

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الانبار – كلية الزراعة

قسم البستنة وهندسة الحدائق

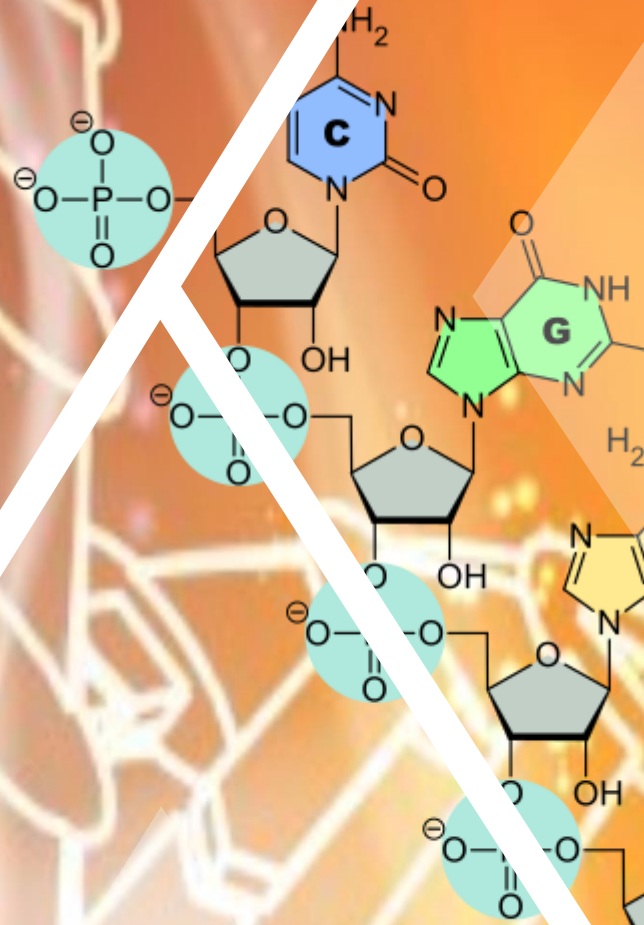


# وراثة النبات

المرحلة الثانية

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف  
العبدلي



## المحتويات

الموضوع	الصفحات
مقدمة في تطور وتاريخ علم الوراثة	1-4
انقسام الخلية	5-8
الوراثة المنديلية	9-15
قانون مندل الثاني	16-20
التفاعل بين الجينات	21-24
الأساس الكيميائي للمادة الوراثية	25-32
الارتباط والعبور والخرائط الوراثية	33-39
الوراثة السائتوبلازمية	40-46
قوة الهجين او الغزارة الهجينية	47-51
الوراثة الكمية	52-53

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف العبدلي

## مقدمة في تطور وتاريخ علم الوراثة:

### أولاً: - تعريف علم الوراثة Genetics:

عرف علم الوراثة في اوائل القرن العشرين بأنه العلم الذي يبحث في اساسيات التشابه والاختلاف variation في الصفات بين الافراد الذين تربطهم صلة القرابة اي انه العلم الذي يدرس العلاقة بين الاجيال المتعاقبة المسؤولة عن اسس التوريث Heredity.

الا ان هذا التعريف يعد حالياً غير شامل لمحتويات هذا العلم التشعبية وتطوره السريع وشموله كل ما يتعلق بالمادة الحية التي تنتقل بين الاجيال من حيث: -

1- معرفة تركيب المادة الوراثية وتحديد اماكن وجودها وكيفية تنظيمها.

2- طريقة تكوين المادة الوراثية وكيفية انتقالها بين الاجيال.

3- كيفية عمل المادة الوراثية وتأثيرها في صفات الكائن الحي.

4- كيفية توزيع الاختلافات في العشائر الاحيائية وتأثير عوامل البيئة عليها.

واستناداً لذلك فإن التعريف الشامل لعلم الوراثة هو: -

العلم الذي يدرس كل ما يتعلق بالمواد الحية التي تنتقل بين اجيال الكائنات الحية. بعبارة اخرى هو العلم الذي يهتم بدراسة اوجه التشابه والاختلاف بين الافراد الحية التي تربطها صلة قرابة.

ويعد علم الوراثة من أحدث العلوم البيولوجية لان اكتشافه كان في بداية القرن العشرين عند اكتشاف قوانين مندل. وخلال النصف الثاني من القرن العشرين وضعت اسس علم الوراثة واكتشفت قوانينه واثبتت حقائقه العلمية مكونة ما يعرف بالوراثة التقليدية Classical Genetics، ثم شهد هذا العلم تقدماً كبيراً لم يشهده غيره من العلوم مكوناً ما يعرف بالوراثة الحديثة Modern.Ge وتشعب هذا العلم كثيراً ليشمل فروعاً متعددة منها:

1. الوراثة الخلوية Cytogenetics .

2. وراثه العشائر Population Genetics .

3. الوراثة الكمية Quantitive Genetics .

4. الوراثة الفسيولوجية Physiological Genetics .

5. وراثه الطفرات Mutagenesis .

6. وراثه الاحياء الدقيقة Microbial Genetics .

7. الوراثة الجزيئية Molecular Genetics .

8. الهندسة الوراثية Genetic Engineering .

ولا شك ان هناك تداخلاً بين هذه الفروع ولا يمكن لأي مختص ان يلم بكل هذه الفروع والاتجاهات، ويعد علم الوراثة علماً اساسياً يعتمد على اجراء التجارب وتحليل النتائج واستنباط القوانين واثبتاتها وهو علم يحتاج الى

الالمام الجيد بكثير من العلوم الاساسية مثل الكيمياء بكل فروعها، والتشريح والاجنة والانسجة والفيزياء والرياضيات والاحصاء الوراثي وتصميم التجارب.

### ثانياً: اهمية علم الوراثة: -

من الحقائق الثابتة انه قبل ان يبدأ الانسان تساؤله عن الوراثة والتوريث فان الالية الوراثة كانت تعمل في الطبيعة وبصورة فعالة، والسؤال هو كيف ولماذا تم اكتشاف مثل هذه الالية؟  
فالمعروف ان المجتمعات الحية قد اظهرت امكانية ذاتية للثبات والتغيير واللذان يعتمدان على علم الوراثة وقد أصبح التغيير الذي حصل من خلال اليات معينة وعبر فترات طويلة من الزمن او ما يعرف بالتطور Evaluation للكائنات الحية، ومن ثم تدخل الانسان ليتم انجاز الكثير من التغييرات الوراثة وتحويلها لخدمة البشرية فقد تم تدجين الكثير من النباتات البرية والحيوانات عن طريق التربية او الانتخاب او التهجين، وقد أصبح لعلم الوراثة تطبيقات علمية هامة في مجالات الحياة المهمة كالطب والزراعة والاجتماع. ومن اهم تطبيقات هذا العلم في مجال الزراعة

- أ. انتاج سلالات عالية الانتاج كمأ ونوعاً من النباتات والحيوانات.
- ب. الحصول على حشرات نافعة اقتصادياً.
- ت. الحصول على بكتيريا وفطريات تمتاز بإنتاج عال للمضادات الحيوية في مجالات الطب.
- ث. التعرف على المسببات الوراثة لبعض الامراض وامكانية علاجها.
- ج. اثبات الأبوة والبنوة عن طريق دراسة مجاميع الدم وراثياً.
- ح. استخدام الوراثة في مجالات تحسين الجنس البشري عن طريق معرفة اثر التزاوج بين الاقارب والتحكم في تزاوج بعض اصحاب المادة الوراثة.
- خ. استخدام الوراثة في الادلة الجنائية.

### ثالثاً: نظريات التوارث القديمة: -

1. نظرية النشوء الذاتي: Spontaneous generation theory.  
مفادها ان الارض مرت بفترات من الزمن اعتقد فيها الناس بالخرافات والاساطير ومنها ان جميع الاحياء تنشأ طبيعياً من اشياء اخرى كالأشجار والحيوانات والصخور كما انها يمكن ان تعود الى اجسام طبيعية او جمادات موجودة في الكون وقد نادى ارسطو 384 ق.م بهذه النظرية.
2. نظرية التخلق المسبق Pregeneration .  
وتسمى نظرية سبق التكوين ومفادها ان جميع الكائنات الحية توجد بشكلها الطبيعي البادي ولكن بحجوم متناهية الصغر داخل الخلايا الجنسية، لذا اعتقد اصحاب النظرية ان الانسان يوجد بشكله الطبيعي داخل الحيمن او

ان البويضات هي المسؤولة عن نقل الصفات الوراثية كونها تحتوي على الانسان المصغر بداخلها وان السائل المنوي وظيفته ادامة نمو البيضة.

### 3. نظرية التخلق المتعاقب Epigenesis.T .

مفادها ان تطور الكائن الحي يحتاج لعمليات معقدة وليس عملية النمو فقط، فالنمو يكون على شقين هما زيادة حجم الاعضاء الموجودة وظهور اعضاء جديدة لم تكن موجودة مسبقا ويمكن ان يعزى سببها الى وجود قوة غيبية مجهولة في الرحم تساعد على ظهورها.

### 4. نظرية توريث الصفات المكتسبة Aquired characters. T .

تبنها العالم الفرنسي 1832 Lamark صاحب نظرية التطور الطبيعي Natural Evaluation وتنص على ان اعضاء الجسم تتحور وتتطور بتأثير عوامل البيئة المحيطة لتلائم ما تقوم به من وظائف وان مثل هذه الصفات المكتسبة تتورث وتنتقل من جيل لآخر

### 5. نظرية شمولية التكوين Pangenesis.

وضعها العالم دارون وتفترض النظرية ان كل خلية من خلايا الجسم تنتج مشابهاة او جسيمات مصغرة تنتقل الى المبايض عن طريق الدم ثم تتجمع في كميات وعندما تتحد الكميات المذكرة والمؤنثة ويتكون الزايكوت التي تعطي الفرد الجديد عندها تتجمع الجسيمات المختلفة وتعطي خلايا وانسجة مشابهة لأنسجة الاباء.

### 6. نظرية الاحتواء Encapsulation.T.

مفادها ان الام تحتوي على اصول او جراثيم Germs لكل ابنائها واحفادها اي ان امنا حواء كانت في مبايضها كل جراثيم الافراد التي ظهرت على مدى الزمان بشكل صناديق داخل صناديق وكل ام تورث بقية الصناديق بعد ان تكونت عي من الصندوق الخارجي وهكذا.

### 7. نظرية الخلية Cell theory.

### 8. نظرية النسيج الجنسي Germoplasm. T.

9. النظرية الكروموسومية في الوراثة: وهي نظرية اشترك في وضعها عدد من العلماء وهي حصيلة الانجازات العلمية المتلاحقة في مجال علم الوراثة بعد اكتشاف قوانين مندل عام 1900 ويعود الفضل في وضع اسسها للعالم فيلهام رو 1883 والذي اقترح ان كروموسومات النواة هي الحاملة للعوامل الوراثية وهي عبارة عن اجسام منتظمة في صفوف على طول الكروموسوم وسميت بعدها بالجينات. وكل كروموسوم يحمل مجموعة منها وهي تتوارث من جيل لآخر

## رابعاً: تطور علم الوراثة: -

### 1- اكتشاف الجنس في النبات:

في السابق لم يكن الجنس معروفاً لدى الكثير من الناس اي لم يميزوا بين الذكر والانثى الكثير من الأحياء، ففي العراق عرف ذكر النخيل من انثاه ولم تكن هناك تجارب في هذا المجال ثم جاء العالم كامبوراس 1694

والذي عمل على نبات التوت والخروع والذرة وأزالة اعضاء التأنيث ولاحظ عدم تكون حبوب ثم استطاع اثبات ضرورة انتقال اشياء معينة من الذكر الى الانثى لكي تكون بذور وثمار.

## 2- التهجين بين النباتات:

اول من عمل في هذا المجال 1717 Fairchild والذي عمل الكثير من التهجينات والانواع واصناف مختلفة وشاهد ان صفات الابناء تشبه صفات الاباء وقد تتفوق عليها.

## 3- التهجين العكسي Reciprocal cross:

استخدام أحد الافراد كأب مرة وكأم مرة اخرى ويستخدم لمعرفة تأثيرات الام الوراثية او ما يورث بالوراثة السائتوبلازمية.

بعدها جاء العالم 1825 Gantenre وعمل الاف التهجينات وشملت 700 نوع نباتي واستطاع الحصول على 250 هجين مميز ولاحظ العلماء ظاهرة السيادة في الفرد الهجين ولاحظوا الانعزالات وهي ظهور صفات الابوين في الجيل الثاني وهذا يعني انها عرفت قبل اكتشاف قوانين مندل 1866 والتي اهملت ثم اعيدت اكتشافها في 1955 وهذا هو التاريخ الذي بدء فيه علم الوراثة.

م.د. محمد شريف العبدلي

الأستاذ الدكتور  
معاذ محي محمد شريف العبدلي

## انقسام الخلية: Cell Division.

يتوقف نمو الكائن الحي على ازدياد عدد الخلايا نتيجة انقسامها المتتالي وكذلك على زيادة حجمها في الكائنات متعددة الخلايا Multicellular organism حيث ينمو الفرد حتى يصل الى حجمه الطبيعي عند البلوغ نتيجة لهذه العمليات اضافة الى تمايز الخلايا عن بعضها Differentiation في الشكل والوظيفة اثناء النمو من خلية احادية (البيضة المخصبة) حتى الفرد البالغ. ويعد انقسام الخلايا وسيلة من وسائل التكاثر كما تعتمد الكائنات الحية التي تتكاثر جنسياً على انقسام الخلايا لتكوين الكميات ويشمل انقسام الخلايا الحاوية على نواة على انقسامين متميزين هما.

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف العبدلي

1. انقسام النواة Karyokinesis

2. انقسام السايوتوبلازم Cytokinesis

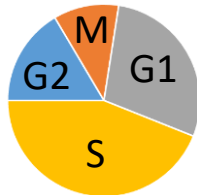
ولا يبدأ انقسام السايوتوبلازم الا بعد بداية انقسام النواة وقد يتأخر الى حين انقسام النواة وقد لا يحدث على الاطلاق. وهناك نوعين من الانقسامات النووية هما:

1. الانقسام الخيطي (غير المباشر) Mitosis يحدث في الخلايا الجسمية والخضرية.
2. الانقسام الاختزالي (المنصف) Meiosis يحدث في الخلايا الجنسية ويقود الى تكوين الكميات في الكائنات التي تتكاثر جنسياً.

## دورة الخلية المتطورة Eukaryotic cell cycle

ويقصد بها سلسلة من المراحل التي تمر بها الخلية من نهاية انقسام خيطي الى نهاية انقسام خيطي آخر. ويكون التتابع  $G1 \rightarrow S \rightarrow G2 \rightarrow M$  حيث يرمز Growth G النمو و Synthesis S و M الانقسام الخيطي. والمرحلة التي تبدأ من نهاية انقسام خيطي الى بداية انقسام اخر تسمى بالدور البيئي Interphase Cycle ويختلف طول هذه الفترة حسب نوع الكائن الحي، ودرجة نضجه ونوع النسيج الذي تنتمي اليه الخلية والظروف البيئية المحيطة.

ويمكن تقسيم دورة الخلية للفترات الاتية.



1- فترة النمو الاولي G1 First growth stage.

تعرف بمرحلة النمو والتمثيل في النواة والسايوتوبلازم يكبران ويقتربان من حجمهما الطبيعي وتكون الكروموسومات ممتدة بأقصى درجات الامتداد والاستطالة داخل النواة ويتم فيها تخليق البروتين وتستغرق 30-40 من الدور البيئي.

2- فترة التخليق او التكوين Synthesis stage.

ويتم فيها تخليق الحامض النووي DNA وكذلك الهستونات، وفيها تزوج الكروموسومات

طولياً ويتكون كل كروموسوم من كروماتيدين وتستغرق 35-45 % من الدور البيئي.

### 3- فترة النمو الثانية Second growth stage.

تكون فترة قصيرة و اقل وضوحاً من سابقتها ويستمر فيها نشاط تكوين البروتين وتستمر مدتها من 10-20 % من الدور البيئي.

### 4- فترة الانقسام الخيطي غير المباشر Mitosis

اشار فلمنك 1883 الى التغيرات التي تسلكها النواة خلال الانقسام لتكوين نواتين شقيقتين ويطلق اسم كروماتين Chromatine على اجزاء النواة القابلة للاصطبغ وتنفصل الكروموسومات طولياً اثناء انقسام الخلية ويتضمن انقسام النواة والسايتوبلازم ويحدث في خلايا كافة الحيوانات والنباتات الراقية بهدف زيادة عددها لغرض النمو وتعويض الخلايا وترميم الانسجة التالفة ويطلق على هذا الانقسام بأنقسام الخلية الجسدية Somatic cell ويمر بعدة ادوار:

#### 1- الدور التمهيدي Prophase:

يبدأ هذا الدور في نهاية مرحلة G2، يبدأ حجم النواة بالزيادة، تظهر الكروموسومات موزعة عشوائياً وبشكل ازواج تدعى الكروماتيدات، ويلتصق الكروماتيدين بواسطة السنتروميير او مركز الكروموسوم، تزداد الكروموسومات بالتثخن والقصر نتيجة الحلزنة Colling. يبدأ الجسم المركزي السنتروسوم بالازدواج وتبدأ النوية بالاختفاء، يبدأ اختفاء وتحلل غشاء النواة ومن ثم تتكون خيوط المغزل Spindel ويستغرق هذا الدور معظم وقت الانقسام الخيطي.

#### 2- الدور الاستوائي Metaphase

يختفي الغشاء النووي بشكل نهائي وتظهر خيوط المغزل، الكروموسومات ترتب نفسها بحيث تشمل المستوى الوسطي للمغزل، وتكون السنترومييرات عند المحور الاستوائي اما اذرع الكروموسومات فتنج في اي مكان كان، تنتخن الكروموسومات الى اقصى درجة القصر وتبقى الكروماتيدات الشقيقة ملتصقة ببعضها بواسطة الياف الكروماتين.

