Remove Watermark Now

المحاضرة السابعة

نظم تعيين الجنس والوراثة المرتبطة بالجنس

تعيين الجنس Sex Determination

تعرف مفاهيم الجنس على اساس وجود ذكور وإناث وهذه الحالة توجد في (الانسان وغيره من الكائنات الحية الأخرى الحيوانات والحشرات ... الخ، ويوجد كذلك مفهوم الجنس في النباتات، حيث توجد الاجزاء الذكرية في زهرة والأخرى الانثوية في زهرة ثانية).

إلا أن البعض من الكائنات الحية لا تشتمل على طرازين وراثيين فقط أي ذكور و إناث فقد وجد في بعض الرتب الواطئة التطور (الكائنات الدنيا) من النباتات والحيوانات أن قسما منها لا يحتوي على جنسين فقط وإنما يتواجد فيها طرز جنسية عديدة مثل احد الهدبيات البروتوزوا Protozoa (الباراميسوم) يوجد حوالي ثمان طرز جنسية _ على الأقل_ (8 طرز وراثية) وكلها متطابقة مورفولوجياً. ليس بمقدور أي من هذه الطرز أن تتزاوج مع نظيره الا انه يمكن أن تتبادل المادة الوراثية مع أي من الطرز السبعة الاخرى التي تتبع نفس الصنف. ولكن في معظم الكائنات الراقية فإنها (تحوي طرازين وراثيين) أي اختزال عدد الطرز الجنسية إلى اثنين فقط وقد تتواجد هذه الطرز في افراد مختلفة او في نفس الفرد ويطلق على الحيوان الذي يمتلك كلاً من الاعضاء الجنسية المذكرة والمؤنثة (خنثى Hermaphrodite). وتسمى تلك الحاوية على أعضاء ذكرية أو أنثوية (ذكر Male ، أنثى Female)

في حين يطلق على النباتات الذي يتواجد فيه الاعضاء الذكرية والأنثوية معاً بـ احادي المسكن Monoecious والزهرة الكاملة. في حين تظهر النباتات مغطاة البذور على حالة معاكسة حيث تحتوي على المكونات الذكرية أو الأنثوية (الاعضاء الذكرية والأنثوية في افراد مختلفة) وتسمى ثنائية المسكن Diecious .

وبتقدم علوم الخلية وجد أن البويضات والنطف الحيوانية يحتويان على اجزاء متشابهة مثل النواة والكروموسوم على الرغم من اختلافهم في اجزاء اخرى. لذا فان الاساس المادي للوراثة يعتمد اعتمادا كليا عليهما وبصورة متساوية.

أدت حقيقة وجود الإناث والذكور بصورة متساوية في معظم الكائنات الحية للاعتقاد بأن تعيين الجنس متعلق بالوراثة، وأوضحت دراسات تعيين الجنس بأن صفات الأنثى والذكر تنتقل من جيل لآخر بنفس طريقة انتقال الصفات الوراثية الأخرى، لذا فتحديد الجنس يكون تحت تأثير وراثي. وكذلك قدمت دراسات ميكانيكيات تعيين الجنس في الكائنات الحية المختلفة الدليل التجريبي لنظرية الكروموسوم الوراثية. وأهمية الجنس بحد ذاته هي توفير كمية من الاختلاف الوراثي التي تعتمد عليها عملية التطور بالانتخاب الطبيعي وبقاء الأنماط الأكثر تكيفاً .

أن اهمية الجنس لا تؤدي إلى اختلافات وراثية بين العشائر فقط بل أن اغلب الانتخاب الطبيعي والاصطناعي يعتمد على تلك الاختلافات الوراثية لانتقاء الافضل والأكثر فائدة وتأقلماً للإنسان الذي سعى لإكثارها.... وقد برزت اهمية الاخصاب في معظم الانواع كوسيلة لتوليد تراكيب وراثية في كل جيل.

Remove Watermark Now

نظم تعيين الجنس Sex Determination mechanism

* تخضع نظم تعيين الجنس **لسيطرة وتحكم وراثي** ويمكن تصنيفها إلى مايلي:

1- نظم كروموسومات الجنس.

2- التوازن الوراثي.

3- احادي ثنائي المجموعة الكروموسومية

4- تأثير جين مفرد.

1- نظام تعيين الجنس بكروموسومات (صبغيات) الجنس

Sex determination by sex chromosome

لقد تبين وعبر نجاح النظرية الكروموسومية في الوراثة ان المصدر الاساسي الذي يكمن وراء الجنس المذكر والمؤنث يتحدد بوجود الكروموسومات الجنسية sex chromosomes (في اغلب الاحيان) كما هو موضح في الجدول التالي :

ذكر	انثى	الكائنات الحية
XY	XX	ذبابة الفاكهة (تعتمد على النسبة)، الإنسان، اغلب الثدييات، نباتات ثنائية المسكن
XO	XX	الجراد، النطاط، حشرات مستقيمة الأجنحة، حشرات نصفية الاجنحة
ZZ	ZW	الطيور، الفراشات ، حشرة ابو دقيق، بعض الاسماك. (حيث ان X = Z , Y = W)
Y	X	حشرة الميلاندريوم

ان الوصول الى هذه الحقائق مر بمراحل عديدة فقد اكتشف Witson و Steven في حشرة Protenor ان الأنثى تمتلك زوج من الكروموسومات في حين يمتلك الذكر عددا فرديا منها.

P: XX * XO

G: X X + O

F_1: XX XO

وحسب تعدد الحالات المدروسة نجد طرقا مختلفة لتحديد الجنس استنادا للكروموسومات الجنسية وفيما يلي بعض الامثلة على **نظام تعيين الجنس بكروموسوم الجنس والتي يرمز لها بـ X و Y :** - يمكن تقسيم هذا النظام إلى

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

ب- اناث تعطي جاميطات مختلفة وذكورها تعطي جاميطات متماثلة

1- يتعين الذكر بالنمط XY male type :

ويدعى بنظام XX - XY : نظام الذكور (XY) والإناث (XX) أي أن الذكور تعطي جاميطات مختلفة وإناثها تعطي جاميطات متماثلة: من الامثلة على تعيين الجنس بهذه الطريقة هي الانسان وكثير من الثدييات وبعض النباتات الراقية ثنائية المسكن وجنس بعض الحشرات كذبابة الفاكهة Drosophila.

Remove Watermark Now

يتعين الجنس بهذه الطريقة بزوج من الكروموسومات الجنسية (التي تحوي عدد من المورثات لا يعرف عددها بالضبط في الكائنات الراقية) وهما كروموسوم X الانثوي X و كروموسوم Y الذكري. والكروموسوم Y يختلف شكلا وحجما عن كروموسوم X.... ففي ذبابة الفاكهة، 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 من طول الكروموسوم X.

الذكور الطبيعين يكون تركيبهم الوراثي الكروموسوم XY بينما الاناث تكون بتركيب وراثي XX، أي أن الذكر ينتج نوعين من الجاميطات (نصفها تحمل كروموسوم Y والنصف الاخر تحمل كروموسوم X)، اما الانثى تنتج نوع واحدا من الجاميطات X. ولذا يطلق على الذكور بالجنس المتباين المشيج Heterogametic sex غير متجانس (غير متماثل الكروموسومات الجنسية) بينما يطلق على الاناث بالجنس المتماثل المشيج Homogametic sex . 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.

وان النسبة الجنسية الناتجة من هذا النظام هي 1:1 في كل جيل كمايلي:

♀ ♂

P: XX × XY

↓

G: X X +Y

↓

F_1: XX XY

50%اناث 50%ذكور

pdfelement

2 - يتعين الذكر بالنمط XO male type

ويدعى بنظام XX - XO : نظام الذكور(XO) والإناث (XX): وفي هذه الطريقة تكون الذكور متباينة المشيج (XO) وتنتج امشاجا (حيامناً) نصفها تحمل كروموسوم X ، والنصف الاخر لا يحمل أي صبغي جنسي أي تكون بدون كروموسوم X لأنه في ذكور هذه الانواع لا يوجد كروموسوم مماثل الى كروموسوم X ولا يوجد فيها كروموسوم Y ولذلك تبدي الذكور عددا أحاديا من الصبغيات في صيغتها الصبغية. ولذا يرمز الحرف O في هذه الطريقة الى عدم وجود كروموسوم Y. بينما تكون الاناث بهذا النظام متماثلة المشيج ويرمز لها بـ XX . وهي اول طريقة اكتشفت لتعيين الجنس في نوع من البق Protenor التي تتبع رتب نصفيات الاجنحة ثم وجدت في بعض الحشرات من رتبة مستقيمات الأجنة كالجراد والصراصير والنطاطات والجنادب.

Remove Watermark Now

مثال: البق Protenor : الذكر هو الجنس غير المتماثل الجاميطات heterogametic sex أي انه ينتج جاميطات حاملة لكروموسوم X وجاميطات خالية من كروموسومات الجنس X. الكروموسوم المفرد هو الذي يعين الجنس الذي يستلمه. يكون البق نوعين من الجاميطات احدهما يحتوي على 7 كروموسومات وأخرى تحوي 6 كروموسومات.... البق الذكر يحتوي 13 كروموسوم (6 ازواج من الصبغيات الجسمية A + كروموسوم الجنسX)، لكن في الانثى يوجد 14 كروموسوم (أي 7 ازواج) وعند تكون الجاميطات يتكون نوع واحد (homogametic sex) والتي تحتوي على 7 ازواج. في حين الذكر يحوي على نوعين وعند الاخصاب الذي يحوي 13 كروموسوم يكون الذكر والذي يحوي 14 كروموسوم تكون انثى.

في نظام XO لتعيين الجنس، إن كروموسوم X له تأثير في تعيين جنس النسل، حيث يتوقف تكوين الزايجوت لذكر او لأنثى على نوع النطف الذي يقوم بعملية الاخصاب. إذا 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 كروموسومات جنسية مع البويضة، فإن الزايجوت XO سيتطور إلى ذكر.

	♀أنثى		♂ذكر
P:	XX	×	XO
	↓		
G:	X		X+O
	↓		
F_1:	1XX		1XO
	انثى		ذكر

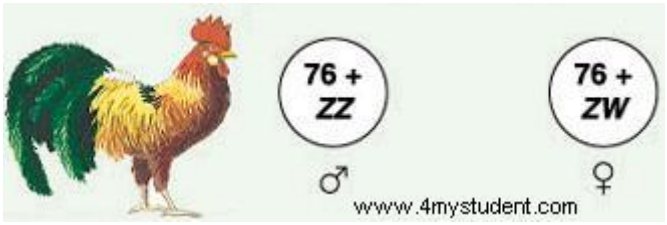
pdfelement

جـ - تتعين الانثى بالنمط XY female type

وأحياناً يرمز في هذه الحالة الى الكروموسومات بـ W, Z بدلاً من X, Y ، فتكون الاناث ZW و الذكور ZZ . **ويدعى بنظام** ZW - ZZ : نظام الاناث (ZW) والذكور (ZZ) أي الاناث تعطي جاميطات مختلفة وعليه نصف البيوض تحوي كروموسوم X والنصف الاخر تحوي كروموسوم Y، أما ذكورها تعطي جاميطات متماثلة أي كل الحيامن تحمل كروموسوم X واحد. وهذه الحالة هي عكس الحالة الاولى أي أن الانثى هي التي تحدد الجنس الذي يعطي جاميطات مختلفة في حين أن الذكور هو الجنس المتماثل الجاميطات وتركيبها الكروموسومي (ZZ). هذا النوع من تحديد الجنس يحدث في بعض الطيور كالدجاج والأسماك والزواحف وفي بعض الحشرات مثل الفراشات والعث (عتة الملابس) وديدان الحرير. حيث تكون الاناث متباينة المشيج (ZW) والذكور متماثلة المشيج (ZZ)، كما في المثال التالي:

P:	ذكر	ZZ	×	ZW انثى
G:		(Z)		(Z) + (W)
		↓		
F1 :		ZZ		ZW
		ذكر		أنثى

Remove Watermark Now



د – تتعين الانثى بالنمط XO female type XO

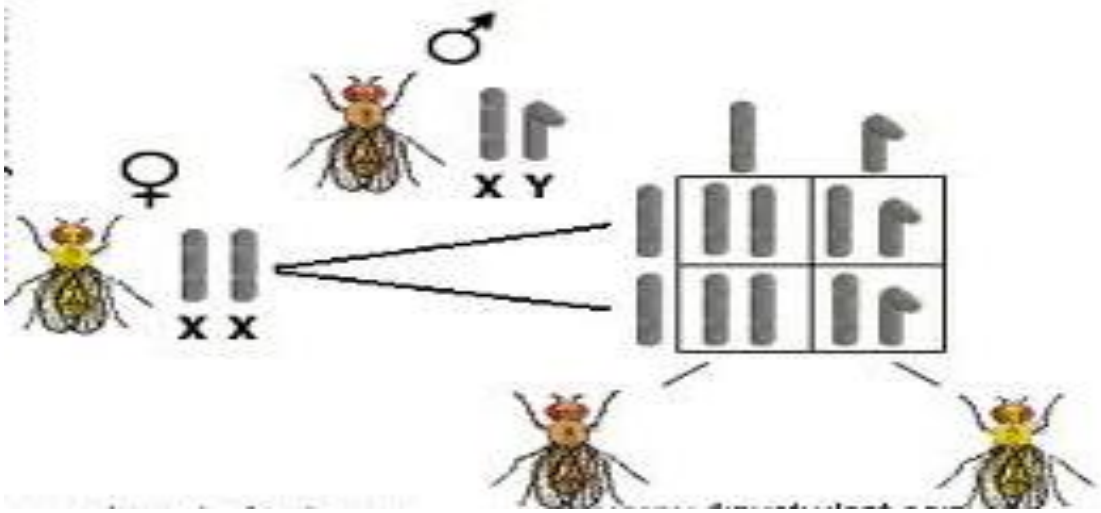
نظام ZO - ZZ : الاناث (ZO) والذكور (ZZ): إن الامثلة على تعيين الجنس بهذه الطريقة نادرة حيث لوحظت في نوع من الحشرات Fumea وتكون الاناث متباينة المشيج، ولايوجد فيها كروموسوم مماثل الى كروموسوم X واحيانا يرمز في هذه الحالة الى الاناث بـ ZO وللذكور ZZ وعليه تكون الذكور متماثلة الزيجة homogametic . عند الإخصاب من قبل الحيوانات المنوية التي تحمل Z ، فإن البويضة Z-carry تتطور إلى ذكر (ZZ)، أما البويضة التي تفتقر إلى Z تتطور لتصبح أنثى.

P: ذكر ZZ × ZO انثى
G: (Z) (Z) + (O)
↓
F1 : ZZ ZO
ذكر أنثى

pdfelement

2- التوازن الوراثي او نظرية التوازن الوراثي

أ- تعيين الجنس في ذبابة الفاكهة Drosophila : تنتج الذكور نوعين من الامشاج التي يرمز لها (A + X) و (A+Y) وتنتج الاناث نوع واحد من الامشاج والتي يرمز لها (A + X) حيث يرمز الحرف A الى مجموعة الكروموسومات الجسمية (الأوتوسومية autosomes) والحرف X الى كروموسوم X والحرف Y الى كروموسوم Y . إذاً الذكر يكون هجيناً X Y والأنثى تكون نقية دائماً X X.



