الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
جامــعة حـماة
كلية الهندسة الزراعية

الوراثــة والبيولوجيـا الجزيئية

السنة الثانية

د. ايمان مسعود

المحاضرة الاولى

أسـاسـيات علم الوراثـة Principles of Genetic

مقدمة عن علم الوراثة Genetics

علم الوراثة Genetics: هو العلم الذي يهتم بدراسة كيفية انتقال الصفة الموروثة من جيل الى آخر، وما يتبع ذلك من محاولات لتفسير نشوء الاختلافات بين أفراد النوع الواحد، بل وبين افراد العائلة الواحدة بالنسبة لصفة واحدة معينة.

إنَّ كلمة وارثة (genetics) منحدرة من كلمة أغريقية تسمى (gennae) والتي تعني (to give birth to) "انتج ولداً أو الولادة" والتي ادخلت لأول مرة من قبل العالم (W.Bateson) في سنة 1906 في المؤتمر العالمي الثالث للوراثة الذي عقد في لندن والذي بحث خلاله تحسين وتهجين النباتات.

علم الوراثة هو علم دراسة المورثات (الجينات) gene، والصفات الوراثية التي تنتقل من الآباء للأبناء عن طريق المورثات، كما يدرس تباين الأنواع و اختلاف صفاتهم نتيجة اختلاف المادة الوراثية (الصبغيات Chromosomes) .

إنَّ القواعد النظرية للوراثة قد وضعت من قبل العالم مندل (1822-1884)Gr.Mendel) والذي انشأ في سنة 1864 سلسلة من المبادئ الرئيسية للوراثة التي سميت فيما بعد بقوانين مندل الوراثية.

إنَّ علم الوراثة قد حقق الكثير من الانجازات العلمية خلال فترة ظهوره التي تعتبر قصيرة نسبة الى بقية العلوم، والذي بدأ سنة 1900 بعد أعادة اكتشاف المشاهدات التي حصل عليها مندل في سنة 1864 فقد استطاع هذا العلم من تحقيق تقدم كبير في علوم الاحياء والزراعة والطب من خلال فهم الكثير من قضاياها سواء على مستوى العشائر أو العائلات أو الأفراد، وحتى على مستوى الجزيء الكيماوي.

كذلك أستطاع علم الوراثة تفسير كثير من الظواهر الوراثية بصورة صحيحة مضافاً اليها امكانية توجيه استخدامه من قبل الأخصائيين بطرق علمية لتحسين النبات والحيوان لغرض الحصول على الإنتاج في الكم والنوع.

لقد استخدم علم الوراثة البحث والتفسير والدراسة في علوم اخرى مثل الفيزياء الحيوية Biophysics والكيمياء الحيوية Biochemistry، علم الخلية Cell، التكاثر Reproduction، علم الاجنة Emberiology، علم اثر البيئة في الحيوان والنبات Ecology..... الخ. بالإضافة الى ذلك فإن علم الوراثة يتداخل مع بعض العلوم الاخرى البيولوجية مثل الطب، الانتاج الحيواني، الأمراض مزوداً اياها قواعد نظرية مهمة من جهة ومادة

حقيقية عظيمة من جهة اخرى. ولذلك فإن علم الوراثة مهم جداً باعتباره احد العلوم الذي بواسطته ممكن حل كثير من المعضلات في الوقت الحاضر والمستقبل.

تطور علم الوراثة

على الرغم من ظهور الوراثة كعلم في بداية القرن العشرين فإن الملاحظات الاولية حول الوراثة قديمة جداً، فقد استطاع الانسان من تكوين أنواع كثيرة من النباتات وفصائل الحيوانات ومن الآثار التي عثر عليها يعود تاريخها الى حوالي ما قبل اكثر من 6000 سنة لوح من الحجر مرسوم عليه خمسة أجيال من الخيل مشيرة الى طريقة انتقال شكل الرأس من جيل الى آخر. بالإضافة الى الآثار التي عثر عليها في بابل ومصر والصين القديمة التي توضح اهتمام الإنسان في تحسين النبات والحيوان فمثلاً كان المصريون يهتمون بتربية الكلاب، والبابليون والآشوريون بالنباتات، حسب ما جاء في قوانين حمورابي والصينيون في تكوين أنواع قوية من الرز. أما في وراثة الانسان، فإن الاساطير الهندوسية تقول بأن صفات الانسان كالقوة والشجاعة والحكمة هي صفات وراثية.

أما عن تفسير كيفية انتقال الصفات الوراثية فسنتناول بعض نظريات فكرة التوارث القديمة والحديثة حسب تطورها الزمني:

1-نظرية التخلق (النشوء الذاتي) Spontaneous generation theory

ومفادها أنه مرت على الارض فترات من الزمن كان فيها الناس يعتدون بالخرافات والأساطير القائلة بأن جميع الأحياء يمكن أن تنشأ من أشياء أخرى كالأشجار والحيوانات والصخور، كما أنها يمكن ان تعود الى اجسام طبيعية او جمادات موجودة في الكون، لم يكن هذا اعتقادُ الناس البسطاء فقط بل ان اشهر الفلاسفة مثل ارسطو عام 384 ق.م لم يتردد بالقول أنه ليس النبات فقطُ بل حتى الأحياء المعقدة مثل القراد والبعوض والذباب والقواقع والأحياء الأخرى يُمكن أن تنشأ من المواد المتفسخة.

وظهرت نظرية أخرى مبينة على أساس الابخرة والسوائل Vapour and fluids

لقد اعتقد الفيلسوف الاغريقي فيثاغورس بأن اعضاء الكائن الحي المختلفة تنتج أبخرة تتحد مع بعضها لإنتاج الفرد الجديد.

2- نظرية التخلق المسبق (السبقي) .Preformation theory

وتسمى بنظرية سبق التكوين، ومفادها أن جميع الكائنات الحية توجد بشكلها الطبيعي العادي ولكن بحجوم متناهية في الصغر داخل الخلايا الجنسية لذلك اعتقد بعض اصحاب هذه النظرية ان الانسان يوجد بشكله الطبيعي ولكن صغير جداً داخل الحيمن (الحيوان المنوي) وأن الحيمن

هو الذي سيعطي الفرد الجديد وهو الذي يقوم بنقل الصفات وسميت هذه المجموعة من العلماء (Animaleulists أي الحيمنيون) والى جانب ذلك كانت هناك مجموعة اخرى من العلماء تدعى (Ovists أي البيضيون) والتي تعتقد في كون البويضات هي المسؤولة عن نقل المادة الوراثية لأنها تحتوي على الإنسان المصغر بداخلها وان السائل المنوي وظيفته ادامة نمو البويضة. ولكنها ضحدت من قبل العالم الالماني ولف Wolff الذي أثبت عدم وجود فرخ صغير داخل الخلايا الجنسية.

ثم ظهرت نظرية الوراثة عن طريق الجسيمات Particulatinheritance theory

إن النظرية سبق التكوين لم تعد صالحة لتفسير انتقال الصفات وذلك لأنه حسب النظرية فإن النسل الناتج اما ان يشبه الاب اذا كان سبق التكوين في الحيوان المنوي أو يشبه الام اذا كان سبق تكوينه في البويضة، أي لايمكن جمع بين صفات الأب والأم معاً لذلك أقترح العالم الفرنسي موبيرتوس Maupertuis، بأن كل عضو من اعضاء الكائن الحي ينتج جسماً صغير، وأن كل هذه الجسيمات تتحد مع بعضها اثناء التكاثر الجنسي لتكوين الفرد الجديد.

