

الأنماط الوراثية المعقدة

Complex Patterns of Inheritance

الأهداف

- تمييز بين أنماط الوراثة المعقدة المختلفة.
- تحلل أنماط الوراثة المرتبطة مع الجنس.
- تفسر كيف تؤثر البيئة في الطراز الشكلي لمخلوق حي.

الفكرة الرئيسية لا تنطبق الأنماط الوراثية التي وصفها مندل على وراثة الصفات المعقدة.

الربط مع الحياة تخيل مصابًا بعمى اللونين الأحمر والأخضر؛ حيث لا يظهر اللون الأحمر بوضوح في الإضاءة الخافتة، أما في الليل فيبدو اللون الأخضر كاللون الأبيض المستخدم في إنارة الشوارع. ولمساعدة المصابين بهذا الاختلال صممت إشارات المرور بألوان تتبع النمط نفسه دائماً؛ وعلى كل حال، لا يتبع عمى اللونين الأحمر والأخضر نمط الوراثة الذي وصفه مندل.

مراجعة المفردات

المشيح: خلية جنسية (حيوان منوي أو بويضة) مكتملة النمو أحادية المجموعة الكروموسومية.

السيادة غير التامة Incomplete Dominance

عندما يكون الفرد غير متماثل الجينات (غير نقي) لصفة ما يكون طرازه الشكلي ما تمثله الصفة السائدة. فعلى سبيل المثال، إذا كان الطراز الجيني لنبات البازلاء هو Tt (حيث T = الطراز الجيني لصفة "طول الساق" السائدة) فإن الطراز الشكلي لهذا النبات سيكون طويل الساق. وعند تزواج نباتات شب الليل الحمراء الأزهار (RR) مع نباتات شب الليل البيضاء الأزهار (rr) فإن نباتات الجيل الناتج تحمل صفة الأزهار الوردية غير المتماثلة الجينات (Rr)، كما في الشكل 4-8. وهذا مثال على **السيادة غير التامة incomplete dominance**؛ حيث يشكل فيها الطراز الشكلي غير المتماثل الجينات صفة وسطية بين الطرازين الشكليين المتماثلين الجينات الخاصة بالآباء. فعندما يتزوج أفراد الجيل الأول غير المتماثلين الجينات ذاتياً ينتج عنها أزهار حمراء ووردية وببيضاً بنسبة 1:2:1 على التوالي، كما في الشكل 4-8.

المفردات الجديدة

السيادة غير التامة
السيادة المشتركة
الجينات المتعددة المتقابلة
التفوق الجيني
الكروموسوم الجنسي
الكروموسوم الجسدي
الصفة المرتبطة مع الجنس
الصفات المتعددة الجينات

الشكل 4-8 ينتج لون أزهار نبات شب الليل عن السيادة غير التامة. عندما يتزوج نبات يحمل صفة الأزهار البيضاء النقية مع نبات يحمل صفة الأزهار الحمراء النقية تظهر صفة الأزهار الوردية في F_1 . وعند تلقيح أفراد F_1 ذاتياً تنتج نباتات حمراء الأزهار، ووردية، وببيضاً. **توقع:** ماذا يحدث إذا لقحت نباتاً وردي الأزهار مع نبات أبيض الأزهار؟



X



→

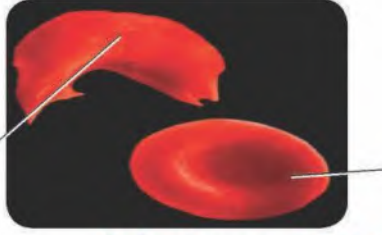


تلقيح ذاتي →

	R	r
R	RR أحمر	Rr وردي
r	Rr وردي	rr أبيض

نسبة الطرز الشكلية 1:2:1

خلية دم حمراء منجلية الشكل



السيادة المشتركة Codominance

تذكر أنه عندما يكون المخلوق الحي غير متماثل الجينات لصفة محددة فإن الطراز الشكلي الذي يعبر عنه الجين السائد هو الذي يظهر. أما في أنماط الوراثة المعقدة - ومنها **السيادة المشتركة** codominance - فيظهر أثر كلا الجينين عندما يكون الطراز الجيني لصفة ما غير متماثل الجينات. فعلى سبيل المثال يتبع مرض أنيميا الخلايا المنجلية وراثته السيادة المشتركة.

