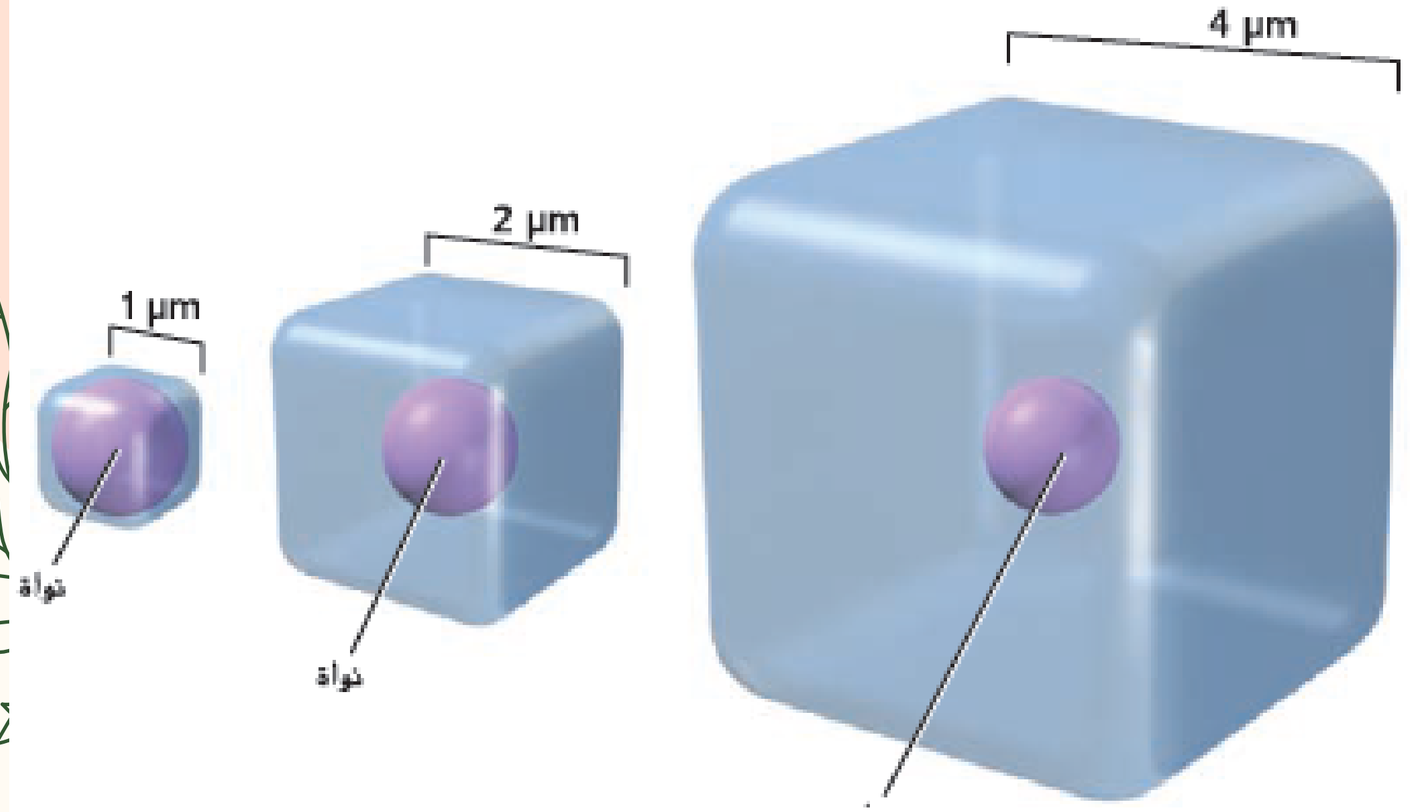
تجميع هيكل الاحياء

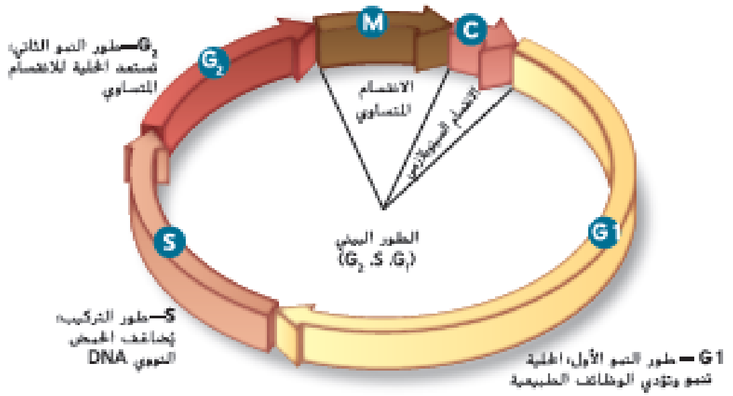
made by : hala waleed

240	الشكل 1	BIO.3.1.03.033 يستنتج مستخدما الرسم البياني، التغيرات التي تحدث في الخلية الحية من حيث حجمها ومكوناتها الداخلية، وعدد الخلايا المنتجة خلال دورة خلية واحدة، ويتنبأ بما قد يحدث للخلية، من خلال دورة الخلية بأكملها	1



■ **الشكل 1** تقل نسبة مساحة السطح إلى الحجم مع ازدياد حجم الخلية. للمكعب الأصغر حجمًا نسبة مقدارها 6 (6 أوجه × 1 µm × 1 µm) إلى 1 (1 µm × 1 µm × 1 µm). بينما للمكعب الأكبر حجمًا نسبة مقدارها 96 (6 أوجه × 4 µm × 4 µm) إلى 64 (4 µm × 4 µm × 4 µm). أو 3:2.

242	الشكل 3	BIO.3.1.03.024 يصف دور الخلية في النباتات والحيوانات ويفسر أهمية الانقسام المتساوي لنو الخلايا وترميم الأنسجة	2



■ **الشكل 3** تتضمن دورة الخلية ثلاث مراحل: الطور البيني والانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي. وينقسم الطور البيني إلى ثلاث مراحل فرعية.

