وراثة عامة و وراثة الجماعات

د. غالية ابو الشامات

الوراثة Genetics: هو أحد فروع علم الحياة، يتعامل مع الوراثة و نماذج توريث الصفات (السمات) الوراثية وآلياتها وطرق التعبير عنها طيلة حياة الفرد، ويهتم بدراسة المورثات والتأثرات المورثية (بين المورثات المختلفة) ودراسة الصبغيات والتغيرات المختلفة التي يمكن أن تطرأ على كلٍ منهم كالطفرات مثلاً، وكذلك يهتم بدراسة الاختلافات الوراثية بين الكائنات الحية.

يمكن تقسيم علم الوراثة إلى 4 فروع

1. الوراثة الكلاسيكية Classical genetics: تصف كيف تنتقل الصفات من جيل لاخر
2. الوراثة الجزيئية Molecular genetics: دراسة البنية الكيميائية والفيزيائية للمادة الوراثية وللبروتين
3. وراثة الجماعات Population genetics : يعتمد على الوراثة الماندلية (وراثة الأفراد ضمن الأسرة الواحدة) و يسقطها على التركيب الوراثي لمجموعات اكبر

[يختص علم وراثة الجماعات بتوزع تواتر الأنماط الوراثية والأليلات ضمن المجتمع ، وكذلك تحديد مصير المحتمل لهذا التوزع]

4. الوراثة الكمية Quantitative genetics : حقل رياضي إلى حد كبير يدرس العلاقات الإحصائية بين المورثات والصفات التي ترمز لها.

المبادىء الماندلية في التوريث

د. غالية ابو الشامات

سادت **فرضية المزج الوراثي** حتى منتصف القرن التاسع عشر؛ والتي تنص على أن المادة الوراثية التي يسهم بها الأبوان تمزج بطريقة شبيهة بمزج الألوان ! لكن هذه الفرضية أُسقطت مع ظهور دراسات مندل وذلك بسبب عودة الصفة للظهور من جديد في الأجيال المتعاقبة.

يُعَدُّ الراهب النمساوي مندل ((1822–1884) **Gregor Mendel**) مؤسساً لعلم الوراثة، كان يُدرّس الفيزياء والعلوم الطبيعية لطلاب المرحلة الثانوية، اهتم بزراعة النباتات وملاحظة كيفية انتقال الصفات الوراثية عبر الأجيال المتعاقبة فكانت حديقة الدير الذي يسكن فيه، مقراً لجميع التجارب التي أجراها والتي أسس من خلالها للعديد من المُسَلّمات التي نعرفها حتى يومنا هذا. ومن هناك طرح مندل نظريته في التوريث قبل أن تتم دراسة الصبغيات وملاحظتها تحت المجهر بعقود! وعلى الرغم من أن تجارب مندل كانت في معظمها على نبات البازلاء، إلاّ أنّ قوانينه تنطبق على الحيوانات والبشر أيضاً لكون آليات التوريث بشكل رئيسي هي نفسها لجميع أشكال الحياة المعقدة.

تُعَدُّ التجارب التي قام بها مندل نموذجية بنتائجها وتفسيراتها وعاملاً أساسياً في الدخول إلى علم الوراثة، كما يُعَدُّ التهجين أساسياً في تحري سلوك المورثات في مختلف الدراسات المندلية

بعض المصطلحات الوراثية

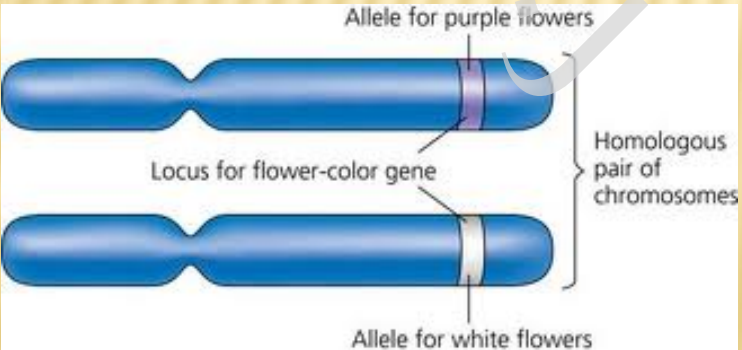
- **التهجين:** تزاوج بين سلالات النوع الواحد
- **الصبغيات الصنوة** homologous : هي الصبغيات التي تتزاوج أثناء الانقسام المنصف