مرض أنيميا الخلايا المنجلية Sickle-cell disease الجين المسؤول عن مرض أنيميا الخلايا المنجلية شائع، وهو محمول على الكروموسومات الجسمية، وخصوصاً في الأشخاص ذوي الأصول الإفريقية، وينتقل مرض أنيميا الخلايا المنجلية عندما يجتمع جينان منجليان من الأبوين. ويؤثر مرض أنيميا الخلايا المنجلية في خلايا الدم الحمراء وقدرتها على نقل الأكسجين. يبين الشكل 5-8 خلايا الدم في فرد غير متماثل الجينات لصفة مرض أنيميا الخلايا المنجلية. ينتج عن تغيرات في الهيموجلوبين - خاصة البروتين الموجود في خلايا الدم الحمراء - تغير شكل خلايا الدم الحمراء - تغير خلايا الدم إلى شكل منجلي، أو شكل حرف C. لا تنتقل الخلايا المنجلية الأكسجين بفاعلية؛ لأنها توقف الدورة الدموية في الأوعية الدموية الصغيرة. والأشخاص غير المتماثلين الجينات لهذه الصفة لديهم خلايا طبيعية وخلايا منجلية في الوقت نفسه. وهؤلاء الأفراد يمكن أن يعيشوا حياة طبيعية؛ حيث إن الخلايا الطبيعية تعوض الخلل الناتج عن الخلايا المنجلية.

ينتشر مرض الأنيميا المنجلية في بعض مناطق المملكة العربية السعودية. ومن الإجراءات التي تتبناها الجهات المعنية في المملكة للتقليل من انتشار المرض وانتقاله من الآباء إلى الأبناء الالتزام بإجراء الفحص الطبي الشامل قبل الزواج؛ حيث تكشف هذه التحاليل الطبية الإصابة بالمرض، وتمكّن المستشار الوراثي من تحديد نسبة أو احتمال وراثته الأبناء للمرض من آباء مصابين، كما تحدد احتمال ظهور المرض على الأبناء من آباء لم تظهر عليهم الأعراض المرضية لأنهم حاملون للمرض فقط.

مرض أنيميا الخلايا المنجلية والملاريا

Sickle-cell disease and malaria

يوضح الشكل 5-8 توزيع مرضى الخلايا المنجلية والملاريا في إفريقيا. لاحظ تداخل بعض المناطق التي ينتشر فيها مرض أنيميا الخلايا المنجلية مع مناطق الملاريا الواسعة الانتشار.



الشكل 5-8

يميز، يزيد جين مرض أنيميا الخلايا المنجلية من المقاومة لمرض الملاريا. يسار: خلايا الدم الحمراء الطبيعية منبسطة وقرصية الشكل. أما الخلايا المنجلية فهي طويلة وتشبه حرف C. ويمكنها أن تتراكم وتغلق الدورة الدموية في الأوعية الدموية الصغيرة.

الربط مع رؤية 2030



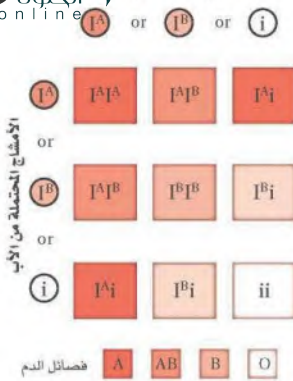
مجتمع حيوي

رؤية
2030
المملكة العربية السعودية
VISION OF SAUDI ARABIA

من أهداف الرؤية:

2.1.1 تسهيل الحصول على الخدمات الصحية

الأمشاج المحتملة من الأب



الشكل 6-8 هناك ثلاثة أشكال من الجينات المتقابلة في فصائل الدم ABO هي: I^A , I^B , i .

لماذا تكثر مثل هذه المستويات العالية من مرض أنيميا الخلايا المنجلية في إفريقيا الوسطى؟ اكتشف العلماء أن الأفراد غير المتمثلين الجينات لمرض أنيميا الخلايا المنجلية هم أيضًا أعلى مقاومة للملاريا؛ إذ تكون معدلات الوفيات بسبب الملاريا أقل في المناطق التي تكون فيها صفة مرض أنيميا الخلايا المنجلية أعلى. ولما كان وجود الملاريا أقل في تلك المناطق فإن أفرادًا أكثر يعيشون لينقلوا صفة الخلايا المنجلية لأبنائهم. ولذلك يستمر مرض أنيميا الخلايا المنجلية في التزايد في إفريقيا.