#### 3- الدور الانفصالي Anaphase

ينقسم السنتروميير وينفصل الكروماتيدين الشقيقتين وتتجه كل كروماتيده الى قطب من اقطاب الخلية. وعند الانفصال تكون كل كروماتيده كروموسوماً مستقلاً جديداً يسمى كروموسومات بنتية Daughter، تتجه الكروموسومات الى قطبي الخلية بحيث ان عدد وشكل الكروموسومات التي تذهب لأحد قطبي الخلية مساوية تماماً بالعدد والشكل للكروموسومات التي تذهب الى القطب الثاني.

#### 4- الدور النهائي Telophase

يبدأ هذا الدور عند وصول الكروموسومات الى قطبي الخلية (المغزل) وتبدء الكروموسومات بشكل خيوط منفردة Single strand، تنتهي بتكوين نواتين جديبتين وتره كل منهما فترة النمو



الاولي G1 من الدور البيني، يبدأ تكوين غشاء نووي جديد وتبدأ النوية بالتكون وتأخذ الكروموسومات بالاستطالة، يحدث تضاعف الكروموسومات بحيث يصبح كل كروموسوم مكون من كروماتيدين شقيقين وذلك في فترة التخليق S.

### انقسام السايكوبلازم Cytokinesis:

يحدث في الدور النهائي من الانقسام الخيطي ويتم فيه تكوين الصفيحة الخلوية Cell plate عند خط الاستواء. تنمو الصفيحة الخلوية مكونة الصفيحة الوسطى Middle lamella والتي تتحول لاحقا الى الجدار الخلوي. في الخلايا الحيوانية يتم انقسام السايكوبلازم عن طريق حدوث تخرس او اخدود يزداد عمقا بشكل تدريجي الى ان تنقسم الخلية الى خليتين.

### أهمية الانقسام الخيطي:

- 1- يؤدي الى انتاج خليتين جديدتين متماثلتين في محتواها الكروموسومي كما ونوعاً.
- 2- تتوزع الكروموسومات بكميات متساوية تماماً على الخليتين الجديدتين الحيويتين.
- 3- ان عملية تضاعف الكروموسومات في فترة التخليق وتنتج كروموسومات جديدة متشابهة في شكلها ومحتواها من المادة الوراثية (الجينات).

### الانقسام الاختزالي (المنصف) Meiosis

تتحد الكميات الذكرية والانثوية او الخليتان الجنسيان Sex cells والحاويتان على نصف العدد الاصلي من الكروموسومات بعملية الاخصاب syngamy لتكوين البيضة المخصبة Zygote والتي تحتوي على العدد الكامل من الكروموسومات (2n) اي ضعف العدد الاصلي للكروموسومات الموجودة في كل كميته. بما ان البيضة المخصبة تتكون من اتحاد نواتي الكميته الذكري والانثوي فانها تحتوي على جميع الكروموسومات الموجودة في نواة الكميته الذكري والكميته الانثوي. وكروموسومات كل كميته تحفظ بخواصها بصورة مستقلة في البيضة المخصبة نتيجة وجود الكروموسومات في ازواج متشابهة او متناظرة homozygous pairs في الخلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية diploid، اما الكميات فتكون احادية المجموعة الكروموسومية ويعبر عنها بالرمز n.

ان عملية الاخصاب تؤدي الى اندماج كروموسومات كل كميته في نواة البيضة المخصبة ولتعديل تأثير عملية الاتحاد لابد من وجود عملية اخرى في مرحلة ما قبل تكوين الكميات في دورة حياة الكائن الحي والتي تؤدي الى اختزال عدد الكروموسومات في الكميات الناتجة الى النصف (n)، تدعى هذه العملية بالانقسام الاختزالي (الانقسام المنصف) Meiosis وهو الحدث الوراثي والخلوي الاساسي الثاني في الدورة الجنسية للكائن الحي بعد عملية الاخصاب. يشمل الانقسام الاختزالي على انقسامين متعاقبين

لكل واحد منهما ادوار ه الخاصة، فالأول يشمل انقسام الكروموسومات النظرية مؤديا الى تكوين نواتين احادية المجموعة الكروموسومية (2n). والانقسام الثاني يشمل الانفصال الطولي لكروماتيدي كل كروموسوم في كل من النواتين الاحاديتين منتجاً أربع نوى احادية المجموعة الكروموسومية وتتكون الكميات الجنسية بعد انقسام السايوتوبلازم.

ويشمل الانقسام الاختزالي الادوار التالية.

#### اولاً: الانقسام الاختزالي الاول Meiosis I ويتألف من: -

- 1- الدور التمهيدي الاول Prophase I
- 2- الدور الاستوائي الاول Metaphase I
- 3- الدور الانفصالي الاول Anaphase I
- 4- الدور النهائي الاول Telophase I

#### ثانياً: الانقسام الاختزالي الثاني Meiosis II ويتألف من: -

- 1- الدور التمهيدي الثاني Prophase II
- 2- الدور الاستوائي الثاني Metaphase II
- 3- الدور الانفصالي الثاني Anaphase II
- 4- الدور النهائي الثاني Telophase II

#### اهمية الانقسام الاختزالي: -

- 1- خفض عدد الكروموسومات الى النصف في الكميات بحيث تتكون أربع نوى احادية من نواة واحدة ثنائية هي الام، الانقسام الاختزالي الاول يؤدي الى اختزال عدد الكروموسومات من العدد الثنائي الى الاحادي، اما الانقسام الاختزالي الثاني يؤدي الى توزيع المروموسومات الموجودة في النواة الاحادية بالتساوي الى النواتين الجديدتين التي ستدخل مستقبلاً في عملية التكاثر الجنسي (خلية ذكرية واخى انثوية تحوي نصف العدد من الكروموسومات)
- 2- للانقسام الاختزالي دوراً كبيراً في استحداث الاختلافات الوراثية التي تتحكم بها الجينات عن طريق عملية العبور الوراثي.

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف العبدلي

## الوراثة المنديلية: -

تعود نشأة علم الوراثة الى العالم كريكور مندل 1822-1884 م والذي يعد والد علم الوراثة Father of genetics والذي عمل راهبا في مدينة برون Brunn في النمسا سابقاً وفي سلوفاكيا حالياً. بدء مندل تجاربه عام 1854 واصبح مدرساً للعلوم، وفي عام 1857 بدأ تجاربه الرائدة على نبات البزاليا Pisum sativum في حديقة الدير . استمر بتجاربه لمدة سبع سنوات وقام بعرض تجاربه في اجتماعين لجمعية العلوم والتاريخ الطبيعي في برون. نشرت ابحاثه التي تضمنت ما يعرف بقوانين مندل في مجلة الجمعية عام 1866 تحت عنوان تجارب في تهجين النبات وبقيت ابحاثه طي النسيان حتى عام 1955 عندما اكتشفا في وقت واحد ثلاثة علماء في النبات هم دي فريز في هواندا وكورنيس في المانيا وتشير ماك في النمسا. وفي الحقيقة لم يكن مندل اول من أجري تجارب التهجين فقد سبقه عدد من الباحثين ولكن مندل اول من حلل نتائجه على اساس سلوك الصفات الفردية ويعود سبب نجاح مندل في تجاربه الى

- 1- استخدامه الطريقة العلمية في تحليل تجاربه.

- 2- تصنيف نباتات البزاليا الناتجة من تهجيناته ومقارنة نسبها بنماذج رياضية.

- 3- صياغة فرضية لتفسير ما وجده من اختلافات وانتقال وحدات التوريث وتفسيرها بصورة صحيحة.

- 4- استنباط نموذج رياضي دقيق لانتقال الصفات الوراثية.

يعود نجاح مندل كذلك الى اختياره الحكيم لنبات البزاليا كونه (حولي، له مجموعة من الصفات الواضحة، يمكن تنميته وتضريبه بسهولة، نبات ذاتي التلقيح يسهل اجراء التلقيح الخلطي له، كونه نبات ثنائي المجموعة الكروموسومية عكس النباتات متعددة المجموعة الكروموسومية) وقد اختار مندل في تجاربه سبعة ازواج من الصفات المختلفة يمكن تمييزها بسهولة هي:

ت	الصفة	السائدة	المتنحية
1	ارتفاع الساق	طويلة	قصيرة
2	لون القرنة غير الناضجة	خضراء	صفراء
3	شكل القرنة غير الناضجة	منفوخة	مضغوطة محززة بالبذور
4	موقع الزهرة على النبات	ابطية	طرفية
5	لون الفلقات	صفراء	خضراء
6	شكل البذور الناضجة	ممتلئة	مجعدة
7	لون غلاف البذرة	ابيض	رمادي

أجري مندل بدقة تامة ولكي يمنع حدوث التلقيح الذاتي للازهار المراد تهجينها عمل على نزع المتك من الازهار قبل نضجها التام، وفي وقت اجراء التلقيح نقل حبوب اللقاح من الازهار المختارة كاب الى مياسم الازهار المختارة كأمهات. أطلق على التضريب الاول بين ضربين نقيين مختلفين بصفة واحدة او عدة صفات بالجيل الابوي Parental generation او P1 وتترك البذور على النبات لحين النضج. وعند اخذ هذه البذور وزراعتها فانها تنمو الى نباتات تعرف بذرية الجيل الاول F1 و F1 Generation و F2 من Filial، والتي تتفتح ذاتياً لأنتاج بذور تشكل عند زراعتها ونموها ذرية الجيل الثاني F2 Generation ويمكن ان تستمر العملية لعدة اجيال. كما أجري مندل تضريبات رجعية او عكسية back cross تتم بين الذرية (النسل) الناتج من الهجن مع الاباء. وكان مندل دقيق في تنفيذ تجاربه ولاحظ تأثير البيئة المحيطة في النتائج الا ان العامل الوراثي كان أكثر تأثيراً.

### قانون مندل الاول:

### مبدأ الانعزال: Principle of segregation:

اذا اختلف فردان في زوج من الصفات الوراثية النقية المتضادة فان احدى الصفات تختفي في افراد الجيل الاول وتظهر في افراد الجيل الثاني بنسبة 3 سائد : 1 متنحي.

التفسير:-

ان الصفات الوراثية تحدد بوحدات او عوامل Factors تنتقل من الاباء الى الابناء بواسطة الامشاج Gametes، وتكون هذه العوامل بصورة مزدوجة في الاباء وعند تكوين الامشاج تنعزل هذه العوامل عن بعضها بحيث يحصل كل كميته على واحد من هذه الأزواج. وعند اتحاد الكميّات الذكورية والانثوية تعود العوامل للازدواج او الاتحاد لتكوين البيضة المخصبة Zygote، ويظهر الجيل الاول حامل للصفة السائدة او المتغلبة اما الجيل الثاني فيظهر بنسبة 3 سائد الى 1 متنحي.

اشار مندل الى ان العوامل المختلفة للصفة مثل طول الساق لا تمتزج ولا يؤثر أحدهما على الاخر في الهجن الناتجة من افراد الجيل الاول بل تنعزل Segregate ويذهب كل عامل الى كميته مختلف وهذه الكميّات تتحد بصورة عشوائية لتكون ابناء الجيل الثاني.

ولتوضيح مبدأ الانعزال نستخدم الحروف الهجائية كرموز للجينات، ولكل عامل وراثي (جين) صورتان (Allel morphs) تحتل كل منهما نفس الموقع على أحد الكروموسومين المتماثلين ويسمى كل فرد منهما اليل Allele. وهذه العوامل تعد وحدات مطلقة يرمز لكل منهما بالأحرف A و B او اي حرف اخر وعادة يشير الحرف الكبير الى الجين السائد والصغير للجين المتنحي فاذا اخذنا الصفتين المتضادتين (الطول والقصر) لنبات البزاليا فان صفة الطول هي السائدة ويرمز لها D والقصر هي المتنحية ويرمز لها d وان كل من الصفتين تنشأ من اتحاد مشيجين فيرمز للنبات النقي طويل الساق DD وينتج نوع واحد

من الامشاج D ويرمز للنبات الهجين طويل الساق Dd وينتج نوعين من الامشاج D، d ويرمز للنبات القصير النقي dd وينتج نوع واحد من الكميات هو d. فلو فرضنا انه تم تضريب بين نبات بزاليا طويل الساق واخرى قصيرة الساق فما الناتج المتوقع من هذا التضريب

الاباء (P) طويلة الساق × قصيرة الساق

dd DD  
d × D G الامشاج

↓

انفراد الجيل الاول F1 Dd نباتات طويلة الساق

F1 × F1 (اخصاب ذاتي)

Dd × Dd طويل الساق × طويل الساق

↓

(D) (d)

↓

(D) (d)

♂		
♀	D	d
D	DD طويلة الساق	Dd طويلة الساق
d	Dd طويلة الساق	dd قصيرة الساق

ستكون النسبة 1:3 اي ثلاثة طويلة الساق و 1 قصيرة الساق ومن الضروري التاكيد على ان هذه النسبة 1:3 تتطلب توفير بعض الشروط لتحقيق هذه النسبة وتعرف بفرضيات قانون مندل الاول وهي:-

- 1- جميع الكميات والزيجات تكون ذات حيوية متساوية Equal viability.
- 2- تتحد الكميات مع بعضها بعشوائية وبلا تفضيل Randomness.
- 3- وجود السيادة التامة في الصفة Dominance.
- 4- تتحد الصفة بزواج واحد من الجينات.

### الطراز المظهري والتركيب الوراثي:

**الطراز المظهري phenotype:** وهو شكل الكائن الحي الخارجي بالنسبة لصفة واحدة او لمجموعة صفات فالطراز المظهري هو اي صفة متغيرة او واضحة وقابلة للتقدير وموجودة في الكائن الحي مثال على ذلك طول الساق ، لون الازهار ،ويمكن القول ان الطراز المظهري هو محصلة نواتج الجين المعبر عنها في بيئة معينة.

**التركيب الوراثي Genotype** وهو مجموعة من الجينات التي يحملها الفرد بالنسبة لصفة واحدة او مجموعة من الصفات ويتحدد التركيبي الوراثي عند الاخصاب ويحمله الكائن الحي بلا تغيير باستثناء (الطفرات الوراثية) طيلة حياته ، ويكون التركيبي الوراثي على نوعين :

- 1- متماثل الزيجة Homozygous وينتج من اتحاد كميتين يحملان اليات متماثلة Identical allele وينتج نوعاً واحداً من الاليات المحمولة في الكميات ويكون التركيبي نقي او متماثلاً.
- 2- متباين الزيجة Heterozygous وهو التركيبي الوراثي الهجين Hybrid وينتج من اتحاد كميتين يحملان اليين مختلفين ويعطي نوعين من الكميات وتعد صفة الهجين مرادفة للفرد ذو التركيبي الوراثي متباين الزيجة

### التضريب الاختباري Test cross

لغرض التعرف على التركيبي الوراثي للصفة السائدة في افراد الجيل الاول اجري مندل تجاربه لدعم استنتاجاته حيث يتشابه التركيبي الوراثي النقي السائد DD مع التركيبي الوراثي الخلطي او الهجين Dd في نفس النمط المظهري ولغرض معرفة التركيبي الوراثي الدقيق يجرى ما يعرف بالتضريب الاختباري Test cross وهو تضريب التركيبي المجهول مع الاب المتنحي النقي فيكون هناك احتمالين

1. إذا كان التركيبي الوراثي المجهول متماثل الزيجة AA فانه يعطي نوع واحد من الكميات هو A فعند تضريبه مع الاب النقي المتنحي aa والذي يعطي نوع واحد من الكميات هو a فسوف تكون الذرية الناتجة جميعها حاملة للصفة السائدة وبشكل خلطي هجين Aa

$$Aa \times aa$$

↓

$$100 \% Aa$$

الأستاذ الدكتور  
معاذ محي محمد شريف العبدلي

2. اذا كان التركيب الوراثي المجهول متباين الزيجة Aa فانه يعطي نوعين من الكميات A و a عند تضريبه بالاب المتنحي النقي الذي يعطي نوع واحد من الكميات a فتكون نصف الذرية الناتجة حاملة للصفة السائدة والنصف الاخر حاملة للصفة المتنحية.

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف العبدلي

$$Aa \times aa$$

$$Aa \downarrow a$$

$$50\% AA \text{ و } 50\% Aa$$

ولهذا التضريب اهمية كبيرة في علم الوراثة ويستخدم للكشف عن نقاوة التراكيب الوراثية المستخدمة من عدمه.

### التضريب العكسي Back cross

يعد تعبير التضريب العكسي مرادفاً للتضريب الاختباري حيث تشير المصادر الى ان التضريب العكسي يتضمن تزواج احد افراد نسل الجيل الاول رجعياً مع احد ابويه او مع افراد ذات تركيب وراثي يماثل التركيب الوراثي لأحد الابوين.

### تحويرات النسبة المندلية للشكل المظهري 1:3

على الرغم من سريان قانون مندل الاول في كثير من الكائنات الحية وعلى صفات متعددة فان هناك حالات تظهر شذوذاً عن النسبة المندلية المتوقعة وهذا يعني اما ظهور صفات جديدة غير موجودة في الابوين او ان تكون حالة وسطية بين صفات الابوين وهذا له علاقة بموضوع السيادة

### انواع السيادة Types of dominance.

هناك عدد من انماط السيادة في الكائنات بوجودها تظهر نسب مختلفة من الانماط المظهرية في الجيل الثاني F2 تختلف عن النسب المندلية التي تخضع صفاتها المضادة للسيادة التامة وهناك انواع من السيادة

1- السيادة الكاملة Complete dominance.

2- هذا النمط من السيادة يكون فيه الفرد الهجين Aa له نفس الشكل المظهري للفرد النقي Aa اي الجين (a) موجود لكنه مخفي وظيفياً وتؤدي السيادة التامة الى ظهور النسب التقليدية 1:3 في الجيل الثاني من التضريبات احادية الهجين .

3- السيادة غير الكاملة Incomplete dominance (شبه السيادة).