حيث يكون احدها قادم من الأب والآخر من الأم

- **الأليل** allele : تدعى كل مورثة مقابلة بالأليل، وهي توجد بشكل زوج واحد في كل

فرد مضاعف الصيغة الصبغية والأليل هو مورثة على المستوى الجزيئي محمولة في

مكان ثابت من الصبغي المقابل يعرف بالموقع المورثي locus



– النمط الجيني Genotype:

يشير مصطلح "النمط الجيني "أو الطابع الوراثي "بالمعنى الواسع إلى التركيب الوراثي للكائن الحيّ، فهو يصف كامل ما يملكه الفرد من جينات .ويستخدم بالمعنى الضيق للإشارة إلى الأليلات، أو الأشكال المختلفة من الجينات، التي يملكها الكائن الحيّ.

وتُعرف الأنماط الجينيّة بأنها **متماثلة الألائل homozygote** إذا وجد أليلان متماثلان في ذات الموقع الجيني، في حين تكون الأنماط الجينيّة **متخالفة الألائل heterozygote** إذا اختلف أليلا الموقع الجيني الواحد

- **متماثل الألائل** homozygous: **هو الفرد الحامل لزوج من الأليلات المتماثلة من المورثة السؤولة عن صفة ما (R) (R) أو (r) (r) وهي سلالات صافية**
- **متخالف الألائل** heterozygous: **تكون المورثتين المتقابلتين (الأليلين) مختلفين (R) و (r)**

– النمط الظاهري Phenotype:

يستخدم مصطلح "النمط أو الطابع الظاهري "للدلالة على الخصائص الفيزيائية الملاحظة لدى الكائن الحيّ، والتي تشمل المظهر، والنمو، والسلوك .يتم تحديد نمط الفرد الظاهري من قبل نمطه الوراثي، الذي هو مجموع الجينات التي يحملها، فضلاً عن التأثيرات البيئية المختلفة على هذه الجينات. ويُعبر النمط الظاهري عن النمط الوراثي المحفوظ في المادة الوراثية، غير أنّ لكل فرد نمط ظاهري فريد يتميز به عن باقي الأفراد، حتى التوائم الحقيقية التي تحمل نمطاً جينياً متماثلاً تُظهر في نهاية المطاف طوابع ظاهرية غير متماثلة ويعود سبب ذلك إلى تأثير العوامل البيئية المختلفة والآليّات أوالعوامل فوق الوراثية

- يشير الطابع الوراثي إلى كامل ترتيب المورثات وإمكانيتها داخل الخلية بينما يشير الطابع الظاهر إلى كامل الصفات التي تعبر عنها الخلية أو المتعضية بعد تآثرها مع البئية وشروطها
- وبالتالي فإن الطابع الظاهر هو محصلة عمل مجموعة المورثات والمؤثرات البيئية

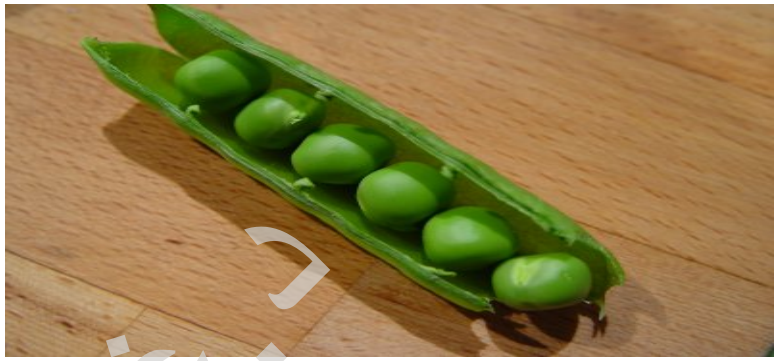
د. عايده ابو الشامات

بعض المصطلحات الوراثية

- تدعى الصفة التي تظهر على أفراد الجيل الأول وتردد إحدى صفتي الأبوين بالصفة السائدة Dominant Trait