الجينات المتعددة المتقابلة Multiple Alleles

لا يتم تحديد جميع الصفات الوراثية بواسطة جينين متقابلين دائمًا، فبعض الصفات الوراثية - ومنها فصائل الدم في الإنسان - تحدد بأكثر من جينين، أو ما يسمى **الجينات المتعددة المتقابلة multiple alleles**.

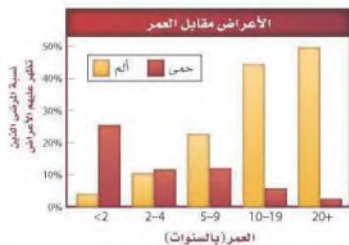
فصائل الدم في الإنسان Blood groups in humans لنظام فصائل الدم ABO ثلاثة أشكال من الجينات المتقابلة، تسمى أحيانًا علامات I^A : I^A تدل على فصيلة دم A؛ I^B فصيلة دم B؛ i هي فصيلة دم O. وعند غياب علامات AB تكون فصيلة الدم O. لاحظ أيضًا أن الجين i متنح مقارنة بـ I^A و I^B . تنطبق السيادة المشتركة على الجينات I^A و I^B ؛ إذ تنتج فصيلة الدم AB من كلا الجينين I^A و I^B . ويعد نظام فصائل الدم ABO مثالاً على الجينات المتعددة المتقابلة والسيادة المشتركة، كما في الشكل 6-8. يُحدد نظام الدم ABO أيضًا بالعامل الرايزيسي Rh، الذي يورث من كل أب. وقد يكون العامل Rh سالبًا أو موجبًا (Rh^+ أو Rh^-)؛ حيث إن Rh^+ سائد على Rh^- . وعامل Rh عبارة عن بروتين على خلايا الدم الحمراء اكتشف في دراسات على القرد الرايزيسي.

مختبر تحليل البيانات 8-1

بناءً على بيانات حقيقية

فُسر الرسم البياني

البيانات والملاحظات



ما العلاقة بين مرض أنيميا الخلايا المنجلية والمضاعفات الأخرى؟ تظهر عدة أعراض على المرضى المصابين بمرض أنيميا الخلايا المنجلية، منها الفشل التنفسي والمشكلات العصبية. ويوضح الرسم البياني المجاور العلاقة بين العمر وأعراض مرضين آخرين - هما الألم والحمى - قبل أسبوعين من الإصابة بمتلازمة ألم الصدر الحاد ودخول المستشفى.

التفسير الناقد

1. حدد. ما المجموعة العمرية التي أظهرت أعلى نسبة من الألم قبل دخول المستشفى؟
2. صف العلاقة بين العمر والحمى قبل دخول المستشفى.

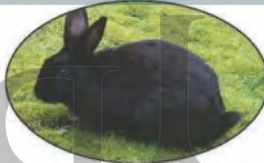
لون الفرو في الأرانب Coat color of rabbits

المتقابلة أن توضح عملية تسلسل السيادة. ففي الأرانب تسيطر أربعة جينات، على لون الفرو، هي: C, C^{ch}, C^h, c . فالجين C سائد على بقية الجينات الأخرى وينتج عنه لون فرو واحد. والجين c متنح وينتج عنه طراز شكلي أبيض عندما يكون الطراز الجيني متنحياً نقياً. أما الجين C^{ch} فسائد على الجين C^h ، في حين أن الجين C^h سائد على الجين c ، ويمكن كتابة هذا التسلسل السياتي على النحو التالي: $C > C^{ch} > C^h > c$. ويبين الشكل 7-8 الطرز الجينية والشكلية المحتملة للون فرو الأرانب. فاللون الأسود الكامل سائد على الشانشيلا، الذي هو سائد على الهيمالايا، وهو بدوره سائد على لون الفرو الأبيض.

