم المظهرية للصفات المتعلقة بالكفاءة الفسيولوجية والقدرة التناسلية وهذا ما يعرف بإسم التدهور بتربية الأقارب ويلاحظ أن الصفات المرتبطة بنتاج الحيوان وقدرته على التلاؤم هي أكثر الصفات تعرضاً لهذا التدهور .

أجريت دراسات عديدة لمحاولة تفهم أسباب التدهور الناتج عن تربية الأقارب . وطبعاً يتوقف ذلك على فعل المورثات .

فإذا كانت المورثات ذات آثار مضيفة additive فإنه لن يتوقع أن تؤدي التربية الداخلية إلى انخفاض في القيم المظهرية . وستتوازن آثار المورثات ذات الآثار المرغوبة وغير المرغوبة وعلى العكس إذا توقعنا وجود نوع من السيادة فإن انخفاضاً في المظهر سيترافق مع ازدياد النقاوة الوراثية ، نظراً لأن نسبة الطوابع الوراثية المتنحية الأصيلة ستزداد .

ويعتقد البعض أن أحد الأسباب الوراثية المحتملة للنتائج الضارة لتربية الأقارب ، في بعض الأحوال على الأقل ، تتمثل في مورث الفرد الخليط أفضل من الفرد الأصيل .

مثلاً : قد تكون آثار مورثتين A و a أن الفرد AA أفضل من الفرد aa ولكن الفرد Aa أفضل من كل منهما . وأطلق على هذه الحالة السيادة الزائدة Over dominance .

ومن الجدير بالذكر أن تربية الأقارب تعمل على إظهار آثار المورثات المميتة وشبه المميتة نتيجة لإنعزالها بحالة أصيلة تمكنها من إظهار تأثيرها .

آثار تربية الأقارب على الصفات الإقتصادية للحيوانات الزراعية :

1- أظهرت معظم التجارب أن التربية الداخلية تسبب انخفاضاً في معدلات النمو وبعض النقص في أوزان النضج الجسمي في ماشية الحليب . كما أن التربية الداخلية غير الشديدة أنقصت سرعة النمو في عجول العزيزيان في المراحل الأولى من حياتها ولكنها لم تنقص وزن النضج الجسمي . كما تسبب تربية الأقارب انقاص وزن العظام وكذلك الوزن بعمر سنة في عروق الكولومبيا وفي التارغي .

– يلاحظ أيضاً أن التربية الداخلية تزيد نسب النفوق في الحيوانات : إذ لوحظ في قطيعين من ماشية الهولشتاين – فريزيان والجيرسي عدة صفات شاذة وازدادت معدلات النفوق بين العجول وانخفض النمو والوزن وقد وجد أنه لكل زيادة في معامل تربية الأقارب قدرها (١ %) نقص وزن الإناث بمعدل 0.28% عند الولادة و 0.47% بعمر 6 أشهر و 0.10% بعمر 4.5 سنة . لما لوحظ أن نسب النفوق في بعض سلالات الخنازير الناتجة عن تربية الأقارب قد ازدادت بمعدل 4.2% لكل زيادة قدرها 10% في معامل تربية الأقارب .

– كما تؤدي التربية الداخلية إلى انخفاض في إنتاج الحليب بمعدل 94 كيلو غرام في الموسم لكل زيادة (0.1) في معامل تربية الأقارب وفي دراسة أخرى على ماشية الغريزيان السويدية والأبقار الحمراء والبيضاء السويدية أن التزاوج بين الأب وابنته قد سبب انخفاضاً في إنتاج الحليب قدره 258 كيلو غرام لماشية الغريزيان و 358 كيلو غرام في الأبقار الحمراء والبيضاء السويدية .

وبين الجدول (7 – 2) بعض النتائج الخاصة بدراسة تربية الأقارب في الماشية في الولايات المتحدة الأمريكية استغرقت ثلاثين عاماً حيث استعمل ثور معين من عرق الهولشتاين – الفريزيان وأبنائه في تلقيح قطيع من الأبقار – ولقحت البنات وأحياناً الحفيدات مع الثور الأساسي فتوصل النسل إلى امتلاك 75% و 87.5 % من التركيب الوراثي للثور الأساسي – على التوالي . الجدول رقم (7 – 2)

معامل تربية الأقارب	وزن الميلاد للعجول (%)	وزن العجلات بعمر 18 شهراً (%)	الأبقار التي أتمت على الأقل موسماً انتاجياً			
			العدد	وزن الغدة النخامية (%)	وزن الضرع (%)	كمية دهن الحليب (%)
غير مرباة داخلياً	100	100	22	100	100	100
– 0.10 0.29	100.1	92	15	96.7	95.1	101.5
– 0.30 0.49	95.9	89.6	27	92.2	83.8	93.0
– 0.50 0.69	83.7	87.3	7	80.2	54.1	82.6

ملاحظة : اعتبرت الأرقام القياسية للأبقار غير المرباة داخلياً 100% لإجراء المقارنات المدرجة في الجدول.– كما لوحظ أن عدد التلقيحات لإحداث الإخصاب في هذه الدراسة قد ارتفع من 2.0 في

الأبقار غير المرباة داخلياً إلى 3.6 عند بلغ معامل تربية الأقارب في العجول 0.5 وبلغت نسبة النفوق في العجول (بعمر أقل من شهر) حوالي 15% .

– في الأغنام تؤدي تربية الأقارب إلى نقص وزن جزة الصوف (حوالي 0.27 كيلو غرام لكل زيادة في معامل تربية الأقارب قدرها 0.10) وكذلك إلى نقص في طول الليفة الصوفية .

– في الدواجن فقد أدت تربية الأقارب إلى انخفاض في الصفات الإقتصادية فقد انخفض إنتاج البيض بمعدل 9.3 بيضة لكل دجاجة في السنة وذلك لكل زيادة في معامل تربية الأقارب قدرها 0.10 ورافق ذلك انخفاض في نسبة الخصوبة قدرها 4.4 وزيادة في العمر عند وضع أول بيضة قدرها 6 أيام ، أما وزن الجسم ووزن البيضة فلم يتأثرا ، ولكنه ظهرت بعض العيوب الجسمية . وفي دراسة أخرى ظهر نقص في وزن الجسم وإنتاج البيض وانخفض معدل إنتاج البيض بحوالي 38% .

استعمالات التربية الداخلية :

كما أسلفنا فإن لتربية الأقارب آثار ضارة بصورة عامة إلا أن لها ، من جهة أخرى استعمالات مفيدة ، وقد استعملت هذه الطريقة التربوية في المراحل الأولى لتكوين العروق الحيوانية الزراعية مثل ماشية اللونجهورن وأغنام الليستير وخيول الشاير ومن الامثلة الشهيرة للحيوانات الناتجة عن هذه الطريقة الثور الشهير (كوميت comet) من عرق الشورتورن وكان معامل تربية الأقارب له 46.78 % .

كما يؤدي استعمال التربية الداخلية إلى كشف المورثات المتنحية المعيقة غالباً للتحسين ، وكذلك المورثات المميتة وشبه المميتة . ذلك لأن الأثر الرئيسي لتربية الأقارب يتجلى في تحويل قسط من المورثات الخليطة إلى أصيلة فتتمكن المورثات المتنحية آنذاك من إظهار آثارها في عدد من الأفراد ، قد يقل أو يكثر .

– تستعمل تربية الأقارب كذلك لإختبار الذكور قبل استخدامهم بشكل مركز من أعمال التربية فتلقيح الأب لمجموعة من بناته يعتبر من أشد وأسرع الإختبارات الوراثية الممكن إجراؤها للكشف عن نوعية المورثات التي يمتلكها .

– يمكن بإستعمال تربية الأقارب تكوين عائلات Families متمايزة عن بعضها البعض ولكن أفرادها متماثلة ضمن كل منها ، وهذا يزيد قطعاً من كفاءة الإنتحاب بين العائلات ويتوقف نجاح ذلك على مدى التمايز بين العائلات المختلفة .

– يعمل العديد من المربين على استخدام التربية الداخلية للمحافظة على درجة عالية من القرابة بين مجموعة من الحيوانات وفرد ممتاز الصفات وتدعى التربية الطرزية (Linebreeding) ، وهي تربية أقارب من الدرجة الثانية .

– تؤدي تربية الأقارب أيضاً إلى زيادة القدرة على طبع النسل بصفات أبوية إن تربية الأقارب تعيد ترتيب المورثات التي تمتلكها الأفراد المتزاوجة بأشكال جديدة فتعمل على إظهار آثار نافعة وأخرى ضارة ويجب على المربي أن يعلم دوماً :

1- أن تربية الأقارب تعمل على زيادة التجانس الوراثي لكل من المورثات النافعة والضارة .

2- يجب إتباع الإنتخاب الدائم الدقيق والهادف إلى التخلص من كافة الأفراد الرديئة التي تحمل تراكيب وراثية غير مرغوبة وإلى اصطفاء الأفراد الممتازة والإكثار منها .

3- يجب على المربي أن يتبع تربية أقارب من الدرجة الثانية مع الإنتحاب الدقيق فيما إذا ظهر بين حيواناته فرد ممتاز وأراد تكوين مجموعة من الأفراد ذات صلة وثيقة به لتركيز صفاته في القطيع .

الفصل الثامن عشر

التربية الخارجية أو تربية الأباعد Outbreeding

التربية الخارجية هي عبارة عن تزاوج بين أفراد لا تجمع بينها صلة من صلات القربى .

والآثار العامة لهذه الطريقة هي عكس الآثار الخاصة بالتربية الداخلية فالتربية الخارجية تزيد نسبة الخلط الوراثي Heterozygosity وتنقص الأصالة الوراثية Homozygosity ضمن القطيع الذي تمارس فيه . كما تنقص القيمة التربوية في الأفراد الناتجة عنها لكونها خليطة الطوابع الوراثية ، فمثلاً ينتج الفرد المتماثل اللواقح لأربع أشفاع من المورثات (AABBCCDD) نوعاً واحداً من الأعراس (ABCD) أما الخليط (AaBbCcDd) فإنه ينتج 16 نوعاً من الأعراس فتكون بذلك قيمته التربوية أقل من الحيوان الأكثر أصالة ، أضف إلى ذلك أثر هذه الطريقة في تخريب التركيب العائلي الذي تؤدي إليه تربية الأقارب ، وبينما تؤدي تربية الأقارب (عموماً) إلى إنقاص المعدلات الإنتاجية إذا استخدمت بشكل مركز (التدهور بتربية الأقارب) ، فإن تربية الأباعد تؤدي عادة إلى عكس ذلك ، ويحصل المربي في أحيان كثيرة على ظاهرة قوة الهجين (Heterosis) التي تتميز بكبر حجم الأفراد الهجينة وسرعة نموها وارتفاع خصوبتها وزيادة مقاومتها للأمراض ، وذلك بالمقارنة مع آبائها الأصلية التي أنتجتها . وقد لوحظ أن تلقيح حيوانات لا تمت إلى بعضها بصلة القربى يؤدي إلى إنتاج نسل يتفوق بشكل عام في صفاته على صفات أبوية وتظهر بوضوح في حالة التلقيح بين عائلات نشأت عن التربية الداخلية .

النسبة المئوية لقوة الهجين = ـــــ × 100

مثال : افترض أن متوسط الزيادة اليومية في الوزن في عجول العرق (أ) هي كيلو غرام واحد / يوم وفي العرق (ب) هي 0.8 كغ / يوم ، وإن ذلك المتوسط في الحيوانات الهجينة هو 1.1 كغ / يوم فعلى ذلك تكون النسبة المئوية لقوة الهجين في هذه الحالة :

متوسط الجيل الأول – م

متوسط الآباء

$$\frac{0.8 + 1}{2}$$

اقسام تربية الاباعد:

١- التدريج:

عملية التدريج هي استعمال ذكور أصيلة من عرق محسن في تلقيح مجموعة من الإناث ذات الإنتاج المنخفض والصفات الرديئة ومن ثم تلقيح الإناث الناتجة بذكور من العرق المذكور ، جيلاً بعد جيل بقصد الوصول إلى حيوانات ذات شكل متماثل وإنتاج جيد حتى أن الأمر ينتهي بعد أربع أو خمس أجيال إلى امتلاك النسل صفات العرق الذي يراد الوصول إلى مستواه الشكلي والإنتاجي

لنفترض على سبيل المثال أن النية اتجهت في إحدى البلدان نحو تحسين أبقارها المحلية (ولنرمز لها بـ م) بإستعمال عرق أصيل من ماشية الحليب (لنرمز له بـ ف) الفريزيان بقصد تحسين إنتاج الحليب وإيجاد التجانس في الصفات الشكلية والإنتاجية في الحيوانات الناتجة من التدريج وتجري عملية التدريج على الشكل التالي :

تلقيح ذكور من العرق (ف) مع أبقار محلية (م) للحصول على الجيل الأول .

الآباء ١٠٠ فريزيانه ذكور العرق (ف) × أبقار محلية (م) ١٠٠ محلية P .

F1 ف + م
2

فنحصل على الجيل الأول (F1) الذي يمتلك نصف التركيب الوراثي من العرف الأصيل (ف) والنصف الآخر من الماشية المحلية (م) وللحصول على الجيل الثاني نجري ما يلي :

P ♀ 100 ف ♂ × ف + م
2

F2 3ف + م
4

ثم تلقح الإناث الناتجة في F2 مع آبائها أيضاً

P ♀ 3ف + م 100 ف ♂
4

F3 7ف + م
8

تلقح الإناث الناتجة مع أبائها مرة ثالثة

P ♀ 7ف + م × 100 ف
8

F4 15ف + م
16

وبالإستمرار بهذه الطريقة (4 – 5 أجيال متتالية) يمكن الحصول على حيوانات تتقارب في صفاتها مع الماشية المحسنة التي استعملت لإنتاجها ذلك لأن الماشية الجديدة ستمتلك في الجيل الرابع 96.9% من الطوابع الوراثية المحسنة وفي الجيل الخامس 98.3% منها ، وتبقى الحيوانات الجديدة ممتلكة في الوقت نفسه لجزء من المورثات الخاصة بالماشية المحلية مما يساعدها على تحمل الظروف البيئية السائدة . ومن الضروري الإشارة إلى وجوب تغيير الذكور المستعملة في التلقيحات المتتالية منعاً

لحدوث تربية الأقارب وإلى ضرورة متابعة دراسة كل من أجيال التدريج لتحديد أفضلها وذلك لإيقاف العملية عند هذا الجيل ومن ثم يعمل المربون على التوسع في إنتاج الحيوانات المماثلة لأفراده ، وإلى ضرورة سير الإنتخاب الدقيق جنباً إلى جنب مع طريقة التربية هذه .

ويجب الإشارة إلى أنه تم تطبيق هذه الطريقة على بعض الأبقار المحلية في محافظتي إدلب ودرعا وكانت النتائج باهرة فيما يتعلق بالصفات الإنتاجية وخاصة في الجيل الرابع .

إن عملية التدريج هي عموماً من أسلم طرق التربية في تحسين الحيوانات ذات الصفات الرديئة إذ أنها لا تحتاج إلى وقت وطويل جداً أو إلى أموال طائلة للوصول إلى الأهداف المطلوبة بواسطتها . كما يجب الأخذ بعين الإعتبار ضرورة امتلاك حيوانات العرق الجديد امكانات مناسبة للإنتاج الجيد تحت الظروف التي ستنتج فيها أنسالها .

يعود جزء من التحسين الملحوظ في الجيل الأول من عملية التدريج إلى ظاهرة قوة الهجين ، أما في الأجيال التالية فإن قوة الهجين تتناقص ، ويمكن أن يعزى سبب التحسين المستمر خلال الأجيال المتتالية من التدريج إلى إدخال مورثات ذات تأثير متجمع Additive في القطيع .

هذا وإن كمية التحسين تتوقف أساساً على الذكور المستعملة والتي يجب أن تكون منتقاة بعناية فائقة .

2- الخلط بين العروق الزراعية Crossbreeding :

هو عبارة عن تلقيح بين حيوانات تنتمي إلى عروق نقية مختلفة . وتجرى هذه العملية أساساً لأحد الغرضين التاليين :

أ- الحصول على عروق حيوانية جديدة تتفق وأغراض معينة .

ب- إنتاج حيوانات تباع للذبح دون أو يسمح لها بالتكاثر .

وسنشير فيما يلي إلى كل من هذين الغرضين .

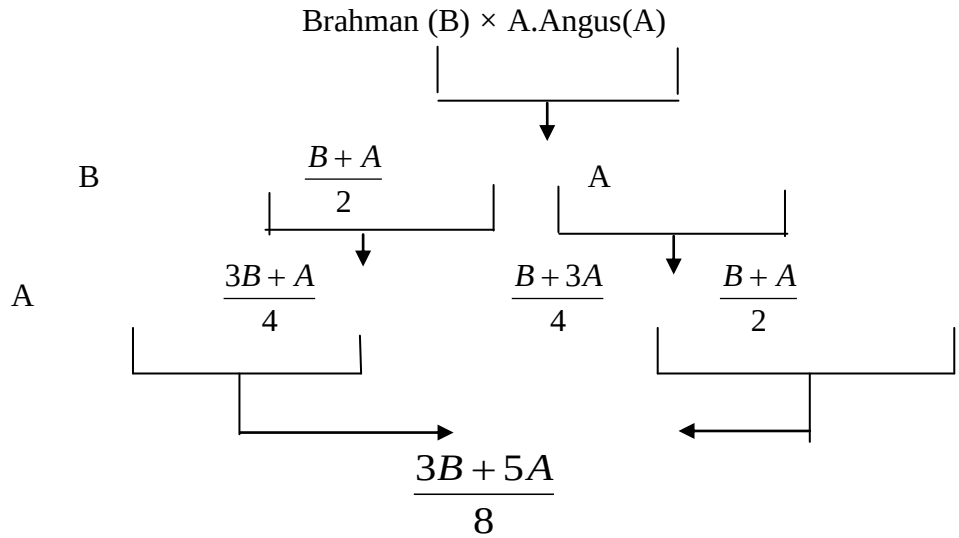
أ- استعملت هذه الطريقة من تربية الأباعد (بالإشتراك مع الإنتخاب الدقيق) في تكوين عروق جديدة من الحيوانات تتفق مع أغراض اقتصادية أو جغرافية معينة :

1- في ماشية اللحم :

نتج عرق السانتاجرترودس Santa Gertrudis من الخلط بين عرقي الشورتهورن والبراهما. والطابع الوراثي لحيوانات هذا العرق هو $\frac{5}{8}$ شورتهورن و $\frac{3}{8}$ براهما .

تمتاز حيوانات هذا العرق بالنضج الجنسي المبكر وبإنتاجها الجيد من اللحم ذات الصفات الممتازة ومقدرتها على تحمل الحرارة العالية والظروف البيئية القاسية .

ومن العروق الجديدة إيقاف عرق البرانغاس Brangus وينتج هذا العرق من ماشية الإبردين انغس Aberdeen Angus وما شية البراهما بإحدى الطريقتين التاليتين :



برانغاس

ومن عروق اللحم أيضاً البيفماستر Beefmaster الذي يمتلك الطابع الوراثي التالي :

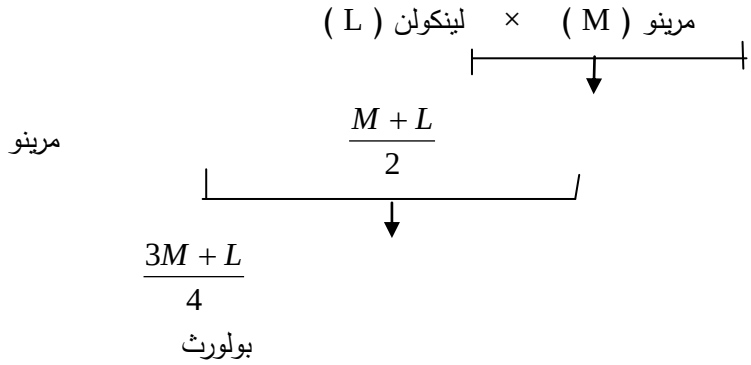
50% براهما و 25% هيرفورد و 25% شورتهورن وكذلك عرق الشاربري charbray الذي يملك التركيب الوراثي $\frac{7}{8}$ شارولية و $\frac{1}{8}$ براهما .

وقد استعملت في الخلط الماشية الهندية مع الأوربية لأن الأولى تمتاز بقدرتها على مقاومة الظروف الرديئة والحرارة المرتفعة وحشرات المناطق الحارة بينما تتميز الثابتة بإنتاجها الوفير من اللحم ذي الصفات الجيدة . والجدول رقم ( ) يبين بعض البيانات المتعلقة بمتوسط الزيادة في الوزن في عرقين أصيلين وخليط بينهما وعرقين جديدين والتي توضح تفوق العرقين الأخيرين في الصفة الهامة من صفات ماشية اللحم.

العرق أو الخليط	الثيران		العجلات	
	العدد	متوسط الزيادة اليومية في الوزن (كغ)	العدد	متوسط الزيادة اليومية في الوزن (كغ)
هيرفورد	16	0.97	33	0.83
براهما	4	0.94	15	0.70
هيرفورد × براهما	6	1.14	36	0.81
سانتا جرترودس	6	1.21	17	0.81
شاربري	3	1.18	32	0.87

2- في الأغنام :

استخدمت طريقة الخلط لإنتاج عروق جديدة من الأغنام تجمع صفتي إنتاج الصوف الجيد واللحم ذي الصفات العالية . فمثلاً ينتج عرق الكولومبيا Columbia من الخلط بين ذكور عرق اللنكولن Lincolin وإناث عرق الرامبولية Rambouillet ونتج عرق الكوريد من خلط بين ذكور عرقي الليستير Leicester ومالنكولن مع إناث من عرق المرنيو Merino كما نتج عرق البولورث Polwarth من المرنيو واللينكولن بالطريقة التالية :



3- في ماشية اللبن :

لقد استخدمت عملية الخلط بين عروق ماشية اللبن الهندية كالساهيوال / Sahiwa والسندي الأحمر Red Sindhi وعروق ماشية اللبن الأوروبية بقصد الوصول إلى عروق جديدة تناسب المناطق الحارة كما أن هذه الطريقة اتبعت لإنتاج عرق من ماشية اللبن يسمى جامايكا .

ب- الخلط بين العروق لأغراض تجارية

تجرى عملية الخلط بين العروق النقية للإستفادة من ظاهرة وقوة الهجين إلى جانب الإنتفاع من الصفات الجيدة التي تتمتع بها العروق المتزاوجة وتجرى هذه الطريقة لإنتاج حيوانات اللحم التي تباع للذبح وخاصة في الخنازير وماشية اللحم والدواجن حيث تمتاز الحيوانات الخليطة بسرعة النمو وبالكفاءة العالية في تحويل الغذاء إلى لحم جيد الصفات .