ضع فرضية لماذا يمثّل الانقسام السيتوبلازمي أصغر فترة زمنية تقضيها الخلية في دورتها.

made by : hala waleed

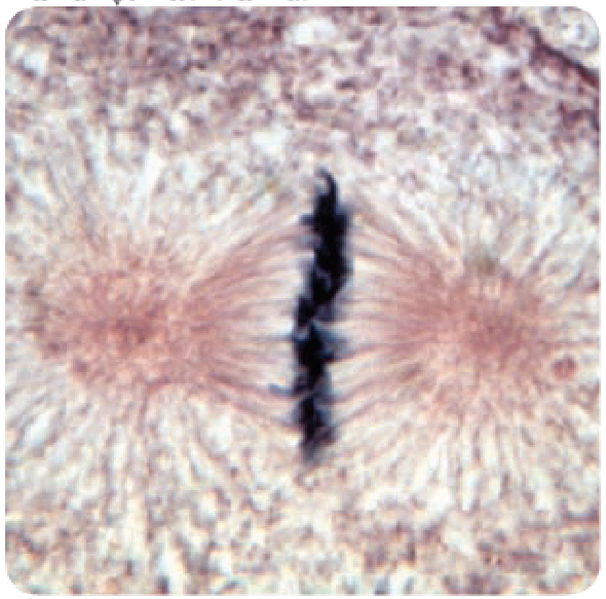
246	الشكل 8	BIO.3.1.03.036 يشرح مراحل الانقسام المتساوي كوسيلة للنمو وزيادة الحجم وتعويض الأجزاء التالفة ووسيلة تكاثر لاجنسي لإنتاج أفراد جديدة في الكائنات الحية بدائية النواة وحقيقية النواة	3

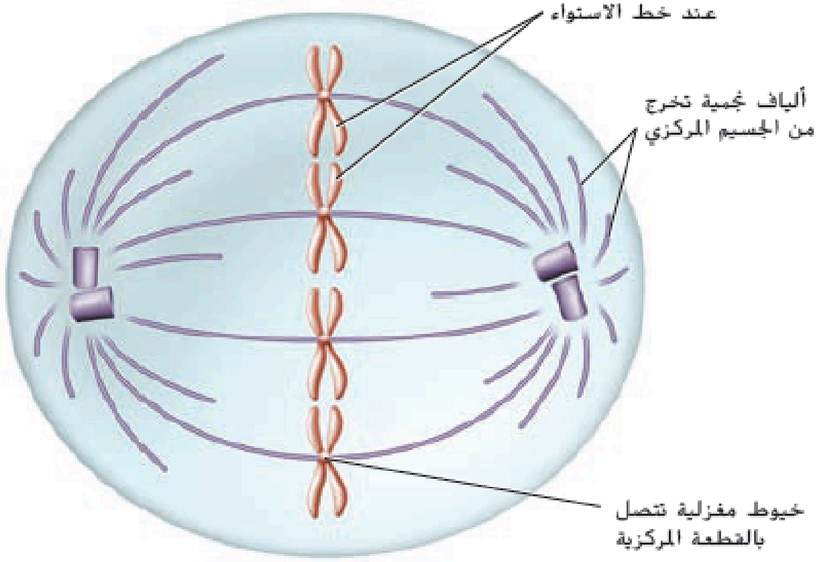
■ **الشكل 8** في الطور الاستوائي، تصطف الكروموسومات على خط استواء الخلية.

استدلّ على سبب اصطفاف الكروموسومات على خط الاستواء.

نسخ دقيقة من الكروموسومات.