يزيد وجود الجينات المتقابلة من احتمالات الطرز الجينية والشكلية. ومن دون سيادة الجينات المتعددة فإن جينين مثل T و t ينتجان ثلاثة طرز جينية فقط - TT, Tt, tt مثلاً - وطرازين شكليين محتملين. ولكن الجينات المتعددة المتقابلة الأربعة للون الفرو عند الأرانب تنتج عشرة طرز جينية محتملة وأربعة طرز شكلية، كما في الشكل 7-8. ويظهر المزيد من التنوع في لون فرو الأرانب نتيجة التفاعل بين جين لون الفرو والجينات الأخرى.



الأملق الأبيض CC



اللون الأسود الكامل $CC, Cc, C^{ch}C^{ch}, C^hC^h$



الهيمالايا $C^{ch}C^{ch}, C^hC^h$



الشانشيلا $C^{ch}C^{ch}, C^{ch}C^h, C^hC^h$

■ الشكل 7-8 يوجد في الأرانب جينات متعددة متقابلة تتحكم في لون الفرو. وتعطي الجينات الأربعة أربعة أشكال أساسية من ألوان الفرو.

تفوق الجينات Epistasis

يمكن أن يختلف لون الفرو في نوع من الكلاب من الأصفر إلى الأسود. ويعود هذا التنوع إلى وجود جين يخفي صفة جين آخر، ومثل هذا التفاعل يسمى **تفوق الجينات** epistasis. يتحكم في لون فرو هذه الكلاب مجموعتان من الجينات المتقابلة؛ الجين السائد E يحدد ما إذا كان الفرو ذا صبغة غامقة اللون، بينما لا توجد أي أصباغ في فرو الكلب ذي الطراز الجيني ee . في حين يحدد الجين B السائد درجة اللون الغامق من الصبغة.



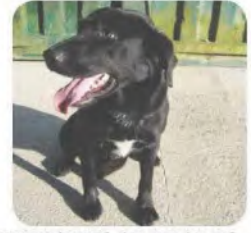
eebb



eeBb/eeBB



Eebb/EEbb



EEBB/EEBb/EeBB/EeBb

لا توجد صبغة غامقة اللون في فروي الكلبين

هناك صبغة غامقة اللون في فروي الكلبين

■ الشكل 8-8 تظهر نتائج تفوق الجينات في لون الفرو في نوع من الكلاب من خلال التفاعل بين جينين - حيث لكل جين منها جينان متقابلان، E, e مثلاً. لاحظ الطرز الجينية السائدة والمتنحية.

إذا كان الطراز الجيني للكلاب هو $Eebb$ أو $eeBb$ فإن فرو الكلاب يكون بنيًا بلون الشيكولاتة. لاحظ الشكل 8-8. أما الطرز الجينية $eebb, eeBb, eeBB$ فتننتج فروًا لونه أصفر؛ لأن الجين e يخفي آثار صفة الجين B .

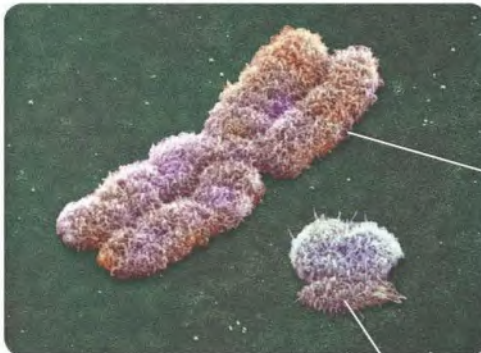
تحديد الجنس Sex Determination

تحتوي كل خلية في جسمك، ما عدا الأمشاج، على 46 كروموسومًا، أو 23 زوجًا من الكروموسومات. أحد هذه الأزواج هو الكروموسوم الجنسي sex chromosomes، الذي يحدد جنس الفرد. وهناك نوعان من الكروموسومات الجنسية، هما X و Y . فيكون الأفراد الذين يحملون كروموسومين جنسيين من X إناثًا. أما الأفراد الذين يحملون الكروموسوم الجنسي X وآخر Y فيكونون ذكورًا. وتسمى الـ 22 زوجًا من الكروموسومات الأخرى الباقية الكروموسومات الجسمية autosomes. ويحدد جنس الأبناء باتحاد الكروموسومات الجنسية في خلايا الحيوان المنوي والبويضة، كما في الشكل 8-9.