وتجرى عملية الخلط بأشكال عديدة نذكر منها :

1- الخلط الثنائي :Two – Way Cross

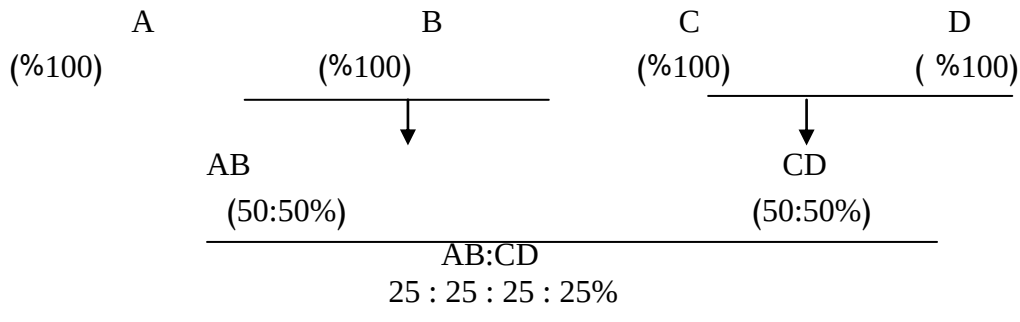
في هذه الحالة يتم التلقيح بين سلالتان مختلفتان لإنتاج جيل تظهر قوة الهجين بين أفراده ، وخاصة إذا استخدمت سلالات ناتجة عن تربية أقارب في إنتاجه كما في الشكل (8 – 1) والجدول (8 – 3) .

2- الخلط الثلاثي: Three – Way Cross

وفيه تلقح إناث الجيل الأول الخليط (الناتج عن تزاوج أفراد عرقين أصليين) مع ذكور من عرق ثالث بغرض استغلال ظاهرة قوة الهجين الخاصة بالإناث الشكل رقم (8 – 1) و الجدول (8 – 3) .

3- الخلط الرباعي (أو المزدوج) :Faur – Way (Ordouble) Cross

ويجرى على الشكل التالي حيث تشير الرموز A و B و C و D إلى العروق المستخدمة في التلقيحات وحيث تشير النسب الموضوع ضمن أقواس إلى النسب المئوية للمورثات من كل عرق في الأفراد الناتجة :



وتستخدم هذه الطريقة في الدواجن للخلط بين سلالات ناتجة عن تربية الأقارب .

الجدول رقم (8-3)

إنتاج الحليب في الموسم الإنتاجي الأول في دراسات للخلط بين عروق ماشية الحليب

الأجيال	عدد الأبقار	العمر عند أول ولادة		المتوسط الإنتاجي		
		شهر	سنة	الحليب (كغ)	دهن الحليب (%)	دهن الحليب (كغ)
الأبقار الأصلية	55	6	2	4785	4.55	207
الخلط الثاني	55	2	2	5920	4.53	266
الخلط الثلاثي	58	2	2	6066	4.44	266
النسل الناتج الخلط الثلاثي	23	3	٢	5981	4.58	272

الشكل رقم (30) أمثلة لطرق الخلط المختلفة

4- الخلط الدوري (أو المتكرر) :Rotational Cross

ويجرى بعدة طرق :

أ- الخلط الدوري الثنائي Criss – Crossing

يستعمل في هذه الحالة عرقان نقيان A و B لإنتاج الجيل الأول الخليط (FAB) الذي نلقح إناثه مع أحد العرقين الأبويين (مثل مع B) لإنتاج الجيل (FAB.B) ثم مع العرق الآخر لإنتاج الجيل التالي وهكذا الشكل رقم ٢٩ .

ب- الخلط الدوري الثلاثي Three Breed rotation

تستعمل ذكور من عرق ثالث (C) في تلقيح الإناث (AB) الناتجة من العرقين A و B ، ثم تكرر الدورة بإستخدام الذكور A في الجيل التالي و B بعدها . وهكذا انظر الشكل رقم ٢٩السابق .

3- التهجين Hybridization

يقصد بالتهجين التلقيح بين أفراد تنتمي إلى أنواع حيوانية مختلفة . مثل تلقيح بين الحمار والفرس لإنتاج البغل الذي يتفوق في صفاته على كل من أبوية من حيث القدرة على العمل وتحمل المشاق . وكذلك التهجين بين حمار الوحش والحصان لإنتاج ما يسمى Zebroid وهو هجين يتمكن من العيش بنجاح في المناطق الحارة ويقاوم أمراضها بالإضافة إلى سهولة ترويضه . كما تم التهجين

بين الماشية المستأنسة وحيوانات آلياك كما أمكن التهجين بين ذكور البيزون Bison الأمريكي والأبقار المستأنسة ولكن الذكور كانت تولد نافقة في الغالب بسبب عسر ولادتها والكمية الكبيرة من السائل الأمينوني المحيطة بالجنين خلال الحمل أما الذكور التي كانت تولد حية فهي عقيمة ولكن الإناث الناتجة عن هذا التهجين كانت خصبة . وقد أعيد تهجين هذه الإناث بذكور الماشية المستأنسة ثم لقمت إناث الجيل الثاني بذكور البزون وكان الجيل الناتج يتميز بمقاومته للأمراض وبنسبة تصافي ولقلة احتياجاتها الغذائية .

- فوائد التربية الخارجية :

1- تكوين عروق جديدة من الحيوانات الزراعية والدواجن ، وخاصة في المناطق الحارة لتتمكن هذه الحيوانات من العيش تحت الظروف البيئية غير المناسبة المميزة لتلك المناطق.

2- الإستفادة من ظاهرة قوة الهجين من الوجهة التجارية وخاصة في إنتاج حيوانات وطيور اللحم .

3- تعتبر طريقة التربية الخارجية هي الطريقة الوحيدة لتغيير نوع الإنتاج ، وذلك في حال رغبة المربي في التحول من إنتاج اللبن إلى انتاج اللحم مثلاً أو بالعكس .

4- للتدريج فوائد كبيرة في تحسين الصفات الإنتاجية والشكلية للحيوانات ذات الصفات الرديئة والوصول بها على مستوى عروق الذكور التي استعملت في إجرائها خلال وقت قصيرة وبنفقات غير كبيرة .

5- تسهل التربية الخارجية نقل مورثات ممتازة أو مرغوبة من مجموعة من الحيوانات إلى حيوانات أخرى تنقصها تلك العوامل .

6- يمكن من خلال التربية الخارجية دراسة السلوك الوراثي للصفات الكمية الإقتصادية كإنتاج اللحم واللبن وغيرها .

كما يجب الإشارة إلى ما يلي :

أ- تعمل التربية الخارجية على زيادة الخلط الوراثي في الأفراد الناتجة عن استعمالها وذلك على عكس التربية الداخلية التي تؤدي إلى زيادة نسبة النقاوة الوراثية .

ب- لا تصلح الحيوانات الناتجة عن التربية الخارجية للإستعمال في أغراض التربية نظر لكونها خليطة التربية الوراثية .

ج- يجب استعمال الإنتخاب الدقيق إلى جانب التربية الخارجية ، شأنها في ذلك شأن التربية الداخلية .

الوراثة الكمية
Cuimulative genes

المقارنة بين الصفات الوصفية والكمية :

إن الصفات المندلية التي درسناها في الفصول السابقة والمتسببة عن زوج واحد أو زوجين من المورثات مثل صفة اللون الأسود والأحمر وانعدام أو وجود القرون وشكل العرف في الدجاج وكذلك المورثات المميتة والسيادة غير التامة كانت وصفية بطبيعتها ، أي صفات يمكن تصنيفها في فئات مظهرية واضحة أما الإختلافات التي تظهرها كثير من الصفات المهمة اقتصادياً تفشل أو لا تتحقق في فئات مظهرية منفصلة (تباينات غير مستمرة) ، ولكنها بدلاً من ذلك تكون مجموعة من الأنماط المظهرية التي تتداخل مع بعضها البعض (تباينات مستمرة) .

تعتبر الصفات الاقتصادية الهامة مثل الزيادة في وزن الجسم ، إنتاج البيض واللحم ، أطوال النبات عند النضج .... إلخ صفات مترية أو كمية ذات اختلافات مستمرة وينطوي الفرق الأساسي بين الصفات الوصفية والكمية على الاختلافات في عدد المورثات التي تساهم في الاختلافات المظهرية والدرجة التي يمكن أن يتأثر بها الشكل المظهري بالعوامل البيئية .

ويسيطر على الصفات الكمية عدد كبير من المورثات (من 10 إلى 100 أو أكثر). ويساهم كل مورث بمقدار ضئيل في الشكل الظاهري بحيث أن تأثير كل منهم بمفرده لا يمكن التعرف عليه بالطرق المندلية . ويسمى هذا النوع من المورثات بإسم الجينات المتعددة .يحتوي تعبير الاختلافات المظهرية في معظم الصفات الكمية على مكون بيئي كبير نسبياً وبالتالي مكون وراثي صغير .

ومن أجل معرفة ماهية أي صفة كمية في العشيرة يجب حساب مقادير المكونات الوراثية والبيئية للإختلافات المظهرية الكلية ومن أجل تحقيق هذا الهدف تستخدم بعض الطرق الرياضية سنذكر الأبسط منها . وتبين المقارنة التالية ملخصاً لبعض الفروق الرئيسية بين الوراثة الكمية والوصفية .

الوراثة الكمية	الوراثة الوصفية
1ً- الصفات متدرجة .	1ً- الصفات نوعية ومستمرة .
2ً- اختلاف مستمر ، تكون القياسات المظهرية ذات مجال واسع .	2ً- اختلاف غير مستمر ، فئات مظهرية مميزة
3ً- تتحكم الجينات المتعددة . تأثيرات الجينات المفردة ضئيل جداً بحيث لا يمكن تعينه .	3ً- يمكن تمييز تأثيرات الجين المفرد ولا تحكم للجينات المتعددة .
4ً- تهتم بعشيرة من الكائنات الحية المشتملة على أنواع التزاوجات الممكنة .	4ً- تهتم بالتزاوجات الفردية ونسلها
5ً- تعطي التحليلات الاحصائية تقديرات	5ً- يتم تحليلها بأخذ أعداد ونسب .

لثوابت العشيرة مثل المتوسط والإنحراف القياسي الحسابي .	

– الصفات شبه الكمية :

في بدايات المندلية كان يعتقد بأن هناك فرقاً هاماً ورئيسياً بين محتوى الصفات الوصفية والكمية ، إلا أن التجربة التي قام بها العالم السويدي نيلسون في كيفية وراثة لون النواة في حبوب القمح Wheat Keraels عام 1910 ساعدت على ملء الفجوة بين هذين النوعين من الصفات .

فعند تهجين سلالة ذات حبوب حمراء بسلالة ذات حبوب بيضاء وجد أن لون النواة في حبوب أفراد الجيل الأول كانت حمراء متوسطة أما في الجيل الثاني فإن كثافات اللون تدرجت بشكل متناسق ما بين الأحمر السائد والأبيض المتنحي بحيث 16/1 حمراء بنفس لون الآباء و 16/1 بيضاء مثل الآباء و 16/13 من الحبوب كانت متدرجة بين هذين اللونين ومتوسطة أيضاً . وكان تصنيفها كالتالي 16/4 منها كانت أكثر تركيزاً من لون أفراد الجيل الأول و 16/6 نفس اللون لأفراد الجيل الأول و 16/4 كانت أقل تركيزاً في ألوانها من الجيل الأول . وقد فسرت هذه النتائج على أساس وجود مورثتين كل مورث يحتوي على زوج من الأليلات التي تعطي تأثيرات تراكمية .فإذا رمزنا في مثالنا إلى الأب ذي اللون الأحمر بالرمز (R1 R1 R2 R2) وللأب الأبيض (rl rl r2 r2) فيكون السلوك الوراثي لهذه الحالة .

الآباء R1RlR2R2 × RlrlR2r2 : P التركيب الوراثي

أبيض أحمر داكن الشكل الظاهري

RlrlR2r2 F1 التركيب الوراثي

أحمر متوسط الشكل الظاهري

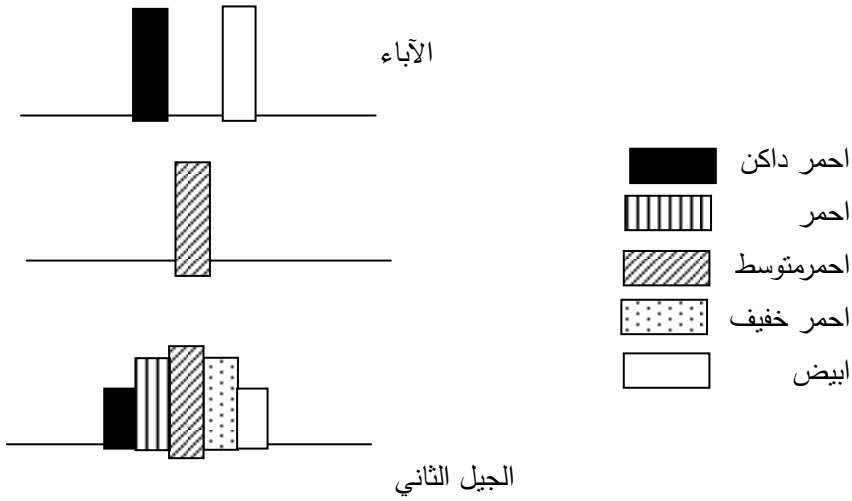
gam

♀ \ ♂	R1R2	R1r2	r1R2	r1r2
R1R2	R1RlR2R2 أحمر داكن	R1RlR2R2 أحمر	R1rlR2R2 أحمر	R1rlR2r2 أحمر متوسط
R1r2	R1RlR2r2 أحمر	R1Rlr2r2 أحمر متوسط	R1rlR2r2 أحمر متوسط	R1rlr2r2 أحمر خفيف
r1R2	R1rlR2R2 أحمر	R1rlR2r2 أحمر متوسط	r1rlR2R2 أحمر متوسط	r1rlR2r2 أحمر خفيف
r1r2	R1rlR2r2 أحمر متوسط	R1rlr2r2 أحمر خفيف	r1rlR2r2 أحمر خفيف	r1rlr2r2 أبيض

النسبة الناتجة :

أحمر داكن	أحمر	أحمر متوسط	أحمر خفيف	أبيض
1/16 R1R1R2R2	R1R1r2R2 : 6/16	R1R1r2r2 : 4/16	R1r1r2r2 : 1/16	
4/16			r1r1r2r2	
	R1r1R2R2	R1r1R2r2	r1r1R2r2	
		r1r1R2R2		

إن المورثين R1 أو R2 يضيفا قليلاً من اللون الأحمر إلى الشكل الظاهري بحيث أن التركيب الوراثي للحبوب البيضاء لا تحتوي على أي من هذين المورثين ، وإن التركيب الوراثي للحبوب الحمراء الداكنة يحتوي فقط على المورثين (R1 , R2) وترسم هذه النتائج في صورة هستو جرامات بياني " أو تكراري " كالشكل التالي :



شكل رقم (5) : لون حبوب القمح كمثال لصفة شبه كمية .

يلاحظ من الشكل أن الشكل الظاهري للجيل الأول يكون وسطاً بين الفئتين الأبويتين وإن متوسط الشكل الظاهري للجيل الثاني مثله مثل أفراد الجيل الأول إلا أنه يكون أفراداً " عشيرة أكثر اختلافاً ، أي أن الجيل الثاني يحتوي على أنماط ظاهرية وراثية أكثر بكثير من الجيل الأول . ويجب أن ندرك أن توزيع الجيل الثاني عبارة عن مفكوك ذات الحدين $(a + b)^4$ حيث $a = b = ½$.

وعند التلقيح بين سلالات أخرى لوراثة نفس الصفة المذكورة ، كان في الجيل الأول أنماطاً مظهرية وسطاً بين الفئتين الأبويتين ، إلا أن 64/1 من الجيل الثاني كانت بيضاء . في هذه الحالة تمكّن نلسون من القول بأن : هناك ثلاثة أزواج من المورثات المتضاعفة هي r1r1r2r2r3r3 فقط

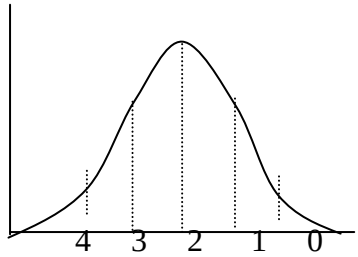
تعطي حبوباً بيضاء . وسيظهر في الجيل الثاني ست مجموعات مظهرية متدرجة من حيث اللون الأحمر للحبوب .

أما من ناحية تأثير البيئة على هذه الأشكال الظاهرية للون (التي تؤثر) إلى حد ما فإن قدرة العين على التمييز بينها شكلياً سيكون صعباً مع هذا العدد الكبير من الأشكال الظاهرية وسيصبح ذلك مستحيلاً إذا كان (4 – 5) مورثات تساهم في لون الحبة .

من هذه الدراسات وضع نلسون عام 1910 نظرية " العوامل المتضاعفة في وراثة الصفات الكمية " فحواها : إن هنالك سلسلة من الجينات المستقلة المسؤولة عن وراثة صفة كمية معينة وإن تأثير هذه الجينات على الصفة بشكل متضاعف ومتجمع ، والسيادة غائبة يكون مظهر الجيل الأول وسطاً بين مظهري أبويه .

– **التوزيع المعتدل** : يلاحظ من المثال السابق أن عدداً قليلاً جداً من الحبوب تمتلك الأشكال المظهرية الأبوية وأن عدداً كبيراً من الحبوب يتواجد بالقرب من القيمة المتوسطة لهذه المجموعة " العشيرة " يتميز هذا النوع من التوزيع المتماثل بأنه شكل الناقوس ، ويسمى التوزيع المعتدل .

ويمكن التقريب له بتوزيع ذات الحدين $(P+q)^n$.



الشكل رقم (6) : التوزيع المعتدل .

– **وراثة وزن الجسم** :

تخضع هذه الصفة لتأثير المورثات المتضاعفة ، وتعتبر من الصفات الكمية .

إن متوسط أوزان أفراد الجيل الأول الناتجة من تزاوج سلالتين من الأرانب أحداهما من النوع الغلامندي الكبير متوسط وزنه 13 باوند والسلالة الثانية من النوع البولندي الصغير متوسط وزن الأرنب 3 باوند بلغ 8 باوند ، أما في الجيل الثاني فإن أوزان الأفراد اختلفت من أوزان كبيرة تشبه آباها الغلامندي الكبير إلى أوزان صغيرة تشبه أباها البولندي .

وقد افترض إن عدد المورثات المسؤولة عن وزن الأرانب "4" فإن هنالك طريقتين لحساب وزن الأفراد الناتجة :

الطريقة الأولى :

الأباء AABB × aabb

بولندي صغير فلامندي كبير

4/3 = 0.75 ، 4/13 = 3.25= الوزن / عدد المورثات = حصة الأليل الواحد .

نستنتج أن حصة كل من الأليل : b,b,a,a = 0.75 وكذلك

حصة كل من الأليل : B,B,A,A = 3.25

الطريقة الثانية :

ويحسب وزن الأرنب من حاصل جمع وزن آبائه وتقسيم ذلك على 2 :

AaBb متوسط الحجم = $\frac{13+3}{2}$ = 8 = 3.25 × 4 + 0.75 × 4

عدد الأليلات — حصة الأليل — عدد الأليلات — حصة الأليل

التركيب الوراثي	المورثات السائدة	المورثات المتنحية	العدد	الوزن F2
1 AABB	4	0	1	13
2 AaBB, 2AABb	3	0	4	10.5
4AaBb, 1AAbb, 1aaBB	2	2	61	8
2 Aabb 2 aaBb	1	3	4	5.50
1 aabb	0	4	1	3

يلاحظ من أفراد الجيل الثاني ، لا يوجد فرد بلغ الوزن الفلامندي الكبير ، نستنتج من ذلك ، بأن هناك عدداً كبيراً من المورثات تتدخل في التأثير على هذه الصفة .

- الوراثة المتجاوزة للحدود أو المتعدية: Transgression inheritance

قد يلاحظ في بعض الأحيان – في بعض أفراد الجيل الثاني الناتج عن تزاوج سلالات تختلف عن بعضها بصفة كمية ما أفراداً تتعدى وتفوق آبائها من حيث شكلها أو وزنها أي من حيث صفة الآباء .

فمثلاً إذا وجد فرد ذو وزن أصغر من الأب الصغير أو أكبر من الأب الكبير وكذلك من ناحية اللون أدكن أو أفتح من الآباء وتسمى هذه الظاهرة بالوراثة المتعدية أو المتجاوزة للحدود .

وبذلك فإن حالة ما تفوق آبائها ولا تتسبب عن الظروف البيئية المحيطة ولا علاقة لها بها فإنه بإمكاننا أن نطلق على هذه الحالة اسم الوراثة المتعدية أو المتجاوزة للحدود Transgression inheritance .

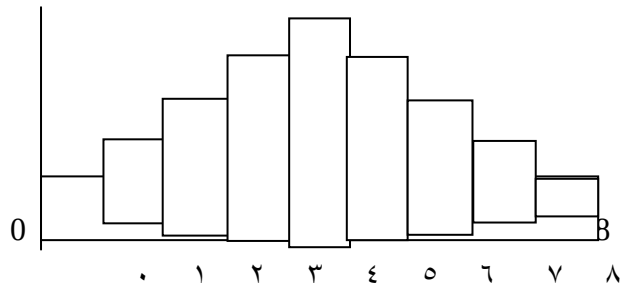
ولا تعتبر الأفراد الفائقة أو التي خرجت عن الخط البياني شاذة بالمعنى الفعلي كما يبدو . فقد ينتخب أب كممثل لنوع كبير الحجم غير أنه في الحقيقة بعيد عن النموذج الجيد من حيث شكله الظاهري . فمن الممكن جداً أن يكون حجمه الكبير أنقص بكثير عن الكفاءة الكامنة في تركيبه الوراثي . وهناك أمثلة كثيرة على هذه الوراثة منها :

- توزيع لون الفراء في الأرانب :

تنتشر البقع البيضاء في أجسام الأرانب بأشكال مختلفة من الأبيض الكامل وحتى الأسود الكامل للجسم . وقد وجدت هذه الصفة في سلالة من الأرانب تدعى بالهولندية .