3- نظرية التخلق المتعاقب .Epigensis theory :

اوجد هذه النظرية كلاً من Wolf و Vonbear 1737 حيث اعتقد بأن تطور الكائن الحي يحتاج إلى عمليات معقدة وليس فقط الى عملية النمو البسيطة. فعملية النمو تتكون من شقين هما زيادة حجم الاعضاء الموجودة وظهور أعضاء جديدة لم تكن موجودة مسبقاً في الكائن الحي لقد اعتقد Wolf ان ظهور الاعضاء الجديدة للجنين تعود الى قوة غيبية مجهولة في الرحم تساعد عل ظهورها.

4- نظرية توريث الصفات المكتسبة Aquired characters theory :

تبنى هذه النظرية العالم الفرنسي لامارك Lamark 1832 م الملقب بأبي التطور الطبيعي Natural Evaluation ومحتوى هذه النظرية ان اعضاء الجسم تتحور وتتطور بتأثير عوامل البيئة بها لتلائم ما تقوم به من وظائف وان هذه الصفات المكتسبة تورث وتنتقل من جيل إلى آخر. وبتعبير آخر فان هذه النظرية تقول ان اعضاء الجسمُ تنموُ نتيجة لاستعمالها وتضمُر نتيجة لإهمالها او لعدم استعمالها وأن هذا الاستعمال أو الاهمال هو المسؤل عن ظهور او ضمُور الاعضاء. وأن التغيرات في صفات الفرد نتيجة الاستعمال أو الإهمال تورث إلى أبناءه لقد ضحدت هذه النظرية (نظرية توريث الصفات المكتسبة) من قبل العالم الالماني Weismann بعد قيامه بإجراء تجربة على الفئران لـ 22 جيل متتالي، وذلك بقطع ذيول الفئران حديثة الولادة ولكن كان انتاج الجيل الثاني لهؤلاء افراد ذات ذيول طبيعية.

5- نظرية شمولية التكوين Pangenesis theory :

وضع هذه النظرية العالم البيولوجي داروين Darwin ووضع نظرية اخرى هي نظرية " الجسيمات " theory of pangenesis وهي تقول بأن كل جزء من الجسم ينتج جسيمات صغيرة gemmules تسير في الدم وتتواجد في الجسم بأجمعه ولكنها في النهاية تتركز في الاعضاء من جسيمات الابوين وبالتالي من صفات الابوين وهذه تفسير الصفات المكتسبة acquired characters ومعنى هذا ان العضو من الجسم الذي يتغير نتيجة الظروف البيئية ينتج جسيمات هي الاخرى متغيرة وتنتج في النسل اعضاء متغيرة ومعنى هذا ان المصارع لابد وان ينتج اطفالاً ذوي عضلات اكبر من عضلات اقرانهم. وقد أثبت لاحقاً طأ هذه النظرية وعدم صحتها

6- نظرية الخلية : Cell Theory :

اقترح كل من Shawn و Shleiden 1855 أن تكون نظرية الخلية أساساً لعملية التكاثر والتوارث في الكائنات الحية وتفترض هذه النظرية أن كل كائن حي يتكون من خلية واحدة أو أكثر وأن الخلايا لا تأتي إلا من خلايا حية سبقتها في التكوين فمثلا جسم الانسان خلاياه كلها تأتي من البيضة المخصبة نتيجة الانقسامات الجسمية المتتالية وبهذه المرحلة وصل عالم الوراثة مرحلة العصر الحاضر من شمول وتعقيد وتعدد

7- نظرية النسيج الجنسي Germoplasm Theory :

اوجد هذه النظرية العالم وايزمان 1843 حيث قسم جسم الكائن الحي إلى أنسجة جسمية وأخرى جنسية، والأنسجة الجنسية تكون الخلايا الجنسية Gametes والخاصة بعملية التكاثر، والأنسجة الجسمية تكون الخلايا الجسمية الداخلة بعملية النمو Growth

8- النظرية الكروموزومية في الوراثة:

وهي نظرية اشترك في وضعها العديد من العلماء فهي حصيلة الانجازات العلمية المتلاحقة في مجال علم الوراثة بعد إعادة اكتشاف قوانين مندل 1900 م ولكن يعود الفضل في وضع أساسها الأول الى العالم (فيلهلم رو 1883) حينما اقترح أن كروموزومات النواة هي الحاملة للعوامل الوراثية وهي عبارة عن أجسام منتظمة في صفوف على طول الكروموزوم وسميت بعدها بالجينات، وكل كرموزوم يحمل مجموعة منها وهي تتوارث عليه سوية من جيل لأخر.

** إن فشل الباحثين السابقين في تفسير ظاهرة انتقال الصفات الوراثية من جيل الى آخر يعود الى أخذهم بالحسبان كل الاختلافات المشاهدة في نفس الوقت سواء كانت هذه الاختلافات موروثة أو ناتجة من تأثير الظروف البيئية.

واستمر الوضع على هذا الحال حتى جاء مندل وقام بوضع الاسس الحديثة المنطقية لنظرية الوراثة .

أسباب نجاح تجارب مندل وحصوله على قوانينه هي :

1- ركز اهتمامه على صفة واحدة فقط أو عدد قليل من الصفات الظاهرة والواضحة للعيان، حيث درس ماندل السلوكية الوراثية لكل صفة بشكل مستقل عن غيرها بحيث استطاع اقتفاء أثر كل صفة وسلوكياتها عبر الأجيال المتعاقبة (تجزئة الصفات).

2- قام بإجراء تهجينات محددة بحيث تحكم في اختيار الأبوين واللذان يختلفان في صفة واحدة أو صفتين على الأكثر من الصفات التي سبق أن اختارها.

3- قام بحساب وعد الأفراد التي تحمل كل مظهر من مظاهر الصفات في كل جيل.

4- افترض وجود عوامل توريث مسؤولة عن اظهار الصفات الوراثية المختلفة حيث وضع نظرية تقول أن الذي يتحكم في هذه الصفات هي عوامل Factors (والتي تعرف الآن بالجينات المورثات Genes).

5- قام بتحليل المعطيات الرقمية وجعلها على شكل نسب تعبر ضمناً عن قوانينه.

فروع علم الوراثة:

إن الاهتمام بدراسة علم الوراثة جعل منه فرعاً كبير يضم اقسام صغيرة ومنها

1- علم الوراثة التقليدي (المندلي أو علم وراثة الانتقال) Classical Genetics :

دراسة انتقال الجينات من جيل لجيل، كما يهتم أيضاً بكيفية تكوين الاتحادات الوراثية الجديدة للجينات.

2- علم الوراثة الجزيئية Molecular Genetics : ان اكتشاف التراكيب الكيمياوية للمادة الوراثية وأهميتها في مستوى الجزيئة الحيوية في تثبيت ونقل المعلومات الوراثية عن طريق الشفرة الوراثية بمعنى ذلك ظهور الوراثة الجزيئية. ويهتم هذا العلم بدراسة تركيب ووظيفة الجينات على المستوى الجزيئي.