يكون فيها الفرد الهجين حالة وسط بين الابوين وتؤدي للحصول على انماط ظاهرية لا يمكن تفسيرها على ضوء السيادة الكاملة، فعند تضريب نبات احمر الازهار يعود لخلق السبع مع اخر

- ابيض الازهار يكون ناتج الجيل الاول ازهار وردية Pink وفي الجيل الثاني تكون النسبة 1 حمراء: 2 وردية: ابيضاء.
- 4- السيادة المشتركة co-dominance.
- تظهر عندما يكون بإمكان كل اليل التعبير عن نفسه في الافراد الخليطة او الهجينة ويعمل كل اليل بطريقة محددة ومستقلاً عن الاخر ويكون التأثير مشتركاً في الهجين وتعد مجاميع الدم في الانسان مثال على السيادة المشتركة فعند تزاوج افراد من طراز الدم AB يكون النسل الناتج نسبته 1 من طراز A و 2 من طراز الدم AB و 1 من طراز B اس 1:2:1 بدل من 1:3:1.
- 5- السيادة التفوقية Over dominance.

يظهر هذا النوع من السيادة في الحالات المتعلقة بالصلاحية والحيوية مثل الحجم والانتاجية، وفي هذا النوع من السيادة يكون الهجين ذو نمط مظهري عند قياسه كميأ يعطي أكثر من الابوين متماثلي الزيجة مثال على ذلك لون العين في حشرة الدروسوفيلا يكون الهجين Ww يعطي زيادة في كمية الصبغات عن الافراد النقية WW والابيض ww وتكون النسبة محورة 1:2:1.

### • الجينات المميتة Lethal gens.

تؤثر الجينات في حيوية الكائن الحي اضافة الى تأثيره في الصفات المظهرية حيث تصاب الكائنات الحية الحاملة لهذه الجينات (المميتة) بالضرر او تقلل من فعاليتها او حيويتها او تسبب لها الموت فتسمى بالجينات المميتة فاذا كان الجين المميت من النوع السائد فان جميع افراد الحاملة لهذه الجينات ستموت وبعضها الاخر يتضرر ويحدث الموت في وقت متأخر. اما الجينات المميتة المحمولة بصورة هجينة فانها لا تسبب اي تأثير الا اذا حدث تزاوج بين فردين حاملين لهذه الصفة مثال عليها:

- 1- صفة اللون الاصفر في الفئران: الجينات المميتة السائدة

لاحظ العالم كينوت 1905 ان الجين المسؤول عن اللون الاصفر في الفئران سائد سيادة تامة على اليله الرمادي، وان النسل الناتج في افراد الجيل الاول F1 (اصفر) عند تلقيح افراد صفر بأخرى رمادية ظهر فيه افراد صفر ورمادية بنسبة 1:1 ، وعند اجراء تلقيح بين افراد صفر اللون كانت النسبة الناتجة 1:2 وهي نسبة محورة عن النسبة المنديلية وعند عمل تشريح للامهات في فترة الحمل وجد ربع الاجنه كانت ناقصة النمو وميتة.



اصفر هجين  $Yy \times Yy$

$Yy$   $Yy$

$1yy$   $2Yy$   $1yy$

2- صفة الدجاج الزاحف Creeping fowls

من الصفات التي تعود الى الجينات المتنحية المميّنة ويمتاز الدجاج الزاحف بقصر اطرافه وتشوه الارجل والاجنحة ويفقد القدرة على المشي ويستعين في حركته بالزحف ويظهر التزاوج بين فردين زاحفيين في الجيل الاول مختلفة عن النسب المندلية .:

الاباء  $Cc \times Cc$

	زاحف	↓	زاحف
F1	1CC	2Cc	1cc
	طبيعي	زاحف	تموت

الأستاذ الدكتور  
معاذ محي محمد شريف العبدلي

## قانون مندل الثاني

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف العبدلي

## التوزيع الحر Independment Assortment

سبق وان تطرقنا الى قانون مندل الأول (انعزال الصفات الوراثية) وكان يتضمن دراسة سلوك زوج واح من الجينات، وبما ان الكائن الحي يملك اعداد كبيرة من العوامل الوراثية المحددة لصفات الفرد فان مندل أجرى تجاربه لدراسة سلوك زوجين او أكثر من العوامل الوراثية.

وينص قانون مندل الثاني على الآتي :

((تعزل العوامل الوراثية (الجينات) المختلفة بصورة مستقلة (حرة)).))

ولتوضيح هذا القانون نذكر بالتفصيل تجربة مندل للتضريب ثنائي الهجين والتي عرف نتائجها من دراسته السابقة للقانون الأول وحدد ان البذور الممتلئة والصفراء بأنها سائدة ونظائرها من الاليلات المنتجة للبذور المجددة والخضراء المتنحية، حيث كانت جميع بذور الجيل الأول F1 ممتلئة وصفراء، وعندما ترك هجن الجيل الأول لكي تتخصب ذاتياً لاحظ ظهور أربعة أنماط مظهرية في الجيل الثاني كان اثنان منها مماثلاً للأباء اما التركيبان الاخران كانا جديدين وبنسب خاصة، فمن مجموع 556 بذرة ظهر التوزيع الآتي:

$$315 \text{ ممتلئة صفراء } \frac{9}{16} , 101 \text{ مجددة صفراء } \frac{3}{16}$$

$$108 \text{ ممتلئة خضراء } \frac{3}{16} , 32 \text{ مجددة خضراء } \frac{1}{16}$$

وكانت النسبة 1:3:3:9

P1 الإباء بذور ممتلئة صفراء × بذور مجددة خضراء

wwgg

WWGG



wg

WG

WwGg بذور ممتلئة صفراء

F1 افراد الجيل الأول

الاخصاب الذاتي (F1×F1) WwGg × WwGg

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف العبدلي

	WG	Wg	wG	Wg
WG	WWGG ممتلئة صفراء	WWGg ممتلئة صفراء	WwGG ممتلئة صفراء	WwGg ممتلئة صفراء
Wg	WWGg ممتلئة صفراء	WWgg ممتلئة خضراء	WWGg ممتلئة صفراء	Wwgg ممتلئة خضراء
wG	WwGG ممتلئة صفراء	WwGg ممتلئة صفراء	wwGG مجعدة صفراء	wwGg مجعدة صفراء
wg	WwGg ممتلئة صفراء	Wwgg ممتلئة خضراء	wwGg مجعدة صفراء	wwgg مجعدة خضراء

الجيل الثاني

F2 1:3:3:9

9: ممتلئة صفراء

3: ممتلئة خضراء

3: مجعدة صفراء

أجرى مندل تجربة أخرى لدعم فرضية الانعزال المستقل وذلك بأجراء التضريب الاختباري ثنائي الهجين حيث ظرب نبات F1 بذور ممتلئة صفراء مع النباتات الابوية التي تحمل الصفتين المختلفتين (مجعدة خضراء) وحصل على النتائج الآتية في جيل الاختبار :-

24 ممتلئة صفراء، 25 ممتلئة خضراء، 22 مجعدة صفراء، 27 مجعدة خضراء وعند اختبار الاعداد لأبسط حالاتها نحصل على النسب 1:1:1:1 وعليه تكون نتائج الفرضية مطابقة لنتائج التجربة في جيل الاختبار مما يدل على صحة الفرضية.

شرح قانون مندل الثاني

((جينات أزواج الصفات المتضادة تكون حرة في انعزالها، أي تتوزع توزيعاً حراً على الكميات))

وهذا يعني توجد حرية في توزيع العوامل الوراثية على الكميات ولا يوجد شرط ان يذهب الاليل السائد مع السائد بل ممكن ان يذهب السائد مع المتنحي او مع السائد وكذلك الحال بالنسبة للاليل المتنحي. وهذه الحرية في التوزيع بحيث يمكن الحصول على أربع كميات: الأول: سائد – سائد، الثاني سائد – متنحي، الثالث متنحي – سائد، الرابع متنحي – متنحي.

وان نسبة توزيع الكميات تكون 1:1:1:1 او  $\frac{1}{4} : \frac{1}{4} : \frac{1}{4} : \frac{1}{4}$  ، ولمعرفة أنواع الكميات لزوجين من الصفات في بذور البزاليا نعمل الاتي على فرض ان:

W يرمز لصفة البذور الممتلئة  
G يرمز للون البذور الصفراء  
w يرمز لصفة البذور المجعدة  
g يرمز لصفة لون البذور الخضراء  
وعند الاتحا تكون الكميات :

$$\begin{array}{l} \frac{1}{2} W + \frac{1}{2} G \longrightarrow \frac{1}{4} \text{ WG تعطي بذور صفراء ممتلئة} \\ \frac{1}{2} W + \frac{1}{2} g \longrightarrow \frac{1}{4} \text{ Wg تعطي بذور خضراء ممتلئة} \\ \frac{1}{2} w + \frac{1}{2} G \longrightarrow \frac{1}{4} \text{ wG تعطي بذور مجعدة صفراء} \\ \frac{1}{2} w + \frac{1}{2} g \longrightarrow \frac{1}{4} \text{ wg تعطي بذور خضراء مجعدة} \end{array}$$

والنتيجة نحصل على أربع كميات مختلفة من زوجين من الصفات. اما في حالة ثلاثة صفات فأنا نحصل على ثمانية أنواع مختلفة من الكميات (2<sup>3</sup>).

الاشكال او الطرز المضهرية في حالة زوجين من العوامل الوراثية المتضادة:

$$\begin{array}{l} WWGG \quad 1=1 \times 1 \text{ ممتلئ اصفر} \\ WWGg \quad 2=2 \times 1 \text{ ممتلئ اصفر} \\ WWgg \quad 1=1 \times 1 \text{ ممتلئ اخضر} \\ WwGG \quad 2=2 \times 1 \text{ ممتلئ اصفر} \\ WwGg \quad 4=2 \times 2 \text{ ممتلئ اصفر} \\ Wwgg \quad 2=2 \times 1 \text{ ممتلئ اخضر} \\ wwGG \quad 1=1 \times 1 \text{ مجعد اصفر} \\ wwGg \quad 2=2 \times 1 \text{ مجعد اصفر} \\ wwgg \quad 1=1 \times 1 \text{ مجعد اصفر} \end{array}$$

نجمع التراكيب الوراثية = 16

نجمع التراكيب المتشابهة ستكون كالاتي:

$$\begin{array}{l} \text{ممتلئ اصفر} = 9 \quad \text{مجعد اصفر} = 3 \\ \text{ممتلئ اخضر} = 3 \quad \text{مجعد اخضر} = 1 \end{array}$$

وتمثل الاشكال او الطرز المظهرية في حال زوجين من الصفات الوراثية.

اما طريقة حساب الطرز المظهرية في حالة زوج واحد من الصفات الوراثية او الجينات فان قانون مندل الأول تكون نسبة الطرز المظهرية من العوامل المضادة هي 3:1 لزوج واحد فقط من الجينات أي موقع وراثي واحد n.

$$\begin{matrix} 3:1 \\ \times \end{matrix}$$

اما إذا كان زوجين من الصفات فنضرب النسبة 3:1 بنفسها  $\frac{3:1}{9:3:3:1}$

وإذا كانت ثلاثة ازواج  $\frac{9:3:3:1 \times 3:1}{27:9:9:3:3:3:1}$  وهكذا

➤ نسبة التراكيب الوراثية حسب قانون مندل الأول هي 1:2:1 (سائد نقي، 2 سائد هجين، 1ممتحي) لزوج واحد من الجينات او الصفات وعندما يكون زوجان من الصفات يمكن ان نجد النسبة كالاتي.

$$\frac{1:2:1 \times 1:2:1}{1:2:1:2:4:2:1:2:1}$$

➤ قاعدة عامة النقي تكون نسبته  $\frac{1}{4}$  او 1 . والهجين (الخليط) نسبته  $\frac{1}{2}$  او 2 .

شرح المثال السابق: - تكون الطرز الوراثية 4 وفيها عدد الافراد او التراكيب الوراثية:

1- ممتلي اصفر

G-W- ونسبته 16/9 وهي كالاتي

$$GG-WW = 1 \text{ أي عدد الافراد}$$

$$GG-Ww = 2 \text{ أي عدد الافراد}$$

$$Gg-WW = 2 \text{ أي عدد الافراد}$$

$$Gg-Ww = 4 \text{ أي عدد الافراد}$$

اذن المجموع هو 9 أفراد ممتلي اصفر.

2- ممتلي اخضر gg-W-

$$ggWW = 1 \text{ أي عدد الافراد}$$

$$ggWw = 2 \text{ أي عدد الافراد}$$

اذن مجموع الافراد يساوي 3 ممتلي اخضر.

3- مجعد اصفر G-ww

$$GGww = 1 \text{ أي عدد الافراد}$$

$$Ggww = 2 \text{ أي عدد الافراد}$$

4- مجعد اخضر ggww

ggww ونسبته  $\frac{1}{16}$  أي عدد الافراد = 1. وبذلك يكون المجموع النهائي 9:3:3:1 = 16.

عدد أزواج الجينات الهجينة في الإباء heterozygous	عدد أنواع الكميات التي يكونها أفراد الجيل الأول	عدد التراكيب الوراثية المحتملة في أفراد الجيل الثاني	عدد المظاهر المحتملة في أفراد الجيل الثاني	عدد أنواع التراكيب الوراثية المحتملة في أفراد الجيل الثاني	عدد أنواع التراكيب الوراثية الهجينة المحتملة في أفراد الجيل الثاني	عدد أنواع التراكيب الوراثية النقية المحتملة في أفراد الجيل الثاني
1-	2	4	2	3	1	2
2-	4	16	4	9	5	4
3-	8	64	8	27	19	8
4-	16	256	16	81	65	16
5-	32	1024	32	243	211	32
n-	$2^n$	$4^n$	$2^n$	$3^n$	$3^n - 2^n$	$2^n$

تعريف مهمه:

- الهجين: ذلك الكائن الحي الذي ينتج من تزاوج أبوين مختلفين في صفة معينة.
- الصفة السائدة: هي الصفة التي تسود في أفراد الجيل الأول وتكون اما نقية او هجينة.
- الصفة المتنحية: هي الصفة التي تختفي في أفراد الجيل الأول وتظهر في أفراد الجيل الثاني.
- الجين Gene: هو العامل الوراثي الذي يحدد سمه واحده في صفة معينة ويوجد في الدايبلودات زوج وله تأثير بايولوجي محدد.
- الاليل Allele هو الجين المنفرد وهو أحد الجينات البديلة لصفة معينة مثل الاليل المسؤول عن امتلاء البذور W او الاليل المسؤول عن تجعدها w في صفة شكل بذور البزاليا، او الاليل المسؤول عن قصر النبات t في صفة ارتفاع النبات.
- Heterozygous الفرد المتباين: هو الفرد الذي يحمل اليلين متباينين في زوج صفة معينة مثل Ww في شكل البذور و Tt في صفة ارتفاع النبات فالفرد الهجين في تلك الصفة يدعى متباين وراثياً.
- Homozygous متماثل وراثياً: اذ كان الفرد يملك اليلين متماثلين لصفة معينة مثل WW في صفة شكل البذور او الفرد النقي في تلك الصفة فهذا الفرد هو متماثل وراثياً.
- Phenotype الطراز المظهري: هو المظهر البايولوجي لصفة معينة او اكثر وقد تكون على المستوى الكيمياوي او البنائي او السلوكي في مهر يمكن ملاحظته على الفرد.
- Genotype التركيب الوراثي او الطراز الوراثي: هو الجوهر او المحتوى الجيني الذي يشمل المجموعة الكاملة للمادة الوراثية التي يرثها الفرد من والديه.

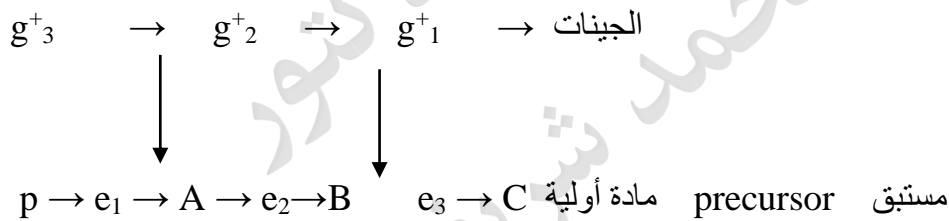
الأستاذ الدكتور  
معاذ محي محمد شريف العبدلي

## التفاعل بين الجينات: Gene Interaction.

من فرضيات مندل التي بنى عليها قانون التوزيع الحر ان كل عامل وراثي ينتقل من جيل الى الآخر كوحدة مستقلة، وفي الحقيقة ليس هناك مثل هذه الاستقلالية التامة في تحديد الصفات المظهرية، أي ليس هناك جين معين يمكن ان يكون وحده مسؤولاً عن ظهور صفة معينة والطرز المظهري لا يمكن تفسيره دائماً بموجب الوراثة المندلية فالطرز الحي المظهري للكائن عبارة عن محصلة نواتج سلوك عدة جينات في ظروف بيئية معينة. وهذه الظروف البيئية يمكن ان تكون خارجية External Environment مثل الحرارة والرطوبة والضوء و التغذية و الكثافة السكانية وغيرها من العوامل المحيطة بالكائن الحي.

وقد تكون الظروف البيئية داخلية Interned Environment مثل الوظائف الفسلجية للجسم والهرمونات والانزيمات، إضافة لوجود تداخلات بين فعل زوجي او أكثر من الجينات لتكوين مادة نهائية معينة End Product.

● مخطط يمثل سلسلة التفاعل بين عدة ازواج من الجينات:



ان المواد الوسيطة C,B,A تنتج من عمل انزيمات  $e_3, e_2, e_1$  وهذه الانزيمات تتحد بواسطة جينات  $g_3, g_2, g_1$  طبيعية او بريا الطراز، ان التفاعل الجيني يحدث عندما يقوم جينان أو أكثر لتعيين الانزيمات اللازمة لإتمام سلسلة تخليق حيوي معين وهنا يبرز لدينا مفهومين في التفاعل الجيني: -

1. يسمى الجين الذي يمنع جينا آخر في موقع اخر (غير اليلي) من اظهار تأثيره بالجين المتفوق Epistatic gene والجين الاخر الذي لم يستطع من اظهار تأثيره بالجين المكبوت أو المتفوق عليه Hypostatic gene .