تكبير الصورة بالمجهر الضوئي، غير معروف

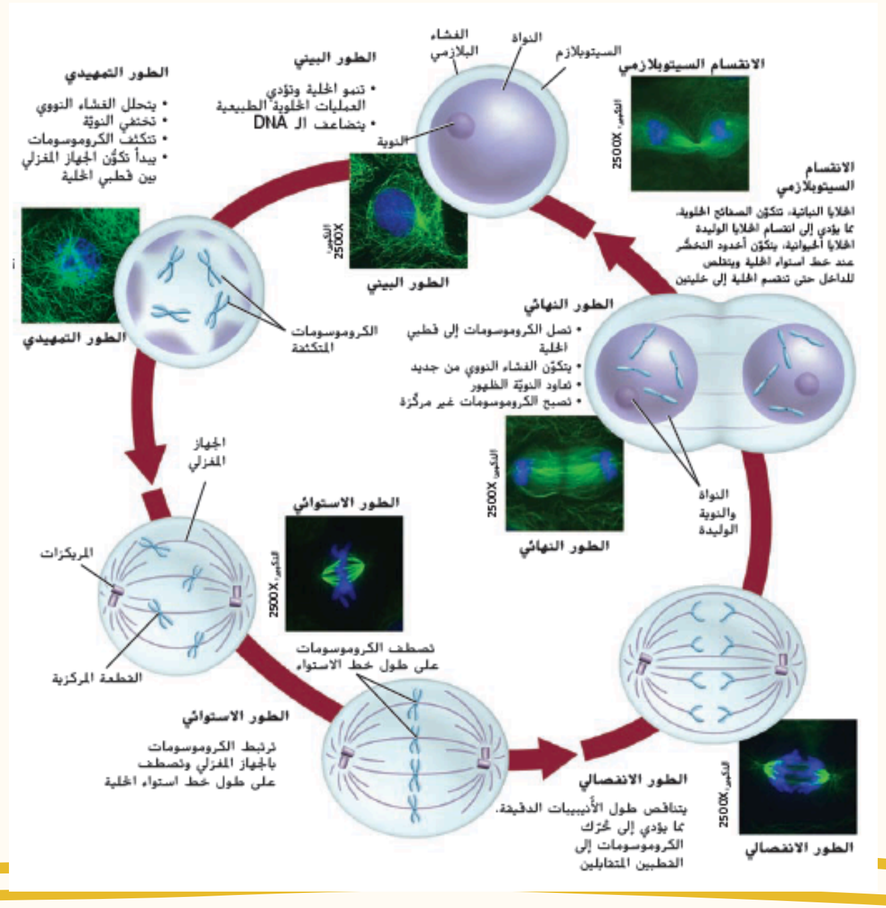




حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

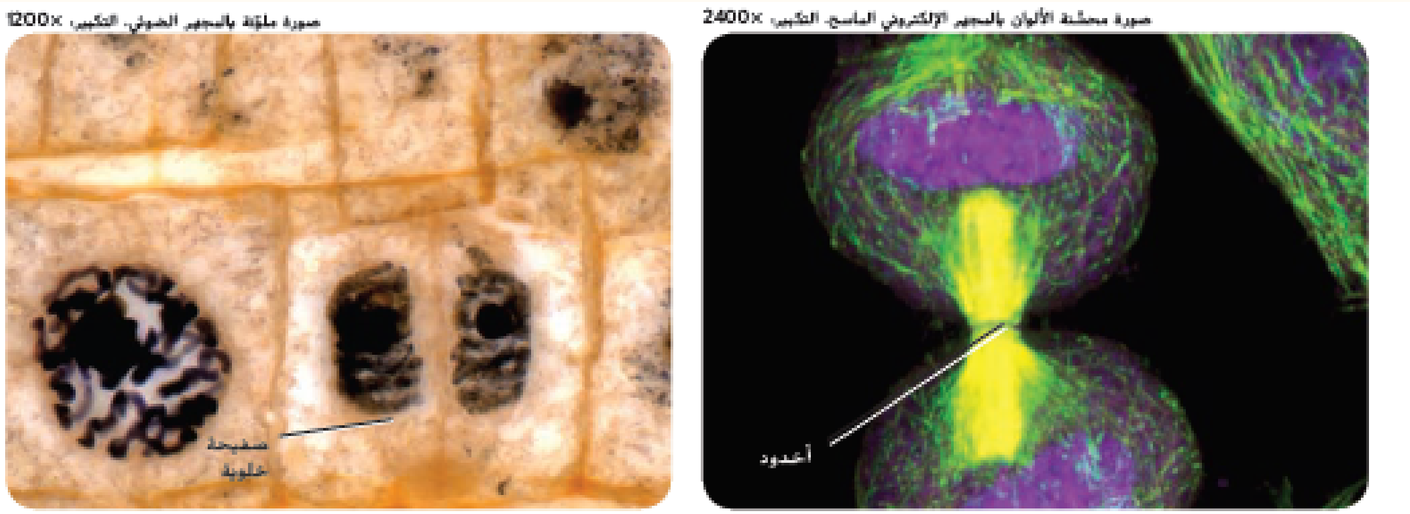
made by : hala waleed

245	الشكل 6	BIO.3.1.03.41 يفحص مخبرياً العينات تحت المجهر أو أداة أخرى مشابهة، ليحدد المراحل المختلفة للأنقسام المتساوي في النباتات والحيوانات	4



made by : hala waleed

248	الشكل 10	BIO.3.1.03.036 يشرح مراحل الانقسام المتساوي كوسيلة للنمو وزيادة الحجم وتعويض الأجزاء التالفة ووسيلة تكاثر لاجنسي لإنتاج أفراد جديدة في الكائنات الحية بدائية النواة وحقيقية النواة	5

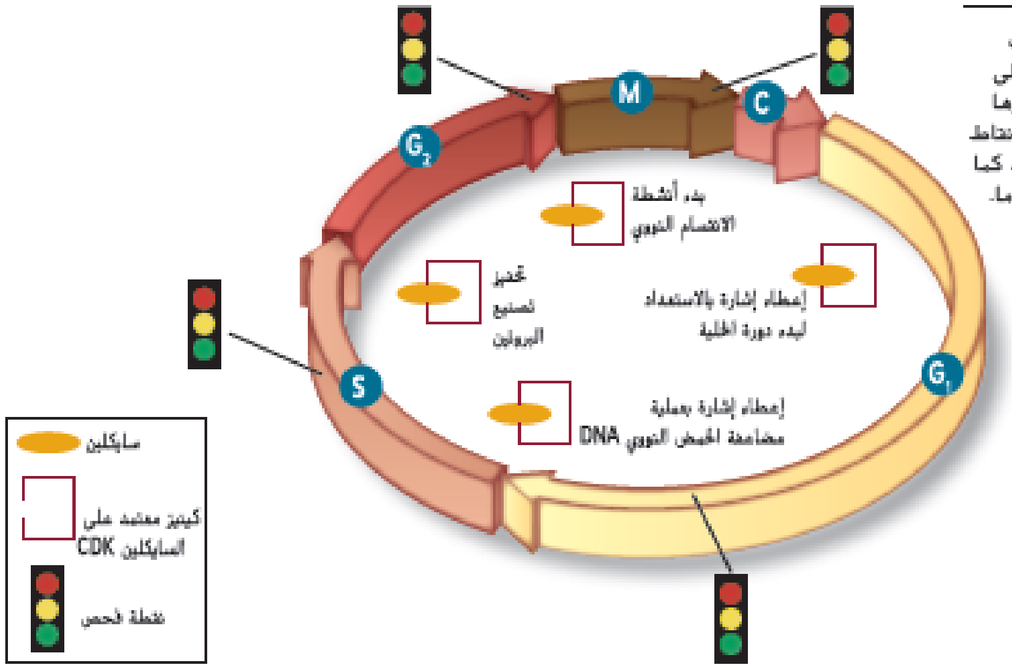


الشكل 10

يمين: في الخلايا الحيوانية، يبدأ الانقسام السيتوبلازمي بحدوث تخصّر يخدق الخلية. وفي النباتية تنقسم الخلية إلى خليتين مستقلتين.
يسار: تكوّن الخلايا النباتية صفيحة خلوية تؤدي إلى انقسام الخلية إلى خليتين وليدتين.

made by : hala waleed

249	الشكل 11	BIO.3.1.03.037 يشرح مراحل دورة الخلية الحية وأهميتها لبقاء التنظيم الخلوي المتمايز في جسم الكائن الحي وذلك باستخدام المعلومات التي تم جمعها من المصادر المطبوعة والإلكترونية، واصفا بعض المشاكل التي قد تحدث إذا سمح للخلايا غير الطبيعية بمواصلة الانقسام	6



■ **الشكل 11** إنّ إعطاء إشارة إلى جزيئات مكوّنة من سايكلين مرتبط بكينيز معتمد على السايكلين يؤدي إلى بدء دورة الخلية ويحفّزها للانتقال إلى مرحلة الانقسام المتساوي. إنّ نقاط فحص تراقب دورة الخلية بحثًا عن أخطاء. كما يمكنها إيقاف الدورة في حال حدوث خطأ ما.