3- الوراثة الكمية Quantitative genetics: ان دراسة انتقال الصفات الوراثية الكمية ادى الى ظهور قسم مهم تطبيقي في عملية التحسين المستمر لصفات الحيوان

4- علم وراثة العشائر Population Genetics: إن البحث في الظواهر الوراثية في مستوى العشيرة والتركيب الوراثي والعوامل الوراثية التي تحور وتسبب التغاير فيها اطلق عليها أسم وراثة العشائر Population genetics. ويهتم هذا العلم بدراسة توزيع وسلوك الجينات في العشائر مع التركيز على التباين الوراثي وكيفية ارتباط هذا التباين ببيئة الكائن الحي.

– إن وراثة العشائر مع الوراثة الكمية يكونان عنصران مهمان في علم التحسين Breeding والذي يعتبر العلم الذي يهتم بالتطور الموجه للعشائر من اجل الحصول على انتاج نباتي وحيواني متصاعد نوعاً وكماً.

5- علم وراثة الخلية Cytogenetics: وقد نشأ بعد اكتشاف عناصر ومكونات الخلية الوراثية ودورها في نقل الصفات الوراثية. ويهتم بدراسة كل مايتعلق بالكروموسومات.

6- علم الوراثة البشرية (الوراثة في الإنسان) Human Genetics : الدراسة العلمية للتوارث والتباين في الإنسان.

7– علم الوراثة الطبية Medical Genetics : تطبيق اساسيات الوراثة البشرية في الطب.

8- استخدام الاشعة في تغيير التراكيب الوراثية Radiogenetics: إن امكانية تحوير التراكيب الوراثية من خلال استخدام الاشعة المتأينة أدى الى ظهور قسم جديد في بحث وتفسير الظواهر الوراثية والاختلافات هو قسم استخدام الاشعة في تغير التراكيب الوراثية

9- الامراض الوراثية Hereatary diseases: إن معرفة الاعداد المتزايدة من التشوهات والأمراض الخلقية والتي للوراثة دور كبير في ذلك جعل من نمو جزء جديد في الوراثة ذو اهمية كبيرة من اجل الوقاية من هذه الامراض وظهور حيوانات صحية خالية منها.

10- الهندسة الوراثية Genetics ingineering: في الوقت الحاضر وبعد تظافر جهود مجاميع كبيرة من الباحثين تم وضع النباتات الاولى من اجل اعداد طرق جديدة في التدخل في تركيب المواد الوراثية وذلك من خلال عملية اعادة تركيبها سميت بالهندسة الوراثية.

ملاحظة: كل الاقسام الانفة الذكر سنتناولها بشيء من التفصيل في الفصول القادمة.

علاقة علم الوراثة بالفروع الأخرى من علم الحيوان:

✓ تلعب الجينات دوراً مهما في تحديد كل سمات حياة الكائن الحي من خلال النواتج التي تحددها هذه الجينات.

✓ فهم الانتقال الجيني والتركيب والتعبير الجيني مهم جداً للعديد من الفروع الأخرى من علم الأحياء ؛ ولذلك، فإن علم الوراثة يعتبر موضوع مركزي في علم الأحياء.

❖ فعلى سبيل المثال :

• فهم أساسيات الوراثة التقليدية ووراثة العشائر مهم جداً لعلم الأحياء العشائري وعلم البيئة والتطور والسلوك .

• فهم أساسيات الوراثة الجزيئية مهم جدا في دراسات بيولوجيا الأعصاب وبيولوجيا الخلية وبيولوجيا التكوين وعلم وظائف الأعضاء وعلم المناعة.

بعض اسباب دراسة علم الوراثة:

أ- أحد فروع علم الأحياء، ولذلك فلابد من الالمام بأساسيات هذا العلم الذي أصبح يحتل موقعاً مرموقاً في علم الأحياء.

ب- دراسة أساسيات علم الوراثة ضروري لفهم العلوم الأخرى من علم الأحياء، لأن المواضيع التي تدرس فيه لها تداخل كبير ومباشر مع علوم اخرى مثل علم الأحياء الجزيئي، علم بيولوجيا الخلية وعلم وظائف الأعضاء، والتطور والسلوك والبيئة والمناعة وغيرها.

ج- فهم آليات التوارث هو الأساس للفهم الشامل للحياة نفسها، لأن المعلومات الوراثية هي التي تحدد الوظيفة الخلوية، الشكل المظهري للفرد وهي حلقة الوصل بين الأجيال في جميع الكائنات الحية.

د- للمعرفة الوراثية كثير من التطبيقات العملية: فهم الامراض الوراثية – الهندسة الوراثية – تربية وتحسين النباتات والحيوانات – الاستشارات الوراثية.

الوراثة والصفات

الصفات : لكلّ كائن في هذه الأرض صفات خاصّة به، يتميّز بها عن غيره من المخلوقات، وهذه الصفات قد تكون ظاهرة عليه، وتنعكس في مظهره الخارجي، أو في بنائه الجسدي، أو قد تكون هذه الصفات خاصّة بسلوك الكائن الحي، ويستطيع الفرد ملاحظتها من خلال حواسه، وقد تكون هذه الصفات خفيّة، لا تظهر إلا من خلال الفحوصات الطبيّة.

الوراثة والصفات: ترتبط الوراثة ارتباطاً وثيقاً بما يحمله الكائن الحي من صفات جسمية؛ إذ تعتبر الصفات الوراثية بأنّها المسيطرة على ما يمتلكه الكائن الحي من لون وشكل وحجم وطول بالإضافة إلى بعض الصفات الخاصة بالإنسان كشكل الوجه والميول، وفي الغالب تكون هذه الصفات موروثة من قبل الأب والتي تلعب دوراً مهماً في تحديد الترتيب بين البشر، والرتبة أو العائلة التي ينتمي إليها ذلك الكائن الحي أو الإنسان، ويمكن تحديد ذلك بشكل جليّ عن طريق الحمض النووي الـDNA.

من الجدير ذكره فإنّ صفات الكائن الحي تنقسم إلى نوعين أساسييّن وهما:

1- الصفات الوراثية تسمّى أيضاً بالصفات غير المكتسبة: التي تظهر على الإنسان دون أن يتعلمها، والتي لا علاقة للتربية بها، بل يتمّ توارثها من جيل إلى آخر، بحيث تنتقل بالوراثة بين الأجيال، من الآباء إلى الأبناء، عن طريق الكروموسومات التي تحمل الجينات، والموجودة في الشيفرة الوراثية DNA، وتنشطر إلى نوعين:

– **الصفات الكمية:** تتمثل بالصفات التي يكون العدد الأكبر من الجينات يمتلكها، بالإضافة إلى أنها تتأثر بالبيئة المحيطة بها كما هو الحال بالجسم.

– **الصفات النوعية:** هي تلك الصفات التي يكون للجينات القليلة تأثيرٌ عليها، ويمتاز هذا النوع من الصفات الوراثية بعدم قدرة البيئة على التأثير عليها مثل لون العيون.

ومن أهمّ الصفات الوراثية التي يتم توارثها:

الصفات الجسمية: والتي تكون ظاهرة على الجسم مثل: لون العيون: يكتسب الإنسان لون عيونه بالوراثة، حيث تنشأ لون العيون من التقاء صفة لون عيون الأب، مع صفة لون عيون الأم، وقد تظهر عيون الأبناء بلون مختلف عن لون عيون والديهم، وذلك لأنّ الصفة تكون عند الآباء، ولكنها بصفة متنحية أي غير ظاهرة، وقد تظهر في الأبناء.

