

١٢



الأحياء

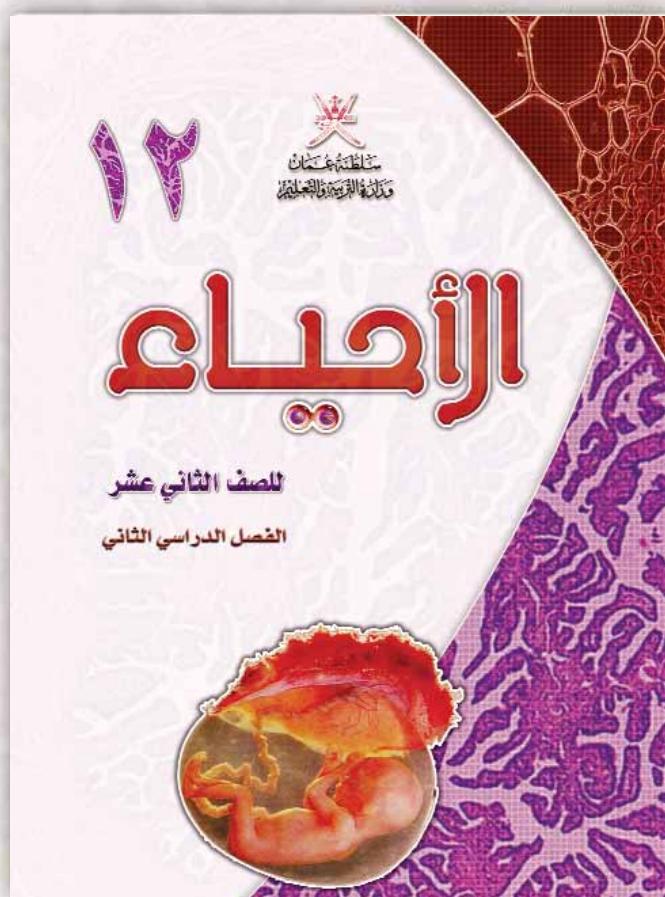
للصف الثاني عشر

الفصل الدراسي الثاني





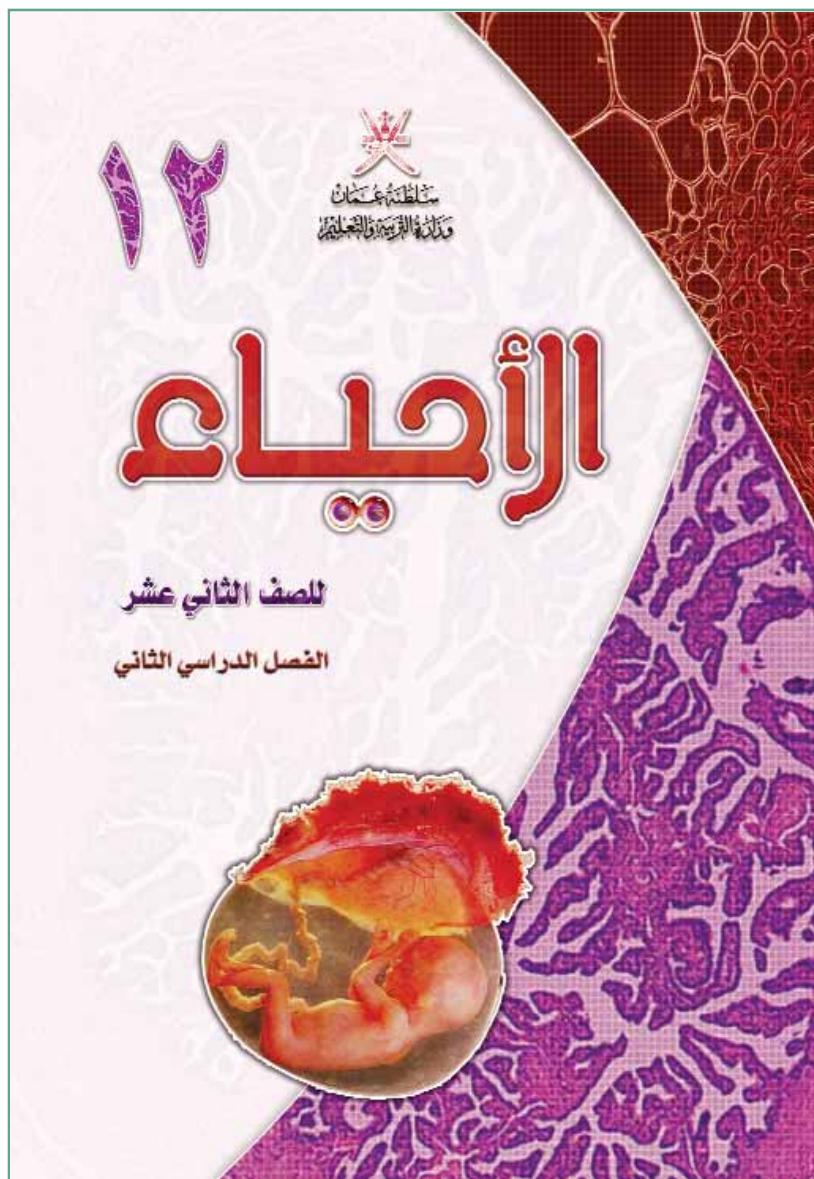
سُلْطَانَةُ عُمَانُ
وِزَارَةُ التَّرْبِيَةِ وَالْتَّعْلِيمِ