والمسؤول عن هذه الصفة أربع أزواج من المورثات B1b1B2b2B3b3B4b4 ويكون فعل هذه المورثات متساو تماماً ، حيث تكون السيادة هنا غير تامة في أفراد الجيل الأول ، أما في الجيل الثاني فتكون السيادة حسب كمية المورثات التي يحتويها الفرد في تركيبه الوراثي فمثلاً عن تزاوج أرنب فاتحة اللون (B1b1B2b2b3b b4b4) مع أرانب غامقة اللون نسبياً (B1B1B2B2B3B3b4b4) ، ستكون أفراد الجيل الأول وسطى في أشكالها الظاهرية من حيث توزيع اللون ، وبالتهجين داخلياً لأفراد الجيل الأول . فإن الألوان ستتوزع في أفراد الجيل الثاني بشكل متدرج متناسق " الجدول البياني " فكل عمود من هذه الأعمدة يمثل شكل اللون المحدد وكميته ، فالأفراد التي تشبه آبائها من حيث الشكل الظاهري تقع في طرفي الأعمدة . ويلاحظ أن أغلبية أفراد الجيل الثاني F2 تقع في مجموعات ظاهرية بين مجموعتي الآباء .

إلا أن بعضاً منها يكون أفتح والبعض الآخر يكون أغمق في اللون . وتسمى هذه الظاهرة بالتوزع المتعدد أو المتجاوز للحدود في سلالة الأرانب الهولندية Trangression inheritance .



عدد مورثات b	٠	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
التكرار=التردد	١	٨	٢٨	٥٨	٧٠	٥٦	٢٨	٨	١

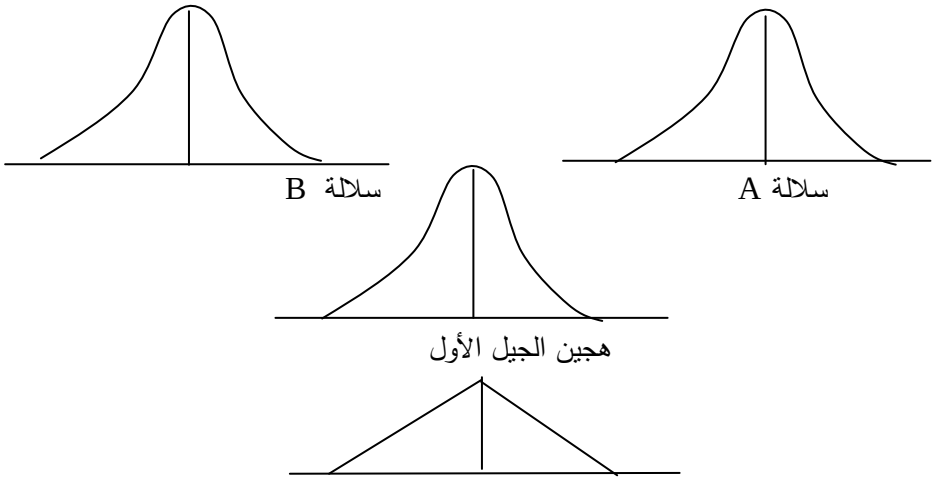
شكل رقم (7) : توزع أفراد الجيل الثاني كنتيجة للتهجين بين الأفراد .

العمودان الصغيران من حيث الارتفاع يعبران عن الأفراد المتعدية ومن الملاحظ أن أغلب الصفات الكمية مثل الوزن وإنتاج الحليب ونسبة الدسم فيه وتوزع الألوان ، تظهر بشكل واضح في حالة توفر الشروط البيئية المناسبة من أهمها ظروف ونوعية التغذية .

– طريقة التباين لتقدير عدد الجينات التي تتدخل في إظهار الصفة الكمية:

إن العشيرة الممثلة بقطيع أو سلالة أو صنف أو تحت نوع ، تتكون من أفراد أكثر تشابهاً في تراكيبهم الوراثية عن أولئك الموجودين في النوع الواحد ككل وحتماً سوف يظهر تباين مظهري حتى بين أفراد مجموعة من الكائنات المتماثلة في تركيبها الوراثي " تأثير الوسط البيئي " .

ومن الملاحظ من الأمثلة في هذا الفصل أن أفراد الجيل الأول كانت هجينة ومتماثلة وراثياً . أما في أفراد الجيل الثاني F2 حيث يعاد ترتيب التراكيب الوراثية وتتوزع مرة أخرى في تراكيب وراثية جديدة لأفراد الجيل الثاني . ولقد لوحظ من الأمثلة أن أفراد الجيل الثاني كانت أكثر تبايناً ووضوحاً من أفراد الجيل الأول الذي نتجت عنه نتيجة التلقيح الداخلي .



الجيل الثاني

في صفة ذات توزيع معتدل ، يميل متوسط أفراد " عشيرة " كل جيل من الجيل الأول والجيل الثاني أن تكون في الوسط بين متوسطي السلالتين النقيتين للأبوين . وإذا لم يحدث تغيير في الوسط

البيئي من جيل إلى آخر فإن التباين " الإختلاف " البيئي للجيل الثاني لا بد أن يكون وبشكل تقريبي مساوياً لذلك الخاص بالجيل الأول . فأي زيادة في التباين " الإختلاف " المظهري لأفراد الجيل الثاني من أفراد الجيل الأول يمكن أن يعزى إلى مسببات وراثية ، وعلى ذلك فإن التباين الوراثي للجيل الثاني (δ^2 GF2) يكون مساوياً للتباين المظهري للجيل الثاني (δ^2 PF2) ناقص التباين المظهري للجيل الأول (δ^2 PF1) :

$$\delta^2 GF2 = \delta^2 PF2 - \delta^2 PF1$$

ويعبر عن التباين الوراثي للجيل الثاني بالمعادلة :

$$\delta^2 GF2 = \left(\frac{a^2.N}{2} \right)$$

δ : سيغما

حيث a : عبارة عن مساهمة كل أليل له تأثير .

N : عبارة عن عدد الأزواج الداخلة في الصفة الكمية .

أما كمية الحصول على a فمن المعادلة :

$$a = \frac{D}{2N}$$

حيث D : عبارة عن الفرق العددي بين المتوسطين الأبويين . وبالتعويض والحل لقيمة N.

$$\delta^2 PF2 - \delta^2 pF1 = \delta^2 GF2 = D^2 / 8N$$

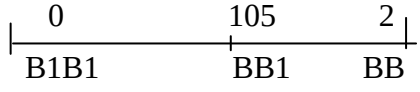
$$N = \frac{D^2}{8\left(\delta^2 pF_2 - \delta^2 pF_1\right)}$$

من الواضح أن هذه المعادلة تفترض أن جميع الجينات تساهم تراكمياً بنفس المقدار للشكل الظاهري ، مع عدم وجود سيادة أو ارتباط أو تفاعل .

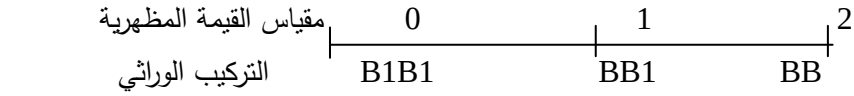
- أنواع تأثيرات المورث :

تتمازج الأليلات مع بعضها البعض بطرق شتى لإبراز التباين في الشكل المظهري للكائن ، والأنواع التالية قد تقدم لنا العون على استيعاب الطرق المتباينة لتأثير المورث .

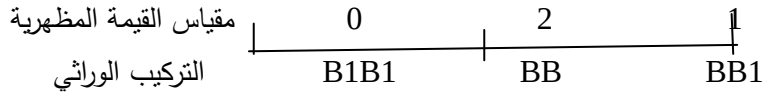
1- في وجود السيادة غير التامة : حيث يكون التركيب الوراثي الخليط مساوياً تقريباً لنفس القيمة التي في التركيب الوراثي الأصيل BB .



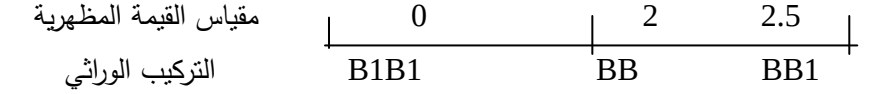
2ً- في حالة غياب السيادة : أي مورثات متجمعة ، ويفترض أن لكل أليل B1 لا يساهم بأي شيء في الشكل الظاهري ويسمى " أليل العدم " بينما كل أليل B يساهم بوحدة واحدة في الشكل الظاهري للكائن يسمى " أليل نشط " .



3ً- في حالة السيادة التامة : حيث تكون الأشكال الظاهرية لأفراد الجيل الأول الخلية مطابقة للشكل الظاهري للأب السائد .



4ً- في حالة السيادة الفائقة : حيث يكون التركيب الوراثي الخليط ذو قيمة اكبر من أي من التركيبين الوراثيين الأصليين .



الفصل التاسع عشر
وراثة المجتمعات
Population Genetics

الجماعات المندلية وتوارثها Mendelian population

كانت النتائج السابقة والخاصة لوراثة زوج واحد أو أكثر من الصفات الوراثية تدور حول الشكل المظهري لأفراد الجيل الأول الناتج ومن ثم تحديد الصفة السائدة التي تظهر في أفراد وهذا الجيل والصفة المتنحية التي تختفي تماماً في هذا الجيل وكذلك بالنسبة لأفراد الجيل الثاني وتحديد النسبة الناتجة ومنها يتحدد عدد أزواج العوامل الوراثية المسؤولة عن الصفة الوراثية .

وتنشأ مشاكل وصعاب من نوع جديد عند دراستنا إحدى الصفات الوراثية في العشائر وليس في العائلات أولها تأثير الطفرات أو قد يراد معرفة التكرارات الجينية gene frequencies للأليلات في العشيرة هل هي متساوية أم تختلف في نفس العشيرة . أو قد يراد معرفة إذا كانت الطفرات المستحدثة بالإشعاعات أو الجينات الخاصة بطرز الدم تصبح بمرور الوقت أكثر أو أقل تكراراً أم تحتفظ بتكرارها دون تغيير .

فمثلاً صفة تعدد الأصابع في الإنسان Poly dactyly صفة سائدة محكومة بجين واحد سائد ولكن لوحظ ندرة هذه الصفة بين المواليد في المجتمعات الإنسانية عموماً بالرغم أن هذه الصفة ليس لها تأثيرات ضارة على حيوية الإنسان .

ومدلول هذا أن تكرار الجين السائد بالنسبة لهذه الصفة أقل بكثير من تكرار أليلة المتنحي المتحكم في صفة العدد الطبيعي للأصابع أي أن تكرار هذين الأليلين لا ينطبق مع النسبة (1 : 1) المشاهدة عند التلقيح مع المتنحي .

الجماعات المندلية وتوازنها Mende Lian Population

وقد لوحظ أن تكرارات الأليلات تختلف فيما بينها في العشيرة الواحدة وكذلك تختلف فيما بين العشائر الطبيعية وكذلك تختلف في العشيرة الواحدة حسب فصول السنة .

وقبل أن نخوض في غمار هذا الفصل لابد أن نعرف العشيرة والعشيرة بمعناها المطلق : عبارة عن تجمع من الكائنات الحية .

فمثلاً مجموعة الحيوانات التي في غابة ما أو الأسماك التي تعيش في البحيرة نعني بذلك جميع الحيوانات أو الأسماك التي تعيش في مكان معين بغض النظر عن أنواعها حيث تؤلف كل منهما عشيرة مستقلة الحيوانات – الأسماك في علم الوراثة فيمكن اعتبار العشيرة المندلية : (Mende liane Population)n هي عبارة عن مجموعة " أفراد " من الكائنات التي تتكاثر جنسياً وبينها درجة عالية نسبياً من القرابة مثل (النوع الواحد ، قطيع ، صنف ، سلالة ، تحت النوع ..... إلخ) ومقيمة داخل

حدود جغرافية محددة حيث يحدث التزاوج بينها الشكل عشوائي . ويعتبر النوع هنا هو أقصى امتداد للعشيرة المندلية حيث أنه يحدد المدى الذي تجري في نطاقة التلقيحات . فالعشيرة المندلية إذاً تتألف من مجموعة من الأفراد تتصل بروابط الزواج أو بروابط الأبوة أو الأصل المشترك .

ويجب ملاحظة أن الأفراد التي تقع في الزمرة الدموية B أو ذوي العيون الخضراء أو السفاحين أو النحاف أو البدنيسين لا يكونون عشائر مندلية لأن هذه المجموعات لا تؤلف فيما بينها مجموعة تزاوجية

قانون هاردي – واينبرج: Law Hardy and Weinberg

عقب اكتشاف نتائج مندل ساد الاعتقاد في بدايات هذا القرن أن المورثات السائدة تقصي المورثات المتنحية من العشائر الطبيعية وتحل محلها تماماً . ولكن ثبت خطأ هذه الفكرة عندما نشر كل من هاردي في انجلترا وفاينبرج في ألمانيا كل على حدة قاعدته حيث برهنا أنه :

/ تحت ظروف معينة فإن التكرارات الجينية في العشيرة تصل إلى حالة توازن Equilibrium مع بقاء الأليلين السائد والمتنحي في العشيرة وبشكل آخر تميل التكرارات النسبية لكل أليل جيني سائد ومتنحي أن تبقى ثابتة من جيل إلى جيل / .

ومن أجل فهم واستيعاب هذا القانون نورد المثال التالي :

في أفراد العشائر البشرية الذين يحملون الجين السائد P يشعرون بالمحاليل الضعيفة من فينيل ثيو – كاربامايد (PTC) مرة المذاق بينما الأشخاص الحاملون للأليل المتنحي (PP) بصورة أصيلة يشعرون بهذه المحاليل بأنها عديمة المرارة .

فإذا فرضنا بأنه في ناحية ما أو محافظة ما منعزلة أفرادها ذواقون لهذه المادة أصيلون أي أن تركيبهم الوراثي (PP) وغير ذواقون أصيلون (pp) بأعداد متساوية أي النصف ذواق والنصف الآخر غير ذواق .

وبالتزاوج العشوائي الإعتباطي لهذه العشيرة حيث توجد ثلاثة أنواع من الزيجات وهي (PP × pp) و (PP × PP) و (pp × pp) .

ويمكن تمثيل هذ الزيجات بطريقة الرقعة الشطرنجية كالتالي :

جدول " 1 "

الآباء	الأمهات	
	PP 0.5	pp 0.5
PP 0.5	PP 0.25	Pp 0.25
pp 0.5	Pp 0.25	pp 0.25

وبذلك تتألف أفراد الجيل من 25% حساسون PP و 50% حساسون خليطون Pp و 25% غير حساسين للتركيب الوراثي pp . وحيث أن الشكل الظاهري لا يدل على التركيب الوراثي في حالة

السيادة التامة فإن العشيرة سوف تتكون من 75% ذواقون و 25% غير ذواقون .ونفس النتيجة تكون إذا أخذنا اتحاد الجاميطات عند الإخصاب فهذه العشيرة الأصلية سوف تعطي أعداداً متساوية من الأعراس التناسلية P أو p أي سيكون لدينا ذخيرة وراثية تعرف بمستودع الجينات Pool genes يضم المورثين P و p بنسبة 0.5 – 0.5 فإذا كانت A = النسبة المئوية للأليلات P في مستودع الجينات و B = النسبة المئوية للأليلات المئوية للأليلات p فإنه يمكننا استخدام طريقة الرقعة الشطرنجية مرة ثانية بالنسبة للأعراس التناسلية للحصول على توافيق الصدفة الممكنة بين هذه الأعراس التناسلية كالتالي:

جدول " 2 "

الحيوانات المنوية	**البويضات**	
	P = A 0.5	p = B 0.5
P = A 0.5	$PP = AA = A^2$ 0.25	Pp = AB 0.25
p = B 0.5	Pp = AB 0.25	$pp = BB = B^2$ 0.25

وإذا تساءلنا ماذا سيكون وضع هذه العشيرة في الجيل الثاني ؟؟

من تكرار الأعراس التناسلية في المستودع الجيني وبفرض أن كل فرد يعطي نفس العدد من الأعراس التناسلية فيكون الأصيل السائد يعطي عروساً تناسلية واحدة مكررة هي P والفرد المتنحي يعطي عروساً تناسلية واحدة مكررة أيضاً p بينما الفرد الخليط يعطي عروستين تناسليتين مختلفتين P و p وبذلك يكون تكرار الجنين P و p في مستودع الجينات هو :

A = p = 0.25 من الأصيلين PP + 0.25 من الخليطين Pp = 0.5

B = p = 0.25 من الأصيلين pp + 0.25 من الخليطين Pp = 0.5

وبذلك يكون تكرارات P و p بين الأعراس التناسلية المشكلة للجيل الثاني متساوية مع تكراراتهما في الجيل الأول وبذلك يكون تركيب هذه العشيرة في كل من الجيل الأول والثاني والأجيال التالية هو :

0.25 PP ذواقون + 0.50 Pp ذواقون + 0.25 pp غير ذواقين .

مخطط مستودع الجينات

وبفرض أن غير الذواقين في هذه العشيرة يفوق عدد الذواقين وكانت النسبة بينهما 4 غير ذواقين pp : 1 ذواقين PP فيكون التكرار بالنسبة للجنيين في مستودع الجينات 80% p و 20% P وبذلك يكون الجيل الناتج كالآتي :

جدول " 3 "

الحيوانات المنوية	البويضات	
	P 0.2	p 0.8
P 0.2	PP 0.04	Pp 0.16
p 0.8	Pp 0.16	pp 0.64

فمن الرقعة الشطرنجية فإن ٤% من الأفراد يكونون ذواقين و ٣٢% ذواقين خليطين مجموعهم ٣٦% و64% غير ذواقين .

وتكون الأعراس التناسلية لتي تنشأ منها الجيل الثاني كما يلي :

P = 0.4 من PP + 0.16 من Pp = 0.20

p = 0.64 من pp + 0.16 من Pp = 0.80%

وبذلك يكون التكرار الجيني في كل جيل هو P 0.2 : p 0.8 .

أما التكرار المظهري 36 ذواق : 64 غير ذواق .

ويمكن وضع كل النتائج السابقة في صورة عامة على الشكل التالي ومن الجدول " 2 " حسب الرموز فقط .

يلاحظ أن A + B = 1 أي أن النسبة المئوية للأعراس التناسلية لابد أن يكون حاصل جمعها 100% حتى يمكن أن نأخذ في الإعتبار جميع الأعراس التناسلية التي في مستودع الجينات وبذلك يمكن تلخيص التكرارات المتوقعة للتراكيب الوراثية الزيجوتية في الجيل الثاني كالآتي :

$$(A + B)^2 = A^2 + 2AB + B^2$$

PP Pp pp

وعلى ذلك فإن : A هي الجزء المتوقع أن يكون سائداً أصيلاً PP .

2AB هي الجزء المتوقع أن يكون خليطاً Pp .

B هي الجزء المتوقع أن يكون متنحياً أصيلاً p .

ويجب أن يكون حاصل جمع هذه الأطراف جميعها يساوي واحداً صحيحاً من أجل أن يشمل جميع التراكيب الوراثية في العشيرة .

وتعرف هذه المعادلة التي تعبر عن التراكيب الوراثية المتوقعة للنسل على أساس تكرارات الأعراس التناسلية (الأليلية) للمستودع الجيني للآباء بقانون " هاردي – فاينبرج " .

وإذا ما توفرت كل الشروط التي أقيمت عليها هذه المعادلة في عشيرة ما فإنه لا تحدث تغيرات في التكرارات الجاميطية من جيل إلى جيل . أما إذا كانت العشيرة من البداية في حالة عدم اتزان وراثي فإن جيلاً واحداً من التزاوج العشوائي سيكون كافياً لنقلها إلى الإتزان الوراثي وبعد ذلك تظل العشيرة في حالة اتزان " الإتزان : عدم التغيير في التكرارات الجاميطية طالما شروط هاردي – فاينبرج مستوفاة .

شروط الإتزان في قانون هاردي – فاينبرج :

1ً- أن تكون العشيرة كبيرة الحجم غير محدودة وتتزاوج عشوائياً حيث كبر الحجم يسمح بإهمال أخطاء العينات .

2ً- اختيار كل من الزوجين لقرينه بطريقة عشوائية أي لا يوجد انتخاب فعال .

3ً- لا تحدث طفرة من حاله أليلية إلى أخرى أي الطفور من P إلى p أو العكس ويسمح بحدوث الطفرة إذا كان معدل الطفور لـ P مساو لمعدل الطفور لـ p أي للحالة العكسية.

4ً- العشيرة مغلقة أي لا يسمح بهجرة أفراد جدد إليها أو منها .

5ً- أن يكون الإنقسام الميوزي عادياً بحيث تكون الصدفة وحدها هي الأساس الفعال الوحيد في تكوين الأعراس التناسلية .

حساب التكرار الجيني Calculating gene Frequency :

أولاً : في حالات السيادة التعادلية العامة: Codominance

يتحكم في مجموعة الدم (M . N) زوج واحد من المورثات السيادة بينهما تعادلية " عامة " أما التراكيب الوراثية التي يمكن تمييزها ثلاثة وذلك من تزاوج فردين خليطين للمورثين MN كالآتي :

الآباء	MN × MN		التركيب الوراثي
NN	2 M N	MN	الجين الأول

ويمكن تمييز هذه التراكيب الوراثية للأفراد من خلال الشكل المظهري لهم حيث يكون هذا التزاوج عشوائي في هذه العشيرة بالنسبة لهذه الصفة ففي عينة مكونة من 6129 فرد لوحظت مجاميع الدم التالية بالتكرارات التالية ولكل مجموعة .

مجموعة الدم	التركيب الوراثي	التكرار تكرار الأفراد	التكرار النسبي
M	MM	1787	0292
MN	MN	3039	0496
N	NN	0303	0212

ومن أجل حساب التكرار الوراثي للأعراس التناسلية لكل من الأليل M , N نتبع ما يلي :

1ً- مجمل عدد الأليلات لهؤلاء الأفراد في هذه العينة مقداره 6129 × 2 = 12258 حيث أن كل فرد يحمل زوجان من الأليلات بالنسبة للزمرة التي ينتمي إليها .

2ً- عدد الأليلات من النوع M يكون : 2 × 1787 + 3039 = 6613

وبالتالي تكرار الأليل M في هذه الفئة هو ـ = 6613 / 12258 = 0.535

3- عدد الأليلات من النوع N هو : 2 × 1303 + 3039 = 5645

وبالتالي تكرار الأليل N بالنسبة لعدد الأليلات الكلي في هذه الفئة هو :

ويلاحظ أن تكرار الأليل M يساوي تقريباً تكرار الأليل N في هذه العشيرة وبتطبيق قانون هاردي – فاينبرج على النتائج للحصول على التكرارات النسبية للأشكال الظاهرية الثلاثة الممكن تواجدها في هذه العشيرة .