فصيلة الدم: حيث إن هناك أربع فصائل للدم (A, B, AB,O)، ولكلّ فرد فصيلة خاصة به تنتقل إليه من والديه عن طريق الوراثة.

ثني اللسان: وهي صفة تنتقل إلى الإنسان عن طريق الوراثة، حيث إن بعض الأشخاص يستطيعون ثني ألسنتهم، وبعضهم الآخر لا يستطيع ذلك.

شحمة الأذن: وهي صفة وراثية، قد تكون فيها الأذن متصلة بالخد، أو منفصلة عنه.

الصفات العقلية: مثل صفات الذكاء.

الطبع والسجايا: كحدة الطبع، والجمود، والإحساس.

النمو: تؤثر الوراثة في النمو من حيث مظاهره، وصفاته، بحيث يتوقف معدل النمو على وراثة خصائص النوع.

الصفات المتأثرة بالجنس: تتأثر بعض الصفات بالجنس لكنها لا ترتبط به، مثل صفة الصلع.

الصفات المرتبطة بالجنس: تعتبر الكروموسومات الجنسية هي المسؤولة عن تحديد نوع الجنس (ذكر أو أنثى)، حيث إنّ الأنثى تحمل كروموسومات بالرمزXX، أمّا الذكر فيحمل الرمز XY، كما أنّها مسؤولة عن بعض الأمراض مثل مرض الهيموفيليا، وعمى الألوان.

2– الصفات غير الوراثية تسمّى أيضاً الصفات المكتسبة: هي الصفات التي يقلّدها الفرد تقليداً أو التي يكتسبها الفرد من البيئة المحيطة به بعد التدرّب، والتعلم حيث إنها لا تكون موجودة في جسمه من قبل، ولا تنتقل عبر الجينات أو الصفات الوراثية، ولا تدخل في شريط الـ DNA الذي ينتقل من شخص إلى آخر، ومن الأمثلة على الصفات غير الوراثيّة تعرض الشخص لأشعة الشمس لفترات طويلة يؤدّي إلى اسمرار الجلد، وكذلك تعلم اللّغة، والكتابة، حيث يولد الإنسان لا يعرف الكتابة، والقراءة، ولكنه يتقنها مع التعلّم.

مفاهيم عامة في الوراثة: لابد من التعريف ببعض المصطلحات الوراثية من أجل فهم مضمون عمل مندل، وما قدم هذا العمل من حقائق ومفاهيم تخدم علم الوراثة الحديث.

1- علم الوراثة (التوريث) Genetics:

أحد فروع علم الأحياء الذي يختص بدراسة التوارث والتباين محاولاً كشف القوانين التي تتحكم في التشابهات والاختلافات بين الأفراد التي ترتبط فيما بينها بصلة عضوية معينة.

هو العلم الذي يبحث في كيفية انتقال المعلومات الوراثية من جيل الى جيل، كما يعني أيضاً بكيفية تعبير هذه المعلومات داخل الكائن الحي.

هو العلم الذي يبحث في تركيب ووظيفة الجينات وطرق انتقالها من جيل الى جيل.

هو العلم الذي يختص بدراسة الجينات خلال تباينها.

هو العلم الذي يدرس الصفتين الأساسيتين للمادة الحية (التوريث والتغير) ويبحث علم الوراثة طرق تأمين الآليات البيولوجية لنقل التشابهات والاختلافات من جيل لآخر، وأيضاً آليات التشكل الفردي للكائنات الحية.

هو العلم الذي يبحث في آليات توريث وفي انتقال صفات أو خصائص الفرد إلى نسله وكيفية المحافظة على هذه الصفات عبر الأجيال المتعاقبة.

2-المادة الوراثية The Genetic material

هي مادة كيمائية توجد داخل الخلايا الحية وهي المسؤولة عن انتقال الصفات الوراثية من الاباء الى النسل .

الـ DNA: هو المادة الوراثية في جميع الكائنات الحية الخلوية.

الـ DNA أو الـ RNA : هو المادة الوراثية في الفيروسات.

3- جين (المورثة) Gene:

وهي تمثل الوحدة الوظيفية للوراثة التي تنتقل من الآباء إلى الأبناء. تمثل المورثة جزءً من شريط الـ DNA، وتحمل معلومات حول اصطناع نمط معين من البروتين الذي يجري التعبير عنه لاحقاً بالصفة.

وحدات وراثية (أي جزء من الـ DNA) محمولة على الكروموسومات وتنتقل من جيل إلى جيل آخر بواسطة الجاميتات المذكرة والجاميتات المؤنثة (بويضات وحيوانات منوية) وتتحكم الجينات في نمو صفات الفرد المتكون .

هي قطعة من الـ DNA تحمل المعلومات لإنتاج صفة معينة وليست هي الصفة، أي لا نقول مورثة صفراء او خضراء.....

هو الوحدة الفيزيائية والوظيفية للتوارث وهو عبارة عن تتابع معين من النيوكليوتيدات الذي يحدد تكوين ناتج معين فاعل (ببتيدة عديدة أو tRNA أو rRNA).

هو عبارة عن وحدة تخزين المعلومات القادرة على التضاعف و التطفر والتعبير.

الجين السائد: هو الجين الذي يطغى اثره على الجين المتنحي عند اجتماعهما في خلايا الكائن الحي ويرمز له بحرف لاتيني كبير.

الجين المتنحي: هو الجين الذي يختفي تأثيره عندما يجتمع مع جين سائد ويرمز له بحرف لاتيني صغير.

4- الموقع الكروموسومي أو الموضع الصبغوي (بالإنجليزية: Locus): وهو مصطلح مستخدم في مجال علم الوراثة و مجال الإحصاء الحيوي، حيث يُعبر المصطلح عن المَوقع المُحدد الذي يشغله جين مُعين عَلى الكروموسوم. وتسمى الأَشكال المُغايرة للجينات التي تَشغل نفس المَوضع عَلى الكروموسومات بِألائل. وتعرف المَجموعة المُرتبة من المواضع الصبغوية الخاصة على جينوم مُعين بِالخريطة الجينية. ووضعت الخرائط الجينية لتحديد أي المواضع الصبغوية ترتبط مع أي السمات الظاهرية.

5- الأليلان Allele : وهما عاملان يتوضع كل منهما في مكان محدد على الصبغيين القرينين (أليل لكل صبغي)، ويشكلان سوية المورثة. إن التغيرات المتدرجة في الأليلات هي التي تعطي التدرج في بعض الصفات التراكمية التي تعتمد على عدد كبير من الأليلات كلون الشعر أو زمرة الدم. تأخذ الأليلات في الخلية شكلاً سائداً يعبر عن نفسه دائماً أو شكلاً متنحياً لا يستطيع التعبير عن نفسه بوجود الأليل السائد.

الأليل هو (تأثير تعبير المورثة) وهو المظهر الذي تنتجه المورثة، أي تعبير المورثة، مثلا اللون (الأصفر – الأخضر)، الشكل (طويل – قصير)،...