الطِّبْهَةُ التَّجْرِيَّةُ
٢٠١٦ - هـ ١٤٣٧ م

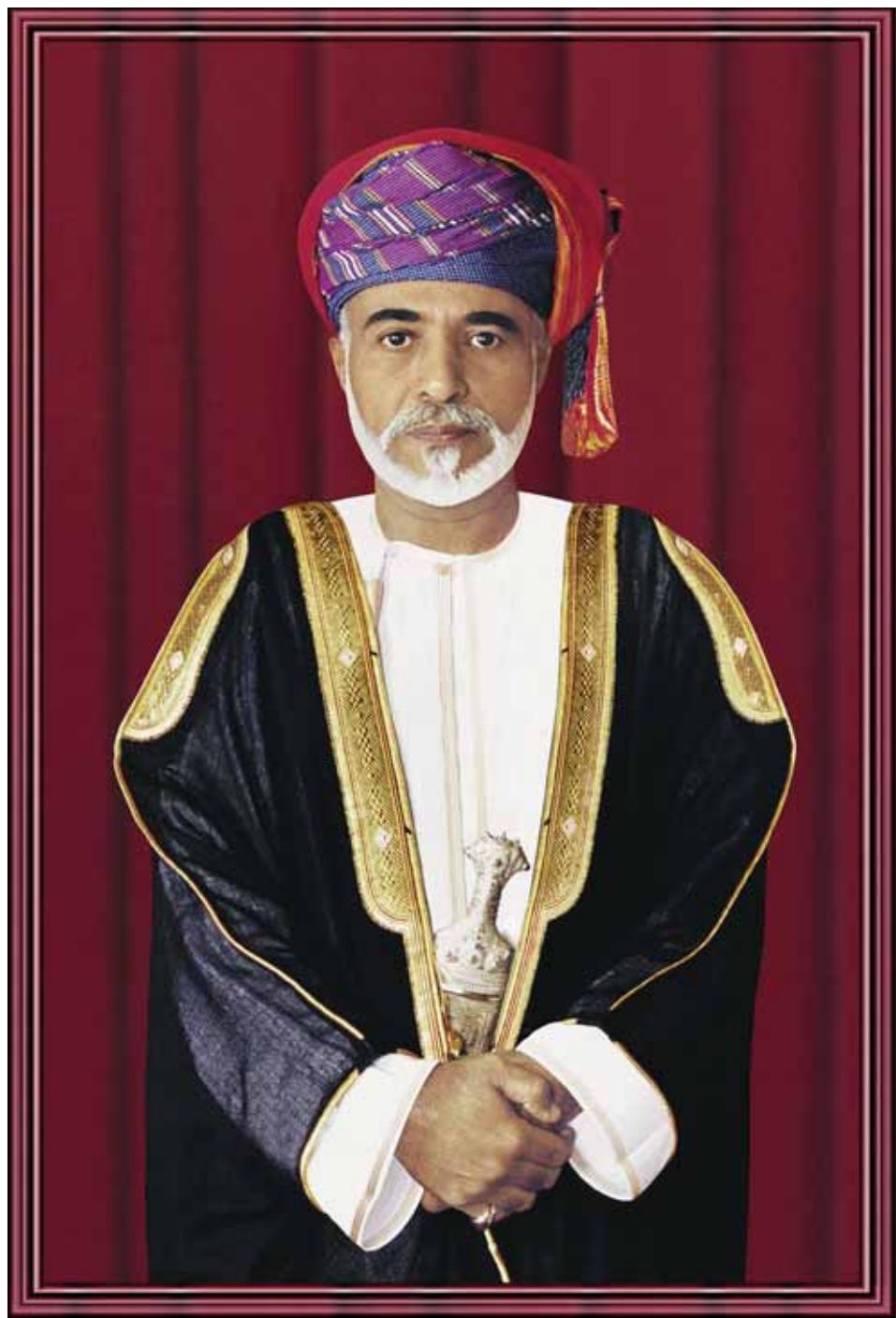
الأحياء
الصف الثاني عشر

جميع حقوق الطبع والنشر والتوزيع محفوظة لوزارة التربية والتعليم



éGó̄NEGh «^aúadGh ... f̄dG ق«bóadGh äÉffé«ñdg جÉNOEäÉ«^aY â^aJ

بمركز إنتاج الكتاب المدرسي والوسائل التعليمية بالالمديريه العامة لتطوير المناهج



حضره صاحب الجلالة اسلطان قابوس بن سعيد لمعظم

| | |
|----|-----------|
| ٥ | المحتويات |
| ٩ | تقديم |
| ١٠ | مقدمة |

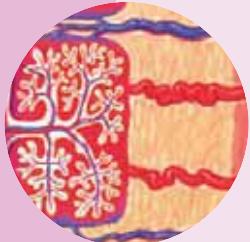
الوحدة الثالثة التكاثر ونمو الجنين في الإنسان — Reproduction and Development of Human Embryo —

الفصل الخامس : التكاثر في الإنسان Reproduction in Human

| | |
|----|--|
| ١٧ | ١- أجهزة التكاثر في الإنسان |
| ١٧ | أولاً: الجهاز التناسلي الذكري |
| ١٨ | ثانياً: الجهاز التناسلي الأنثوي |
| ١٩ | ٢- تكوين الأمشاج |
| ١٩ | أولاً: تكوين الأعضاء الجنسية |
| ٢١ | ثانياً: تكوين المشيج الذكري |
| ٢٣ | الاستكشاف (١) : تركيب المشيج الذكري (الحيوان المنوي) |
| ٢٤ | ثالثاً: تكوين المشيج الأنثوي (البويضة) |
| ٢٥ | الاستكشاف (٢) : تركيب البويضة |
| ٢٥ | ٣- دورة الحيض (الطمث) |
| ٢٦ | أولاً: دورة المبيض |
| ٢٧ | ثانياً: دورة الرحم |
| ٢٨ | الاستكشاف (٢) : تنظيم الهرمونات لدورة الحيض |
| ٣٠ | ٤- الأمراض المنقولة جنسياً |
| ٣١ | متلازمة العوز المناعي المكتسب (الإيدز) |
| ٣٤ | ٥- التغيرات المرتبطة بالتكاثر في الإنسان |
| ٣٤ | ١- أطفال الأنابيب |
| ٣٤ | ٢- الحقن المجهرى للبويضة |
| ٣٥ | ٣- تجميد الأجنة والحيوانات المنوية |
| ٣٥ | ٤- نقل الأمشاج إلى قناة البிபض |
| ٣٦ | أسئلة الفصل |



الفصل السادس : نمو الجنين في الإنسان

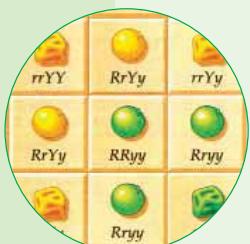


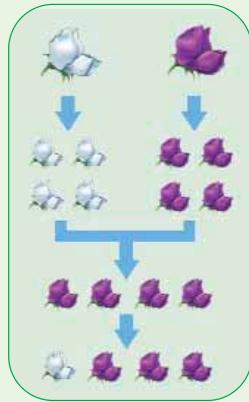
| | |
|----|--|
| ٤٣ | ١-٦ عملية الإخصاب |
| ٤٥ | ٢-٦ الحمل ونمو الجنين |
| ٤٥ | الاستكشاف (١) : مراحل نمو الجنين |
| ٤٦ | أولاً : فترة الأشهر الثلاثة الأولى |
| ٥٢ | ثانياً : فترة الأشهر الثلاثة الثانية |
| ٥٢ | ثالثاً : فترة الأشهر الثلاثة الأخيرة |
| ٥٣ | الاستكشاف (٢) : لماذا النمو |
| ٥٤ | ٢-٦ الولادة |
| ٥٥ | ١- مرحلة الاتساع (المخاض) |
| ٥٥ | ٢- مرحلة خروج الجنين |
| ٥٦ | ٣- مرحلة خروج المشيمة |
| ٥٦ | ٤- الرضاعة وإفراز الحليب |
| ٥٨ | ٥- التوائم |
| ٥٩ | ١- التوائم المتشابهة أو المتطابقة |
| ٥٩ | ٢- التوائم الأخوية (غير المتشابهة) |
| ٦٠ | ٣- التوائم السيسامية |
| ٦١ | ٦- تقانات الإخصاب والحمل |
| ٦١ | أولاً : تقانات معالجة العقم |
| ٦١ | ثانياً : تقانات المباعدة بين الولادات |
| ٦٣ | ٧- العوامل البيئية والوراثية المؤثرة في نمو الجنين |
| ٦٣ | أولاً : العوامل البيئية |
| ٦٤ | ثانياً : العوامل الوراثية |
| ٦٥ | أسئلة الفصل |

الوراثة

Heredity

| | |
|----|----------------------------------|
| ٦٨ | الوحدة الرابعة |
| ٦٨ | الفصل السابع : الوراثة mendelian |
| ٧٠ | Mendelian Genetic |
| ٧٣ | ١-٧ الإنقسام الخلوي جوهر التوارث |
| ٧٣ | ٢-٧ تجربة مندل |
| ٧٥ | أ) مبدأ السيادة |
| ٧٥ | ب) قانون الإنعزاز |