نتيجة إجتماع هذه الصبغيات في الجنين بإعتبار الأشكال الظاهرية " الأشكال الوراثية " :

$$MM + 2\,MN + NN$$

$$A^2 + 2\,AB + B^2 = 1$$

وبالتبديل $(0.4605)^2 + 2 (0.4605 \times 0.5395) + (0.5395)^2 = 1$

ثانياً– في حالة السيادة التامة والمتنحية :Complete and Incomplate Dominance

يحتاج حساب التكرارات الوراثية للمورثات التي تظهر بها علاقات السيادة والتنحي إلى طريقة مختلفة عن المستعملة في حالة السيادة التعادلية " طريقة العد المباشر للجينات " لأن الشكل الظاهري للأفراد السائدة لا يدل على التركيب الوراثي وبذلك لا يمكن التمييز بين الأفراد المتماثلة التركيب والأفراد الخليطة التركيب الوراثي للمورث السائد ويلاحظ في هذه الحالة أن التركيب المظهري الوحيد الذي يكون تركيبه الوراثي معروفاً بالتأكيد هو التركيب الفرد المتنحي ومن خلاله يمكننا معرفة التكرارات الجينية " الوراثية " للمورثات السائدة .ففي عينة " عشيرة " من الطلبة عددها " 280 " طالباً وجد أن 198 ذواقين لـ (P T C) و 82 غير ذواقين والمطلوب حساب التكرار الوراثي للأليل P وللأليل p .في هذه العينة ؟

الحل :

$$PP = 198$$

$$Pp = 82$$

إن الفرد ذو التركيب الوراثي pp يتكون من عروستين تناسليتين وكنا قد رمزنا للأليل p بـ B وبذلك يكون التركيب الوراثي أو الشكل الظاهري للفرد المتنحي أو الزيجوت هو $B^2 = BB = PP$ أي أن تكرار المورث pP يكون :

$$B^2 = = 0.2928 \frac{82}{280}$$

فيكون تكرار الأليل p :

$$B = \sqrt{B^2} = \sqrt{0.2928} = 0.5412$$

وحيث أن $A + B = 1.0$

ومنها نستطيع حساب تكرار الأليل السائد بالطرح

$$A + 0.5412 = 1$$

$$A = 1 - 0.5412 = 0.4588$$

تكرار الأليل P

وبتطبيق قانون هاردي – فاينبرج يمكننا حساب تكرارات التراكيب الوراثية الثلاثة التالية:

الجيل الناتج	$PP + 2\,Pp + pp$
قانون هاردي – فاينبرج	$1 = A^2 + 2BA + B^2$
بالتعويض	$1 = (0.4588)^2 + 2(0.4588 \times 0.5412) + (0.5412)^2$
تكرارات التركيب الوراثية	$1 = 0.2105 + 0.4966 + 0.2929$
	$1 = 1$

ويمكننا التأكد من صحة النتائج بحساب مربع كاي بحساب الأعداد المتوقعة من كل تركيب وراثي في العينة ومنه يمكننا الحكم على ما إذا كانت العينة " العشيرة " في حالة توازن بالنسبة لهذه الصفة .

ثالثاً– في حالة الأليلات المتعددة Multiple alleles :

إذا أخذنا في الإعتبار مورثاً ثالثاً مع ملاحظة أننا استعملنا في حالة وجود مورثان علاقة مفكوك ذات الحدين $(A + B)^2$ وكانت السيادة بينها كالتالي ($C > C1 > C2$) موجودة في مستودع الجينات بالتكرارات المقابلة $A = C$, $B = C1$, $D = C2$ وبالتالي فإن تكرارات التراكيب الوراثية الممكن تكوينها في العشيرة والمؤلفة من ثلاثة أليلات يحصل عليها من مفكوك متعدد الحدود $(A + B + D)^2 = 1.00$

$$1 = A^2 + 2AB + AD + B^2 + 2\,BD + D^2$$
$$C \quad C1 \quad C2$$

الأشكال الظاهرية

$CC + 2\,CC1 + CC2 + C1C1 + 2C1\,C2 + C2$ التراكيب الوراثية

ففي حالة مجموعة الدم (ABO) .

عينة مكونة من 23787 فرداً لوحظت الزمر الدموية التالية :

زمرة الدم	العدد " عدد الأفراد "	التكرار النسبي
A	9943	0.418
B	2379	0.100
AB	904	0.038
O	10561	0.444

احسب تكرارات التراكيب الوراثية الممكن تكونها في العشيرة من هذه الأليلات .

ومن أجل هذا نحسب :

1ً– الأليل O $= D^2 = 0.444 \Rightarrow D = \sqrt{0.444} = 0.6663$

2ً– مجموع الشكلين المظهرين (O + A) يحصل عليه من مفكوك ذات الحدين :

$(A + D)^2 = A^2 + 2\,AD + D^2 =$

$(A^2 + D^2) = 0.418 + 0.444 = 0.862$

$A + D = \sqrt{0.862} = 0.9284$

وبالتالي فإن تكرار الأليل A يحصل عليه من عملية الطرح كما يلي :

$$A = (A + D) - D = 0.9284 = 0.6663 = 0.2621$$

3ً- مجموع الشكلين المظهريين (O + B) كذلك يحصل من مفكوك ذات الحدين

$$(B + D)^2 = B^2 + 2\,BD + D^2$$

$$= 0.100 + 0.444 = 0.544$$

$$B + D = \sqrt{0.544} = 0.7376$$

وبالتالي تكرار الأليل B والذي يساوي في المعادلة B

$$B = (B + D) - D = 0.7376 - 0.6663 = 0.0713$$

بعد ذلك نقوم بحساب التكرارات النسبية المتوقعة للأشكال الظاهرية والتركيب الوراثية المختلفة كمايلي

الشكل الظاهري	التركيب الوراثي	التكرار النسبي المتوقع	التكرار المحسوب من العينة
O	C2 C2	D^2	$^2(0.6665) = 0.4440$
A	CC CC2	A^2 2AD	$^2(0.2621) = 0.418$ $2 (0.2621 \times 0.6663)$
B	C1 C1 C1 C2	B^2 2BD	$^2(0.0713) = 0.1005$ $2 (0.0713 \times 0.6663)$
AB	CC1	2 A B	$2 (0.2621 \times 0.0715) = 0.0375$

من الأعداد الناتجة نحسب الأعداد المتوقعة لكل شكل مظهري من أجل حساب مربع كاي للتأكد من أن هذه العشيرة في حالة توازن هاردي – فاينبرج .

رابعاً- في حالة الصفات المرتبطة بالجنس :Sex – linkage

في جميع الحالات السابقة التي درسناها كانت المورثات محمولة على الصبغيات الجسمية . أما في حالة المورثات المرتبطة بالصبغي X منها نلاحظ أن الذكر يكون غير متماثل اللواقح فإنه يحمل المورثات على الصبغي X الذكري فقط نستنتج من هذا أن توزيع مفكوك ذات الحدين لا ينطبق على توزيع التراكيب الوراثية في الذكور ولكنه ينطبق في الإناث . ومن المعلوم أن صفة عمى الألوان " أحمر – أخضر " صفة متنحية مرتبطة بالجنس ويسيطر عليها مورث متنحي (r r) وقد لوحظت أن نسبة المصابين بعمى الألوان هذا تبلغ (0.08) وهي النسبة المتنحية أي تكرار الأليل المتنحي (r) في العشائر الإنسانية فإذا رمزنا لـ r بالرمز B فيكون :

$$r = B = 0.08$$

وبالتالي تكرار المورث السائد المسؤول عن النظر الطبيعي R يكون بعد الرمز له بالرمز A =

$$1 - B = 1.0 - 0.08 = A$$

$$A = 0.92$$

أما التكرارات النسبية المتوقعة للتراكيب الوراثية للإناث هي :

RR	2Rr	rr
xx	xx	xx

$$(A + B)^2 = A^2 + 2AB + B^2$$

وبالتبديل $(0.08)^2 + 2(0.92 \times 0.08) + (0.92)^2$

$$1 = 0.8464 + 0.1472 + 0.0064$$

يلاحظ من هذه النتائج أن التكرار المتوقع للتراكيب الوراثية المتنحية والمصابة بعمى الألوان (r r) هو (0.0064) وهو يماثل إلى حد كبير التكرار المشاهد لهذه الإناث في العشائر الإنسانية عموماً .

خامساً – في حالة الأليلات المرتبطة بالجنس ذات السيادة التعادلية :

في القطط المنزلية ألوان الفرو محكومة بزوج من المورثات المرتبطة بالجنس بسيادة تعادلية C^b , C^y

الأشكال الظاهرية			
أصفر	الألوان الثلاثة (أصفر – أبيض – أسود)	أسود	
$C^y C^y$	$C^b C^y$	$C^b C^b$	إناث
$C^y y$		$C^b y$	ذكور

حيث $A = C^b , B = C^y$

فيكون A = **اختبار موقع للإتزان :**

2 (عدد الإناث الصفراء) + (عدد الإناث بالألوان الثلاثة) + (عدد الذكور الصفراء)

2(عدد الإناث) + عدد الذكور

في حالات السيادة التامة فإن الشكل الوراثي الخليط لا يمكن تمييزه مظهرياً من الشكل الوراثي السائد الأصيل وحيث أنه لا توجد طريقة لمقارنة الأعداد المتوقعة من قانون هاردي – فاينبرج بالبيانات عليها من العينة إلا إذا كانت الأشكال الظاهرية السائدة قد حللت وراثياً بملاحظة نسلها الناتج من التلقيحات الإختبارية فقط .

أما عندما يكون لدينا مورثات ذات سيادة تعادلية يمكننا بسهولة مقارنة نتائجها بقيم الإتزان المتوقعة من خلال حساب مربع كاي .

درجات الحرية :

عدد المتغيرات في اختبارات مربع كاي لقانون هاردي – فاينبرج ليس كما هو في اختبار مربع كاي أي عدد الأشكال المظهرية ناقص واحد فهنا يكون عدد الأشكال الظاهرية أي المتغيرات المشاهدة K =

أما عدد الأليلات أو التكرارات الأليلة = r

فيكون درجات الحرية للأشكال الظاهرية = K – 1

أما درجات الحرية للتكرارات للأليلات = r – 1

فيكون العدد الشامل لدرجات الحرية لقانون هاردي – فاينبرج

$$(K – 1) – (r – 1) = K – r =$$

أما درجات الحرية والتي تشمل على أليلات متعددة تكون درجات الحرية مساوية لعدد الفئات المظهرية ناقص عدد الأليلات .

العوامل المؤثرة على التكرار الجيني : Factors affecting gene frequency

1- العوامل البيئية :

حيث تمنع تبادل المورثات بين العشائر الطبيعية الموجودة في نفس المكان مثل التباين في وقت نضج حبوب اللقاح والبويضات في العشائر المختلفة وكذلك عدم تطابق السلوك أثناء التزاوج .

وكذلك الموانع الطبيعية أو الجغرافية مثل الحواجز المائية والمسافات الشاسعة حيث تمنع هذه العوامل الإتصال بين العشائر ، يلاحظ أن كل عشيرة تتصف بتكرارات وراثية خاصة بها تؤدي إلى تكرارات لأشكال مظهرية تساعد العشيرة على التلاؤم مع الظروف البيئية السائدة في البيئة التي تعيشها .

وتبقى هذه التكرارات الوراثية ثابتة طالما بقيت الشروط البيئية ثابتة أما في حال تغير في الظروف البيئية بدرجة كبيرة فإن التكرارات الوراثية في العشيرة تتغير بدرجة ملحوظة .

2- الطفرات: Mutations

كما نعرف أن الطفرة عبارة عن تغير فجائي واعتباطي في خواص أحد المورثات مما يؤدي إلى التغير في الشكل المظهري المتوقع وتؤدي الطفرات بشكل عام إلى الإختلافات الوراثية الجديدة والتي هي عماد الإنتخاب الطبيعي بالإضافة إلى أنها تساعد على إحداث تغيرات في التكرارات الوراثية في العشائر .

مثلاً : طفور مورث سائد من الحالة السائدة إلى الحالة المتنحية وبإستمرار هذه العملية في نفس الإتجاه سيؤدي في النهاية إلى اختفاء الأليل السائد من العشيرة وقد تحدث الطفرة من الحالة المتنحية إلى الحالة السائدة وتعرف هذه الطفرات بإسم الطفرات العكسية back mutations وبشكل عام تؤدي الطفرات إلى إحالة السائد إلى المورث المتنحي مساوياً معدل الطفرات العكسي وكذلك إذا كان الأليل المتنحي في التركيب الوراثي للفرد لا يضفي فائدة انتخابية معينة عليه نستنتج من هذا أن

للطفرات قدرة على إحداث تغيير في التكرار الوراثي ولا يمكن دراستها بمعزل عن تأثير الإنتخاب Selection .

3- الإنتخاب العام Complete Selection :

سبق شرحه في الجزء الأول .

4- التربية الداخلية : سبق شرحه في الجزء الأول .

5- الإنحراف الوراثي : Random Genetic Drift : في المجتمعات ذات الحجم المحدود . أي تتعرض التكرارات المورثية إلى تغيرات اعتباطية من جيل على آخر .

6- هجرة المورثات Gene Migration :

أي عبارة عن تبادل الأفراد والتهجين مع جماعات أخرى تختلف وراثياً قد تسبب زيادة أو نقص تكرارات بعض المورثات في المستودع المورثي للجماعة المندلية المعنية.

القسم العملي

المقدمة :

اهتم المختصون بتربية الحيوان في تلبية حاجة المستهلك ، ولذا كان من الضروري إيجاد طرق ووسائل تساعد في تأمين هذه الاحتياجات ، فلجأت هذه الجهات المختصة إلى تطبيق القوانين الوراثية في تربية الحيوان من أجل زيادة الإنتاج وتحسينه ، فالوراثة هي الأساس النظري للعمل الجماعي . وبمساعدة علم الوراثة ، وجدت طرق ووسائل جديدة للإنتخاب ، أدت إلى إنشاء سلالات جديدة من الحيوانات ذات نوعية جيدة من اللحم والحليب ،وكذلك بالنسبة للدجاج / لحم – بيض – ريش / وغير ذلك .

في هذا الجزء العملي نهدف إلى إعطاء طلاب الطب البيطري والمهتمين بتربية الحيوان المعلومات الأساسية اللازمة ليأخذ هؤلاء الدور المطلوب في عملية زيادة الإنتاج للحيوانات .

تم تقسيم هذا الجزء إلى جلسات تعالج الموضوعات النظرية بطريقة تتيح للطالب تطبيق المعلومات في الجزء النظري عملياً .

وعرضنا نماذج كثيرة من المسائل الوراثية الخاصة بكل فصل ، على حدة مع مراعاة حل بعضها أثناء الدروس العملية .

ومن هنا فإن تطبيق الأسس العملية في مادة الوراثة البيطرية لابد أن يضفي مجالاً غنياً على المفاهيم الصحيحة للوراثة التطبيقية .

لذلك فتطبيق بعض الدروس العملية في مزارع الحيوانات والمداجن يعطي الطالب حرية التفكير السليم المبني على الواقع والتطبيق ، ويهيء له خبرة واسعة ليكون ذلك عوناً له في حياته العملية المستقبلية آملا أن أكون وفقت في تحقيق الهدف المرجو .

المؤلف

مفردات الجلسات العملية

* الجلسة العملية الاولى:الهجونة الأحادية والسيادة التامة
* الجلسة العملية الثانية:الهجونة الاحادية السيادة غير التامة
* الجلسة العملية الثالثة: الهجونة الثنائية
* الجلسة العملية الرابعة: تعبير الجينات وتفاعلها
* الجلسة العملية الخامسة: الاحتمالات ومربع كاي
* الجلسة العملية السادسة: الاليلية وتعدد الاثر
* الجلسة العملية السابعة: تعيين الجنس والوراثة المرتبطة بالجنس
* الجلسة العملية الثامنة: الجينات المميتة
* الجلسة العملية التاسعة:الامراض الوراثية
* الجلسة العملية العاشرة :الارتباط والعبور ورسم الخريطة الكروموسومية
* الجلسة العملية الحاديةعشرة:الشذوذات الكروموسومية
* الجلسة العملية الحادية عشر:وراثة العشائر\ انزانهاردي–وينبرغ\
* الجلسة العملية الثانية عشر: الوراثة الكمية

الجلسة العملية الأولى
الهجونة الأحادية(قانون الانعزال)

بعض التعاريف الاساس:

تعريف الهجونة الأحادية–السيادة التامة–الشكل الظاهري–التركيب الوراثي الأصيل والهجين–الصفة المتنحية–الجيل الأول–الجيل الثاني–النسبة الوراثية–التلقيح الرجعي–التلقيح الاختباري–درجة الثقة.

– إجراء التزاوجات بين الآباء ومن ثم بين أفراد الجيل الأول :

– **المواد والأدوات :**

1– حيوانات تجارب سريعة التكاثر (فئران–ارانب.....) .

2– إجراء التزاوج بين ذكور هذه الحيوانات وإناثها .

3– التهجين بين أفراد الجيل الأول داخليا.

4– التهجين بين أفراد الجيل الأول مع آبائها(رجعيا) .

أمثلةعن السيادة التامة:

١–يوجد زوج من المورثات يحكم لون الجلد في خنزير غينيا ، مورث سائد (B) ينتج اللون الأسود ومورثه المتنحي ينتج اللون الأبيض (b) .

أوجد الطرز الممكنة للتزاوج بين التراكيب الوراثية الثلاثة الممكنة .

٢–الفراء الأسود لخنازير غينيا صفة سائدة واللون الأبيض هو الصفة المتنحية ، إذا لقح فرد أسود نقي من خنازير غينيا مع فرد أبيض والمطلوب:

اجري الحل الوراثي للجيل الأول والثاني واحسب نسبة الافراد السوداء الممكنه(صافية وهجينة) في الجيل الثاني.

٣-إذا لقحت أنثى من سلالة الأبقار الفريزيان هولشتاين سوداء اللون سائدة (B) تلقيحاً اختبارياً ، وأنتجت نسلاً من فردين في ثلاثة ولادات متتالية ، وكانوا جميعاً ذو لون أسود :

– ما هو التركيب الوراثي المحتمل لهذه الأنثى ؟

–ما هي درجة الثقة لهذا التركيب المقترح ؟علما ان اللون الاسودهوسائد .

٤– غياب الاصطباغ في جلد الانسان ، المعروف بإسم ظاهرة الألبينو أو الامهق ، يحدث كنتيجة لوجود أليل متنحي (a) بينما الاصطباغ العادي يحدث كنتيجة لوجود الأليل السائد (A) .

تزاوج فردان عاديان وأنجبا طفلاً أمهق ، عين درجة احتمال :

أ– أن يكون الطفل التالي كذلك أمهق (الولادة الثانية).

ب– الطفلين التاليين يكونا أمهقين(ولادة توأمية) .

ج- ما هي فرصة أن ينجب هذان الأبوان طفلين ، أحدهما أمهق والآخر عادي .

٥- الجين السائد (+) مسؤول عن الطراز البري للون الجسم(رمادي) في الدروسوفيلا ونظيره المتنحي (b) مسؤول عن إنتاج لون الجسم الأسود . أجري تلقيح اختباري لأنثى من الطراز البري حيث أعطى في الجيل الأول (٥٢) أسود إلى (٥٨) طراز بري . فإذا لقحت طراز الجيل الأول البرية الطراز مع أخوتها السوداء اللون فما هي النسب الوراثية والمظهرية المتوقعة في الجيل الثاني .

حلل النتائج مستخدماً الرموز الوراثية الواردة .

٥- يعزى الشعر القصير في الأرانب إلى الجين السائد (L) بينما الشعر الطويل إلى أليله المتنحي (l) وعند التلقيح بين أنثى قصيرة الشعر مع ذكر طويل الشعر نتجت بطن من الأرانب مكونة من (١) طويل الشعر و (٧) قصيرة الشعر .

أ- ما هي التراكيب الوراثية للآباء ؟

ب- ما هي النسبة الظاهرية المتوقعة في الجيل الناتج ؟

ج- كم من الأرانب الثمانية كان من المتوقع أن تكون طويلة الشعر ؟

٦- الصوف الأسود في الأغنام يعزى إلى الأليل المتنحي (b) بينما يعزى الصوف الأبيض إلى الأليل السائد (B) . لقح خروف أبيض (ذكر) مع نعجة بيضاء (أنثى) ، وكلا الحيوانين يحمل أليل اللون الأسود . ونتج عنهما خروف أبيض لقح رجعياً مع أمه .

- ما درجة احتمال أن يكون نسل التلقيح الرجعي أسود اللون .

٧-الجيل السائد (W) ينتج الشعر السلكي القوام في الكلاب ، واليله المتنحي (w) ينتج الشعر الناعم لقحت مجموعة من الأفراد سلكية الشعر خليطة التركيب بعضها البعض ثم لقح نسل الجيل الأول اختبارياً .

-عين النسب الوراثية والمظهرية المتوقعة في نسل التلقيح الاختباري .

٨- يحكم لون فراء الثعالب الأسود الفضي اليل متنحي هو (b) بينما يحكم اللون الأحمر أليله السائد (B) . عين النسب الوراثية والظاهرية من التلقيحات التالية :

أ- أحمر أصيل نقي × أحمر خليط .

ب- أحمر خليط × أسود فضي .

ج- أحمر نقي × أسود فضي .

٩- في الماشية صفة عدم وجود القرون (P) سائدة على وجود القرون (pp) لقح ثور عديم القرون ثلاث بقرات فأعطت البقرة (أ) وهي ذات قرون عجلاً عديم القرون ، والبقرة (ب) وهي أيضاً ذات قرون عجلاً ذا قرون ، والبقرة (ج) وهي عديمة القرون عجلاً ذا قرون فما هي التراكيب الوراثية للآباء الأربعة ؟ وما هو مظهر ما يتلو ذلك من النسل التي تتوقعها من هذه التلقيحات .

١٠- لقحت أنثيان من الفئران من اللون الأسود بذكر بني ، وفي عدة ولادات أنتجت الأنثى الأولى (٩) أسود و (٧) بني وانتجت الثانية (٥٧) أسود .

- ما هي استنتاجاتك الخاصة بوراثة لون الفراء الأسود والبني في الفئران ؟
- ما هي التراكيب الوراثية للآباء في هذه الحالة ؟

١١- في الدروسوفيلا ، يعزى لون العين البني الداكن إلى وجود أليل متنحي (r) بينما يعزى الطراز البري (لون العين الأحمر) إلى الأليلي السائد (R) . فإذا لقحت إناث لون عيونها بني داكن مع ذكور برية الطراز نقية .

ما هي التراكيب لوراثية والأشكال الظاهرية المتوقعة إذا ما لقحت ذكور الجيل الثاني رجعياً مع إناث من جيل الآباء لون عيونها بني داكن ؟

١٢- أجري تلقيح في نبات البازلاء بين نبات طويل الساق أصيل سائد (T) وآخر قصير الساق أصيل متنحي (t) .

-ما هو مظهر أفراد الجيل الأول والجيل الثاني

-ما هو مظهر النسل الناتج من تلقيح الجيل الأول F1 بالأب الطويل الساق والأب القصير الساق .