2. أن السيادة Dominance هي عبارة عن حالة تفوق داخل الموقع الجيني الواحد أي تفوق ضمني Intra-Locus Epistatse ، بتعبير اخر هي حالة تفوق بين الاليلين في الموقع الجيني الواحد وهذا النوع من التفاعل الجيني يسمى Intra Allelic Interaction ونتيجة لذلك يخفي او يمنع الاليل السائد تأثير الاليل المتنحي عند وجودهما في الفرد او الخليط .

اما التفوق فهو كبت او إخفاء تعبير جيني عندما يعبر جين آخر في موقع جيني اخر عن نفسه ونتيجة لذلك لذلك التفاعل بين الجينات فإن النسبة المندلية التي ستظهر بين افراد الجيل الثاني F2 والناجمة من دراسة زوجين من الصفات وهي 1:3:3:9 سوف تتحول الى نسب أخرى أي تتغير هذه النسبة نتيجة ظاهرة التداخل . ومن الأمثلة على ذلك صفة شكل العرف في الدجاج:

من دراسة شكل العرف الناتج من تهجين سلالات مختلفة من الدجاج في أوائل القرن العشرين أكتشفت اول حالة من حالات من حالات التفاعل بين الجينات وكالاتي:

1. سلالة الويندوت Wyndottes لها عرف يسمى العرف الوردى.
2. سلالة البرهما Brahmas لها عرف بازلائي.
3. سلالة اللوكهوس Leghoms ولها عرف مفرد Single comb كما يلي :-

❖ اجراء التلقيحات بين السلالات

أولاً: مفرد × وردى  $\xrightarrow{F1}$  كله وردى  $\xleftarrow{F2}$  3 وردى : 1 مفرد

وهذه النتيجة تدل على ان صفة العرف الوردى سائدة سيادة تامه على صفة العرف المفرد ويتحكم بها زوج واحد من الاليلات أي موقع جيني واحد.

ثانياً: مفرد × بازلائي  $\xrightarrow{F1}$  كله بازلائي  $\xleftarrow{F2}$  3 بازلائي : 1 مفرد نفس التعبير في اولاً.

ثالثاً: وردى × بازلائي  $\xrightarrow{F1}$  كله جوزي  $\xleftarrow{F2}$  9 جوزي : 3 وردى : 3 بازلائي : 1 مفرد.

وحسب قنون مندل الثاني فإن ظهور هذه النسبة تدل على وجود زوجين من العوامل الوراثية وليس زوجاً واحداً أي ان الإباء في هذا التلقيح وهم وردى الأعراف وبازليو الأعراف لايد انهم يختلفون عن بعضهم بزوجين من الجينات وأن افراد الجيل الأول F1 ذات الأعراف الجوزية لايد ان يكونوا خليطين لزوجين من العوائل الوراثية Dihybrid وباستعمال الرموز:

R للعرف الوردى

P للعرف البازلاني تكون الاستنتاجات كما يلي:

1. الافراد الذين ظهوروا في F2  $\frac{1}{16}$  يجب ان يكونوا مماثلي العوامل الوراثية لذا يكون التركيب

الوراثي للأفراد المفردة العرف في الجيل الثاني (rrpp).



2. الافراد الذين ظهوروا بنسبة  $\frac{9}{16}$  في F2 يجب ان يحملوا الصفتين السائتين لذا فتركيبهم الوراثي لابد

ان يحوي على الليل واحد سائد على الأقل من كل زوج من زوجي الاليلات فالافراد الجوزيوا الأعراف في F2 يكون تركيبهم الوراثي (R- P-)

3. الافراد ذوو الاعراف الوردية الذين ظهوروا بنسبة  $\frac{3}{16}$  لابد أنهم يحتون على زوج متنحي من الاليلات

وزوج سائد من الاليلات وبما ان صفة العرف الوردي سائدة على صفة العرف المفرد سيادة تامة فلا بد ان التركيب الوراثي للافراد سيكون R- pp.

4. الافراد ذوو الأعراف البازلانية الذين كانت نسبتهم بين افراد F2  $\frac{3}{16}$  لابد ان يحتون على زوج

متنحي وزوج أخر سائد من الاليلات وبما ان صفة العرف البازلاني سائدة سيادة تامة على صفة العرف المفرد فلا بد ان يكون تركيبهم الوراثي (-rrp).

ان ظهور صفة العرف المفرد يتوقف على فعل زوجين من الجينات كل زوج له علاقة بصفة شكل العرف لذا فصفة العرف المفرد لا تظهر الا اذا كانت الجينات المسؤولة عن صفة العرف البازلاني موجودة بصورة متنحية ونقية معاً. واذا كان هناك الليل واحد على الأقل من الجينات المسؤولة عن صفة العرف الوردي في حالة سائدة (R-) والاليلات المسؤولة عن العرف البازلاني بصورة متنحية فيكون العرف الناتج عرفاً وردياً.

ببينما وجود الليل واحد على الأقل من الجينات المسؤولة عن العرف البازلاني بحالة سائدة (P-) مع الاليلات المسؤولة عن العرف الوردي بصورة متنحية ينتج افراد بعرف بازلاني. وفي حالة وجود الليل واحد من الاليلات المسؤولة عن العرف الوردي على الأقل بصورة سائدة (R-) مع الليل من الجينات المسؤولة عن العرف البازلاني بحالة سائدة (P-) فيكون العرف الناتج عرفاً جوزياً.

وباستعمال الرموز:

	عرف ووردي	×	عرف بازلاني	
P	rrpp		RRPP	
G1	rp	↓	Rp	
F1	جوزي		RrPp	تلقيح ذاتي
F2	rrpp:	R-pp :	rrP- :	R-P-
	1	3 :	3 :	9
	مفرد	وردي	بازلاني	جوزي

الخلاصة: ان الفعل الجيني يعني العمليات المشتركة بين الجينات مثلاً:

1. اعتماد جينين على بعضهما لا يظهر صفة معينة أي هناك تداخل تكميلي بين الجينين.
2. التداخل في عمل جينين او اكثر لتحويل شكل معين مثل شكل العرف في الدجاج كما في المثال السابق.

### التفوق: Epistasis

هو إخفاء جين لتأثير جين اخر غير اليه وهذا يؤدي الى تحرير النسب المندلية للمظاهر الخارجية المتحصل عليها في افراد الجيل الثاني تبعاً لنوع التفوق سائداً ام متنحياً وتبعاً للعلاقة التفاعلية بين الجينات غير الاليلية اذا كانت متبادلة أو غير متبادلة . وهو بعدة أنواع

التفوق السائد النسب المندلية للمظاهر الخارجية في F2: 1:3:12

التفوق المتنحي = = = = = = = = = = 4:3:9

التفوق المتمائل = = = = = = = = = = 7: 9

التفوق المتمائل السائد = = = = = = = = = = 1:15

التفوق سائد و متنحي = = = = = = = = = = 3:13

التفوق غير الكامل = = = = = = = = = = 1:6:9

الأستاذ الدكتور  
معاذ محي محمد شريف العبدلي

## الأساس الكيميائي للمادة الوراثية:

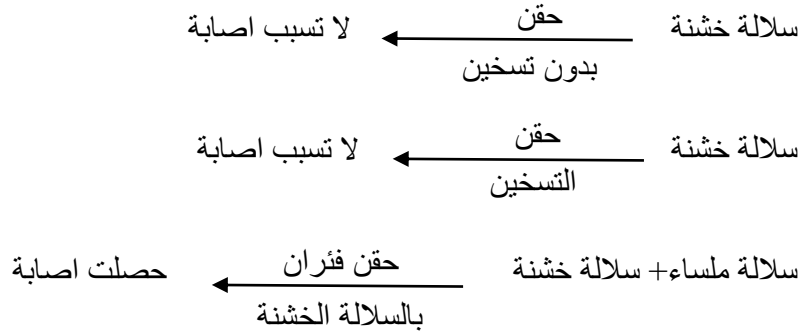
يعد الحامض النووي منقوص الاوكسجين (Deoxy ripo Nucluc Acid (DNA هو المادة الحاملة للمادة الوراثية في جميع الكائنات الحية باستثناء الفايروسات التي تكون فيها جزيئات الحامض النووي Ripo Nucluc Acid هي المادة الحاملة للمادة الوراثية. وقد وجد ان جزيئات DNA ثابتة ومستقرة في خلايا الكائنات الحية على العكس على العكس من البروتينات التي تتغير دائماً. كما لوحظ ان جميع خلايا الكائن الحي الواحد تحتوي على كميات متساوية من الDNA في حين ان الخلايا المختلفة في الكائن الواحد تحتوي على كميات مختلفة من الDNA وعموما تتميز المادة الوراثية بعدة ميزات منها:

1. لها القابلية على التكاثر الذاتي اثناء نمو الخلية وانقسامها.
2. مادة ثابتة كيميائياً لا تدخل في التفاعلات الكيميائية وحتى الطفرات تكون نادرة الحدوث.
3. المادة الوراثية تحتوي على جميع الحقائق البيولوجية .
4. لها القابلية على نقل هذه الحقائق الى الأجيال القادمة.

لأثبت ان الDNA هو المادة الوراثية قام العالم 1928 Griffth بتجربة على البكتيريا المسببة لمرض ذات الرئة اذ يوجد نمطان مختلفان بكتيريا Diplococcus Pneumonia يكون خلايا النمط الأول محاطة بمحفظة تعطي المستعمرات النامية منها مظهراً ناعماً تسمى الخلايا الناعمة (S) Smooth cell ويكون هذا النمط مرضياً أي مسؤلاً عن إصابة بمرض ذات الرئة ، اما خلايا النمط الثاني فيطلق عليها الخلايا الخشنة Rough cell (R) وتكون مستعمرات خشنة المظهر بسبب فقدانها المحفظة وبهذا فهي غير مرضية (لا تسبب الإصابة بمرض ذات الرئة ) وقد لوحظ عند حقن الفئران بالخلايا الناعمة (S) يؤدي الى موتها بعد فترة نتيجة تكاثر هذه الخلايا المرضية في جسمها ، الا ان قتل الخلايا الناعمة بالحرارة مثل الحقن سيفقد تأثيرها على الفئران ، اما ان الخلايا الخشنة الحية لا يوجد لها تأثير مؤذي على الفئران لأنها غير مرضية . لاحظ كرافت انه عند حقن عدد من الفئران بخليط مكون من عدد قليل من الخلايا Diplococcus pneumon الخشنة الحية وعدد من خلايا السلالة الناعمة (S) المقتولة بالحرارة لاحظ ظهور اعراض المرض الذي تسببه الخلايا الناعمة الحية على عدد من الفئران المحقونة ، ومما اثار الدهشة انه ان قد تمكن عزل اعداد كبيرة من الخلايا الناعمة (S) من دم الفئران المريضة مما يشير الى ان الخلايا الناعمة المميتة قد حولت الخلايا الخشنة الحية الى خلايا ناعمة ممرضة خلال تواجدها معا في دم الفئران وتسمى هذه العملية بالنقل البكتيري Bacterial transformation وهذه التجربة تؤكد ان الDNA هو الذي ينتقل وينقل معه الصفات او التأثير .

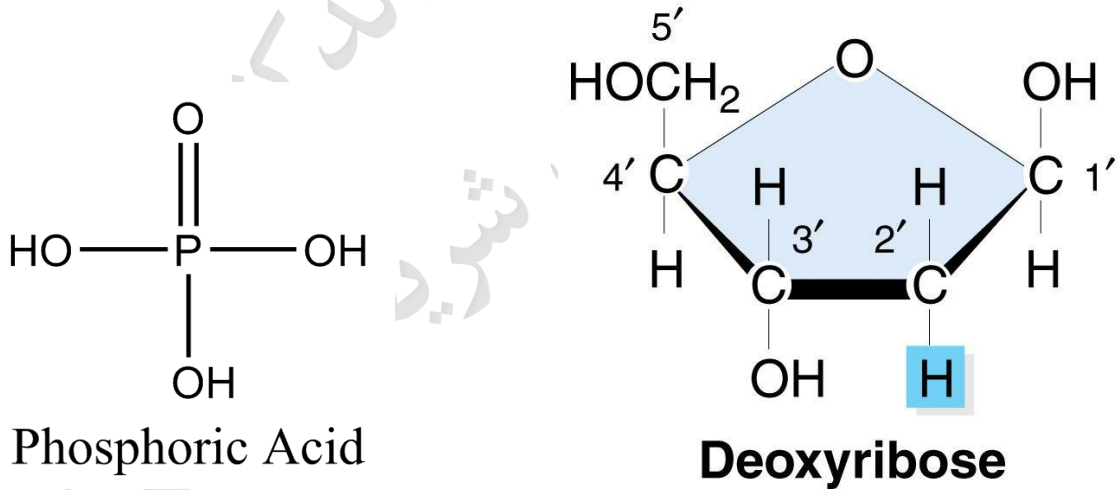
سلالة ملساء ← حقن فئران بدون تسخين ← تسبب اصابة

سلالة ملساء ← حقن ← لا تسبب اصابة  
تسخين DNA



## بناء وتركيب ال DNA :

يتركب ال DNA من سلسله كبيره من الوحدات البنائيه التي تسمى النيوكليدات Nucleotides ويتكون كل نيوكليوتيد من سكر خماسي رايبوزي منقوص الاوكسجين مرتبطة بمجموعه فوسفات وقاعده نتروجينية علما ان تسلسل القواعد النتروجينية في شريط ال DNA هو الذي يحدد الطبيعه الوراثيه المميزه لهذه الجزينات.



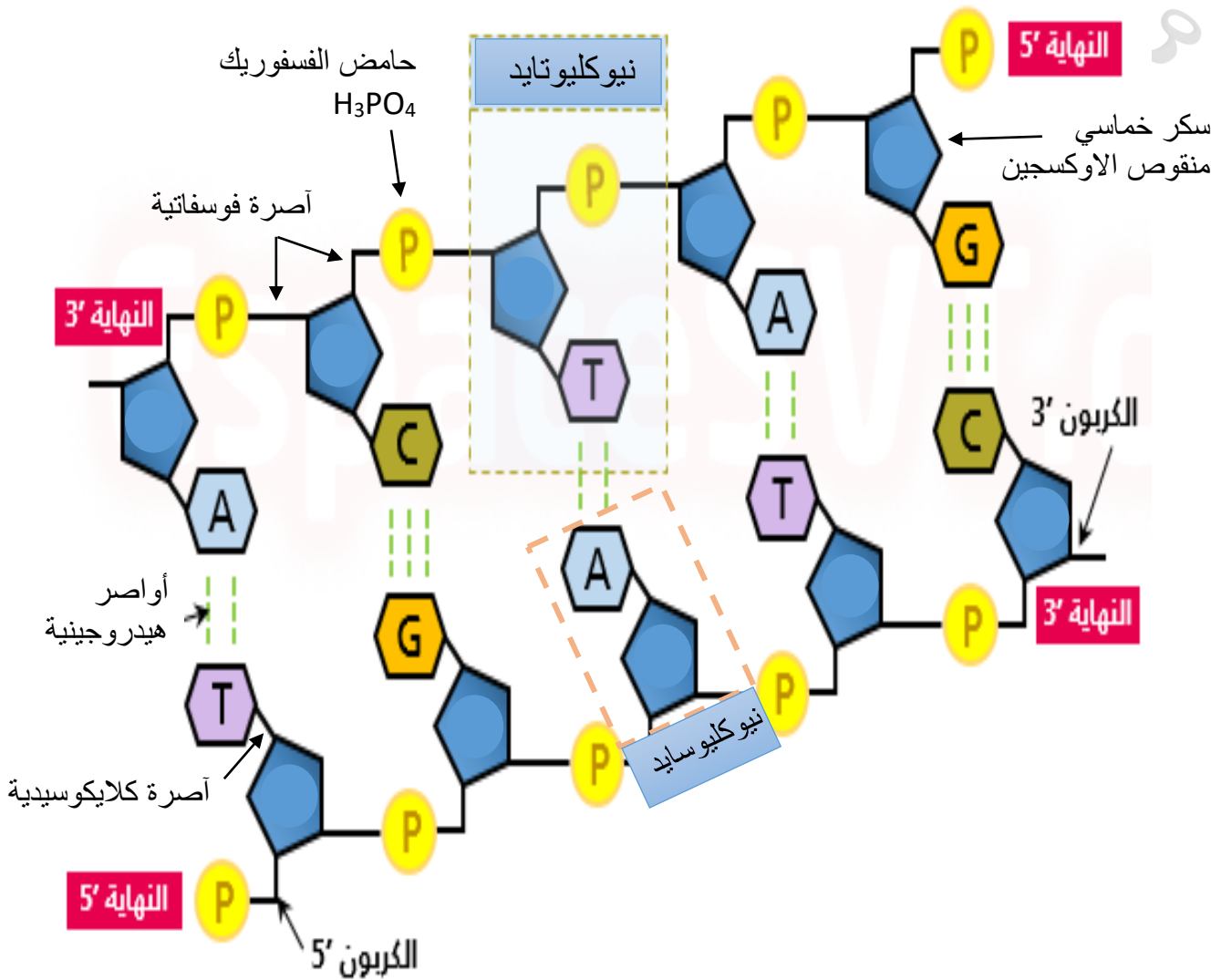
\* تقسم القواعد النتروجينية التي تدخل في تركيب الاحماض النوويه الى مجموعتين:

1. البيورينات: وتسمى الادنين A والكوانين G.
2. البرميدينات: وتشمل السايروسين C والثايمين T وكذلك اليوراسيل U الذي يدخل في تركيب ال RNA بدلا من الثايمين.

ترتبط القواعد النايتروجينية مع السكر الخماسي بأواصر كلايكوسيدية تتكون من ذرة الكربون رقم 1 للسكر الخماسي مع ذرة N رقم 1 للبرميدينات وذرة N (9) للبيورينات وتدعى هذه الجزينه الناتجه بالنيكلوسايد.