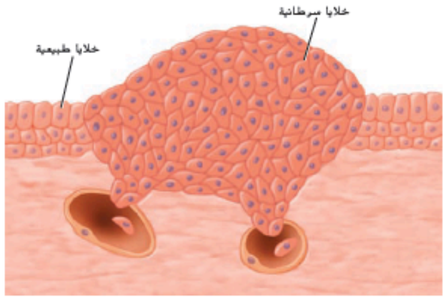
made by : hala waleed

7	BIO.3.1.03.032 يستقصي عن معدل انقسام الخلية في الخلايا السرطانية وغير السرطانية، مستخدما الصور أو الفيديو أو الرسومات، ويتنبأ بأثر هذا المعدل لانقسام الخلية على الكائن الحي		250

الدورة غير الطبيعية للخلية: السرطان

الربط بالصحة رغم أنّ دورة الخلية تنطوي على نظام نقاط الفحص الخاصة بمراقبة الجودة، إلا أنّها عملية معقّدة تفشل في بعض الأحيان. عندما لا تستجيب الخلايا لآليات التحكم في الدورة الطبيعية للخليّة، تنتج عن ذلك حالة مرضية تسمّى السرطان. إنّ **السرطان** هو عبارة عن نمو وانقسام في الخلايا لا يمكن التحكم به. فهو إذن خلل في نظام دورة الخلية. فعندما تكون الخلايا السرطانية بلا رقابة، يمكن أن تُودي إلى موت كائن حيّ عن طريق مزاحمة الخلايا الطبيعية وبالتالي فقدان الأنسجة لوظيفتها. تجدر الإشارة إلى أنّ الخلايا السرطانية تقضي في الطور البيني وقتًا أقل من الوقت الذي تقضيه الخلايا الطبيعية فيه. ما يعني أنّ الخلايا السرطانية تنمو وتنقسم على نحو غير مضبوط طالما أنّها تحصل على المواد المغذية الأساسية. يبيّن **الشكل 12** طريقة تطفّل الخلايا السرطانية على الخلايا الطبيعية.

أسباب السرطان لا يحدث السرطان في كائن حيّ ضعيف فحسب. في الواقع، يحدث السرطان في عدد كبير من الكائنات الحية الفتيّة التي تتمتع بالصحة والنشاط. ويعود السبب في التغيّرات التي تحدث على مستوى نظام نمو وانقسام الخلية في الخلايا السرطانية إلى طفراتٍ أو تغيّراتٍ في قطع في الـ DNA تتحكم بإنتاج البروتينات، بما في ذلك البروتينات التي تنظّم دورة الخلية. غالبًا، يجري إصلاح الضرر أو التغيّر الوراثي عن طريق أنظمة إصلاح مختلفة. لكن في حال إخفاق هذه الأنظمة، قد ينتج عن ذلك مرض السرطان. كما يمكن لعوامل بيئية متنوعة أن تتسبّب في ظهور الخلايا السرطانية. وتسمّى المواد والعوامل المعروفة بتسببها في السرطان **مواد مسرطنة**.



الشكل 12 غالبًا ما تتخذ الخلايا السرطانية شكلًا غير عادي وغير منتظم مقارنةً بالخلايا الطبيعية. في هذا الشكل، تدخل بعض الخلايا السرطانية إلى الأوعية الدموية. ما يتسبّب في انتقالها إلى جزءٍ آخر من الجسم. وهذه إحدى الطرق التي يمكن أن ينتشر بها السرطان من جزء إلى آخر في الجسم.

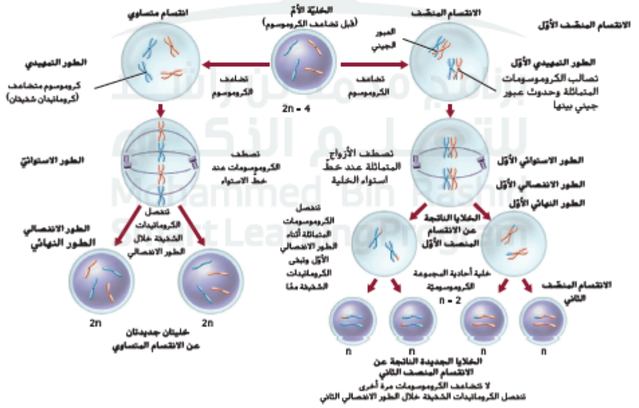
made by : hala waleed

الخلايا الجذعية البالغة إنّ النوع الثاني من الخلايا الجذعية. وهو الخلايا الجذعية البالغة. يتواجد في أنسجة الجسم المختلفة. ويمكن استخدامه في الحفاظ على نوع النسيج نفسه الموجودة فيه وإصلاحه. قد يكون مصطلح "الخلايا الجذعية البالغة" مضلّلًا بعض الشيء لأن هذه الخلايا موجودة حتى لدى حديثي الولادة. وعلى غرار الخلايا الجذعية الجنينية. لبعض أنواع الخلايا الجذعية البالغة القدرة على أن تتحوّل إلى أنواع مختلفة من الخلايا. مما يوفر علاجات جديدة للعديد من الأمراض والحالات المرضية. في العام 1999. استخدم الباحثون في كلية الطب في في هارفارد خلايا جذعية من الجهاز العصبي بهدف تجديد نسيج دماغي مفقود لدى الفئران. في العام 2008. استخدم الباحثون الخلايا الجذعية البالغة مع أنزيم يُسمّى PKA لتكوين نسيج عظمي جديد بهدف إصلاحه لدى الفئران. تتسم الأبحاث لدى الخلايا الجذعية البالغة. كالمبيّنة في الشكل 14. بأنها أقل إثارةً للجدل نظرًا إلى إمكانية الحصول على الخلايا الجذعية البالغة بموافقة المتبرعين بها.