Remove Watermark Now

وينتج من إخصاب نوعين من الأمشاج الذكرية لنوع واحد من الأمشاج الأنثوية ذرية ذات أعداد متساوية من الذكور والإناث (50% إناث X X + 50% ذكور X Y).

يعتبر كروموسوم Y خالي من الجينات في ذبابة الفاكهة ما عدا جين الشعيرات المقصوصة وجينات الخصوبة للذكر. أما كروموسوم X فيحمل جينات كثيرة التي تعبر عن صفاتها في 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 الفاكهة أن مفتاح تحديد وتعيين الجنس في هذه الحشرة يعتمد على العلاقة بين الكروموسومات الجنسية والجسمية. وبذلك لا يعمل الكروموسوم Y على تعيين الجنس في ذبابة الفاكهة، لكنه مسؤول عن خصوبة الذكر. لأن كلا الفردين AAXY وAAXO ذكر فيما يتعلق بصفاته الجنسية الثانوية.

وإن معينات (جينات) الذكر Male determiners تقع على الأوتوسومز، ومعينات (جينات) الأنثى Female determiners تقع على كروموسوم X . لذا يتضح إن جينات تعيين الجنس تكون محمولة على كروموسومات معينة وإن كل الأفراد تحمل جينات لكلا الجنسين .

وقد وضع بريدجز **النظرية النسبية في تحديد الجنس Ratio theory of sex determination في حشرة ذبابة الفاكهة** حيث بين خلال تجارب عديدة **أن العامل المحدد للجنس (سواء الذكورة أو الأنوثة أو الشذوذ) في ذبابة الفاكهة يعود إلى نسبة عدد الكروموسومات الجنسية X على عدد مجاميع الكروموسومات الجسمية A (الأوتوسومز Autosomes).** لقد تبين بان الجينات التي تؤثر في تعيين الجنس في ذبابة الفاكهة محمولة على جميع الكروموسومات سواء اكانت جنسية او جسمية، ولكن المحصلة الجينية لكروموسوم X تميل إلى الاتجاه الأنثوي، والمحصلة الجينية للكروموسومات الجسمية تميل للاتجاه المذكر وان تحديد الجنس يتوقف على النسبة بينهما. فإذا كان وزن X اعلى يكون الفرد انثى وإذا كان وزن Y الجسمية اعلى يكون الفرد ذكر (أن عوامل الذكورة الموجودة والمحمولة على الكروموسومات الجسمية ((توزن)) مقابل عوامل الأنوثة الموجودة والمحمولة على كروموسومات X). **وعليه استنبطت نظرية التوازن الوراثي لتعيين الجنس Genetic balance theory of sex determination** كتفسير أكثر تفصيلاً لميكانيكية تعيين الجنس في ذبابة الفاكهة. وبموجب هذه النظرية فإن الجنس يعتمد على العدد النسبي لكروموسومات X وعدد الأوتوسومز أو بعبارة أخرى يعتمد الجنس على الموازنة بين جينات كروموسومات X وجينات الأوتوسومز .

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

تكون النسبة بين كروموسومات X و الأوتوسومز A ($\frac{X}{A}$) = 1 في الأفراد الإناث

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 ")

تنتج النسبة 1.50 إناث فوقية Superfemales عقيمة (إناث شاذة)

وتنتج النسبة 0.33 ذكور فوقية Supermales عقيمة (ذكور شاذة)

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).

$\frac{X}{A}$ = 0.67 تنتج هذه النسبة ذباب ما بين الجنسين Intersex (بينية الجنس أي إما تميل نحو الذكورة أو الأنوثة).

يعتمد تحديد الجنس في ذبابة الفاكهة على النسبة بين عدد كروموسومات X/A حيث ان A تمثل مجموعة الكروموسومات الجسمية كما هو موضح في الجدول التالي :

نسبة $\frac{X}{A}$	عدد مجاميع الكروموسومات الجسميةA	عدد الكروموسومات الجنسيةX	جنس الحشرة
2/2=1.00	AA	XX	انثى
1/2=0.50	AA	XY	ذكر
3/2=1.50	AA	XXX	انثى فائقة الأنوثة (عقيمة)
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	XXY	انثى
3/4=0.75	AAAA	XXX	بين الجنسين (بينية الجنس رباعية)
2/3=0.67	AAA	XX	بين الجنسين (بينية الجنس ثلاثية)
1/3=0.33	AAA	XY	ذكر فائق الذكورة ثلاثي (عقيم)
1/4=0.25	AAAA	XY	ذكر فائق الذكورة رباعي (عقيم)
1/2=0.50	AA	X	ذكر عقيم لعدم وجود كروموسومY

وبشكل عام اذا كانت نسبة $\frac{X}{A}$ = 1 يكون الجنس انثى

وإذا كانت نسبة $\frac{X}{A}$ = 0.5 يكون الجنس ذكر

يمكن تطبيق نظرية بريدجز 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 معينات (جينات) الذكر .

تأثير درجة الحرارة على تحديد نوع الجنس في الكائنات البينية في جنسها بين الذكر والأنثى Intersex (الخنثوية) حيث لوحظ في بعض الاحيان أنه اذا تم التزاوج بين الافراد البينية ($\frac{X}{A}$ بين 0.5 و الواحد) تعطي في بعض الاحيان أفراد مذكرة وفي بعض الأحيان الاخرى تعطي أفرادا مؤنثة ونتيجة الدراسة وجد أن درجة الحرارة هي التي تحدد نوع الجنس فإن كانت الحرارة مرتفعة كان كل النسل الناتج إناث وإن كانت منخفضة فيكون النسل الناتج ذكور.

Remove Watermark Now

ب- تحديد الجنس عند الإنسان: أتضح دور كروموسوم Y في تعيين الجنس في الإنسان من خلال دراسة بعض الشذوذ في عدد الكروموسومات أي اختلالات الصيغة الصبغية، الحالات الناجمة عن وجود الكروموسومات الجنسية الزائدة أو الناقصة.

فتكون الأفراد ذات **متلازمة تورنر Turner syndrome** التي لا تحوي كروموسوم Y إناثاً .

يعرف أن لكل أنثى اثنين من الكروموسومات تعرف بـ (XX) وللذكر اثنين من الكروموسومات تعرف بـ (XY)، في حالة الأنثى التي تولد بمتلازمة تورنر يكون لديها إكس (x) واحدة، أي يكون المجموع الكلي للكروموسومات والجينات هو 45 لدى الأنثى التي تحمل متلازمة تورنر، في حين أن البنت الطبيعية تحمل 46 كروموسوم وجين كما هو معروف.

بينما تكون الأفراد ذات **متلازمة كلاينفلتر Klinefelter syndrome** التي تحوي XXY و XXXY ذكوراً وتكون الأفراد الحاملة XXX إناثاً. وهي متلازمة توجد في الذكور الذين يمتلكون كروموسوم الجنس X زائدا في خلاياهم، ليصبح العدد XXY+44 أي { 47,48 XXY} بدلا من XY+44. وسميت على اسم الدكتور هاري كلاينفلتر الذي وصفها لأول مرة عام 1942، وتحدث نتيجة عدم انتظام في توزيع الصبغيات أثناء عملية الانقسام الميوزي للبويضات في الأنثى حيث في بعض الحالات النادرة جدا يحدث ان تلتصق اصباغ (X) ببعضها أثناء الانقسام الميوزي بالتحديد عند الطور الاستوائي حيث بعدها لا تستطيع ازواج الكروموسومات ان تنفصل عن بعضها مما ينتج عنه بويضات تركيبها (xx+22)، وأخرى (0+22) فينتج عن اخصاب الأولى بحيوان منوي تركيبه (y+22) ذكر كلاينفلتر، اما ان كان تركيب الحيوان المنوي (x+22) فإن النتاج سيكون انثى عادية لديها حالة تضاعف جنسي.

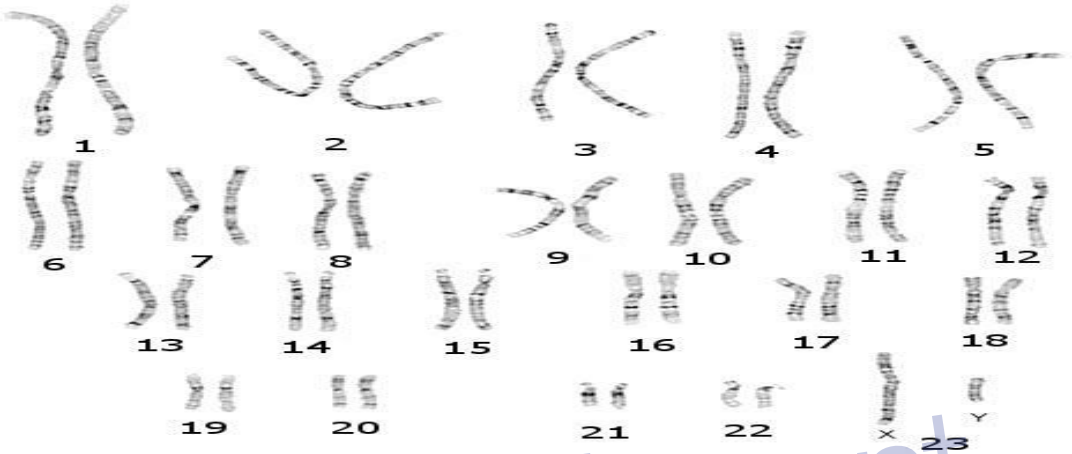
متلازمة كلينفيلتر (47 xxy) نتيجة لتكرار الكروموسوم X مرتين وتكون الأم مصدر الكروموسوم X الزائد.

متلازمة جاكوب أو متلازمة XYY ينتج هذا التناذر **(47 xyy)** من حيوان منوى يحتوى على YY فى الانقسام الميوزى الثانى ويكون الأب مصدر الكروموسوم Y الزائد. متلازمة XYY هو اضطراب وراثي سببه اختلال في الصيغة الصبغية لصبغيات الجنس يحدث فيها أن يستقبل الذكر صبغي Y زائدة مسببة النمط النووي 47،XYY.وهذه المتلازمة محصورة في الذكور فقط. هذه المتلازمة ليست موروثة ولكن تحدث عادةً عشوائياً خلال تكوين خلايا الحيوانات المنوية. الخلل في فصل الكروموسوم خلال طور الصعود (من الانقسام الاختزالي الثاني) يمكن أن يؤدي إلى خلاية منوية مع نسخة اضافية من الكروموسوم واي y. إذا كانت إحدى هذه الخلايا المنوية الغير نمطية تساهم في التكوين الجيني للطفل، فإنه سوف يحصل على كروموسوم y إضافي في كل من خلايا الجسم.

وتقترح الأدلة الحديثة على وجود عدد قليل من الجينات موزعة على طول كروموسوم Y .

من المعروف أن الصيغة الثنائية أو المضاعفة Diploid في الإنسان تتألف من 46 كروموسوم تتوزع وفق ارتباطها بالجنس، حيث تحمل الذكور الطبيعية 44 أوتوسومز Autosomes تمثل الكروموسومات الذاتية أو الجسمية وتنظم في (22 زوج) و2 من الكروموسومات الجنسية تنتظم في زوج صبغي (كروموسوم X وكروموسوم Y). أي يحمل الذكر نسخة من كروموسوم X يرثه من الأم و نسخة من كروموسوم Y يرثه من الأب (XY) . أما الإناث الطبيعية فإنها تحمل 44 أوتوسومز وزوج واحد من الكروموسومات الجنسية (كروموسوم X). أي تحمل الأنثى نسختين من كروموسوم X (XX) ترث احداها من الأم والأخرى من الأب. وعليه يوجد نوعين

من النطف (الحيامن) ونوع واحد من البيوض. وينتج من البيوض المخصبة بنطف تحمل كروموسوم Y زيجات تنمو إلى ذكور، وتلك المخصبة بنطف تحمل كروموسوم X تنتج زيجات تنمو إناث. وعليه فإن انعزال كروموسوم X عن كروموسوم Y والإخصاب العشوائي يفسران نمو بعض الأفراد إلى الذكور والآخرين إلى الإناث بنسبة تقارب إلى النصف في العشائر البشرية. إذاً الذكر هو الذي يحدد الجنس عن طريق الكروموسوم Y وهذا الكروموسوم يحمل العوامل الوراثية المسؤولة عن تحديد الذكورة، بينما الكروموسوم X يحمل العوامل الوراثية المسؤولة عن تحديد الأنوثة.



يوضح الشكل: 23 زوج من الكروموسومات مرتبة بناءا على أطوالها(كروموسوم رقم 1 هو الأطول)، الزوج الأخير من الكروموسومات 23 هو عبارة عن زوج الكروموسومات الجنسية التي ترتبط بالذكور حيث ان الزوج الـ 23 هو (XY).

* الكروموسومات من 1 الى 22 متشابهة بين الذكور والإناث، وتسمى هذه الـ 22 زوج من الكروموسومات بالكروموسومات الجسدية. أما بالنسبة للزوج الـ 23 من الكروموسومات فهو يختلف باختلاف الجنس و لذلك فانه يعرف بزوج الكروموسومات الجنسية.
* عند الإنسان لا تلعب الكروموسومات الجسمية أي دور في تحديد الجنس.
* الذكر هو الذي يحدد الجنس عن طريق الكروموسوم Y وهذا الكروموسوم يحمل العوامل الوراثية المسؤولة عن تحديد صفات الذكورة، بينما الكروموسوم X يحمل العوامل الوراثية المسؤولة عن تحديد صفات الأنوثة بغياب الكروموسوم الجنسي Y.

تحديد الجنس عند النبات:

فى النباتات مثلما فى الإنسان يتحدد الجنس أساسا عن طريق كروموزوم Y وعلى ذلك فأنه بصرف النظر عن عدد كروموزومات X وعدد مجاميع الأوتوسوم فأن مجرد وجود كروموزوم Y يكفى لجعل النبات ذكرا و إذا غاب كروموزوم Y فأنه يكون مؤنثا.

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

1. منطقة تحمل الجينات المثبطة لجينات الأنوثة و الموجودة على كروموسوم Y و إذا أزيلت هذه المنطقة يصبح النبات ثنائى الجنس.

2. منطقة تحمل الجينات المسئولة عن بداية نمو المتك وفى غيابها يصبح النبات مؤنثا.
3. منطقة تنظم وتحكم الأطوار المتأخرة من نمو المتوك وتحوى الجينات المسئولة عن خصوبة الذكر وغيابها يعطى نباتات مذكرة عقيمة لها متوك ضامرة.
4. منطقة تكون متماثلة فى كل من كروموسومى X و Y لذا فهى المنطقة التى يحدث بها الازدواج أثناء الانقسام الميوزى.
5. منطقة يقتصر وجودها على كروموزوم X فقط وتوجد عليها العوامل التى تشجع الأنوثة عندما تغيب المنطقة I الموجودة على كروموزوم Y.

