

الفصل السادس

علم الوراثة

الوراثة Inheritance

الوراثة هي فرع من العلوم البيولوجية والتي تختص بنقل الصفات الوراثية من جيل الي آخر. والخلية التناسلية هي المسؤولة عن نقل الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء خلال الجينات المحملة على الكروموسومات.

علم الوراثة:

هو العلم الذي يبحث في أسباب التشابه والتباين بين الأفراد المتصلة النسب بمعنى أنه يبحث في أسباب ونتائج المشابهات والفروق في الصفات بين الأفراد الذين تربطهم صلة القرابة ويوضح العلاقة التي توجد بين الأجيال المتعاقبة وتتقسم الصفات الوراثية إلى:

(أ) صفات وصفية: وهو لون الشعر ولون العينين.

(ب) صفات كمية : مثل الطول والقصر والوزن وكمية إدرار اللبن.

وانحصرت العلاقة بين جيل وآخر على خليتين فقط هما الجاميطة المنكرة والجاميطة المؤنثة حيث ان هاتين الخليتين هما حلقة الأتصال بين الآباء والأبناء.

الجينات: Gene (Traits) or genome

- قد وضع العالم جونسن Johanssen عام ١٩٠٩ معنى كلمة الجينات على أنها الوحدة الأساسية في الوراثة . حيث ان الصفات الوراثية تحدد وتعين بعوامل معينة.
- كل جين يوجد في مكان معين على الكروموسوم يسمى الموقع locus ويمتلا طولياً على الذراع الكروموسومي.
- تحتوي على معلومات كافية للإنتاج حمض الريبوزي (RNA) الذي يوجد بصورة المختلفة ومنها حمض الريبوزي السافر (mRNA) والذي يقوم بإنتاج بعض الإنزيمات والبروتينات والتي تدخل وتشارك في تكوين الأفراد وبعض الاحماض الامينية الخاصة لتكوين بعض البروتينات.
- كل جينين أو أكثر يسمى أليل Allelomorphs.
- كل جينين أو أكثر يحتلان موقعا واحداً في الكروموسومات المتشابهة أو المماثلة Homologous chromosomes ويحتويان على صفة واحدة مشتركة يسمى بالاليل Alleles.
- الجين الذي يمكن التعبير عن نفسه يسمى بالجينات السائدة Dominant genes أما الجينات التي لا تستطيع التعبير عن نفسها تسمى الجينات المتنحية Recessive genes.
- يمكن للجين ان يتضاعف.

مبادئ علم الوراثة الخلوية و الأنسجة والأجنة

- يمكن للجينات تبادل المواد الوراثية بين كروموسوم وآخر عن طريق التقاطع أو التصلب الكروموسومي Crossing over.

- ينتج الجين كثير من الإنزيمات التي تؤثر على جميع العمليات الحيوية في الخلية.

- يتركب الجين من البروتينات النووية nucleoprotein والتي تشمل على الأحماض النووية (دنا، رنا) والبروتينات (الهستونات ولاهستونات والبروتوأمين).

- يتركب الجين من مادة دنا والتي تحتوى على:

Pentose sugar (Deoxyribose)	(١) جزيئى السكر دى أوكسريبوز
Phosphoric acid	(٢) مجموعة الفوسفات
Nitrogenous Bases	(٣) القواعد النتروجينية

والقواعد النتروجينية تشمل على:

	ويشمل على:	Pyrimidine	- البيريميدين
Thymine	الثيمين		
Cytosine	السيٲوزين		
	ويشمل على:	Purine	- البيورين
Adenine	الأدينين		
Guanine	الجوانين		

عند اتحاد القواعد النتروجينية بجزيئى السكر يسمى المركب الناتج بالنيكلوسيد Nucleoside وعند اتحاد النيكلوسيد مع مجموعة الفوسفات يسمى الناتج بالنيكلوٲيد Nucleotide ومجموعة هذه النيكلوٲيدات تكون مادة دنا DNA.

Mendel's Law's of Inheritance

- يعتبر العالم جوهان مندل البورنو الاصل Brunn من تشيكوسلوفاكيا من العلماء المشهورين في علم الوراثة وهو الذي وضع الأسس والقوانين في علم الوراثة و هو أول قيس أضواء الطريق أمام غيره من العلماء.

- ولد في ٢٢ يوليو لعام ١٨٢٢ وتدرج في التعليم حيث درس علم الفيزياء والعلوم الطبيعية.

- وقد قام بعدة دراسات تهجينية بين بعض النباتات والأشجار مثل أشجار الفواكه، الزهور، الخضراوات وخصوصا نبات بسلة الزهور وقد فحصها بدقة وعناية وقد أستنبط القوانين التي تحكم نقل الصفات من الأباء إلى الأبناء.

Mendel's considerations:

- في التجارب العملية لمندل أعتد في الدراسات التهجينية له على عدة عوامل في اختيار النبات أو العينة المناسبة للتجارب العملية وهي:

- **Variation** التنوع:

يحتوي النبات على عدة صور مختلفة.

- **Reproduction** التكاثر:

لابد ان يتكاثر الكائن الحي تكاثرا جنسياً بإتحاد الخلية الجنسية الذكرية والأنثوية حيث ان في هذا النوع يحتوي الجنين على معظم الصفات الوراثية من الأب والأم.

- **Controlled mating** التحكم في الجماع:

أن يكون الكائن الحي قادرا على عملية التزاوج تحت ظروف معينة ومخططة ومحكمة.

- **Short life cycle** قصر دورة الحياة:

تحتوي على دورة حياة قصيرة.

