Remove Watermark Now

## المحاضرة السابعة

# نظم تعيين الجنس والوراثة المرتبطة بالجنس وطرق تحديده

### تعيين الجنس Sex Determination

تعرف مفاهيم الجنس على أساس وجود ذكور وإناث فقط وهذه الحالة توجد في (الإنسان وغيره من الكائنات الحية الأخرى كالحيوانات والحشرات...الخ، ويوجد كذلك مفهوم الجنس في النباتات، حيث توجد الأجزاء الذكرية في زهرة والأخرى الأنثوية في زهرة ثانية). إلا أن البعض من الكائنات الحية لا تشتمل على طرازين وراثيين فقط (أي ذكور و إناث فقط) فقد وجد في بعض الكائنات الدنيا من المملكتين النباتية و الحيوانية أن قسماً منها لا يحتوي على جنسين فقط وإنما يتواجد فيها طرز جنسية عديدة ، مثلاً أحد الهدبيات البروتوزوا Protozoa الباراميسوم يوجد حوالي ثمان طرز وراثية جنسية -على الأقل- وكلها متطابقة مورفولوجياً وليس بمقدور أي من هذه الطرز أن تتزاوج مع نظيره إلا أنه يمكن أن تتبادل المادة الوراثية مع أي من الطرز السبعة الأخرى التي تتبع نفس الصنف. ولكن معظم الكائنات الراقية تحوي طرازين وراثيين أي اختزال عدد الطرز الجنسية إلى اثنين فقط وقد تتواجد هذه الطرز في أفراد مختلفة أو في نفس الفرد ، وتسمى النباتات الحاملة لأعضاء ذكرية و أنثوية معاً بـ (أحاديّ المسكن Monoecious)، بينما تسمى تلك الحاملة لأعضاء ذكرية أو أنثوية ( ثنائية المسكن Diecious)؛ ويطلق على الحيوان الذي يمتلك كلاً من الأعضاء الجنسية المذكرة والمؤنثة (خنثى Hermaphrodite). في حين يطلق على تلك الحاملة لأعضاء ذكرية أو أنثوية (ذكر Male أو أنثى Female)، ومهما كان عدد الطرز الوراثية في الكائن الحي، فإن أهمية الجنس تكمن في كونه الوسيلة الوحيدة التي يمكن بها للكائن الحي التكاثر لتكوين طرز وراثية مشابهة أو مختلفة عن الطراز الوراثي الأصلي نتيجة التأثير البيئي، وعمليات الانتخاب الطبيعي والطفرات، وغيرها من العوامل المؤثرة على الوراثة.

### نظم تعيين الجنس Sex Determination mechanism

تخضع نظم تعيين الجنس **لسيطرة وتحكم وراثي** ويمكن تصنيف النظم التي يحدد بها الجنس إلى مايلي: 1- نظام تعيين الجنس بصبغيات الجنس. 2- نظرية التوازن الوراثي.

3- تعيين الجنس بمجموعة الصبغيات

أ- أحادي ثنائي المجموعة الصبغية. ب- تأثير مورث مفرد.

### أولاً: نظام تعيين الجنس بصبغيات الجنس Sex determination by sex chromosome

- يمكن تقسيم هذا النظام إلى

1- ذكور تعطي جاميطات مختلفة (متباينة الأعراس) وإناثها تعطي جاميطات متماثلة

2- اناث تعطي جاميطات مختلفة وذكورها تعطي جاميطات متماثلة

### 1 - الذكور غير متماثلة الأعراس: Heterogametic Males

**أ- النظام XY - XX** : يتعين الذكر بالنمط (XY) والإناث ( XX) أي أن ال ذكور تعطي جاميطات مختلفة وإناثها تعطي جاميطات متماثلة: ومنه ينتج الذكر نوعين من الأعراس فيما يختص بصبغيات الجنس النوع الأول قد يكون نقياً YY، والثاني هجيناً XY، أما الأنثى فتنتج نوعاً واحداً من الأعراس أي تكون نقية دائماً XX، ومن الامثلة على تعيين الجنس بهذه الطريقة هي الانسان وكثير من الثدييات وبعض النباتات الراقية ثنائية المسكن وجنس بعض الحشرات كذبابة الخل Drosophila. يتعين الجنس بهذه الطريقة بزوج من الصبغيات الجنسية (التي تحوي عدد من المورثات لا يعرف عددها بالضبط في الكائنات الراقية) وهما كروموسوم X الانثوي و كروموسوم Y الذكري. والكروموسوم Y يختلف شكلا وحجما عن كروموسوم X. ففي ذبابة الخل، يحتوي الكروموسوم Y على خطاف صغير مثل الإسقاط.

وفي بعض النباتات مثل Melandrium alba، يكون كروموسوم Y أطول بوضوح من الكروموسوم X. أما في البشر، فيكون كروموسوم Y أقصر وأصغر بكثير من طول الكروموسوم X. وجد في هذا النظام أن الكروموسوم Y له تأثير في تعين جنس النسل الناتج فهو الذي يحدد اتجاه الجنس، و يتم تحديد الجنس في وقت الإخصاب ويعتمد على نوع الحيوانات المنوية التي تندمج مع البويضة. إذا تم إخصاب البويضة X-carry بواسطة حيوان منوي يحمل X، فسيكون للزيجوت الناتج تركيبة كروموسومية للجنس XX. ومثل هذه البيضة الملقحة تتحول إلى أنثى، أما إذا تم إخصاب البويضة X-carry بواسطة الحيوانات المنوية التي تحمل Y. سوف يكون للزيجوت الناتج تركيبة كروموسومية جنسية لـ XY. مثل هذه البيضة الملقحة تتحول إلى ذكر.
وإن النسبة الجنسية الناتجة من هذا النظام هي 1:1 في كل جيل كمايلي:

♀ ♂

**P: XX × XY**

↓

**G: X + X X +Y**

**البيوض النطاف**

↓

| | X | X |
|---|---|---|
| X | XX | XX |
| Y | XY | XY |

**$F_1$: XX إناث %50 + XY ذكور 50%**

**ب- النظام XX - XO**: يتعين الذكر بالنمط XO والإناث XX: وفي هذه الطريقة تكون الذكور متباينة الأعراس ( XO) heterogametic sex إلا إنها تنتج أعراساً أو حيوانات منوية نصفها يحمل الصبغي X والنصف الآخر خالي من أي صبغي جنسي. لأنه في ذكور هذا النظام لا يوجد للصبغي X نظيراً للاقتران معه لأنه لا يوجد صبغي Y ولذلك تبدي الذكور عدداً أحادياً من الصبغيات في صيغتها الصبغية وبالتالي يرمز الحرف O في هذه الطريقة الى عدم وجود كروموسوم Y. بينما تكون الاناث بهذا النظام متماثلة الأعراس homogametic sex ويرمز لها بـ XX . وهي أول طريقة اكتشفت لتعيين الجنس في نوع من البق الحقيقي Protenor التي تتبع رتب نصفيات الأجنحة ثم وجدت في بعض الحشرات من رتبة مستقيمات الأجنة كالجراد والصراصير والنطاطات أوالجنادب.

مثال: حشرة النطاط أو الجندب: يبلغ عدد أشفاع الصبغيات الجسمية A (11) شفعاً أي: 22 صبغياً، بينما يبلغ عدد الصبغيات الجنسية للأنثى ( 2 صبغيات) من نوع X وللذكر (صبغي واحد) من نوع X. بناءً على ذلك يعطي الذكر نوعين من الأعراس:

(أ - 11 (A)+ 1 (X) صبغياً و ب- 11 (A)+ 0 صبغياً).

بينما تعطي الأنثى نوعاً واحداً من الأعراس ( 11 (A)+ 1 (X) صبغياً). وعند حدوث الإلقاح والإخصاب، تتكون الأفراد المذكرة والمؤنثة ثنائية الصيغة الصبغية وفقاً لمايلي:

**ذكر♂ أنثى♀**

**P: 22+ XO × 22+ XX**

↓

**G: (11+ 1X) (11+ 1X) + (11 + O)**

**وعند التلقيح ↓**

**$F_1$: ذكر 22+ XO أنثى 22+ XX**

Remove Watermark Now

في نظام XO لتعيين الجنس، إن كروموسوم X له تأثير في تعيين جنس النسل، حيث يتوقف تكوين الزايجوت لذكر أو لأنثى على نوع النطاف التي تقوم بعملية الاخصاب. فإذا تم إخصاب البويضة X-carry من قبل الحيوانات المنوية التي تحمل X، فإن الـ Zygote XX الناتج سيتطور إلى أنثى. أما إذا تواجد الحيوان المنوي الذي لا يحمل أي صبغيات جنسية مع البويضة، فإن الزايجوت XO سيتطور إلى ذكر.

**2 - الإناث متباينة الأعراس: Heterogametic female**

**أ- النظام ZZ - ZW:** أي تتعين الإناث بالنمط (ZW) والذكور (ZZ) وبالتالي تعطي الإناث أعراس مختلفة وعليه نصف البيوض تحوي كروموسوم X والنصف الآخر تحوي كروموسوم Y، أما ذكورها تعطي أعراس متماثلة أي كل النطاف تحمل كروموسوم X واحد. وهذه الحالة هي عكس الحالة الأولى أي أن الأنثى هي التي تحدد الجنس الذي يعطي جاميطات مختلفة في حين أن الذكور هو الجنس المتماثل الجاميطات وتركيبها الكروموسومي ZZ. يستخدم في هذا النظام الرموز (Z وW) بدلاً من الرموز (XY) في النظام المشار إليه سابقاً، وذلك لجذب الانتباه إلى حقيقة أن الأنثى (ZW) هي الجنس متباين الأعراس، وأن الذكر هو الجنس متماثل الأعراس، يوجد هذا النظام في عدد كبير نسبياً من الحيوانات، في بعض الحشرات كالفراشات وعتة الملابس وديدان الحرير وفي بعض أنواع الطيور كالدجاج وفي الأسماك والزواحف.