نبات القرنفل: يتميز هذا النبات بأنه أحياناً قد يكون نبات أحادي المسكن وفي بعض الاحيان يحمل على نفس النباتات أزهارا مذكرة وأخرى خنثى، كما لوحظ عند هذا النبات أن الازهار الخنثى في بعض الاحيان تكون الاكياس الطلعية نامية بشكل كامل وأحيانا تكون شبه عقيمة، ونتيجة الدراسة وجد أن الذي يحدد الجنس في الزهرة هو نسبة الكروموسومات X إلى Y فإذا كانت النسبة X/ Y = 0.5 تكون الأزهار كاملة التذكير

وإذا كانت النسبة X/ Y = 1.5 تكون الأزهار مذكرة ولكن نسبة التذكير أقل (أي ليست كل الأعضاء الذكرية نامية). أما إذا كانت النسبة X/ Y = أكثر من 1.5 تكون الأزهار خنثى.

3- احادى ثنائى المجموعة الكروموسومية

تعيين الجنس بمجموعة الكروموسومات (الصبغيات) compound sex chromosomes

** تعيين الجنس بمجموعة الكروموسومات (الصبغيات) في حشرات غشائية الاجنحة

Sex determination by haplodiploidy in hymenoptera

تشمل رتبة غشائية الأجنحة النحل والنمل والدبابير والذباب المنشاري وغيرها من الحشرات، وتنشأ الذكور في أنواع مختلفة منها بالتوالد العذري Parthenogenesis، أي بدون إخصاب، وتكون أحادية المجموعة الكروموسومية Haploid، بينما تنشأ الإناث من الزيجات وتطور البويضة الملقحة وتكون ثنائية المجموعة الكروموسومية Diploid .

تعيين الجنس في نحل العسل: يعتبر نحل العسل مثالاً جيداً لهذه الحالة، حيث تحمل الذكور 16 كروموسوم تنتج الذكور الحيوانات المنوية (حيامن) بالانقسام الميتوزي ولا يحدث فيها انقسام ميوزي وتكون وظائفه الجنسية كذكر كاملة. تتكون ذكور نحل العسل نتيجة التوالد العذري من بيض غير مخصب (غير ملقح) وبالتالي فهي احادية المجموعة الكروموسومية، أحادية العدد الصبغي 1n).

أما الإناث سواء العاملات أو الملكات فتحمل 32 كروموسوم، وتنشأ الاناث سواء العاملات او الملكات من بيض مخصب (ثنائي المجموعة الكروموسومية 2n). الملكات تكون وظائفها الجنسية كاملة التطور. بينما العاملات تكون وظائفها الجنسية غير كاملة التطور، وبالتالي لن تكون قادرة على انتاج بيوض.

ولا تظهر كروموسومات الجنس دور في تعيين الجنس المميز للحشرات من رتبة غشائية الاجنحة التي تشمل النمل والنحل والدبابير.

هنا تحدد كمية ونوع الغذاء المتوفر لليرقة الأنثى ثنائية المجموعة الكروموسومية، فيما إذا ستكون تلك اليرقة عاملة عقيمة أو ملكة خصبة، ولهذا فان البيئة هنا هي التي تحدد الخصوبة او العقم الا انها لا تغير و لا تبدل الجنس المتعين وراثياً بواسطة عدة جينات والواقعة على بعض الكروموسومات .

Remove Watermark Now

تتحكم الملكة في النسبة الجنسية للنسل الناتج اذ أن معظم البيض الموجود في الخلية سيكون مخصبا ويتكشف إلى عاملات إناث، اما البيض الذي تختاره الملكة أن لا تخصبه (من مخزون النطف الموجود في المستودع المنوي فيها) فانه يتكشف إلى ذكور، وتتزاوج ملكات نحل العسل مرة واحدة عادة على مدى حياتها.

تعيين الجنس بتأثير البيئة الخارجية (دور البيئة في تحديد الجنس)

Sex determination by external environment

يعتمد تعيين الجنس في بعض الحيوانات الواطئة على البيئة الخارجية لان الذكور والإناث تحمل انماطا وراثية متشابهة، ولكن محفز البيئة الخارجية يجعل النمو الى احد الجنسين دون الاخر. لقد وجد أن **جنس يرقة الديدان البحرية Bonellia** تعينه منبهات كيميائية تنبعث من البيئة التي تعيش فيها، فمثلا يكون الذكر للدودة البحرية Bonellia viridis صغير ويعيش متطفلا في المجرى التناسلي للأنثى الكبيرة. وانحطت كل اعضاء جسمه ما عدا الجهاز التناسلي، ويكون موقع الذكر ملائما لإخصاب البيوض. عند اطلاق ديدان جديدة التفقيس (يرقات) في ماء يحوي اناث بالغة وجد ان اليرقات التي تنجذب الى الاناث وتلتحق بخرطومها تتحول الى ذكور والتي تهاجر الى المجرى التناسلي اما اليرقات التي لا تتمكن من الانجذاب الى خرطوم الانثى فإنها تنمو الى الاناث البالغة. إذاً فاليرقات التي تستقر على خرطوم الانثى تنمو إلى ذكور بينما اليرقات التي تعيش بصورة حرة تنمو إلى اناث ويمكن الحصول على افراد بينية الجنس فإذا انزعت اليرقات التي امضت بعض الوقت ملتصقة بالأنثى وأجبرت بعد ذلك على الحياة بصورة حرة لقد وجد العلماء بان خرطوم الانثى يحوي على مادة من طراز هرموني معين يؤثر بشدة على الصفات الجنسية لليرقات.

وفي الـ Dinophilus دودة بحرية أخرى ، يتعين الجنس بحجم البيضة ، فالبيوض الصغيرة تنتج ذكوراً والبيوض الكبيرة تنتج إناثاً

كما يمكن أن تلعب العوامل البيئية في بعض الأحيان دورًا مهمًا في تحديد الجنس بين الفقاريات، ودرجة الحرارة لها تأثير قوي على تحديد الجنس في مجموعات معينة من الزواحف. على سبيل المثال، في الزواحف التماسيح ومعظم السلاحف، يتم تحديد الجنس من خلال درجة حرارة حضانة البيض. هناك العديد من الاختلافات في هذا الموضوع. في السلاحف النابضة التمساح، Macroclemys temminckii ، حضانة البيض دون 22 درجة مئوية أو أعلى من 28 درجة مئوية يؤدي إلى الإناث، في حين أن الحضانة في درجات الحرارة المتوسطة تنتج في الغالب ذكور. تظهر التماسيح الأمريكية تبعية مشابهة ثنائية الطور على درجة الحرارة ، ولكن يتم تحويل المنحنى إلى درجات حرارة أعلى. وفي سلحفاة البرك الأوروبية Trachemys scripta، درجات حرارة الحضانة فوق 30 درجة مئوية تنتج جميع الإناث، في حين أن درجات حرارة الحضانة أقل من 25 درجة مئوية تنتج جميع الذكور. عند 28.5 درجة مئوية، يتم إنتاج أعداد متساوية من الذكور والإناث.

تمت دراسة المكون المعتمد على درجة الحرارة لمسار تحديد الجنس بتفصيل كبير في السلحفاة الأوروبية Emys orbicularis، يبدو أن المكون الذي يعتمد على درجة الحرارة الحرجة هو توليف إنزيم أروماتيز ، الذي يحول الأندروجينات، مثل التستوستيرون، إلى هرمون الاستروجين. في درجات الحرارة المرتفعة، يؤدي نشاط aromatase المتزايد إلى إنتاج المزيد من هرمون الاستروجين، مما يؤدي إلى تحيز نسبة الجنس نحو المزيد من الإناث.

Remove Watermark Now

4- تعيين الجنس بنظام الجينات المفردة (تأثير مورثة واحدة)

Sex determination by single genes

يتعين الجنس في بعض الكائنات الحية بجينات مفردة بدلاً من الكروموسومات التي تحمل جينات متعددة لتعيين الجنس كما في الحالات التي تقدم شرحها . ومثال واضح على تعيين الجنس بهذه الطريقة يكون في **الدبور الطفيلي Bracon hebetor** وغالباً ما يطلق عليه Habrobracon juglaadis حيث وجد فيه تسعة قرائن أو نظائر Alleles للجنس (تسعة أليلات جنسية على الأقل) والتي يرمز $S^a, S^b, S^c, \ldots S^i$. وتكون الإناث ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n) ومتباينة الزيجة لهذه الأليلات مثل S^aS^b , S^bS^c, S^cS^d , ...etc . أما الذكور فإنها قد تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية ومتماثلة الزيجة لهذه الأليلات (وعادة تكون عقيمة) مثل S^aS^a, S^dS^d, S^eS^e ,... etc أو تكون أحادية المجموعة الكروموسومية (1n) وتحمل أليل واحد من هذه الأليلات مثل S^a , S^b .

ومثال آخر لهذه الحالة: تعيين الجنس في الذرة الصفراء بنظام المورثات المفردة: التي تكون اعتياديا 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). فالسنبلة (العرنوس) تشكل البذور والشرابة تقدم بذور الطلع .

تعتمد آلية تحديد الجنس على وجود شفعين من المورثات، تحمل النباتات المتماثلة الزيجة للجين المتنحي b (يرمز إلى عدم الإثمار، عدم تكوين العرانيس مطلقاً barren stalk) أزهاراً طلعية فقط ويطلق على هذه النباتات بالنباتات المذكرة bsbs . وتحمل النباتات المتماثلة الزيجة للجين المتنحي t (يرمز إلى تكون البذور محل الأزهار الطلعية Tassel seed) فهو يسبب تحويل الشرابة إلى أزهار مؤنثة ذات كرابل وطبقاً لذلك تتكون العرانيس في قمة النبات) أزهاراً متاعية فقط ويطلق على هذه النباتات بالنباتات المؤنثة tsts .

وعليه تكون النباتات ذات النمط الوراثي Bs- Ts- نبات طبيعي أحادي المسكن ثنائي الجنس (الأعضاء المذكرة في قمة النبات والأعضاء المؤنثة جانبية).

وتكون النباتات ذات النمط الوراثي bsbs TsTs و bsbs Tsts نباتات طلعية (نبات مذكر) تتواجد الأعضاء المذكرة في قمة النبات.

وتكون النباتات ذات النمط الوراثي BsBs tsts و Bsbs tsts نباتات متاعية (نبات مؤنث) وثنائية المسكن Dioecious تتواجد الأعضاء المؤنثة في قمة وعلى جانبي النبات. وتقترح هذه المعلومات أن النباتات أحادية المسكن من الممكن أن تصبح ثنائية المسكن أو بالعكس بواسطة الطفرة بالجينين .

وتكون النباتات ذات النمط الوراثي bsbs tsts (نبات مؤنث) تتواجد الأعضاء المؤنثة في قمة النبات.

المورثة المحولة للجنس في ذبابة الخل: يوجد في ذبابة الخل Drosobhila مورثة متنحية tra على الصبغي، تعمل على تحويل الأنثى الثنائية الى ذكر عقيم عندما تكون أصلية 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 كثيرا ولا تأثير لهذه المورثة في الذكور العادية.

Remove Watermark Now

الأشكال الخلطية جنسياً Gynandromorphs

إن سلوك الكروموسومات الغير طبيعي في بعض الحيوانات كالحشرات قد يؤدي إلى مزوقات Mosaic جنسية تسمى الأشكال المشكوك في جنسها Gynandromorphs، حيث تعبر بعض أجزاء الحيوان عن صفات الأنثى، بينما تعبر الأجزاء الأخرى منه عن صفات الذكر. وتكون بعض هذه الأشكال في ذبابة الفاكهة 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 وتكونXO (ذكرية)، بينما تستلم الأخرى كروموسومي X وتكون XX (أنثوية). يتعين النصف الأيمن والنصف الأيسر من جسم ذبابة الفاكهة 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 مؤخرا أثناء انقسام الخلايا، سيكون جزء صغير ذا صفات الذكر في الجسم البالغ الأنثوي.

<u>الجينات وتوزيعها على كرموسومات الجنس والكروموسومات الجسمية</u>

وتقسم الجينات التي لها علاقة بكروموسومات الجنس الى ثلاثة اقسام :

اولاً: الجينات الموجودة على كروموسوم (X) فقط وليس لها اليلات على كروموسوم (Y) وتعرف هذه الجينات بأنها مرتبطة بالجنس Sex-linked genes

ثانياً: الجينات الموجودة على كروموسوم (Y) فقط وليس لها اليلات على كروموسوم (X) وتظهر صفات هذه الجينات على الذكور فقط وتعرف باسم Holandric genes

ثالثاً: الجينات المحمولة على المناطق المتماثلة Homologous portions في كل من كروموسوم (X) وكروموسوم (Y) وتعرف هذه الجينات بأنها مرتبطة جزئيا بالجنس Partially sex- linked او Incompletely sex- linked

وهناك انواع اخرى من الجينات قد تكون محمولة على الكروموسومات الجسمية Autosomes، ولكن لها تأثيرها على الشكل المظهري يتوقف على جنس الفرد الموجود فيه التركيب الوراثي، وتنقسم هذه الانواع الى قسمين :

رابعاً: الصفات المقتصرة على الجنس Sex-limited genes ، وهنا نجد ان الصفة التي تتحكم فيها مثل هذه الجينات تكون قاصرة على جنس واحد فقط ولا تظهر على الاطلاق في الجنس الاخر بالرغم من تواجد تركيبها الوراثي في افراده .

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

الوراثة المرتبطة بالجنس Sex – Linked Inheritance

يعتبر الانعزال والتوزيع الحر للجينات الناتج من سلوك الكروموسومات 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 متعلقا 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 .

***الوراثة المرتبطة بالجنس في الحيوانات Sex-Linked Inheritance in Animals :**

تعتبر الغالبية من الحيوانات بدءا من الكائنات الصغيرة حقيقة النواة وانتهاءا بالثدييات منفصلة الجنس (Dioecious) حيث يعطي بعض الافراد في النوع الواحد امشاج ذكرية والبعض الاخر امشاج انثوية وتعتبر هذه الامشاج مختلفة عن بعضها مظهريا ووراثيا وتنتج من مناسل مختلفة وظيفيا وتركيبيا حيث يوجد هناك كروموسومات جسمية ذاتية Autosomes وكروموسومات جنسية Sex-Chromosomes .

1-الكروموسومات الجسمية (الذاتية) Autosomes :-

وتضم جميع الكروسومات غير الجنسية حيث انه لا يوجد لهذه الكروموسومات دور اساسي في تحديد الجنس وإنما يعود اليها كل ما له علاقة بنقل الصفات المتنوعة غير الجنسية مثل الطول والقصر واللون والشعر وغيرها .

2-الكروموسومات الجنسية :

لقد اوضحت بعض الدراسات في تعيين الجنس ان صفات الانثى والذكر تنتقل من جيل لآخر بطريقة انتقال الصفات الوراثية الاخرى ولذلك يكون للوراثة تأثيرها الخاص في تعيين الجنس بواسطة كروموسومات 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 في الحيوانات الارتباط بالجنس في ذبابة الفاكهة .