- تدعى الصفة التي كمنت أو اختفت في الجيل الأول ثم عادت للظهور في الجيل الثاني بالصفة المتنحية

د. عالية أبو الشامات



قوانين مندل

د. غالية ابو الشامات

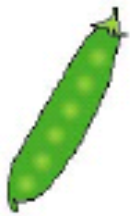
تعد التجارب التي قام بها مندل نموذجية بنتائجها وتفسيراتها وعاملاً أساسياً في الدخول إلى علم الوراثة كما يعد التهجين أساسياً في تحري سلوك المورثات في مختلف الدراسات المندلية

من خلال تجارب التهجين التي قام بها مندل بين سلالات صافية لنبات البازلاء (*Pisum sativum*) ولعدة أجيال متعاقبة

اكتشف مندل أن بعض الصفات تظهر في ذرية من دون أي مزج بين خصائص الأصل، (لا تظهر الصفات الوسيطة) وبشكل عام، فإن مندل درس 7 صفات أساسية في نبات البازلاء يمكن تمييزها بسهولة ، وتظهر فقط بشكل واحد بوضوح من إحدى الشكلين

التهجين بين سلالتين صافيتين مختلفتين بصفة واحدة فقط

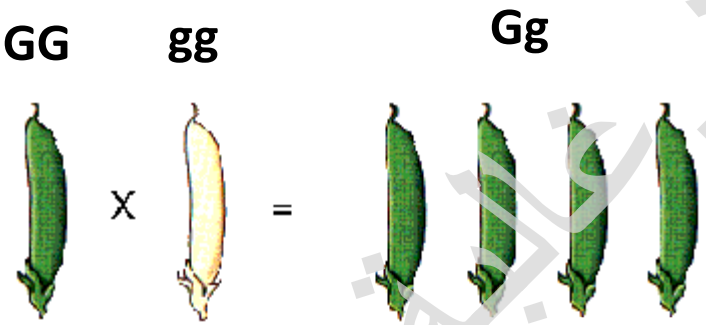
الهجونة الأحادية

	طول الساق	لون القرون	شكل القرون	موقع الزهرة	لون الزهرة	لون البذرة	شكل البذرة
الصفة السائدة	طويلة	خضراء 	ممتلئة	محوري	بنفسجية	صفراء	ملساء
الصفة المتنحية	قصيرة	صفراء	ضيقة	انتهائي	بيضاء	خضراء	مجعدة

نتائج التهجين لا تختلف باختلاف جنس النبات (ذكر/أنثى) لأن الصفات غير مرتبطة بالجنس