مثال: الفراشات: تكون الأنثى متباينة الأعراس الجنسية وتعطي طرازين من الأعراس مختلفين وراثياً، هما (Z+27) و (W+27)، بينما يكون الذكر متشابه الأعراس الجنسية ويعطي أعراساً ذات طراز وراثي واحد هو ( Z+27)، وعند حدوث الإلقاح والإخصاب تتكون الأفراد المذكرة والمؤنثة ثنائية الصيغة الصبغية وفقاً لمايلي:

**P: أنثى 54 +ZW × ذكر 54 + ZZ**

**G: (27 + Z) الانقسام المنصف (27 +Z) + (27 + W)**

**وعند إجراء التلقيح**

**$F_1$ : 54 +ZW أنثى 54 +ZZ ذكر**

**ب- النظام ZO - ZZ:** كما في حالة نظام XO السابق ذكره. أي تتعين الإناث بالنمط (ZO) والذكور (ZZ) وعليه تكون الذكور متماثلة الأعراس والإناث متباينة الأعراس لا تحتوي على صبغي مشابه لصبغي الجنس الوحيد، وعند الإخصاب من قبل الحيوانات المنوية التي تحمل Z ، فإن البويضة Z-carry تتطور إلى ذكر ( ZZ)، أما البويضة التي تفتقر إلى Z تتطور لتصبح أنثى. إن الأمثلة على تعيين الجنس بهذه الطريقة نادرة.

**2- نظرية التوازن الوراثي لتعيين الجنس Genetic balance theory of sex determination**

**أ- تحديد الجنس في ذبابة الخل Drosophila عن طريق نسبة عدد الصبغيات الجنسية X على عدد مجاميع الصبغيات الجسمية A :** تنتج الذكور نوعين من الأعراس XY التي يرمز لها (A+X) و (A+Y) وتنتج الإناث نوع واحد من الأعراس XX والتي يرمز لها (A+X) حيث يرمز الحرف A إلى مجموعة الصبغيات الجسمية Autosomes والحرف X إلى الصبغي X والحرف Y الى الصبغي Y. إذاً الذكر يكون هجيناً XY والأنثى تكون نقية دائماً XX. وينتج من إخصاب نوعين من الأعراس الذكرية لنوع واحد من الأعراس الأنثوية ذرية ذات أعداد متساوية من الذكور والإناث ( 50% إناث XX + 50% ذكور XY).

يعتبر كروموسوم Y خالي من الجينات في ذبابة الخل ما عدا جين الشعيرات المقصوصة وجينات الخصوبة للذكر. أما كروموسوم X فيحمل جينات كثيرة التي تعبر عن صفاتها في

Remove Watermark Now

الذكور سواء كانت سائدة أو متنحية. أما الإناث فيمكن أن تكون بحالة متماثلة الزيجة أو متباينة الزيجة للجينات المرتبطة بكروموسوم X .

أظهرت دراسات بريدجز Bridges عام 1925م على حشرة ذبابة الخل أن مفتاح تحديد وتعيين الجنس في هذه الحشرة يعتمد على العلاقة بين الصبغيات الجنسية والجسمية. وبذلك لا يعمل الصبغي Y على تعيين وتحديد الجنس في ذبابة الخل، لكنه مسؤول عن خصوبة الذكر. لأن كلا الفردين AAxy و AAxo ذكر فيما يتعلق بصفاته الجنسية الثانوية. وتحمل المورثات المحددة للذكورة على الصبغيات الجسمية بينما تحمل المورثات المحددة للأنوثة على الصبغي X. لذا يتضح أن مورثات تحديد الجنس تكون محمولة على صبغيات معينة وإن كل الأفراد تحمل مورثات لكلا الجنسين. وقد وضع بريدجز النظرية النسبية في تحديد الجنس Ratio theory of sex determination في حشرة ذبابة الخل حيث بين خلال تجارب عديدة أن العامل المحدد للجنس (سواء الذكورة أو الأنوثة أو الشذوذ) في ذبابة الخل يعود إلى نسبة عدد الصبغيات الجنسية X على عدد مجاميع الصبغيات الجسمية A. وطبقاً لذلك، فإن الأفراد المؤنثة ذات تناسب ($\frac{X}{Y}$ = 1)، والأفراد المذكرة ذات تناسب ($\frac{X}{Y}$ = 0.5)، وتنطبق هذه المعادلة حتى على الأفراد المتضاعفة طالما أن النسبة ($\frac{X}{Y}$) مساوية واحداً فالفرد مؤنث، أو مساوية نصفاً فالفرد مذكر. وعليه استنبطت نظرية التوازن الوراثي لتعيين الجنس كتفسير أكثر تفصيلاً لميكانيكية تعيين الجنس في ذبابة الخل. وبموجب هذه النظرية فإن الجنس يعتمد على العدد النسبي لصبغيات X وعدد الصبغيات الجسمية A ، أو بعبارة أخرى يعتمد الجنس على الموازنة بين جينات صبغيات X وجينات الصبغيات الجسمية.

**والجدول التالي يلخص نتائج النسب المختلفة لعدد الصبغيات الجنسية X على عدد مجاميع الصبغيات الجسمية A**

| نسبة $\frac{X}{A}$ | عدد مجاميع الصبغيات الجسمية A | عدد الصبغيات الجنسية X | جنس الحشرة |
|---|---|---|---|
| 3/2=1.50 | AA | XXX | انثى فائقة الأنوثة (عقيمة) (إناث شاذة) |
| 4/3=1.33 | AAA | XXXX | انثى فائقة الانوثة ثلاثية (عقيمة) |
| 4/4=1.00 | AAAA | XXXX | انثى فائقة الانوثة رباعية (عقيمة) |
| 2/2=1.00 | AA | XX | أنثى |
| 3/4=0.75 | AAAA | XXX | بين الجنسين (بينية الجنس رباعية) |
| 2/3=0.67 | AAA | XX | بين الجنسين (بينية الجنس ثلاثية) |
| 1/2=0.50 | AA | X | ذكر |
| 1/3=0.33 | AAA | X | ذكر فائق الذكورة ثلاثي (عقيم) (ذكور شاذة) |
| 1/4=0.25 | AAAA | X | ذكر فائق الذكورة رباعي (عقيم) |

الخلاصة: - إن التناسب ($\frac{X}{A}$) هو الذي يحدد الجنس ذكر أم أنثى

- إذا كانت النسبة ($\frac{X}{A}$) = 1 فالأفراد إناث بينما تكون هذه النسبة 0.5 في الأفراد الذكور .

إذا كان التناسب $\frac{X}{A}$ أكبر من ( 1) أو أصغر من ( 0.5) تظهر صفات شاذة مشوهة (الأفراد المؤنثة المنحرفة " فائقة الأنوثة "، والأفراد المذكرة المنحرفة " فائقة الذكورة ")

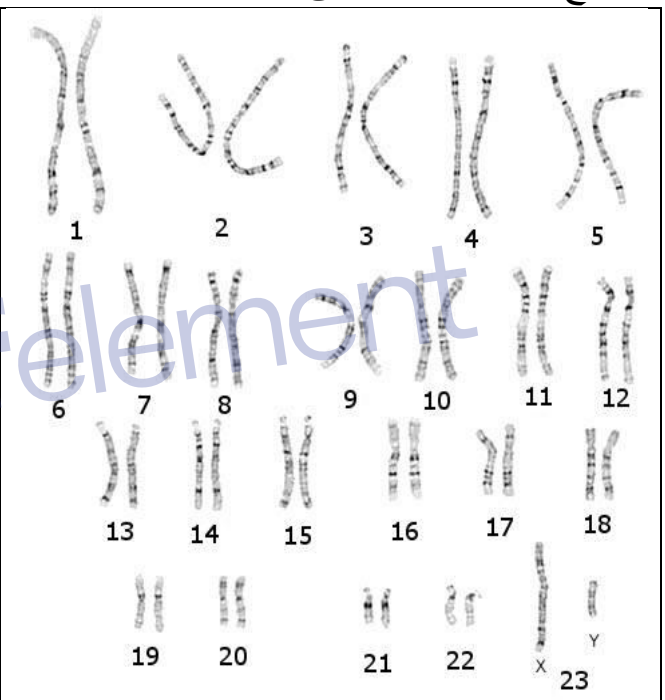
pdfelement

- إذا كان التناسب $\frac{X}{A}$ أصغر من (1) و أكبر من ( 0.5) تظهر أفراد بينية في جنسها بين الذكر والأنثى Intersex وتزداد درجة الأنوثة فيها كلما اقترب التناسب ( $\frac{X}{A}$ ) من (1)، كما تزداد درجة الذكورة فيها كلما اقترب التناسب ( $\frac{X}{A}$ ) من (0.5).

يمكن تطبيق نظرية بري دجز على بعض الكائنات الحية ويستثنى من ذلك جنس النبات Melandriun وجنس البرمائيات Axolotl والفأر المنزلي والإنسان حيث يعتمد تعيين الذكر فيها على كروموسوم Y مما يدل على إنه يحمل مورثات تحديد الذكورة .

**ب- تحديد الجنس عند الإنسان:**

اتضح دور كروموسوم Y في تعيين الجنس في الإنسان من خلال دراسة بعض الشذوذ في عدد الصبغيات أي اختلالات الصيغة الصبغية، الحالات الناجمة عن وجود الصبغيات الجنسية الزائدة أو الناقصة. مثل متلازمة تورنر و متلازمة كلاينفلتر و متلازمة جاكوب أو متلازمة XYY . وتقترح الأدلة الحديثة على وجود عدد قليل من الجينات موزعة على طول الصبغي Y .