- **Large number of off springs** إنتاج أعداد كبيرة من الأجيال:

أن ينتج الكائن الحي أعداد كبيرة من الأجيال بعد كل تزاوج متتابع.

Mendel's Material مادة أو خامة مندل:

- قد أختار العالم مندل نبات بسلة الزهور (Pisum sativum) على أنها أحسن النباتات المستخدمة

في التجارب الهجينية للأسباب المتضادة الآتية:

(١) منها النباتات الطويلة والقصيرة.

(٢) لها تلقيح ذاتيا بالرغم أن لها تلقيح خلطي.

(٣) منها الأخضر والأصفر اللون.

مبادئ علم الوراثة الخلوية و الأنسجة والأجنة

(٤) الحبوب منها الملساء والآخرى مجعدة.

(٥) الأزهار ملونة أو عديمة الألوان.

وقد لقح مندل نباتات لها إحدى هذه الصفات بأخرى لها صفات مضادة. وقد قام بعمل ذلك بعد إزالة أعضاء التذكير من الزهرة ليمنح التلقيح الذاتي ثم وضع على ميسم هذه الزهرة حبوب لقاح زهرة أخرى لنبات له صفة مضادة. وعندما حملت الزهرة الملحقة حبوبا. قام بزرع هذه الحبوب وتابع نوعين هذه النباتات الناتجة الخليط أو المهجنة. كما في شكل (٦-١)

طريقة مندل: Mendel's procedure

- قام مندل بعملية تلقيح بين نبات البسلة والطويل النقي وحبوب لقاح من نبات بسلة قصير القامة نقي.
- وقد وجد ان أفراد الجيل الاول (F₁) هو نبات طويل القامة خليط Hybrid.
- ثم قام مندل بتلقيح أفراد الجيل الاول مع بعضها البعض تلقيا ذاتيا (F₁) Self pollination أو التلقيح الرجعي Crossing hybrids ليعطى أفراد الجيل الثاني نباتات طويلة هجينة ونباتات قصيرة نقية حيث انه لم تظهر في أفراد الجيل الأول ونباتات طويلة نقيه.
- وكانت النتيجة التي توصل إليها مندل بعد عدد من التجارب في هذا المجال بأن أفراد الجيل الثاني (F₂) تكون على النحو التالي ٣ طوال ١ قصير أي ٣ : ١.
- عرف مندل بأن عامل الطول في هذه التجربة هو الصفة السائدة Dominant بينما عامل القصر فهو الصفة المتنحية Recessive.
- استخدم مندل كتابة الحروف الكبيرة Capital للدلالة على الصفات السائدة.
- استخدم مندل الحروف الصغيرة Small كرموز للصفة المتنحية ، فاستخدم الصفات السائدة أحرفا كبيرة T/T والمتنحية أحرف صغيرة t/t .
- وبناء على النتائج التي حصل عليها العالم مندل وضع بعض الأسس والقوانين الوراثة وهي:

(١) القانون الاول (أنزل الصفات) Law of segregation

(٢) القانون الثاني (التوزيع الحر) Law of independent assortment

صفة السيادة Dominant character

- وهو عندما يحدث تزاوج أو أخصاب خلطي بين نبات البسلة في زوج واحد فقط من الصفات المتضادة فإن هذا يسمى أحادي التهجين Monohybrid فعندما يحدث تهجين بين نبات البسلة الطويل الساق Tall مع نبات البسلة القصير الساق Dwarf فان أفراد الجيل الأول (F₁) First filial generation كلهم

مبادئ علم الوراثة الخلوية و الأنسجة والأجنة

يكونوا من النوع الطويل وهذا ما يسمى بالسيادة التامة للصفات **Dominant character** وعدم ظهور صفة القصير نهائياً.

وبناء على هذه النتائج يكون قانون مندل للسيادة **Law of Dominance** هو:
عندما يحدث تهجين بين نباتات (كائنات) (Homozygous) ذو زوج واحد من الصفات المتضادة فإن صفة واحدة فقط من هذا الزوج هي التي تظهر في أفراد الجيل الأول (F_1) **First filial generation**.

التوارث البيني (المتوسط):

Incomplete dominance (Intermediate inheritance)

- فى بعض الحالات التى لا يكون فيها أحد الجينات سائدة سيادة كاملة على الآخر ويكون النمط الظاهرى للكائن مختلف الجينات. تظهر صفات متوسطة بينيه.

- فمثلا عندما تتحد نبات البسلة الحمراء اللون (RR) مع نبات البسلة البيضاء اللون (WW) يكون أفراد الجيل الأول (F_1) المهجنة (RW) مختلفة الجينات ولونها وردية اللون (pink).

- فى بعض الحالات فى سلالات الدجاج وينتج من تهجين سلالة سوداء اللون مع سلالة بيضاء اللون مبرقشة سلالة ليست رمادية اللون، ولكن ينتج لونا مختلفا يسمى الأزرق الاندلسى.

- وإذا هجن أفراد الجيل الأول (F_1) فان نسبة سلالة الجيل الثانى F_2 هي ١ : ٢ : ١ فى الألوان فى حالة زهور أو نبات البسلة تكون النسبة:

واحد أحمر : ٢ وردى : واحد أبيض

وفى حالة سلالة الدجاج تكون النسبة:

واحد أسود : ٢ أزرق : واحد أبيض على التوالي كما فى شكل (٦-٢) .