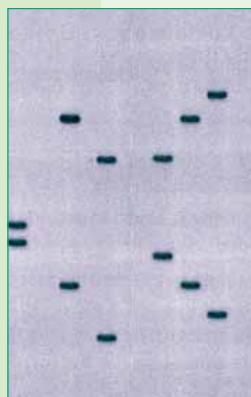
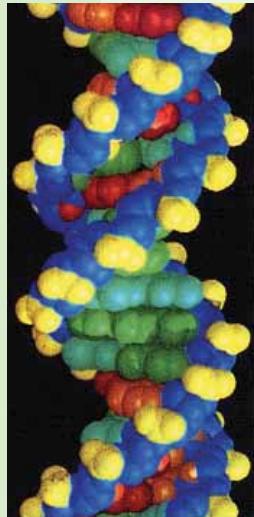


| | |
|-----|---|
| ٧٦ | ج) قانون التوزيع الحر |
| ٧٨ | د) التقىح الاختباري |
| ٧٩ | الاستكشاف (١) : تحديد نقاوة الصفات الوراثية |
| ٨٠ | ٣-٧ الاختلافات في الوراثة |
| ٨٢ | ٤-٧ تحديد عدد ونوع الطرز الجينية |
| ٨٢ | ٥-٧ النظرية الكروموسومية |
| ٨٣ | ٦-٧ تطبيقات الوراثة mendelian |
| ٨٣ | أولاً: تحديد الجنس |
| ٨٥ | ثانياً: بعض الصفات الوراثية عند الإنسان |
| ٨٥ | الاستكشاف (٢) أنت وجيناتك |
| ٨٧ | ٧-٧ دراسة الصفات الوراثية البشرية |
| ٨٧ | مصادر الحصول على المعلومات الوراثية |
| ٨٧ | أولاً : سجلات النسب |
| ٨٩ | الاستكشاف (٢) سجل النسب أداة لتنبيه توارث الصفات |
| ٩٠ | ثانياً : عمل المخطط الكروموسومي |
| ٩١ | ٨-٧ الوراثة غير mendelianية |
| ٩١ | أولاً: السيادة غير التامة |
| ٩٣ | ثانياً : الأليلات المتعددة والسيادة المشتركة |
| ٩٦ | ثالثاً : الصفات المرتبطة بالجنس |
| ٩٧ | رابعاً : الصفات المتأثرة بالجنس |
| ٩٩ | خامساً : ارتباط الجينات |
| ١٠٢ | سادساً : توارث الصفات متعددة الجينات |
| ١٠٤ | سابعاً : الجينات القاتلة |
| ١٠٥ | ٩-٧ تأثير البيئة على توارث الصفات |
| ١٠٦ | ١٠-٧ الاستئثارة الوراثية |
| ١٠٧ | أسئلة الفصل |

الفصل الثامن : الوراثة الحديثة

١١٠

Modern Genetics



| | | |
|-----|--|--|
| ١١٣ | ١-٨ | المادة الوراثية |
| ١١٣ | أولاً: تركيب جزيء DNA | |
| ١١٤ | ثانياً: تضاعف الحامض النووي DNA | |
| ١١٥ | ٢-٨ | الشفرة الوراثية |
| ١١٧ | ٣-٨ | بناء البروتين في الخلية |
| ١١٩ | الاستكشاف (١) الإنترنوتونات والإكسونات | |
| ١٢٤ | ٤-٨ | الطفرات |
| ١٢٥ | ٥-٨ | الهندسة الوراثية |
| ١٢٦ | ٦-٨ | تطبيقات الوراثة الحديثة |
| ١٣٠ | الاستكشاف (٢) : البصمة الوراثية دليل إثبات | |
| ١٣١ | ٧-٨ | تطبيقات التقانة الحيوية |
| ١٣١ | أولاً : التطبيقات الزراعية | |
| ١٣١ | ثانياً : التطبيقات الصحية | |
| ١٣١ | ثالثاً: التطبيقات الصناعية | |
| ١٣١ | رابعاً: التطبيقات البيئية | |
| ١٣٢ | ٨-٨ | التقانة الحيوية البحرية |
| ١٣٣ | ٩-٨ | الجوانب السلبية المتوقعة للهندسة الوراثية |
| ١٣٤ | أسئلة الفصل | |
| ١٣٨ | -ارتباط علم الأحياء بالمهن | |
| ١٣٩ | -المراجع | |



تقدير

الحمد لله نحمده تمام الحمد، ونحصلي ونسلم على خير خلقه سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين. وبعد، تحرص وزارة التربية والتعليم على تجديد العملية التعليمية من خلال إرساء قواعد منظومة تعليمية متكاملة تلبي احتياجات البيئة العمانية وتناسب مع متطلباتها العالية.

وبعد مراجعة النظام التعليمي للسلطنة وقياس مستوى أدائه وتحديد أهم التحديات التي تواجهه، قامت وزارة التربية والتعليم بإعادة ترتيب أولوياتها، وتنظيم جهودها لإنجذاب التطوير بما ينماشى مع توجهات السلطنة ورؤيتها المستقبلية، حيث جرى تطوير الأهداف العامة للتربية، والخطة الدراسية التي أولت اهتماماً أكبر للمواد العلمية وتدریس اللغات، واستحدثت مواد دراسية جديدة لمواكبة المستجدات على صعيد تكنولوجيا المعلومات واحتياجات سوق العمل من المهارات، هذا فضلاً عن التطوير الذي أدخل على أساليب واستراتيجيات تدريس المنهج الدراسي التي أصبحت تعنى بالمتعلم باعتباره محور العملية التعليمية التعلمية.

إن النقلة النوعية التي تشهدها حالياً في العملية التعليمية أحدثت الكثير من التغييرات الجذرية ، فجاءت الكتب الدراسية متسقة بالحداثة والمرونة، والتواافق في موضوعاتها مع مستويات أبناءنا الطلبة والطالبات، وخصصت نموهم العقلي والنفسي، وثقافتهم الاجتماعية، واهتمت بالجوانب المهارية والفنية والرياضية البدنية تحقيقاً لمبدأ أصيل من مبادئ فلسفة التربية في السلطنة الداعي إلى بناء الشخصية المتكاملة للفرد، وعززت دور المتعلم في عملية التعلم من خلال إكسابه مهارات التعلم الذاتي والتعلم التعاوني، ولم يعد الكتاب المدرسي بما يحويه من معارف ومهارات وقيم واتجاهات إلا دليلاً يسترشد به الطالب للوصول إلى ما تخزننه مصادر المعلومات المختلفة كالمراجع المكتبية ومحاسن التعلم الإلكتروني الأخرى من معارف، وعلى الطالب القيام بعملية البحث والتحصي للوصول إلى ما هو أعمق وأشمل، فإليكم أبنائي وبناتي الطلاب والطالبات نقدم هذا الكتاب راجين أن يجد عين الاهتمام منكم، ويكون لكم خيراً معيناً: لتحقيق ما نسعى إليه من تقديم ونماء هذا الوطن المعطاء تحت ظل القيادة الحكيمية لمولانا حضرة صاحب الجلالـة السلطان قابوس بن سعيد المعظم حفظه الله ورعاه.

والله ولي التوفيق

د. مدحية بنت أحمد الشيبانية

وزيرة التربية والتعليم

عزيزي الطالب :

الجزء الأول من كتاب الأحياء، الانقسام الخلوي بنوعيه: غير المباشر والاختزالي، والتنفس الخلوي الهوائي واللاهوائي، وفي هذا الجزء ستتعلم أجهزة التكاثر في الإنسان، ونمو الجنين في الإنسان، بالإضافة إلى الوراثة بنوعيها mendelian والحديثة.

يتضمن الكتاب تنوعاً في طريقة عرضه للمحتوى، حيث اشتملت كل وحدة على مقدمة بسيطة تنتهي بمجموعة أسئلة تعكس محتوى الوحدة التي يطلب منك الإجابة عليها قبل البدء بدراسة الوحدة ثم تعيد الإجابة عليها مرة أخرى بعد انتهاءك من دراسة الوحدة، كما تخلل كل وحدة كذلك مجموعة من الاستكشافات العلمية والنظرية التي تتطلب منك في أغلب الأحيان تصميماً أو حلّ مشكلة معينة، وهذه الاستكشافات معززة ببعض التجارب العلمية التي ستجريها في المختبر.