**** الارتباط بالجنس في ذبابة الفاكهة Sex Linkage In Drosophila**

أول من اكتشف ظاهرة الوراثة المرتبطة بالجنس العالم Morgan عام 1910 عند دراسته لون العين في ذبابة الفاكهة. يعتمد تحديد الجنس في ذبابة الفاكهة على النسبة بين عدد الكروموسومات الجنسية والجسمية $\frac{X}{A}$ حيث ان A تمثل مجموعة الكروموسومات الجسمية وبشكل عام اذا كانت نسبة $\frac{X}{A} = 1$ يكون الجنس انثى.

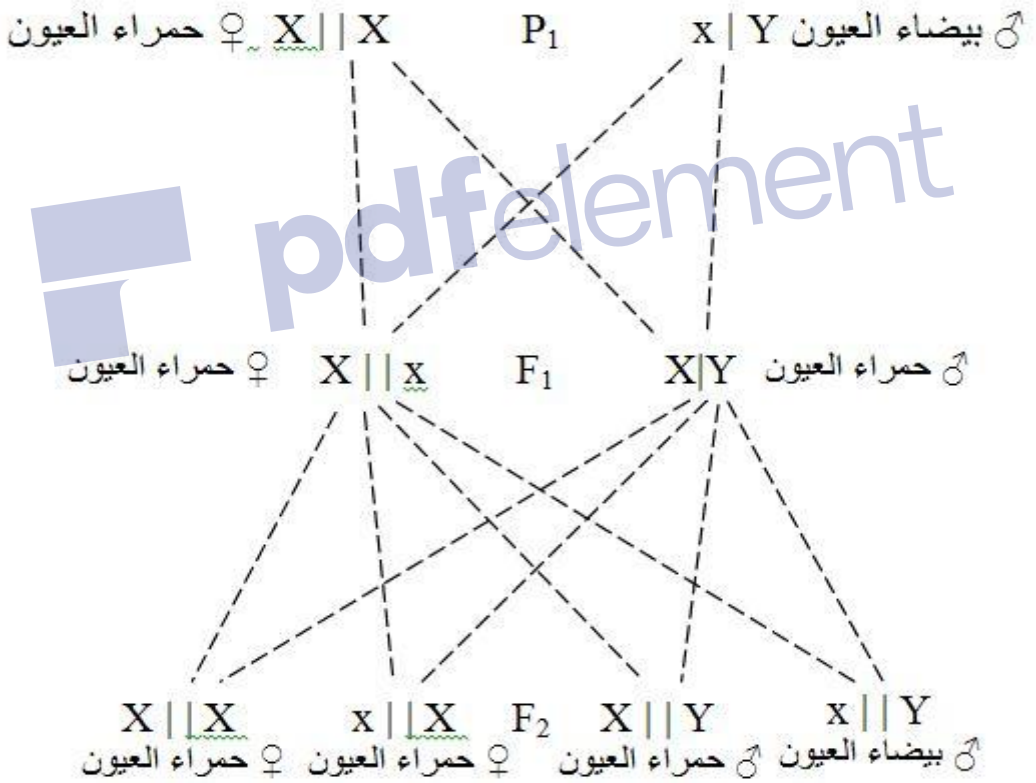
يظهر بأن الجنس في ذبابة الفاكهة الطبيعية يعتمد على وجود زوج من كروموسومات X في الأنثى وكروموسوم Y واحد في الذكور. لاحظ موركان Morgan، أثناء قيامه بتجارب تربية ذبابة الفاكهة من النمط البري ذو العيون الحمراء، ذبابة واحدة ذات عيون بيضاء والتي ربى منها سلالة نقية ذات عيون بيضاء. ظهرت العيون البيضاء بواسطة الطفرة Mutation. ولدراسة هذا النمط الظاهري الجديد، ضرّب موركان إناث ذات عيون حمراء مع ذكور ذات عيون بيضاء ولاحظ بأن جميع ذبابات الجيل الأول (F_1) ذات عيون حمراء. وعلى ذبابات الجيل الثاني (F_2) لاحظ بأن حوالي ثلاثة أرباعها ذات عيون حمراء وحوالي ربعها ذات عيون بيضاء. تظهر هذه النتائج لهذا الحد 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 موركان بأن كل الإناث حملت عيون حمراء بينما نصف الذكور حمل عيونا حمراء والنصف الآخر حمل عيونا بيضاء، أي أن العيون البيضاء وهي الصفة المتنحية كانت مقتصرة على الذكور فقط في الجيل الثاني، وهذه النتيجة تختلف عن نتيجة تضريبات أحادية الهجين السابقة والتي تظهر الصفة المتنحية في كل من الإناث والذكور بنسبة متساوية . كذلك أجري

Remove Watermark Now

موركان تضريباً متبادلاً 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 موركان 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 .

ولتفسير نتائج هذه التضريبات التي تضمنت دراسة وراثة صفة لون العين في ذبابة الفاكهة أفترض موركان بأن جين لون العين يقع على كروموسوم x وأن كروموسوم Y لا يحمل أليل لهذا الجين .

ولتوضيح هذه الفرضية يرمز لجين العين الحمراء السائد بـ W ولجين العين البيضاء المتنحي ب w ويمثل كروموسوم x بخط على شكل قضيب ويمثل كروموسوم Y بخط نهايته معقوفة . ثم نتابع نتائج التضريب الأول في F_1 وفي F_2 كما موضحة بالشكل (1) ، وكذلك نتابع نتائج التضريب الثاني (المتبادل) في F_1 وفي F_2 كما موضحة في الشكل (2) . نلاحظ أن النتائج الفرضية مطابقة للنتائج التجريبية لكلا التضريبين .

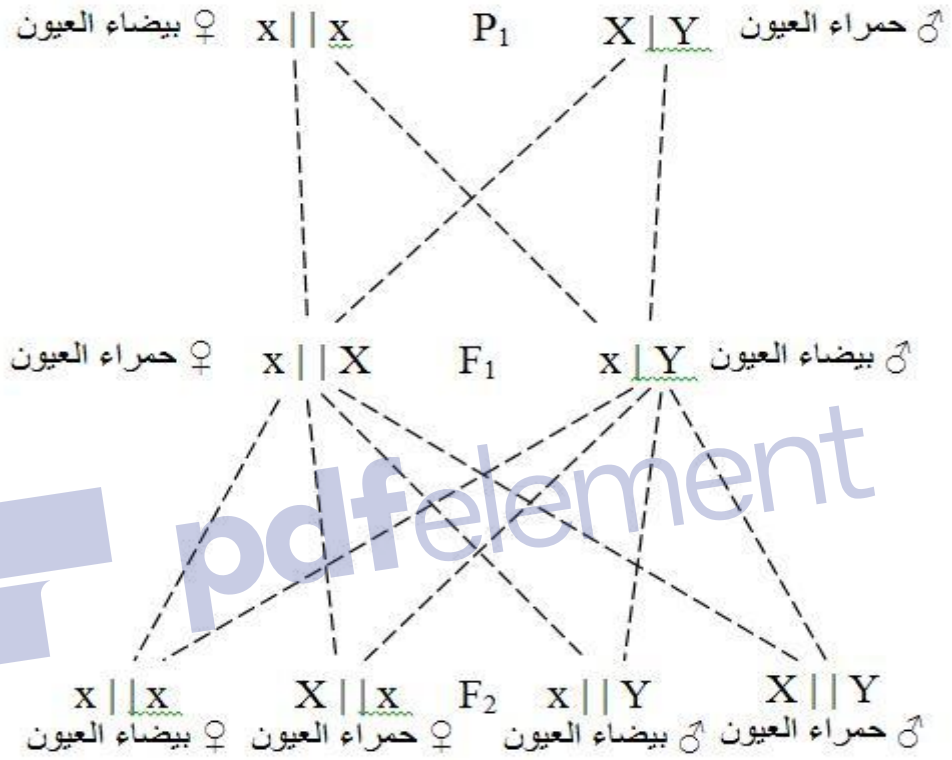


شكل (1) وراثة لون العيون المرتبطة بالجنس في الدروسوفلا . الآباء: الإناث حمراء العيون والذكور بيضاء العيون . التضريب المتبادل موضح في الشكل (2) .

النسب المظهرية 1 ذكر ابيض : 1 ذكر احمر : 1 انثى بيضاء العين : 1انثى حمراء العين.

لاحظ Morgan عندما يكون الذكر حامل للصفة المرتبطة بالجنس السائدة والام حاملة للصفة المتنحية فأن الذكر يورث الصفة لبناته في الجيل الاول ثم تعود للظهور في احفاده الذكور في الجيل الثاني أما الام فانها تورث صفتها لابنائها الذكور في الجيل الاول .

إذاً الصفات المرتبطة بالجنس كاللون العين البيضاء في التضريب الأول تتبع وراثة الطراز المتقاطع Criss cross pattern of inheritance حيث ينقل الذكر صفته المرتبطة بالجنس إلى أحفاده (الذكور) بواسطة بناته وليس بواسطة أبناءه وعلى ذلك فإن الصفة المرتبطة بالجنس تظهر التناوب أو التقاطع من جنس إلى آخر أثناء مرورها من جيل إلى آخر. ويتبع كروموسوم x وراثة الطراز المتقاطع أيضا حيث تحصل البنات فقط على كروموسوم x من الآباء بينما تحصل البنات والبنون على كروموسوم x من الأمهات. وبعد اكتشاف وراثة جين لون العين، تم اكتشاف حوالي 140 جين في ذبابة الفاكهة من نوع Drosophila melanogaster التي تتبع طريقة وراثة مشابهة لوراثة جين لون العين وهذا يدل على أن هذه الجينات تقع على كروموسومx



شكل (2) وراثة لون العيون المرتبطة بالجنس في الدروسوفلا . الآباء : الإناث بيضاء اللون والذكور حمراء العيون .

نستنتج مما سبق أن النتائج التى حصل عليها فى الجيلين الأول و الثانى عند التلقيح بين سلالتين تختلفان فيما بينهما بالنسبة لأي من هذه الصفات تتوقف على جنس الأب الذى دخلت عن طريقه الصفة بالتلقيح بمعنى أن التلقيحات العكسية تعطى نتائج مختلفة وهذا يخالف ما عرفناه حتى الآن فعندما أجري تلقيح بين سلالتين أحداهما حمراء والأخرى بيضاء العيون حصل على النتائج التالية

Remove Watermark Now

التلقيح الاصلى		التلقيح العكسى	
أنثى حمراء العين × ذكر ابيض العين		أنثى بيضاء العين × ذكر أحمر العين	
الجيل الأول: الإناث و الذكور حمراء العين		الجيل الأول: الإناث و الذكور حمراء العين	
الجيل الثانى:	النسبة	الجيل الثانى	النسبة
إناث حمراء العين ذكور حمراء العين ذكور بيضاء العين	2 1 1	إناث حمراء العين إناث بيضاء العين ذكور حمراء العين ذكور بيضاء العين	1 1 1 1

فالجيل الأول الناتج من تلقيح أنثى حمراء العين بذكر أبيض العين كانت جميع أفراده ذكورا و إناثا ذوى عيون حمر و فى الجيل الثانى انعزلت الصفتان بنسبة 3 أحمر العين : 1 أبيض العين ومما يدل على أن الصفتين أليليتين وأن لون العين الأحمر سائد وفى الجيل الثانى انعزلت على الأبيض سيادة تامة إلا أنه يلاحظ أن جميع الإناث فى الجيل الثانى كانت ذوات عيون حمر فى حين كان نصف الذكور عيونها حمر والنصف الآخر عيونه بيض اى أن ربع أفراد الجيل الثانى البيض العيون كانت جميعها ذكورا ولم يظهر بالجيل الثانى إناث بيض على الإطلاق بمعنى أن الأب الأبيض العين قد ورث هذه الصفة إلى نصف أحفاده من الذكور فقط دون الإناث.

** قدم كل من Sutton و Boveri أدارة عامة لنظرية الكروموسوم الوراثية وكذلك دراسة وراثة الارتباط بالجنس تقدم دليلا واضحا وخاصاً لهذه النظرية لأن جينات معينة ترتبط أو تقع على كروموسوم معين وهو كروموسوم X . يعتبر كروموسوم Y خالي من الجينات بصورة عامة، إلا أن ذراعه القصير في ذبابة الفاكهة من نوع D. melanogaster يحمل جين الشعيرات القصير لـ Bobbed bristles ويرمز له ب (b) ويشار إلى الجينات التي تقع على كروموسوم X ولها أليلات على كروموسوم Y بالجينات المرتبطة جزئيا بالجنس Incompletely sex-linked genes .

**** الوراثة المرتبطة بالجنس في الانسان Sex-LinKed inheritance in human :**

تسمى الجينات التي توجد على كروموسوم X فقط وليس لها أليلات على كروموسوم (Y) جينات مرتبطة بالجنس Sex-linked genes

يحدث الارتباط بالجنس في الإنسان مثل ما يحدث في ذبابة الفاكهة وحيوانات كثيرة. وتشير الدراسات للصفات المرتبطة بالجنس في الإنسان (البالغ عددها أكثر من 120 صفة) بأن الأسس الوراثية التي طبقت على وراثة الارتباط بالجنس في ذبابة الفاكهة يمكن تطبيقها على الإنسان أيضاً.

من المعروف بان الصيغة الثنائية Diploid في الانسان تتألف من 46 كروموسوم تتوزع الى 44 كروموسوم جسمي Autosomes و كروموسومان جنسيان هما XY في الذكر وXX في الأنثى، حيث قسم علماء الوراثة الجينات المرتبطة بالجنس وفقا لاماكن وجودها وارتباطها الى 3 مناطق وهي :

Remove Watermark Now

*المنطقة الاولى (I): وتتمثل بجزء من كروموسوم X ولا يقابلها اي جزء من كروموسوم Y وتعرف الجينات الموجودة على الجزء باسم الجينات المرتبطة بكروموسوم X (X-Linked gens) ونظرا للأهمية الوراثية البالغة لهذه الجينات فقد سميت بالجينات المرتبطة بالجنس Sex-linked genes .

*المنطقة الثانية (II): تمثل الجزئين المتقابلين بين الكروموسومين الجنسيين X و Y وتدعى الجينات الموجودة عليها بالجينات المرتبطة بالجنس جزئيا Partially sex-linked genes ومن المشكوك وجود مثل هذه الجينات في الانسان .

*المنطقة الثالثة (III): وتشغل الجزء الخاص بالكروموسوم الجنسي Y ولا يقابلها اي جزء على كروموسوم X وتدعى بالجينات المرتبطة بكروموسوم Y (Y-linked genes) ولا توجد الا في الذكور وفيها الجينات الهولاندرية Holandric genes التي تنتقل من الاباء الى الابناء فقط، مثال على ذلك الاذن المشعرة في الانسان Hairy pinna الذي يتميز بنمو الشعر في الحافة الخارجية لصيوان الاذن عند الذكور. وقد درس الباحث راجا Raja جماعة من الهنود حيث تنتشر هذه الظاهرة في الهنود وفي اجناس اخرى مثل القوقازيين وفي بعض اليابانيين وغيرهم، كما كروموسوم Y ايضا الجين المسؤول عن العامل المحدد للخصية وقد دلت الدراسات الي اجريت بأن الجزء الوراثي المحدد للخصية يقع على الذراع القصير وجزء من الذراع الطويل لكروموسوم Y .