Codominance المشاركة السائدة:

وهى تعنى ان صفات السلالات السائدة والسلالات المتنحية تتضافر وتتحد جنبا إلى جنب فى أفراد الجيل الأول F_1 لتنتج أفراد مهجنة خليطه الصفات.

ومثال على ذلك أيضا عند اتحاد أو تهجين ماشية ذات فراء أحمر مع ماشية ذات فراء أبيض يكون أفراد الجيل الأول المهجنة ذات فراء وردى اللون (roan coat).

القانون الأول لمندل (قانون الأنعزال)

Mendel's First Law (Law of Segregation)

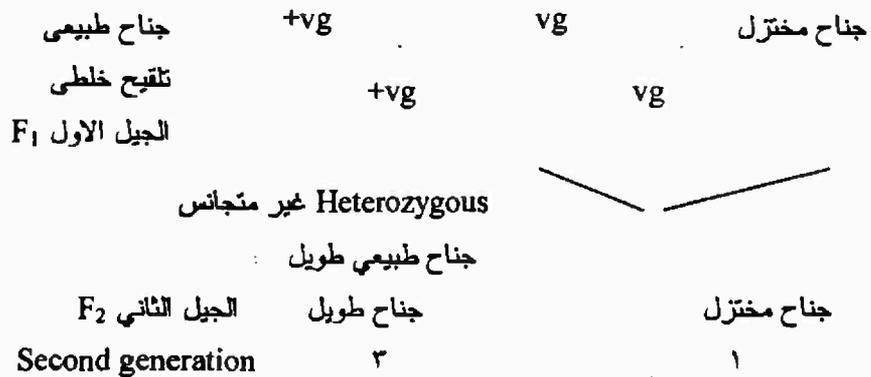
ينص قانون الأنعزال أو السلالات النقية على الآتي:

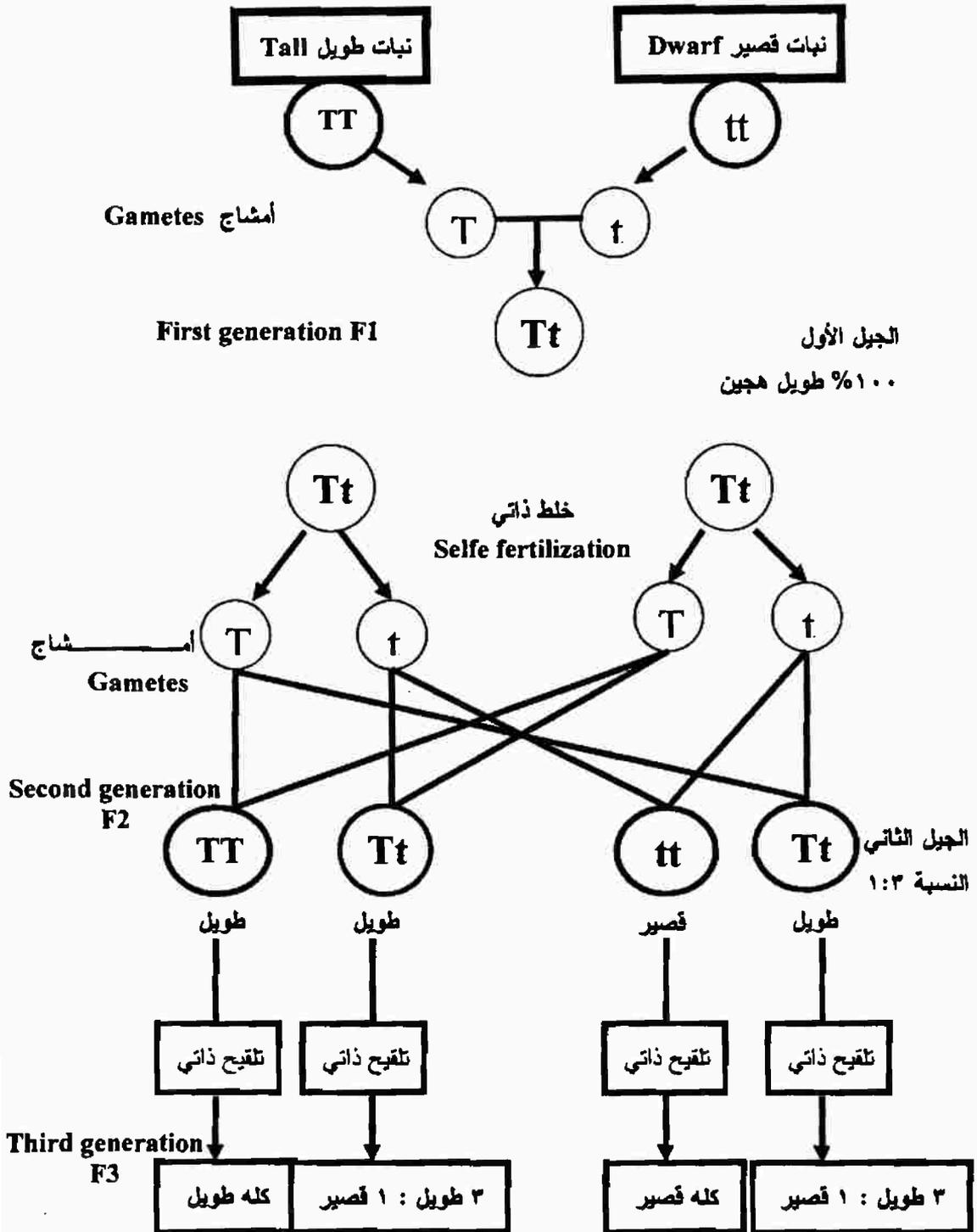
إذا تزوج فردان بهما زوج من الصفات المتضادة Two contrasting characters السائدة والمتحية تبقى هذه الصفات دون مزج أو تلوث أثناء تكوين الأمشاج بين بعضها البعض وينفصلان وينتج أفراد الجيل الأول يحمل صفة أحد الأبوين وتختفي الصفة الأخرى. وتورث الصفتان معا في أفراد الجيل الثاني بنسبة ٣ : ١