١٣- إذا رمزنا لأليل الطول بالرمز T ولأليل القصر بالرمز t ، فما هي الأعراس التناسلية التي تكونها الآباء ، وما طول النسل (طويل أو قصير) الناتج من كل من هذه الأعراس التناسلية .

1- $Tt \times tt$
2- $TT \times Tt$
3- $Tt \times Tt$

إذا قمنا بتلقيح نبات طويل الساق بآخر قصير الساق ، نتج نسل نصفه تقريباً طويل الساق والنصف الآخر قصير الساق ، فما هي التراكيب الوراثية للآباء .

الجلسة العملية الثانية

السيادة غير التامة

تعريف: السياده الغير تامة–النسبة الوراثية الناتجة– مقارنه مع السيادة التامة– الشكل الظاهر في السيادة الغير تامة–جدوى التلقيح الاختباري.....

١– ألوان الجلد في قطيع أبقار الشورتهورن نموذجاً تقليدياً للأليلات متعادلة السيادة ، فاللون الأحمر محكوم بالتركيب الوراثي C^RC^R ، والطوبي (خليط من الأحمر والأبيض) بالتركيب C^RC^W ، والأبيض بالتركيب الوراثي C^WC^W .

أ– إذا لقحت أفراد لونها طوبي مع بعضها البعض ، فما هي الأشكال الظاهرية ونسبها والتراكيب الوراثية في النسل الناتج .

ب– إذا لقحت أفراد حمراء مع أخرى طوبية ، وتركت أفراد الجيل الأول لتلقيح بعضها البعض لإنتاج الجيل الثاني(تلقيح داخلي) ، ما هي نسبة أفراد الجيل الثاني المتوقع ان يكون لونها طوبياً وكذلك لبقية الألوان .

٢– عندما تتزاوج أفراد الدجاج الأزرق الأندلسي فيما بينها ، فإن النسل الناتج يكون أبيض منقط وأزرق أندلسي وأسود بنسبة 1 :2:1 على الترتيب .

أ– كيف تتوارث ألوان الريش هذه .

ب– اذكر التراكيب الوراثية لكل طراز مظهري .

٣– لون فراء خنازير غينيا الأصفر ينتج في وجود التركيب الوراثي الأصيل Y Y ، ولون الكريم في وجود التركيب الوراثي الأصيل W W .

ما هي التراكيب الوراثية والأشكال الظاهرية والنسب التي تنتج عندما تتزاوج أفراد لونها كريم مع بعضها ؟

٤– في الدجاج ، الحالة الخليطة لمورثي الريش(المجعد F والأملس f متوسط التجعد Ff).

ما شكل النسل وما هي النسبة الوراثية الذي تعطيه دجاجة متوسطة التجعيد إذا ما لقحت مع ديوك شكل ريشها كما يلي :

أ– مجعد .

ب– متوسط التجعيد .

ج- أملس .

٥- إذا أجري تلقيح بين نبات ميرابيليس أحمر الزهرة وآخر أبيض الزهرة فما هو لون الزهرة في الجيل الأول وفي الجيل الثاني ؟

وما لونها في النسل الناتج من تلقيح الجيل الأول بالأب الأحمر وبالأب الأبيض ؟

كيف يمكنك إنتاج بذور ميرابيليس تعطى كلها إذا ما بذرت نباتات قرنفلية الأزهار .

٦- في حنك السبع لون الزهرة R سائد سيادة غير تامة على الأبيض r ، والحالة الخليطة قرنفلية ، والأوراق العريضة B سيادتها غير تامة على الأوراق الضيقة b ، والحالة الخلطية متوسطة عرض الورقة .

إذا لقح نبات أحمر الزهرة عريض الأوراق بآخر أبيض الزهرة ضيق الأوراق ، فما هو مظهر أفراد الجيل الأول وافراد الجيل الثاني والنسب الوراثية ؟

٧- في نبات البازلاء صفة طول الساق T سائدة على صفة قصر الساق t والقرون الخضراء G سائدة على الصفراء g .

فإذا لقح نبات البازلاء قصير أخضر أصيل بآخر طويل أصفر أصيل فما مظهر أفراد الجيل الأول ؟ وما هو مظهر النسل الناتج من تلقيح الجيل الأول بالأب القصير الأخضر ، وبالأب الطويل الأصفر ؟

٨- تنتج نباتات البندوره الطويلة بفعل المورث السائد D ، وتنتج النباتات القزمية بنظيره المتنحي d ، كذلك تنتج السيقان المشعرة بالجين السائد H والسيقان غير المشعرة بنظيره المتنحي h . فإذا لقح نبات ثنائي الهجين طويل مشعر تلقيحياً اختبارياً أي مع الأب المتنحي . ولوحظ أن النسل في الجيل الأول يتكون من ١١٨ طويل مشعر : ١٢١ قزمي غير مشعر : ١١٢ طويل غير مشعر/ ١٠٩ قزمي مشعر.

1- اجري الحل الوراثي .

2- ما هي النسبة بين الطويل والقزمي وبين المشعر وغير المشعر ؟

3- هل هذان الموقعان يتوزعان مستقلين عن بعضهما البعض ؟

٩- في القرع الصيفي يتحكم في لون الثمرة الأبيض الأليل السائد W والثمار الصفراء اللون يحكمها أليلة المتنحي w . ويوجد أليل سائد في موقع آخر (S) ، ينتج الثمار القرصية الشكل وأليلة المتنحي (s) تنتج عنه ثمار مستديرة الشكل .

لقح صنف أبيض قرصي أصيل تركيبه الوراثي (WWSS) مع صنف أصفر مستدير أصيل (wwss) ، وكان الجيل الأول كله أبيض قرصي ثنائي الهجين تركيبه الوراثي (WwSs) . فإذا سمح للجيل الأول بالتزاوج العشوائي ، فما هي النسبة المظهرية التي تتوقعها في الجيل الثاني ؟

١٠- شكل الفجل قد يكون مستطيلاً LL أو مستديراً 'L 'L أو بيضاوياً 'LL كما أن اللون قد يكون أحمر (RR) أو أبيض ('R R) أو أرجواني ('RR) .

فإذا اجري التلقيح بين سلالة مستطيلة بيضاء وسلالة مستديرة حمراء ، فما هي الأشكال الظاهرية والنسبة الناتجة في الجيل الأول والثاني ؟

١١- افترض أن التلقيح بين سلالتين من الفجل (انظر المسألة السابقة) أنتج نسلاً يتكون من (١٦) مستطيلاً أبيض ، (٣١) بيضاوياً أرجوانياً (١٦) بيضاوياً أبيض ، (١٥) مستطيلاً أحمر ، (١٧) بيضاوياً أحمر ، (٣٢) مستطيلاً أرجواني ، ما هي الطرز المظهرية للآباء ؟

الجلسة العملية الثالثة

الهجونة الثنائية

تعريف الهجونة الثنائية –التوزع المستقل– المورثات المرتبطة– الهجونة الثلاثية – اكثر من الهجونة الثلاثية– طرق الحل

الامثلة:

١– لون الجلد الأسود في الأبقار يحكمه أليل سائد (B) لون الجلد الأحمر يحكمه الأليل المتنحي (b) بينما اللون الكامل بالأليل السائد لموقع آخر (S) والذي ينعزل مستقلاً عن الموقع الأول ، والمنقط للون يحكمه الأليل المتنحي (ss) لقحت أنثى حمراء كاملة اللون بذكر أسود كامل اللون وأنتجا فردين أسودين كاملي اللون ، (٢) أحمر كامل اللون (١) أسود منقط بالأبيض و (١) أحمر منقط بالأبيض ، ما هي التراكيب الوراثية للآباء .

٢– تنتج دجاجات العرف البازلائي بفعل الأليل السائد (P) وتنتج دجاجات العرف المفرد بأليله المتنحي (pp) كذلك ينتج اللون الأبيض بفعل الأليل السائد (w) وينتج اللون الملون بفعل أليله المتنحي (ww) . فإذا لقح دجاج ثنائي الهجين بازلائي العرف أبيض اللون تلقيحاً اختبارياً ، ولوحظ أن النسل في الجيل الأول يتكون من (121) مفرد ملون (112) بازلائي العرف ملون (109) مفرد أبيض ، (118) بازلائي أبيض .

أ– حلل هذا التلقيح .

ب– ما هي النسبة بين البازلائي والمفرد (العرف) وبين اللون الأبيض والملون ؟

ج– هل هذان الموقعان يتوزعان مستقلين عن بعضهما البعض ؟

3– الأليل السائد (L) يحكم الشعر القصير في خنازير غينيا وأليفة المتنحي (l) يحكم الشعر الطويل . بينما الأليلات متعادلة السيادة في موقع آخر يتوزع مستقلاً عن الموقع الأول تحدد لون الشعر ، حيث YY = أصفر و YW = أبيض . من التزاوج بين خنازير ثنائية الهجين قصيرة الشعر لونها كريم (LlYW) أوجد النسبة المظهرية المتوقعة في النسل .

4– في الدروسوفيلا ينتج لون الجسم الأبنوسي بالجين المتنحي (e) ولون جسم الطراز البري (الرمادي) بفعل أليله السائد (+) . والجناح العادي (الطراز البري) بأليله السائد (+) . فإذا لقحت حشرات طراز بري ثنائية الهجين بعضها البعض وأنتجت نسلاً من (256) حشرة ، كم عدد الحشرات المتوقعة في كل طراز مظهري ؟ .

5- الشعر القصير في الأرانب محكوم بالجين السائد (L) بينما الشعر الطويل بأليله المتنحي (ll) . والشعر الأسود ينتج من فعل التركيب الوراثي السائد (B) والبني من التركيب الوراثي المتنحي (bb)

أ- عند التلقيح بين الهجين الثنائي قصير اسود مع أرانب أصيلة بنية قصيرة . ما هي التراكيب الوراثية والأشكال الظاهرية والنسبة الناتجة في النسل ؟

ب- عين النسب الوراثية والمظهرية المتوقعة في النسل الناتج من التلقيح (LlBb × Llbb) .

6- في الدواجن ، ينتج العرف بالأليل السائد (C) بينما الرأس الأملس (بدون عرف) بأليلة المتنحي (cc) . ولون الريش الأسود (R) سائد على الأحمر (rr) . فإذا لقح طائر الريش أملس الرأس أصيل التركيب مع طائر أحمر ذو عرف أصيل التركيب فما هي النسب المظهرية والوراثية المتوقعة في نسل التلقيح الاختباري لأفراد الجيل الثاني السوداء ذات العرف ؟

ملحوظة : تذكر أن تحصي التكرارات الوراثية المختلفة في هذا الطراز المظهري .

7- الدجاج الرومي البرونزي اللون يعتمد على أليل واحد سائد على الأقل (R) والرومي الأحمر اللون أصيل التركيب للأليل المتنحي (rr) .

ويوجد جين آخر سائد (H) ينتج الريش العادي ، والتركيب الوراثي المتنحي (hh) ينتج ريشاً يفتقد قوام النسيج ، وهي جالة تسمى (مشعر) . عند التلقيح بين طيور برونزية مشعرة أصيلة التركيب وطيور حمراء عادية الريش أصيلة ، ما هي نسبة أفراد الجيل الثاني التي ستكون :

أ- التركيب الوراثي Rrhh .

ب- الطراز المظهري برونزي مشع .

ج- التركيب الوراثي rrHH .

د - الطراز المظهري أحمر عادي الريش .

هـ- التركيب الوراثي RrHh .

و- الطراز المظهري برونزي عادي الريش .

ز- التركيب الوراثي rrhh .

ل- الطراز المظهري أحمر عادي الريش .

م- التركيب الوراثي RRHh .

8- كان النسل الناتج من تزاوج ديك أرجلة مغطاة بالريش وردي العرف بدجاجة عارية الأرجل وردية العرف جميعه أرجله مغطاة بالريش ومعظمه وردي العرف ، ولكن ظهرت به بعض الأفراد المفردة العرف . فما هي التراكيب الوراثية للآباء ؟ وما هو النسل المتوقع من تلقيح هذه الدجاجة بذكر من نسلها ذي أرجل مغطاة بالريش مفرد العرف ؟

9- في الإنسان افترض أن الجلد الأبقع سائد (S) على العادي ss وأن الشعر الصوفي (W) سائد على العادي (ww) . أذكر التراكيب الوراثية والفئات المظهرية للأطفال المتوقعة من زواج رجل أبقع (Ssww) بإمرأة صوفية الشعر (ssWw) . وإذا كانت S و W تتوزع توزيعاً حراً فباي النسب تظهر الفئات المظهرية المختلفة في الأطفال .

10- من المعروف أن لون الريش في الدجاج يحكمه موقع جيني به أليلان متعادلا السيادة حيث التركيب الوراثي BB = أسود ، bb = أبيض منقط ، Bb = أزرق . ويوجد موقع آخر به زوج من الأليلات المتعادلة السيادة يحكم مظهر الريش حيث FF = مجعد و ff = ريش عادي و Ff = متوسط التجعيد .

فإذا لقحت طيور زرقاء مجعدة معتدلة بعضها البعض ، فما هي النسب المظهرية المتوقعة في النسل الناتج .

11- في الدجاج لون الريش الأبيض في الليجهورن سائد على اللون الملون ، والأرجل المغطاة بالريش على العارية ، والعرف البازلائي على المفرد . إذا أجري تلقيح بين ظائر أبيض أرجله مغطاة بالريش باسلائي أصيل وآخر ملون عاري مفرد . فما نسبة الأفراد المغطاة البيضاء الباسلائية في الجيل الثاني لهذا التلقيح التي سيثبت أنها اصيلة إذا ما لقحت بطيور ملونة عارية مفردة ؟

12- عند التلقيح بين الآباء (AABBCCDDEE × aabbccddee) :

أ- كم عدد أنواع الأعراس التناسلية الممكن تكوينها في الجيل الأول .

ب- كم عدد أنواع التراكيب الوراثية المختلفة المتوقعة في الجيل الثاني .

ج- كم عدد المربعات اللازمة في رقعة شطرنجية حاميطية لحصر الجيل الثاني .

13- أجري تلقيح اختباري لسلالة نقية من بسلة مندل ، وكان بها الأليلات السائدة للجينات السبعة التي استخدمت والتي تتوزع توزيعاً حراً .

أ- كم عدد أنواع الجاميطات المختلفة التي يمكن لكل أب أن ينتجها ؟

ب- كم عدد أنواع الجاميطات المختلفة التي يمكن للجيل الأول أن ينتجها ؟

ج- إذا أجري تلقيح اختباري للجيل الأول ، فكم عدد الطرز المظهرية التي يمكن توقعها في النسل وبأي نسب .

د- كم عدد التراكيب الوراثية التي يمكن توقعها في الجيل الثاني .

14- في الدجاج الأرجل المغطاة بالريش F سائدة على الأرجل العارية f ، والعرف الوردي R سائد على العرف المفرد r . تزاوج ديكان (أ) و (ب) مع دجاجتين (ج) و (د). وكانت الطيور الأربعة مغطاة بالريش وأعرافها وردية . أعطى الديك (أ) مع كلا الدجاجتين نسلاً جميع أرجله مغطاة بالريش وردية العرف وأعطى الديك (ب) مع الدجاجة (ج) نسلاً بعضه أرجله مغطاة بالريش وبعضه عاري الأرجل

وجميعه وردي العرف ، ولكنه أعطى مع الدجاجة (د) نسلاً جميع أرجله مغطاة بالريش بعضه وردي العرف وبعضه مفرد العرف . فما هي التراكيب العاملية (الوراثية) لهذه الطيور الأربعة .

15- في الدجاج لون الريش الأبيض في الليجهورن سائد على الملون ، والأرجل المغطاة بالريش على العارية ، والعرف البازلائي على المفرد .

إذا أجري تلقيح بين طائر أبيض ارجله مغطاة بالريش بازلائي العرف أصيل وآخر ملون عاري مفرد

فما نسبة الأفراد البيضاء المغطاة الأرجل البازلائية العرف في الجيل الثاني لهذا التلقيح التي سيثبت أنها أصيلة إذا ما لقحت بطيور ملونة عارية مفردة ؟

16- لدى تهجين ذبابتي خل وحشيتين نتج نسل كانت جميع أفراده وحشية بدورها . ولكن تلقيح ذبابات الجيل الأول بذبابات ثنائية التنحي vgevge (مختزنة الجناح vg ، طافرة اللون e) أظهر النتائج التالية :

أ- 1/4 من التهجينات الاختبارية أعطت نسلاً توزع بين أربع فئات تبعاً للشكل المظهري للصفتين وبنسب متساوية : 1/4 من الذبابات وحشية كلتا الصفتين (++) ، 1/4 وحشية الجناح طافرة اللون (+ e) ، 1/4 طافرة الجناح وحشية اللون (+vg) ، 1/4 طافرة لكلتا الصفتين (vge) .

ب- 1/4 من التهجينات الاختبارية أعطت نسلاً جميع أفراده وحشية لكلتا الصفتين (++).

ج- 1/4 من التهجينات الاختبارية أعطت نسلاً نصفه وحشي للصفتين (++) ونصفه وحشي اللون مختزل الجناح (+vg) .

د- 1/4 من التهجينات الاختبارية أعطت نسلاً نصفه وحشي للصفتين (++) ونصفه وحشي الجناح طافر اللون (e +) .

فما هو التركيب الوراثي للذبابتين الوحشيتين اللتين بدأنا بهما . وما هي التراكيب الوراثية لأفراد نسلها الذي أعطى النتائج الاختبارية المبينة أعلاه .

الجلسة العملية الرابعة

تعبير الجينات وتفاعلها

1- إذا لقحت فئران صفراء أصيلة AAbb مع فئران سوداء أصيلة التركيب الوراثي (aaBB) ، وكان الجيل الأول جميعه رمادي اللون . والتزاوج بين أفراد الجيل الأول أنتج جيلاً ثانياً يتكون من (10) أصفر ، (28) رمادي ، (2) كريم ، و (8) أسود .

أ- كيف تتوارث هذه الألوان ؟

ب- بين بإستخدام الرموز الوراثية ، التراكيب الوراثية لكل لون .

ج- ما هو عدد الفئران المتوقع أن يكون لونها كريم من أفراد الجيل الثاني الثمانية وأربعين .

د- حلل البيانات بإختبار مربع كاي .

2- من المعروف أن أشكال العرف الأربعة في الدواجن يحكمها موقعان جينيان . فالتركيب الوراثي R P – ينتج العرف الجوزي ، وهو المميز لقطيع مالات R – pp ينتج العرف الوردي ، المميز لقطيع الويندوت ، rrP- ، ينتج العرف المفرد ، المميز لقطيع الليجهورن .

أ- إذا لقح ويندوت نقي مع براهما نقي ، فما هي النسب المظهرية المتوقعة في الجيل الأول والجيل الثاني .

ب- لقحت دجاجة مالاي مع ديك ليجهورن وأنتجت دستة من البيض ، نما ثلاثة منها إلى طيور ذات عرف وردي و تسعة إلى طيور ذات عرف مالاي . ما هو التركيب الوراثي المرجح للدجاجة ؟

ج- عين نسبة طرز العرف المختلفة المتوقعة في النسل الناتج من كل من التلقيحات التالية:

1- Rrpp × RrPP

2- rrPp × RrPp

3- rr PP × RR Pp

4- Rr Pp × rr pp

5- Rr Pp × Rr Pp

6- Rr pp × rr Pp

3- أنتج التزاوج بين فئران سوداء ذات تركيب وراثي متطابق نسلاً (14) كريم وأسود (47) وألبينو (19) .

أ- ما هي نسبة التفوق التي تقترب من نسبة هذا النسل ؟

ب- ما هو طراز التفوق الذي يعمل هنا ؟

ج- ما هي التراكيب الوراثية للآباء والنسل (استخدام رموزاً عندك) .

د- حلل البيانات بإختبار مربع كاي .

4- اجري تزاوج بين ديك ذي عرف جوزي ودجاجات ذوات عرف بازلائي فنتج (58) فرداً جوزي العرف و (61) فرداً بازلائي العرف و (23) فرداً وردي العرف و (20) فرداً مفرد العرف ، أجري الحل الوراثي واستنتج قيمة مربع كاي .

5- هناك ثلاثة أشكال مميزة لثمار القرع الصيفي : الشكل القرصي – الشكل المستطيل – والشكل المستدير .

لقح صنف قرصي نقي مع صنف مستطيل نقي ، وكان الجيل الأول كله قرصي الشكل . ومن (80) فرداً في الجيل الثاني كان هناك (30) مستدير الشكل و (5) مستطيل الشكل و (45) قرصي الشكل .

أ- اختصر أعداد الجيل الثاني إلى أقل نسبة ممكنة .

ب- ما هو طراز التفاعل المتحكم في هذه الحالة .

ج- احسب مربع كاي .

6- أجري تزاوج بين دجاجات ذوات عرف بازلائي وديوك ذوات 1 عراف وردية فنتجت الفئات التالية : (16) جوزي و (16) وردي ، و (15) بازلائي و (17) مفرد . استنتج التراكيب الوراثية واحسب قيمة مربع كاي .

الجلسة العملية الخامسة الاحتمالات ومربع كاي

١- فك ذات الحدين $(P + q)5$.

٢- ما هو احتمال وجود ذكرين في عائلة ما وأربع بنات لعدد من السوائل .

٣- رميت عملة معدنية عشر مرات وأظهرت الوجه إلى الأعلى (٦) مرات وأظهرت (٤) مرات :

آ

ا- هل تعتبر هذه النتائج متمشية مع النسبة المتوقعة (٥٠-٥٠) ؟ .

ب- إذا رميت العملة ١٠٠ مرة بالمقدار النسبي نفسه لإنحراف عن النسبة المتوقعة . هل ما زال الفرض النظري مقبولاً ؟

ج- ما هو الاستنتاج الذي يمكن استنباطه من نتائج (أ) و (ب) ؟

٤- نتج عن التهجين بين دجاج الوايندي ذو العرف الوردي مع اللجهورن ذو العرف المفرد المتنحي ، أن جميع دجاج الجيل الأول وردية العرف . ومن بين (٤٠٠) من دجاج الجيل الثاني (٩٠) دجاجة مفردة العرف . ويفترض أن زوجاً واحداً من الأليلات هو المسؤول اختبر هذا الفرض .

٥- أجري حصر لعدد (١٦٠) عائلة لكل منها أربعة أولاد وكانت النتائج كالتالي :

بنات	٤	٣	٢	١	٠
أولاد	٠	١	٢	٣	٤
عائلات	٧	٥٠	٥٥	٣٢	١٦

هل يتفق توزيع العائلات مع الفرض النظري بأن أعداد الأولاد والبنات متساوية .