made by : hala waleed

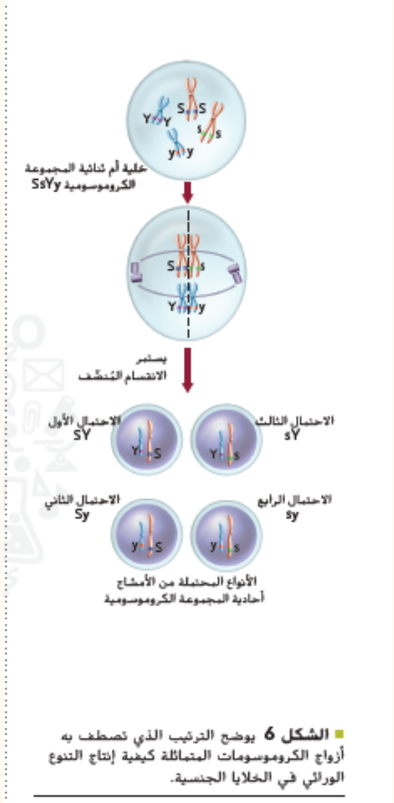
269	جدول 1	BIO.3.1.03.030 يبذكر أن الانقسام المنصف هو نوع متخصص من انقسام الخلية في التكاثر الجنسي ينتج عنه انتاج الخلايا الجنسية التي تحتوي على أحد أزواج الكروموسومات في الخلية الأم	9

الانقسام المتساوي	الانقسام المنصّف
تحدث مرحلة انقسام واحدة أثناء الانقسام المتساوي.	تحدث مرحلتا انقسام أثناء الانقسام المنصّف: المرحلة الأولى والثانية.
يتضاعف الـ DNA أثناء الطور البيني.	يتضاعف الـ DNA مرة واحدة قبل المرحلة الأولى للانقسام المنصّف.
لا يحدث تشابك بين الكروموسومات المتماثلة.	يحدث تشابك بين الكروموسومات المتماثلة أثناء الطور التمهيدي الأول.
تتكوّن خليتان متطابقتان في كل دورة خلوية ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n).	تتكوّن أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية (n) في كل دورة خلوية ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n).
الخلايا الوليدة متطابقة وراثيا.	الخلايا الوليدة غير متطابقة وراثيا بسبب عملية العبور.
يحدث الانقسام المتساوي فقط في الخلايا الجسمية.	يحدث الانقسام المنصّف فقط في الخلايا التناسلية.
يحدث الانقسام المتساوي خلال النمو لتعويض الخلايا التالفة.	يدخل الانقسام المنصّف في إنتاج الأمشاج وتوفير التنوع الوراثي في الكائنات الحية.



made by : hala waleed

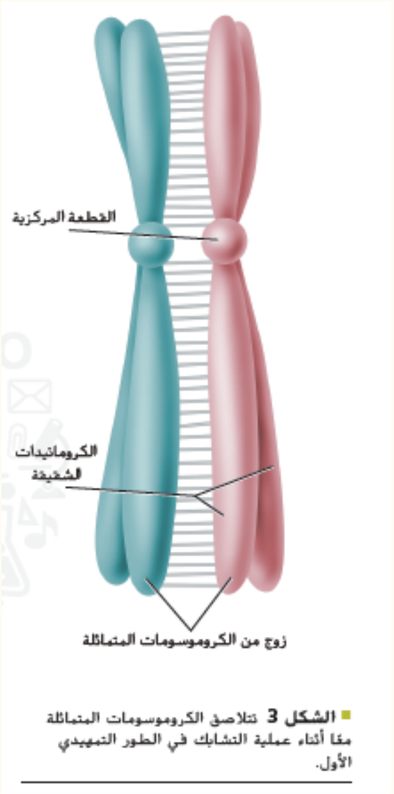
270	الشكل 6	BIO.3.3.02.010 يشرح أهمية التكاثر الجنسي في دعم الرأي القائل بأن أزواج الكروموسومات الموجودة في الأبناء الناتجة عن التكاثر الجنسي تمثل تركيب جديدة وفريد من الجينات	10



الشكل 6 يوضح الترتيب الذي تصطف به أزواج الكروموسومات المتماثلة كيفية إنتاج التنوع الوراثي في الخلايا الجنسية.

made by : hala waleed

266	الشكل 3	BIO.3.1.03.038 يشرح مراحل عملية الانقسام الاختزالي المنصف من حيث انقسام الخلية وحركة الكروموسومات وعبور المادة الوراثية	11



■ **الشكل 3** تتلاصق الكروموسومات المتماثلة مثنى أثناء عملية التشابك في الطور التمهيدي الأول.

made by : hala waleed

270		BIO.3.3.02.010 يشرح أهمية التكاثر الجنسي في دعم الرأي القائل بأن أزواج الكروموسومات الموجودة في الأبناء الناتجة عن التكاثر الجنسي تمثل تركيب جديدة وفريد من الجينات	12

مقارنة بين التكاثر الجنسي واللاجنسي

تتكاثر بعض الكائنات الحية لاجنسيًا، في حين يتكاثر بعضها الآخر جنسيًا. وقد تشتمل دورة حياة بعض الكائنات الحية الأخرى على التكاثر الجنسي واللاجنسي معًا. فيرث الكائن الحي خلال التكاثر اللاجنسي كل الكروموسومات من أم واحدة. فينتج فرد جديد مطابق للأم وراثيًا. وتتكاثر البكتيريا لاجنسيًا، في حين تتكاثر معظم الطلائعيات جنسيًا ولاجنسيًا، تبعًا للظروف البيئية. كما تتكاثر معظم النباتات والعديد من الحيوانات البسيطة جنسيًا ولاجنسيًا، مقارنةً بالحيوانات الأكثر تطوّرًا على مستوى الوظائف الحيوية والتي تتكاثر جنسيًا فقط.