**يوضح الشكل المجاور : 23 زوج من الصبغيات مرتبة بناءا على أطوالها ( الصبغي رقم 1 هو الأطول)، الزوج الأخير من الصبغيات 23 هو عبارة عن زوج الصبغيات الجنسية التي ترتبط بالذكور حيث ان الزوج الـ 23 هو (XY). والصبغيات من 1 الى 22 متشابهة بين الذكور والإناث، وتسمى هذه الـ 22 زوج من الصبغيات بالصبغيات الجسدية. أما بالنسبة للزوج الـ 23 من الصبغيات فهو يختلف باختلاف الجنس و لذلك فانه يعرف بزوج الصبغيات الجنسية.**

*** عند الإنسان لا تلعب الصبغيات الجسمية أي دور في تحديد الجنس.**

*** الذكر هو الذي يحدد الجنس عن طريق الصبغي Y وهذا الصبغي يحمل العوامل الوراثية المسؤولة عن تحديد صفات الذكورة، بينما الصبغي X يحمل العوامل الوراثية المسؤولة عن تحديد صفات الأنوثة بغياب الصبغي الجنسي Y.**

- من المعروف أن الصيغة الثنائية أو المضاعفة Diploid في الإنسان تتألف من 46 صبغياً، تتوزع وفق ارتباطها بالجنس، إلى 44 صبغياً تمثل الصبغيات الذاتية أو الجسمية Autosomes وتنظم في 22 زوجاً صبغياً متماثلاً في الذكور والإناث و 2 من الصبغيات الجنسية وتنتظم في زوج صبغي يختلف في الذكر عنه في الأنثى، حيث يمتلك الذكر زوج الصبغيات الجنسية XY أي يحمل الذكر نسخة من الصبغيX يرثه من الأم ونسخة من الصبغيY يرثه من الأب. أما الإناث فإنها تمتلك زوج واحد من الصبغيات الجنسية XX. أي تحمل الأنثى نسختين من الصبغيX ترث احداها من الأم والأخرى من الأب. وعليه يوجد نوعين من النط اف (الحيوانات المنوية) ونوع واحد من البيوض. وينتج من البيوض المخصبة بنط اف تحمل الصبغيY زيجات تنمو إلى ذكور، وتلك المخصبة بنط اف تحمل كروموسومX تنتج زيجات تنمو إناث. وعليه فإن انعزال صبغيX عن صبغيY والإخصاب العشوائي يفسران نمو بعض الأفراد إلى الذكور والآخرين إلى الإناث بنسبة تقارب إلى النصف في العشائر البشرية . إذاً الذكر هو الذي يحدد

Remove Watermark Now

الجنس عن طريق الكروموسومY وهذا الكروموسوم يحمل العوامل الوراثية المسؤولة عن تحديد الذكورة، بينما الكروموسومX يحمل العوامل الوراثية المسؤولة عن تحديد الأنوثة.

**ج- تحديد الجنس عند النبات:** في النباتات مثلما في الإنسان يتحدد الجنس عن طريق الصبغي Y وعلى ذلك فأنه بصرف النظر عن عدد كروموزومات X وعدد مجاميع الأوتوسوم فإن مجرد وجود الصبغي Y يكفي لجعل النبات ذكراً و إذا غاب الصبغي Y فإنه يكون مؤنثاً.

**مثال: نبات الميلاندريوم Melandrium Album** من الفصيلة القرنفلية حيث وجد أن مجرد وجود الصبغي Y يكون كافياً لجعل النبات مذكراً وقد أمكن عن طريق تكسير الصبغي Y إلى عدد من الشظايا ومعرفة سلوكها أن تحدد مناطق معينة عليه تكون مسئولة عن الجنس.

1. منطقة تحمل المورثات المثبطة لمورثات الأنوثة و الموجودة على الصبغي Y و إذا أزيلت هذه المنطقة يصبح النبات ثنائي الجنس.
2. منطقة تحمل المورثات المسئولة عن بداية نمو المتك وفي غيابها يصبح النبات مؤنثاً.
3. منطقة تنظم وتحكم الأطوار المتأخرة من نمو المتوك وتحوي المورثات المسئولة عن خصوبة الذكر وغيابها يعطي نباتات مذكرة عقيمة لها متوك ضامرة.
4. منطقة تكون متماثلة في كل من الصبغيين X و Y لذا فهي المنطقة التي يحدث بها الازدواج أثناء الانقسام الميوزي.
5. منطقة يقتصر وجودها على الصبغي X فقط وتوجد عليها العوامل التي تشجع الأنوثة عندما تغيب المنطقة1 الموجودة على الصبغي Y.

**3- تعيين الجنس بمجموعة الصبغيات :** تمتلك بعض الأنواع مجموعة من الصبغيات الجنسية، مؤلفة من أكثر من صبغي جنسي واحد (X)، تعمل مع بعضها كمجموعة محددة للجنس، ويمكن أن تتميز هذه الأنواع باختلاف أعداد الصبغيات بين الذكر والأنثى.

**أ- أحادي ثنائي المجموعة الصبغية**

**مثال: تعيين الجنس في نحل العسل:** يتميز نحل العسل والنمل والدبابير والذباب المنشاري وغيرها من الحشرات غشائية الأجنحة، بوجود ثلاث أنماط من الأفراد (الذكور والإناث: شغالات وملكات)، ويعتبر نحل العسل مثالاً جيداً لهذه الحالة : حيث تنشأ ذكور نحل العسل نتيجة التوالد العذري Parthenogenesis، بدون حدوث تلقيح وإخصاب أي من بيضة غير ملقحة، وبالتالي تكون أحادية الصيغة الصبغية (1n) Haploid، وتكون وظائفه الجنسية كذكر كاملة. وتحمل الذكور 16 صبغي وتنتج هذه الذكور الحيوانات المنوية بالانقسام الميتوزي ولا يحدث فيها انقسام ميوزي. أما الإناث سواء العاملات أو الملكات فتحمل 32 صبغي، وتنشأ الإناث سواء العاملات أو الملكات من التزاوج والتلقيح أي من بيض مخصب وتكون ثنائية الصيغة الصبغية (2n) Diploid. الملكات تكون وظائفها الجنسية كاملة التطور. بينما العاملات تكون وظائفها الجنسية غير كاملة التطور، وبالتالي لن تكون قادرة على إنتاج بيوض. ولا تظهر صبغيات الجنس دور في تعيين وتحديد الجنس المميز للحشرات من رتبة غشائية الأجنحة التي تشمل النمل والنحل والدبابير.وإنما هنا في هذه الحالة تحدد كمية ونوع الغذاء المتوفر لليرقة الأنثى ثنائية المجموعة الكروموسومية، فيما إذا ستكون تلك اليرقة الأنثى عاملة عقيمة أو ملكة خصبة، ولهذا فان البيئة هنا هي التي تحدد الخصوبة أو العقم إلا انها لا تغير و لا تبدل الجنس المتعين وراثياً بواسطة عدة جينات والواقعة على بعض الصبغيات. تتحكم الملكة في النسبة الجنسية للنسل الناتج اذ أن معظم البيض الموجود في الخلية سيكون مخصباً ويتكشف إلى عاملات إناث، أما البيض الذي تختاره الملكة أن لا تخصبه (من مخزون النطف الموجود في المستودع المنوي فيها) فإنه يتكشف إلى ذكور، وتتزاوج ملكات نحل العسل مرة واحدة عادة على مدى حياتها.

Remove Watermark Now

## 4- تعيين الجنس بنظام المورثات المفردة (تأثير مورثة واحدة) Sex determination by single genes

يتعين الجنس في بعض الكائنات الحية بجينات مفردة بدلاً من الصبغيات التي تحمل جينات متعددة لتعيين الجنس كما في الحالات التي تقدم شرحها.

**مثال1: تعيين الجنس في الدبور الطفيلي Bracon hebetor** حيث وجد فيه تسعة قرائن (نظائر أو أليلات) جنسية من المورثة X والتي يرمز لها $X^a, X^b, X^c, X^d, X^e, X^f, X^g, X^h, X^i$ . فعند التقاء أي شفع من القرائن الخليطة المتباينة الزيجة يتحدد جنس الأنثى أي أن تكون الإناث ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n) وتحمل قرائن هجينة لهذه الأليلات مثل $X^aX^b$ , $X^bX^c$, $X^cX^d$ , ...etc. أما الذكور فإنها قد تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية وتحمل قرائن متماثلة الزيجة لهذه الأليلات (وعادة تكون عقيمة) مثل $X^aX^a$, $X^dX^d$, $X^eX^e$ ,... etc أو تكون أحادية المجموعة الكروموسومية (1n) وتحمل أليل واحد فقط من هذه الأليلات مثل $X^a, X^b, X^c, X^d$.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ذكر أحادي** | | **×** | **أنثى ثنائية** | | | | |
| **الآباء** | $X^b$ | **×** | $X^aX^d$ | | | | |
| **الأعراس** | $X^b$ | | $X^a$ | $X^d$ | | | |
| **الجيل الأول** | | | $X^aX^b$ | $X^dX^b$ | | | |
| | | | **ذكر أحادي** | **ذكر أحادي** | **أنثى ثنائية** | **أنثى ثنائية** | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ذكر أحادي** | | **×** | **أنثى ثنائية** | | | | |
| **الآباء** | $X^a$ | **×** | $X^aX^b$ | | | | |
| **الأعراس** | $X^a$ | | $X^a$ | $X^b$ | | | |
| **الجيل الأول** | | | $X^aX^a$ | $X^aX^b$ | $X^b$ | | |
| | | | **ذكر ثنائي** | **أنثى ثنائية** | **ذكر أحادي** | | |