6- صادقة التوالد (متماثلة اللواقح) (النقي، الأصيل) Homozygous :

النباتات التي أعطت في الأجيال المتتالية (من الجيل الثاني و ما بعد) صفة ظاهرية واحدة أطلق عليها مندل اسم صادقة التوالد أو النباتات النقية أو النباتات الأصيلة أو متماثلة اللواقح وهي الحالة التي يكون فيها الأليلان لمورثة محددة اللذين تم توريثهما من الأبوين متماثلين تماماً. وهو الفرد الذي يحتوي في تركيبه الوراثي على عوامل وراثية (جينات) متماثلة بالرموز RR أو rr مثلاً تحددان صفة ما.

7- كاذبة التوالد (متخالفة اللواقح) (الهجين، الخليط) Heterozygous:

النباتات التي أعطت في الأجيال المتتالية (من الجيل الثاني و ما بعد) صفتين مظهريتين أطلق عليها مندل اسم كاذبة التوالد أو متخالفة اللواقح أو الهجينة أو المختلطة.

وهي الحالة التي يكون فيها الأليلان لمورثة محددة اللذين تم توريثهما من الأبوين مختلفين، أحدهما سائد يعبر عن نفسه والآخر متنحي. وبالتالي الفرد متخالف اللواقح هو الفرد الذي يحمل مورثتين مختلفتين تحددان صفة ما مثل Rr .

وهو الفرد الذي يحتوي في تركيبه الوراثي على جينات وراثية مختلفة وبالرموز Rr أو Tt مثلاً.

8- الصفة السائدة Dominant trait : وهي الصفة التي يجري التعبير عنها دوماً بسبب وجود أحد الأليلين بشكل سائد، بغض النظر عن ماهية وطبيعة الأليل الآخر.

هي الصفة الوراثية التي تظهر في الطراز الشكلي للجيل الأول نتيجة تزاوج كائنين يختلفان عن بعضهما في زوج الصفات المتضادة ويرمز لها بحرف لاتيني كبير.

9- الصفة المتنحية Recessive trait وهي الصفة التي لا تستطيع التعبير عن نفسها في حال وجود أحد الأليلين بشكل سائد، ولكنها تعبر عن نفسها عندما يكون الأليلين متماثلان ومتنحيان.

هي الصفة الوراثية التي لا تظهر في الطراز الشكلي للجيل الأول وتظهر في الجيل الثاني ويرمز لها بحرف لاتيني صغير.

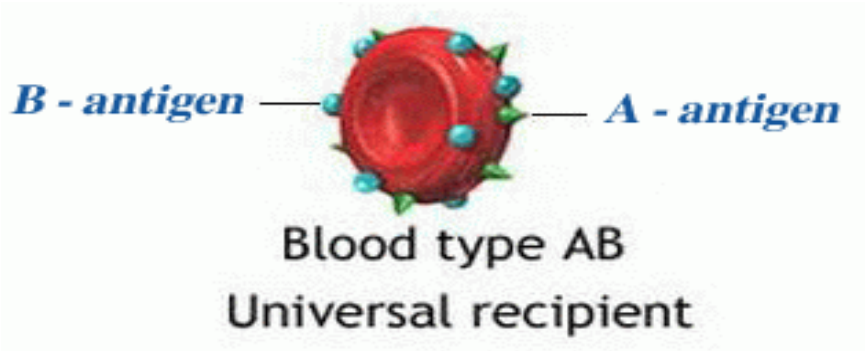
10- السيادة التامة (الرجحان التام لصفة وراثية): عندما تجتمع مورثتان متقابلتان متخالفتان معاً في نمط واحد فالمورثة السائدة (الراجحة) تعبر عن نفسها ظاهرياً وهذا مايسمى (نمط الرجحان التام أو السيادة التامة).

11- السيادة غير التامة (المشتركة) Incomplete Dominance – الرجحان المشترك :

ولهذا التعبير أيضاً أهمية كبيرة في تفسير بعض الأنماط الظاهرية الناتجة عن نمط مورثي متخالف اللواقح (المورثات)، حيث أنه – وفي أمثلة غير لون بذور البازلاء – نجد أنماطاً ظاهرية مشتركة بين المورثتين الموجودتين، أي أن كلتا المورثتين عبرتا عن نفسيهما، وبشكل متساوي. إن هذا المفهوم لم يتوصل إليه ماندل، كونه اقتصر تجاربه على صفات تعتمد في ظهورها على قانون السيادة التامة – الرجحان التام.

مثال عن السيادة المشتركة – الرجحان المشترك..

الزمر الدموية ، فجميعنا نعلم بوجود أشخاص زمرتهم الدموية AB، وذلك يحصل لأن العلاقة بين المورثتين A، B هي علاقة سيادة مشتركة، حيث لا ترجح الـ A على الـB ولا العكس أيضاً، وإنما تعبر كلتا المورثتين عن نفسيهما في حال كان الفرد متخالف اللواقح نمطه الوراثي (A-B) ليكون نمطه الظاهري AB حيث تتواجد مستضدات الـA ومستضدات الـB معاً لأن المورثتين قد عبرتا عن نفسيهما بشكل متساوي..



كريات الدم الحمراء في الزمرة AB حيث تتواجد مستضدات A و B معاً.

12- الطراز المظهري (النمط الظاهري) Phenotype

يدل على المظهر الخارجي هو تعبير الظاهري عن مورثة ما، أو مجموعة مورثات تهم صفة أو مجموعة من الصفات المدروسة. لون العيون، الوزن، لون البشرة.

هو صفات الكائن الحي المظهرية التي نراها بالعين (مثل الطول والقصر) أو الوظيفية أو التركيبية الناتجة عن تأثير الجينات وعوامل البيئة. هو الصفة المرئية التي تظهر من تفاعل العوامل الوراثية مع عوامل الوسط.

يشير إلى المظاهر والصفات والخصائص الحيوية الكثيرة للكائن الحي والتي قد تكون: صفات كيميائية أو بنيوية تركيبية، أو خصائص سلوكية بغض النظر عن التركيب الوراثي لذلك الكائن، فقد يكون الطراز المظهري صفة متميزة قابلة للتقدير واضحة للعين مثل لون الزهرة أو قوام الشعر، وقد تحتاج لاختبارات خاصة لمعرفتها، كالتحليل لمعرفة طراز الدم.

**دائماً الصفة المظهرية حتى تظهر يحكمها عاملين: عامل وراثي وعامل بيئي، فإذا وجد العاملان مع بعضهما تظهر الصفة وإذا غاب أحد العاملين لا تظهر الصفة؛ فالطراز المظهري حتى يظهر يحتاج لعامل وراثي وعامل بيئي.

مثال: لون اليخضور في النبات: يحتاج لمورثات وعامل بيئي هو الإضاءة لكي يظهر فعند زراعة أو تنبيت أي نبات بعيداً عن الضوء في الظلام (تغييب العامل البيئي) فإنه يفقد لونه الأخضر ويتوقف عن القيام بعملية التمثيل الضوئي، ويعطي نباتات ذات لون أبيض (ألبينو Albino) وهنا الطراز المظهري لم يتشكل؛ وبإعادة النبات ذاته (الألبينو) إلى الضوء تعود المادة الخضراء إلى الظهور ثانية ويستمر النبات بالقيام بعملية التمثيل الضوئي من جديد، فالتركيب الوراثي المسؤول عن تكوين اليخضور في هذا النبات ثابت ولكن تكوين اليخضور يحتاج إلى الضوء، ولذلك رأينا أنه مع ثبات التركيب الوراثي للنبات نفسه كان له طابعان ظاهريان (غياب اليخضور، ووجود اليخضور) تحت ظرف بيئتين مختلفتين (الظلام، والضوء).