لماذا تتكاثر بعض الأنواع جنسيًا في حين يتكاثر بعضها الآخر لاجنسيًا؟ أظهرت الدراسات الحديثة عن ذبابة الفاكهة أن معدل تراكم الطفرات المفيدة يكون أسرع عندما تتكاثر الأنواع جنسيًا مقارنة بتلك التي تتكاثر لاجنسيًا. أي تتضاعف الجينات المفيدة على نحو أسرع عند حدوث التكاثر الجنسي مقارنة بالتكاثر اللاجنسي.

made by : hala waleed

271		BIO.3.3.02.011 يشرح مفاهيم الطراز الجيني، والطراز الظاهري، والصفات المتنحية، والارتباط بحسب قوانين مندل للوراثة	15

كيف بدأ علم الوراثة

في عام 1866، نشر مربي النباتات النمساوي جريجور مندل نتائجه عن طريقة الوراثة في نباتات بازلاء الحدائق. ويُطلق على انتقال الصفات الوراثية من جيل إلى جيل اسم الوراثة. نجح مندل الذي يظهر في **الشكل 7**، في حل لغز الوراثة بسبب نوع الكائن الحي الذي اختاره للدراسة، وهو نبات البازلاء. فنبات البازلاء من سلالات النباتات النقية بمعنى أنه يمتاز بإنتاجه المستمر لنسلٍ يحمل شكلًا واحدًا من الصفة. يتكاثر نبات البازلاء عادةً بالتلقيح الذاتي. كما هو الحال في العديد من النباتات الزهرية، يحدث الإخصاب الذاتي عندما يتحد مشيج ذكري مع مشيج أنثوي من الزهرة نفسها. كذلك اكتشف مندل إمكانية حدوث التلقيح الخلطي في نبات البازلاء يدويًا، فقام بنقل مشيج ذكري من زهرة نبتة بازلاء إلى عضو التكاثر المؤنث في زهرة نبتة بازلاء أخرى.

الربط بالتاريخ تتبّع مندل الصفات الوراثية المتنوعة في نباتات البازلاء التي هجنها. ثم حلل نتائج تجاربه ووضع فرضية تتعلق بكيفية توارث الصفات. بدأت دراسة **علم الوراثة** وهو علم انتقال الصفات الوراثية، على يد مندل الذي يُعتبر مؤسّسه.

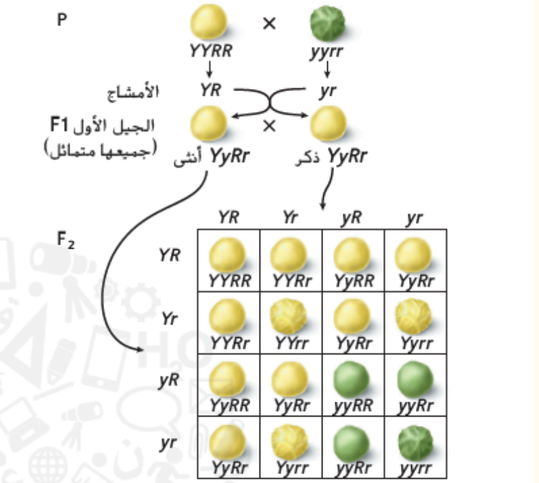
التأكد من فهم النص **استدلّ** ما أهمية استخدام مندل لسلالات نقية من نبات البازلاء في تجاربه؟

وراثة الصفات

لاحظ مندل أن سلالات معينة في نبات بازلاء الحدائق تنتج أشكالًا محددة من الصفة الوراثية جيلًا بعد جيل. فقد لاحظ مثلًا أن بعض السلالات تنتج حبوبًا خضراء دائمًا، وبعضها الآخر ينتج حبوبًا صفراء دائمًا. ولكي يفهم كيفية توارث هذه الصفات، أجرى مندل تلقيحًا خلطيًا بنقل الأمشاج الذكرية من زهرة نبتة بازلاء خضراء الحبوب نقية السلالة إلى عضو التأنيث في زهرة نبتة بازلاء أخرى صفراء الحبوب نقية السلالة. وقد أزال مندل أعضاء التذكير من زهرة نبتة البازلاء صفراء الحبوب تجنبًا لحدوث التلقيح الذاتي. أطلق مندل على حبوب نباتات البازلاء الخضراء والصفراء اسم جيل الآباء، ويُرمز إليه بالحرف P.

271		BIO.3.3.02.011 يشرح مفاهيم الطراز الجيني، والطراز الظاهري، والصفات المتنحية، والارتباط بحسب قوانين مندل للوراثة	16

made by : hala waleed



النوع	الطراز الجيني	الطراز الظاهري	العدد	نسبة الطرز الظاهرية
الآباء	Y_R_	صفراء مستديرة	315	9:16
إعادة الارتباط الجيني	yyR_	خضراء مستديرة	108	3:16
إعادة الارتباط الجيني	Y_rr	صفراء مجعدة	101	3:16
الآباء	yyrr	خضراء مجعدة	32	1:16

الشكل 13 يوضح التزاوج ثنائي التهجين في مربع بانيت بشكل مرئي احتمالات ارتباط الأليلات لكل واحد من الأبوين.

ما عدد الطرز الجينية المختلفة التي نجدها في مربع بانيت؟ يوجد الطراز الجيني *TT*، في مربع واحد والطراز الجيني *Tt*، في مربعين آخرين، وفي المربع الأخير يوجد الطراز الجيني *tt*. لذا فإن نسبة الطرز الجينية للأبناء المحتملين هي 1:2:1. أما نسبة الطرز الظاهرية لصفة القدرة على ثني اللسان إلى عدم القدرة على ثنيه، فهي 1:3.

مربع بانيت – تزاوج ثنائي التهجين تفحّص مربع بانيت في **الشكل 13**. لاحظ وجود نوعين فقط من الأليلات في تزاوج جيل الآباء. لكن، في التزاوج ثنائي التهجين، عند تزاوج أفراد الجيل الأول F_1، تنتج أربعة أنواع من الأليلات من الأمشاج الذكرية وأربعة أنواع من الأليلات من الأمشاج الأنثوية. وكانت نسبة الطرز الظاهرية الناتجة هي 9:3:3:1 – 9 صفراء مستديرة إلى 3 خضراء مستديرة إلى 3 صفراء مجعدة إلى 1 خضراء مجعدة. فتطابقت بيانات مندل مع النتائج المتوقعة من مربع بانيت.

الاحتمال

يمكن مقارنة توارث الجينات باحتمالات رمي قطعة نقدية. فاحتمال ظهور الوجه الذي يحمل الصورة هو 1 من 2 أو 1/2. وإذا رميت القطعة النقدية مرتين، فاحتمال ظهور الصورة هو 1/2 في كل مرة، أو 1/2 × 1/2 أو 1/4 في المرتين.