**مثال2: تعيين الجنس في الذرة الصفراء بنظام المورثات المفردة:**

يُعد نبات الذرة الصفراء من النباتات أحادية المسكن Monoecious (أي كلا الجنسين على النبات نفسه) تحمل الأزهار الطلعية (المذكرة) في الشرابة Tassel في أعلى النبات، والأزهار المتاعية (المؤنثة) في أبط أوراق نفس النبات (العرنوس Ear). فالعرنوس يشكل البذور والشرابة تقدم بذور الطلع. تعتمد آلية تحديد الجنس على وجود شفعين من المورثات، فالطابع الوراثي bs/bs الأصيل يسبب عدم تكون العرانيس مطلقاً، بينما تكون الشرابة موجودة بشكل عادي لذلك نقول النبات مذكر. أما الطابع الوراثي ts/ts يسبب تحويل الشرابة إلى أزهار مؤنثة ذات كوابل، وطبقاً لذلك تتكون العرانيس في قمة النبات بناءً على ذلك فإن الأفراد ts/ts هي أفراد مؤنثة. وبالتالي يتم تحديد الجنس بالذرة الصفراء من خلال زوجين من المورثات (موقعين) Bs, Ts كمايلي:

| الطراز الوراثي | الطراز المظهري |
|---|---|
| **Bs- Ts-** | **نبات طبيعي أحادي المسكن ثنائي الجنس ( الأعضاء المذكرة في قمة النبات والأعضاء المؤنثة جانبية).** |
| **bsbs Tsts و bsbs TsTs** | **نباتات طلعية (نبات مذكر) تتواجد الأعضاء المذكرة في قمة النبات** |
| **Bsbs tsts و BsBs tsts** | **نباتات متاعية (نبات مؤنث) وثنائية المسكن Dioecious تتواجد الأعضاء المؤنثة في قمة وعلى جانبي النبات**<br>وتقترح هذه المعلومات أن النباتات أحادية المسكن من الممكن أن تصبح ثنائية المسكن أو بالعكس بواسطة الطفرة بالجينين |
| **bsbs tsts** | **(نبات مؤنث) تتواجد الأعضاء المؤنثة في قمة النبات** |

pdfelement

Remove Watermark Now

# الموروثات وتوزيعها على صبغيات الجنس والصبغيات الجسمية

**1- تقسم الموروثات التي لها علاقة بصبغيات الجنس إلى ثلاثة أقسام :**

أولاً: الموروثات المحمولة على الصبغي X فقط وليس لها اليلات على الصبغي Y وتعرف هذه الموروثات بأنها مرتبطة بالجنس Sex-linked genes

ثانياً: الموروثات المحمولة على الصبغي Y فقط وليس لها اليلات على الصبغيX وتظهر صفات وآثار هذه الموروثات على الذكور فقط وتعرف باسم الموروثات تامة الذكورة Holandric genes

ثالثاً: الموروثات المحمولة على أجزاء متناظرة ومتماثلة من الصبغيين X و Y وتعرف هذه الموروثات بأنها مرتبطة ارتباطاً جزئيا (غير كامل) بالجنس Incompletely sex- linked genes

**2- وهناك أنواع أخرى من الموروثات قد تكون محمولة على الصبغيات الجسمية، ولكن لها تأثيرها على الشكل المظهري يتوقف على جنس الفرد الموجود فيه التركيب الوراثي، وتنقسم هذه الأنواع إلى قسمين :**

رابعاً: الصفات المقتصرة على الجنس Sex-limited genes، وهنا نجد أن الصفة التي تتحكم فيها مثل هذه الموروثات يقتصر ظهورها على جنس واحد فقط ولا تظهر على الإطلاق في الجنس الآخر بالرغم من تواجد تركيبها الوراثي في أفراده وتسمى بالصفات المحددة بالجنس.

خامساً: الصفات المتأثرة بالجنس Sex- influenced genes، وهنا نجد أن علاقة السيادة بين الأليلين تتوقف على جنس الفرد الموجود فيه التركيب الوراثي

**التوريث المرتبطة بالجنس:** يعتبر الانعزال والتوزيع الحر للموروثات الناتج من سلوك الصبغيات أثناء الانقسام الميوزي صفة أساسية لنظرية الكروموسوم الوراثية التي دعمت بالعديد من الظواهر الوراثية. وإحدى هذه الظواهر هي الوراثة المرتبطة بالجنس حيث يكون انتقال المادة الوراثية متعلقاً بجنس الآباء والأبناء أو بعبارة أخرى تكون وراثة جينات خاصة مرتبطة بوراثة كروموسوم خاص وهو كروموسوم الجنس أو كروموسوم X. أن الوراثة المرتبطة بالجنس معروفة في العديد من الكائنات الحية ثنائية المجموعة الكروموسومية ، و تعتبر الغالبية من الحيوانات بدءً من الكائنات الصغيرة حقيقة النواة وانتهاءً بالثدييات منفصلة الجنس Dioecious حيث يعطي بعض الأفراد في النوع الواحد أعراس ذكرية والبعض الاخر أعراس أنثوية وتعتبر هذه الأعراس مختلفة عن بعضها مظهريا ووراثيا وتنتج من مناسل مختلفة وظيفيا وتركيبيا حيث يوجد نوعان من الصبغيات في معظم الكائنات الحية، هي:

1- الصبغيات الجسمية أو الذاتية Autosomes وتضم جميع الصبغيات غير الجنسية حيث أنه لا يوجد لهذه الصبغيات دور أساسي في تحديد الجنس وإنما يعود إليها كل ما له علاقة بنقل الصفات المتنوعة غير الجنسية مثل الطول والقصر واللون والشعر وغيرها .

2- الصبغيات الجنسية Sex-Chromosomes : لقد أوضحت بعض الدراسات في تعيين الجنس أن صفات الأنثى والذكر تنتقل من جيل لآخر بطريقة انتقال الصفات الوراثية الأخرى ولذلك يكون للوراثة تأثيرها الخاص في تعيين الجنس بواسطة صبغيات خاصة. تتم عملية وراثة بعض الصفات بكروموسوم X الانثوي وان هناك صفات قليلة يتم نقلها من خلال كروموسوم Y الذكري. ومن الامثلة عن الارتباط الجنسي:

**1- الارتباط الجنسي في ذبابة الخل (ذبابة الفاكهة أو الدروسوفيلا)**

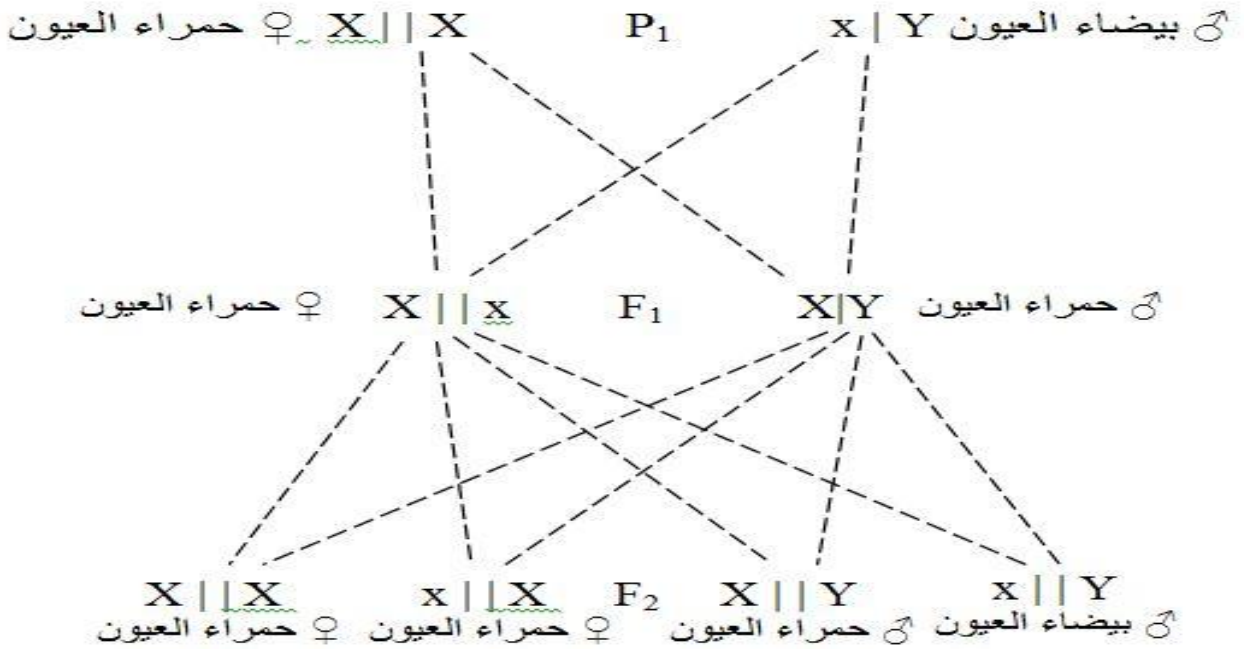
يعتمد تحديد الجنس في ذبابة الخل كما بينا سابقاً على وجود زوج من الصبغيات الجنسية X في الإناث ووجود صبغي جنسي واحد X وآخر Y في الذكور. ويتم تحديد الجنس بناءً على النسبة بين عدد الصبغيات الجنسية والجسمية $\frac{X}{A}$ حيث أن A تمثل مجموعة الصبغيات الجسمية وبشكل

pdfelement

عام اذا كانت نسبة $\frac{X}{A} = 1$ يكون الجنس أنثى. أول من اكتشف ظاهرة الوراثة المرتبطة بالجنس العالم مورغان Morgan عام 1910 عند دراسته لون العين في ذبابة الخل. وقد لاحظ مورغان، فجأةً في إحدى تجاربه على تربية ذبابة الخل من النمط البري ذو العيون الحمراء، ظهور فرد ذكر واحد يحمل صفة العيون البيضاء (عمياء) والتي ربى منها سلالة نقية ذات عيون بيضاء. حيث ظهرت العيون البيضاء نتيجة أحد الطفرات عند تهجين ذبابات تميزت بعيون حمراء . ولدراسة هذا النمط الظاهري الجديد، تمت دراسة توارث هذه الصفة من خلال كثير من التجارب التي قام بها مورغان وفريقه ويمكن تلخيصها كالآتي:

1- تم تهجين ذلك الذكر ذي العيون البيضاء مع إناث ذات عيون حمراء ، ولاحظ بأن جميع ذبابات الجيل الأول ($F_1$) ذات عيون حمراء.