غاية في الاستعمالات

تهجين سلالتين صافيتين من البازلاء



سلالة صافية قرون خضراء اللون

سلالة صافية قرون صفراء اللون

جميع أفراد الجيل الأول تكون خضراء اللون

سلالة صافية قرون صفراء اللون

سلالة صافية قرون خضراء اللون

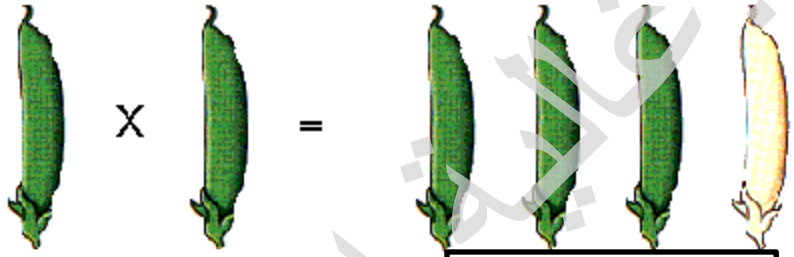
	g	g
G	Gg	Gg
G	Gg	Gg

أفراد الجيل الأول تكون متخالفة اللواقح Gg

د. عائلة أبو الشامات

الالقاح الذاتي لهجناء الجيل الأول

Gg Gg



تعود الصفتان المتقابلتان للظهور في الجيل الثاني بنسبة 3:1

التهجين بين أفراد من الجيل الأول
الهجين ذو القرون الخضراء

الجيل الثاني F2
¾ قرون خضراء
¼ قرون صفراء

الجيل الأول الهجين ذو القرون الخضراء

	G	g
G	GG	Gg
g	Gg	gg

الجيل الأول الهجين ذو القرون الخضراء

تعبر صفة القرون الخضراء G صفة سائدة
أما صفة القرون الصفراء g فتعبر عن الصفة المتنحية
تكون النباتات التي تحمل التركيب الوراثي gg أو GG بالنسبة للون القرون متماثلة اللواقح

يستنتج من خلال نتائج تجارب ماندل ما يلي:

1- تُعَبر أفراد الجيل الأول الهجين عن الصفة السائدة (الراجحة).

2- تعود الصفتان المتقابلتان إلى الظهور في الجيل الثاني الهجين.

3- تظهر الصفة السائدة في أفراد الجيل الثاني بنسبة تعادل ثلاثة أرباع الأفراد.

4- تبقى الصفة المتنحية مستترة في الجيل الأول وتظهر في الجيل الثاني، مما يؤكد أن المورثتين

المتقابلتين(الأليلين) القادمتين من الأبوين تحافظان على ثباتهما واستمراريتهما في مختلف الأجيال الهجينة

المتعاقبة

توصل مندل من خلال تجاربه إلى وضع قوانينه الثلاثة وهي :
1- قانون السيادة أو الرجحان **the Law of Dominance**
2- قانون الانفصال انفصال الأليلات **Law of Segregation**
3- التوزع المستقل **Independent Assortment**

1- قانون السيادة:

الصفة السائدة هي الصفة التي تظهردوماً لدى الأفراد . توصف السيادة بانها العلاقة بين أليلين فوجود الأليل السائد يؤدي لظهور النمط الظاهري المعبر عنه دوناً عن الآخر.

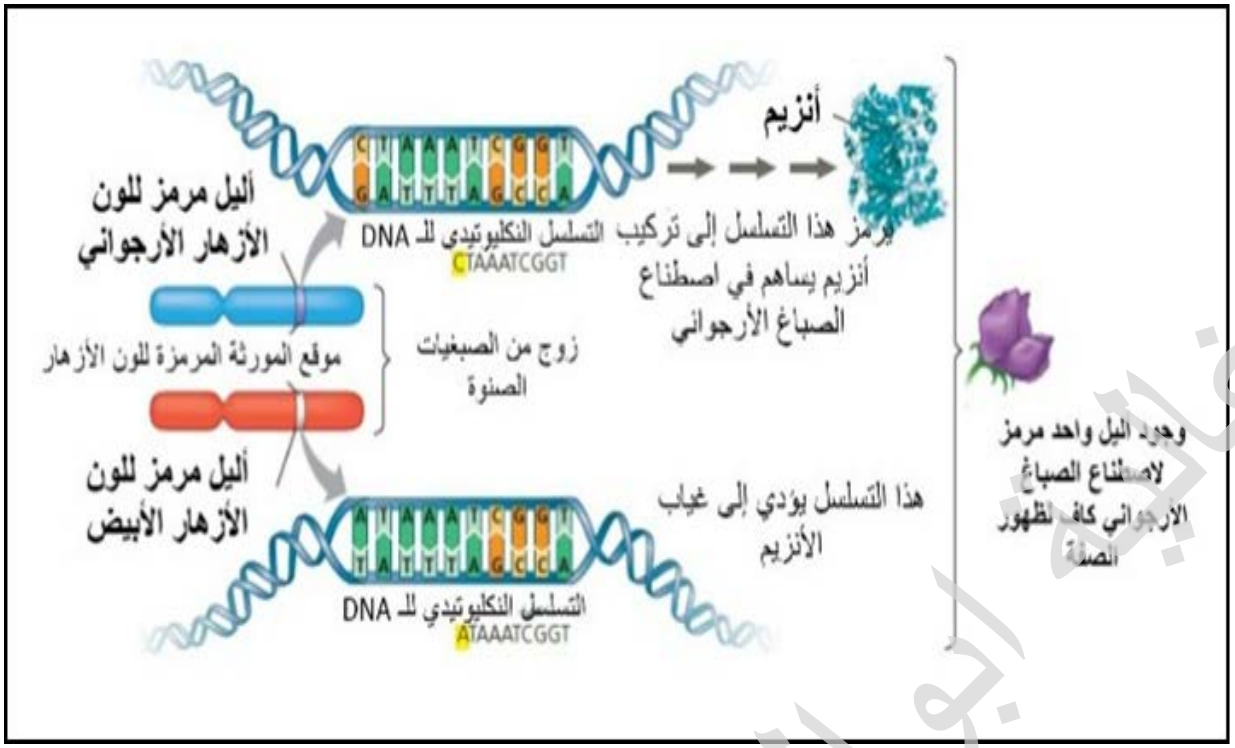
ينص قانون ماندل في السيادة : إذا امتلك أحد الأبوين نسختين من الأليل السائد (A) وامتلك الأب الآخر نسختين من الأليل المتنحي (a) بالتالي فإن الذرية الناتجة ستورث النمط الوراثي Aa وتُظهر النمط الظاهري السائد