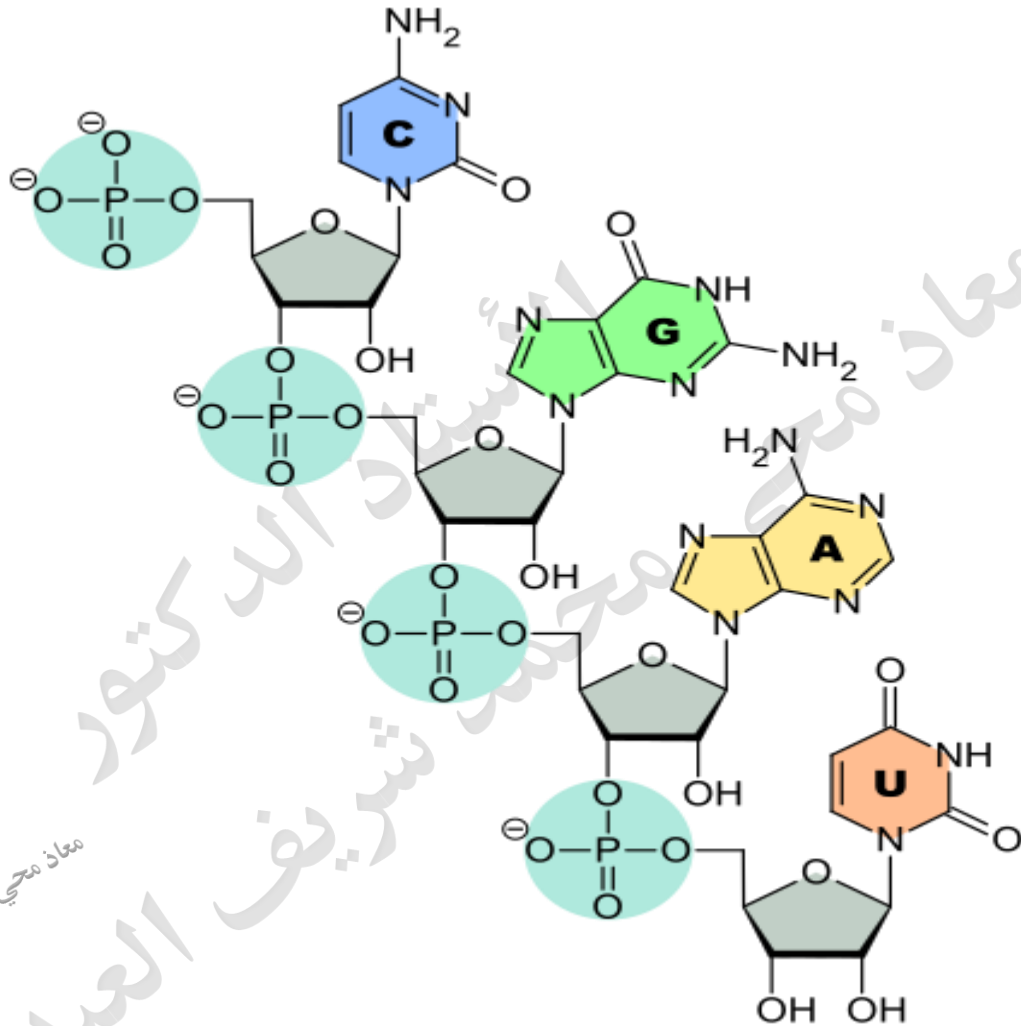
ولكي يكون للنيكولوسايد جزءاً من الـ DNA أو الـ RNA فلا بد ان يرتبط أولاً مع مجموعة الفوسفات ليكون الوحدة البنائية للحمض النووي التي تسمى النيوكليوتايد.

ترتبط النيوكليوتايدات المكونة للحمض النووي عن طريق أواسر كيميائية تتكون من مجموعة الفوسفات المرتبطة مع ذرة الكربون (3) للسكر الخماسي لاحت النيوكليوتايدات وبين ذرة الكربون رقم 3 للسكر الخماسي للنيوكليوتايد الاخر وبهذا ستتكون سلسلة من الاواسر القوية التي تدعى بالأواسر الفوسفاتية ثنائية الاستر (فوسفودايستر) تحمل النيوكليوتايدات مع بعضها على طول شريط الـ DNA و الـ RNA.



\* البناء التركيبي للولب المزدوج (المادة الوراثية) DNA

اما الحامض النووي RNA فيكون من شريط واحد فقط والسكر فيه Ribose غير منقوص الاوكسجين، ويوجد في شريط ال RNA Uracyle بدلا من الثايمين T.



الأستاذ الدكتور  
معاذ محي محمد شريف العبدلي

أوضح كل من واطسن وكريك لأول مرة 1953 البنية الحلزونية المزدوجة للـ DNA حيث وجد العالمان ان الـ DNA يتكون من سلسلتين متكاملتين تلتفان حول بعضهما ليكونا حلزوناً مزدوجاً منتظماً، وتشكل فيه جزيئات السكر الخماسي ومجموعات الفوسفات الجزء الخارجي للحلزون حيث تبرز القواعد النايتروجينية من العمود الفقري الى الداخل وبمستوى عمودي على محور الحلزون مما يعني ان كل سلسلة تحتوي على عشرة نيوكليوتيدات في كل لفة كاملة.

وترتبط سلسلتا الحلزون مع بعضها عن طريق الاواصر الهيدروجينية المتكونة بين ازواج القواعد النايتروجينية حيث يرتبط A مع T باصرتين هيدروجينيتين T=A والكوانين مع السايبتوسين بثلاث اواصر هيدروجينية G=C.

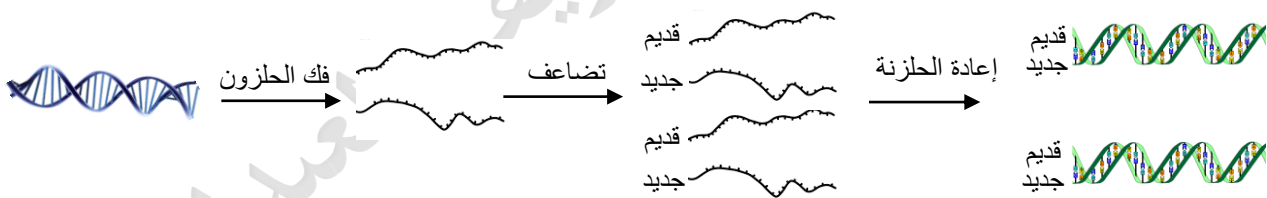
ولاجل ان يكون التركيب اللولبي مستقر ويعطي الابعاد الصحيحة للجزيئة يجب ان تكون القاعدة A مقابل T وان تكون القاعدة C مقابل G وهذا يطلق عليه الازدواج القاعدي. Base pair. واتضح لنا ان A تتحد مع T بأصرتين هيدوجينية اما القاعدة G فتتحد بثلاث أوأصر هيدروجينية مع القاعدة C، ووجد العلماء بأن نسبة (C+G) الى النسبة (A+T) تكون ثابتة للنوع الواحد ومختلفة من نوع لأخر.

ان شكل الحلزون المزدوج والمكون من الجزيئات العملاقة لل DNA يكون على هيئة سلم ودرج ويكون من سلسلتين وحدات السكر الفوسفات بصورة متبادلة اما درجات السلم الحلزوني فهي ازواج القواعد النايتروجينية.

### \* تكرار ال DNA او تضاعف ال DNA:

من اجل ان تقوم جزيئات ال DNA بخزن ونقل المعلومات الوراثية بصورة امينة لا بد ان تكون القدرة على التكرار والتضاعف بصورة دقيقة غير قابلة للخطأ وبشكل يؤمن حصول الأجيال اللاحقة على نفس الكمية والنوعية من المعلومات الوراثية الموجودة عند الإباء وتجري عملية التضاعف حسب الطريقة شبه المحافظة (Semi-conservative methode):

1. يحصل فك ارتباط للشريطين بعملية تسمى فك الحلزنة Denaturation بوجود انزيمات فك الحلزنة DNA ase لتعطي شريطين منفردين.
2. تتضاعف هذه الشريطين ليعطيان شريطين جديدين.
3. تحصل عملية إعادة الحلزنة Re naturation بفعل انزيمات إعادة الحلزنة وتكون عملية الحلزنة بين شريط قديم مع اخر جديد مكمل له.



وقد أوضحت الدراسات التي أجريت على بكتريا E-Coli وغيرها من الكائنات الحية ان تكرار ال DNA داخل الخلايا عبارة عن عملية انزيمية معقدة يشترك فيها العديد من الانزيمات والعوامل المساعدة وتتم عملية التكرار بثلاثة مراحل:

1. مرحلة بدء التكرار.
2. مرحلة الاستطالة.
3. مرحلة الاستئصال والربط (الاستئصال).

## \*الاستنساخ والترجمة

ان عملية تحويل المعلومات الوراثية المخزونة في الجين الى بروتين فعال تسمى عملية تعبير الجين وتتم بمرحلتين أساسيتين هما الاستنساخ والترجمة. حيث يستنسخ المعلومات الوراثية الموجودة في ال DNA الى جزيئة mRNA ثم تقوم الرايبوسومات بترجمة هذه المعلومات الى بروتين، كمت تشمل هذه العملية عدد من عمليات التحويل على البروتين الناتج لاعطائه الشكل النهائي.

### 1. الاستنساخ: Transcription

تبدأ هذه العملية بتباعد خيطي حلزون الدنا عن بعضهما ثم يستخدم احدهما قالباً لتخليق جزيئة mRNA التي تنتج فيما بعد عن قالب الدنا لتقوم بنقل المعلومات الوراثية الى مواقع تصنيع البروتين وهي الرايبوسومات التي تقوم بعملية الترجمة.

### 2. الترجمة Translation

تشارك في عملية الترجمة ثلاث أنواع من الحامض النووي RNA وهي mRNA و tRNA و rRNA إضافة الى أنواع مختلفة من الانزيمات والبروتينات التي تعمل معا لانتاج البروتين. وبعد إيصال المعلومات الوراثية بواسطة mRNA يعمل ال rRNA باعتباره منصة لتخليق السلسلة البيبتيدية المتعددة في حين يقوم tRNA الناقل بالتفاعل مع الحوامض الامينية ليؤمن اضافتها بالشكل الصحيح الى سلسلة البروتين النامية. تترجم الرايبوسومات المعلومات الوراثية عن طريق قرانتها للشفرات الوراثية في جزيئة mRNA وتتكون كل شفرة من ثلاث نيوكلويدات تسمى codone تختص بحامض اميني معين، ويتم التعرف على الشفرة code بواسطة ضد الشفرة anti-code الموجودة في جزيئة tRNA المرتبطة بحامض اميني معين، وهكذا فكلما قام الرايبوسوم بقراءة شفرة معينة يقوم tRNA بإضافة الحامض الاميني المناسب الى السلسلة البيبتايد المنفرد.

### الصفات العامة في الاستنساخ:

الاستنساخ هو عملية تحويل المعلومات الوراثية المخزونة في ال DNA الى معلومات وراثية مخزونة في جزيئة mRNA والتي تقوم بنقل هذه المعلومات الى مواضع تصنيع البروتين في الخلية . يقوم انزيم الاستنساخ RNA polymerase باستنساخ الجين الى جزيئة mRNA بعملية مشابهة لعملية تكرار جزيئة ال DNA من خلال استخدام احد خيطي الحلزون قالباً وحسب قاعدة الازدواج القاعدي ولكن الاختلاف هنا هو إضافة Uracil بدلاً من Thiamine حيث ترتبط A=U اما خيط ال DNA فيستنسخ كاملاً بوجود انزيم RNA polymerase .

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف العبدلي



## الآليلات المتعددة: Multiple Alleles

مما سبق علمنا ان الجينات هي التي تتحكم بالصفات الوراثية للكائن الحي وان الصفات المظهرية تختلف من كائن لآخر ولولا هذا الاختلاف لكان من الصعب ملاحظة الانعزالات الوراثية أي انعزال الجينات المتحكم بالصفات او الاستدلال عليها.

ان مصطلح Allele يستعمل عند التحدث عن أحد ازواج الجينات حيث ينعزل كل اليل عن الآخر في الانقسام الاختزالي وعند تكوين الكميات وان كل كمية ناتج سوف يحتوي على واحد فقط من زوج الآليلات ويشغل موقعا واحدا Loous على الكروموسوم. كل مما تقدم عن الوراثة المنديلية وما ضرب عليها من امثلة كنا نتحدث عن زوج واحد من الآليلات ولكن في الحقيقة قد يكون هناك أكثر من اليلين او ثلاثة او أربعة وقد يصل الى العشرين او اكثر من الآليلات المتعددة Multiple alleles وان وجودها معاً لا يؤدي الى عدم التناسق في التراكيب الوراثية للافراد لان اليلين فقط من كل مجموعة تظهر في كل خلية جسمية طبيعية. ان فالآليلات المتعددة هي جينات اعضاء في نفس الموقع الجيني وكل اليل يؤثر في الصفة تأثيراً مختلفاً عن الآخر. ويحتوي الفرد الثنائي المجموعة الكروموسومية Diploid على اليلين في الوقت قد يكونا متشابهين Homozygous او مختلفين Heterozygous وكل واحد منهما على كروموسوم. ويمكن ان نرسم لهما كما فعل مندل مل شكل البذور S و s ولونها Y و y وكذلك يمكن الرمز B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> و A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> كذلك بالنسبة للآليلات المتعددة المسؤلة عن صفة ما A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>... An. يسمى نظام جميع الآليلات المتعددة المختلفة المحتمل وجودها في الزوج الجيني لصفة معينة والتي تتردد بين الافراد في مجتمع ما ضمن نظام واحد ودراسة التوارث فيها بنظام اليليات المتعددة.

ان هذا النظام موجود في الخلايا أحادية المجموعة الكروموسومية Haploids و Diploids وكذلك المتعددة Polyploids ومن الأمثلة عليها لون العيون في حشرة الدروسوفيلا (11 اليل) ولون ازهار حلق السبع 9 اليلات ، كذلك جينات العقم الذكري في التبغ ان حبة اللقاح التي لا تنمو جيدا في قلم المدقة وهي Diploid للنبات الذي يحمل الجين (S1S1) او (S1S2) او (S1S3) الخ ... ، لكنه ينمو جيدا في قلم المدقة في زهرة النبات من نوع (S2S3) او (S2S2) او (S2S4) .. العائد لنفس النوع النباتي مما يجبر النبات على التلقيح الخلطي ويقوم ويقوم نفعا في انتشار هذه الآليلات المتعددة النادرة وتفاذي الضرر الناجم عنها.

أهم مميزات أنظمة الآليلات المتعددة:

1. تؤثر الآليلات المتعددة في الصفة بحيث تظهر الصفة بدرجات مختلفة حسب الآليلات الداخلة في التركيب الوراثي والمؤثرة على تلك الصفة مثال عليها الآليلات المسؤولة عن لون الثمار
2. تترتب سلسلة الآليلات حسب السيادة فيما بينها ويكون كل اليل سائد على الآليلات الأخرى في السلسلة، ويكون متحيا بالنسبة للآليلات التي تفوقه في السلسلة.

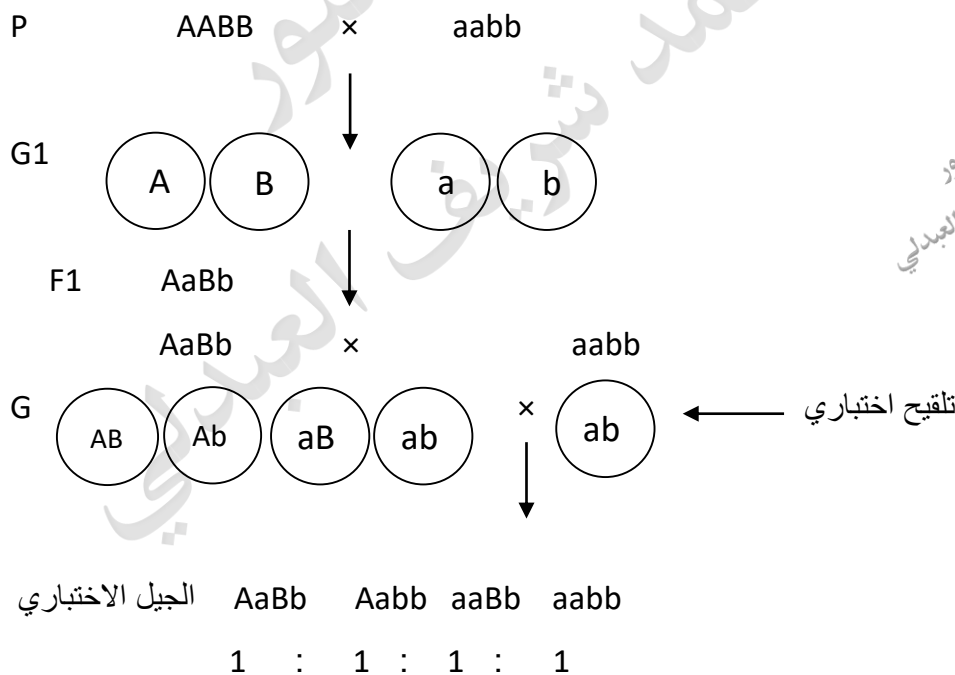
3. يمكن ان يحمل التركيب الوراثي او السلالة في مجتمع ما على مجموعة كبيرة من الاليات لموقع جيني معين خاص بصفة مظهرية معينة.
4. يحمل كل فرد طبيعي اليين فقط من سلسلة الاليات وقد يكون نقياً او هجيناً في ذلك الموقع.
5. بما ان جميع الاليات المتعددة تشمل نفس الموقع الجيني على الكروموسوم لذا فإنه لا يحصل عبور ضمن الاليات المتعددة.
6. اليلات الطرز البرية Wilde types تكون سائدة في الغالب على الاليات الأخرى وخصوصاً الطافرة منها مع وجود بعض الشواذ عن ذلك.
  - امثلة على الاليات المتعددة:
    1. لون الفراء في الارنب.
    2. حجم الجناح في حشرة الدروسوفيلا.
    3. أنظمة مجاميع الدم المتعددة الاليات.