تم عرض محتويات الكتاب بطريقة مشوقة لك ، حيث تتنوع بنود عرض المحتوى؛ فتجد المادة العلمية والصور والأشكال التي تتطلب منك التفكير والبحث عن إجابات الأسئلة المتعلقة بها،

يسرنا أن نقدم لك كتاب الأحياء للصف الثاني عشر ، والذي ستختتم به حياتك المدرسية ، وستنتقل بعد ذلك على دراستك العليا بإذن الله وأنت تمتلك ناصية المعرفة والمهارة التي اكتسبتها طوال سنين تعلمك في المدرسة .

يعد كتاب الأحياء للصف الثاني عشر امتداداً لما تعلمته في كتب العلوم في الصفوف السابقة، وفي كتاب الأحياء في الصف الحادي عشر، كما أنه يعد رافداً آخرًا في البحث والاستقصاء والتفكير العلمي المبني على المعرفة والتجريب وذلك من خلال تعلمك للمصطلحات والمفاهيم والعلاقات المعززة بالاستكشافات التي تهدف إلى تنمية الجانب المعرفي والجانب المهاري لديك.

الآن وبعد أن أنهيت دراسة الموضوعات العلمية وقمت بالعديد من الاستكشافات والتجارب العملية في سلسلة من كتب العلوم امتدت عبر السنوات الماضية، وفي كتاب الأحياء للصف الحادي عشر جاء كتاب الأحياء للصف الثاني عشر ليكمل ما تعلمته في الصفوف السابقة عن العمليات الحيوية التي تتم في جسمك. لقد تعلمت في

حيث تساهم في تحقيق المخرجات التعليمية المتوقعة إلا أنه ليس جميع هذه الأشكال والصور مطلوبة منك للتقدير، حيث ستجد إشارة (*) للأشكال المطلوب منك رسمها، أما الأشكال غير المطلوب رسمها فلا بد من دراستها ومعرفة البيانات الموضوعة عليها.

يتكون كتاب الأحياء من جزأين منفصلين، جزء للفصل الدراسي الأول يتكون من وحدتين هما: الوحدة الأولى: الانقسام والتنفس الخلوي، والوحدة الثانية: التنظيم العصبي والهرموني، وجاء للفصل الدراسي الثاني يتكون أيضاً من وحدتين هما: الوحدة الثالثة: التكاثر ونمو جنين الإنسان ، والوحدة الرابعة: الوراثة .

كذلك بند الاستكشافات الذي يتوقع أن ينمي لديك الجانب المعرفي والمهاري ويكسبك مهارات التفكير العليا وحل المشكلات التي قد تواجهك في حياتك اليومية.

احتوى الكتاب عدداً من البنود الرئيسية مثل «اخبر فهمك» الذي يقيس مدى فهمك واستيعابك للموضوع الذي درسته وهو مطلوب منك في الاختبارات ، وبند «معلومة تهمك» الذي يزودك بمعلومات علمية إثرائية حول بعض التطبيقات التقانية للمبادئ العلمية، لكن هذا البند غير خاضع للتقدير والاختبارات .

يتضمن الكتاب العديد من الصور والأشكال والتي هي جزء مهم من المحتوى

ونسأل الله عز وجل التوفيق والنجاح لنا ولكل

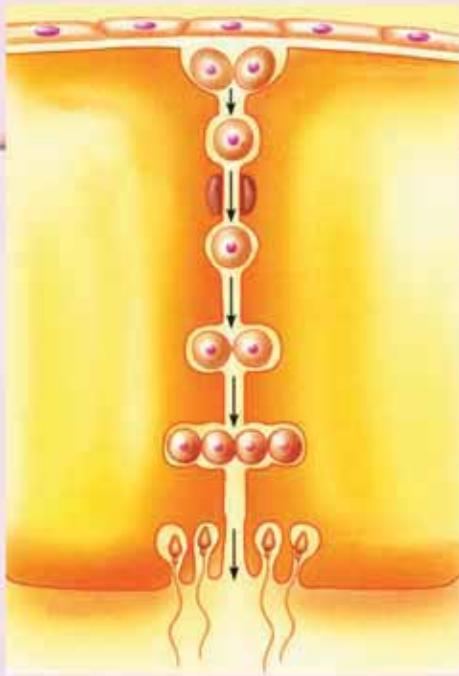
لما فيه خير أمتنا وبلادنا الحبيب سلطنة عمان

المؤلفون

الوحدة الثالثة

التكاثر ونمو الجنين في الإنسان

*Reproduction and
Development of
Human Embryo*



الفصل الخامس :

التكاثر في الإنسان

الفصل السادس :

نمو الجنين في الإنسان

مقدمة

تعلّمت في صفوفٍ سابقة مفهوم التكاثر في الكائنات الحية، وبعض طرق تكاثرها؛ حيث تعرّفت في الصف الخامس من خلال الصور والأشكال على مفهوم النمو، والمراحل العمرية التي يمر بها في حياته، ثم تم عرض موضوع بعض طرق تكاثر النبات في الصف السابع، وفي الصف التاسع درست بشيء من التفصيل التكاثر الجنسي عند الإنسان، وتعرّفت على الجهاز التناسلي الذكري والجهاز التناسلي الأنثوي، وعلى دورة الحيض، وغيرها من المفاهيم.

أما في الصف الحادي عشر فقد درست التكاثر كعملية حيوية تتم في النبات، وتعلّمت طرق تكاثره المختلفة. وفي هذا الصف سيتم التركيز على موضوعي التكاثر والنمو عند الإنسان.

تتألف هذه الوحدة من فصلين: الفصل الخامس الذي يعالج عملية التكاثر في الإنسان من خلال شرح وتوضيح أجهزة التكاثر في الإنسان، آلية تكوين الأمشاج الذكرية والأنثوية، دورة الحيض، الأمراض المنسولة جنسياً، والتقانات المرتبطة بالتكاثر في الإنسان. أما الفصل السادس فيوضح عملية الإخصاب، والحمل وتكوين الجنين، الولادة، الرضاعة وإفراز الحليب، التوائم، تقانات الإخصاب والحمل، والعوامل البيئية والوراثية المؤثرة في نمو الجنين.

لقد تم تعزيز طرح المعلومات العلمية باستكشافات عملية ونظرية بالإضافة إلى وجود درسين عمليين في الكراس العملي لتعزيز تعلمك وهما جزأين أساسيين من محتوى الكتاب، وعليك تطبيقهما لاكتساب المهارات العملية، وتكتسب مهارات أسلوب التجريب العلمي.

في هذه الوحدة ستتناول الإجابة عن التساؤلات الآتية:

- ١ لماذا تتكاثر الكائنات الحية؟
- ٢ كيف تكون الأمشاج الذكرية والأنثوية؟
- ٣ ما أهمية دورة الحيض؟
- ٤ كيف يمكن تجنب الأمراض المنسولة جنسياً؟
- ٥ كيف ساعدت التقانة الإنسان في التغلب على مشكلات العقم؟
- ٦ ما الفرق بين التلقيح والإخصاب؟
- ٧ لماذا يعتبر الرحم المكان المناسب لنمو الجنين؟
- ٨ كيف يتحكم الجسم هرمونياً براحل عملية الولادة؟
- ٩ ما دور الرضاعة الطبيعية في المحافظة على صحة الأم والمولود؟
- ١٠ كيف ساهمت التقانة في التغلب على مشكلات الإخصاب والحمل؟
- ١١ ما تأثير البيئة على نمو جنين الإنسان؟



التكاثر في الإنسان Reproduction in Human

الفصل الخامس

مقدمة

تعلّمت في الصف التاسع مفهوم التكاثر، وتعرفت إلى نوعيه الجنسي *sexual* واللامجنسي *asexual* ، كذلك عرفت أن التكاثر الجنسي أساس تنوع الكائنات الحية التي تتکاثر جنسياً.