تمكن العلماء من خلال تجارب ماندل الاجابة على مجموعة من الأسئلة : ما هي وحدة التوريث وكيف تورث ؟ ما هو دور الصدفة في التوريث؟

الأليل هو وحدة التوريث ويتم توريثه من خلال مبادىء الانفصال والتوزع المستقل (قوانين ماندل)
التوريث بالنسبة لكل فرد يحدد بمحض الصدف (الاحتمال) ولكن ضمن المجتمع هذا المفهوم يعمل ضمن إطار الاحتمالات المحددة بدقة

ليست جميع نماذج التوريث تفسر وفق مبادىء ماندل إذ يُلاحظ تآثر بين مجموعة من المورثات في بعض الأحيان وفي أحيان أخرى يكون لبعض المورثات أكثر من أليل واحد

مفهوم الأليل



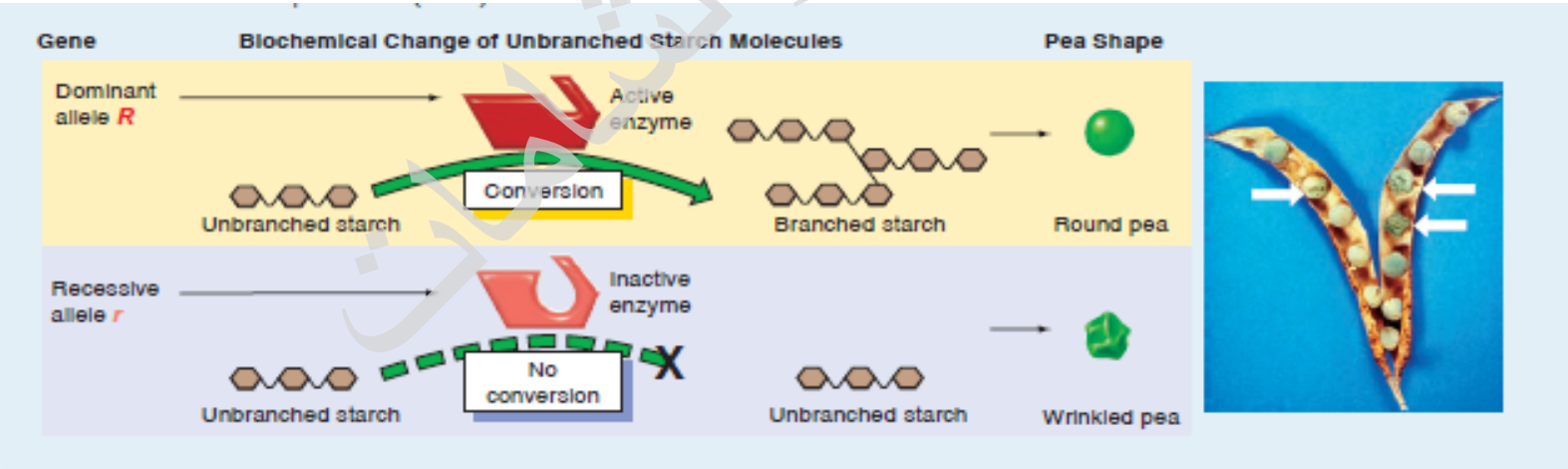
إنّ المورثة المرمزة للون الأزهار في نبات البازلاء موجودة بنسختين؛ أحدها ترمز للون الأبيض والثانية ترمز للون الأرجواني تدعى هذه **<u>النسخ البديلة من المورثة بالأليل allele.</u>** فإنّ المورثة عبارة عن تسلسل من النكليوتيدات تقع في مكان محدد على الصبغي ، وقد <u>يختلف تسلسل النكليوتيدات قليلاً في هذا الموضع الأمر الذي سيؤثر على تركيب البروتين ووظيفته</u> وبالتالي سينعكس على النمط الظاهري الناتج. فالأليلان المسؤولان عن ظهور لون الأزهار في نبات البازلاء (الأرجواني والأبيض) يمثلان تسلسلين مختلفين من الـ DNA أحدهما فقط قادر على تركيب الصباغ الأرجواني