2- تركت أفراد الجيل الأول ذات العيون الحمراء تتلاقح مع بعضها البعض؛ لإنتاج الجيل الثاني ($F_2$)، فلاحظ مورغان بأن نسبة أفراد الجيل الثاني 1:3 حيث انعزلت الصفتان بنسبة ثلاثة أفراد بعيون حمراء و فرداً واحداً بعيون بيضاء. وهذا ينطبق على قانون مندل الأول، فصفة اللون الأحمر للعيون كانت هي السائدة، والصفة المتنحية كانت صفة لون العيون البيضاء حيث تظهر هذه النتائج بأنها مشابهة إلى نتائج تضريبات أحادية الهجين التي فُسرت على أساس انعزال زوج واحد من الجينات ؛ ولكن عند تصنيف ذبابات الجيل الثاني $F_2$ إلى الجنس ولون العيون، وجد مورغان بأن جميع الإناث في الجيل الثاني حملت عيون حمراء بينم ا نصف الذكور حمل عيوناً حمراء والنصف الآخر حمل عيوناً بيضاء، أي أن العيون البيضاء وهي الصفة المتنحية كانت مقتصرة على الذكور فقط في الجيل الثاني، أي أن ربع أفراد الجيل الثاني البيض العيون كانت جميعها ذكوراً ولم يظهر بالجيل الثاني إناث بيض العيون على الإطلاق بمعنى أن الأب الأبيض العين قد ورث هذه الصفة إلى نصف أحفاده من الذكور فقط دون الإناث. (وبالتالي هذه النتيجة تختلف عن نتيجة تضريبات أحادية الهجين السابقة والتي تظهر الصفة المتنحية في كل من الإناث والذكور بنسبة متساوية). التلقيح الاصلي




**الجيل الأول: جميع الأفراد (الإناث و الذكور) حمراء العين**

**الجيل الثاني: 2 إناث حمراء العين + 1 ذكور حمراء العين + 1 ذكور بيضاء العين**

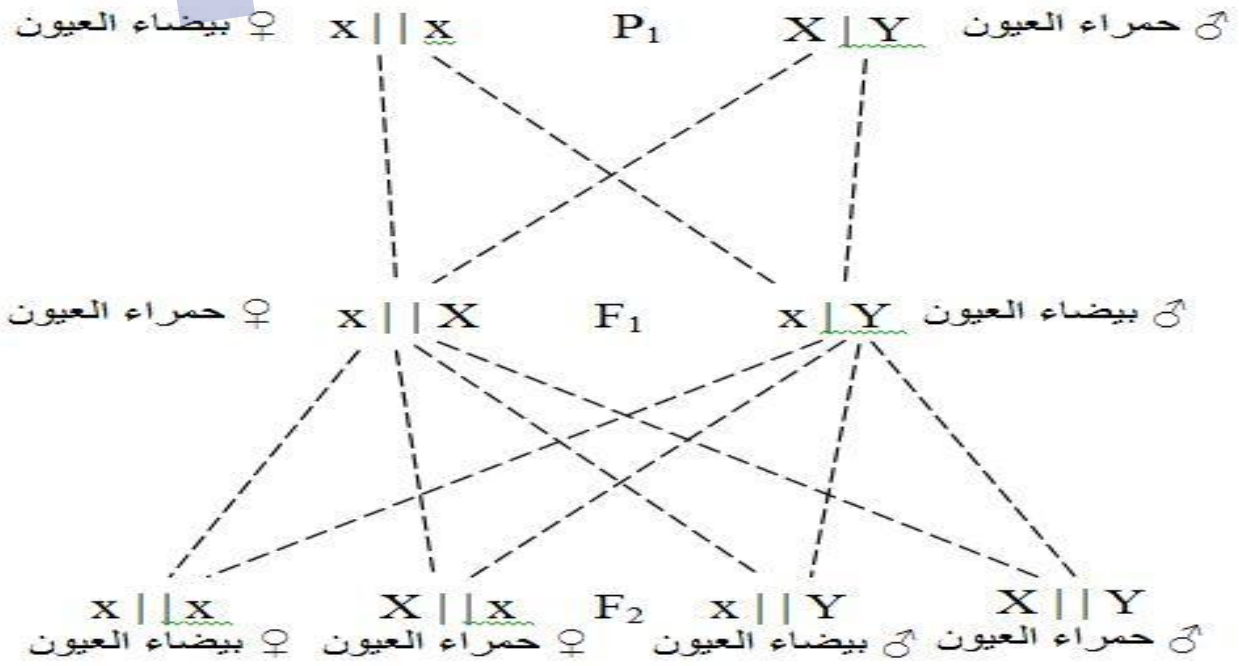
3- أجرى مورغان تلقيحاً اختبارياً Test cross لتحديد ما إذا كانت صفة الأنوثة تنتج عن النمط الظاهري للعيون البيضاء الناتجة عن الطفرة، وذلك من خلال تهجين أفراد الجيل الأول (إناث تحمل صفة العيون الحمراء)، مع الذكور الأبوية الأصيلة، التي تحمل صفة ال عيون البيضاء. فحصل مورغان على النسب المظهرية التالية:

1 ذكر أبيض : 1 ذكر أحمر : 1 أنثى بيضاء العين : 1 أنثى حمراء العين.

فسر مورغان هذه النتائج، بأن مورثة لون العيون الحمراء والبيضاء، محمولة على الصبغي X ولا توجد إطلاقاً على الصبغي الآخر Y، ولذا فإن الإناث تحمل نسختين من هذه المورثة نظراً لامتلاكها نسختين من الصبغي X بينما تحمل الذكور نسخة واحدة من هذه المورثة لامتلاكها نسخة واحدة من الصبغي X، وإن مورثة لون العيون البيضاء هي المتنحية في التركيب الوراثي للذكر XY، وتبين النتائج أن الأفراد الذكور يحصلون على الصبغي الجنسي X الوحيد من أمهاتهم، بينما يأتي الصبغي الجنسي Y من آبائهم، أما الإناث فيحصلن على الصبغي الجنسي X من الأب، وعلى الصبغي الجنسي X الآخر من الأم، في التركيب الوراثي للأنثى XX، ولذا فإن ظهور إناث بيضاء العيون يتطلب أن تكون متماثلة المورثات المتنحية.

أما الذكور فهي إما حمراء العيون أو بيضاء العيون، وذلك يتوقف على الطراز الوراثي لأمها، بغض النظر عن الطراز الوراثي لأبيها.

4- كما أجرى مورغان التهجين التبادلي Reciprocal cross وذلك بتضريب إناث ذات عيون بيضاء، مع ذكور ذات عيون حمراء ولاحظ على ذبابات الجيل الأول ($F_1$) بأن الإناث ذات عيون حمراء وأما الذكور ذات عيون بيضاء، ومن ذبابات الجيل الثاني ($F_2$) إلى الجنس ولون العيون وجد مورغان أن نصف الإناث ونصف الذكور ذات عيون بيضاء بينما النصف الآخر من الإناث والذكور ذات عيون حمراء. وهذه النتائج في الجيل الأول والجيل الثاني تختلف أيضا عن نتائج تضريب أحادي الهجين .




**نتائج التلقيح التبادلي : في الجيل الأول: الإناث حمراء العين و الذكور بيضاء العين**

**في الجيل الثاني: 1 إناث حمراء العين + 1 إناث بيضاء العين +1 ذكور حمراء العين+ 1ذكور بيضاء العين**

Remove Watermark Now

ويؤدي التهجين العكسي، حيث تظهر الطفرة المرتبطة بالجنس في الأب المذكر الى اختفاء الصفة في الجيل الأول و إعادة ظهورها في ذكور الجيل الثاني فقط ويعد هذا النوع من الوراثة المصحوبة بتفويت جيل دون ظهور مميزاً للمورثات المرتبطة بالجنس.

ولذلك يتوقع الحصول على النسبة المظهرية ( 3 أحمر: 1أبيض) في جميع أفراد الجيل الثاني بغض النظر عن الجنس ولا تظهر الصفة الطافرة الا في الذكور وتكون النسبة المظهرية بين الذكور الجيل الثاني (1أحمر: 1أبيض) وتكون كل اناث الجيل الثاني من الطابع الظاهري البري.

لاحظ Morgan عندما يكون الذكر حامل للصفة المرتبطة بالجنس السائدة والأم حاملة للصفة المتنحية فإن الذكر يورث الصفة لبناته في الجيل الأول ثم تعود للظهور في أحفاده الذكور في الجيل الثاني أما الأم فإنها تورث صفتها لأبنائها الذكور في الجيل الأول . إذاً الصفات المرتبطة بالجنس مثل لون العين البيضاء في التضريب الأول تتبع التوريث المتقاطع Criss cross pattern of inheritance (الوراثة التصالبية) حيث ينقل الذكر الأب صفته المرتبطة بالجنس إلى أحفاده (الذكور) من خلال بناته وليس بواسطة أبناءه وعلى ذلك فإن الصفة المرتبطة بالجنس تظهر التناوب أو التقاطع من جنس إلى آخر أثناء مرورها من جيل إلى آخر.