لقد اثبتت الدراسات المتعلقة بسجلات النسب لعدد من العائلات وجود اكثر من 200 صفة مرتبطة بالجنس في الانسان ومنها مرض نزف الدم الوراثي Hemophilia وعمى الالوان Color blindness واضمحلال العصب البصري والكلوكوما المبكرة (الماء الاسود، ارتفاع ضغط العين) وخصلة الشعر البيضاء في مؤخرة الرأس وعيوب الصمام الثنائي القلبي بين الاذين والبطين الايسر.

ومن الامثلة على الامراض التي سببها الارتباط بالجنس مايلي :

المرض	الاعراض
مرض اديسون	نقص في افراز قشرة الغدة الكظرية
عمى الالوان	عدم تميز اللون الاخضر عن الاحمر
نزف الدم الوراثي	النزف المستمر دون توقف لأبسط جرح
العمى الليلي	ضعف اوفقدان الرؤيا ليلا
تلون الميناء الناقص	عيب في ميناء الاسنان

** بالإضافة إلى الجزء الغير متماثل من كروموسوم X الذي يحمل الجينات المرتبطة بالجنس، فإن جزء من كروموسوم X في الإنسان يكون متماثل مع جزء من كروموسوم Y وهذه الحالة تشابه الحالة في ذبابة الفاكهة للجزء الذي يحمل الجين b للشعيرات القصيرة. ومن دراسات السلالة في الإنسان أفترض وقوع عدة جينات في هذا الجزء المتماثل. وتشمل هذه جين العمى الكلي، وجين إنصباغ الشبكية، وجين مرض الجلد، وجين انحطاط الشبكية المتزايدة، وجين التهاب الكلية. وتوجد هذه الجينات في كروموسوم X وكروموسوم Y كأزواج أليلية وتنعزل مثل انعزال الأزواج الأوتوسومية لكنها لا تنعزل بصورة مستقلة عن الجنس كما تفعل الجينات الأوتوسومية. مع أن هذه الجينات تقع على كروموسوم X، إلا انه لا يتوقع إتباعها وراثة الطراز

Remove Watermark Now

المتقاطع للارتباط الجنسي، بسبب ترتيبها الزوجي (الأليلي) **ولذا أطلق عليها بالجينات المرتبطة جزئياً بالجنس** (وهي الجينات التي تقع على أجزاء متماثلة لكلا الكروموسومين X و Y) .

**** الارتباط بكروموسوم Y في الإنسان Y Chromosome Linkage in Man**

أشارت بعض دراسات السلالات في الإنسان بوجود جينات متميزة على جزء من كروموسوم Y، وهذا الجزء لا يوجد له جزء مماثل من كروموسوم X . يتوقع بأن هذه الجينات تسيطر على الوراثة الهولاندرية Holandric inheritance حيث إنها تنتقل بصورة خاصة خلال الذكر (أي من الأب إلى الابن مباشرة) ومثالها الأذن المُشعرة Hairy pinna حيث يكون نمو الشعر على الحافة الخارجية من الأذن. وبالتالي تسمى الجينات الموجودة على كروموسومات (Y) فقط وليس لها أليلات على كروموسوم (X) تعرف بإسم الجينات المقتصرة على الرجل (جينات ذكورية) Y-linked genes . ونحتاج إلى أدلة كاملة لإثبات وجود جينات أخرى مرتبطة بكروموسوم Y في الإنسان .

***هناك مجموعة من الاسس التي يتم من خلالها التعرف على الصفات المرتبطة بكروموسوم X وهي:** يمكن ملاحظة السلوك الأتي لوراثة الصفات المتنحية المرتبطة بالجنس في الكائنات الثنائية المجموعة الكروموسومية وهي :

1- تسلك كروموسومات الجنس سلوكا خاصا عند انتقالها من جيل إلى جيل حيث ينتقل كروموسوم X من الأب إلى الإناث بينما ينتقل كروموسوم Y من الأب إلى الذكور، و لذلك فإن الجينات الموجودة على كروموسومات الجنس تسلك سلوكا لا يتفق و قانون مندل للانعزال

2- أن سلوك الصفات التي توجد جيناتها على كروموسوم الجنس يرتبط بسلوك هذه الكروموسومات، و تسمى هذه بالجينات المرتبطة بالجنس .

3- توجد معظم الصفات المرتبطة بالجنس على كروموسومX بينما يوجد عدد قليل منها على كروموسوم Y.

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

5- توجد اختلافات رئيسية بين الصفات المرتبطة بالجنس و الصفات الأخرى التي توجد جيناتها على الكروموسومات الجسدية .

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

7- من خصائص الصفات المرتبطة بالجنس و التي تميزها عن غير المرتبطة بالجنس أنها تظهر بتكرار أعلى في الذكور عن الإناث .

8- 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

9- تنتقل من الأب من خلال بناته إلى أحفاده الذكور لا يتم مطلقا انتقال الجين المقابل من الاب الى الابن مباشرة بسبب وراثته لكروموسوم X من امه

10- لا تصاب الإناث إلا عندما تكون بناتاً لآباء مصابين (أب سائد الصفة) وأمهات يحملن الصفة (أم خليطة التركيب الوراثي) او أمهات مصابات (أم ذات تركيب وراثي متنحي).

pdfelement

11- تظهر هذه الصفة في الأبناء الذكور فقط في حالة كون الأم خليطة التركيب الوراثي لهذه الصفة.

12- أغلب الصفات المرتبطة بالجنس متنحية و القليل منها سائدة وهي تسبب الكثير من الأمراض الوراثية (عمى اللونين الأخضر و الأحمر، سيولة الدم، نقص فيتامين د، ضمور العضلات في الصغار و البالغين، تآكل العصب البصري، متلازمة ليش-نيهان و متلازمة هنتر.

امثلة على الوراثة المرتبطة بالجنس

1- عمى اللونين الأحمر و الأخضر red-green blindness :

- يعتبر عمى اللونين الأحمر و الأخضر (عدم القدرة على التمييز بين اللونين الاحمر والاخضر) من أكثر العاهات والأمراض الوراثية المرتبطة بالجنس انتشارا . إذ يعاني حوالي 8% من الرجال في العالم من هذا المرض إلا أنه نادر الحدوث بين السيدات

- كل الحقائق المعروفة عن وراثة صفة عمى اللون Color blindness وبالأخص للأخضر والأحمر Red-green color blindness يمكن تفسيرها بافتراض وجود جين متنحي يقع على كروموسوم x مسؤولاً عن عمى اللون، وأن كروموسوم Y لا يحمل أليلاً لهذا الجين.

وهذا الافتراض يشابه ذلك الافتراض لجين العيون البيضاء في ذبابة الفاكهة. وبذا يمكن بسهولة معرفة سبب ارتفاع نسبة عمى اللون في الذكور عن تلك في الإناث، وذلك لأنها تتعين بجين متنحي ويحمل الذكور كروموسوم x واحد أما الإناث فأنها تحمل كروموسومين لـ x الذي يؤدي إلى عدم ظهور عمى اللون في الإناث متباينة الزيجة.

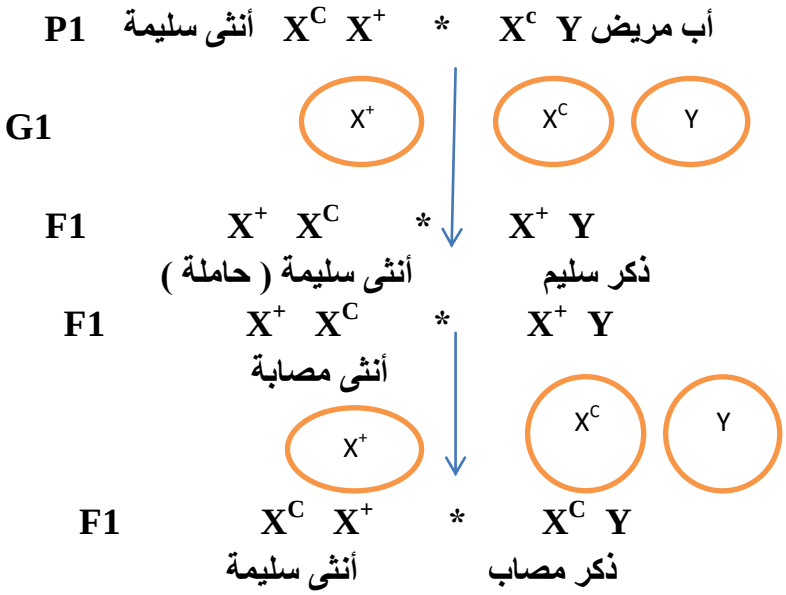
- وبناء على هذه الحقائق يمكن توقع أنجاب بنين عمي اللون من أم عمياء اللون بغض النظر عن صفة زوجها، والذي إذا كان ذو رؤية طبيعية تكون البنات ذات رؤية طبيعية، وهؤلاء البنات من الأم المذكورة تحمل جينات متنحية إلى عمى اللون، وإذا ما تزوجت هؤلاء البنات إلى رجال ذا رؤية طبيعية، سينجبون كل البنات طبيعية وحوالي نصف البنين طبيعيين والنصف الآخر عمي اللون. يمكن الحصول على بنت عمياء اللون من زواج رجل اعمي اللون على إمرأة متباينة الزيجة أو متماثلة الزيجة لجين عمى اللون.

- يوجد نوعين من هذا المرض ولكلا النوعين الاتيين جين متنحي مرتبط بكروموسوم X

***النوع الاول :** يطلق عليه اسم ديوتان Deutan وهو الاكثر انتشارا و يصاب به 75% من المصابين بعمى الالوان (يعني 75% من 8%) ولهم حساسية ضعيفة للون الاخضر فالمصاب بهذه الصفة يخلط بين اللونين الاحمر والأخضر فيرى اللون الاخضر كأنه أحمر، يوجد اليلان بديلان للاليل السليم الاول الشائع يسبب تشوه بسيط في مخاريط العين ويمكن في هذه الحالة ادراك اللون الاخضر فيما اذا كان براقا اما الاليل الثاني فيسبب تشوها كبيرا وعندها يكون من الصعوبة التمييز بين اللونين مطلقا .

***النوع الثاني :** يطلق عليه اسم البروتان Protan ويحدث بسبب وجود جين متنحي على كروموسوم X يسبب تشوه في مخاريط العين المميزة للون الاحمر وبسببه يحصل التباس في تمييز اللونين الاحمر والأخضر عن بعضهما

Remove Watermark Now



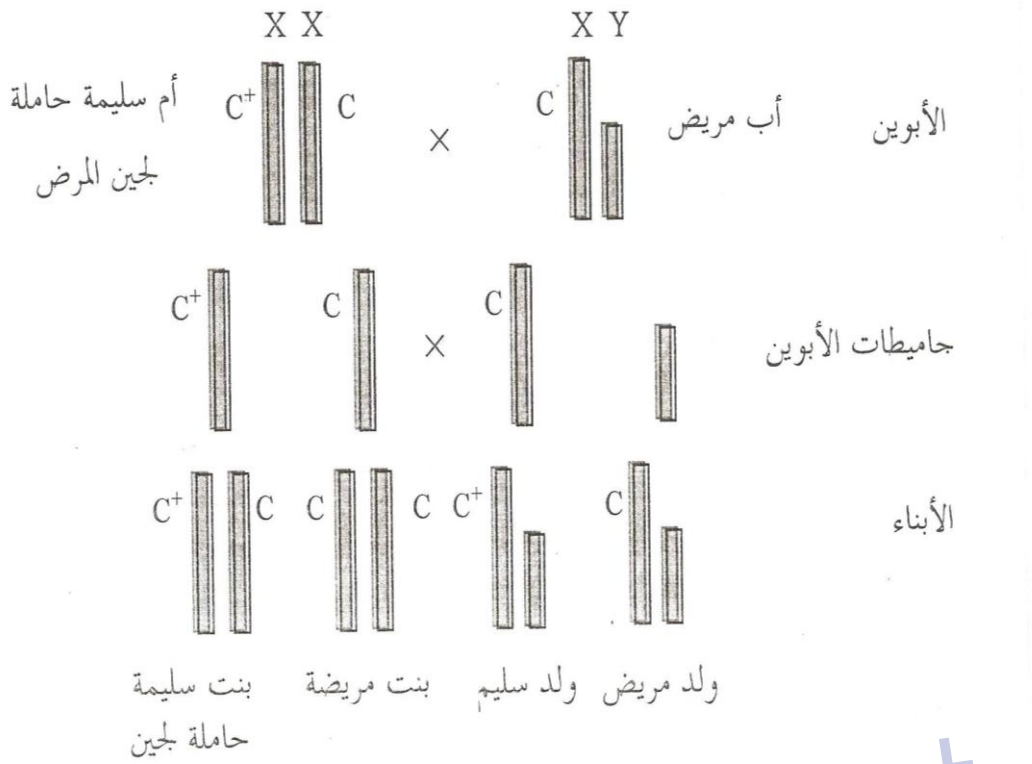
ذكر سليم $X^+ Y$ * $X^C X^+$ أنثى سليمة (حاملة)

$X^+ X^+ : X^+ Y : X^C X^+ : X^+ Y$

ذكر مصاب : أنثى سليمة : ذكر سليم : أنثى سليمة

pdfelement

ملاحظة : يظهر المرض دائماً في الذكور الا إذا كانت الأم مصابة لأنها تعطي كروموسوم X لأبنائها الذكور أما الأب فيعطي كروموسوم X لبناته .



أمثلة على الصفات المرتبطة بالجنس

2- الهيموفيليا Hemophilia (سيولة الدم، نزف الدم الوراثي، عدم تخثر الدم، الناعورية):

- انتشر هذا المرض بين ملوك اوربا نتيجة لانتقال الجينات المسببة له الى افراد عائلات الاسر 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 جين متنحي يقع على كروموسوم X (إذاً هو صفة متنحية مرتبطة بالجنس). وفي حالة وجود هذا الجين فهذا يعني انه لا يمتلك الشفرة الوراثية اللازمة لإنتاج احد البروتينات البلازمية الضرورية لتكوين الخثرة الدموية والذي يعرف بالجلوبيولين 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 كروموسوم 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 بكروموسوم X .