د. غالية أبو الشامات

ان تسمية المورثة (الأليل) بأنه سائد لا يكون بسبب قهره للأليل المقابل له، فلا توجد سيادة أليل على الأليل المقابل له لأن الأليلات هي مورثات؛ أي قطعة من الـ DNA ترمز إلى تركيب أنزيم أو بروتين معين، فهي تغيرات في تسلسل أسس هذه المورثات ولكل أليل مساره الخاص به يلاحظ من الطابع الوراثي حتى الطابع الظاهر.

إنّ تصنيف المورثات المتقابلة كمورثات سائدة أو متنحية يعتمد كلياً على وظيفة المورثة من خلال الناتج الواقع تحت سيطرتها، وعلى هذا يُنظر إلى المورثات الحالية من خلال المفهوم والمصطلحات الوظيفية، بالتالي فإن السيادة والتنحي لهما معنى وظيفي ملموس عندما نتعامل مع المنتوج المتشكل بفعل المعلومات التي تملكها المورثة وليس مع المورثة نفسها إذ إن لكل مورثة ذاتيتها المستقلة وقدرتها الخاصة على العمل ولا توجد أي علاقة بين المورثة ومقابلتها تعتبر سبباً في حالة السيادة والتنحي، إذ إنّ هذه الحالة لا ترتبط بطبيعة أي من المورثتين المتقابلتين علماً بأنها تختلف من زوج مورثي مقابل إلى آخر حتى إنها تختلف باختلاف البيئة أيضاً.

ترمز المورثة المسؤولة عن صفة **البذور الملساء المدورة السائدة**، لتركيب أنزيم يساعد على تحويل السكر إلى نشاء ضمن البذرة وبالتالي تخزن هذه البذور كل ما تحتويه من احتياطي من السكر على شكل نشاء ضمن البذور، أما النباتات **ذات البذور المتجعدة** فلا تخزن سوى القليل من النشاء لأنها تدخر معظم السكر على شكل ستاكيوز stachyose بسيط غير قابل للتحول إلى نشاء، فالمورثة المسؤولة وهي ذات الطابع المتنحي، ترمز إلى أنزيم لا يملك الكفاءة الكافية لتحويل السكر إلى نشاء لذلك يتراكم السكر في تلك النباتات، وبالتالي فإن التركيز العالي من السكر يجعل البذور تمتص الماء حسب مبدأ الحلول مما يجعل البذور تنتفخ، و عندما تنضج البذور و تجف تتشكل التجاعيد فصفة التجعد تظهر فقط عندما تجف البذور بعد نضجها ويذهب الماء عنها، بالمقابل في حالة الأليل السائد ونظراً لتحول السكر إلى نشاء فإن البذور لا تمتص الماء و بالتالي لا تتجعد عندما تجف



تواتر الصفات السائدة.