٦- احسب عدد درجات الحرية عند اختبار النسب :

(آ) ٣:١ ، (ب) ٩:٣:٣:١ ، (ج) ١:٢:١ (د) ٩:٣:٤ . احسب عدد درجات الحرية عند تطبيق اختبار مربع كاي على النتائج المتحصل عليها من (هـ) التلقيح الإختباري للهجين الثنائي ، (و) التلقيح الإختباري للهجين الثلاثي ، (ز) التهجين بين هجين ثلاثي X هجين ثلاثي .

٧- إن تلقيح دجاجات وديوك السلالة البيضاء المنقطة ينتج ضمن النسل وعدده (٤٦) فرداً، (٢٠) فرداً منقطاً و (١٦) فرداً أسوداً . و(١٠) أفراد ذوات ألوان أبيض نقي ، كيف تورث هذه الصفة ؟ وما هو عدد الصيصان المتوقعة في كل طراز ؟ .

ثم احسب مربع كاي للتأكد من صحة الفرض النظري .

٨- التلقيح بين خنزير أسود أحادي الظلف سائد مع إناث شقراوات ثنائية الظلف قد أعطى نسلاً كله أسود اللون أحادي الظلف . أما عند التلقيح بين أفراد الجيل الأول رجعياً – مع الأمهات المتنحية قد أعطى (٨) أفراد سوداء أحادية الظلف و (٩) شقراء أحادية الظلف و (١١) سوداء ثنائية الظلف و (١٤) شقراء ثنائية الظلف :

آ- كيف تورث هاتان الصفتان وما هي النسبة الناتجة من التلقيح الرجعي ؟ .

ب- استنتج قيمة مربع كاي .

٩- أجري تزاوج بين ثور من سلالة الفريزيان – هوليشتاين أسود عديم القرون سائد مع أبقار حمراء عديمة القرون ، فنتجت ثمانية عجول سوداء عديمة القرون وأربعة عجول سوداء ذات قرون ،أجري الحل الوراثي واستنتج التراكيب الوراثية ، واستنتج قيمة مربع كاي .

١٠- من المسألة رقم (٨) إذا أجري تزاوج بين هجين ثنائي أسود أحادي الظلف ونتج نفس العدد لكل فئة من الفئات السابقةاحسب مربع كاي .

١١- في بازلاء الأكل لون الفلقة الأصفر (G) سائد على الأخضر (gg) وشكل القرن (C) المنتفخ سائد على الشكل المحزز (cc) . وعند دراسة هاتين الصفتين معاً في هجين ثنائي ذاتي الإخصاب ، ظهر النسل بالأعداد التالية :

(١٩٣) أخضر منتفخاً ، (١٨٤) أصفر محززاً ، (٥٥٦) أصفر منتفخاً ، (٦١) أخضر محززاً .

احسب مربع كاي بعد إجراء الحل الوراثي .

١٢- يوجد في الدجاج حالة وراثية خليطة تسمى (زاحف) تعطي أرجل وأجنحة قصيرة ومشوهة ، مما يعطي الطائر مظهر منخفضاً وعريضاً . ينتج عن التزاوج بين الطيور الزاحفة : (٧٧٥) زاحفة (٣٨٨) عادياً .

آ- هل يعتبر الفرض النظري بنسبة ٣ :١ مقبولاً ؟ .

ب- هل النسبة ٢:١ تنطبق أفضل على البيانات ؟ .

ج- ما هو الشكل المظهري المحتمل الحصول عليه من الجين المسؤول عن صفة زاحف عندما يكون في حالة أصيلة .

١٣- سلالة البنتام السوداء ذات العرف الوردي أصيلة للمورثين R . C ، المسؤولين على شكل العرف ولون الريش ، بينما تكون البنتام البيضاء ذات العرف المفرد المتنحية للمورثين المذكورين وقد أعطت التلقيحات النتائج التالية :

ا لنسل الناتج	الأباء		
عرف مفرد وريش أبيض	عرف مفرد وريش أسود	عرف وردي وريش أبيض	عرف وردي وريش أسود

١٣	١	٨	١٢	عرف مفرد وريش أبيض	X	عرف وردي وريش أسود
٠	٠	١٣	٩	عرف مفرد وريش أبيض	X	عرف وردي وريش أسود
٥	١٣	١٧	٣٠	عرف وردي وريش أبيض	X	عرف وردي وريش أسود
٠	١٣	٠	٢٧	عرف وردي وريش أبيض	X	عرف وردي وريش أسود

١٤- عن طريق إيجاد قيم X2 و P قدر درجة انطباق كل من الخمسة بيانات لأفراد الجيل الثاني للنسبة ٩:٣:٣:١ ، وبين أيها يمكن اعتباره متفقاً مه هذه النسبة ، وأيها لا يمكن اعتباره كذلك :

البيان	A B	A b	A B	A b
١	٣١٥	١٠٨	١٠١	٣٢
٢	٥١	١١	١٦	٢
٣	٨٦٠	٣١٥	٣٤٠	١١٧
٤	٧٥	٣٥	٤١	٩
٥	١٧٧٠	٦١٠	٦١٨	٢٠٢

تعيين الجنس والوراثة المرتبطة بالجنس

1- يؤدي وجود جين متنحي (tra) في صورة نقية إلى تحويل أنثى الدروسوفيلا (X / X) إلى ذكور مظهرية . وكل الذكور (المحولة) هذه تكون عقيمة . ولا يوجد تأثير لهذا الجين في الذكور (x / y) فإذا حدث تهجين بين أنثى خليطة في موقع (tra) وذكر متنح أصيل للموقع نفسه ، فما هي النسبة الجنسية المتوقعة في الجيل الأول والثاني ؟

2- يوجد جين سائد مرتبط بالجنس (B) يؤدي إلى ظهور خطوط بيضاء على الدجاج الأسود البالغ كما في حالة قطيع بليموث بيضاء على الدجاج الأسود البالغ كما في حالة قطيع بليموث روك المخطط . وتظهر على الكتاكيت الحديثة الفقس التي ستصبح مخططة فيما بعد ، بقعة بيضاء في قمة الرأس .

والمطلوب :

أ- كتابة نتائج التهجين حتى الجيل الثاني بين ذكر مخطط أصيل وأنثى غير مخططة .

ب- إيجاد نتائج التهجين العكسي حتى الجيل الثاني بين ذكر غير مخطط أصيل وأنثى مخططة .

ج- هل ستكون كل التهجينات السابقة مفيدة في تحديد جنس كتاكيت الجيل الأول عند الفقس ؟

3- يعطي جين متنح مرتبط بالجنس في الدروسوفيلا (v) لون العين فرميليون عندما يكون أصيلاً في الإناث أو نصفي التركيب الوراثي في الذكور . وجين متنحٍ جسمي على كروموسوم (2) w ينتج لون العين البني . والأفراد المتنحية الأصيلة لكل من موقعي العين البنية وفرميليون تكون بيضاء العين .

احسب الفئات المظهرية المتوقعة بين أفراد الجيل الأول F1 والجيل الثاني F2 عند تهجين إناث أصيلة وحشية الطراز بذكور بيضاء العين نتيجة موقعي العين البنية وفرميليون .

4- يؤدي وجود الجين المتنحي المرتبط بالجنس جزئياً والمسمى مقصوص (bb) إلى أن تكون الشعيرات في الدروسوفيلا أقصر وأصغر في القطر عن الشعيرات العادية المتكونة بواسطة الأليل الوحشي السائد (+) ، احسب الطرز المظهرية المتوقعة في الجيل الأول والجيل الثاني عند تهجين إناث مقصوصة بكل من الذكور الخليطة المحتملة .

5- يؤدي وجود جين متنحٍ مرتبط بالجنس (c) إلى عمى ألوان (أحمر – أخضر) في الإنسان . تزوجت امرأة عادية كان أبوها أعمى للألوان برجل أعمى الألوان :

أ- ما هي التراكيب الوراثية الممكنة لأم الرجل أعمى الألوان .

ب- ما هي الاحتمالات أن الطفل الأول من هذا الزواج سيكون ولداً أعمى ألوان ؟

ج- من بين جميع البنات الناتجة من هذين الأبوين ما هي النسبة المتوقعة لعمى الألوان بينهن .

د- من بين جميع الأطفال (مع عدم تحديد الجنس) من هذين الأبوين ما هي النسبة المتوقعة من الأبناء الطبيعين ؟ .

6- تعتبر العين الضيقة المختزلة المسماة (عودية) حالة سائدة مرتبطة بالجنس (B) في الدروسوفيلا وأن العين الكاملة الحجم الوشية تنتج عن أليلها المتنحي (b) تزاوجت أنثى وحشية أصيلة بذكر عودي العين .

احسب الطرز الوراثية والمظهرية المتوقعة لكل من الجيل الأول والثاني .

7- يمكن أن تكون ذكور القطط المنزلية ذات لون أسود او أصفر والإناث أما إن تكون سوداء أو بلون قشرة السلحفاة ما هي عبارة إلا عن الألوان الثلاث للقطة .

أ- إذا كانت هذه الألوان محكومة بموقع وراثي مرتبط بالجنس ، فكيف يمكن تفسير هذه النتائج .

ب- بإستخدام الرموز ، احسب الطرز المظهرية المتوقعة في النسل من التهجين بين أنثى صفراء × ذكر أسود ؟

ج- أجر العمل نفسه للتهجين العكسي في (ب) .

د- نوع معين من التزاوج ينتج إناثاً نصفها بلون قشرة السلحفاة والنصف الثاني أسود ، نصف الذكور صفراءوالنصف الاخر أسود ، ما هي ألوان الأباء الذكور والإناث في مثل هذه التزاوجات .

8- يؤدي جين سائد مرتبط بالجنس (K) إلى معدل أبطأ في نمو الريش الأول في الدواجن كما في الأليل المتنح (k) للترييش السريع . يمكن استخدام هذه الصفة لتعيين جنس الكتاكيت في خلايا أيام قليلة بعد الفقس .

آ- إذا هجنت إناث سريعة الترييش بذكور بطيئة الترييش ، ما هي النسب المظهرية بين أفراد الجيل الأول والجيل الثاني ؟

ب- ماهي النسب المظهرية المتوقعة في الجيل الأول والجيل الثاني الناتجة من تهجين إناث سريعة الترييش k k مع ذكور بطيئة الترييش ؟ .

ج- ما هي النسب المظهرية المتوقعة في الجيل الأول والجيل الثاني الناتجة من تهجين ذكور سريعة الترييش k k مع إناث بطيئة الترييش ؟

9- يرجع لون الريش الفضي في الدجاج إلى جين سائد مرتبط بالجنس (S) واللون الذهبي للريش يرجع إلى الأليل المتنحي (S S) . اذكر النسب المظهرية والوراثية المتوقعة للنسل من التهجينات :

أ- $Z^SZ^S \times Z^sW$

ب- $Z^SZ^s \times Z^sW$

ج- $Z^SZ^s \times Z^SW$

د- $Z^sZ^s \times Z^SW$

10- إذا كان العدد الثنائي لنحلة العسل هو (32) :

آ- كم عدد الكروموسومات الموجودة في الخلايا الجسمية للذكر ؟ .

ب- كم عدد الوحدات الكروموسومية الثنائية ستشاهد أثناء عملية تكوين الأعراس التناسلية في الذكر ؟

ج- كم عدد الوحدات الكروموسومية الثنائية ستشاهد أثناء عملية تكوين الأعراس التناسلية في الأنثى ؟

11- رجل وامرأة كلاهما عادي الأبصار عندهما (1) ابن أعمى الألوان له ابنة عادية الأبصار (2) ابنة عادية الأبصار لها ولدان أحدهما أعمى الألوان والآخر عادي (3) ابنة أخرى عادية الأبصار لها خمسة أولاد عاديو الأبصار .

فما هي التراكيب الوراثية المحتملة للجدين وأولادهما وأحفادهما ؟ .

12- لقح ديك مفرد العرف مخطط الريش دجاجة جوزية العرف مخططة الريش أيضاً فنتج النسل التالي :

(4) ذكور وردية مخططة ، (5) ذكور جوزية مخططة ، (2) إناث بازلائية مخططة ، (3) إناث وردية غير مخططة ، (2) إناث جوزية مخططة ، (2) إناث جوزية غير مخططة .

فما هو التركيب الوراثي لكل من الأبوين ؟ .

13- يعرف جين هولاندري في الرجل يسبب نمو شعر طويل على الأذن الخارجية ، فإذا تزوج رجال بأذن مشعرة بنساء عادية .

آ- ما هي النسبة المتوقعة لأبنائهم بشعر الأذن ؟ .

ب- ما هي النسبة المتوقعة لبناتهم التي تظهر هذه الصفة .

ج- ما هي النسبة المتوقعة للأطفال بأذن معرة : الأطفال العادية ؟ .

14- يبدو أن نوعاً معيناً من الشعر الأبيض في مقدمة الرأس يتبع وراثة الصفات المتأثرة بالجنس بحيث يكون سائداً في الرجال ومتنحياً في الإناث ، مستخدماً الرموز الوراثية (W) ، (W) وضح كل التراكيب الوراثية الممكنة والطرز المظهرية التي يمكن أن تظهر في الرجال والإناث .

15- الإصبع الرابع (الخاتم) للإنسان يمكن أن يكون أطول أو أقصر من الإصبع الثاني (السبابة) . ويعتقد بأن قصر الإصبع السبابة يرجع إلى جين سائد في الرجال ومتنحٍ في النساء .

ما هي الطرز المظهرية للأطفال وما هي التكرارات المتوقع الحصول عليهامن الزيجات التالية :

آ- رجل قصير الإصبع خليط X امرأة قصيرة الإصبع .

ب- امرأة طويلة الإصبع خليطة X رجل قصير الإصبع خليط .

ج- رجل قصير الإصبع خليط X امرأة طويلة الإصبع خليطة .

د- رجل طويل الإصبع X امرأة قصيرة الإصبع .

16- في الإنسان يوجد جين سائد محدد بالجنس يؤدي إلى الصلع المبكر في الرجال ولكنه بدون تأثير في النساء :

آ- ما هي النسبة المتوقعة في النسل الذكري بصلع مبكر من أبوين خليطين ؟ .

ب- ماهي النسب المتوقعة في جميع أطفالهما التي يظهر بها صلع مبكر .

17- تتميز ذكور الزنابير بإحتوائهم على نسخة واحدة من الصبغيات (1n) بينما الإناث تحتوي على مجموعتين صبغيتين (2n) .

وتتطور البيوض غير المخصبة التي تصنعها الشغالات إلى ذكور،في حين أن الملكة (الأنثى الملقحة) تتحكم في وضع بيض مخصب أو غير مخصب . ماذا سيكون عليه السلوك الوراثي لصفة لون العين (يعطى اللون البرتقالي الطافر ، نظيره الوحشي الذي يعطي اللون الأسود) في التهجين بين ذكر برتقالي العيون وملكة سوداء العيون ما هي نتيجة التلقيح العكسي ؟ .

18- من الصفات المتأثرة بالجنس في الأغنام صفة القرون التي تبدو سائدة في الذكور ومتنحية في الإناث :

آ- ما هي التراكيب الوراثية الممكنة لذكر ذي قرون وأنثى ذات قرون ، وذكر عديم القرون وأنثى عديمة القرون ؟ .

ب- تم تهجين ذكر من سلالة ذات قرون بأنثى من سلالة عديمة القرون ، فما هي التراكيب الوراثية والأشكال الظاهرية لأفراد نسلهما مع الأخذ بعين الاعتبار أن آلية تحديد الجنس في الأغنام تتشابه مع مثيلتها في الإنسان . ماذا سينتج عن تلقيح أحد الذكور لإحدى إناث الجيل الأول ؟ .

ج- لنأخذ ذكراً عديم القرون من أفراد الجيل الثاني ولنتيح له فرصة تلقيح أمه الأولى (جدته) ما هي الاحتمالات التي يمكن أن تظهر في أفراد نسلهما ؟ هل تتوقع الحصول على نتائج مختلفة إذا جرى تهجين إحدى إناث الجيل الثاني ذات القرون بأبيهما الأصلي (جدهما) ؟ .

الجلسة العملية السادسة

الأليلية وتعدد الأثر

1- في الأرانب تكون الأليلات C اللون الكامل و (Ch) الهيمالايا والألبينو (Ca) سلسلة من الأليلات المتعددة ، والسيادة بينهما حسب ترتيب ذكرها .

ما هو مظهر النسل الناتج من التلقيحات الآتية :

آ- ملون X هيمالايا (كلاهما متماثل العوامل) .

ب- الجيل الثاني من (آ) .

ج- هيمالايا X ألبينو (كلاهما متماثل العوامل) .

د- الجيل الثاني من (ج) .

هـ- الجيل الأول من (آ) X الجيل من (ج) .

2- في الفئران ، تؤثر الجينات الآتية على لون الفراء ، وتكون سلسلة من الأليلات المتعددة : A^Y= أصفر ، A^L = آجوتي (فاتح البطن) ، A = آجوتي (بري) ، at = أسود الظهر وفاتح البطن ، a = أسود لا آجوتي . مع العلم بأن الحيوانات Aat تكون آجوتية وفاتحة لون البطن وفيما عدا ذلك فالسيادة تامة بالترتيب المذكور ، ما هو مظهر النسل الناتج من التلقيحات الآتية :

آ- $AA \times A^LA$

ب- $Aa \times A^LA^L$

ج- $Aa \times Aa^t$

د- $a^ta \times A^LA$

هـ- $A^La \times A^yA$

و- $Aa^t \times A^ya$

ز- $Aa^t \times A^ya^t$

3- يعتمد لون الريش في البط البري على مجموعة من ثلاث أليلات MR للمظهر البري المحدود ، M للبري و m للبري الداكن .

وسلسلة السيادة هي : $M^R > M > m$. عين الأشكال الظاهرية والتراكيب الوراثية الناتجة في الجيل الأول الناتج من التلقيحات التالية :

آ- M^RM^R X M^RM

ب- M^RM^R X M^Rm

ج- M^RM X M^Rm

د- M^Rm X Mm

هـ- Mm X mm

4- توارث ألوان الجلد في الماشية يتضمن مجموعة من الأليلات المتعددة لها تسلسل سيادة كما يلي :

$S > S^h > S^c > s$. الأليل (S) يضع شريطاً من اللون الأبيض حول منتصف الحيوان ويعرف بإسم الحزام الهولندي والأليل S^h ينتج لوناً يعرف بإسم منقط طراز هيرفود ، بينما لون كامل عن وجود الأليل (S^C) ويعزى اللون المنقط طراز فريزيان هوليشتاين إلى وجود الأليل (S) ، فإذا تزاوجت ذكور ذات حزام هولندي مع إناث منقطة هوليشتاين . ثم لقحت إناث الجيل الأول بذكور منقطة طراز هيرفورد تركيبها الوراثي $S^h S^c$. توقع التكرارات الوراثية والمظهرية في النسل .

5- من المعروف أن مجموعة من الأليلات تحكم كثافة الاصطباغ في الفأر ولذلك فإن D= لون كامل، d = لون خفيف و d^I = مميت ، عندما يكون بحالة أصلية . وترتيب السيادة هو $D > d > d^I$. تزاوج فأر كامل اللون يحمل الأليل المميت مع آخر مخفف اللون ويحمل أيضاً الأليل المميت . ثم لقح الجيل الأول رجعياً مع الأب المخفف اللون :

آ- ما هي النسبة المظهرية المتوقعة في النسل الحي للتلقيح الرجعي ؟ .

ب- ما هي النسبة المئوية للأفراد الكاملة اللون والتي تحمل الأليل المميت في نسل التلقيح الرجعي ؟ .

ج- كم يبلغ عدد الأفراد المخففة اللون والتي تحمل العامل المميت في النسل .

الجلسة العملية الثامنة
الجينات المميتة

1- في الماشية تنتج الحيوانات قصيرة الساق في سلالة الدكستر – كيري – أحياناً عجولاً شاذة الاكوين تموت عند ولادتها أو بعدها بوقت قصير .
اكتب برنامجاً لاختبار تجريبي للنظرية الفرضية بأن مثل هذه الوفيات تنشأ عن وجود جين مميت في حالة تماثل .

2- الدجاج ذو الأجنحة والأرجل القصيرة يسمى زاحفاً . عندما تتزاوج طيور عادية مع أخرى زاحفة فإنها تنتج أفراد زاحفة وأخرى عادية بتكرار متساوٍ وعندما تتزاوج الأفراد الزاحفة مع بعضها فإنها تنتج (2) زاحفة إلى (1) عادي والتلقيحات بين الطيور العادية تنتج فقط نسلاً عادياً . كيف يمكن تفسير هذه النتائج .

3- في قطيع الكلاب المكسيكي عديم الشعر ، تنتج حالة عدم وجود الشعر بالتركيب الوراثي الخليط (H h) والكلاب العادية أصلية التركيب متنحية (h h) .
الجراء الأصلية للأليل (H) تولد عادة ميتة مع تشوهات خلقية في الفم وغياب الأذن الخارجية . فإذا كان متوسط حجم الدفعة من النسل عند سن الفطام هو (6) وذلك في حالات التزاوج بين كلاب عديمة الشعر ، فما هو متوسط العدد المتوقع في النسل للأفراد عديمة الشعر والأفراد العادية عند سن الفطام وذلك عند التزاوج بين كلاب عديمة الشعر وكلاب عادية .

4- عدم وجود الأرجل في الماشية يعزى إلى وجود جين مميت كامل الانحي . تزاوج ذكر عادي مع بقرة عادية فأنتجا عجلاً عديم الأرجل (يموت عادة عند الولادة) . فإذا تزاوج نفس الأبوين مرة أخرى :
آ- ما هي فرصة أن يكون العجل التالي مبتوراً ؟
ب- ما هي فرصة أن ينتج هذان الأبوان عجلين كلاهما عديم الأرجل ؟

ج- إذا لقحت ذكور تحمل الأليل عديم الأرجل (خليطة تركيب) مع بقرات عادية غير حاملة له . ثم سمح لأفراد الجيل الأول أن تتزاوج اعتباطياً لإنتاج الجيل الثاني . فما هي النسبة الوراثية المتوقعة لأفراد الجيل الثاني البالغين ؟

5- الجين السائد (K) في الفئران ينتج الذيل الملتوي ، والتركيب الوراثي المتنحي في هذا الموقع (kk) له مظهر الذيل العادي والحالة الأصلية لموقع آخر (AA) تنتج اللون الرمادي المسمى(آجوتي) . والحالة الخليطة (A^yA) تنتج اللون الأصفر والتركيب الوراثي الأصيل (A^yA^y) مميت :

آ- إذا لقحت فئران صفراء اللون وخليطة للذيل الملتوي بعضها البعض فما هي النسب المظهرية المتوقعة في نسلها ؟ .