ولدراسة التهجين الذي يشتمل على زوج واحد من الصفات والذي يسمى تهجينيا أحاديا Monohybrid ويمكن التهجين بين نبات طويل ونبات قصير وتسمى هذه للصفات بالصفات الظاهرة Phenotype وصفات وراثية والتي يرمز لها برموز حرفية وهي كبيرة وصغيرة وهي تسمى الأنواع الجينية Genotype. ويمكن تمثيل هذا التهجين الأحادي لنبات طويل الساق ونبات قصر الساق كما بالمخطط التالي

ومثل آخر لتطبيقات قانون الأنعزال لمندل بعض التجارب العملية التي أجريت على ذبابة الدروسوفلا Drosophila بواسطة العالم مورجان Morgan عالم الوراثة والذي أقام تجربته كالآتي:

- بين ذبابة الدروسوفلا نو جناح مختزل Vestigial.
- وذبابة الدروسوفلا نو جناح طبيعي Normal.
- وقد هجن بين الأثنين (حيث انه في هذا التهجين صورتان مختلفتان نفس صفة الجناح ويعرف النسل الناتج بإسم الهجين الأحادي Monohybrid وتعرف الصورتان المختلفتان نفس الصفة بإنها زوج من الصفات الأيلوموفيه Allomorphic characters).
- وبذلك يمكن القول بأن صفة الجناح المختزل vg والجناح العادي +vg هما جنينين يكونان زوج واحد من الأليلات alleles أي أن الجين vg هو أليل للجنين +vg