لربما يسود الإعتقاد بأنّ الأليل السائد المسؤول عن صفة معينة يكون أكثر انتشاراً في المجتمع من انتشار الأليل المتنحي المسؤول عن الصفة نفسها. ولكن في واقع الأمر هذا ليس بالضرورة أن يحدث فعلى سبيل المثال: في الولايات المتحدة الأمريكية هناك إحصائيات تشير إلى أنه يولد طفل واحد من أصل 400 لديه إصبع زائد، تدعى هذه الصفة بكثرة الأصابع (polydactyly) إنّ الأليل المسؤول عن هذه الصفة الغريبة يمتلك صفة السيادة على الأليل المقابل له الأكثر انتشاراً و المسؤول عن صفة الخمسة أصابع

?

د علية ابو الشامات

2- قانون **انفصال الأليلات** و ينص على

> **وجود زوج من المورثات المتقابلة (أليلات) لكل صفة في الكائنات مضاعفة الصيغة الصبغية، ينفصل كل أليل عن الأليل الآخر المقابل له انفصالاً كاملاً عند تشكل الأعراس ليعود وينضم عشوائياً في الأبناء.**

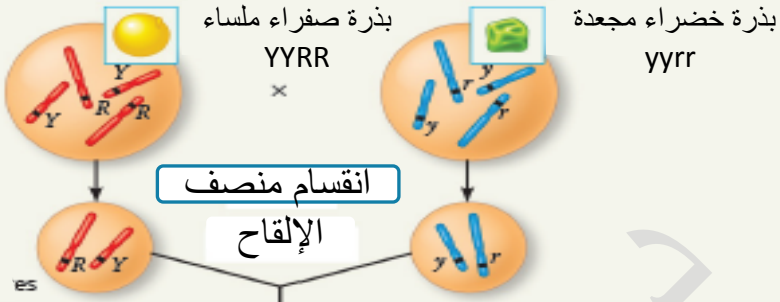
3- قانون **التوزع المستقل** الذي ينص على:

انفصال المورثات المتقابلة في أثناء تشكل الأعراس يكون مستقل عن انفصال المورثات الأخرى، أي أن هذه الصفات المتقابلة تفترق وتتوزع مستقلة الواحدة عن الأخرى.