■ الشكل 8-9

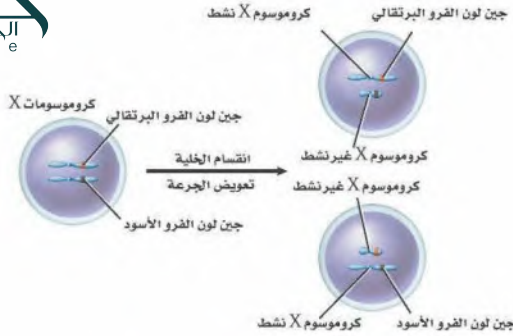
البيمين، ينتج عن انفصال الكروموسومات الجنسية إلى أمشاج، والاندماج العشوائي بين الحيوان المنوي والبويضة نسبة 1 ذكور: 1 إناث. البلازما، يختلف الكروموسوم Y عن الكروموسوم X في الشكل والحجم.

صورة محسنة بالمجهر الإلكتروني الماسح، التكبير غير معروف



كروموسوم Y





■ الشكل 10-8 ينتج فرو قطرة الكاليكو

هذه عن التوقف العشوائي لعمل الكروموسوم X؛ حيث أن أحد كروموسومات X مسؤولاً عن لون الفرو البني، في حين أن الكروموسوم X الآخر مسؤول عن لون الفرو الأسود.

تبديل الكروموسوم Chromosome Alteration

تحتوي خلايا الإناث في الإنسان 22 زوجاً من الكروموسومات الجسمية وزوجاً من الكروموسوم الجنسي X. بينما تحتوي خلايا الذكور 22 زوجاً من الكروموسومات الجسمية بالإضافة إلى الكروموسومات الجنسية X و Y. ولأن الكروموسوم X أكبر حجماً من الكروموسوم Y، كما في الشكل 8-9، فإنه يحمل عددًا كبيراً من الجينات المختلفة الضرورية لنمو الذكور والإناث، في حين يحمل الكروموسوم Y جينات مرتبطة بشكل أساسي مع ظهور الصفات الذكورية.

ولأن لدى الإناث كروموسوم X، لذا تبدو الأنثى وكأن لها نسختين من الكروموسوم X، ففي حين أن الذكر لديه نسخة واحدة فقط. ولموازنة الفرق في عدد الجينات المرتبطة مع الكروموسوم X بين الذكر والأنثى، يتوقف أحد كروموسومات X عن العمل في كل خلية جسمية أثنى. ويسمى هذا تبديل أو تعطيل الكروموسوم X؛ حيث يعد توقف عمل الكروموسوم X في كل خلية جسمية حدثاً عشوائياً تماماً، ولا يخضع لقانون وراثي. ويحدث تبديل الكروموسوم في جميع الثدييات، فسيبحان الله!

توقف عمل الكروموسوم Chromosome inactivation إن ألوان فرو قط الكاليكو، المبيّنة في الشكل 8-10، سببها توقف العمل العشوائي لكروموسوم X معين، وتعتمد ألوان فرو القط على الكروموسوم X النشط. وتنتج البقع البنية على الفرو نتيجة توقف عمل الكروموسوم X الذي يحمل الجين المقابل للون الفرو الأسود. وبالطريقة نفسها، تنتج البقع السوداء عن توقف عمل الكروموسوم X الذي يحمل الجين المسؤول عن لون الفرو البني.

أجسام بار Barr bodies يمكن مشاهدة الكروموسوم X الذي توقف عن العمل في الخلايا. ففي عام 1949م، لاحظ العالم الكندي موري بار كروموسومات X التي توقفت عن العمل في إناث قطط الكاليكو؛ حيث لاحظ تركيها غامقاً في النواة. وتسمى الكروموسومات الغامقة اللون التي توقفت عن العمل، كما في الشكل 8-11، أجسام بار. وقد اكتشف لاحقاً أن الإناث فقط - ومنها إناث الإنسان - تحتوي أجسام بار في نوى خلاياها.

■ الشكل 11-8 تسمى كروموسومات

X غير الفاعلة في خلايا جسم الأنثى أجسام بار، وهي أجسام داكنة اللون، توجد عادة في النواة.