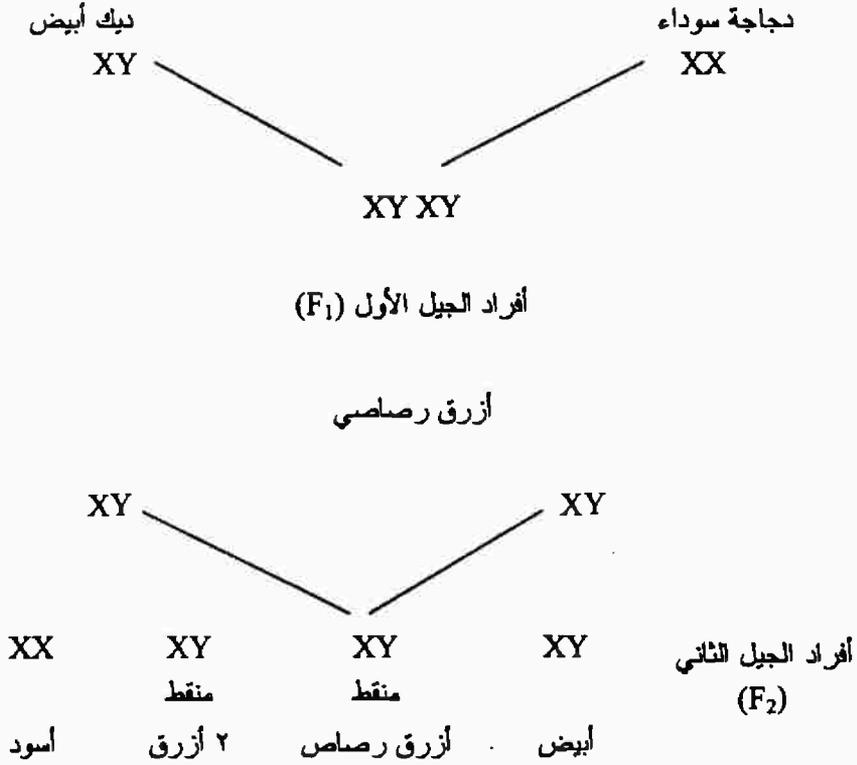


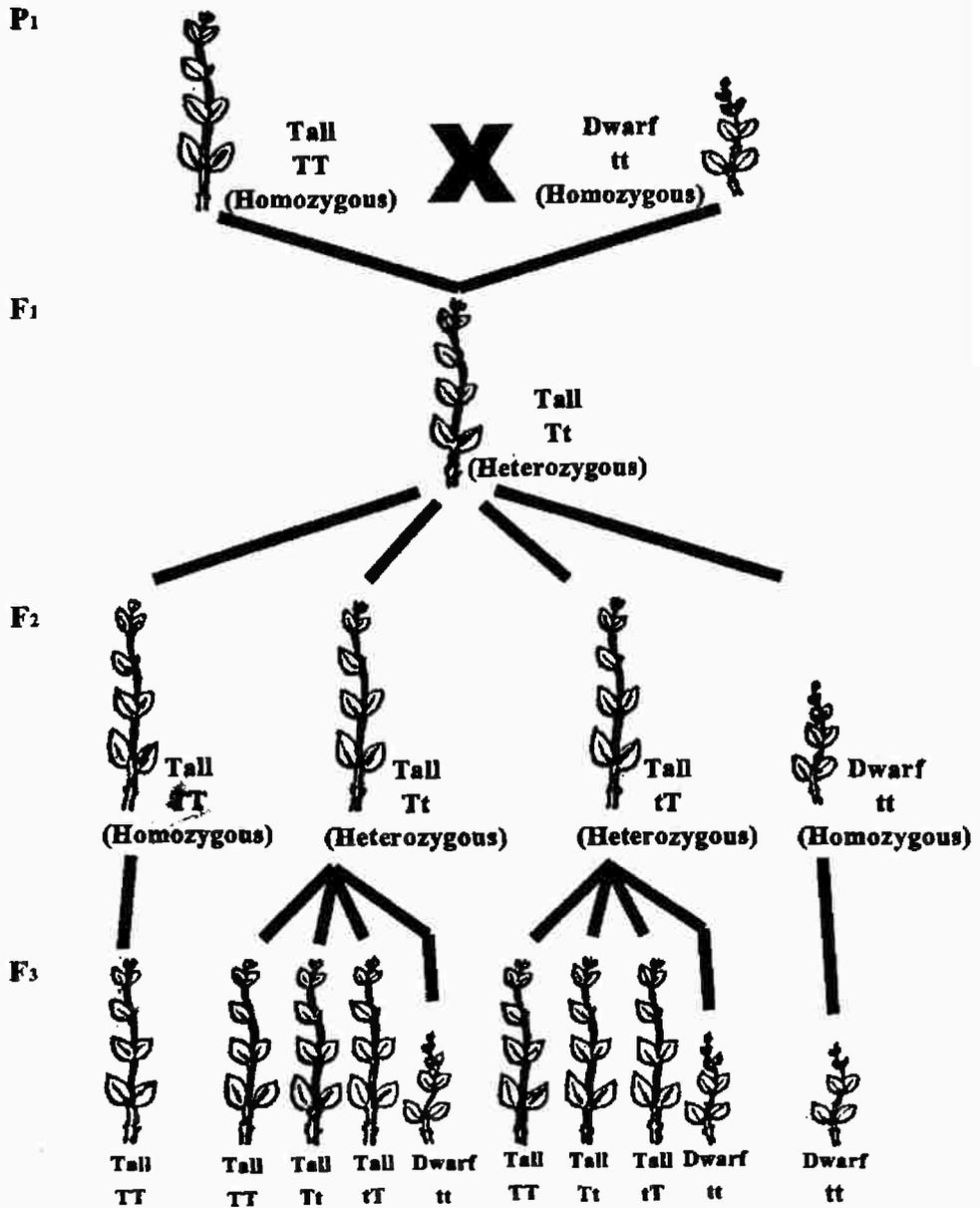


مبادئ علم الوراثة الخلوية و الأنسجة والأجنة

هناك حالات غير مندلية:

- عندما يتزاوج ديك أبيض مع دجاجة سوداء ينتج أفراد الجيل الأول لونه أزرق رصاصي.
- إذا تزواج أفراد الجيل الأول مع بعضهما البعض ينتج أفراد الجيل الثاني F_2 بنسبة أسود : أزرق : رصاص : أبيض وهي سيادة غير تامة





A Cross between a tall (TT) and a dwarf (tt) pea plant and their offsprings of F₁ and F₂ generations.

(شكل ١-٦)

القانون الثاني لمندل (قانون التوزيع الحر للعوامل)

Mendel's Second Law

(The law of independent assortment of genes or random assortment of genetic factors)

ينص القانون الثاني لمندل على الآتي:

- عندما يوجد زوجان أو أكثر من الصفات المتضادة معا في هجين، فإن اليلات أو بدائل الأزواج المختلفة تتعزل عن بعضها البعض مستقلة أثناء تكوين الأمشاج وتظهر في الأجيال الأخرى.
 - ويمكن توضيح التهجين بين زوجان من الصفات المتضادة في هجين كما في نبات البسلة الطويلة وذات بذور صفراء الفلقة وأخرى قصيرة وذات بذور خضراء الفلقة فان نبات الجيل الأول تكون كلها طويلة وذات بذور صفراء الفلقة.
- ويمكن توضيح ذلك بشكل تخطيطي:

Parents phenotype	AA/BB Tall yellow	aa/bb dwarf green
Genotype	all A B crossing hybrid	all a b
F ₁	A/a	B/b
Gametes	A/a AB Ab	B/b aB ab
		A/a AB Ab
		B/b aB ab

Sperm

Egg

	AB	Ab	aB	ab
AB أصفر نقي	A/A طويل نقي	A/A طويل نقي	A/a طويل خليط	A/a طول خليط
نقي	B/B أصفر نقي	B/b أصفر خليط	B/B أصفر نقي	B/a أصفر خليط
Ab أصفر خليط	A/A طويل نقي	A/A طويل نقي	A/a طول خليط	A/a طول خليط
نقي	B/b أصفر خليط	b/b أخضر نقي	B/b أصفر خليط	b/b أصفر نقي
aB أصفر نقي	A/a طول خليط	A/a طول خليط	a/a قصير نقي	a/a قصير نقي
نقي	B/B أصفر نقي	B/b أصفر خليط	B/B أصفر نقي	B/b أصفر خليط
ab أخضر نقي	A/a طول خليط	A/a طول خليط	a/a قصير نقي	a/a قصير نقي
نقي	B/b أصفر خليط	b/b أخضر نقي	B/b أصفر خليط	b/b أخضر نقي

وبذلك تكون النسبة بين النبات الطويل الاصفر والنبات القصير الاخضر هي كالتالي 9 طويل أصفر : 3

طويل أخضر : 3 قصير أصفر : 1 قصير أخضر

1 : 3 : 3 : 9

وهذا المربع يسمى مربع بنت.