وتعد هذه الطريقة مميزة للمورثات المرتبطة بالجنس وتعود هذه النوعية غير العادية من الوراثة الى حقيقة أن الصبغي Y لا يحمل مورثات مشابهة لتلك الموجودة على الموقع الخاص بلون العين البيضاء في صبغي X وفي الحقيقة أن الصبغي Y (في الكائنات التي تحمله) شبه خالي من أية مورثات معروفة ولذلك فالذكور تحمل مورثة واحدة للصفات المرتبطة بالجنس.

ويطلق على مثل هذه الحالة التي يحمل بها مورثة واحدة مصطلح نصفية الأعراس Hemizygous على عكس تماثل الأعراس أو تباينها في الاناث.

**2- الارتباط الجنسي في الانسان Sex-Linked inheritance in human :**

يعتمد تحديد الجنس في الإنسان - كما يحدث في ذبابة الخل - على وجود زوج من الصبغيات الجنسية X في الإناث، ووجود صبغي جنسي واحد X وآخر Y في الذكور، وتشير الدراسات للصفات المرتبطة بالجنس في الإنسان (البالغ عددها أكثر من 120 صفة) بأن الأسس الوراثية التي طبقت على وراثة الارتباط بالجنس في ذبابة الخل يمكن تطبيقها على الإنسان أيضاً. وقد قسم الباحثون الورائيون المورثات المرتبطة بالجنس وفقا لأماكن وجودها وارتباطها بالمناطق الثلاث على الصبغيين الجنسيين X و Y الى:

***المنطقة الأولى (I):** وتتمثل بجزء من الصبغي X ولا يقابلها أي جزء من الصبغي Y وتعرف المورثات الموجودة على هذا الجزء باسم المورثات المرتبطة بالصبغي X (X-Linked gens) ونظراً للأهمية الوراثية البالغة لهذه المورثات فقد سميت بالمورثات المرتبطة بالجنس Sex-linked genes .

***المنطقة الثانية ( II):** تمثل الجزءين المتقابلين بين الصبغيين الجنسيين X و Y وتدعى المورثات الموجودة عليها بالمورثات المرتبطة بالجنس جزئياً Partially sex-linked genes ومن المشكوك فيه وجود مثل هذه المورثات في الانسان .

***المنطقة الثالثة (III):** وتشغل الجزء الخاص بالصبغي الجنسي Y ولا يقابلها اي جزء على الصبغي X وتدعى المورثات الواقعة على هذا الجزء باسم المورثات المرتبطة بالصبغي Y (Y-linked genes) ولا توجد الا في الذكور ومنها المورثات الهولاندرية Holandric genes التي تنتقل من الآباء إلى الأبناء الذكور فقط، مثال على ذلك الاذن المشعرة في الانسان Hairy pinna الذي يتميز بنمو الشعر بشكل مميز وظاهر على الحافة الخارجية لصيوان الاذن عند بعض الذكور. وقد درس هذه الظاهرة الباحث راجا Raja لجماعات في الهند كما تنتشر في

Remove Watermark Now

اجناس اخرى مثل القوقازيين وفي بعض اليابانيين، كما يحمل الصبغي Y ايضاً المورثة المسؤولة عن العامل المحدد للخصية وقد دلت الدراسات التي اجريت على الصبغي Y أن الجزء الوراثي المحدد للخصية يقع على الذراع القصير.

**مثال: الهيموفيليا Hemophilia**

**(سيولة الدم، نزف الدم الوراثي، عدم تخثر الدم، الناعورية):**

- انتشر هذا المرض بين ملوك أوربا نتيجة لانتقال الجينات المسببة له إلى أفراد عائلات الأسر المالكة من خلال الملكة فيكتوريا.
- سيولة الدم هي أشهر الصفات المرتبطة بالجنس في الإنسان وهي حالة مرضية تعرف بنزف الدم حيث يفقد الدم قدرته على التجلط نتيجة نقص مادة الثرومبوبلاستين Thromboplastin، اللازمة لحدوث التجلط.
- يرجع هذا المرض إلى وجود مورث متنحي يقع على الصبغي X (إذاً هو صفة متنحية مرتبطة بالجنس). وفي حالة وجود هذا المورث فهذا يعني انه لا يمتلك الشفرة الوراثية اللازمة لإنتاج احد البروتينات البلازمية الضرورية لتكوين الخثرة أو الجلطة الدموية والذي يعرف ب اسم الجلوبيولين المضاد لسيولة الدم Anti-hemophilia globulin كما يعرف ايضا بالعامل الوراثي الثامن Factor VIII.
- يكاد ظهور هذا المرض أن يكون مقتصراً على الذكور فقط حيث أن معدل حدوثها هو 1 لكل 10000 ذكر
- جين مرض سيولة الدم من الجينات المميتة عند اجتماع عامليه بصورة نقية و ذلك لا يحدث إلا في الإناث لأن الذكور يوجد بهم صبغي X واحد و يحملون آليل واحد لهذه الصفة .
- تتم عملية التجلط في الدم بواسطة 13 عامل لابد من وجودها جميعاً لاشتراكها في تفاعلات متتابعة تؤدي إلى تجلط الدم في زمن قصير.
- للهيموفيليا نوعان وهما هيموفيليا أ و هيموفيليا ب و لهما آليلين مختلفين على موقعين منفصلين بالصبغي X.
- بما أن الإناث يحملن صبغيين جنسيين XX فاحتمال أن تحمل الأنثى عناصر المرض، أو تصاب به، أو تكون سليمة يتبع الحالات التالية لتركيبها الوراثي:

أ- التركيب الوراثي $X^H$ $X^H$ يحمل المورثتين السائدتين؛ اللتين تستطيعان تركيب كل العناصر اللازمة لتجلط الدم، ففي هذه الحالة تكون الأنثى سليمة.

ب- التركيب الوراثي $X^H$ $X^h$ يحمل المورثتين السائدة والمتنحية، فالسائدة تبطل عمل المتنحية، وفي هذه الحالة تكون الأنثى حاملة للمرض، وغير مصابة به.

ج- التركيب الوراثي $X^h$ $X^h$ يحمل المورثتين المتنحيتين؛ اللتين لا تستطيعان تركيب العناصر اللازمة لتجلط الدم، وفي هذه الحالة تكون الأنثى مصابة حتماً.

أما الأفراد الذكور ووفقاً لتركيبهم الوراثي XY، يمكن لنا أن نجدهم في أحدى الحالتين:

أ- التركيب الوراثي $X^H$ Y يحمل المورثة السائدة، وبالتالي ذكر سليم.

ب- التركيب الوراثي $X^h$ Y يحمل المورثة المتنحية، وبالتالي ذكر مصاب حتماً.

pdfelement

Remove Watermark Now

**ويمكن توضيح طرق نقل الصفات الوراثية لسيولة الدم عن طريق الأمثلة الآتية مع إعطاء رمز للمورثة المتنحية المسببة للمرض h وللمقابلة السائدة؛ التي تستطيع تركيب جميع عناصر المادة المؤدية لتجلط الدم بـ H.**

أ- إذا تزوج رجل سليم طبيعي من إمرأة حاملة لصفة سيولة الدم، فسوف يكون نصف الذكور مصاباً بسيولة الدم، ونصف الأمهات حاملات للصفة وفقاً لمايلي:

| | $X^H$ | $X^h$ |
|---|---|---|
| $X^H$ | $X^H X^H$ **%25 إناث سليمات** | $X^H X^h$ **%25 إناث حاملات للمرض** |
| **Y** | $X^H Y$ **%25 ذكور سليمة** | $X^h Y$ **%25 ذكور مصابة** |

ب- إذا تزوج رجل مصاب بسيولة الدم $X^h Y$ من إمرأة سليمة طبيعية $X^H X^H$ ، فسوف يكون جميع الذكور طبيعيين، بينما الأمهات يكنّ حاملات للصفة وفقاً لمايلي:

| | $X^H$ | $X^H$ |
|---|---|---|
| $X^h$ | $X^H X^h$ **%25 إناث حاملات للمرض** | $X^H X^h$ **%25 إناث حاملات للمرض** |
| **Y** | $X^H Y$ **%25 ذكور سليمة** | $X^H Y$ **%25 ذكور سليمة** |

ج- إذا تزوج رجل مصاب بسيولة الدم $X^h Y$ من إمرأة حاملة للصفة $X^H X^h$ ، فسوف يكون النسل موزعاً وفق الآتي:

| | $X^H$ | $X^h$ |
|---|---|---|
| $X^h$ | $X^H X^h$ **%25 إناث حاملات للمرض** | $X^h X^h$ **%25 إناث مصابة بالمرض** |
| **Y** | $X^H Y$ **%25 ذكور سليمة** | $X^h Y$ **%25 ذكور مصابة** |

**<u>يمكن تلخيص الأسس التي يتم من خلالها التعرف على الصفات المرتبطةبالجنس (الصبغي X) وهي:</u>**

1- تسلك صبغيات الجنس سلوكاً خاصاً عند انتقالها من جيل إلى جيل حيث ينتقل الصبغي X من الأب إلى الإناث بينما ينتقل الصبغي Y من الأب إلى الذكور، ولذلك فإن المورثات الموجودة على صبغيات الجنس تسلك سلوكاً لا يتفق و قانون مندل للانعزال.