ستتعرّف من خلال دراستك لهذا الفصل بشيء من التفصيل كيفية تكوين الأمشاج (*gametes development*)، كما ستستكشف مراحل تكوين الأمشاج الذكرية والأنثوية. وستدرس الأمراض المنقولة جنسياً، وتتعرّف بعض التقانات المرتبطة بالتكاثر في الإنسان.



الموضوعات الرئيسية

- ١-٥ : أجهزة التكاثر في الإنسان.
- ٢-٥ : تكوين الأمشاج .
- ٣-٥ : دورة الحيض (الطمث).
- ٤-٥ : الأمراض المنقولة جنسياً.
- ٥-٥ : التقانات المرتبطة بالتكاثر في الإنسان .



مصطلحات علمية جديدة

- Wolffian ducts* ١ - أنابيب ولفيان
Mullerian ducts ٢ - أنابيب مولريان
Mullerian inhibiting substance (MIS) ٣ - مادة مولريان المثبطة
Acrosome ٤ - الجسم القمي
Spermatogonia ٥ - الخلايا المنوية الأم
Spermatogenesis ٦ - تكوين الحيوانات المنوية
Secondary spermatocytes ٧ - خلايا منوية ثانوية
Sertoli cells ٨ - خلايا سرتولي
Oogonia ٩ - خلايا البو胥ة الأم
Oogenesis ١٠ - تكوين البوغضات
Polar body ١١ - الجسم القطبي
Ovary cycle ١٢ - دورة المبيض
Uterine cycle ١٣ - دورة الرحم
Sexually Transmitted Diseases(STD) ١٤ - الأمراض المنسولة جنسياً
In Vitro Fertilization (IVF) ١٥ - أطفال الأنابيب
Intracytoplasmic Sperm Injection ١٦ - الحقن المجهري للبو胥ة الثانوية
The freezing of Embryos and Sperms ١٧ - تجميد الأجنة والحيوانات المنوية
Herpes ١٨ - الهربس
Syphilis ١٩ - الزهري
Gonorrhea ٢٠ - السيلان



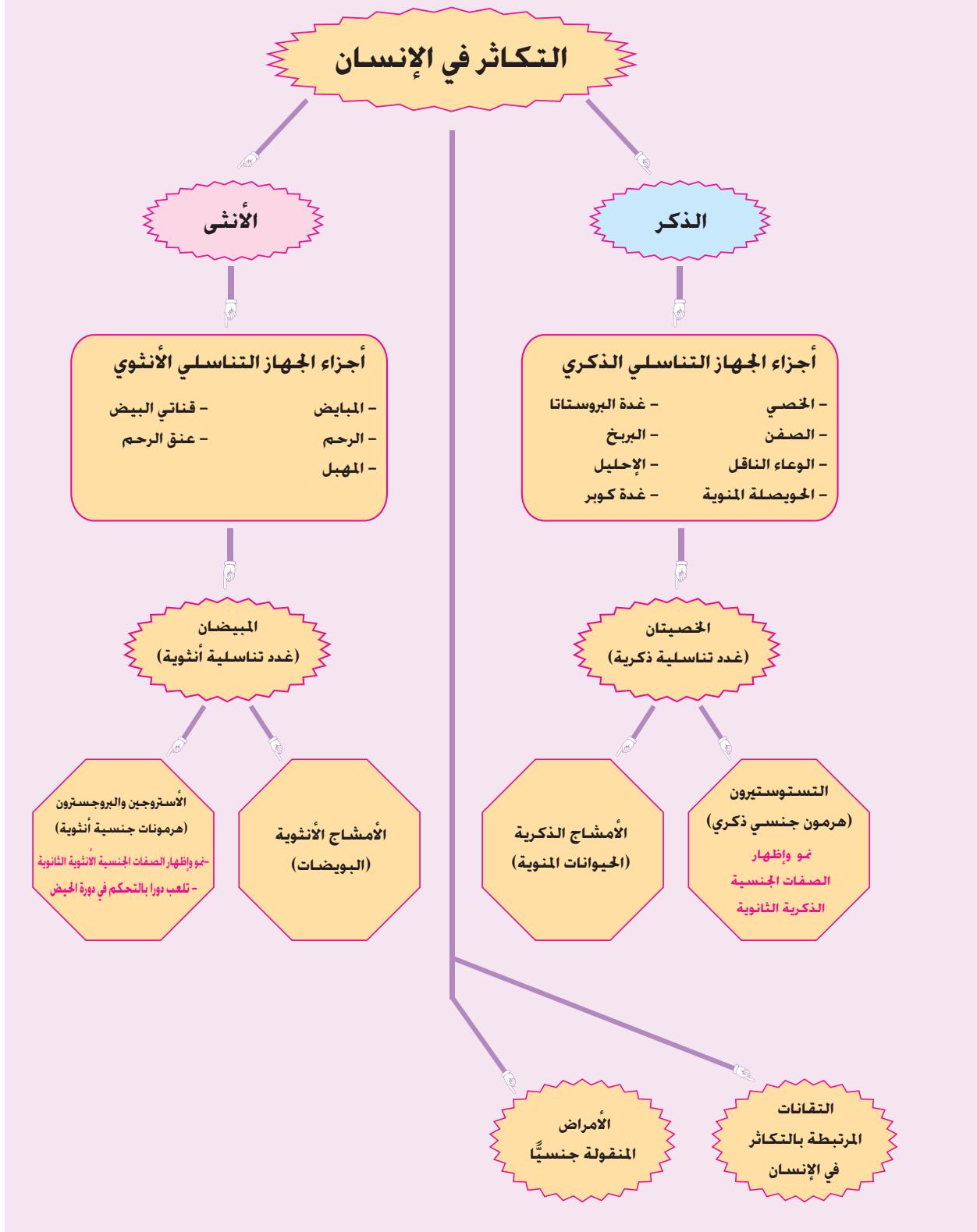
عناوين الاستكشافات

الاستكشاف (١) : تركيب الأمشاج الذكرية.

الاستكشاف (٢) : تركيب الأمشاج الأنثوية.

الاستكشاف (٣) : تنظيم الهرمونات لدورة المبيض.

مخطط الفصل الخامس : التكاثر في الإنسان



١٥- أجهزة التكاثر في الإنسان Human Reproductive Systems

أولاً : الجهاز التناسلي الذكري Male Reproductive System

من خلال دراستك للجهاز التناسلي الذكري في الصف التاسع، أجب عن الأسئلة الآتية :

١- اذكر أعضاء الجهاز التناسلي الذكري ووظيفة كل منها.

٢- ما الهرمون الأساسي الذي تفرزه الخصية لإنتاج الحيوانات المنوية ؟

٣- اذكر الصفات الجنسية الثانوية عند الذكر .