مبادئ علم الوراثة الخلوية و الأنسجة والأجنة

أهمية قوانين وظواهر مندل هي:

- تحسين السلالات الحيوانية مثل الماشية والأغنام والدواجن Poultry of Cattle.
- تحسين الحاصلات الزراعية الغذائية للإنسان مثل القمح والارز وإنتاج سلالات متميزة مهجته.
- تحسين النسل البشري Eugenie's بالاختيار الجيد الموفق للأزواج والبعد عن زواج الأقارب سواء كان للزوج أو للزوجة الأقوياء صحياً ظاهرياً أو داخلياً حسب قول الرسول صلى الله عليه وسلم في الحديث الشريف "تخيروا لنطفكم فان العرق دساس".
- ولا يحذ زواج الأقارب حتى لا تظهر وتقوى العوامل الوراثية الضعيفة في الاجيال القادمة من الاباء إلى الابناء.

Terminology هناك بعض العبارات العلمية

التركيب الوراثي:

وهو صفة أو عدة صفات. وهو مجموعة من الجينات التي يحملها الفرد سواء كانت لصفة واحدة أو عدة صفات ويعبر عنها بالحروف الابجدية وهذا التركيب الوراثي هو الذي يحدد ويؤثر على الشكل الظاهري.

الشكل الظاهري: Phenotype

وهو صفة أو عدة صفات للفرد تحدد شكله ومعامله الخارجية ويعبر عنها بالطول أو القصر أو اللون أو غيره من الصفات.

التفوق: Epitasis

وهو التفاعل بين الجينات المختلفة بعضها والبعض وان جين من هذه الجينات يوقف عمل الجين الاخر ويلغى تأثيره وتعبيره.

الجين المميت: Lethal genes

بعض الجينات لا يكون لها تأثير واضح على الشكل الظاهري للحيوان ولكن بعض الجينات لها تأثير خطير على الكائن الحي مما قد يؤثر على حياته ويؤدي إلى الوفاة.

التداخل الجيني: Gene interaction

يكون هناك كثير من الجينات تؤثر على بعضها البعض في إظهار بعض الصفات أو اختفائها وقد يكون بعض الجينات لها تأثير معين في إظهار صفة معينة قبل إظهار لون العين ولكن يكون لها تأثير آخر في إظهار بعض الصفات الاخرى أو قد يكون هناك جين في موضع معين يمنع أو يحجب التعبير الجين آخر في موضع آخر.

تعدد الأليلات (البدائل): Multiple Alleles

ان البدائل أو الأليلات هي صورة بديلة للجين وقد يحتل البديل المتماثل أو غير المتماثل نفس مكان الجين المشابه له على الكروموسوم وليس كل الكروموسومات يحدث لها ذلك وفي نفس الوقت وقد يؤثر أكثر

مبادئ علم الوراثة الخلوية و الأنسجة والأجنة

من جينين بديلين على نفس الصفة مثل مجموعة البدائل المتعددة والتي قد تؤثر على لون الفراء في الأرنب. /والبدائل والأليلات المختلفة هي: اللون العادي 2c، لون الشنشيلا c^{ch} ، لون البهيمالايا c^b اللون الأبيض c^{cb} .

وتكون الأربع بدائل سلسلة سيادته يكون c هو السائد على جميع الأليلات. يكتب الأليل السائد على اليسار والمنحنى على اليمين.

العائلات الجينية:

- يعتقد الأكسجين في معظم الجينات في كل من بدائيات النوى Prokaryotic ومميزات النوى تكون موجودة في نسخة واحدة فقط لكل هيئة جينية أحادية ولكن هناك عددا من الحالات الهامة التي تحتوي فيها كل هيئة جينية أحادية على اثنين أو أكثر من الجينات قد تكون إما مطابقة أو شديدة التماثل من بعضها البعض بالنسبة لتتابعات النيكلوتيدات وهذه المجموعة الجينية تسمى بالعائلات الجينية.

- إن الجينات في هذه العائلات قد تنشأ من تكرارات من تتابع سالف مشترك.

- في بعض الاحيان تبقى الجينات المكررة متجمعة مع بعضها البعض.

- وفي حالات أخرى ينقسم ارتباطها وتقع على كروموسومات مختلفة.

- ومن الأمثلة لهذه العائلات الجينية: جينات الهيموجلوبين، جينات توافق الأنسجة جينات ر، د ن أ، الجينات التي تحدد جوبيولينات المناعة.

ومثال لهذه العائلة هو جينات الهيموجلوبين.

جينات الهيموجلوبين:

- والهيموجلوبين (اليحمور) (المادة الحاملة للأكسجين في الدم في الفقاريات العليا) هو متبلر رباعي له تركيب عام X_2Y_2 حيث ان X و Y هم اثنتان من سلاسل الجلوبيين الست المعروفة ومنها ϵ ، γ ، β ، α ، ξ .

- والنوع المعروف من الهيموجلوبين البالغ يحظى بالتركيب $2B_2$ ويعرف باسم HbA ويعرف طرز فرعى من الهيموجلوبين البالغ $\alpha_2\beta_2$ ويسمى HbA₁.

- والهيموجلوبين الجنيني الاكثر شيوع هو HbF يكون من α_2Y_2 والسلاسل الجينية ξ توجدان فقط في الأسابيع الاولى من الحياة الجنينية.