13- الطراز الوراثي (النمط الوراثي) Genotype

عند الكائنات الحية ثنائية الصيغة الصبغية، تكون كل مورثة ممثلة بأليلين، نسمي شكل أو شكلي الأليلين بالنمط الوراثي.

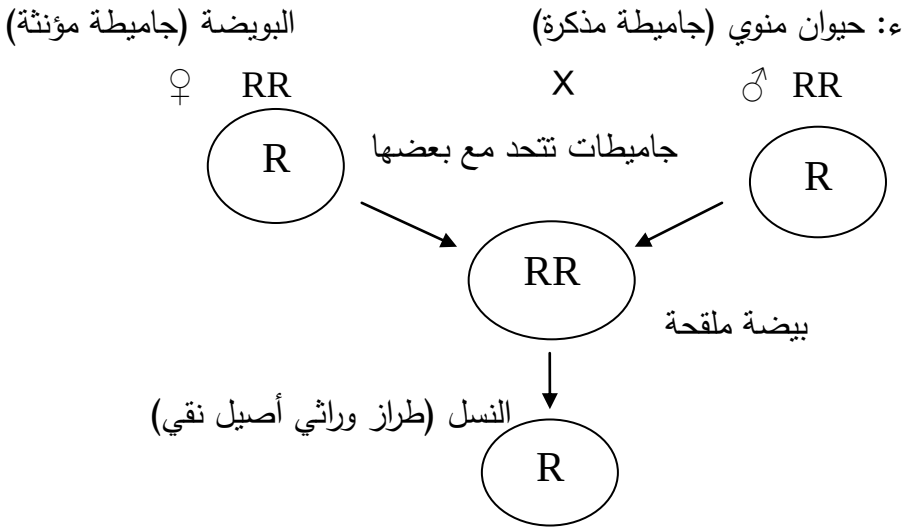
الصفات الوراثية التي يحملها الفرد على شكل جينات. بمعنى أن الطراز الجيني هو تركيب الجينات في الفرد. وهو المسؤول عن تكوين الطراز الشكلي (المظهري).

وهو الهوية الوراثية للكائن الحي التي توجد ضمن النواة، والتي لا يمكن رؤيتها. يتحدد الطراز الوراثي لكائن معين بمجموعة المادة الوراثية أو بالتركيب المورثي أو البنية الوراثية التي يرثها الكائن الحي من آبائه ويورثها لأبنائه ويبقى الطراز الوراثي ثابت نسبياً، فيما عدا بعض التبدلات النادرة والمفاجئة التي تتعرض لها المادة الوراثية بسبب الطفرات.

وهنا نميز في الطراز الوراثي مايلي:

1)- الطراز الوراثي الأصيل (النقي) : ينتج عن اتحاد عروسين تحملان مورثات متطابقة، والفرد الأصيل ينتج نوعاً واحداً من الأعراس.

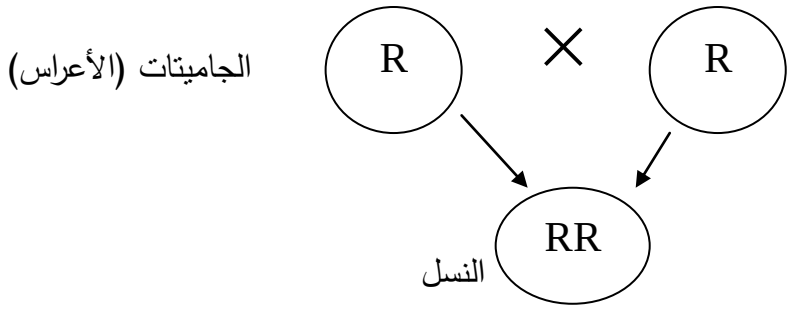
مثال:



2- السلالة النقية: هي السلالة التي تعطي أفراداً يحملون نفس الصفات الوراثية عندما تتلاقح أفرادها فيما بينها أو عندما تتلاقح ذاتياً.

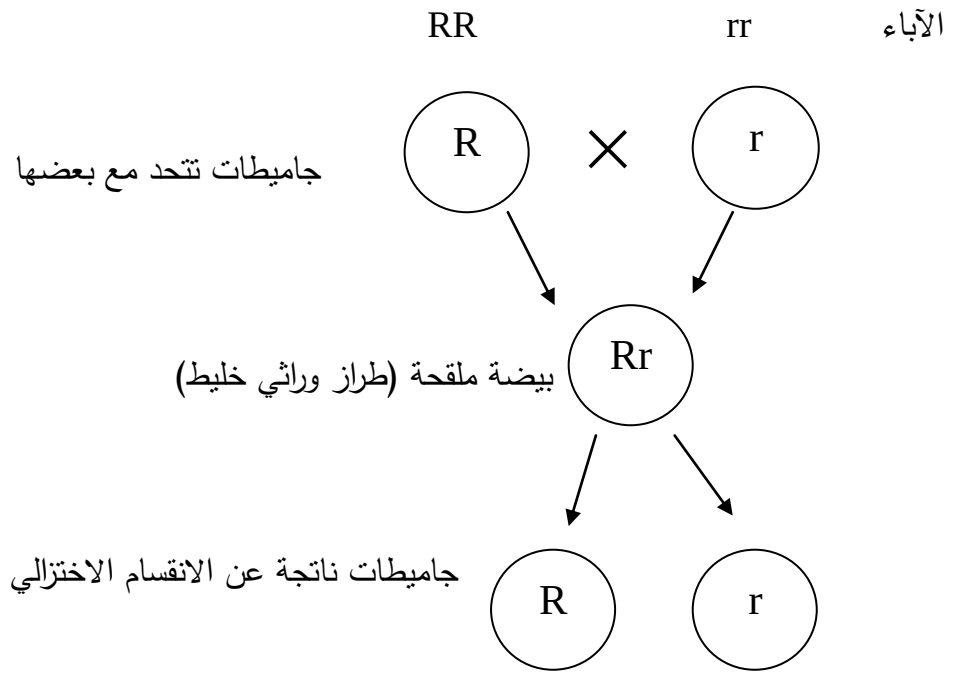
مجموعة من الأفراد المتشابهة في جميع صفاتها وخصائصها والتي لها تركيب وراثي متشابه واحد، ويعمل الالقاح الذاتي أو التزاوج بين أفراد شديدة القرابة ولأجيال عديدة سلالات نقية ذات طوابع وراثية نقية وينتج التزاوج بين الأفراد الأصيلة التابعة لسلالة نقية نسلاً أصيلاً نقياً مشابهاً للآباء.

مثال: الآباء: ♂ RR ♀ RR



3- الطراز الوراثي الخليط: ينتج اتحاد الأعراس التي تحمل مورثات مختلفة طابعاً وراثياً مختلطاً، وتعطي أفراد مثل هذه الطوابع أنواعاً مختلفة من الأعراس.