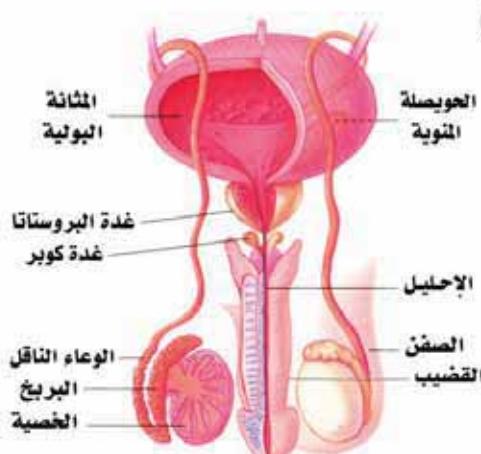
٤- علل " توجد الخصية خارج جسم الإنسان " !

تبقى الحيوانات المنوية في
البربخ حوالي 18 ساعة تقريباً،
ومن ثم تعبر الوعاء الناقل.

معلومات تعميك

يوضح الشكل (١-٥) المنظر الأمامي والجانبي لأعضاء الجهاز التناسلي الذكري عند الإنسان.

(ا)

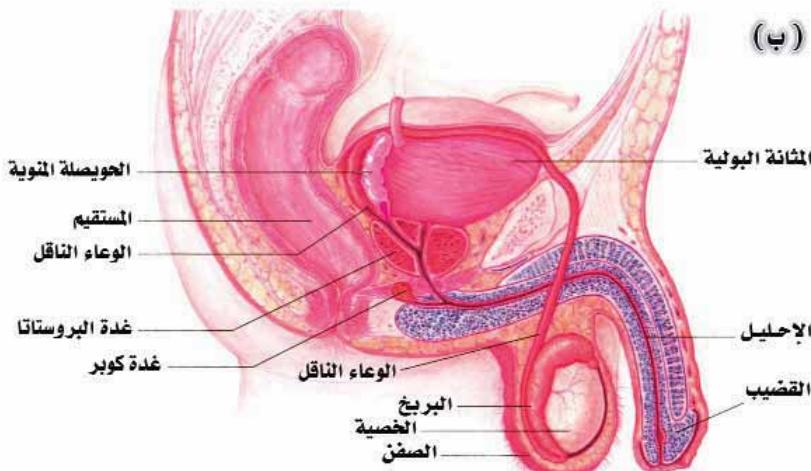


الشكل (١-٥) :

أ- منظر أمامي للجهاز التناسلي الذكري.

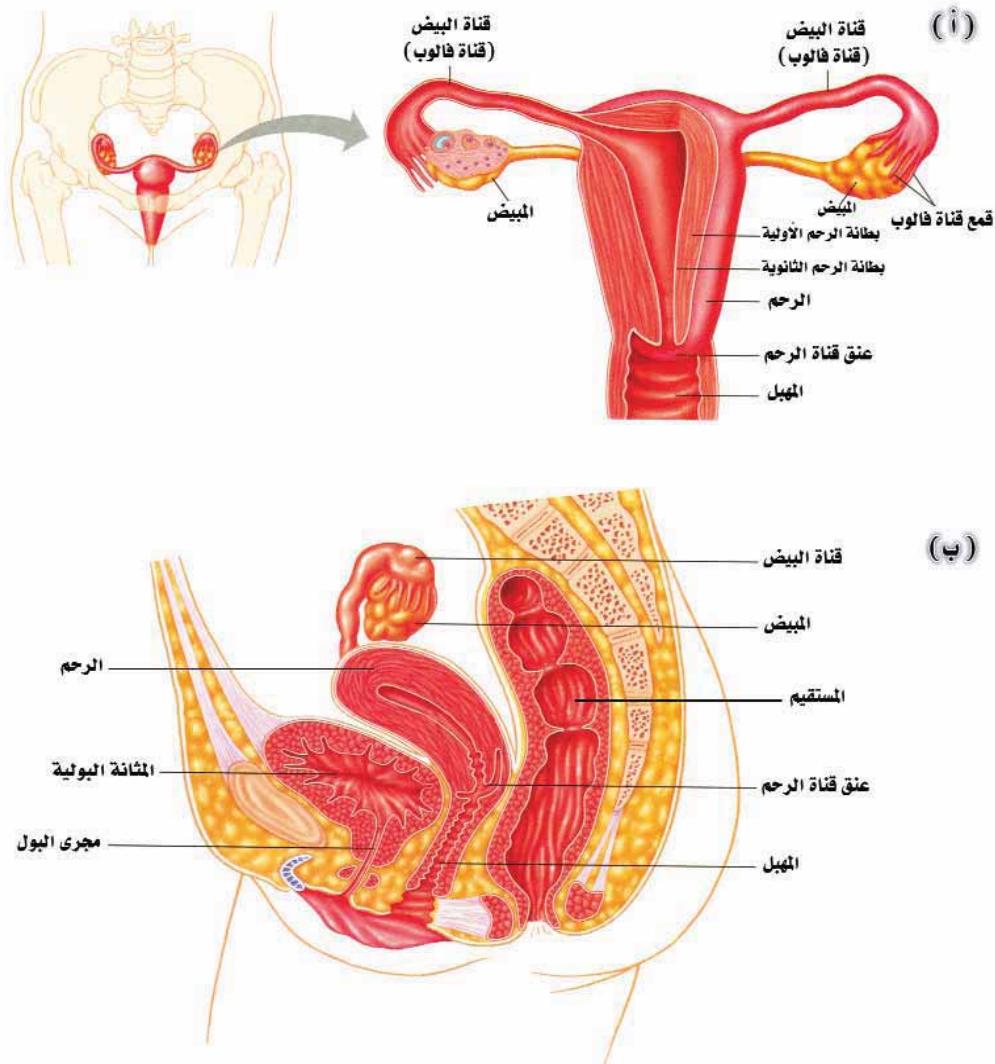
ب- منظر جانبي للجهاز التناسلي الذكري.

(ب)



ثانياً : الجهاز التناسلي الأنثوي Female Reproductive System

يوضح الشكل (٢-٥) الجهاز التناسلي الأنثوي، ادرسه جيداً ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :



الشكل (٢-٥) :

أ- منظر أمامي للجهاز التناسلي الأنثوي.

ب- منظر جانبي للجهاز التناسلي الأنثوي.

١- ما الهرمون الذي يساعد على إظهار الصفات الجنسية الثانوية عند الأنثى؟

٢- اذكر الصفات الجنسية الثانوية عند الأنثى.

٣- "رغم الوسط الحامضي للمهبل إلا أن الحيوانات المنوية لا تموت فيه". علل ذلك.

٤-٥ تكوين الأمشاج Gametes Development

أولاً : تكوين الأعضاء الجنسية

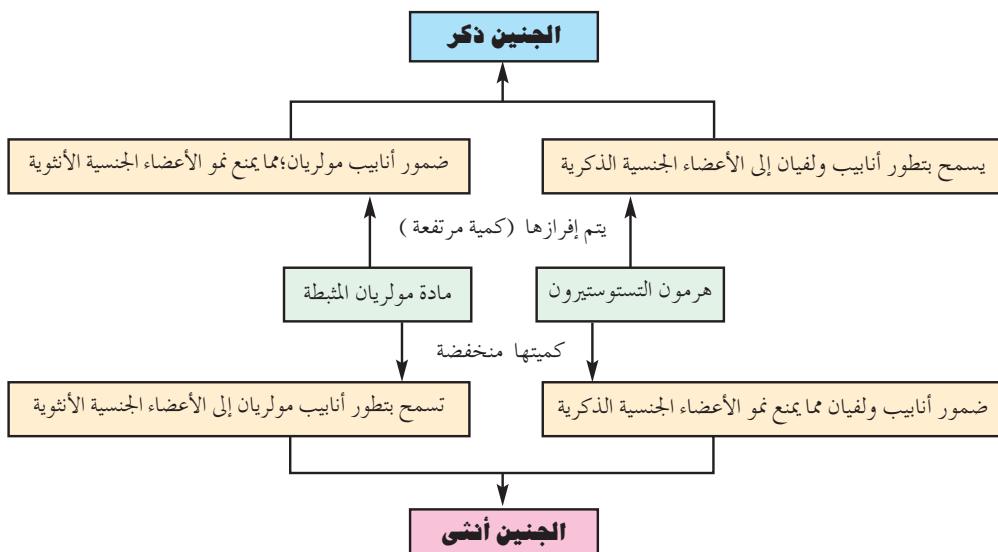
تفرز الخصية مجموعة من الهرمونات الجنسية تعرف بالأندروجينات *androgens* كالستوستيرون ، وتفرز المبايض الأستروجينات *estrogens* مثل الاستراديل *estradiol* والبروجسترون *progesterone* . وتوجد الأندروجينات والأستروجينات في كلا الجنسين بكميات مختلفة ، فالأندروجينات توجد بكميات أكبر عند الذكور بينما الأستروجينات توجد عند الإناث بكمية أكبر، الجدير بالذكر أن الهرمونات الجنسية لا تنتجها الخلايا الجنسية فقط، وإنما تشارك أيضاً في إنتاجها قشرة الغدة الكظرية.