## الارتباط والعبور والخرائط الوراثية:

من خلال دراستنا السابقة تبين لنا ان الجينات التي تحدد صفات الفرد تكون محمولة على الكروموسومات وبما ان عدد الكروموسومات يكون محدوداً في الخلايا الحية اذاً لابد ان يكون الكروموسوم حاوي على أعداد كبيرة من الجينات، مثلاً ذبابة الفاكهة نجد ان فيها أربعة أزواج من الكروموسومات فقط بينما تبلغ عدد الجينات التي تحملها حوالي عشرة الاف جين. وبما ان الجينات واقعة على الكروموسومات فلا بد من وجود أنظمة معينة تحدد علاقات الجينات مع بعضها من خلال عملية الانقسام الاختزالي وانعزال العوامل الوراثية وهناك ثلاث حالات من العلاقات بين الجينات مع بعضها أثناء الانعزال وهي: -

### 1- حالة الانعزال الحر (العبور الوراثي) Crossing over:

وهذه الحالة كما جاء في قانوني مندل الأول والثاني حيث ان الجينات المختلفة والمتعلقة كل منها بصفة معينة تكون واقعة على الكروموسومات المختلفة وعليه فأنها تتوزع توزيعاً حراً طبقاً لقوانين مندل في التوزيع الحر، وللكشف عن هذه الحال نستخدم التلقيح الاختباري Test cross لافراد الجيل الأول مع الاب المتنحي فإذا حصلنا على أربعة اشكال مظهرية وبنسبة 1 : 1 : 1 : 1 فهذا يعني ان الجينات تتوزع توزيعاً حراً وتخضع لقوانين مندل وكما موضح:



### 2- حالة الارتباط التام: -

وهي ان تنتقل الجينات المرتبطة مع بعضها ارتباطاً تاماً دون ان تتوزع توزيعاً حراً أي ان الجينات واقعة على نفس الكروموسوم فهي تنتقل معاً من جيل لآخر دون انفصال كما في المثال:

$$\begin{array}{l}
 \text{P1} \quad \frac{A}{A} \frac{B}{B} \times \frac{a}{a} \frac{b}{b} \\
 \text{G} \quad \frac{A B}{A B} \quad \frac{a b}{a b} \\
 \text{F1} \quad \frac{A B}{a b} \quad \text{نعمل تلقیح اختباري}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \frac{A B}{a b} \times \frac{a b}{a b} \\
 \frac{A B}{a b} \frac{a b}{a b} \times \frac{a b}{a b} \\
 \frac{A B}{a b} \frac{a b}{a b} \\
 1 : 1
 \end{array}$$

للكشف عن حالة الارتباط التام نعمل تضريب اختباري لأفراد الجيل الأول مع الاب المتحني فاذا حصلنا على شكلين مظهرية فقط وبنسب متساوية 1:1 فذلك يعني وجود ارتباط تام بين ذلك الزوج من الجينات

### 3- الارتباط غير التام Incomplet linkage:

في هذا النوع من الارتباط يحدث عبور وراثي وتتكون اتحادات جديدة بالإضافة للتركيب الابوية وتكون نسبة التركيب الوراثية الى الاتحادات الجديدة تكون اقل من الابوية.  
مثال: -

في نبات الذرة وجد ان اليل الحبوب الملونة (C) سائد على اليله عدين اللون (c) واليل الحبوب الممتلئة (S) سائد على اليل الحبوب المجعدة (s) وعند تضريب نبات بحبوب ملونة مختلفة مع نبات عديم اللون وبذور مجعدة، كانت نباتات الجيل الأول جميعها ذات حبوب ممتلئة ملونة، وعند تلقیح افراد الجيل الأول اختباريا مع الاب المتحني أمكن الحصول على أربعة اشكال مظهرية وبنسب مختلفة وبهذا لم تحقق النسب المنديلية 1:1:1:1 وهذا يدل على وجود ارتباط غير تام كما موضح ادناه

$$\begin{array}{l}
 \text{P} \quad \frac{C}{C} \frac{S}{S} \times \frac{c}{c} \frac{s}{s} \quad \text{عديم اللون مجعد البذور} \\
 \text{F1} \quad \frac{C}{c} \frac{S}{s} \quad \text{ملون ممتلئ البذور} \\
 \frac{C}{c} \frac{S}{s} \times \frac{c}{c} \frac{s}{s} \quad \text{نجري التلقیح اختباري} \\
 \text{Test cross}
 \end{array}$$

F2	$\frac{C}{c} \frac{S}{s}$	,	$\frac{C}{c} \frac{s}{S}$	,	$\frac{c}{C} \frac{S}{s}$	,	$\frac{c}{C} \frac{s}{S}$
	48.18%		1.78%		1.82%		22.48%

اذن فالارتباط هو الحالة التي تميل فيها الجينات للبقاء سوية جيلاً بعد آخر ولا تحصل هذه الظاهرة الا عندما تكون الجينات واقفة في نفس الكروموسومات.

اكتشف العالمان Batson و Bunnet في تجاربهما على نبات البزاليا ان انعزال صفة لون الازهار وشكل البذور كانت نسبتها 1:3 لكل منهما ولكن عند دراسة الصفتين معاً لم تكن النسبة 1:3:3:9 بل كانت مختلفة كثيراً عن ذلك مما يدل على ان المجاميع الأربعة من الكميات لا تنتج باعداد متساوية بل كانت تلك التي تشبه الآباء سبعة اضعاف نسب التراكيب الوراثية الجديدة، أي ان جين صفة لون الازهار وجين صفة شكل الحبوب تبقى مع بعضها في التراكيب الوراثية وتنتقل سوية من جيل لآخر بنسب متباينة حيث عند تزاوج AABB×aabb فان A-B يميلان للبقاء سوية وكذلك الاليلان a-b ويطلق ع هذه الظاهرة بنظام الازدواج Cis او Coupling بينما في التلقيح بين AABB×aaBB فان A-b و a-B يميلان للبقاء سوية من جيل لآخر واطلق على هذا النظام بالنظام التنافري trans او Repulsion arrangement ويمكن الكشف عن حالة الارتباط او غياب التوزيع الحر للجينات من اجراء التلقيح الاختباري الافراد الجيل الأول فاذا أعطت أربعة طرز وراثية بنسب متساوية كما في قانون مندل الثاني فهذا يدل على عدم وجود العبور ووجود التوزيع الحر، اما اذا أعطت طرازين وراثية فقط بنسب متساوية 1:1 هذا دليل على وجود الارتباط التام وغياب التوزيع الحر.

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف العبدلي

### \* العبور الوراثي Crossing over

مما تقدم يظهر بان الجينات في الكروموسوم الواحد لها صفة الارتباط وتختلف درجة الارتباط باختلاف مواقع الجينات حيث لوحظ ان هناك حالات ارتباط غير كامل وتكوين اتحادات جديدة نتيجة العبور الوراثي والذي يمكن تعريفه: تبادل المادة الوراثية بين جزاء الكروماتيدات غير الأخوية للكروموسومات المتماثلة وذلك بعد حدوث عملية الاتزان وتكوين مناطق العبور (الكيازماتا) يلعب العبور الوراثي دوراً مهماً في التطور ويعد من أكثر الاليات أهمية في انتاج الاتحادات الجديدة من الجينات ويمكن تلخيص اهم خصائص مفهوم العبور بالآتي: -

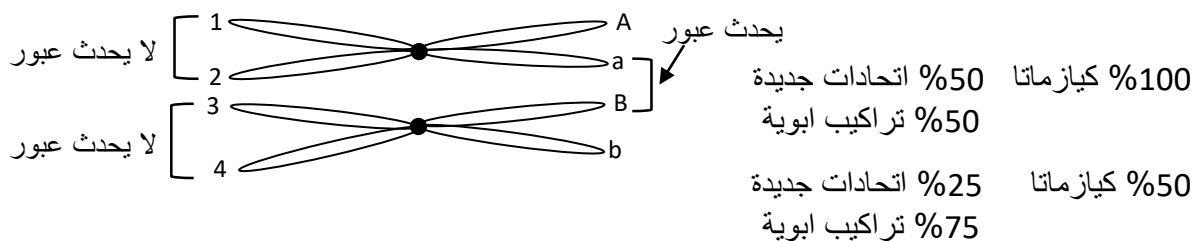
- 1- يطلق على مكان وجود الجين على كروموسوم معين اسم LOCUS وتترتب مواقع الجينات على الكروموسومات في تتابع طولي.
- 2- يشغل اليي الجين في التركيب الوراثي الخليط أماكن متطابقة على الكروموسومين النظيرين أي ان الاليل A يشغل نفس المكان على الكروموسوم 1 والذي يشغله الاليل a على الكروموسوم 2.

- 3- يتضمن العبور كسر لكل من الكروموسومين النظيرين وتبادل الأجزاء فيما بينهما.
- 4- يحدث العبور أثناء تلاصق الكروموسومات المتناظرة في الدور التمهيدي من الانقسام المايوزي.
- 5- تتكون الكروموسومات ذات الاتحادات الوراثة الجديدة بالنسبة للجينات المرتبطة نتيجة حدوث العبور الوراثة بين موقعين.
- 6- يزداد احتمال حدوث العبور بين الموقعين بزيادة المسافة بينهما على الكروموسوم.

لذلك فان اثنين من الكروماتيدات الناتجة من الانقسام المايوزي هي AB و ab تكون مرتبطة مع بعضها بنفس التسلسل كما كانت في الكروموسومات الابوية ويطلق عليها الكروماتيدات الابوية أو اللابورية والتي لم تشترك بالعبور. وهنا يتضح ان التراكيب الابوية مضمونة بنسبة لا تقل عن 50% لان اثنين من أربع كروماتيدات لم يحصل فيها عبور. أما الكروماتيدين aB و Ab اللتان نشأتا من العبور الوراثة قد شكلتا اتحادين جديدين من العلاقات الارتباطية وتسمى بالاتحادات العبورية أو الطرز العبورية وتكون على شكلين:

- 1- العبور التجاذبي AB Coupling أو ab أليلان سائدان او متنحيان.
  - 2- العبور التنافري aB Repulsion أو Ab أليل سائد مع آخر متنحي.
- ومن شروط حدوث العبور الوراثة: -

- 1- يجب ان تكون الجينات في الكروموسومات مرتبة ترتيباً خطياً.
- 2- يجب أن يكون الجين وأليله في موقعين متقابلين من الكروموسومين المتماثلين.
- 3- يحدث العبور الوراثة في الانقسام الاختزالي وفي الدور الذي تكون فيه الكروموسومات مقترنة بوجود نقاط إشتباك، وتكون الكروموسومات منشطرة الى كروماتيدات أو رباعيات Tetrades.
- 4- ان وجود 100% نقاط إشتباك يؤدي الى تكوين 50% اتحادات جديدة وتعتبر أعلى قيمة حيث لا يوجد اتحادات جديدة أكثر من 50% والسبب لان هناك أربعة كروماتيدات للكروموسومين المتماثلين والمتقابلين إثنان اخوية لا يحدث فيها عبور وإثنان غير اخوية يحصل فيها عبور وراثي.



$$\text{إذا نسبة الاتحادات الجديدة} = \frac{\text{نسبة الكيزاماتا (مناطق العبور)}}{2} \times 100.$$

يمكن الاستفادة من حدوث الكيزاماتا في التنبؤ بنسب الكمينات الابوية والعبورية المتوقع ان ينتجها تركيب وراثي معين. وتعتبر الكمينات العبورية أي الاتحادات الجديدة الناتجة من تركيب وراثي معين كنتيجة للعدد الذي تتكون فيه الكيزاما بين الجينات.

ملاحظة:

عدد الكيزاما = 2 : 1 عدد الكمينات العبورية

أو نسبة الكيزاما = 2 × النواتج العبورية (%)

المسافة الوراثية = نسبة الكيزاما (%)

أو تساوي 2 × نسبة النواتج العبورية (%)

وحدة المساحة الوراثية هي سنتي موركان وهي مكافئ 1% عبور وراثي أي المسافة الوراثية هي نفسها نسبة الكيزاما.

مثال:

إذا كان التركيب الوراثي  $Ab / aB$  نسبة 8% ناتج من الكمينات العبورية  $AB$  و  $ab$  فما هي المسافة بين الجينين  $A$  و  $B$ ؟

المسافة الوراثية = نسبة الكيزاما (%).

= 2 × نسبة النواتج العبورية

= 2 × 8 = 16 وحدة مسافة أو سنتي موركان.

طريقة رسم الخرائط الوراثية:

يعتبر مورغان و ستورتيغان أول من وصف طريقة لرسم الخرائط الكروموسومية وبطريقة الارتباط الثلاثي **Three point linkage** وذلك بسبب استعمال مواقع جينية ثلاثة أي ثلاث أزواج من الجينات وعلى ذلك يقسم العبور الوراثي في ثلاث أزواج من الجينات الى:

1- عبور وراثي مفرد في المنطقة الأولى ،  $aBC$  ،  $Abc$ .

2- عبور وراثي مفرد في المنطقة الثانية ،  $abC$  ،  $ABC$ .

3- عبور وراثي مزدوج ،  $aBc$  ،  $AbC$ .

4- التراكيب الابوية  $abc$  ،  $ABC$  . ويمكن التمييز بين النسل الناتج من الاتحادات الجديدة عن الاتحادات الابوية وذلك من معرفة أعداد النسل الناتج وكما يلي:

1- تكون الاتحادات الابوية اعلى من الاتحادات العبورية وتكون متقاربة فيما بينها أي  $abc$  ،  $ABC$  لها اعلى القيم.

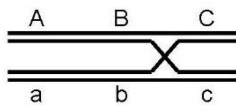
2- العبور الوراثي المفرد في المنطقة 2 أقل من الاتحادات الابوية وأكثر من باقي العبورات.

3- العبور الوراثي المفرد في المنطقة 1 تكون اقل من تكرار العبور الوراثي في المنطقة الثانية وأكثر من العبور المزدوج.

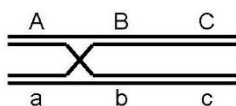
4- تكرار العبور الوراثي المزدوج أقل من جميع الاتحادات الابوية والعبورية  
مثال / نبات هجين بثلاث ازواج من الجينات عمل له تلقيح اختباري وكانت كما يلي.  
345، 335، 102، 98، 57، 43، 9، 11 . المطلوب تمييز أنواع العبور ورسم الخارطة الوراثية أي المسافة بين الجينات ABC.

الحل / 345 ، 335 تمثل التراكيب الابوية كونها اعلى القيم

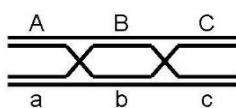
$$335 \begin{array}{c} \underline{a \ b \ c} \\ \underline{a \ b \ c} \end{array} , \quad 345 \begin{array}{c} \underline{A \ B \ C} \\ \underline{a \ b \ c} \end{array}$$



- التراكيب العبورية في المنطقة (2)  $98 \begin{array}{c} \underline{a \ b \ C} \\ \underline{a \ b \ c} \end{array} , \quad 102 \begin{array}{c} \underline{A \ B \ c} \\ \underline{a \ b \ c} \end{array}$



- التراكيب العبورية في المنطقة (1)  $43 \begin{array}{c} \underline{A \ B \ C} \\ \underline{a \ b \ c} \end{array} , \quad 57 \begin{array}{c} \underline{A \ b \ c} \\ \underline{a \ b \ c} \end{array}$



- العبور المزدوج:  $11 \begin{array}{c} \underline{a \ B \ c} \\ \underline{a \ b \ c} \end{array} , \quad 9 \begin{array}{c} \underline{A \ b \ C} \\ \underline{a \ b \ c} \end{array}$

مجموع التراكيب الوراثية الكلية =  $1000 = 11 + \dots + 335 + 345$

نسبة الاتحادات الابوية =  $\%68 = 100 \times \frac{335+345}{1000}$

نسبة العبور في المنطقة الثانية =  $\%20 = 100 \times \frac{98+102}{1000}$

نسبة العبور في المنطقة الأولى =  $\%10 = 100 \times \frac{43+57}{1000}$

نسبة العبور المزدوج =  $\%2 = 100 \times \frac{11+9}{1000}$

المسافة بين A، B = العبور المفرد في المنطقة الأولى + العبور المزدوج =  $12 = 2 + 10$  سنتي موركان.

المسافة بين B، C = العبور المفرد في المنطقة الثانية + العبور الوراثي المزدوج =  $22 = 2 + 20$  سنتي موركان.

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف العبدلي



الخارطة الوراثية تكون.

A <sup>12</sup> . B <sup>22</sup> C  
تعتمد على العبور الذي يحصل بين ازواج الجينات وبما ان مناطق السنتروميير ونهايات الكروموسومات تيلومير هي مناطق حلزنة قوية (هتروكروماتينية) لا يحصل بها عبور وراثي إذا فالخارطة تعتبر تقديرية وليست واقعية 100%.

\* التعارض Interference: يعني حصول عبور وراثي في منطقة ما يمنع عبور وراثي في منطقة أخرى مجاورة مثلاً العبور بين B، A يمنع حدوث عبور بين D، C.

\* التوافق Coincidence: يعني حصول عبور وراثي في منطقة ما يسمح بحصول عبور وراثي آخر في المنطقة المجاورة. وفي الحسابات التعارض + التوافق = واحد.

\* العوامل المؤثرة في العبور الوراثي: -

1. الجنس: يؤثر في نسبة العبور فمثلاً في ذكور الدروسوفيلا تكون العبورات قليلة كذلك الامشاج المتباينة يكون فيها العبور اقل من الاجناس المتماثلة الاجناس.
2. عمر الام: يقل العبور بتقدم عمر الام.
3. الحرارة: زيادة الحرارة تزيد من العبور والحرارة الأعلى او اقل من 22 م تزيد من نسبة العبور.
4. الغذاء والمواد الكيميائية والاشعاع.
5. النمط الوراثي: تختلف نسبة العبور باختلاف النمط الوراثي للسلاطات المختلفة.
6. تأثير السنتروميير حيث يقل العبور قرب مناطق السنتروميير.