مثال:



4- الهجين Hybrid: النبات الهجين (خليط / غير نقي): هو نبات يحمل جينين لصفة ما أحدهما سائد والآخر متنحي و يرمز لهما بحرف لاتيني كبير وآخر صغير لنفس الحرف.
يطابق هذا المصطلح الطراز الوراثي الخليط، ففي الهجونة الأحادية يكون الخلط في موقع واحد وفي الهجونة الثنائية يكون الخلط في موقعين أما في الهجونة المتعددة فيكون الخلط في مواقع عديدة.

14- النمط الوراثي للأمشاج Génotype des gamètes: بعد الانقسام الاختزالي، يحتفظ كل مشيج، بأليل واحد، نسمي شكله بالنمط الوراثي للأمشاج.

15- الصيغة الصبغية المضاعفة Diploid لدى الكائن الحي: و لتتحقق الصيغة المضاعفة تلك، لابد وأن تكون الصيغة الصبغية في كل من النطفة والبويضة مفردة Haploid، وذلك للحصول على الصيغة المضاعفة عند التقاء النطفة والبويضة لتشكيل البيضة الملقحة.

لتسهيل دراسة نتائج التزاوجات و تفسيرها، نستعمل مجموعة من الرموز :

بالنسبة للمظهر الخارجي (النمط المظهري): نختار في الغالب، الحرف الأول من المصطلح اللاتيني (الفرنسي) للصفة الظاهرة على الكائن الحي، و نضعه بين معقوفتين. مثال : أزهار حمراء (Rouges)، مظهرها الخارجي نرمز له ب [R]. أزهار بيضاء (Blanches)، مظهرها الخارجي نرمز له بـ [B].

بالنسبة للنمط الوراثي للأمشاج : بنفس الطريقة نختار الحرف الأول من المصطلح اللاتيني (الفرنسي) للصفة التي يتحكم فيها الأليل المعني، لكن هذه المرة نضعها فوق خط : |R بالنسبة للأليل المسؤول عن اللون الأحمر للأزهار و |B بالنسبة للأليل المسؤول عن اللون الأبيض للأزهار، الخط يدل على الصبغي، كما نضيف نقطة على الخط للدلالة على تموضع الأليل،

بالنسبة للنمط الوراثي للكائن الحي، نجمع رمزي الأليلين معا، و يمكن أن نميز ثلاث حالات : R||R (متشابه الاقتران) أو B||B (متشابه الاقتران) أو B||R (مختلف الاقتران). نشير كذلك أن كل نمط وراثي يمكن أن يُظهر مظهرا خارجيا معينا. مثلا النمط الوراثي R||R سيظهر المظهر الخارجي [R].

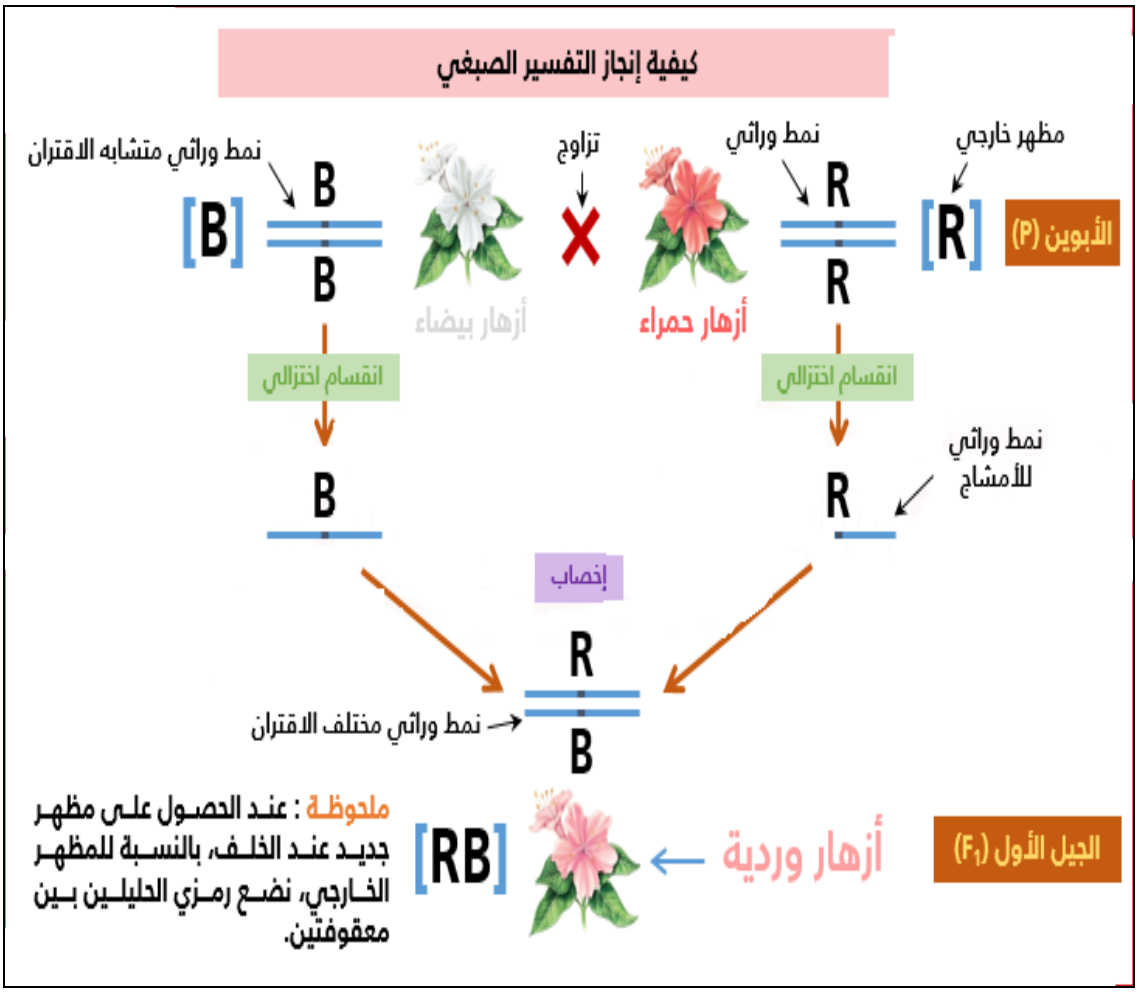
الرموز المستعملة لإبراز المظهر الخارجي و النمط الوراثي و النمط الوراثي للأمشاج لزهرتين من سلالة نقية

أزهار من سلالة نقية	المظهر الخارجي	النمط الوراثي	النمط الوراثي للأمشاج
أزهار حمراء	[R]	R || R	R
أزهار بيضاء	[B]	B || B	B

تُستعمل هذه الرموز خلال **التفسير الصبغي** للتزاوجات، حيث يجب إدراج النمط الوراثي للأبوين و مظهرهما الخارجي، ثم إبراز دور الانقسام الاختزالي بإدراج النمط الوراثي للأمشاج الناتجة عن الأبوين، ثم بعد ذلك إبراز دور الإخصاب بإدراج النمط الوراثي أو الأنماط الوراثية الممكنة للأبناء، و مظاهرهم الخارجية.