د. عالية ابو الشامات

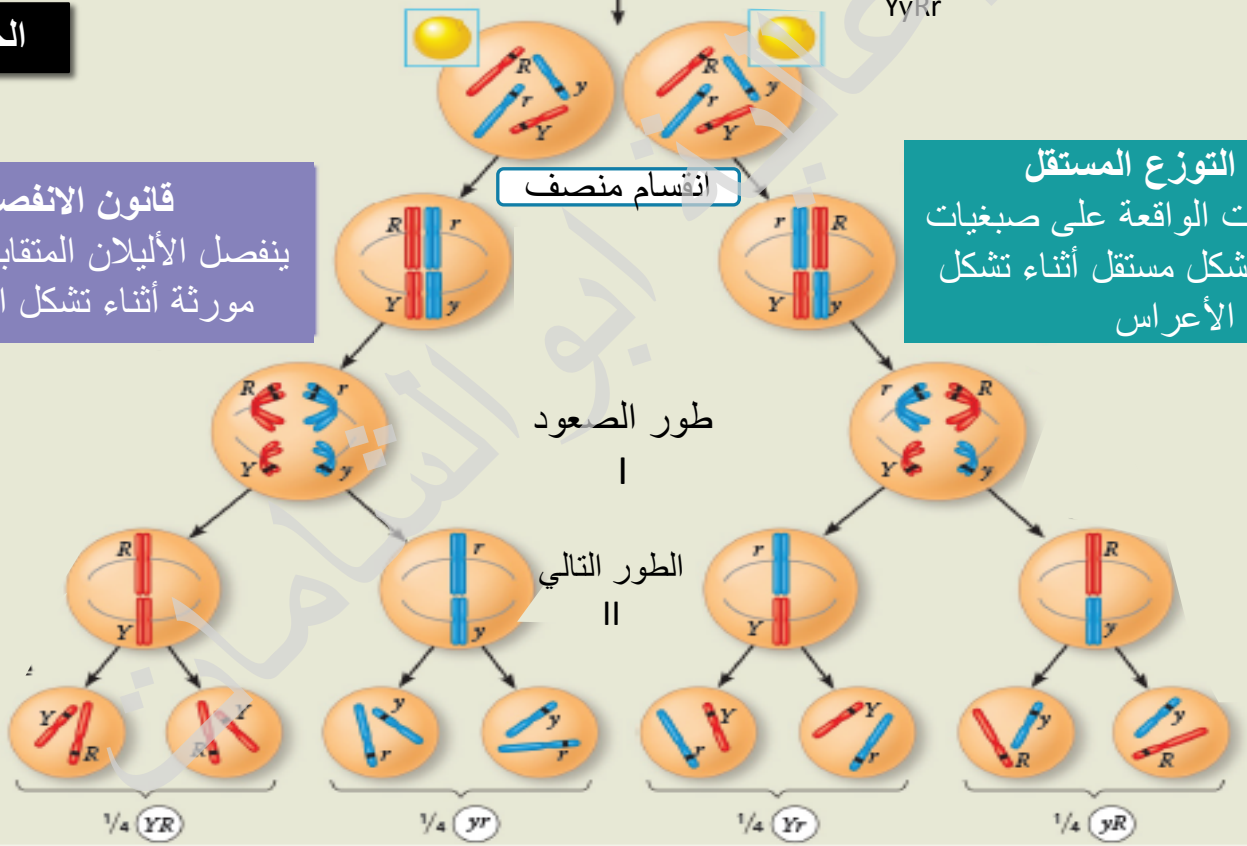
جيل الآباء

سلالتين أبويتين صافيتين مختلفتين للون البذور وشكلها. في المورثة المسؤولة عن لون البذور يكون الأليلY مسؤول عن صفة اللون الأصفر و y عن اللون الأخضر. أما في المورثة المسؤولة عن شكل البذور فالأليل R مسؤول عن الصفة الملساء والأليل r عن الصفة المجعدة.
المورثات محمولة على صبغيات مختلفة.



الجيل الأول

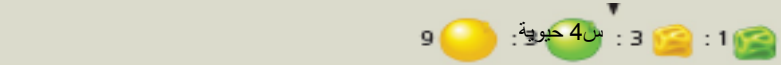
جميع نباتات الجيل الأول بذور صفراء وملساء
YyRr



قانون الانفصال
ينفصل الأليلان المتقابلان في كل مورثة أثناء تشكل الأعراس

قانون التوزع المستقل
تتوزع الأليلات الواقعة على صبغيات غير صنوة بشكل مستقل أثناء تشكل الأعراس

الجيل الثاني



ومع بداية عام 1900 بدأ يتضح التوازي بين سلوك الصبغيات المتقابلة و سلوك الأليلات المتقابلة (عناصر مندل). فالصبغيات توجد في أزواج وفي كل زوج يوجد صبغيان أحدهما موروث من الأب والآخر موروث من الأم، وكذلك توجد الأليلات أو المورثات المتقابلة.

ونظراً لانطباق الخصائص الصبغية على المبادىء المندلية للوراثة استدعى قيام النظرية الصبغية في الوراثة والتي تنص على أن : **الصبغيات تحمل المورثات وأن سلوك هذه المورثات في الانقسام المنصف بنوعيه يحقق الشرح الكافي للوراثة المندلية.**

يستفيد الباحثين إلى يومنا هذا من تطبيق قوانين مندل لمساعدتهم بشكل مصطنع أساسي في العديد من التقنيات الحديثة لاسيما في مجال الهندسة الوراثية

غادة أبو الشامات