P أنثى سليمة $X^H X^H$ * $X^h Y$ أب مريض

X^H X^h Y

F $X^H X^h$ * $X^H Y$

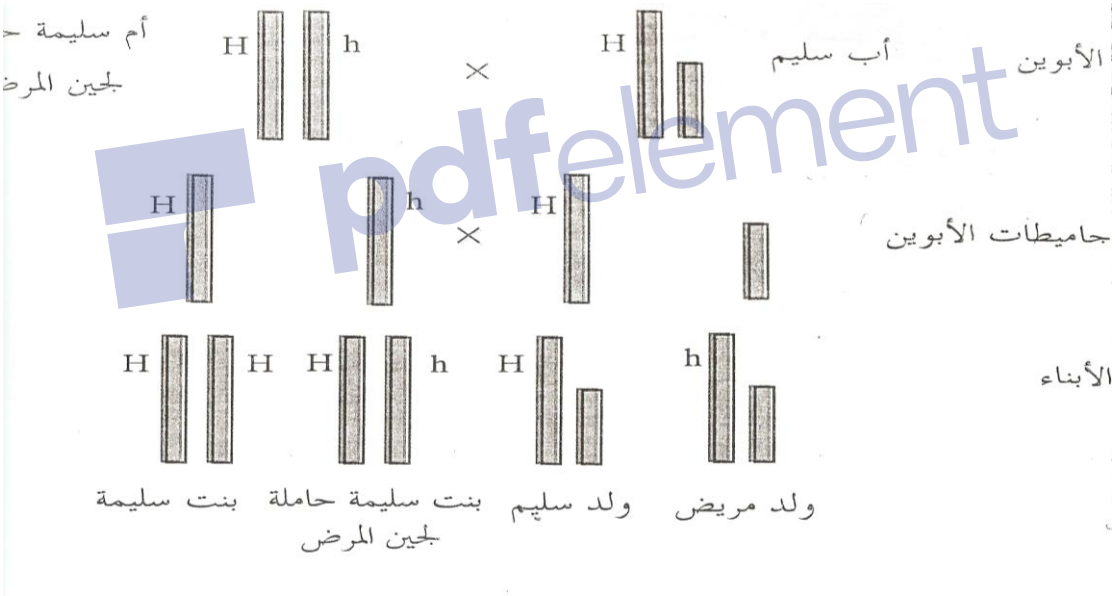
أناث سليمة (حاملة) ذكور سليمة

P $X^H X^h$ * $X^H Y$

F_1 : $X^H X^H$: $X^H X^h$: $X^H Y$: $X^h Y$

ذكر مصاب : ذكر سليم : أنثى سليمة(حاملة): أنثى سليمة

يموت قبل بلوغ العشرين من العمر



3- نقص فيتامين د:

* يعاني بعض الأفراد من نقص كمية الفوسفور في بلازما الدم و يوصف هؤلاء بأنهم مصابون بنقص الفوسفور نتيجة لنقص فيتامين د و ينتج عن ذلك ظهور مرض الكساح على هؤلاء الأشخاص .
* يرجع نقص الفوسفور بهؤلاء الأشخاص إلى وجود جين سائد على كروموسوم X .
* تظهر أعراض هذا النوع من الكساح على الذكور و الإناث ولكنها تكون أكثر حدة في الذكور
* لا تتحسن حالة الأفراد المصابون بهذا المرض عند إعطائهم فيتامين د و ذلك لأن الجين المسئول عن وجود هذا المرض يتسبب في وجود أجسام مضادة لفيتامين د .
* إن زواج رجال مصابون بهذا المرض بنساء عاديات ينتج عنه إناث كلهن مصابات بالمرض بينما يكون كل الأولاد عاديون .

* إذا كانت الأمهات مصابات بالمرض و الآباء عاديون فإن انتقال المرض يعتمد على التركيب الوراثي للأمهات:

1- في حالة وجود الجين المسئول عن المرض بصورة خليطة في الأم يكون نصف الأبناء الذكور و الإناث مصابون بالمرض.

2- إذا كان الجين موجود في الأم بصورة نقية فإن كل الأبناء تكون مصابة بالمرض.

3- إذا كان الأب و الأم مريضان فإن كل البنات سوف تكون مصابات بالمرض بينما يعتمد ظهور المرض بين الأولاد على حالة الجين بالأم ، فالأم الخليطة تنقل المرض إلى نصف أولادها و الأم ذات التركيب الوراثي النقي لهذا الجين تنقل المرض إلى كل الأبناء.

* يوجد لهذا الجين خمسة تراكيب جينية مختلفة يقابلها أربعة فئات ظاهرية في الجنسين :

1- XRY ذكور مصابون بالمرض يوجد بهم الآليل السائد للجين.

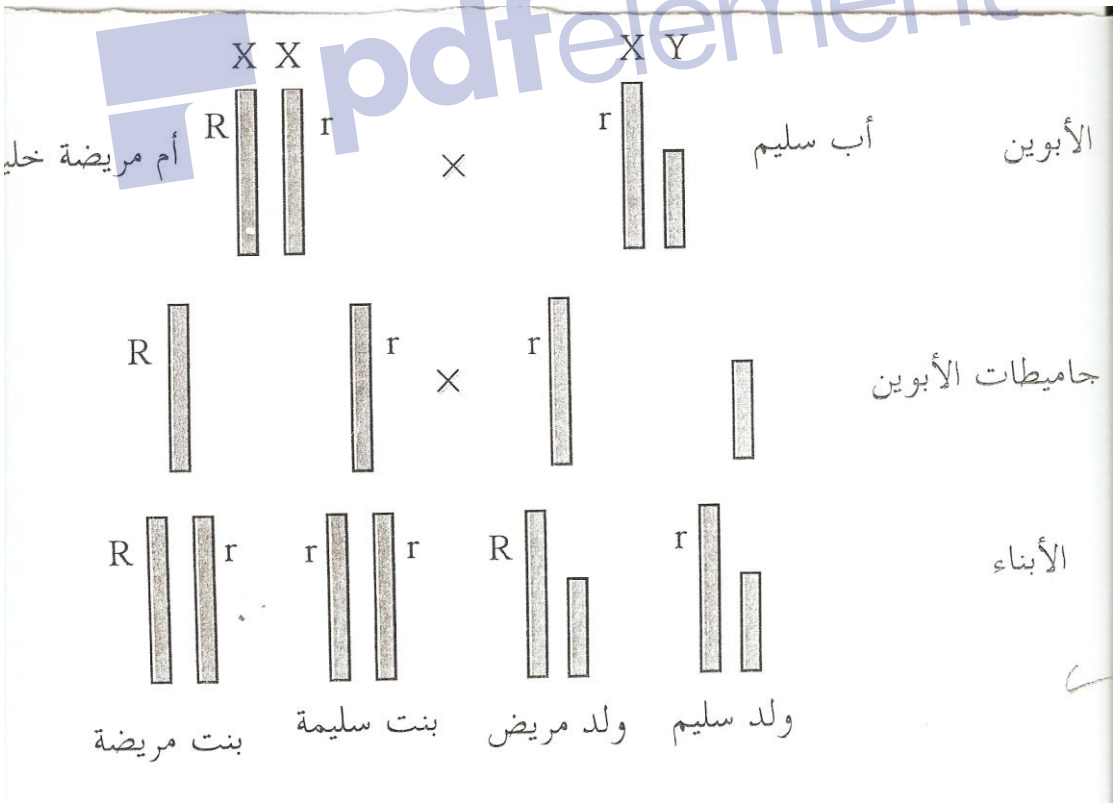
2- XrY ذكور عاديون يوجد بهم الآليل المتنحي للجين .

3- XRXR إناث مصابة يوجد بهن الآليلين السئدين للجين.

4-XRXr إناث مصابة يوجد بهن الآليل السائد و الآليل المتنحي للجين.

5- XrXr إناث عادية يوجد بهن الآليلين المتنحيين للجين.

* من الجدير بالذكر أن جين نقص فيتامين د ليس جينا طبيعيا في الإنسان و لكنه ظهر عن طريق الطفرة و ينتقل فقط بين أبناء الأشخاص الذين حدثت بهم هذه الطفرة و لذلك فهو نادر الحدوث بين البشر .



pdfelement

Remove Watermark Now

4 – نقص إنزيم جلوكوز- 6 –فوسفات ديهيدروجينيز:.

- تعتبر هذه الصفة من الصفات الهامة المرتبطة بالجنس، و لذلك فإن نقص إنزيم جلوكوز - 6 – فوسفات ديهيدروجينيز يظهر في الذكور إلا أن الإناث الخليطة يظهر بها نقص هذا الإنزيم.
- ترجع الأهمية الطبية لهذه الصفة إلى أن نقص هذا الإنزيم يتسبب في تدمير كرات الدم الحمراء و تكون نتيجة ذلك إصابة الأفراد بأنيميا شديدة.
- الأفراد الحاملة لهذا الجين المسبب لنقص الإنزيم سواء كانت ذكورا شبه نقية للآليل المتنحي أو إناثا خليطة أو متماثلة تكون طبيعية تماما ولا يظهر عليهم أي أعراض ضارة نتيجة وجود الآليل المتنحي لهذا الجين إلا عند تناولهم عدة عقاقير .
- تدمير الكرات الحمراء للأشخاص الحاملين لجين نقص جلوكوز -6- فوسفات ديهيدروجينيز تظهر أيضا إذا تناولوا حبوب الفول أو إذا استنشقوا حبوب اللقاح الخاصة بهذا النبات (أنيميا الفول).

5- متلازمة ليش – نيهان:

- من الصفات المتنحية المرتبطة بالجنس.
- مرض وراثي يعاني المصابون به من زيادة نسبة حمض البوريك نتيجة عدم إفراز إنزيم هيبوزانثين جوانين فوسفورايبوسيل ترانسيفيرسز الذي يساهم في تخليق نيوكليوتيدات الجوانين.
- تظهر أعراض المرض على الأطفال عقب الولادة وتزداد مع الأيام نتيجة تزايد نسبة حمض اليوريك في البول.
- تبدو على الأطفال أعراض خوار الأعصاب فلا يستطيعون الجلوس أو الحركة ، كما تزداد عصبيتهم لدرجة إيذاء أنفسهم .
- يموت الأطفال المصابون بمتلازمة ليش- نيهان نتيجة القصور البولي و العصبي.

6- متلازمة هنتر:

- من الأمراض الوراثية الخطيرة المرتبطة بالجنس.
- يعاني الأطفال المصابون بها من التخلف العقلي و النمو الكثيف لشعر الوجه و الجلد و شكل مميز للوجه يشمل أنف عريض و لسان مدلى من الفم .
- ترتبط هذه الأعراض بتحولات غير طبيعية لعديدات سكر مخاطية تتكون خلال مراحل الحمل الأولى .
- يمكن الكشف عن إصابة الجنين بمتلازمة هنتر قبل الولادة و ذلك بسحب بعض الخلايا من السائل الأمينوتي لرحم الأم و صبغها بمادة التوليدين .

**** تعبير الجين المحدد بالجنس Sex-limited Gene Expression**

قد يعبر جنس واحد بصورة منتظمة عن صفة خاصة، كذلك ينقل جينات إلى الذرية التي تنتج نمط ظاهري مختلف في الجنس الآخر. وتسمى هذه الحالة بتعبير الجين المحدد بالجنس التي ينتج عنها صفات محددة بالجنس. ومثال على تعبير الجين المحدد بالجنس هو إنتاج الحليب في الأبقار والثدييات الأخرى الذي يكون محدداً بالجنس المجهز بالغدد الثديية النامية والهرمونات المناسبة. وتكون بعض الثيران بطلب كبير من قبل مربي الأبقار وشركات التلقيح الصناعي لأن أمهاتهم وبناتهم تمتلك أرقام عالية جداً لإنتاج الحليب . وتعتبر هذه الثيران ذات أهمية مثل أهمية الأبقار في مناهج انتخاب الإنتاجية العالية من الحليب . كذلك لوحظ دور الهرمونات الجنسية للتأثير على تعبير الجين المحدد بالجنس تجريبياً في الفئران، حيث أن الاختلاف في مصل بروتيني يعتمد

Remove Watermark Now

على نمط وراثي مناسب ووجود هرمون الشحمون الخصوي، ولذا فإن هذه الصفة محددة في الذكور.

الجينات المحددة بالجنس Sex limited genes

- وهي الجينات المحمولة على الكروموسومات الجسدية وأن جينات جميع الصفات المحددة بالجنس محمولة على الكروموسومات 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 والأناث، 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.

- هي الجينات التي يتحدد تأثيرها على الشكل المظهري بناءاً على وجود أو غياب هرمونات الجنس) لذا ينحصر وجودها ويعبر عن تأثيرها في أحد الجنسين دون الأخر ويتعلق عملها بهرمونات الجنس .

- والجينات المحددة بالجنس هي الجينات المسؤولة عن ظهور صفات الجنس الثانوية.

الصفات المحددة بالجنس

* الصفات المحددة بالجنس هي الصفات التي يقتصر ظهورها بأحد الجنسين دون الآخر .
* يتحدد تأثيرها بناء على وجود أو غياب هرمون أو أكثر من هرمونات الجنس .
* ليس لهذه الصفات جينات على كروموسوم الجنس كالصفات المرتبطة بالجنس.
* لا تظهر بشكلين مختلفين كالصفات المتأثرة بالجنس .
* تظهر في أحد الجنسين و يقتصر وجودها عليه دون الجنس الآخر رغم أن لها عوامل وراثية في الجنسين .
* من أمثلة الصفات المقتصرة على الجنس إدرار اللبن و الإثداء في إناث الثدييات و نمو شعر الذقن و الصوت الأجش في الرجال .

***الوراثة المحددة بالجنس Sex-Limited genes :**

ان الجينات التي لا تستطيع التعبير عن نفسها الا بوجود هرمونات معينة هي جينات محددة بالجنس وبالرغم من وجود هذه الجينات في كلا الجنسين من الذكور والإناث ولكن تأثيرها يظهر بشكل كبير في احد الجنسين مع العلم بان تلك الجينات تقع على الكروموسومات الجسمية وليس الجنسية على الرغم من ان الانثى تحمل تلك الجينات الضرورية لظهور الصفات الذكرية الان ان هذه الصفات قد يتم تثبيطها في وسط فيه هرمونات انثوية ولا يتم ظهورها الا في وسط فيه الهرمونات الجنسية السائدة في الذكر. اذ نلاحظ مثل هذه الظاهرة لدى الرجال المتمثلة بنمو شعر اللحية (تحت تأثير هرمون الاندروجين) علما بان الانثى لا تعبر عن هذه الصفة في الغالب رغم انها تحملها في تركيبها الوراثي والأبناء يرثونها من امهاتهم وآبائهم .اذ يثبط ظهور اللحية في المرأة تحت تأثير الهرمونات الانثوية (الاستروجين و البروجسترون) . وفي حالات قليلة وبسبب عدم توازن كمية الهرمونات يظهر شعر اللحية عند الاناث وبنفس الطريقة يمكن ان تنمو الصدر لدى الرجال عندما تختلف نسبة الهرمونات الانثوية بعض الشئ.