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف العبدلي

## الوراثة الساييتوبلازمية **Cytoplasmic inheritance**.

### الوراثة اللانوية **Extranuclear inheritance**

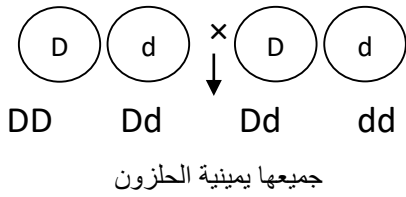
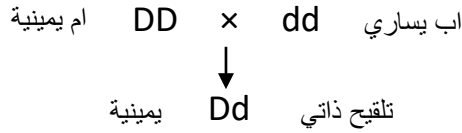
تحدثنا في المحاضرات السابقة عن أساليب توارث صفات معينة وربطناها بالنواة (الكروموسومات) لذلك فتوقعاتنا عن انتقال الصفة وظهورها في الافراد مرتبطة بمعرفتنا انعزال وتوزيع الكروموسومات، وهذه الحقيقة لا يمكن معارضتها لحد الان طالما تعد ان ال DNA هو المادة الوراثية الأساسية وان جميع ال DNA مترکز في الكروموسومات، حيث ان 99% من مجموع DNA موجود في الكروموسومات، ومن جهة أخرى فان DNA لا يستطيع تكون الصفات البيولوجية في غياب مكونات الخلية الأخرى، فوجد ان ال DNA لوحده لا ينتج كائن حي لأنه يعتمد على الوسط الذي يستطيع فيه اظهار عمله، ويشار هنا الى ان للبيئة تأثير كبير على التركيب الوراثي من اجل اظهار الطراز المظهري المعيني. ففي الخلية نفسها يوجد أحد المصادر البيئية المهمة وهي الساييتوبلازم الذي يحيط مباشرة بالنواة، فالمحتويات الساييتوبلازمية قد تختلف بين الافراد ولذلك نجد ان مفعول التركيب الوراثي في الساييتوبلازم يختلف في مفعوله عند وجوده في ساييتوبلازم اخر وهذا يتضح عن طريق التجارب فمثلا وجد ان الام التي تعطي البويضة هي تساهم بكمية من الساييتوبلازم اكثر من كمية الساييتوبلازم في الجين الذي يساهم به الاب.

لذا يمكن تعريف الوراثة الساييتوبلازمية هي الوراثة التي تشمل الصفات التي تتأثر بأي جزء من الخلية عند النواة، وتلعب أجزاء الخلية الحية غير النواة دوراً كبيراً في التطور مثل وراثة المايكوكوندريا والبلاستيدات. والوراثة الساييتوبلازمية احدى الظواهر المهمة في سلوك الساييتوبلازم عملية تكوين الكميات فالبيضة تحتوي كمية كبيرة من الساييتوبلازم بينما الكمية الذكرية هو عبارة عن نواة صغيرة مع جزء قليل جدا من الساييتوبلازم لا يزيد عن 5% واكتشفت الوراثة الساييتوبلازمية عن طريق اجراء التلقيحات العكسية والتي تكون نتائجها مختلفة وقد عللها العلماء الى انتقال بين الصفات عن طريق ساييتوبلازم الام الى الفرد الناتج مثال على ذلك:

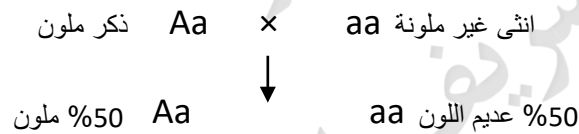
حلزون الماء *Limnea* لوحظ وجود نوعين من الالتفاف اما تتجه فتحة الالتفاف الى اليمين (حلزون يميني) وهذا سببه وجود الجين D، او ان تتجه فتحة الالتفاف الى اليسار (حلزون يساري) وينتج عن الحالة النقية للجين dd.

عند تزواج هذين الصنفين لوحظ ان اتجاه فتحة الالتفاف دائما تحدد بالتركيب الوراثي للام مما يؤثر على النسب المنديلية المتوقعة. حتى عندما يكون ذلك مختلفاً عن التركيب الوراثي للأبناء. لذلك فان التلقيح الذاتي للحلزون يميني الالتفاف الهجين دائما أبناء يمينية الالتفاف بضمنها الأبناء ذات التركيب الوراثي

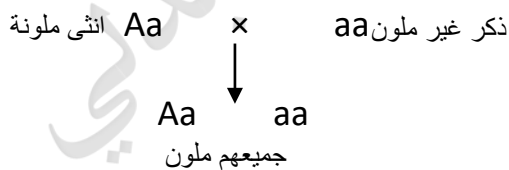
dd والتي من المفروض ان تكون يسارية الالتفاف أي ان الحلزنة لا تتوقف على جينات الموقع نفسه بل تتوقف على جينات الام التي تتأثر بسايتوبلازم البيضة



مثال: أوضح العالم caspari تأثير الام في عثة الطحين ودرس صفتين هما لون الجسم ولون العيون لليرقات فتكون جسم اليرقات، واللون القهوائي الداكن للعينين سببها صبغة (كانيورينين) الموجودة في السايتوبلازم والنتائج عن وجود الجين الحي A السائد على الاليل المتنحي a والذي يعمل على تكوين أي صفة، فعند تلقيح ذكر هجين Aa مع انثى متنحية aa نلاحظ نصف اليرقات تحتوي على الصبغة والنصف الاخر غير ملون كالآتي:



أما عند اجراء التلقيح العكسي أي تزواج ذكر aa مع انثى Aa نلاحظ ان النسل يكون جميعه ملون



### الأدلة على التوريث اللانوي:

1- ان اختلاف النتائج في التلقيحات العكسية Reciprocal crosses توضح الانحراف عن النموذج المنديلي للجين المتحكم بصفة جسمية (وبعد استبعاد دور الارتباط) فان الاختلافات في نتائج التهجينات العكسية تشير الى ان أحد الآباء (وعادة الام) له تأثير أكبر من الاب الاخر على صفة معينة.

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف العبدلي

- 2- الكيمياء الانثوية تحمل كمية أكبر من الساييتوبلازم والمعطيات الساييتوبلازمية مقارنة بالكميات الذكرية ويتوقع ان تؤثر على الصفات غير المنديلية.
- 3- تشغل الجينات النووية مواقع ثابتة في الكروموسومات ولها خرائط محددة تعين مواقعها بالنسبة للجينات الأخرى، ان توفر هذا النوع من المعلومات يمكن اثبات التوريث اللانويي.
- 4- يقترح من عدم ظهور الانعزالات المنديلية المميزة التي تعتمد على دورة الكروموسومات في الانقسام المايوزي حالة تورث ساييتوبلازمي.
- 5- التعويض التجريبي للانوية يمكن ان يوضح التأثير النسبي لكل من النواة والساييتوبلازم فتوريث الصفات دون جينات نووية يؤكد التوريث الساييتوبلازمي.

مثال: في نباتات الذرة الصفراء إذا كان سبب الاختلاف في نتائج التضريب العكسي يعود الى اختلاف كميات الساييتوبلازم لكميات الام والأب وهناك اعتقاد بوجود توريث ساييتوبلازمي، ان مشاركة حبة اللقاح في ساييتوبلازم الزايكوت قليلة جدا او معدومة حيث ان معظم الساييتوبلازم تورث من خلال ساييتوبلازم الام. ففي الذرة الصفراء توجد صفة الورقة المخططة.

P نبات ذات أوراق مخططة (ذكر) x نبات ذات أوراق خضراء (أنثى)

F1 جميع النباتات في الجيل الأول خضراء اللون.

التهجين المتعكس P نبات ذات أوراق مخططة (أنثى) x نبات ذات أوراق خضراء (ذكر)

F1 نباتات خضراء الأوراق + نباتات مخططة الأوراق + نباتات بيضاء الأوراق بنسب متفاوتة.

### الطفرات الوراثية Mutations:

من خلال الدراسات الوراثية ان كل نوع من الكائنات الحية متميزة بمجموعة كروموسومية كافة محدودة العدد. فالخلايا التناسلية او الكميات تكون أحادية المجموعة الكروموسومية Haploid أي  $1n$  او monoploid وتدعى genome كما ان العدد الطبيعي للمجموعة الكروموسومية  $2n$  للكائن الحي يعود لاتحاد كمييتين لتكوين البيضة المخصبة وكذلك الخلايا الجسمية وتسمى ثنائية المجموعة الكروموسومية Diploid، وبذلك فان أي خطأ يحدث في انقسام النواة فانه يعود الى شذوذ كروموسومي او ما يعرف بالطفرة Mutation ويحدث ذلك نتيجة التعرض لبعض المؤثرات الكيميائية والفيزيائية والتي تحد من العوامل المطفرة.

وتعرف الطفرة Mutation بانها التغيرات الحاصلة في المادة الوراثية نتيجة التعرض الى مؤثر معين، من الكائن الحي الذي يبدي شكلاً مظهرياً نتيجة الطفرة يسمى الطافر Mutant وبعبارة أخرى فان الطفرة هي تغير فجائي مستمر في التركيب الوراثي للكائن الحي ومتوارث عبر الأجيال ولا يشمل هذا التعريف الاتحادات الجديدة من العبور الوراثي. وتعد الطفرة مصدر أساسي للتغيرات الوراثية في الطبيعة وتوفر إمكانية التطور لأغراض التكيف مع التغيرات البيئية الجديدة.

تقسم الطفرات عموماً الى قسمين:

#### 1- الطفرات الطبيعية Natural or spontaneous Mutations:

وهي طفرات تنتج طبيعياً دون تدخل الانسان، تكراراتها واطئة جداً، وأغلبها متنحية وغير مفيدة للمجتمع مثال عليها الطفرة التي حدثت في نبات الشعير.

#### 2- الطفرات الصناعية Artificial or Induced Mutations:

وهي الطفرات الناجمة عن استعمال مواد مطفرة Mutagenesis من قبل مربي النبات لغرض خلق تغيرات وراثية وانتخاب المفيد منها وذلك عن طريق استخدام المواد المطفرة. تكراراتها يتحكم بعددها مربي النبات، وغالباً ما تكون مفيدة للمجتمع وتحدث بتدخل الانسان.

إن الطفرات يمكن ان تكون على مستوى الكروموسومات وتسمى بالطفرات الكروموسومية أو ان تكون على مستوى الجينات (المستوى الجزيئي) وتسمى بالطفرات الجينية.

أولاً/ الطفرات الكروموسومية وتشمل: -

1- الاختلاف في عدد الكروموسومات.

2- الاختلاف في حجم الكروموسومات.

3- الاختلافات او التغيرات البنائية للكروموسومات.

4- الاختلاف في شكل الكروموسومات.

ولأهمية التغيرات العددية البنائية للكروموسومات سوف نوضح هذين النوعين: -

تحتوي الكائنات الحية الثنائية المجموعة الكروموسومية Diploid على مجموعتين من الكروموسومات النظرية أحدها قادم من الاب والآخر قادم من الام، وتشمل الاختلافات في عدد الكروموسومات ما يلي: -

### أ - تعدد المجموعة الكروموسومية الكامل (الحقيقي) Euploidy وتشمل: -

1- احادي المجموعة الكروموسومية Monoploid  $1n$ : تكون شائعة في الاشنات وجميع الطحالب والفطريات وتمثل شذوذ عن الكائنات الراقية والافراد الحاملة لها تموت في بعض الحيوانات مثل النحل.

2- ثلاثية المجموعة الكروموسومية Triploid  $3n$ : وهي حالة نادرة الحدوث في البيعة ويمكن ان تنتج من اتحاد كميت احادي المجموعة الكروموسومية  $1n$  مع كميت ثنائي المجموعة الكروموسومية  $2n$  وتكون افرادها عقيمة ومنها الرقي الثلاثي.

3- رباعية المجموعة الكروموسومية Tetraploid  $4n$ : وهي حالة نادرة في الحيوانات وشائعة في النباتات فالنباتات رباعية المجموعة  $4n$  قادرة على انتاج كميات تحمل كل منها  $2n$  وبعد التلقيح ينتج عنها افراد رباعية الكروموسومات ومثال على ذلك قصب السكر والشعير والحنطة.

4- التعدد المجموعي Polyploid: - وتشمل الاحياء التي تحتوي أكثر من أربع مجاميع كروموسومية وهي قليلة في الطبيعة وخاصة في الحيوانات لكنها موجودة في النباتات مثل حنطة الخبز  $6n$  والشليك  $8n$ .

وترجع حالات التعدد الكروموسومي المختلفة الى سبب أو أكثر من الأسباب التالية: -

1- عدم انقسام السايوتوبلازم بعد إتمام عملية انقسام الكروموسومات اثناء الانقسام الخلوي سواء الانقسام الاعتيادي او الاختزالي.

2- عدم انشطار يؤدي الى عدم انفصال الكروموسومات في الدور الانفصالي وإذا حدث ذلك في الانقسام الاختزالي فينتج عنها كميات  $2n$ .

3- عدم تكوين المغزل يؤدي الى عدم توزيع الكروموسومات المتضاعفة الى قطبي الخلية.

### ب - التعدد الكروموسومي غير الكامل Aneuploidy:

هي الاختلافات الكروموسومية التي لا تشمل المجموعة الكروموسومية الكاملة بل زيادة او فقدان بعض الكروموسومات في بعض الأزواج الكروموسومية المتناظرة ويعود سبب ذلك الى: -

1- اتحاد كميات غير متوازنة الكروموسومات مع بعضها لأي نوع من الأنواع.  
2- فقد أو زيادة كروموسوم واحد أو أكثر من أحد الخلايا نتيجة عدم انتظام الدور الانفصالي في الانقسام الاختزالي.

تكون الافراد ذات العدد الكروموسومي غير الكامل قليلة الانتشار وذو حيوية واطئة وعدم القدرة على العيش والتناسل بصورة طبيعية وتنقسم هذه المجموعة الى:

الأستاذ الدكتور

1- باتجاه الزيادة Hyperploids وتشمل:

1. ثلاثية المجموعة الكروموسومية (2n+1) Trisomic AA BB CCC
2. ثلاثية ثلاثية المجموعة الكروموسومية (2n +1+1) Double trisomic AA BB CCC
3. رباعية المجموعة الكروموسومية (2n+2) Tetrasomic AA BB CCCC
4. خماسية المجموعة الكروموسومية (2n+3) Pentasomic AA BB CCCCC

2- باتجاه النقصان Hyposomic وتشمل:

1. أحادية الكروموسوم: (2n-1) Monosomic AA BB C-
2. غائبة الزوج الكروموسومي (2n-2) Nullisomic AA BB ..
3. ثنائية أحادية الكروموسوم (2n-1-1) Double monosomic AA.B. C.

\* التغيرات أو الاختلافات البنائية للكروموسومات:-

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف العبدلي

ومن أهم هذه التغيرات ما يأتي :-

- 1- النقص (Deletion) Deficiency وهي الحالة التي يفقد فيها جزء من الكروموسوم الذي يحمل جين مفرد أو عدة جينات وقد يكون طرفي أو وسطي.
- 2- التكرار أو الإضافة (Addition) Duplication. وهي حالة إضافة قطعة زائدة من الكروموسوم تحمل جين واحد أو أكثر الى كروموسوم آخر وقد تكون الإضافة طرفية أو وسطية.
- 3- الانقلاب Inversion. وهو عبارة عن انقلاب قطعة من الكروموسوم فيها مجموعة من الجينات وتغير اتجاهها بمقدار 180° أي يعكس تأثيرها وذلك لانكسار ثم التاحمه مرة أخرى.
- 4- الانتقالات Translocation وهي عبارة عن تبادل أجزاء كروموسومية قد تكون متساوية الطول او غير متساوية للكروموسومات غير المتناظرة وهي على نوعين أ- الانتقال البسيط، ب - الانتقال المتبادل.

ثانياً/ الطفرات الجينية أو النقطية:-

هي طفرات تحدث على مستوى الجين والذي هو عبارة عن تتابع من النيوكلويدات في DNA وهي عدة أنواع:

- 1- طفرات الحذف: وتحدث عندما يحدث حذف زوج من القواعد النتروجينية أو أكثر للجين.

2- طفرات الغرس او الحشر insertion mutations تحدث عندما يتم حشر زوج قواعد جديدة او ازواج من القواعد النتروجينية للجين.

3- طفرات الاستبدال substitution Mutations. تحدث نتيجة إستبدال قواعد نايتروجينية ببعضها ويكون الاستبدال على نوعين:

أ - استبدال مماثل: استبدال قاعدة من نوع بيورين بأخرى بيورين  $G \leftrightarrow A$  أو قاعدة بريميدين بأخرى بريميدين  $T \leftrightarrow C$ .

ب - استبدال غير مماثل: وهي استبدال قاعدة نايتروجينية نوع بيورين بأخرى بريميدين أو العكس.

الأستاذ الدكتور  
معاذ محي محمد شريف العبدلي



## قوة الهجين او الغزارة الهجينية Hybrid vigor or Heterosis:

قوة الهجين أو تفوق وحيوية الهجين هو عبارة عن الظاهرة التي تصاحب التهجين بين السلالات النقية أو الأصناف التي تختلف عن بعضها في التركيب الوراثي بحيث تظهر في الجيل الأول زيادة في القوة والحيوية والقدرة على النمو بالإضافة الى بعض الصفات الحقلية والمختبرية وخاصة حاصل الحبوب. وهذه الحالة تسمى بقوة الهجين الموجبة وهناك حالة عكسية بحيث تكون قوة الهجين سالبة وهي الحالة المرغوبة في دراسة نسب الإصابة بمرض معين أو مواعيد الازهار والنضج لغرض الحصول على هجين مبكر.