2- أن سلوك الصفات التي توجد مورثاتها على صبغي الجنس يرتبط بسلوك هذه الصبغيات، وتسمى هذه بالمورثات المرتبطة بالجنس.

3- توجد معظم الصفات المرتبطة بالجنس على الصبغي X بينما يوجد عدد قليل منها على الصبغي Y.

4- إن صفات الأب تنتقل إلى الإناث وصفات الأم تنتقل إلى الذكور فإن الصفات الموجودة على الصبغي X تعرف بالصفات التصالبية.

5- الصفات المرتبطة بالجنس الموجودة على الصبغي X لا يكون لها آليلات متفارقة على الصبغي Y وبالتالي فإنها إذا كانت متنحية فلن تظهر في الإناث الخليطة ولكن تظهر في الذكور لوجودها بحالة فردية.

pdfelement

Remove Watermark Now

6- تظهر الصفات بتكرار أعلى في الذكور عن الإناث .
7- لا تظهر هذه الصفات في الإناث الا إذا كانت ظاهرة في الأب أي تنتقل الصفات المرتبطة بالجنس من الاب المصاب الى نصف احفاده الذكور من خلال بناته ولا تنتقل الى احفاده الاناث
8- تنتقل الصفات من الأب المصاب من خلال بناته إلى نصف أحفاده الذكور.
9- لا يمكن مطلقا انتقال قرين مرتبط بالجنس من الأب الى الابن مباشرة بسبب وراثته للصبغي X من أمه
10- تكون جميع الإناث المصابة ناشئة من آباء مصابة (أب سائد الصفة)، وأمهات حاملة للصفة (أم خليطة التركيب الوراثي) او أمهات مصابة (أم ذات تركيب وراثي متنحي).
11- تظهر هذه الصفة في الأبناء الذكور فقط في حالة كون الأم خليطة التركيب الوراثي لهذه الصفة.
12- أغلب الصفات المرتبطة بالجنس متنحية والقليل منها سائدة وهي تسبب الكثير من الأمراض الوراثية .

**المورثات المحددة بالجنس Sex limited genes:**

إن جميع المورثات التي لا تستطيع التعبير عن نفسها الا بوجود هرمونات معينة هي مورثات محددة بالجنس وبالرغم من وجود هذه المورثات في كلا الجنسين من الذكور والإناث ولكن تأثيرها يظهر بشكل كبير في احد الجنسين مع العلم ب أن تلك المورثات تكون محمولة على الصبغيات الجسدية وأن مورثات جميع الصفات المحددة بالجنس محمولة على الصبغيات الجسدية ولكن تأثيرها على الشكل المظهري يتوقف على جنس الفرد الذي يحمل التركيب الوراثي أي أن الشكل المظهري للصفة لا يكون متساوي التكرار في الذكور والإناث ويعود ذلك للاختلافات في الهرمونات الجنسية بين الذكور والإناث، أو بسبب بعض الاختلافات التشريحية فتظهر الصفة في جنس وتختفي في الجنس الأخر. لذا فهي محصورة في جنس واحد فقط ولا تظهر على الإطلاق في الجنس الأخر على الرغم من وجود تركيبها فيه. والمورثات المحددة بالجنس هي المورثات المسؤولة عن ظهور صفات الجنس الثانوية. وعلى الرغم من أن الانثى تحمل كل المورثات الضرورية لظهور وإنتاج الصفات الذكرية إلا أن هذه المورثات قد يتم تثبيطها في وسط فيه هرمونات انثوية ولا يتم ظهورها إلا في وسط فيه الهرمونات الجنسية السائدة في الذكر.

إذ نلاحظ مثل هذه الظاهرة لدى الرجال المتمثلة بنمو شعر اللحية (تحت تأثير هرمون الاندروجين) وعدم تطور هذه الصفة في الإناث، علماً بأن الأنثى لا تعبر عن هذه الصفة في الغالب رغم أنها تحملها في تركيبها الوراثي والأبناء يرثونها من أمهاتهم وآبائهم. إذ يثبط ظهور اللحية في المرأة تحت تأثير الهرمونات الأنثوية (الاستروجين والبروجسترون).

وفي حالات قليلة وبسبب اختلال و عدم توازن كمية الهرمونات الجنسية لدى الإناث تنتج هرمونات ذكرية قد تؤدي إلى ظهور شعر اللحية عند الاناث. كما نذكر أيضاً على سبيل المثال لا الحصر صفة إنتاج الحليب في الثدييات الذي يكون محدداً وقاصراً على الإناث رغم امتلاك الأنثى والذكر مورثات الحليب، ولكن تنفرد الأم فقط في إنتاجه بسبب هرموناتها الأنثوية الخاصة. ويرث الأفراد في النسل تلك المورثات من الأب والأم كذلك على حد سواء.

وعندما تكون درجة نفاذ المورثة في أحد الجنسين مساوية الصفر فإن الصفة تكون محددة بالجنس.

بعض الجينات لا تستطيع أن تظهر تأثيرها فى وجود هرمونات معينة وعلى ذلك تعتبر الصفات التي تحكمها هذه الجينات محددة بالجنس و من أمثلة ذلك صفة التريش فى الدجاج

Remove Watermark Now

مثال: يحتوي الدجاج على جين متنحي لصفة ريش الديك تنفذ فقط في البيئة الذكرية بالرغم من تمتع ذكور كثير من السلالات بريش الدجاجات (صفة ريش الديكة: درجة نفاذها في الإناث = صفر). فقد وجد أن طراز الدجاج يرجع الى العامل السائد ( $h^+$) وطراز الديك يرجع الى أليله المتنحي (h) ولكن وجد أن طراز الديك لا يظهر الا ف ي الذكور الحاملة للتركيب المتنحى hh بينما الاناث الحاملة لهذا التركيب تكون من طراز الدجاجة كما في الجدول التالي:

| التركيب الوراثي | الشكل الظاهري | |
|---|---|---|
| | الذكور (ديكة) | الإناث (دجاجات) |
| $h^+h^+$ | ريش دجاجة | ريش دجاجة |
| $h^+h$ | ريش دجاجة أو ريش ديكة | ريش دجاجة فقط |
| hh | ريش ديكة | ريش الدجاجة |

ومنه يلاحظ أن كل الإناث تكون من طراز الدجاجة، وأن هرمون الأنثى يثبط عمل الجين h فتكون الإناث حاملة للتركيب hh من طراز الدجاجة.

**المورثات المتأثرة بالجنس Sex-influenced genes:**

في المورثات المتأثرة بالجنس تتوقف السيادة والتنحي على نوع جنس الفرد ، ومن الممكن أن تظهر الصفات في الجنسين ، ولكنها شائعة في جنس دون الآخر. وهذا معاكس تماماً للمورثات المحددة بالجنس التي تظهر آثارها بأحد الجنسين فقط. والمورثات المتأثرة بالجنس تعبر عن حالة الصفات التي تتأثر سيادتها بجنس حاملها. أي أن الحالات التي يعبر فيها التركيب الوراثي عن نفسه بصورة مختلفة في كل جنس من الجنسين.

* يؤثر جنس الفرد على تعبير بعض المورثات حيث تبدو الصفات التي تحكمها هذه المورثات في الإناث بشكل مختلف عما توجد عليه في الذكور.

* إن الصفات المتأثرة بالجنس هي الحالات التي يعبر فيها التركيب الوراثي عن نفسه بصورتين مختلفتين في الجنسين. ويتناقض تعبير السيادة أو التنحي لآليلات المورثات المتأثرة بالجنس في الذكور والإناث، ويرجع ذلك في الغالب إلى الاختلافات في هرمونات الجنس بين الإناث والذكور. ومن الأمثلة عليها مايلي:

**1 - صلع قمة الرأس في الإنسان (الصلع الجبهي Frontal baldness):**

* صلع قمة الرأس هو الصلع الذي يبدأ من أعلى قمة الرأس و ينتهي الأمر بأن تصبح قمة الرأس عارية مع تواجد الشعر على جانبي و خلف الرأس فقط . هذا الصلع شائع بين الذكور ونادر بين الإناث و في حالة الإناث فإن الشعر لا يسقط تماما من على قمة الرأس و لكن كثافته تقل بدرجة كثيرة. يعتبر الصلع من الصفات المتأثرة بالبيئة والحالة الصحية للشعر ولكن معظم الرجال يرثون الصلع من جينات تأتي إليهم من الآباء.

* للصلع في الإنسان عدة مسببات كالمرض والإشعاع أو أمراض الغدة الدرقية الا أن شكل الصلع يعود الى نظام وراثي محدد . و يتحكم بصفة الصلع زوج من الجينات محمول على الصبغيات الجسدية. و يكفي وجود آليل واحد من جين الصلع لظهوره في الرجال ولكن لابد من وجود آليلين لظهوره في النساء.

ويعتبر الصلع من الأمثلة المألوفة على السيادة المتأثرة بالجنس في الإنسان. الجين لهذه الصفة $b^+$ يكون سائداً في الذكور وينتج الصلع سواء كان بحالة $b^+ b^+$ أو بحالة $b^+ b$ ولكنه يكون متنحياً في الإناث، وينتج الصلع فيهن عندما يكون بحالة $b^+b^+$ فقط. وتفسير ذلك يعود إلى تركيز الهرمون الذكري Androgens، (Testesterone) لذلك تستطيع هذه المورثة التعبير عن نفسها

Remove Watermark Now

في الذكور فقط وبوجود الهرمون الذكري. بينما نجد عند الإناث تغيرات طفيفة ترتبط بتساقط خفيف للشعر بسبب امتلاك الاناث للهرمون الذي يبطل عمل تلك المورثات، والمسمى بـ استروجين Oestrogen أو الهرمون الأنثوي.