قد يقتصر ظهور بعض الصفات على احد الجنسين دون الاخر نتيجة لاختلاف البيئة الهرمونية وبسبب بعض الاختلافات التشريحية، فهي صفات تقع على الكروموسومات الجسمية ولكن تتحدد بجنس واحد فقط . فعلى سبيل المثال نعرف بان الثيران تحتوي على العديد من الجينات الخاصة

Remove Watermark Now

بإنتاج اللبن والتي قد تورثها لبناتها البقرات الا ان ابنائها الثيران لا تستطيع اظهار الصفة وعليه تكون صفة انتاج الحليب محددة بالبقرات الاناث فقط وعليه تكون درجة النفاذ للجين في احد الجنسين تساوي صفرا في هذه الصفات .

بعض الجينات لا تستطيع أن تظهر تأثيرها فى وجود هرمونات معينة و على ذلك تعتبر الصفات التى تحكمها هذه الجينات محددة بالجنس و من أمثلة ذلك صفة الترييش فى الدجاج

مثال : يحتوي الدجاج على جين متنحي لصفة ريش الديك تنفذ فقط في البيئة الذكرية

فقد وجد أن طراز الدجاج يرجع الى العامل السائد (h+) و طراز الديك يرجع الى اليله المتنحى (h) و لكن وجد أن طراز الديك لا يظهر الا فى الذكور الحاملة للتركيب المتنحى hh بينما الاناث الحاملة لهذا التركيب تكون من طراز الدجاجة كما فى الجدول التالي:

التركيب الوراثى	الشكل الظاهري	
	الذكور	الإناث
h+h+	طراز الدجاجة	طراز الدجاجة
h+h	طراز الدجاجة	طراز الدجاجة
hh	طراز الديك	طراز 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.

الجينات المتأثرة بالجنس Sex-influenced genes

* الجينات 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.

* في الجينات 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 للجينات المحددة بالجنس التي تظهر آثارها بأحد الجنسين فقط.

الصفات المتأثرة بالجنس

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

* أن الصفات المتأثرة بالجنس هي الحالات التي يعبر فيها التركيب الوراثي عن نفسه بصورتين مختلفتين في الجنسين.

* ينعكس تعبير السيادة أو التنحي لآليلات الجينات المتأثرة بالجنس في الذكور و الإناث، ويرجع ذلك في الغالب إلى الاختلافات في هرمونات الجنس بين الإناث و الذكور.

* توجد أمثلة كثيرة عن الصفات المتأثرة بالجنس (خصلة الشعر البيضاء في مقدمة الرأس، غياب القواطع الأمامية العلوية للأسنان، و صلع قمة الرأس المبكر، و من أمثلتها في الحيوان وجود القرون في الماشية و الأغنام).

Remove Watermark Now

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

ويعتبر الصلع Baldness 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 في الذكور فقط وبوجود الهرمون الذكري. بينما نجد عند الإناث تغيرات طفيفة ترتبط بتساقط خفيف للشعر بسبب امتلاك الاناث للهرمون الذي يبطل عمل تلك الجينات، والمسمى بـ استروجين Oestrogen أو الهرمون الأنثوي. وفي حالة تغير هذا الهرمون قليلا فان 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**

pdfelement

* يلاحظ أن الجين (B) المتحكم بالصلع الجبهي يكون سائداً في الذكور ومتنحياً في الإناث ويظهر في الحالة الخليطة في الذكور نتيجة وجود هرمون الجنس الذكري وبالتالي (أن جين الصلع سائد في الرجال متنحي في النساء) .

*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 و نادر بين الإناث و في حالة الإناث فإن الشعر لا يسقط تماما من على قمة الرأس و لكن كثافته تقل بدرجة كثيرة .

* الصلع من الصفات المتأثرة بالبيئة و الحالة الصحية للشعر و لكن 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.

* يتحكم بصفة الصلع زوج من الجينات محمول على الكروموسومات الجسدية. ويكفي وجود آليل واحد من جين الصلع لظهوره في الرجال ولكن لابد من وجود آليلين لظهوره في النساء.

ومن الامثلة الاخرى طول اصبع السبابة في الانسان حين انه غالبا ما يكون اصبع السبابة اطول من الاصبع الرابع (البنصر) في النساء اما في الذكور غالبا ما يكون اصبع البنصر اطول من السبابة

2- وجود القرون في الأغنام: وراثة القرون في الأغنام من الصفات التي تظهر انعكاس علاقة السيادة و التنحي في الجنسين

السيادة المتأثرة بالجنس Sex-Influenced Dominance

قد تختلف سيادة الأليلات بحالة متباين الزيجة في الجنسين، ويطلق على هذه الظاهرة السيادة المتأثرة بالجنس، وبذا تكون الصفات المعنية صفات متأثرة بالجنس. وتتأثر نواتج جين متباينات الزيجة في الجنسين بهرمونات الجنس، فمثلاً تسلك الجينات الأوتوسومية المسؤولة عن القرون في بعض سلالات الأغنام بصورة مختلفة بوجود هرمونات الجنس الذكرية والأنثوية.

ففي سلالة أغنام دورسيت Dorset تتميز بوجود القرون فى كلا الجنسين و يكون تركيبها الوراثى أصيلا 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 فى الجيل الأول F_1 على أغنام تكون الإناث منها عديمة القرون و الذكور ذا ت قرون، ورغم أن التركيب الوراثى واحد فى كلا الجنسين (h^+h) إلا أن تعبير الجين اختلف وأصبح يعمل كجين سائد فى الذكور ومتنحى فى الإناث، وتكفى جرعة واحدة من هذا الجين لإظهار صفة القرون فى الذكور بينما فى الإناث لابد من وجود جرعتين منه لكى تتكون القرون فى الأنثى

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

3 ذكور ذوي قرون : ذكر واحد عديم القرن

3 إناث عديمة القرون : أنثى واحدة ذات قرون

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 الكروموسومات الجسمية بالهرمونات حيث يختلف ظهور الصفة فى الأفراد الخليطة فى جنس عنه فى الجنس الآخر

الانقلاب الجنسي:

من المعروف أن الدجاجات ZO التي وضعت بيضا قد حدث لها تحول (انقلاب) جنسي ، ليس فقط في الصفات الجنسية الثانوية مثل تكون ريش الديك والمهماز وصياح الديك ولكن يتعدى ذلك الى تكون خصى وقد يصل الامر الى انتاج حيوانات منوية (الصفات الجنسية الاولية) وقد يحدث ذلك على سبيل المثال عندما يتلف المرض انسجة المبيض وفي غياب الهرمونات الجنس الانثوية حيث يسمح لنسيج الخصي الاثري الموجود في مركز المبيض بالنمو.

مثال: دجاجة كرو: فى الطيور يوجد عضوين من الأعضاء الأولية للجنس Tow Gonads وعادة ما ينمو أحدهما فى الأنثى الطبيعية إلى مبيض عامل بينما يبقى الآخر أثريا و إذا حدث

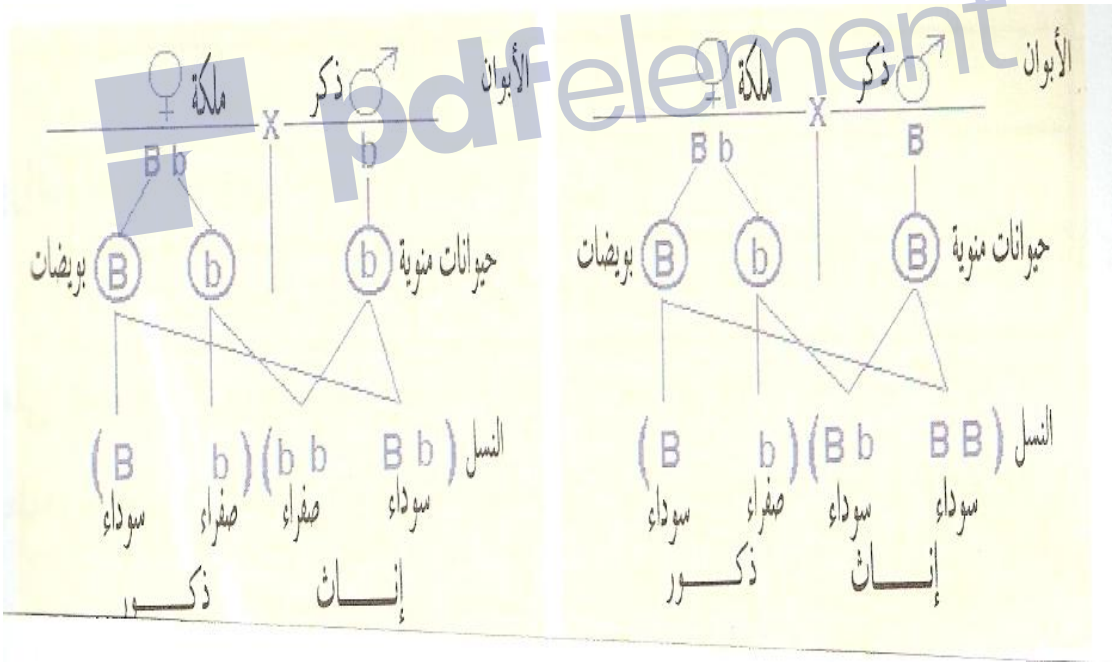
تلف لهذا المبيض فى دجاجة ما فلا يلبث العضو الأثرى أن ينمو إلى خصية وبذلك يحدث انقلاب فى الجنس Sex Reversal وقد سجلت حاله من حالات الانقلاب الكامل فى الجنس فى الدجاجة التى وجدها Crew فى سنه 1923 حيث كانت هذه الدجاجة تامة الخصوبة وأعطت عددا من النسل فى الأنثى واضمحلاله تماما و يعتقد أن المبيض فى الإناث يفرز هرمونا مفعول هرمون الذكورة وعلى ذلك فانه فى غياب المبيض يمكن للخصية أن تنمو.

- الأنثى التوأم الشاذة: The Free-Martin

التوأم فى فصيلة الأبقار قد تكون ناتجة من زيجوت واحد أنقسم إلى خليتين نتج عن كل منهما فرد مطابق تماما فى جنسه وصفاته لتوأمه لذا يطلق عليها التوائم المتطابقة Identical Twins أو أن التوأمين قد ينتج كل منهما عن بيضة مخصبة مستقلة وفى هذه الحالة يحتفظ كل منهما بجنسه وصفاته الخاصة به. ويتصادف أن يكون التوأم أحدهما ذكرا والآخر أنثى وتتشكل غدد الأنثى وتفرز الخصيتان هرمونات الذكورة التى تصل إلى الأنثى عن طريق الدورة الدموية المشتركة فيؤدى ذلك إلى تشوه جهازهما التناسلى فتصبح أنثى عقيمة يطلق عليها الأنثى التوأمية الشاذة Free Martin.

وراثة الصفات في غشائية الأجنحة

إن صفات غشائية الأجنحة تسلك في وراثتها سلوك الصفات المرتبطة بالجنس في الكائنات التي يتحدد جنسها بنظام زوج كروموسومات الجنس غير المتماثل. مثال وراثة لون العين في نحل العسل .



- يجب التفريق بين عمل الجينات المرتبطة بالجنس التي لا تتأثر بالهرمونات الجنسية وبين عمل الجينات المحددة بالجنس التي يظهر تأثيرها في احد الجنسين دون الاخر بسبب الهرمونات الجنسية وعمل الجينات المتأثرة بالجنس التي تسود او تتنحى بتأثير الهرمونات الجنسية.

Remove Watermark Now

**** مقارنة بين الوراثة المرتبطة بالجنس والمحددة والمتأثرة به :**

الصفات المرتبطة بالجنس	الصفات المحددة بالجنس	الصفات المتأثرة بالجنس
صفات جسمية	صفات جنسية ثانوية	صفات جسمية
تحمل مورثاتها على كروموسومات جنسية	تحمل مورثاتها على كروموسومات جسمية (ذاتية)	تحمل مورثاتها على كروموسومات جسمية (ذاتية)
لايعتمد ظهورها على الهرمونات	يعتمد ظهورها على الهرمونات	يعتمد ظهورها على الهرمونات
مثل لون العين في ذبابة الفاكهة ، عمى الالوان ، نزف الدم الوراثي	نمو الاعضاء التناسلية، حجم الاثداء، عمق الصوت، توزيع شعر الجسم	صفة الصلع في الانسان

وراثة الصفات البشرية

أن دراسة الصفات الوراثية ومتابعتها في الانسان اصعب بكثير من دراستها في الاحياء الاخرى حيث تواجه الباحث مجموعة من الصعاب وهي:

1- كثرة عدد الكروموسومات في الانسان وهي 46 كروموسوما

2- عدم خضوع الكثير من الصفات الوراثية للوراثة المندلية.

3- أن عمل الجيل الاول يستغرق وقتا طويلا من ولادته حتى يصبح قادرا على التزاوج لذلك فإذا اراد الباحث دراسة الصفات في الجيل الثاني فانه يتطلب سنوات طويلة .

4- لايمكن فرض التزاوج وإنما يخضع لعوامل شخصية واجتماعية.

5- يصعب التأكد من نقاوة صفات الابوين بسبب أن عدد النسل لا يظهر جميع الاحتمالات. ولذلك فان دراسة الوراثة في الانسان تعتمد على ملاحظة الصفات في الأفراد وفي اقاربه.

6- أن بعض الصفات يتحكم بها عدد من الجينات بالإضافة إلى الاثر المتعدد للجين .

أن الوراثة في الانسان تهدف لتحسين السلالة البشرية والعمل على الاقلال من العيوب الوراثية وزيادة الصفات المرغوب فيها مثل الذكاء ومقاومة الامراض من خلال تحديد الية انتقال بعض الصفات من الاجداد إلى الأبناء والى الاحفاد.

توارث بعض الصفات الجسمية.

أن الكثير من الصفات الجسمية في الانسان تتفق وقوانين مندل الوراثية بينما يظهر العديد منها شذوذا عن هذه القوانين ويرجح السبب إلى ما اشرنا اليه سابقا بان بعض الصفات تتحكم بها عدد من الجينات فضلا عن تأثير البيئة ومن الامثلة على الصفات الجسمية:

1- الطول: أن صفة الطول في الانسان ليست كمثيلتها في البازلاء حيث تكون سيقان البازلاء اما طويلة او قصيرة بينما في الانسان فهو اما يزيد طول الأبناء او ينقص عن الوالدين او قد يكون متدرجا بين طوليهما والسبب في هذه انه في الانسان تشترك عدة عوامل منها الجينات وإفراز بعض الغدد الصماء والمواد الغذائية التي تؤثر ايضا على طول الجذع ونمو عظام الفخذين والساقين لذا فان أطوال البشر متباينة بين الطويل والقصير ومتوسط الطول.

2- لون العين: أن لون عين الطفل ينشا من التقاء موروثة واحدة تحمل صفة لون عين الاب مع اخرى تحمل صفة لون عين ألام وتتوارث مثل الصفات المندلية ويكون اللون الداكن او البني سائدا على اللون الفاتح الازرق او الاخضر لذلك أن العيون الزرقاء لا تظهر الا في فرد يحمل موروثتين متنحيتين في حين أن الفرد ذو العيون السوداء او البنية قد يحمل موروثتين متماثلتين

Remove Watermark Now

سائدتين او مورثتين غير متماثلتين احدهما سائدة والأخرى متنحية فإذا تزوج فردان احدهما اسود العينين نقي والآخر ازرق العينين فإذا كان لون عيون اولادهما ازرقا الا أن هذه النتيجة لا تظهر دائما فقد يكون لبعض الأفراد عيون خضر وعسلية او رمادية او صفر والسبب يعود إلى أن صفة لون العين في الانسان تتأثر بعدة ازواج من الموروثات.