الصفات المرتبطة مع الجنس Sex-Linked Traits

تسمى الصفات التي تتحكم فيها جينات موجودة على الكروموسوم X **الصفات المرتبطة مع الجنس** sex-linked traits. كما تسمى أيضًا الصفات المرتبطة مع الكروموسوم X. ولأن للذكور كروموسوم جنسي X واحدًا فقط فإنهم غالبًا ما يتأثرون بالصفات المتنحية المرتبطة مع الجنس أكثر من الإناث. فالإناث لن تظهر فيهن الصفات المتنحية المرتبطة مع الجنس غالبًا؛ لأن الكروموسوم X الثاني يمنع أو يقلل فرصة ظهور الصفة المتنحية.

عمى اللونين الأحمر - الأخضر Red-green color blindness صفة عمى اللونين الأحمر - والأخضر صفة مرتبطة مع الجنس متنحية. يبين الشكل 8-12 كيف يمكن أن يرى الشخص المصاب بعمى اللونين الأحمر والأخضر مقارنة بشخص سليم. ادرس مربع بانيت في الشكل 8-12 تلاحظ أن الأم حاملة لجين مرض عمى الألوان؛ لأن لديها جينًا متنحيًا لهذا المرض محمولاً على أحد كروموسومات X الخاصة بها. في حين تلاحظ أن الأب غير مصاب؛ لأنه ليس لديه جين الإصابة المتنحي. ويتم تمثيل الصفة المرتبطة مع الجنس بكتابة الجين على الكروموسوم X. لاحظ أيضًا أن الطفل الوحيد الذي يمكن أن يصاب بعمى اللونين الأحمر والأخضر هو الذكر. ولأن صفة عمى اللونين الأحمر والأخضر مرتبطة مع الجنس فهي نادرة الحدوث في الإناث.

نزف الدم (هيموفيليا) Haemophilia نزف الدم اختلال وراثي آخر مرتبط مع الجنس ناتج عن جين متنحٍ محمول على الكروموسوم الجنسي X، ويتميز بتأخر تجلط الدم، وهو أكثر شيوعًا بين الذكور عما في الإناث. كان الرجال المصابون بنزف الدم في الماضي يموتون عادة في أعمار مبكرة حتى القرن العشرين، حين اكتشف البروتين الضروري لتجلط الدم وأعطى للأشخاص المصابين بنزف الدم.

■ الشكل 8-12 الأشخاص المصابون بعمى اللونين الأحمر والأخضر يرون اللونين الأحمر والأخضر على هيئة ظلال من اللون الرمادي.

فسر. لماذا يوجد عدد قليل من الإناث المصابة بعمى اللونين الأحمر والأخضر مقارنة بالذكور في المخطط أدناه؟

X^B = طبيعي

X^b = مصابة بعمى اللونين الأحمر - الأخضر

Y = كروموسوم ذكر

	X^B	Y
X^B	$X^B X^B$	$X^B Y$
X^b	$X^B X^b$	$X^b Y$



ومع ذلك كانت الفيروسات الموجودة في مرضى التهاب الكبد الوبائي C، ومرض نقص المناعة المكتسبة (الإيدز) - تنتقل إلى المصابين بمرض الدم حتى عام 1990م؛ حين اكتشفت طرائق أكثر أماناً لنقل الدم.

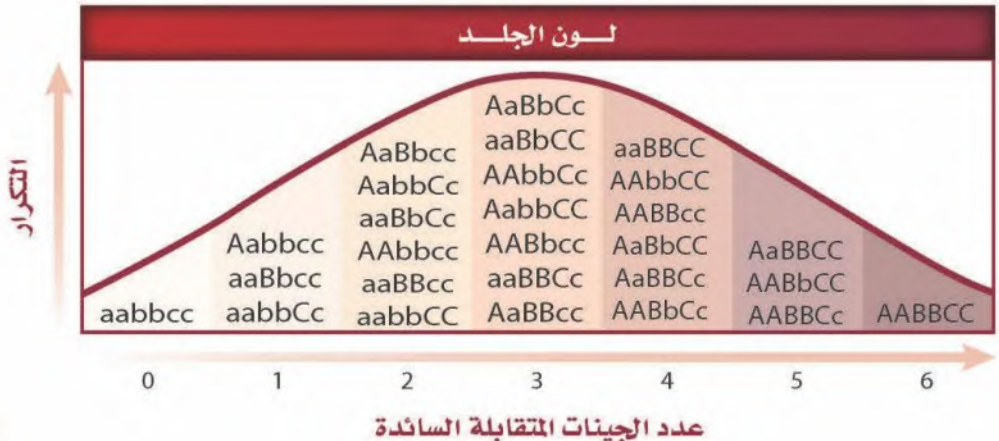
ربما تظهر بعض الصفات الموجودة على الكروموسومات الجسمية على أنها مرتبطة مع الجنس على الرغم من أنها ليست كذلك. ويحدث هذا عندما يكون الجين سائداً في أحد الجنسين ولكنه متنحٍ في الجنس الآخر. وتسمى في هذه الحالة الصفات المتأثرة بالجنس. فعلى سبيل المثال، جين الصلع متنحٍ في الإناث وسائد في الذكور، ويسبب فقدان الشعر أو ما يسمى نمط الصلع في الذكور. وتظهر صفة الصلع في الذكر إذا كان غير متمائل الجينات (غير نقى) للصفة، أو متنحي الجينات، في حين يمكن أن تكون الأنثى صلعاء فقط في حال اجتماع الجينات المتنحية المتماثلة.