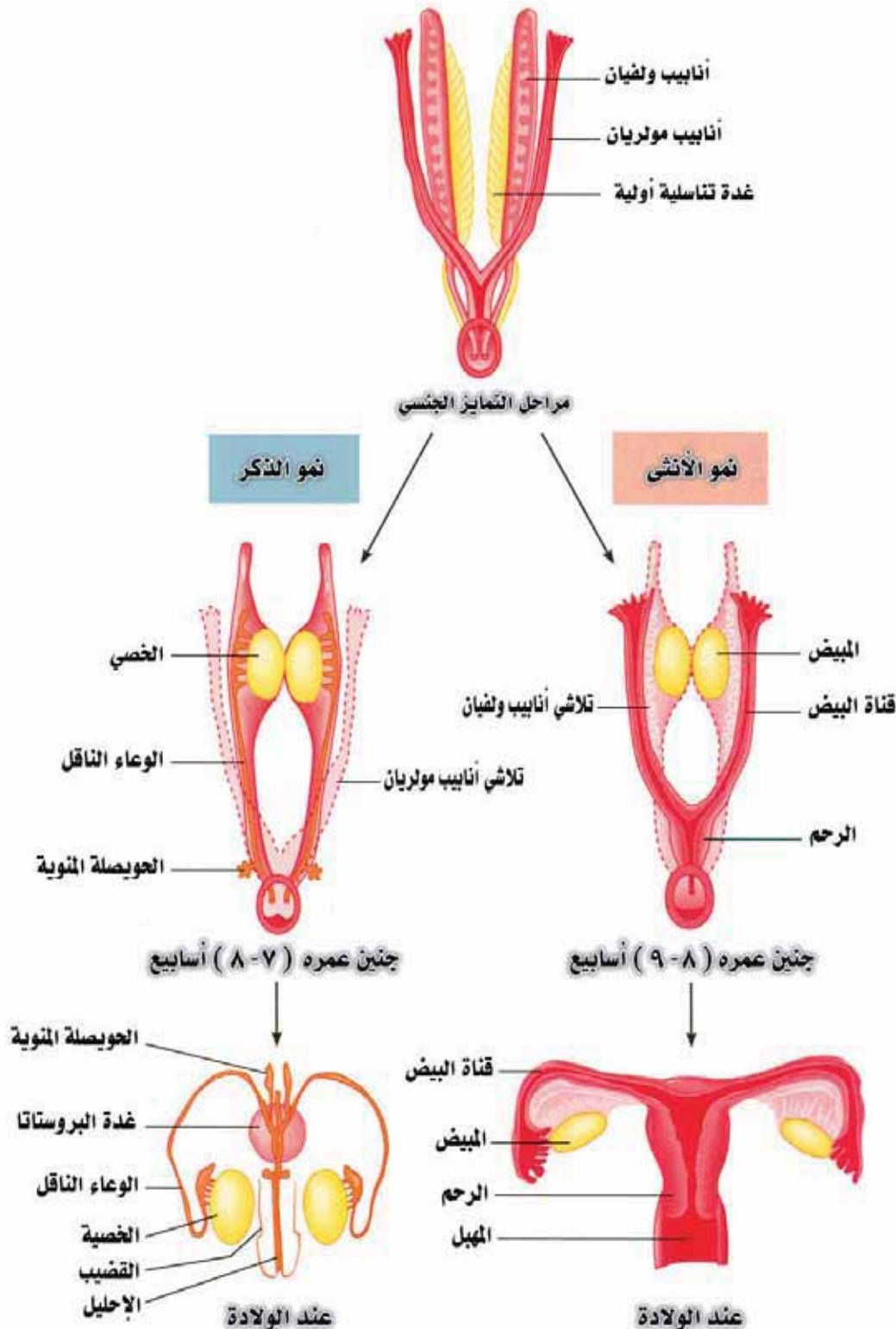
تمايز الجنس Sex Differentiation

في الأسبوع الأول من نمو الجنين يحتوي الجهاز التناسلي للذكر والأثني على نوعين من الأنابيب هما : **أنابيب ولبيان** *Mullerian ducts* وأنابيب مولريان *Wolffian ducts* ، ويوضح الشكل (٣-٥) نمو الأعضاء الجنسية في الجنين .

إن ظهور الصفات الذكرية أو الأنثوية لدى الفرد يعتمد على وجود أو غياب هرمون التستوستيرون *testosterone* ومادة مولريان المثبطة (*MIS*) ؟ فإذا تم إفرازهما يكون الجنين ذكراً أما إذا لم يتم إفرازهما فسيكون الجنين أنثى؛ حيث يسمح التستوستيرون بتطور أنابيب ولبيان إلى الأعضاء الجنسية الذكرية، بينما تسمح مادة مولريان المثبطة باختفاء أنابيب مولريان مما يمنع نمو الأعضاء الجنسية الأنثوية.

أما إذا كانت كمية هرمون التستوستيرون ومادة مولريان المثبطة في الجنين منخفضة، فإن ذلك يؤدي إلى تثبيط نمو أنابيب ولبيان وتنشيط نمو أنابيب مولريان لتكون أعضاء جنسية أنثوية.





الشكل (٢-٥) : نمو الأعضاء الجنسية الذكورية والأنثوية الجنينية

ثانياً: تكوين المشيج الذكري Spermatogenesis

يقول الله تعالى:

﴿إِنَّا خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ نُطْفَةٍ أَمْشَاجَ بَتَّكِيلِهِ فَجَعَلْنَاهُ سَمِيعًا﴾