### ما هي قوة الهجين: -

لوحظت هذه الظاهرة منذ القرن الثامن عشر ومنذ ذلك الحين أصبح هذا الموضوع من أهم المواضيع التي تشغل علماء الوراثة وتربية النبات والحيوان وذلك محاولة منهم لمعرفة أسبابها وقواعدها وطرق استغلالها في زيادة الإنتاج، وفي أوائل القرن العشرين بدء العالمان Shull (1905) و East (1907) في الولايات المتحدة الامريكية أبحاثهما لدراسة هذه الظاهرة وعلى نبات الذرة الصفراء بالتحديد وقد عرف Shull قوة الهجين:

عبارة عن الزيادة في الطول والوزن والحجم والنمو.....الخ في الجيل الأول عن أعلى الابوين الناتج منهما وذكر أنه إذا لم تكن هناك زيادة عن اعلى الابوين فلا توجد قوة هجين أما Richy (1946) عرف قوة الهجين:

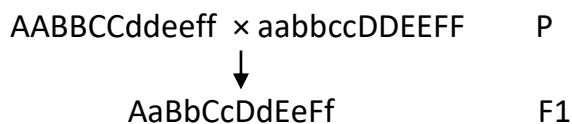
بأنها الزيادة في أفراد الجيل الأول عن معدل الابوين.

ويرجع الفضل الأول في انتاج الذرة الصفراء حالياً والذي زاد عن 400% عن السابق الى Shull الذي استنتج انه يمكن التوصل الى آباء نقية تعطي نسلأ أصيلاً او نقياً بواسطة التربية الداخلية (التلقيح الذاتي) في الذرة الصفراء الخلطية التلقيح والتهجين بينها للحصول على قوة هجين وغزارة في الحاصل.

### نظريات قوة الهجين: -

1- نظرية السيادة للجينات المرغوبة أو المرتبطة: -

من أكثر النظريات شيوعاً وقبولاً لدى علماء الوراثة لتفسير ظاهرة قوة النمو والإنتاج عند التهجين ونقص النمو عند التربية الداخلية (التلقيح الذاتي) وتفترض بان النباتات الخلطية التلقيح تحتوي على جينات متنحية غير مرغوبة لكنها تحت تأثير الجينات المرغوبة وسوف يؤدي التهجين بين سلالتين نقيتين الى تكوين هجين يختبئ فيها تأثير الجينات المتنحية أو الضارة، على سبيل المثال عند التهجين بين سلالتين نقية كما في أدناه



وهنا يلاحظ وجود سيادة للجينات المرغوبة على تلك غير المرغوبة والتي تكون مرتبطة فيما بينها.

- 2- نظرية السيادة الفائقة Over dominance:
- 3- نظرية المحفزات الفسلجية: وهي قائمة على أساس ان التهجين أو قوة الهجين تنتج عن الخلط في حد ذاته بين العوامل الوراثية بحيث يكون النبات الخليط أقوى نتيجة التنشيط الفسيولوجي.
- 4- نظرية الاليلات المتعددة Multiple alleles.
- 5- التكامل الحيوي Cellular complementation.
- 6- نظرية التوازن الحيوي Balanced metabolism.
- 7- نظرية الهرمونات Hormonal theory.

الأستاذ الدكتور  
معاذ محي محمد شريف الجبدي

### \* تقييم قوة الهجين :-

بناءً على التفسيرات السابقة الذكر لظاهرة قوة الهجين وصفت معادلتين لتقدير قوة الهجين.

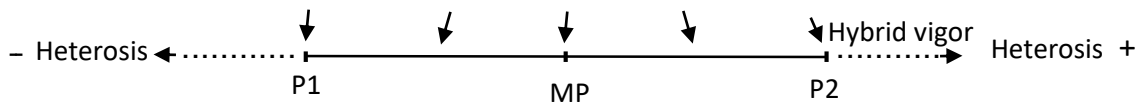
1- حسب تعريف Shull:

$$\text{قوة الهجين (\%)} = \frac{\text{معدل الجيل الاول } (\bar{F1}) - \text{معدل الاب الاعلى } (\bar{HP})}{\text{معدل الاب الاعلى}} \times 100$$

2- حسب تعريف Richy:

$$\text{قوة الهجين (\%)} = \frac{\text{معدل الجيل الاول } (\bar{F1}) - \text{متوسط الابوين } (\bar{MP})}{\text{متوسط الابوين}} \times 100$$

وعليه تحسب قوة الهجين أما الزيادة الحاصلة في الجيل الأول عن أعلى الابوين وتمثل الغزارة الهجينية Hybrid vigor وتعتمد على نظرية السيادة الفائقة



حالات السيادة المختلفة.

- 1- إذا كانت قيمة  $MP = F1$  تعني انعدام السيادة.
- 2- إذا كانت قيمة  $F1$  واقعة بين  $MP$  و  $P2$  تعني وجود سيادة جزئية باتجاه الاب الأعلى.
- 3- إذا كانت قيمة  $F1$  واقعة بين  $MP$  و  $P1$  تعني وجود سيادة جزئية باتجاه الاب الأدنى.
- 4- إذا كانت قيمة  $F1 = P2$  تعني وجود سيادة تامة باتجاه الاب الأعلى.
- 5- إذا كانت قيمة  $F1 = P1$  تعني وجود سيادة تامة باتجاه الاب الأدنى.
- 6- إذا كانت قيمة  $F1$  أعلى من  $P2$  تعني الغزارة الهجينية أو قوة الهجين الموجبة.
- 7- إذا كانت قيمة  $F1$  أعلى من  $P1$  تعني الغزارة الهجينية أو قوة الهجين السالبة.

## الهندسة الوراثية Genetic Engineering.

هي تغيير أو تعديل يقوم به العلماء في المادة الوراثية (الحامض النووي DNA) للكائنات الحية، وتكون اما بتغيير ترتيب مكونات المادة الوراثية او حذف أجزاء منها او مضاعفتها، او ادخال أجزاء من المادة الوراثية تعود الى كائن حي آخر اليها، بهدف تعديل خصائص الكائن الحي او تحسينها، مثال على ذلك انتاج اطعمة ذات قيمة غذائية اعلى، او انتاج بروتين لعلاج مرض معين، ويسمى الكائن الحي بعد اجراء التعديل على المادة الوراثية كائناً معدلاً وراثياً.

أجريت اول تجربة ناجحة على البكتريا عام 1973 ثم توالى التجارب بعد ذلك على الفئران والنباتات والثدييات وغيرها، وتشمل تطبيقات الهندسة الوراثية الكثير من المجالات منها الزراعة والأبحاث والتكنولوجيا والطب وغيرها من المجالات.

### \* الحامض النووي DNA :-

لفهم الهندسة الوراثية لا بد من التعرف على الحامض النووي الرايبوزي منقوص الاوكسجين حيث يوجد في نواة كل كائن حي تراكيبي خيطية الشكل تسمى كروموسومات والتي بدورها تحمل الجينات الحاوية على رموز تتحكم في انتاج آلاف الأنواع المختلفة من البروتينات التي يتكون منها معظم جسم الكائن الحي، وقد اثبت العلماء ان DNA يحمل كل المعلومات الوراثية التي تحدد صفات الكائن الحي، ويتكون ال DNA من سلسلتين تتلفان على بعضهما بشكل لولبي ويمكن فصلهما ومضاعفتها، وتتكون كل سلسلة من العديد من جزيئات السكر والفوسفات وترتبط السلسلتين اربع قواعد نايتروجينية تترتب بشكل ازواج هي الادينين A وترتبط دائماً بالثايمين T بأواصر هايدروجينية مزدوجة والكوانين G ويرتبط بالسايروسين C بأصرة ثلاثية، ويمكن تصور ان الحروف الأربعة للقواعد النايتروجينية يمكن ترتيبها بطرق مختلفة للحصول على ملايين الكلمات فعلى سبيل المثال :

يتكون جسم الانسان من مئة ترليون خلية وكل خلية فيها بليون ونصف زوج من القواعد الكيميائية التي تترتب بترتيب فريد لا يوجد عند أي انسان اخر، ويشكل تتابع الأزواج الشفرة التي تتحكم في الصفات الوراثية للكائن الحي.

### \* خطوات اجراء الهندسة الوراثية :-

في علم هندسة الجينات تمكن العلماء من فصل سلسلتي ال DNA وتقطيعها الى قطع صغيرة ونقلها من كائن حي الى اخر. وتتم الهندسة الوراثية باتباع عدة طرق ولكنها في الغالب تتبع الخطوات التالية:

- 1- عزل الحامض النووي من كائن حي يحمل الصفة الوراثية المرغوبة.
- 2- تحديد الجين المرغوب والعمل على مضاعفته للحصول على نسخ عديدة منه.

- 3- اجراء تعديل على الجين ليصبح أكثر ملائمة للكائن الحي المراد تعديله إذا لزم الامر.
- 4- ادخال الجين الى الخلية المقصودة ويتم ذلك باستخدام البكتريا كحامل للجين الجديد.
- 5- حقن البكتريا في الكائن المراد تعديله باستخدام تقنيات مختلفة.
- 6- تكثير الخلايا المعدلة وراثياً بالطرق التقليدية.

### \* تطبيقات الهندسة الوراثية: -

#### أ- في مجال الطب وتشمل:

- 1- انتاج اللقاحات ضد بعض أنواع الامراض مثل التهاب الكبد الفايروسي والحمى القلاعية في الحيوانات.
- 2- انتاج هرمون الانسولين البشري من البكتريا حيث كان يعتمد سابقاً على انتاجه من بنكرياس الخنازير والابقار وهي عملية مكلفة ولا تخلو من اضرار جانبية.
- 3- انتاج اللمفوكينات وهي بروتينات تنظم عمل الجهاز المناعي في الانسان ومنها بروتين الانترفيرون ألفا المستخدم في علاج الامراض الفايروسية مثل نزلات البرد والتهاب الكبد.....الخ.
- 4- انتاج السوماتوستاتين: وهو هرمون تفرزه غدة تحت المهاد في المخ ينظم عمل هرمون النمو وسابقا كان يحضر من الجثث البشرية.
- 5- انتاج هرمون إريثروبويتين الذي يحفز انتاج كريات الدم الحمراء في المرضى المصابين بفقر الدم الشديد.
- 6- انتاج مواد تذيب الجلطات الدموية وتمنع انسداد الشرايين للوقاية من النوبات القلبية.
- 7- انتاج اجسام مضادة تحتوي عناصر مشعة او سموم خلوية لعلاج مرضى السرطان.

#### ب- في مجال الزراعة: -

- 1- زيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية.
- 2- زيادة مقاومتها للأمراض والحرارة والرطوبة.
- 3- تقليل حاجة النباتات للأسمدة.
- 4- انتاج محاصيل قادرة على تثبيت نتروجين الجو وبهذا لا تحتاج الى تزويدها بالأسمدة.
- 5- انتاج محاصيل قادرة على انتاج بروتينات سامة للحشرات والديدان كما في الطماطة والتبغ.
- 6- انتاج محاصيل زراعية لا تتأثر بمبيدات الأعشاب الضارة مثل الكلايفوسيت مما يمكن المزارع من رش الحقل بالكلايفوسيت دون ان يتضرر المحصول.
- 7- انتاج عدة أنواع من الكائنات الحية الدقيقة التي تحل محل المواد الكيميائية السامة ويمكن استخدامها للتخلص من الآفات الحشرية والمسببات المرضية.
- 8- تحسين نوعية محتوى البذور من البروتينات وكميته.

الأستاذ الدكتور  
معاذ محي محمد شريف العبدلي

9- نقل جين انتاج البروتينات الحيوانية الى النباتات.

10-تحسين قدرة النباتات على البناء الضوئي.

### ج - في مجال الصناعة: -

- 1- انتاج كائنات حية معدلة وراثياً يمكنها تحويل سكر السكروز الى سكر الجلوكوز.
- 2- انتاج أسمدة زراعية رخيصة الثمن من الامونيا التي تنتجها البكتريا الزرقاء المعدلة وراثياً.
- 3- انتاج مايكروبات لها القدرة على تحويل السليلوز الى سكر يمكن استخدامه لاحقاً لإنتاج الايثانول.
- 4- مراقبة كفاءة تحلل القمامة والمنتجات النفطية والنفتالين والنفايات الصناعية الأخرى باستخدام بكتريا معدلة وراثياً تنتج ضوءاً يتناسب مع كمية النفايات التي تم تحليلها.
- 5- انتاج الطاقة الحيوية والوقود الحيوي حيث يمكن تحويل هذا الوقود الى كحول او ديزل او نפט او منتجات طاقة أخرى.

الأستاذ الدكتور  
معاذ محي محمد شريف العبدلي

## الوراثة الكمية: Quantitative Genetics

لوحظ من دراساتنا السابقة للصفات المتوارثة وقوع الفئات المظهرية ضمن حدود يمكن تمييزها بسهولة بحيث يمكن وصف كل فئة بصفة معينة لذلك يطلق على مثل هذه الصفات اسم الصفات النوعية Quantitative مثل وجود او عدم وجود القرون في الابقار ولون البذور في البزاليا ولون الفراء في الارنب...، غير انه لا تظهر جميع الصفات الوراثية بها الشكل الواضح المحدد ، فمثلا طول القامة في الانسان هي صفة وراثية ولكن عندما تحاول تصنيف هذه الصفة لمجموعة من الطلبة فسوف نرى تباينا في الاطوال من القصير مرورا بتدرجات بسيطة الى ان نصل الى طويل القامة وان مثل هذه الصفات عادة ما تخضع الى التوزيع الطبيعي المستمر . وهناك امثلة عديدة على هذا النوع من الصفات مثل الذكاء ولون العيون في الانسان وكمية الحاصل في النبات وحجم النبات وكمية الحليب في الابقار...، ان هذه الصفات تسمى بالصفات الكمية Quantitative traits او الصفات المترية (المقاسة) لأنها عادة تقاس بوحدات القياس مثل (الطول والوزن والحجم) أي انها تهتم بدرجة الصفة، اما الصفات النوعية فأنها تهتم بنوع او شكل الصفة وفيما يلي خواص كل منها:

### الصفات النوعية (الوصفية) Qualitative Genetics

1. هي صفات منقطعة التوزيع مثل اللون، ابيض او احمر، او وجود او عدم وجود القرون في الماشية ووجود او عدم وجود السفا في الحنطة او الشعير، أي انها لا تقاس بوحدات القياس لكنها توضح وصفا مثل غني او فقير، أعزب او متزوج....
2. يتحكم بها عدد قليل من الجينات مثل زوج او زوجين او ثلاثة ازواج.
3. درجة تأثير الجين على الصفة كبير جداً، أي درجة تعبير الجين عن نفسه قد تصل 100% فالزهرة الحمراء تبقى حمراء أي ان الجين المسؤول عنها طالما هو موجود فان لون الزهرة يجب ان يكون احمر.
4. الصفات النوعية لا تتأثر كثيرا بالظروف البيئية فالازهار الحمراء تبقى حمراء سواء بالصيف او الشتاء في الحرارة المرتفعة او المنخفضة.

### الصفات الكمية: Quantitative Genetics

1. هي صفات مستمرة التوزيع وهي صفات مقاسة بوحدات كالطول والحجم والوزن.
2. هي صفات يتحكم بها عدد كبير من الجينات.
3. لا يمكن تحديد أثر الجين بدقة لاشتراكه مع عدد كبير من الجينات لأظهار الصفات وهناك جينات ذات تركيز تسمى Major genes وأخرى ذات تأثير بسيط على الصفة وتسمى Minor genes
4. تؤثر البيئة بشكل كبير على هذه الصفات.

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف العبدلي

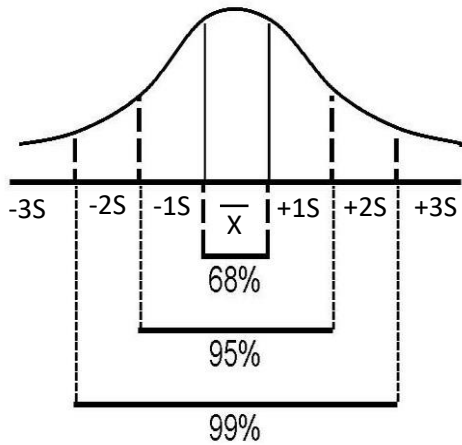
5. المجتمعات الحاوية على هذه الصفات تحتوي على مخزون كبير من التصنيفات الوراثية أي انها غير متجانسة وراثيا.

6. تمل هذه الجينات المسؤولة عن هذا النوع من الصفات لأنها توجد في نظم متوازنة بحيث تعمل كمجموعة ارتباط واحدة.

التوزيع الطبيعي للصفات الكمية:

عند دراسة صفة معينة في عشيرة او مجتمع ما بأعداد كبيرة يلاحظ ان اعداد قليلة يحملون الأنماط الظاهرية القصوى (المتطرفة) أي اقل او اعلى، بينما أكثر الافراد يكونون بالقرب من المعدل او المتوسط وهذا التوزيع المتناظر يسمى المنحنى الطبيعي (الجرسي).

Normal distribution. حيث ان معظم القيم محددة في الوسط اما القيم المتطرفة فتكون عند النهايات وتوجد مقاييس إحصائية تستخدم لدراسة الصفات الكمية وهي المتوسط mean والتباين variation والانحراف القياسي standard deviation وبصورة عامة ان أي صفة تتوزع توزيعا طبيعيا يكون الانحراف القياسي فيها عن المعدل (المتوسط) كالاتي:



$$x \pm 1S = 68\%$$

$$x \pm 2S = 95\%$$

$$x \pm 3S = 99\%$$

كلما كان الانحراف القياسي للصفة الكمية كبيرا دل على وجود تغير كبير في الصفة وبالعكس.

كلما كان المنحنى ضيقا دل على وجود تغير قليل في الصفة.

Ministry of Higher Education and Scientific Research

University of Anbar - College of Agriculture

Department of Horticulture and Landscaping



# Plant Genetics

## 2<sup>nd</sup> Class

**Prof. Dr.  
Maath. M.  
AL-Abdaly**