ب- ما هي نسبة النسل الذي يتوقع أن يكون من التركيب الوراثي (A^yAKk) .

ج- إذا سمح لكل النسل الأصفر أن يتزاوج عشوائياً فما هي التراكيب الوراثية والأشكال الظاهرية والنسبة الناتجة في نسلهم البالغ ؟ .

6- لون الريش في الدجاج يحكمه الأليلات متعادلة السيادة حيث F^BF^B ينتج ريشاً أسود ، F^wF^w ينتج الأبيض المنقط . و F^BF^W ينتج الأزرق . ويوجد موقع آخر ينعزل حراً عن الموقع الأول وهذا الموقع يحكم طول الأرجل، فالتركيب الوراثي CC^L يحكم طول الأرجل العادي والتركيب الوراثي cc ينتج طرازاً من الدجاج له أرجل قصيرة وعريضة يسمى (الزاحف) لكن التركيب الوراثي الأصل C^LC^L مميت .حدد أنواع الطرز المظهرية ونسبها المتوقعة في النسل الناتج الذي يمكن للتلقيح بين أفراد الهجين الثنائي الأزرق الزاحف أن ينتجه .

7- عته الأطفال المصحوب بإنحلال عصب البصر (مرض تاي ساكس في الإنسان) هو شذوذ وراثي منتج يسبب الموت في الأعوام القليلة الأولى من الحياة عندما يكون في الحالة الأصلية (ii) ، وحالة السيادة في هذا الموقع تنتج الطراز المظهري (I-) . والأصابع القصيرة الشاذة (مرض قصر الأصابع) يعتقد أنها تعزى إلى تركيب وراثي خليط لجين مميت (BB^L) ، والتركيب الأصيل (BB) يكون عادياً ، بينما الأصيل الآخر (B^LB^L) يكون مميتاً .ما هي المظاهر المتوقعة في الأطفال فوق سن العاشرة والناتجة من أبوين كلاهما يعاني من قصر الأصابع وخليط بالنسبة إلى عته الأطفال المصحوب بإنحلال البصر ؟ .

الجلسة العملية التاسعة

الارتباط والعبور ورسم الخريطة الكروموسومية

1- ما هي الأعراس التناسلية الناتجة عن الجينات المرتبطة الموجودة على نفس الكروموسوم التالي :
A B / a b x a b / a b

2- في خنزير غينيا توجد طفرتان سائدتان وتحكمان صفة ظهور الإبهام (P) وهي عودة إصبع الإبهام ، والإصبع الصغير في القدم وصفة الفراء الخشن (R) .

وعند التزاوج بين خنازير ثنائية الهجين إبهامية خشنة وخنازير عادية ، فإن نسلها وقع في أربعة طرز مظهرية / 79 خشنة ، طبيعية ، 95 خشنة إبهامية ، 75 إبهامية .

آ- حدد التراكيب الوراثية للأباء .

ب- احسب نسبة الاتحادات الجديدة بين (P , R) وما هي نسبة العبور (المسافة العبورية).

3- ينتج جين متنحي (R) في الدروسوفيلا عيون كلوية الشكل وينتج لون العين البرتقالي المسمى " برتقالية " عن الجين المتنحي (ed) على نفس الكروموسوم .

وينتج الأليل المتنحي (e) لون الجسم الأبنوسي ، وهذه الثلاث جينات تقع كلها على الكروموسوم الثالث . تزاوجت إناث أصيلة لشكل العين الكلوية ولون العين البرتقالية مع ذكور أبنوسية أصيلة . ثم أجري التلقيح الاختباري لإناث الجيل الأول الثلاثية الهجين وذلك لإنتاج الجيل الثاني . وكانت فئات النسل في الجيل الثاني ومجموعة (4000) كالتالي :

(1761) كلوية برتقالية ، (97) كلوية ، (1773) أبنوسية ، (8) وحشية و (89) أبنوسية برتقالية ، (128) كلوية أبنوسية (6) أبنوسية برتقالية ، (138) برتقالية :

آ- حدد العلاقات الارتباطية في الآباء وفي الجيل الأول الثلاثي الهجين .

ب- احسب مسافات الخريطة .

4- في الفأرة ، يوجد (21%) عبور بين الموقعين c , p افترض أن (150) خلية بيضة أولية قد أمكن فحصها لدراسة وجود كيازمات في هذه المنطقة من الكروموسوم . كم من هذه الخلايا البيضية يتوقع أن تحتوي على كيازما بين هذين الجينين ؟

5- في الأرانب المورث (d) متنحي ومسبب للبقع البيضاء مرتبطة مع المورث (l) المتنحي والمسبب لطول الفراء ، ونسبة العبور بينهما (41%) لنفرض أنه أجري تلقيح بين فرد أصيل لقصر الفراء (I , I) وللبقع البيضاء مع فرد آخر طويل عديم البقع (DD) ما هي التراكيب الوراثية للآباء وللجيل الأول . وما هي الأشكال الظاهرية للجيل الثاني ، إذا أجري تلقيح بين أفراد F1 مع فرد أصيل لكلتا الصفتين ؟ وما هي النسبة الناتجة من أصل (86) فرداً .

واحسب نسبة الكيازما أيضاً ؟

6- عند التلقيح الرجعي بين الفئران صفراء A^Y وغامقة P مع فئران أغوتية (+A) سائدة وباهتة (P) متنحية . نتج (188) فرداً صفراء أغوتية و (174) أغوتية باهتة و (52) أغوتية غامقة و (41) صفراء باهتة . أوجد التراكيب الوراثية للآباء وللجيل الناتج وما هي نسبة العبور الناتجة . وهل تنطبق هذه البيانات مع مربع كاي ؟ .

7- في الدروسوفيلا صفة الجناح المختزل (v) متنحية أمام البرية (V) واللون الأسود (b) للجسم المتنحي أمام اللون البري (B) .

فعند التزاوج بين الأسود المختزل مع الشكل البري نتجت الفئات التالية :

أسود طويل (161) ،ورمادي مختزل (130) ،وأسود مختزل (652) ورمادي طويل(بري) (822) :

ما هي نسبة العبور والتراكيب الوراثية للآباء والأبناء ؟ .

8- في الدروسوفيلا يوجد جين يسمى (متفرع الأشواك الصدرية) ينتج شعراً قصيراً ومنحني أو متفرع . ويؤدي جين آخر يسمى (عمودي الجناح) (d) مرتبط بالجنس إل أن تكون الأجنحة محمولة على زاوية قائمة بالنسبة للجسم .

وينتج جين ثالث يسمى (أرجواني العين) (g) لون العين الأرجواني في الحشرات الصغيرة . هجنت إناث وحشية خليطة لجميع المواقع الثلاثة مع ذكور وحشية . وتظهر بيانات الجيل الأول أدناه :

الجيل الأول : الإناث : جميعها وحشية الطراز .

الذكور : 57 عيون أرجوانية عمودية الجناح .

419 عيون أرجوانية متفرعة الأشواك .

60 متفرعة الأشواك .

1 عمودية الجناح متفرعة الأشواك .

439 عمودية الجناح .

2 عيون أرجوانية .

13 وحشية .

9 عمودية الجناح ، عيون أرجوانية متفرعة الأشواك .

آ- أي جين يقع في الوسط .

ب- ما هي علاقات الارتباط بين الأليلات في موقعي متفرعة الأشواك وعمودية الجناح في الأم ؟

ج- ما هي علاقات الارتباط بين الأليلات في موقعي متفرعة الأشواك والعيون الأرجوانية في الأم ؟ .

د- احسب مسافات الخريطة .

9- في الدواجن يعرف جينان متنحيان مرتبطان بالجنس وهما الترييش السريع (I) ولون الريش (s) وتعطى الأليلات السائدة ترييشاً بطيئاً (L) ولون الريش فضي (S) على الترتيب . هجنت إناث بطيئة الترييش فضية اللون مع الذكور ذات الترييش سريع وريش ذهبي . وكان نسل الجيل الثاني كالتالي :

	سريعة ذهبية	**بطيئة ذهبية**	**سريغة فضية**	**بطيئة فضية**
إناث	127	7	40	94
ذكور	156	7	28	117

آ- حدد التراكيب الوراثية والمظهرية للجيل الأول .

ب- في أي طور ارتباطي تكون ذكور الجيل الأول ؟

ج- احسب نسبة الاتحادات الجديدة المتوقع حدوثها بين هذين الموقعين في الذكور .

الجلسة العملية العاشرة
الشذوذات الكروموسومية والطفرات

1- يكون رباعي المجموعة الركوموسومية ذاتي وراثي AAaa جاميطات ثنائية المجموعة فقط بالتوزيع العشوائي للوحدات الرباعية الكروموسوم . الموقع A قريب جداً من السنترومير بحيث أن العبور في هذه المنطقة نادر جداً .

آ- احسب التكرارات المتوقعة للزيجوتات الناتجة من التلقيح الذاتي .

ب- ما هو مقدار النقص المتوقع في تكرار التركيب المظهري المتنحي في هذا الرباعي المجموعة الذاتي بالمقارنة مع ثنائي المجموعة بتلقيح ذاتي وبتركيب وراثي Aa .

2- افترض متعدد المجموعة ذاتي بتركيب وراثي AAaa بحيث أن الموقع A على بعد (50) وحدة عبورية من السنترومير بحيث أن عبوراً وراثياً يحدث دائماً في هذه المنطقة . في هذه الحالة ستتوزع الكروماتيدات توزيعاً حراً .

على فرض التوزيع العشوائي للكروماتيدات إلى الجاميطات في أزواج احسب :

آ- النسبة المتوقعة للتراكيب الوراثية للنسل التي تنتج من التلقيح الذاتي لهذا المتعدد المجموعة الذاتي .

ب- الزيادة في حدوث التراكيب الوراثية الخليطة بالمقارنة بنواتج التلقيح الذاتي لثنائي المجموعة بتركيب Aa .

3- في عام (1931) وجد ستيرن انتقالين مختلفين في الدروسوفيلا واستطاع أن ينتج منها إناث تحتوي على كروموسومات X غير متشابهة في الشكل .

أحد كروموسومي X يحتوي على قطعة من كروموسوم Y ملتحة معه وكروموسوم (X) الآخر كان أقصر في الطول ويحتوي على قطعة من الكروموسوم الرابع ملتحمة معه . استخدم جينين مرتبطين بالجنس كأدلة للتعرف على الفئات العبورية : الصفة المتنحية قرنفلي العين C a r والصفة السائدة عودي العين B لقحت إناث ثنائية الهجين بكروموسومات غير متشابهة (كل من الأليلين الطافرين على جزء كروموسوم X من الكروموسوم IV – X) بذكور وحيدة التركيب الجيني قرنفلية العين

بكروموسومات عادية. وقد قدمت نتائج هذه التجربة برهاناً سيتولوجياً على أن العبور الوراثي ينطوي على تبادل مادي فعلي بين القطع الكروموسومية النظيرة . ارسم النتائج الوراثية السيتولوجية المتوقعة لهذا التلقيح مبيناً كل التراكيب الوراثية والمظهرية .

4- طفرة غائبة العين عبارة عن جين متنحي (ey) على الكروموسوم الرابع القصير جداً في الدروسوفيلا . لقح ذكر ثلاثي الكروموسوم رقم (4) بالتركيب الوراثي (ey ++) مع أنثى ثنائية الكروموسوم غائبة العين بتركيب وراثي (eyey) .

أحسب النسب الوراثية والمظهرية المتوقعة بين أفراد النسل الناتجة عن التوزيع الحر للكروموسومات إلى الجاميطات .

5- النسل الناتج من تلقيح دروسوفيلا أحادية الكروموسوم الرابع عادية العين (- Ey) مع أخرى ثنائية الكروموسوم الرابع عديمة العين ، نصفه عادي الأعين ثنائي الكروموسوم الرابع ونصفه عديم أحادي الكروموسوم الرابع .

فإذا لقحت فئتا الجيل الأول معاً فما سوف يكون عليه مظهر النسل الناتج من حيث صفة الأعين وعدد الكروموسوم الرابع ؟ .

6- إذا فرض أن لقحت دروسوفيلا ثلاثية الكروموسوم الرابع عادية الأعين مع أخرى ثنائية الكروموسوم الرابع عديمة الأعين ، ثم لقحت أفراد الجيل الأول الثلاثية الكروموسوم الرابع مع الأفراد الثنائية الكرموسوم ، فما سوف تكون عليه صفة الأعين وعدد الكروموسوم الرابع في النسل الناتج .

الجلسة العملية الحادية عشر

وراثةالعشائر

اتزان هاردي – وينبرج

1- في مستودع جيني لعشيرة ما ، كان الأليلان A , a بتكرار مبدئي p , q على التوالي ، أثبت أن التكرارات الجنينية والتكرارات الزيجوتية لا تتغير من جيل إلى جيل طالما كانت شروط هاردي – وينبرج مراعاة .

2- أثبت قانون هاردي – وينبرج بإيجاد تكرارات جميع أنواع التزاوجات الممكنة ومنها أوجد تكرارات التراكيب الوراثية بين النسل مستخدماً الرموز المبينة أدناه :

الأليلات		التراكيب الوراثية		
A	a	AA	Aa	Aa
p	q	P2	2pq	q2

حساب التكرارت الجنينية :

*** الأليلات الأوتوسومية ذات السيادة التعادلية :**

3- في ماشية الشورتهورن ، يكون التركيب الوراثي $C^R C^R$ مظهرياً بلون أحمر . $C^R C^W$ يكون طوبي و $C^W C^W$ يكون أبيض .

أ- إذا وجدت الحيوانات بالأعداد 108 أحمر و 48 أبيض و 144 طوبي في عينة من الشورتهورن احسب تكرارت الأليل C^R والأليل C^W في المستودع الوراثي للعشيرة .

ب- إذا كانت هذه العشيرة تتزاوج تزاوجاً حراً ، ما هي الزيجوتية المتوقعة في الجيل التالي ؟

ج- كيف تقارن بيانات العينة في الجزء آ مع توقعات الجيل التالي في الجزء ب ؟ هل العشيرة الممثلة في الجزء (أ) في حالة اتزان ؟

* الأليلات الأتوسومية السائدة والمتنحية :

4- يعتمد لون الأبيض على أليل سائد B والصوف الأسود على أليلة المتنحي b .

افترض أن عينة من 900 من الأغنام أعطت البيانات التالية : 891 أبيض و " 9 " أسود احسب التكرارات الأليلية .

5- يعتقد بأن إفراز المادة ذات الرائحة النفاذة ميثانثيول يكون محكوماً بجين متنحي m في الإنسان ، وعدم الإفراز محكوماً بالأليل السائد M . إذا كان تكرار m هو 0.4 في دمشق، ما هو احتمال الحصول على طفلين غير مفرزين وبنت مفرزة في عائلات دمشقية ذات ثلاثة أطفال حيث يكون كل من الأبوين غير مفرزين ؟

الصفات المتأثرة بالجنس

6- في العشائر البشرية يحكم صفة إصبع السبابة الأقصرمن الخاتم جين متأثر بالجنس الذي يبدو سائداً في الذكور ومتنحياً في الإناث . وجد أن عينة من ذكور هذه العشيرة قد احتوت على 120 إصبع قصير 210 إصبع سبابة طويل . احسب التكرارات المتوقعة للإصبع الطويل والقصير للسبابة في إناث هذه العشيرة .

*** الأليلات السائدة والمتنحية المرتبطة بالجنس :**

7- يرجع لون العين الأبيض في الدروسوفيلا إلى جين متنحي مرتبط بالجنس w ، واللون الوحشي " الأحمر " للعين للأليل السائد +w . وجد أن عشيرة مخبرية من الدروسوفيلا تحتوي على 170 ذكر أحمر العين و 30 ذكر أبيض العين .

أ- احسب تكرار الأليل w^+ والأليل w في المستودع الجيني .

ب- ما هي النسبة المئوية من الإناث في هذه العشيرة التي تتوقع أن تكون بيضاء العين ؟

* اختبار موقع الإتزان :

8- أحد قطعان الدجاج قد أنشئ في معظمه على أساس موقع وراثي مفرد وهو الخاص بالترييش المجعد . تنتج الأشكال المظهرية المجعدة من التركيب الوراثي الخليط MNMF. يعطى الفرد الأصيل التركيب MFMF طيوراً بترييش شديد التجعد تسمى صوفية . يعطى التركيب الأصيل MNMN ترييش عادي . احتوت عينة من " 1000 " فرد من هذا القطيع على " 800 " مجعد و " 150 " عادي و " 50 " طيور صوفية هل هذه العشيرة في حالة اتزان ؟

الجلسة العملية الثانية عشر
الوراثة الكمية

1- الصفات شبه الكمية :

وجد أن متوسط طول العقلة في صنف الشعير كبد بيندر يكون 3.20 ملم . ومتوسط الطول في الصنف أسبلوند هو 2.10 ملم .

التهجين بين هذين الصنفين أنتج جيلاً أولاً وجيلاً ثانياً بمتوسط طول العقلة 2.65 ملم . حوالي 6% من نباتات الجيل الثاني كان طول العقلة فيها 3.2 ملم وحوالي 6 % بكل 2.1 ملم . احسب عدد أزواج الجينات المحتمل وجودها في وراثة طول العقلة والمساهمة التقريبية لكل جين في التركيب المظهري ؟

2- هجن قطيع من الدجاج الكبير وهو جولدن همبرج مع قطيع الصغير سبرايت بنامتامس كان الجيل الأول وسطاً في الحجم .

وكان متوسط الحجم في الجيل الثاني مساوياً تقريباً لذلك الخاص بالجيل الأول ، إلا أن اختلافات الجيل الثاني كانت من الكبر بحيث أن أفراد قليلة وجدت بحيث كانت تزيد في الحجم عن أي من الأبوين (الاختلاف المتجاوز الحدود) .

إذا كانت كل الأليلات المساهمة في الحجم تعمل بنفس التأثير التراكمي ، وإذا اعتبرت الآباء أصيلة التركيب ، فكيف يمكن تفسير هذه النتائج ؟ .

*** التوزيع المعتدل :**

3- فيما يلي عينة ممثلة الأوزان الحملان عند الفطام . احسب حدود الأوزان التي يتوقع أن نجد فيها " 95 % " من كل الحملان من هذه العشيرة عند الفطام .

81	81	83	101	86
65	68	77	66	92

94	85	105	60	90
94	90	81	63	58

4- وجد أن متوسط وزن الصوف في مجموعة كبيرة من الأغنام وكذلك انحرافها القياسي هو 1.5 ± 10.3 رطلاً .

وكانت الإحصاءات الخاصة بدرجات جودة الصوف (على مقياس من صفر إلى 10) هي 0.7 ± 5.1 وحده ، أي صفة تعتبر أكثر اختلافاً نسبياً .

5- قطيع الأرانب الفليمش ذات متوسط وزن الجسم قدره 3600 غرام وقطيع الهيمالايا متوسط الوزن به هو " 1875 " وغرام . التزاوج بين هذين القطعين ينتج جيلاً أولاً وسطاً بإنحراف قياسي ± 162 غرام . كانت الاختلافات في الجيل الثاني أكبر كما يتضح من انحرافه القياسي وقدره ± 230 غرام .

أ- احسب عدد أزواج العوامل التي تساهم في وزن الجسم المكتمل في الأرانب .

ب- احسب متوسط المساهمة المترية لكل أليل نشط .

*** أنواع فعل الجين :**

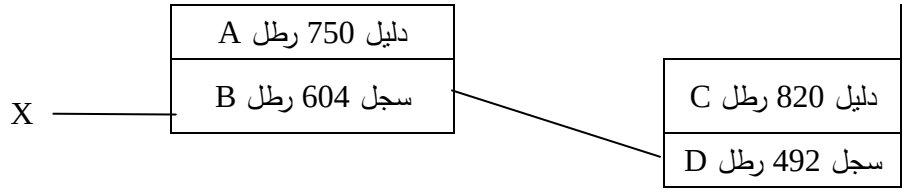
6- سجل الجيل الأول الناتج من التهجين بين صنفين من البندورة متوسطاً لوزن الثمرة مقداره(50) غ وتبايناً مظهرياً قدره " 225 " غ2 . لقح الجيل الأول رجعياً لأحد الأصناف الأبوية الذي كان متوسطه / 150 / غ . بإفتراض أن وزن ثمرة البندورة يتحكم فيه فعل متضاعف للجين و احسب تباين نسل التلقيح الرجعي .

*** المكافئ الوراثي :**

7- إذا أعطيت سلسلة النسب التالية يسجل نسبة الدهن في اللبن للبقرات الأب المتساوي الثيران . احسب الدليل للثور اليافع X .

أ- مستخدماً معلومات من A , B .

ب- عندما يكون السجل الخاص بـ B مأخوذاً في موقع واحد ، وذلك الذي أجري على قطيع آخر .



8- خمسون من إناث الخنازير المولودة في قطيع ما في كل سنة يمكن استخدامها لاختبار الذكور . متوسط عدد المولودين من البطن الواحدة هو /10/ ونسبة وفيات حتى الوصول للنضج الجنسي هي 10% سيحتفظ فقط بالذكور الخمسة المسجلة لأعلى دليل للأب المذكر لاستخدامها في القطيع . إذا كان اختبار يحتاج إلى /18/ فرداً من النسل الناضج ، ما مقدار الاستبعاد الذي يمكن إجراؤه على الذكور المختبرة بالنسل ، أي ما هي النسبة من أولئك المختبرين التي لن يحتفظ بها ؟ .

المراجع

1- أساسيات علم الوراثة ، أ. سينوت ، دار المعارف ، 1985 .

2- الأمراض الوراثية في حيوانات المزرعة – كلية الطب البيطري – د. عامر دباغ 1998 .

3- التحسين الوراثي للحيوانات الزراعية – د. محمد مروان السبع – د. نديم خلوف – جامعة حلب – كلية الزراعة 1997 .

4- دور جسم الأم في تشكيل مجموعة عوامل المناعة الطبيعية في ذريتها عند الماشية – د. بسام كسيبي 1987 – موسكو .

5- مبادئ علم الوراثة – د. محي الدين عيسى – دمشق 1977 .

6- محاضرات حول الاستنساخ والهندسة الوراثية والإنتخاب د. عامر دباغ – كلية الطب البيطري .

7- الوراثة – وليم ستانفليد 1982 .

8- وراثة الأحياء الدقيقة – د. محمد عبد المحسن معارج – الجزائر 1988 .

9- الوراثة أساسيات ومبادئ – عبد الخالق مراد – دار المعارف 1986 .

10- الوراثة الحيوانية – د. محمد مروان السبع – جامعة حلب 1989 .

١١-مبادىء علم الوراثة- تأليف الدون ج.جاردنر-بيتر سنستاد ترجمة د.أحمد شوقي-حسن شوقي واخرون-الدار العربية للنشر والتوزيع-١٩٩٣.