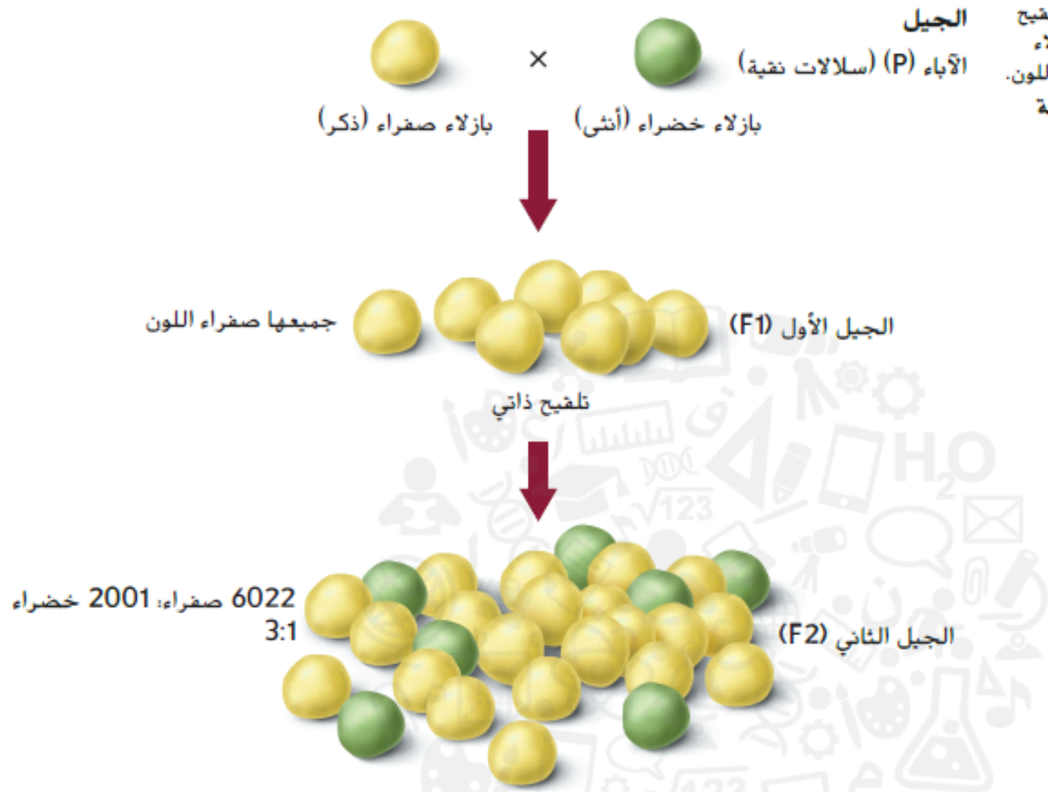
وقد لا تتطابق البيانات الحقيقية بدقة مع النسب المتوقعة. أنت تعلم أنك إذا رميت القطعة النقدية، فقد لا تحصل على الوجه الذي يحمل الصورة مرة واحدة من كل مرتين. لذا لم تكن نتائج مندل مساوية تمامًا للنسبة 9:3:3:1. لكن مع زيادة عدد الأبناء الناتجين عن التزاوج، تزداد احتمالية تطابقهم مع النتائج المتوقعة من مربع بانيت.

made by : hala waleed

272	الشكل 8	BIO.3.3.02.012 يوظف أسلوب مربع بانيت لحل المسائل الوراثية الأساسية التي تتضمن عمليات التهجين لصفة واحدة، وعمليات التهجين الثنائية	18

■ **الشكل 8** يبين الشكل نتائج عملية التلقيح الخلطي التي قام بها مندل بين نبتات بازلاء نقية السلالة ذات حبوب صفراء وخضراء اللون.

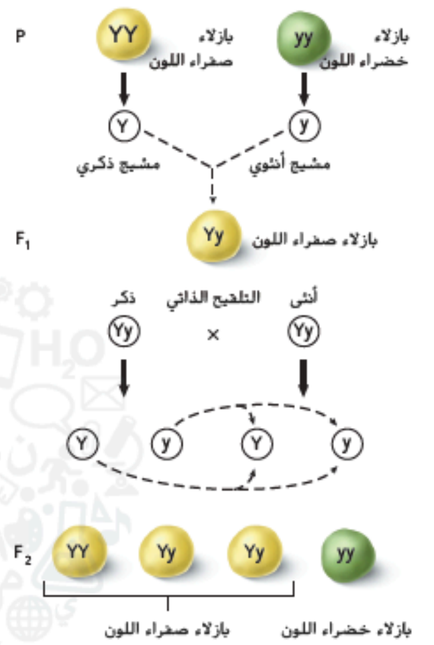
اشرح لماذا كانت كل الحبوب في ذرية الجيل الأول F_1 صفراء اللون؟



made by : hala waleed

تزاوج أحادي التهجين يبين الرسم الموجود في **الشكل 10** تجربة مندل التي ترك فيها النباتات التي تحمل الطراز الجيني *Yy* تتلقح ذاتيًا. ويطلق على تزاوج كهذا، يتضمن (فردين أو نباتين) هجينين. يختلفان في صفة وراثية واحدة، اسم تزاوج أحادي التهجين. تنتج النباتات الحاملة للطراز الجيني *Yy* نوعين من الأمشاج. هما الأمشاج الذكرية والأمشاج الأنثوية وكل واحد منهما يحمل الأليل *Y* أو *y*. وتتحد هذه الأمشاج عشوائيًا. وينتج عن هذا الإخصاب العشوائي الطرز الجينية التالية:*YY* أو *Yy* أو *Yy* أو *yy*، كما هو موضح في **الشكل 10**. لاحظ أن أليل *Y* السائد يُكتب أولًا سواء كان من المشيج الذكري أو الأنثوي. وينتج عن عملية تلقيح الجيل الأول F_1، ثلاثة طرز جينية محتملة هي: *YY* و *Yy* و *yy*؛ ونسبة الطرز الجينية 1:2:1. أما نسبة الطرز الظاهرية، فهي 3:1 صفراء الحبوب إلى خضراء الحبوب.