الصفات المتعددة الجينات Polygenic Traits

لقد درست صفات يتحكم فيها زوج من الجينات. فالعديد من الصفات الشكلية تنتج عن التفاعل بين العديد من أزواج الجينات. ومثل هذه الصفات تسمى **الصفات المتعددة الجينات polygenic traits**، مثل لون الجلد، وطول القامة، ولون العيون، ونمط بصمة الإصبع. وإحدى خصائص الصفات المتعددة الجينات أنها عند رسم منحنى تكرار عدد الجينات المتقابلة السائدة، كما في الشكل 13-8 تكون النتيجة منحنى يشبه الجرس. ويوضح المنحنى أن الطرز الشكلية التي تمثل الصفة المتوسطة أكثر ظهوراً من الطرز الشكلية التي تمثل الصفة في درجاتها القصوى.

ماذا قرأت؟ استنتج لماذا يكون المنحنى في الرسم البياني الذي يبين تكرار عدد الجينات المتقابلة السائدة للصفات المتعددة الجينات على شكل يشبه الجرس؟

■ الشكل 13-8 يبين الشكل درجات اختلاف لون الجلد المحتملة الناتجة عن ثلاث مجموعات من الجينات المتقابلة، على الرغم من الاعتقاد أن هذه الصفة تتطلب أكثر من ثلاث مجموعات من الجينات المتقابلة. توقع. هل يمكن أن يزداد عدد الطرز الشكلية المحتملة أو ينقص عند زيادة أزواج الجينات؟



التأثيرات البيئية Environmental Influences

للبيئة أثر في الطراز الشكلي أيضًا. فعلى سبيل المثال، يمكن وراثة قابلية الإصابة بمرض القلب. ويمكن أن تسهم عوامل بيئية -مثل الغذاء والرياضة- أيضًا في حدوث المرض واختلاف شدته. وهناك طرائق أخرى تؤثر فيها البيئة في الطراز الشكلي، منها أشعة الشمس والماء ودرجة الحرارة، فكلها عوامل بيئية تؤثر في الطراز الشكلي للفرد.

أشعة الشمس والماء Sun light and water من دون أشعة الشمس الكافية لا تنتج معظم النباتات الزهرية أزهارًا. والعديد من النباتات تفقد أوراقها استجابة لنقص الماء.

درجة الحرارة Temperature يحدث تغير في الطرز الشكلية للمخلوقات الحية عند التغير الحاد في درجات الحرارة، فمثلاً تتأثر معظم النباتات بالحرارة العالية، فتسقط أوراقها، وتذبل أزهارها، ويتحلل الكلوروفيل ثم يختفي، وتفقد الجذور قدرتها على النمو. ما العوامل البيئية الأخرى التي تؤثر في الطرز الشكلية للمخلوق الحي؟ تؤثر درجة الحرارة في الجينات. لاحظ فرو القطة السيامية في الشكل 14-8، ذيل القطة وأقدامها وأذناها وأنفها غامقة اللون، أما المناطق الأخرى من جسم القطة فهي أفتح لونًا من البقية. الجين المسؤول عن إنتاج لون الصبغة في جسم القطة السيامية يعمل فقط تحت ظروف البرد. لهذا تكون المناطق الأبرد أغمق لونًا؛ والمناطق الأدفأ - حيث يكون إنتاج الصبغة متوقفًا بواسطة درجة الحرارة - أفتح لونًا.