- والعلاقات التطورية بين سلاسل الجلوبيين الاربع الفا، بيتا، سيجما، وجاما للهيموجلوبين قريبة جدا من بعضها البعض، فالهيموجلوبين الذي يوجد في أنسجة العضلات والأنماط المختلفة من الميوجلوبين قد تنتج من سلف جيني واحد. وانه قد تكرر وانتج نسخ متكررة واستمرت وانتجت جين الميوجلوبين الحديث والذي يستمر وينتج سلسلتا الهيموجلوبين β ، γ وأكثرهما قريبا من بعضهما البعض.

الجينات المرتبطة بالجنس: Sex-linked gene

- جميع الجينات المحمولة على الكروموسومات الجنسية X، Y تسمى الجينات المرتبطة بالجنس.
- ومعظم الجينات المرتبطة بالجنس مثل الهيموفيليا Hemophilia، وعمى الألوان color blindness هي جينات متنحية recessive كما في شكل (٦-٣) .
- ومن الصفات المرتبطة بالجنس وهي الألوان فقد اكتشف العام توماس مورجان في الدروسوفيلا عام ١٩١٠ فان لون العيون الطبيعية لحشرة اللدروسوفيلا هو اللون الاحمر ولكن تحدث طفرات الى اللون الابيض، وان من المعروف ان جينات لون العين محمولة على الكروموسوم X.
- فإذا تم تلقيح بين ذكر ذى عيون بيضاء X مع انثى ذات عيون حمراء فيكون أفراد الجيل الاول F_1 كلهم ذات عيون حمراء حيث انها هي الصفة السائدة.
- وإذا تزوج افراد الجيل الاول F_1 فيما بينهم فكل اناث الجيل الثاني F_2 ذات عيون حمراء. نصف الذكور ذات عيون حمراء ونصف الذكور الاخر ذات عيون بيضاء.
- ولا تظهر للاناث أي عيون بيضاء في هذا الجيل وتظهر الصفة المتنحية (البيضاء) في الذكور فقط في الجيل الثاني.
- وفي حالة الإنسان عندما تكون الام هي الحاملة عرض العمى اللوني والاب طبيعيا فسوف يكون نصف الأولاد مصابا بعمى الألوان، أما البنات فلا تصاب.
- عندما يكون الأب ذو عمى اللون والام حاملة فقط، يكون نصف الأولاد ونصف البنات مصابا بعمى الألوان.
- عمى اللونين الاحمر والاخضر، والتي يكون فيها اللون الاحمر والاخضر غير مميزين بدرجات متفاوتة. والرجال غير القادرين على تمييز الألوان يفوقون النساء ذوات عمى الألوان.
- عندما يكون هناك عمى ألوان في النساء فإن آباءهم يكونون ذو عمى الألوان.
- أيضا صفة سيولة الدم أو الهيموفيليا Hemophilia فهو خلل في عملية تجلط الدم وذلك يرجع إلى نقص في انزيم الثرومبوبلاستين والخاص بتجلط الدم وهناك نوعان من الهيموفيليا هما:

(١) هيموفيليا أ Hemophilia A

تتكون نتيجة للنقص في الجوبيلوجين للهيموفيليا المضادة.

(٢) هيموفيليا ب: Hemophilia B

وهي تتكون نتيجة للنقص في انزيم الثرومبوبلاستين في البلازما.

تحديد الجنس

Sex Determination

هناك دراسات مختلفة نحو تحديد جنس الجنين في كثير من الحيوانات وقد قام عدة علماء بالقيام في دراسة هذا المجال ومنهم هو العالم ماك لونج على البقرة (نصفية الاجنحة).

- وجد ماك لونج ان البقرة تحتوى على نوعين من الحيوانات المنوية احدهما يحتوى على كروموسوم إضافي لعدد الفردي للمجموعة الكروموسومية ولا يوجد هذا الكروموسوم الإضافي في الحيوان الآخر.

- ينتج من اتحاد الحيوان المنوي الذي يحتوى على كروموسوم إضافي مع البويضة زيجوت (بويضة مخصبه) أنثى.

- بينما ينتج الحيوان المنوي الذي ينقصه هذا الكروموسوم الإضافي باتحاد مع البويضة زيجوت (بويضة مخصبه) ذكراً.

- وهناك نوعان من الجاميطات (الخلايا الجنسية):

(١) وهي جاميطات ذكرية غير متجانسة أو غير متشابهة Heterogametic males.

(٢) جاميطات انثوية غير متجانسة أو غير متشابهة Heterogametic females.

الجاميطات الذكرية غير المتشابهة

Heterogametic males

- ان بعض الخلايا الجنسية قد تنتج حيوانات منوية تحمل كروموسومات جنسية X وأخرى تحمل Y وان هذه الحيوانات قد تتحد مع بويضات تحمل أيضا X فيكون اتحاد الحيوان المنوي X مع البويضة X ينتج أنثى XX وهذه متشابهة أى جاميطة متشابهة أو متجانسة Homogametic female بينما قد يتحد حيوان منوي يحمل Y مع بويضة تحمل X فيكون الناتج XY ويكون الناتج ذكراً ويكون الناتج الجاميطة غير متشابهة أو غير متجانسة Heterogametes male.

وهناك انواع كثيرة من كروموسومات الجنس متشابهة ومختلفة وتأخذ صوراً مختلفة ومن أمثلة كروموسومات الجنس هي:

- نوع : (XX - XO)

مثل البقرة (نصفية الاجنحة) التي درسها العالم ماك ونج ١٩٠٢ وبعض انواع من الجراد.

وجد ان الأنثى تحتوى على عدد اثنين X كروموسوم (XX) أي انها متشابهة أو متجانسة Homogametic female.