تزاوج ثنائي التهجين بعد أن أثبت مندل نمط وراثة الصفة الواحدة بدأ يختبر وراثة صفتين أو أكثر في النبات نفسه. وفي نبات بازلاء الحدائق، تُعد صفة الحبوب المستديرة *(R)* سائدة على الحبوب المجعدة *(r)*، والحبوب الصفراء *(Y)* سائدة على الحبوب الخضراء *(y)*. إذا قام مندل بتلقيح نبات بازلاء ذات حبوب صفراء مستديرة متماثلة الجينات مع نبات بازلاء ذات حبوب خضراء مجعدة متماثلة الجينات، فإنه يمكن تمثيل تزاوج الآباء بالطرز الجينية التالية: *yyrr* × *YYRR*. وسيكون الطراز الجيني لأفراد الجيل الأول F_1 على النحو التالي: *YyRr*. نباتات ذات حبوب صفراء مستديرة. ويطلق على نباتات الجيل الأول F_1 اسم ثنائية التهجين؛ لأن جيناتها غير متماثلة لكلتا الصفتين.



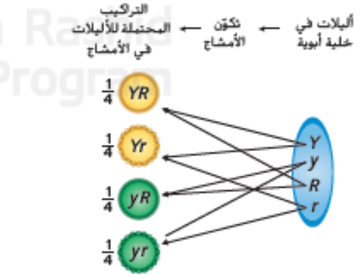
■ **الشكل 10** أثناء التلقيح الذاتي لأفراد الجيل الأول F_1، تلقح الأمشاج الذكرية الأمشاج الأنثوية عشوائيًا.

قانون التوزيع الحر ترك مندل نسل الجيل الأول F_1 من نباتات البازلاء التي تحمل الطراز الجيني *YyRr* تتلقح ذاتيًا في عملية تزاوج ثنائي التهجين. ثم قام بحساب نسبة الطرز الجينية والطرز الظاهرية للأبناء في كل من الجيل الأول F_1 والجيل الثاني F_2. وتوصل استنادًا إلى هذه النتائج إلى **قانون التوزيع الحر**، الذي ينص على أن التوزيع العشوائي للأليلات يحدث أثناء تكوّن الأمشاج. فتتوزع الجينات على الكروموسومات المنفصلة بشكل حر أثناء عملية الانقسام المنصّف.

وكما يبين **الشكل 11**، ينتج عن التوزيع العشوائي للأليلات أربعة أمشاج محتملة، هي: *YR* أو *Yr* أو *yR* أو *yr*. واحتمالات حدوثها متساوية. وعندما يتم التلقيح الذاتي للنبات، يحتمل وجود أي من مجموعات الأليلات الأربع في المشيج الذكري، وفي المشيج الأنثوي كذلك. واشتملت نتائج التزاوج ثنائي التهجين الذي قام به مندل على تسعة طرز جينية مختلفة هي: *YYRR* و *YYRr* و *YYrr* و *YyRR* و *YyRr* و *Yyrr* و *yyRR* و *yyRr* و *yyrr*. أجرى مندل عمليات حسابية وسجل أربعة طرز ظاهرية مختلفة هي: 315 صفراء مستديرة و 108 خضراء مستديرة و 101 صفراء مجعدة و 32 خضراء مجعدة. ومثلت هذه النتائج نسبة الطرز الظاهرية التقريبية التالية: 9:3:3:1.

التأكد من فهم النص **قيّم** كيف يمكن لتوزيع الأليلات العشوائي أن ينتج نسبة يمكن توقعها؟

■ **الشكل 11** يتضح قانون التوزيع الحر في التزاوج ثنائي التهجين الذي يوفر فرصة متساوية لكل زوج من الأليلات (*Yy* و *Rr*) بأن تتحد عشوائيًا بعضها مع بعض. **توقع عدد أنواع الأمشاج المحتملة المنتجة.**



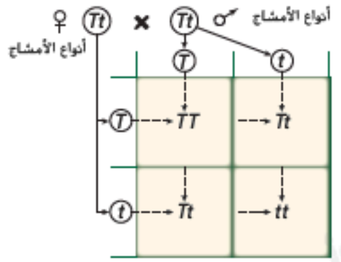
مربعات بانيت

في بدايات القرن العشرين، وضع الدكتور ريجنالد بانيت ما يُعرف باسم مربع بانيت لتوقع الأبناء المحتملين والناتجين عن التزاوج بين طرازين جينيَّين معروفين. وقد سهّل مربع بانيت تتبُّع الطرز الجينية المحتملة في التزاوج.

made by : hala waleed

275		BIO.3.3.02.012 يوظف أسلوب مربع بانيت لحل المسائل الوراثية الأساسية التي تتضمن عمليات التهجين لصفة واحدة، وعمليات التهجين الثنائية	20

T = القدرة على ثني اللسان
t = عدم القدرة على ثني اللسان



الشكل 12 تُعد قدرة الفرد على ثني لسانه صفة سائدة. يعد مربع بانيت ملخصًا مرئيًا لاحتمالات ارتباط الأليلات الخاصة بصفة ثني اللسان.

مربع بانيت – تزاوج أحادي التهجين هل تستطيع ثني لسانك مثل الشخص الموجود في **الشكل 12**؟ القدرة على ثني اللسان صفة سائدة، يرمز إليها بالحرف T. افترض أن كلا الوالدين يستطيعان ثني لسانهما، وهما متخالفا الجينات (Tt). فما الطرز الظاهرية المحتملة لأبنائهما؟

تفحص مربع بانيت في **الشكل 12**. يتحدد عدد المربعات بعدد أنواع الأليلات المختلفة، T أو t التي ينتجها كل واحد من الأبوين. وفي هذه الحالة يتكون من مربعين × مربعين لأن كل واحد من الأبوين ينتج نوعين مختلفين من الأمشاج. لاحظ أن المشيج الذكري يُكتب على الجانب الأفقي، في حين يُكتب المشيج الأنثوي على الجانب الرأسي لمربع بانيت. ويُكتب احتمالات ارتباط المشيج الذكري مع المشيج الأنثوي داخل كل مربع مقابل.

made by : hala waleed

شكراً لكم

made by : hala waleed