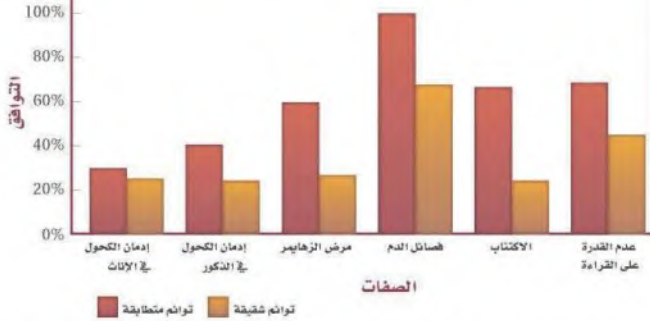
دراسات التوائم Twin Studies

هناك طريقة أخرى لدراسة أنماط الوراثة؛ وذلك بالتركيز على التوائم المتطابقة، التي تساعد العلماء على فصل التأثيرات الجينية عن التأثيرات البيئية. إن التوائم المتطابقة متماثلة وراثيًا. فإذا تم توارث صفة ما فإن كلا التوأمين المتطابقين يحصل على الصفة نفسها. ويستنتج العلماء أن الصفات التي تظهر بكثرة في التوائم المتطابقة تتحكم فيها الوراثة جزئيًا على الأقل.

■ الشكل 14-8 تؤثر درجة الحرارة في جينات لون الصبغة في فرو القطط السيامية.



نسب التوافق



■ الشكل 15-8 عند وجود صفة في أفراد التوائم المتطابقة على نحو أكبر من وجودها في التوائم الشقيقة، فهذا يدل على أن الصفة لها مكون وراثي واضح.

ويعتقد العلماء -بالإضافة إلى ذلك- أن الصفات التي تظهر بشكل مختلف في التوائم المتطابقة تتأثر بشكل قوي بالبيئة؛ فنسبة التوائم الذين تظهر فيهم صفة معينة تسمى معدل التوافق.

تفحص الشكل 15-8 الذي يمثل بعض الصفات ومعدلات توافقها؛ حيث تبين الفروق الكبيرة بين التوائم الشقيقة والتوائم المتطابقة تأثيراً وراثياً كبيراً.

تجربة استهلاكية

مراجعة بناء على ما قرأته حول الوراثة في الإنسان، كيف نجيب الآن عن أسئلة التحليل؟

التقويم 2-8

الخلاصة

- بعض الصفات تورث من خلال أنماط وراثية معقدة، مثل السيادة غير التامة، والسيادة المشتركة، والجينات المتقابلة المتعددة.
- تحدد كروموسومات X و Y جنس الجنين، وبعض الصفات الوراثية مرتبطة مع الكروموسوم X.
- تتطلب الصفات المتعددة الجينات أكثر من زوج من الجينات المتقابلة.
- تؤثر كل من الجينات والبيئة في الطراز الشكلي للمخلوق الحي.
- تزيد دراسات أنماط الوراثة في العائلات والتوائم من معرفتنا بالوراثة المعقدة في الإنسان.

فهم الأفكار الرئيسية

1. **المقدمة** **الربط** مَيَزِين الوراثة المعقدة وأنماط الوراثة في الفصل 8.
2. **أفسر** ما التفوق الجيني؟ وكيف يختلف عن السيادة؟
3. **حدّد** الطرز الشكلية للأبوين إذا كان فصيلة دم الأب A، وفصيلة دم الأم B، وكان فصيلة دم أحد الأبناء AB، وفصيلة دم الابنة O، وفصيلة دم الابن الآخر B.
4. **حلّل** كيف تساعد دراسات التوائم على التمييز بين آثار الوراثة وتأثيرات البيئة.

التفكير الناقد

5. **قوّم** هل الإصابة بمرض أنيميا الخلايا المنجلية إيجابية أم سلبية لشخص يعيش في إفريقيا الوسطى؟
6. **الرياضيات في علم الأحياء** ما احتمال إنجاب ابن غير مصاب بمرض عمى الألوان، إذا كان والده مصاباً بالمرض، وكانت والدته غير مصابة (طبيعية) متماثلة الجينات؟ فسر إجابتك.