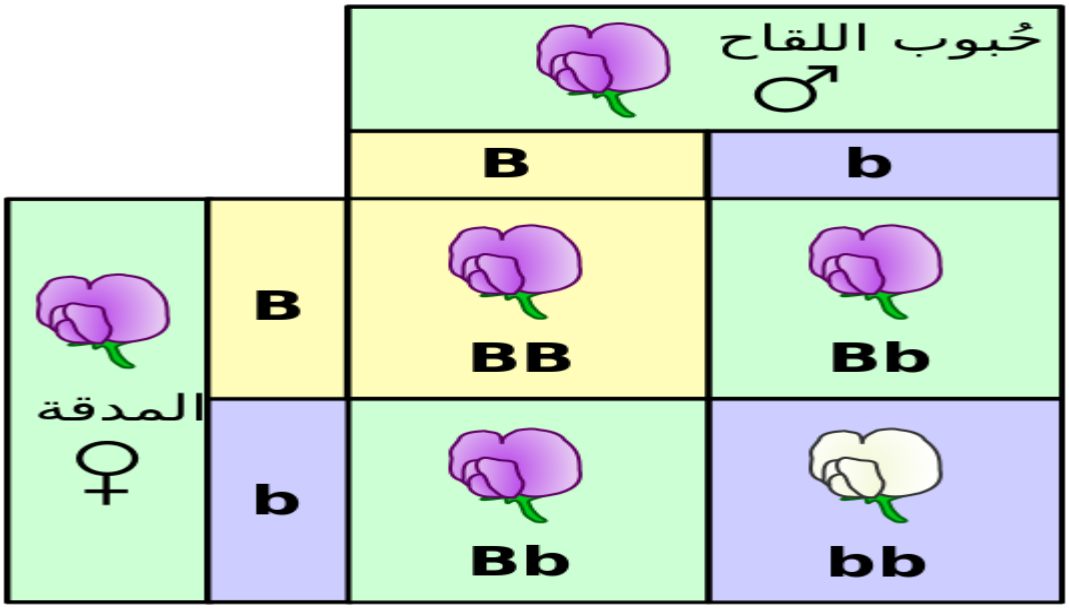
التفسير الصبغي: هو عملية تفسير النتائج المتحصل عليها خلال تزاوج معين، و ذلك بتحديد النمط الوراثي للفردين المتزاوجين، ثم تحديد النمط الوراثي للأمشاج الناتجة عنهما. يمكن التفسير الصبغي كذلك، من توقع نسب المظاهر الخارجية و الأنماط الوراثية للخلف (للنسل)، و ذلك بعد إنجاز شبكة التزاوج.

تمثل الوثيقة التالية، كيفية إنجاز التفسير الصبغي، باعتماد الرموز المحددة سابقا.

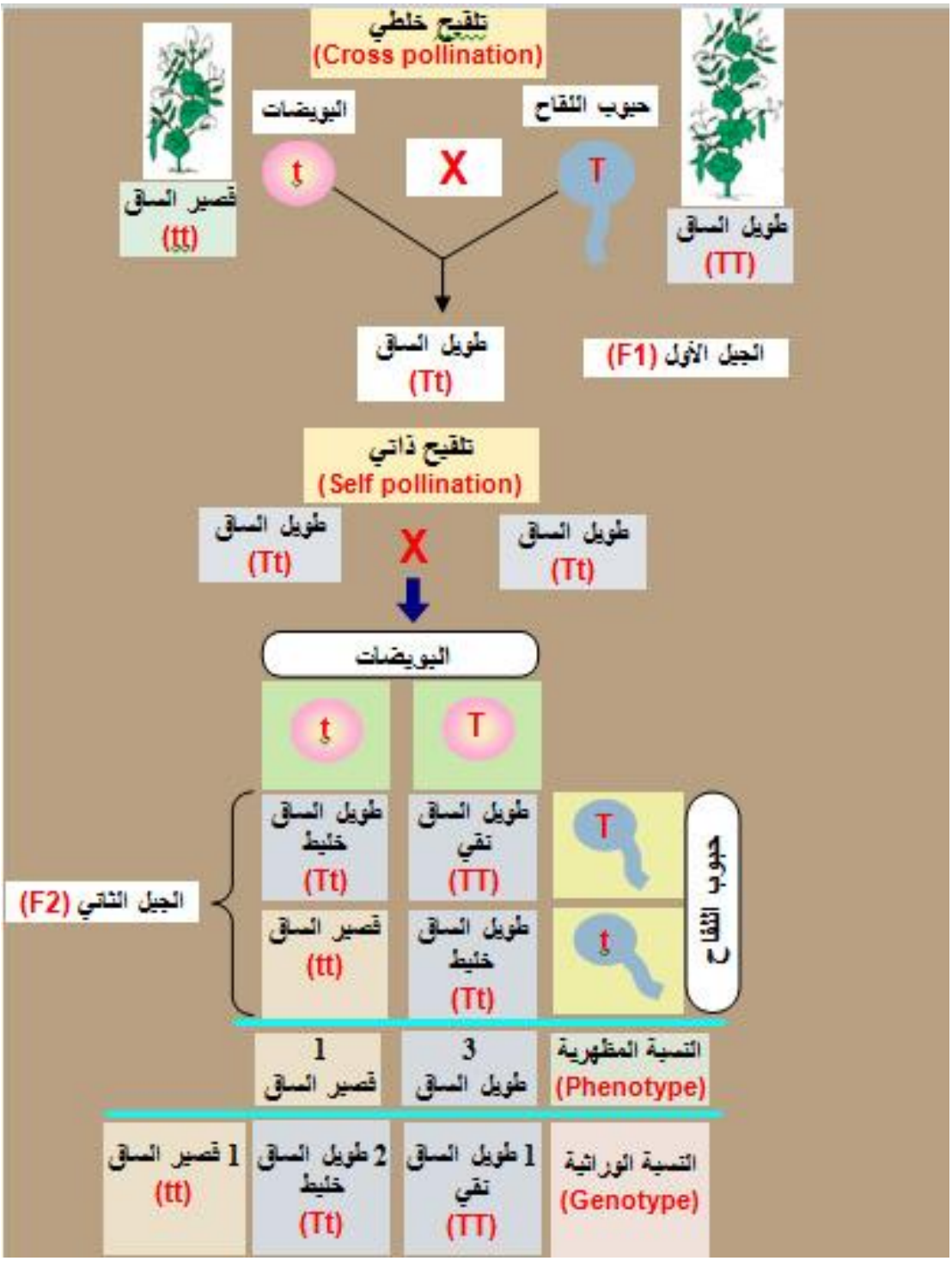


12- مربع بانيت Punnett square وهو مربع على هيئة شبكة تم ابتكاره من قبل عالم الوراثة الانكليزي ريجينالد بانيت Reginald Punnett. وهو يمثل الإمكانيات المحتملة التي يمكن أن تظهر فيها الأبناء نتيجة التهجين بين الآباء.

يستخدم مربع بانت الذي يشبه مربع شطرنجي لتسهيل توضيح نتائج التهجين والاتحادات المحتملة بين الأمشاج الذكرية والأنثوية، وهذا المربع هو رسم هندسي توضع من أعلاه الأمشاج الأنثوية أما الأمشاج الذكرية فتوضع على يسار المربع عمودياً إلى أسفل أو العكس.



شكل (4) يصور مربع بانيت خليط بين اثنين من نبات البازلاء متخالف للأزهار الأرجوانية (B) وللبيضاء (b)



شكل (5) التعبير بالطريقة الرمزية لنتائج التهجين الأحادي بين نبات طويل الساق ونبات قصير الساق، في تجارب مندل.

---------- انتهت المحاضرة