مبادئ علم الوراثة الخلوية و الأنسجة والأجنة

وان الذكر يحتوى فقط على كروموسوم واحد ولا يحتوى على الآخر وبالتالي يرمز له (XO) أي غير متشابه أو متجانس Heterogametic male.

- نوع (XX - XY)

وهذا النوع موجود في الإنسان وبعض الحيوانات الثديية والحشرات مثل الدروسوفيللا.

- والأنثى في هذا النوع تحتوى على عدد اثنين من كروموسومات الجنس XX وتسمى

Homogametic female 2 Homomorphic x chromosomes أي انها متشابه أو متجانسة

- وأما الذكر فإنه يحتوى على XY اثنين من كروموسومات الجنس غير متشابه أو متجانسة

Homogametic female.

- وبالتالي فان نوع جنس الجنين يعتمد على نوع الحيوان المنوي.

- فإذا اتحد حيوان منوي يحتوى على كروموسوم الجنس X مع البويضة التي تحتوى على كروموسوم

الجنس X أيضا فيكون الناتج انثى Homogametic XX°

- أما إذا اتحد حيوان منوي يحتوى على كروموسوم الجنس Y مع بويضة X فيكون الناتج البويضة

المخصبة (الزيجوت) ذكراً XY ويكون غير متشابه Heterogametic male

الجاميطات الأنثوية غير المتشابه

Heterogametic Females

- هناك أنواع من الجاميطات الأنثوية الغير متشابه ويرمز لها برموز أخرى W, Z حتى لا يحدث تداخل

بين هذ النوع والانواع السابقة في الذكر. ومن أهم هذه الانواع هي:

1- نوع أو نظام (ZO-ZZ)

- ويوجد هذا النوع في بعض الفراشات والفراخ.

- والأنثى في هذا النوع تحتوى على كروموسوم واحد Z في الخلايا الجسمية لها ولا تحتوى على أي

كروموسوم آخر وتسمى (ZO) وتسمى حينئذ Heterogametic female

- يكون الذكر فية يحتوى على كروموسومين الجنسي ZZ ويكون فيه متشابه أو متجانس

Homogametic male.

2- نوع أو نظام: (ZW-ZZ)

- ويحدث هذا النوع في بعض الحشرات أو الأسماك والزواحف والطيور.

- تحتوى الأنثى على كروموسوم الجنس Z واحد والآخر W وبذلك تحتوى الأنثى على ZW وهي غير

متشابهة أو متجانسة في كروموسومات الجنس Heterogametic female

مبادئ علم الوراثة الخلوية و الأنسجة والأجنة

- أما الذكر فإنه يحتوى على كروموسومين من النوع Z وبذلك يرمز له ZZ متجانس أو متشابه في كروموسومات الجنس Homogametic male.

وبتوضيح الصور المختلفة لأنواع كروموسومات الجنس في كثير من الحيوانات الفقارية واللافقارية يمكن تحديد جنس الجنين كالاتي:

(١) بواسطة جسم بار Barr body

- والذي اكتشفها العام بار وبيرترام عام ١٩٤٩ حيث وجد ان جسم كروماتيني داكن الصبغة أوضح في الخلايا العصبية في أنثى القطط بينما غائبة في الذكور ويسمى جسم بار.

- وهي موجودة فوق النواة.

- وتصبح أيضا بواسطة صبغة فولجن في المرحلة التمهيدية للنواة interphase nucleus وهي صبغة داكنة ذو لون بنفسجي.

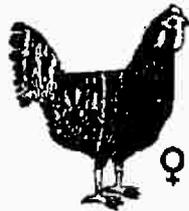
(٢) بواسطة استخدام بعض الجينات الخاصة بالجنس (X أو Y)

مستخدما مادة الاقدين بيوتين Avidin Biotin وهي مادة فلوريسية تلتصق بالجين الخاص للجنس probe لتوضيح كروموسومات الجنس X أو Y حسب نوع الجين المستخدم.

(٣) بواسطة التحليل الكروموسومي: Chromosomal analysis

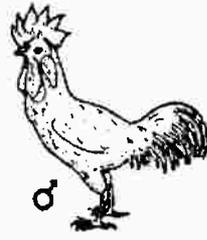
عن طريق تحديد كروموسوم الجنس وعمل الايدوجرام أو الكريوتيب Karyotype.

P₁



Black BB

X



Splashed white bb

F₁



Blue Bb

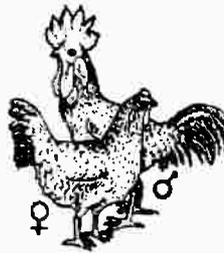


Blue Bb

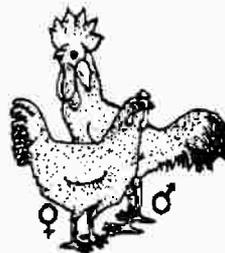
F₂



Blue BB



Blue Bb



Splashed white bb



Blue Bb

A monohybrid cross between black and splashed white Andalusian fowl showing the incomplete dominance.

شکل رقم (۶-۲)



Recessive



Dominant

no hair



Recessive

hair



Dominant

**dark hair
frackles
dimples**



Dominant

**blond hair
no frackles
no dimples**



Recessive



**No roll
of
tongue**

Recessive



**tongue
rolling**

Dominant



Dominant



Recessive



**tongue
folding**

Recessive



**no
folding**

Dominant

Certain abnormal recessive and dominant characters of man

شكل رقم (٦-٣)