وفي حالة تغير هذا الهرمون قليلاً فإن ذلك يؤدي الى الصلع لدى الاناث، وعندما يكون انتاج هذا الهرمون ضعيفاً لدى الإناث، يجري تحفيز لهرمون مساعد على إحداث الصلع لديهم، وهي حالات نادرة الحدوث في الحياة بالنسبة للمرأة، حيث يخف الشعر في رأس النساء اللواتي يتناولن الهرمون الذكري لعلاج ما.

ويكون التركيب الوراثي والشكل المظهري للصلع في الإنسان كما هو موضح في الجدول الأتي

| التركيب الوراثي | الشكل الظاهري | |
|---|---|---|
| | رجال | نساء |
| BB ($b^+ b^+$) | أصلع | صلعاء |
| Bb ($b^+ b$) | أصلع | عادية (غير صلعاء) |
| bb | عادي غير اصلع | عادية غير صلعاء |

يلاحظ أن الجينB المتحكم بالصلع الجبهي يكون سائداً في الذكور ومتنحياً في الإناث ويظهر في الحالة الخليطة في الذكور نتيجة وجود هرمون الجنس الذكري وبالتالي فإن جين الصلع سائد في الرجال متنحي في النساء.

**2- وجود القرون في الأغنام:**

وراثة القرون في الأغنام من الصفات التي تظهر انعكاس علاقة السيادة والتنحي في الجنسين . فقد تختلف سيادة الأليلات بحالة متباين الزيجة في الجنسين، ويطلق على هذه الظاهرة السيادة المتأثرة بالجنس، Sex-Influenced Dominance وبذا تكون الصفات المعنية صفات متأثرة بالجنس. وتتأثر نواتج جين متباينات الزيجة في الجنسين بهرمونات الجنس، فمثلاً تسلك المورثات الجسدية المسؤولة عن القرون في بعض سلالات الأغنام بصورة مختلفة بوجود هرمونات الجنس الذكرية والأنثوية.

ففي سلالة أغنام دورسيت Dorset تتميز بوجود القرون في كلا الجنسين ويكون تركيبها الوراثي أصيلاً بالنسبة لعامل وجود القرون وبحالة متماثلة الزيجة ويكون جين القرون ($h^+h^+$).

وفي سلالة السافولك Suffolk يكون كلا الجنسين بدون قرون ويكون النمط الوراثي h h.

فعند إجراء التهجين بين هاتين السلالتين نحصل في الجيل الأول $F_1$ على أغنام تكون الإناث منها عديمة القرون و الذكور ذا ت قرون، ورغم أن التركيب الوراثي واحد في كلا الجنسين ( $h^+h$) إلا أن تعبير الجين اختلف وأصبح يعمل كجين سائد ف ي الذكور ومتنح ي في الإناث، وتكفي جرعة واحدة من هذا الجين لإظهار صفة القرون ف ي الذكور بينما في الإناث لابد من وجود جرعتين منه لكي تتكون القرون في الأنثى

وبترك أفراد الجيل الأول تتزاوج فيما بينها فإن أفراد الجيل الثاني تظهر بهم النسب التالية:

3 ذكور ذوي قرون : 1 ذكر عديم القرن : 3 إناث عديمة القرون: 1 أنثى ذات قرون

pdfelement

Remove Watermark Now

وينتج التضريب المتبادل نفس النتائج في $F_1$ وفي $F_2$ مما يدل على أن هذه الصفة ليست مرتبطة بالجنس . ويكون التركيب الوراثي والشكل المظهري كما هو موضح في الجدول الأتي :

| الطراز الوراثي | الطراز المظهري | |
|---|---|---|
| | ذكر | انثى |
| HH (h+ h+) | ذو قرون | ذات قرون |
| Hh (h+ h) | ذو قرون | عديمة القرون |
| hh | عديم القرون | عديمة القرون |

وعليه يتأثر تعبير بعض الجينات المحمولة على الصبغيات الجسمية بالهرمونات حيث يختلف ظهور الصفة في الأفراد الخليطة في جنس عنه في الجنس الآخر

**الانقلاب الجنسي: مثال: دجاجة كرو** Crew:

وقد سجلت حالة من حالات الانقلاب الكامل في الجنس في الدجاجة التي وجدها Crew في سنة 1923 حيث كانت هذه الدجاجة تامة الخصوبة وأعطت عدداً من النسل، ووضعت بيضاً ثم حدث لها تحول (انقلاب) جنسي، ليس فقط في الصفات الجنسية الثانوية مثل تكون ريش الديك والمهماز وصياح الديك ولكن تعدى ذلك إلى تكون خصى وقد يصل الأمر أيضاً إلى إنتاج حيوانات منوية (الصفات الجنسية الأولية). ففي الطيور يوجد عضوين من الأعضاء الأولية للجنس وعادة ما ينمو أحدهما في الأنثى الطبيعية إلى مبيض عامل بينما يبقى الآخر أثرياً و إذا حدث تلف لأنسجة هذا المبيض في دجاجة ما نتيجة لمرض ما أي في غياب المبيض وهرمونات الجنس الأنثوية فإنه لا يلبث العضو الأثر ي الموجود في مركز المبيض أن ينمو إلى خصية وبذلك يحدث انقلاب في الجنس Sex Reversal.

**- الأنثى التوأمية العقيمة أو الشاذة: The Free-Martin**

تحدث هذه الظاهرة في الأبقار حيث أن حوالي 90% من العجلات التي تولد توائم مع ذكور تكون عقيمة تناسلياً. وذلك لأن التطور الطبيعي للأعضاء الأنثوية الداخلية لهذه العجلات يتوقف نتيجة مرور الهرمون الذكري إل ى الدورة الدموية الأنثوية من خلال المشيمة فيؤد ي ذلك إلى تشوه جهازها التناسلي فتصبح أنثى عقيمة يطلق عليها الأنثى التوأمية الشاذة. أما الذكور فلا تتأثر بذلك، بينما لا تلاحظ هذه الظاهرة في الانواع الأخرى غير الأبقار حيث أن الأنث ى التوائم لذكر تكون طبيعية وذلك نتيجة احتواء المشيمة علي انزيم له القدرة على تحويل مركبات الاندروجينات إلى مركبات الإستروجينات وهذا الانزيم غير موجود في مشيمة الأبقار.

**المورثة المحولة للجنس في ذبابة الخل Drosobhila:**

يوجد في ذبابة الخل مورثة متنحية tra على الصبغي، تعمل على تحويل الأنثى الثنائية الى ذكر عقيم عندما تكون أصيلة tra/tra وتكون الأفراد الحاملة للطراز الوراثي tra/tra/X/X مشابهة للذكور العادية في الشكل الخارجي والداخلي فيما عدا أن الخصى تكون مختزلة في حجمها كثيراً ولا تأثير لهذه المورثة في الذكور العادية.

pdfelement

Remove Watermark Now

**الأشكال الخلطية جنسياً Gynandromorphs**

إن سلوك الصبغيات الغير طبيعي في بعض الحيوانات كالحشرات قد يؤدي إلى مزوقات Mosaic جنسية تسمى الأشكال المشكوك في جنسها، حيث تعبر بعض أجزاء الحيوان عن صفات الأنثى، بينما تعبر الأجزاء الأخرى منه عن صفات الذكر. وتكون بعض هذه الأشكال في ذبابة الخل بين الجنسين على الجانبين Bilateral intersexes، حيث تظهر في أحد نصفي الجسم صفات الذكر وفي النصف الآخر صفات الأنثى، وفي بعض الأحيان يوجد مهاميز شوك Goads على أعضاء التناسل الذكرية والأنثوية. فسر ظهور ذبابات بين الجنسين على الجانبين على أساس حصول شذوذ في الانقسام الميتوزي للانشطار الأول للزيجة. فإذا تأخر أحد كورموسومات X المنقسم لزيجة XX في مركز المغزل فستحصل أحدى الخلايا البنتية على كروموسوم X واحد وتكون XO (ذكرية)، بينما تستلم الأخرى كروموسومي X وتكون XX (أنثوية). يتعين النصف الأيمن والنصف الأيسر من جسم ذبابة الخل في الانشطار الأول. ينشأ من الخلية اليمنى كل خلايا النصف الأيمن بينما ينشأ من الخلية اليسرى كل خلايا النصف الأيسر للجسم الناضج بواسطة الانقسامات الميتوزية الطبيعية. وإذا حدث فقدان كروموسوم X مؤخراً أثناء انقسام الخلايا، سيكون جزء صغير ذا صفات الذكر في الجسم البالغ الأنثوي.

**إن دراسة الصفات الوراثية ومتابعتها في الإنسان أصعب بكثير من دراستها في الأحياء الأخرى حيث تواجه الباحث مجموعة من الصعاب وهي:**

1- كثرة عدد الصبغيات في الإنسان وهي 46 صبغياً.
2- عدم خضوع الكثير من الصفات الوراثية للوراثة المندلية.
3- أن عمل الجيل الأول يستغرق وقتاً طويلاً من ولادته حتى يصبح قادراً على التزاوج لذلك فإذا أراد الباحث دراسة الصفات في الجيل الثاني فإنه يتطلب سنوات طويلة .
4- لايمكن فرض التزاوج وإنما يخضع لعوامل شخصية واجتماعية.
5- يصعب التأكد من نقاوة صفات الأبوين بسبب أن عدد النسل لا يظهر جميع الاحتمالات. ولذلك فإن دراسة الوراثة في الإنسان تعتمد على ملاحظة الصفات في الأفراد وفي أقاربه.
6- أن بعض الصفات يتحكم بها عدد من المورثات بالإضافة إلى الأثر المتعدد للجين.

********** **انتهت المحاضرة** **********

pdfelement