3- وراثة مجاميع الدم: في مطلع هذا القرن لاحظ لاندتشاينر K. Iandsteiner حصول تجمع الكريات الدم الحمراء red corpuscles لشخص عند خلطها مع مصل الدم الذي يعود لشخص آخر، وبعد عدة تجارب تشمل عينات دم من افراد عديدين استطاع هذا العالم أن يصنف الدم في الانسان إلى ثلاثة مجاميع وهي O,B,A. ومن ثم اكتشف فون كاستليو Von Decastello وستايلي Sturli وهما من تلاميذ لاند شافير مجموعة الدم AB وهذا التقسيم لمجاميع الدم في الانسان يعود إلى أن بعض الأفراد يملكون اما المتضاد A (A) antingen او المتضاد B وآخرين يملكون المتضادين A,B معا وآخرون لا يملكون ايا منهما أن الأفراد من المجموعة A لا يحملون في المصل الضد A anti- ولكن يحملون الضد B anti- اما الأفراد من مجموعة الدم B فيحملون الضد A- ولا يحملون الضد B- ولهذا السبب يتوقع حدوث تجمع لكريات الدم الحمراء عند نقل الدم من الفرد A إلى الفرد B او من B إلى A، ومثل هذا التفاعل يحصل عند خلط الدم من المجموعة A او B مع الامصال المضاد antisera في انبوبة الاختبار لذلك يمكن اجراء الفحوص اللازمة للدم مختبريا قبل عملية نقل الدم والأفراد للمجموعة AB يملكون المتضادات B, A في كريات الدم الحمراء ولكن لا يملكون الضدين B,A في المصل وأما الأفراد من المجموعة فلا يملكون المتضادان B,A ولكن يحملون الضدين B,A ويمكن نقل الدم من افراد المجموعة O إلى أي فرد من المجاميع AB, B, A بشرط أن يتم نقل الدم ببطء مناسب ليسمح بالتخفيف السريع للعضدين B,A في مصل المعطي donor وذلك في دم الاخذ recipient. إن السلوك الوراثي للجينات المسؤولة عن مجاميع الدم O,AB,B,A وضع على اساس سلسلة من ثلاثة اليلات لجين واحد وهو I حيث يرمز الاليل I للمتضاد A ويعتبر متساوي السيادة codominant مع الاليل IB الذي يمثل المتضد B ويعتبر كل من الاليلين IB, IA ذو سيادة كاملة مع الاليل (i) الذي لا يعين أي متضاد ويمكن أن تمثل علاقة السيادة بين هذه الليلات كآلاتي:

$$I^A = I^B > i$$

والجدول التالي يوضح الانماط الوراثية المختلفة لمجاميع الدم

النمط الوراثي	النمط المظهري
A	I^Ai , I^AI^A
B	I^Bi , I^BI^B
AB	$I^A I^B$
O	ii

4- مجاميع الدم ريسس Rhesus في الانسان

بعد انتشار عملية نقل الدم على نطاق واسع كنتيجة لاكتشاف مجاميع الدم O,A,B حصلت عدد من حالات تجمع كريات الدم بسبب نقله من فرد إلى اخر بالرغم من تطابق مجموعة الدم ABO واكتشفت في عام 1940 العامل Rh من قبل كل من العالمين لاند شتاينز وفايز Landsteines and Wiener وذلك في دم ارنب سبق وان نقل اليها دم قردة Macaca rhesus وأدت الاجسام

Remove Watermark Now

المضادة المتكونة في دم الارانب إلى تجمع كريات الدم الحمراء ليس في القردة فقط ولكن في نسبة محسوسة من المجموعة البشرية القوقازية ايضا وعرف الأفراد الحاملين لهذا العامل في كريات الدم الحمراء بـRh+ اما غير الحاملين لهذا العامل فرمز لهم Rh- ويختلف المتضاد Rh عن متضادات مجموعة الدم AB بعدم وجود الاجسام المضادة في مصل الأفراد من نوع Rh- ولكن بإمكان هؤلاء الاشخاص Rh- في تكوين الاجسام المضادة اذا ما تم نقل الدم اليهم من افراد Rh+ وستؤدي عملية نقل الدم إلى ما بعد الاولى من شخص +Rh إلى اخر Rh- سبق وتكونت في دمه الاجسام المضادة إلى تجمع كريات الدم الحمراء التي تعود للواهب وبالتالي موت الفرد المستلم . لذلك يتم في الوقت الحاضر التأكد من نوع العامل Rh اضافة إلى مجاميع الدم ABO قبل اجراء عملية نقل الدم وكنتيجة لاكتشاف عامل ريسس انتهت احدى المشاكل الطبية المستعصية فكما هو معروف يولد سنويا كثير من الاطفال مصابين بمرض ercjthroblastosis fetalis ويسمى هذا المرض ايضا مرض فقر الدم الانحلالي hemolytic disease، وقسم من الأفراد المصابين يجابهون المنية قبل الولادة. وبينت التحاليل أن العامل Rh يكون في الاباء والأطفال موجبا وفي الأمهات سالبا وهذا يشير إلى أن النمط المظهري الموجب للعامل Rh هو السائد. ولا يحدث هذا المرض في الطفل الاول ولكن عند فصل المشيمة عن جدار الرحم خلال عملية الولادة الاولى يحدث نزيف بكمية تسمح بدخول عدد من كريات الدم الحمراء من الوليد والحاملة للمتضاد من نوع Rh+ إلى دم ألام وهذا يؤدي إلى تكوين الاجسام المضادة نتيجة وجود المتضادات الغريبة. وتضارب الدراسات حول الاسس الوراثية للعامل Rh فقد اقترح فاينر Wiener وجود ثمانية أليلات في الموقع الجيني Rh وازداد عدد الاليلات في هذا الموقع الجيني منذ اكتشافها اما فيشر fisher فقد اقترح نظرية وراثية اخرى تستند على نظرية الاليلات الكاذبة pseudoallels وبين وجود ثلاثة متضادات مختلفة ويرمز لهذه المستضدات في الأفراد من نوع Rh+ بالحروف E,D,C واما الحروف e,d,c فتشير إلى الأفراد من نوع Rh- والفرد الكامل لإحدى الجينات E,D,C او اثنان منها او بمجموعهما يكون من فئة الـRh+ ، اما الفرد من فئة الـRh- فيكون حاملا للجينات e,d,c أي أن الفرد يجب أن يكون في حالة متماثلة الزيجة لكل الاليلات المتنحية وعند فحص مجاميع الدم Rh يستعمل المضاد المصلي antiserum من نوع CDE anti فإذا ما كان الفرد حاملا لواحد أو أكثر من المستضدات فان كريات الدم ستتجمع ويعتبر Rh D اكثر المستضدات شيوعا حيث تصل نسبة الأفراد Rh+ الحاملين لهذا النوع من المستضدات إلى 98%، وتبين أيضا أن هذا المستضد هو أكثر مستضدات المجموعة Rh فعالية.

5- لون البشرة: تتوارث هذه الصفة بتأثير اكثر من زوج من العوامل يحملها الفرد وتكون الاختلافات متسببة من العوامل المضادة وتكون هذه الاختلافات المتسببة عن العوامل المضادة متدرجة بحيث لايمكن تقسيم الأفراد إلى مجاميع بسبب طرزهم المظهرية وللبيئة تأثير واضح على توارث هذه الصفة فهي صفة كمية وتكون الطرز الوراثية والجينية حسب الجدول الاتي:

الطرز المظهرية	التركيب الجيني
اسود	AABB
اسمر	AaBb و AABb
متوسط	AAbb و aaBB و AaBb
فاتح	Aabb و aaBb
ابيض قوقازي	aabb

Remove Watermark Now

وراثة بعض الحالات الوظيفية والمرضية

لا يقتصر اثر الوراثة على اظهار وإخفاء بعض الصفات الجسمية فقط ولكن يمتد إلى وظائف بعض الاعضاء واستعدادها للإصابة بأمراض معينة تنتقل من الاباء إلى الأبناء وكبقية الصفات ومن هذه الحالات مايلي:

1- تذوق مادة P.T.C phenyl thio carbamide

وجد أن الأفراد يختلفون فيما بينهم من حيث قدرتهم على تبين مذاق مادة P.T.C الفينايل ثايو كاربامايد حيث استطاع بعض الأفراد أن يتذوقوا طعمها المر فيوصفون بأنهم متذوقون وأفراد اخرون لا يميزون هذا الطعم فيوصفون بكونهم غير متذوقين وان صفة تذوق هذه المادة تعزى إلى موروث سائد يرمز له T لذلك فان نمطان وراثيان TT والآخر Tt ينتجان افرادا متذوقين بينما النمط tt ينتج افراد غير متذوقين والنسبة بين المجموعتين يتباين بين الشعوب تباينا كبيرا

2- الحساسية Allergy: الحساسية صفة فسيولوجية تتمثل في شدة حساسية بعض الأفراد للبروتينات او بعض المواد الداخلية لأجهزة الجسم وخاصة الجهاز التنفسي ومن امثلة هذه المواد المسببة لشدة الحساسية هي حبوب اللقاح (الطلع) وبعض مواد الطعام والغبار ومن امراض شدة الحساسية الامراض الاتية: حمى الفنش Hay ferer والربو Asthama والجدري الكاذب Hives والاكزماEezema وصداع نصف الراس Migraine وترجع هذه الحساسية إلى عامل وراثي سائد. حيث يتميز الشخص الحامل لهذا العامل بأنه شديد الحساسية لبعض المواد الداخلية التي تكون غالبا مواد بروتينية فان تعرض لهذه المواد فانه لا يلبث أن يبدي تفاعلا ضدها.

3- ضغط الدم: من اهم خصائص الاوعية الدموية احتفاظها بضغط دم ثابت عادي في الاشخاص متوسطي العمر يبلغ حوالي 140 ملم زئبق ولكن قد يكون عاليا في بعض الاشخاص ويصل إلى 160 او حتى إلى 200 ملم احيانا مما يعد عبئا ثقيلا وخطيرا على القلب يورث ضغط الدم العالي الصفة السائدة الا انه قد ينمو كثيرا استجابة للظروف البيئية مثل نوع الطعام ومدى ما يبذله الفرد من مجهود عقلي.

4- مرض السكري Diabetes mellitus: يرجع مرض السكري إلى العجز عن تنظيم نسبة السكريات طبيعيا في الدم فيظهر في الخيول على هيئة سكر بسبب عجز خلايا البنكرياس عن انتاج هرمون الانسولين الذي يعمل على تنظيمه يورث هذا المرض كصفة متنحية.

5- التهاب مفصلي Arthritis: يسبب هذا المرض التهاب المفاصل ومصحوبا بتراكم اليوريا vrate في الانسجة وحامض اليوريك vric acid في الدم ويورث المرض كصفة سائدة.

6- فقر الدم (نوع كولي) Cooley s Anemia : الاشخاص المصابون بهذا المرض يتميزون بقلة كريات الدم الحمر عن الحد الطبيعي وباحتوائها على كمية قليلة من خضاب الدم (الهيموغلوبين) وشكل معظم هذه الكريات غير طبيعي. اما سببه فيعزى إلى مورث متنحي (C) وقد لوحظ أن الأشخاص الذين يحملون النمط الوراثي (cc) يموتون في عمر مبكر بينما يتصف الأشخاص الذين يحملون النمط الوراثي (Cc) بفقر الدم بسيط، اما الأشخاص الطبيعيون فيحملون النمط الوراثي (CC).

Remove Watermark Now

7- وراثة بعض الحالات المرضية المرتبطة بالجهاز العصبي:

أ- فصام الشخصية Schizophrenia : وهو من الأمراض التي تظهر اعراضه بين عمر (15- 40) سنة وان سبب هذا المرض هو موروث واحد متنحي فالأشخاص المصابون بهذا المرض يحملون الطراز الوراثي (cc) وبالنظر لتأثير الموروث (S) بموروثات اخرى بالظروف البيئية المحيطة بالمريض فان شدة المرض تتباين من شخص لآخر كما تتأثر شدة المرض بعوامل تتعلق بوظائف الجسم وان من اعراض هذا المرض الخجل والانطواء والتردد وسرعة الانفعال وفقدان الثقة بالآخرين وأحيانا يصاب المريض بالاختلال العقلي.

ب- متلازمة داون (تناذر المنغولية) Mongolism: لقد جاءت تسمية هذا المرض بهذا الاسم لان اجفان المصاب تشبه شكل اجفان الاقوام المنغولية وينتج هذا المرض عن وجود كروموسوم زائد في الخلايا أي أن هناك 47 كروموسوم بدلا من 46 وتكون الزيادة في وجود 3 ثلاثة كروموسومات بدلا من زوج واحد للكروموسوم الجسمي رقم (21) إذاً تحدث متلازمة داون نتيجة لتكرار الكروموسوم رقم 21 ثلاثة مرات نتيجة لعدم الانفصال فى الانقسام الميوزى. وتكون الام مصدر الكروموسوم 21 الزائد.

ج- الصرع Epilepsy: يكون المصاب بهذا المرض طبيعيا في فعالياته اغلب الاوقات الا انه بين الحين والآخر يصاب بنوبات تفقده الوعي يرافقها رعشات متتابعة وتشنجات قد تستمر إلى عشرين دقيقة بعدها يعود المصاب إلى وعيه الطبيعي وقد تعود اسباب الاصابة بهذه الحالة المرضية إلى ضغوط عظام الجمجمة على الدماغ او وجود اورام في الدماغ نفسه ناتجة عن اصابته بالالتهاب ويعتقد أن سبب الاصابة هو موروثتين متنحيتين تنتقل اليه من كلا الابوين.

*** **متلازمة باتو** نتيجة لتكرار الكروموسوم رقم 13 ثلاثة مرات. تحتوي كل خلية بويضة وحيوانات المنوية على 23 كروموسوم في العادة. وعند حدوث الإخصاب، تتحد الحيوانات المنوية والبيض وتكون خلية تحتوي على 46 كروموسوم. وبالتالي، يحصل الطفل على المواد الوراثية بالتساوي بين الوالدين. ولكن في بعض الأحيان، يحدث خلل ما عند تكوّن خلية البويضة أو الحيوان المنوي، ممّا يؤدّي إلى زيادة عدد الكروموسوم. وعندما تتنقل هذه الخلية التي تحتوي على الكروموسوم 13 إلى الجنين، تحدث متلازمة باتو. ويمكن أن يرجع كروموسوم 13 الإضافي إلى خلية بويضة الأم أو خلية الحيوان المنوي للأب. يجدر التنويه إلى أن متلازمة باتو قد ترجع في بعض الحالات النادرة إلى حدوث انقسام في الخلايا بعد عملية الإخصاب

********** انتهت المحاضرة

pdfelement