١٢- اساسيات علم الوراثة د.بدر جابر-مديرية الكتب والمطبوعات -١٩٨٣-.١٩٨٤

١٣ – مختصر شوم في الوراثة-وليم د.ستانسفيلد ترجمة د.علي زين العابدين عبد السلام الدار الدولية للنشر والتوزيع ١٩٦٩-الطبعة العربية الثالثة .١٩٩٣

١٤-التحسين الوراثي للحيوانات الزراعية-د.أسامة العوا -جامعة دمشق ١٩٨١-.١٩٨٢

١٥- بيولوجيا ووراثة الخلية د.فتحي محمد عبد التواب – الدار العربية للنشر والتوزيع-القاهرة- .١٩٩١

١٦- البيولوجيا الجزيئية د.فتحي عبد التواب المكتبة الاكاديمية ١٩٩٣.

١٧- علم الوراثة الدكتور جرجس شهلا المطبعة الجديدة- جامعة دمشق ١٩٨٥-.١٩٨٦

١٨- علـــم الوراثـــة والوراثـــة التطبيقيـــة-د.بســـام كســـيبي-عـــامر دبـــاغ-محمـــود كيـــوان- منشورات جامعة البعث-كلية الطب البيطري-مديرية الكتب والمطبوعات-٢٠٠٠-٢٠٠١
١٩-علم التحسين الوراثي د.بسام سعد الله عيسى -منشورات جامعة دمشق -٢٠٠٥-٢٠٠٦ .

المصطلحات العلمية

A	
Alleles Godominant	أليلات سيادة تعادلية
Alleles dominant	أليلات سائدة
Alleles frequency	أليلات تكرار
Alleles heteroalleles	أليلات خليطة
Alleles homoalleles	أليلات أصلية
Alleles lsoalleles	نظائر الأليلات
Alleles lethal	أليلات مميتة
Alleles multiple	أليلات متعددة
Alleles recessive	أليلات متنحية
Allopolyploidy	تعدد المجاميع الكروموسومية الخلطي
Alphahelixofgenertions	حلزون من النوع ألفا
Alpino	لون البينو
Alternation of generations	تناوب الأجيال
Amino acids	أحماض أمينية
Amitosis	انقسام لاميتوزي (بدائي)
Anaphase	دور انفصالي
Anasatristis	حشرة خنساء القرع
Anemia	فقر دم
Aneuploidy	تغيرات كروموسومية عددية
Angiosperm	مغطاة البذور

Animal breeding	تربية الحيوان
Heritability of varuons	الكفاءة الوراثية للصفات
Characters	
Heritability progenytests	كفاءة اختبارات النسل
Heritability selection	كفاءة الانتخاب
Heritability selection indexes	كفاءة دلائل الانتخاب
Andalusian fowl	الدجاج الأندلسي
Anther	متك
Anticodon	عكس الشفرة
Antigens	مولد الضد
Ankylosis	التصلب العام للمفاصل
Arginine	أرجنين
Arithmetic mean	متوسط حسابي
Artifical selection	الانتخاب الصناعي
Asexual reproduction	تكاثر لاجنسي
Atavism	ظاهرة الارتداد
Attached-X-chromosome	كروموسوم × الملتحم
Autogamy	اخصاب ذاتي
Autopolyploidy	تعدد مجموعات كروموسومية ذاتي
Autosome	أوتوسوم
Autotetraploidy	تعدد مجموعي رباعي ذاتي
Average	متوسط
Ayreshire breed	قطيع ايرشاير
Ataxia	الشلل البطيء
B	
Back cross	تلقيح رجعي
Backmutation	طفرة عكسية
Bacteria	بكتريا

Bacteria cellextracts	بكتريا مستخلصات خلوية
Bacteria resistance to antibioties	بكتريا مقاومة للمضادات الحيوية
Bacteria sexfactor	عامل الجنسي
Back ericides active	قاتل الجراثيم النشيط
Lambada	لامبدا (فيروس)
Lifecvele	دورة حياة
Lysogenic	ليسوجنك (صفة تحليل الخلايا البكترية)
P22	ب22 (فيروس)
Recombination in	اتحادات جديدة في
Single strnded DNA	خيط د. ن. أ مفرد
T phages	فيروسات T
Baldness	الصلع
Bar and ultrabar	عودي وعودي فائق
Bareates	جيل الآباء
Base (nucleotide)	قاعدة (نيوكليوتيدية)
Mutation	طفرة
Pairs	أزواج
Unusal	غير عادي
Bees	نحل
Binary fission	الانقسام الثنائي المباشر
Binomia laistribution	توزيع ذات الحدين
Biochemical mutants	طفرات كيمياوية
Biparental mates	الذكور ذات الأبوين
Biotin	بيوتين
Birds	طيور
Bivalent	وحدة كروموسومية ثنائية
Blood tupes	طرز الدم
Blood systema	النظام الدموي

ABO system	نظام أ ب و
Blue andalusians	الأندلسي الأزرق
Bolldog	التقزم
Brahmas	سلالة البراهما
Brachignatia (lower jaw)	قصر الفك السفلي
Breed	قطيع
Breeding value	قيمة التربية
Butterfiles	فراشات
Bonemarrow	نقي العظام
C	
Gancer	سرطان
Calculaling gene frequency	حساب تكرار الجينات
Cats	قطط
Cattle	ماشية
Ayrshire breed	قطيع سلالة ايرشاير
Birth weight	الوزن عند الولادة
Bulldog calves	عجل البولدج
Coat colors	ألوان الفراء
Codominance	السيادة التعادلية
Dexter type	طراز دكستر
Holstein – friessian breed	قطيع هولشتين – فريزيان
Horns	قرون
Lethal alles	أليلات مميتة
Milk production	إنتاج اللبن
Shorthorn breed	قطيع شورتهورن
Weaning weight	وزن الفطام
Cell	خلية
Doughter	ابنة

Division	انقسام
Mem brane	غشاء
Plate	صفيحة
Sex	جنس
Somatic	جسمي
Wall	جدار
Cellulose	سليلوز
Centriole	السنتريول
Centromere	السنترومير
Chance deviations	انحرافات الصدفة
Character	صفة
Checker board	رقعة الشطرنج
Chiasma	كيازما
Chiasma inter ference	تداخل الكيازما
Chickens	دجاج
Chi-square	مربع كاي
Distributions	الاتزان
Chart with probability values	جدول تقيم الاحتمال
Correction for small samples	تصحيح العينات الصغيرة
Degrees of freedom	درجات الحرية
Cumulative genes	وراثة كمية
Cytoplasmic inberitance	وراثة سيتوبلازمية
Life cycle	دورة حياة
Mating type	طراز التزاوج
Chromatid assortment	توزيع الكروماتيدة
Chromatin	كروماتين
Chromosome	كروموسوم
Chromosome streture	مورفولوجيا الكروموسوم

Abberationof	تغيرات
Chromosome banding	الحزم الكروموسومية
Acentric	لاستنروميري
Actocentric	طرفي السنترومير
Attached-X	التحام كروموسومي X
Autosomal	اتوسومي
Bacterial	بكتيري
Centromeres	سنتروميرات
Chromomeres	كروماتيدات
Chromatids	كروماتيدات
Clotting	تجلط
Chromomeres	كرومونيما
Chromonemata	توافيق
Comlete dominance	السيادة التامة
Combinations	مركبات
Comlementary genes	المورثات المتممة
Complexes	تركيب ، تكوين
Complete selection	الانتخاب العام
Componetios	مكونات
Di ficiency or deletion	ثنائي السنترومير
Dicentric	مضاعفة
Doubling	تكرارات
Duplications	غير متشابهة
Heteromorphic	قرين ، نظير
Homologous	انقلابات
Isochromo some	كروموسوم متماثل الذراعين
Map	خريطة
Metacentric	وسطي السنترومير

Morpholology	شكل ظاهري
Numbersin various species	الإعداد في أنواع مختلفة
Ploidy	تعدد مجموعي
Replication	تناسخ
Rod	عصوي
Satellites	توابع
Sex	جنس
Size	حجم
Stickness	لزوجة
Submeteta centric	تحت وسطي
Telocentric	طرفي السنترومير
Trans locations	انتقالات
Variation in arrangement of segments	اختلاف في ترتيب القطع
Variation in morphology	اختلاف في الشكل الظاهري
Variationin number	اختلاف في العدد
Variation in number of segments	اختلاف في عدد القطع
Variation size	اختلاف في الحجم
Chromosome mapping by tetredanalysis	تحديد خريطة الكروموسوم بتحليل الرباعيات
Caculation of map distances	حساب المسافات على الخريطة
Concers	التحام فتحتي الأنف وتشوه الجمجمة
Coincidence	توافق
Colnning	الاستنساخ
Complementation	تكامل
Complementation mapping	تحديد خريطة التكامل
Contracture	تقلص العضلات الدائم
Conjenital disease	مرض خلقي
Conidia	جرثومة غير ناضجة (في الفطريات)

Conjugation	اقتران
Congenital loco	انقلاب الرأس وارتداده
In bacteria	في البكتريا
Contraselection	انتخاب مضاد
Copy erros	أخطاء النسخ
Brevis	قصير
Chromosome number	عدد الكروموسومات
Chromosome mutations	الطفرات الكروموسومية
Crinkly leaves	أوراق مجعدة
Dotted	منقط
Double cross	تلقيح مزدوج
Dwarf	قزم
Effects of in breeding	تأثيرات التربية الداخلية
Endosperm	اندوسبرم
Extranuclear genes	جينات خارج النوة
Heterosis	ظاهرة قوة الهجين
Inbred lines	سلالات التربية الداخلية
Male sterility	عقم ذكري
Cupling	النظام الازدواجي
Creeper	زاحف
Crossing	تهجين
Crossing over	عبور
Crossover type gametes	جاميطات عبورية
Cross pollination	تلقيح خلطي
Cryptorchism	عدم نزول الخصي
Cytopenetics	الوراثة السيتولوجية
Cytokinesis	انقسام السيتوبلازم
Cytology	سيتولوجيا

Cytological crossing over	العبور السيتولوجي
Cytoplasm	سيتوبلازم
Cytoplasmic inheritance	وراثة سيتوبلازمية
Cytoplasmic mixing	خلط ستوبلازمي
cytosine	سيتوزين
D	
Daughter cells	خلايا بنوية
Deamination	نزع مجموعة الأمين
Death	الموت
Degeneracy in code	انحلال في الشفرة
Deinergration	تفكيك
Deoxyribonucleic acid (DNA)	الحمض النووي الديوكسي الريبوزي د.ن.أ
Deoxyribose	ديوكسي ريبوز
Derepression	إيقاف التثبيط
Descriptiv	الوضعية
Development	تكوين
Diabetes	السكري
Dicentric chromosomes	كروموسومات ثنائية السنترومير
Directeal	الاتجاه
Diplocous pncamoma	البكتريا المكورة بنجوكوكس
Dihybrid	هجين ثنائي
Dimers	ثنائية الجزيء
Disease hereditary	مرض متوارث
Disjunetion	انفصال
DNA	د.ن.أ
DNA polymerase	أنزيم بلمرة د.ن.أ
Dominance	سيادة

Dominat inhibitor	ظاهرة التفوق
Double crosses	تلقيحات ثنائية
Double helix	حلزون مزدوج
Double homozygous	صفتان سائدتان
Double transformation	تحول وراثي مزدوج
Double trisomic	ثلاثي الكروموسوم مزدوج
Down's syndrons (mongolism)	تناذرات داون (المونجولي)
Drosoplila melanogaster	دروسوفلاميلاتوجاستر
Dichaete	منفرج الجناح
Double orssaver distance	مسافة العبور المزدوج
Duplicate genes	جينات متماثلة التأثير
Duplications	ازدواجات
Dwarfacltes	تقزم الرأس
E	
Edwards syndromes	أعراض إدوارد
Epithelium	انعدام قطع من الغطاء الجلدي في بعض مناطق الجسم بالأبقار
Epistasis	التفوق
Egg	بيضة
Egg cells	الأعراس التناسلية الأنثوية
Egg nucleus	نواة البيضة
Egg organization of	بيضة ، تنظيمها
Embryo	جنين
Embryo sac	كيس جنيني
Endonucl ease	أنزيم الأندونيوكليا
Emdocrine secretions	إفرازات الغدد الصماء
Endoplasmic reticulum	الشبكة الاندوبلازمية
Endosperm	اندوسبرم
Envirnmental effects	تأثيرات بيئية

Enzymes	أنزيمات
Ellergy	الحساسية
Epistasis	تفوق
Equaional diversion	انقسام متساوي
Equilibrium	حالة توازن
Equilibrium genetic	اتزان وراثي
Ervthroblastosis tetalis	مرض تفتت كرات الدم الحمراء الجنيني
Erythrocytes	كرات الدم الحمراء
Exconjugant	إعادة تكوين النواة الكبيرة بعد الاقتران
Extrachromosomal hereditv	وراثة لاكروموسومية
Extranuclear inheritance	وراثة لانووية
F	
Factor	عامل
Fertilization	إخصاب
Fist division segregation	انعزال الانقسام الأول
Fision	انشطار
Fowl	داجنة
Frequency	التكرار
Fruit	ذباب الفاكهة
Fuchonatim	البيوكروماتين
Fungi	فطر
Fusion nucleus	نواة الالتحام
Filial	الجيل الأول
G	
Gamete	جاميطة
Gamet ogenesis	تكوين الجاميطات
Gametophvte	طور جاميطي
Gene	جنين

Gene frequeneies	التكرارات الجنينية
Generative nucleus	نواة توالدية
Genetical engineering	هندسة وراثية
Genetic cade	شفرة وراثية
Genetic drift	انجراف وراثي
Genetic death	الموت الوراثي
Genetic homology	تماثل وراثي
Genetic interaction	تفاعل وراثي
Genetic map	الخرائط الوراثية
Genetic mapping	تحديد المواقع الوراثية
Genetic relationship	علاقة وراثية
Genetics	علم الوراثة
Genome	جينوم
Genotype	تركيب وراثي
Guanine	جوانين (قاعدية نتروجينية)
Guinea pig	خنزير غينيا
Gynandromorphs	الأفراد المخنثة
H	
Haploid	أحادي المجموعة
Hardr-weinberg law	قانون هاردي – واينبرج
Hemiptera	نصفية الأجنحة
Hemoglabin	هيموجلوبين
Hemophilia	مرض سيولة الدم
Hemizy	نصف متماثلة
Hen feathering	تريش الدجاج
Hereditary indication	الصفة الوراثية
Heritabilty	مكافئ وراثي
Hermaphodite	خنثى

Hetero cronatin	الهتروكرومانيتن
Heterogametic	غير متماثل الجاميطات
Heterazygous	خليطة (فرد خليط)
Heteromorphic chromsomes	كروموسومات غير كتشابهة
Heteozygous	الابن الخليط
Heterosisplybrid (viger)	ظاهرة قوة الهجين (قوة الهجين)
Himalaya	حيوان الهيمالايا
Histidine	هيستين
Histones	هستونات (بروتينات)
Holstein-friesian breed	قطيع هولشتين – فريزيان
Homologous	قرين ، نظير
Homozygote	أصيل
Homozygous	الفرد الأصيل
Hormones	هرمونات
Horse	حصان
Human geretics	وراثة بشرية
Hyaloplasm	المادة الأساسية للسيتوبلازم
Hybrid	هجين
Hydrogen band	رابطة هيدروجينية
Hymenoptera	غشائية الأجنحة
Hypopituitatism	قصور الغدة النخامية
Hypostastic	الجين المتفوق
I	
Identical twins	التوائم الصنوية
Inbreeding	تربية داخلية
Incompatibility maternal-fetal	عدم التوافق (اللارجحان)
Incomplete dominance	سيادة غير تامة
Incomplete linkage	ارتباط غير تام

Induction of enzyme synthesis	استحداث تخليق الأنزيم
Induction of virus	استحداث الفيروس
Inhibition	تثبيط
Interference	تداخل
Interkinesis	دور ما بين انقسامي الميوزي
Interphase	انترفير (الدور البيني)
Inversions	انقلاب
J	
K	
Karvokinesis	انقسام النواة
Kleinfelters syndrome	تناذر كلينفلتر
L	
;ethal mutations	طفرات مميتة
Life evcle	دورة الحياة
Line	نسيلة
Linkage	ارتباط
Loucus	موقع
Lysosyme	اليزوسيم
Lysosome	ليسوسوم
M	
Macronucleus	نواة كبيرة
Male sterilitv	عقم ذكري
Manfold effects	تأثيرات متعددة
Map distance	مسافة خريطية
Maternal influence	تأثير الأم
Mass selection	الانتخاب الجماعي
Mean	متوسط
Merino	سلالة المرينو
Meiosis	انقسام ميوزي

Mendelian laws	قوانين مندل
Mendelian population	العشيرة المندلية
Messenger RNA (mrna)	ر.ن.آ رسول
Metacentric	وسطي السنترومير
Mice	فئران
Mating systems	نظم التزاوج
Monohy brids	الهجن الأحادية
Microgametophyte	طور جاميطي مذكر
Micro-nucleus	نواة صغيرة
Mutation	طفرة
Mutability	التباين
Multiple alleles	الآليات المتعددة
Mutation gene	طفرة جنينية
Mutation bigs	طفرة كبيرة
N	
Natural selection	الانتخاب الطبيعي
Nuclear membrane	الغشاء النووي
Nucleic acids	الأحماض النووية
Nucleoprotein	البروتين النووي
Nucleotides	نيوكليتيدات
Nucleus	نواة
Null allele	الأليل عديم التأثير
Number of chromosmes	العدد الكروموسومي
O	
Operon	الأوبرون
Oocvte	الخلية البيضية
Oogenesis	عملية تكوين البيضات
Ootid	بيضة فعالة

Orthoptera	رتبة مستقيمات الأجنحة
Oraries	مبايض
Overdominance	السيادة الفائقة
Ovum	بويضة
P	
Partial dipliod	الصيغة المضاعفة الجزيئية
Platehets	صفائح دموية مختلفة
Patataus syndrome	أعراض باتا
Paralysis	شلل الأطراف الخلفية
Paramecium	براميسيوم
Parthenogensis	التوالد العذري
Patchiness	حالة التبقع
Pectin	بكتين
Plasmid	البلازميد
Pentose	سكر خماسي
Porphyry	تصلب العضلات
Photosvnthesis	التمثيل الضوئي
Phenotype	الشكل الظاهري
Polyductyly	الإصبع الزائدة في الإنسان
Primary oocyte	الخلية البيضية الأولية
Polyh bdids	الهجن المركبة
Primary spermatocyte	الخلية المنوية الأولية
Primary sex differences	اختلافات جنسية أولية
Probabilitv	احتمال
Prokary otes	بدائيات النواة
Prototrophv	أوليات التغذية
Plasma cells	الخلايا البلازمية
Population genetics	وراثة العشائر

Pvrimdines	بريميدينات
Polydactyly	تعدد الأصابع عند الإنسان
Pool genes	مستودع الجينات
Q	
Quadrivalent	وحدات كروموسومية رباعية
Qualitative characters	صفات وضعية
Quantitive characters	صفات كمية
Quantitive inheritance	وراثة كمية
R	
Race	سلالة
Radical	المنشأ
Random	عشوائي
Random matting	تزاوج عشوائي
Rats	فئران
Receptore	مستقبلات
Recessive	متنحي
Recombination	إعادة الضم
Replication	تضاعف
Repression	تثبيط
Reproduction asexual	تكاثر لاجنسي
Reproduction sexual	تكاثر جنسي
Reversion	النزوع إلى الأصل
Rhesus (RH) factor	عامل ريسوس
Relationship marriages	الزواج بالأقارب
RNA synthesis	تخليق ر.ن.آ
Ribosomal RNA	الـ RNA الريبوزومي
S	
Selection	انتخاب
Secondarysex characters	اختلافات جنسية ثانوية

Secondary nondlsiudion	عدم الانفصال الثانوي
Selective mar kers	أدلة انتخابية
Sestem	جهاز المناعة
Sex cell	خلية جنسية
Sex-linkage	صفات مرتبطة بالجنس
Sex chromosomes	كروموسومات الجنس
Sgration	انعزال المورثات
Selective value	القيحة الانتخابية
Selection coefficient	معامل الانتخاب
Selective advantage	ميزة انتخابية
Subletbal	تحت ميتة
Semiletbal	شبه ميتة
Stractural mutation	طفرات تركيبية
Sex determination	تعيين الجنس
Sx linkage	الصفات المرتبطة بالجنس
Sexual reproduction	تكاثر جنسي
Sex linkecl lethals	جينات مميتة مرتبطة بالجنس
Shothorn breed	قطيع الشورتهون
Sexduction	التحول الجنسي
Sickle cell anemia	مرض فقر الدم المنجلي
Sasm	التشنج العضلي المؤذي
Sperm	حيوان منوي
Sperm nucleus	نواة حيوان منوي
Spermatid	خلية منوية
Spermatozoa	حيوانات منوية
Sire index	دليل الأب
Sterility	عقم
Strain	سلالة

Statcstical aralyses	التحاليل الإحصائية
Syndrome	تناذر (متلازمة)
T	
T. cells receptor	مستقبلات الخلايا النائية
Telocentric chromosome	كروموسوم طرفي السنترومير
Test cross	التلقيح الاختباري
Testing genetic ration	اختبار النسب الوراثية
Thiamin (vit B1)	تيامين (فيتامين ب١)
Tobacco mosaic virus	فيروسات التبغ الموريكية
Transcription	نسخ
Transfer RNA	ر.ن.آ الناقل
Transformation bacterial	تحول بكتيري
Transduction	انتقال وراثي
Turne's syndrome	تناذر تيرنر
Twins	توائم
Turner syndrome	ظاهرة تيرنر
Thymus	الغدة التوتية
U	
Ultra violet light (U.V)	الأشعة فوق البنفسجية
Uracil	يوراسيل
Unlikecl	غير مرتبطة
Vriability estimates	تقديرات الاختلاف
Variance	تباين
Variegation	تبرقش
Variability	اختلاف
Viruses	فيروسات
W	
Warf	التقزم

Waston – crickmodel of DNA	نموذج واطسون كرولي د.ن.أ
Wasy sheep	أغنام العواس
Weighted average	متوسط موزون
Wildtype	اللون البري
Wyandottes	سلالة الوياندوت
Wheat kernels	حبوب القمح
X	
X-chromosome	كروموسوم X
X-rayand mutation	الأشعة السينية والطفرة
Y	
Y-chromosome	كروموسوم
Yellow rats	اللون الأصفر في الفئران
Z	
Zoology	علم الحيوان العام
Zygote	بيضة مخصبة (زيجوت)
zygoten	الدور التزاوجي