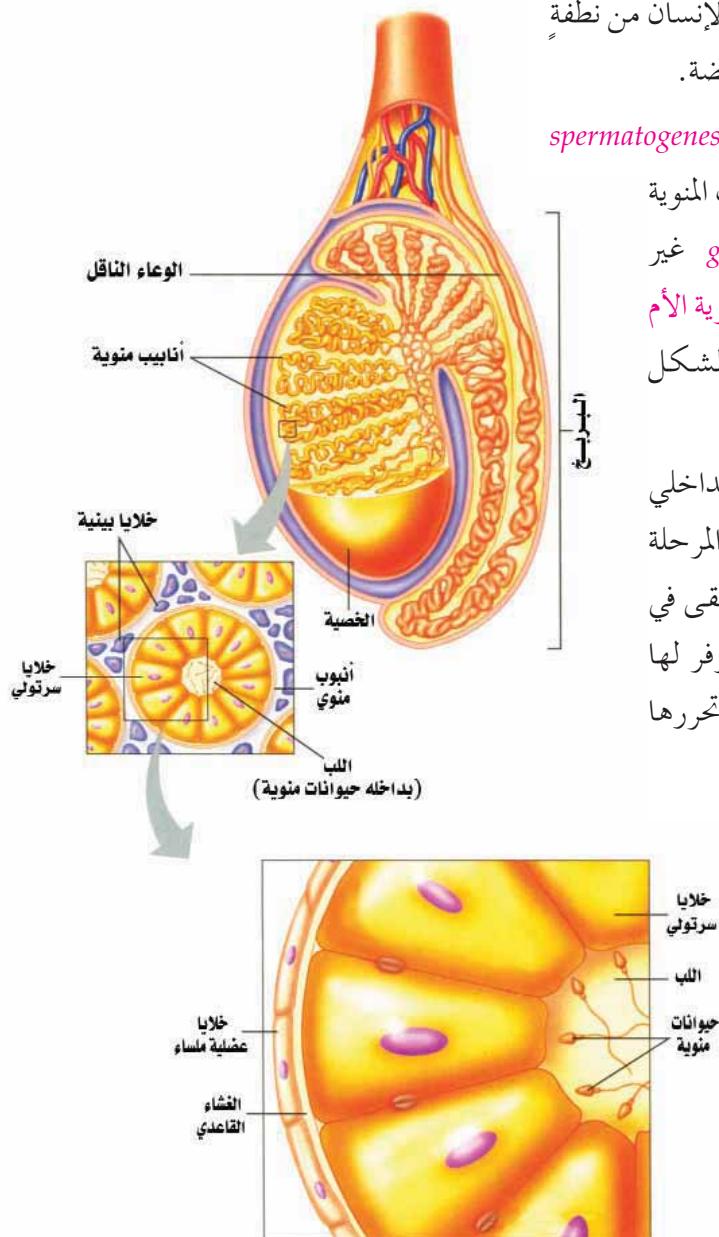
سورة الإنسان (آلية ٢)

هنا يبيّن الله تعالى أن أصل خلق الإنسان من نطفةٍ أمشاج، وهمما الحيوان المنوي والبويضة.

يببدأ تكوين الحيوان المنوي *spermatogenesis*

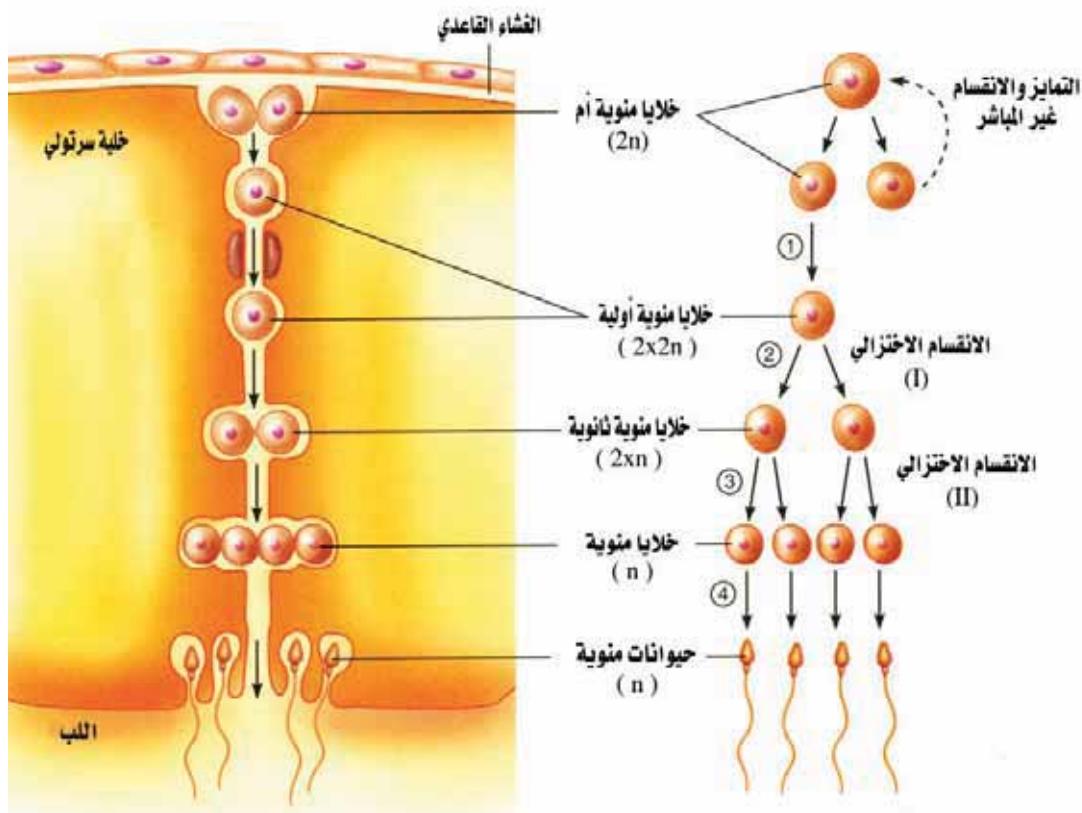
بالقرب من الغشاء القاعدي للأنبوب المنوي في **الخلايا الجرثومية germ cells** غير المتمايزة تعرف بـ**الحيوانات المنوية الأم spermatogonia**. كما يوضحه الشكل (٤-٥).

ومن ثم تتحرر إلى التجويف الداخلي من الأنابيب المنوية، وخلال هذه المرحلة تكون غير قادرة على الحركة وتبقى في **الخلايا سرتولي Sertoli cells** التي توفر لها سائلاً مغذياً، وتكتسب الحركة بعد تحررها من الأنابيب المنوية إلى البربخ .



الشكل (٤-٥) : قطاع عرضي في الخصية

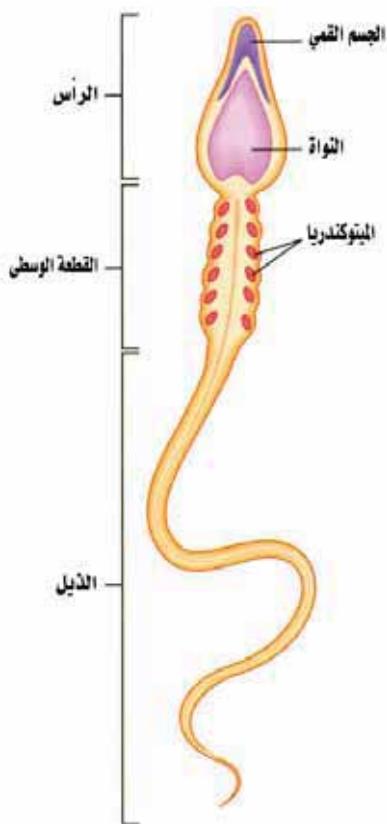
يمر تكوين المشيج الذكري الموضح في الشكل (٥-٥) عبر المراحل الآتية :



الشكل (٥-٥) : مراحل تكوين المشيج الذكري (الحيوانات المنوية) في الإنسان (*)

- ١- تتضاعف كروموسومات خلايا الحيوانات المنوية الأم ($2n$) وتممايز إلى **خلايا منوية أولية** *primary spermatocyte* ، أي أنها تحتوي على 46 كروموسوماً متضاعفة ($2 \times 2n$).
- ٢- تمر الخلايا المنوية الأولية بالانقسام الاختزالي الأول *meiosis I* وينتج عنه **خليتين منويتين ثانويتين** *secondary spermatocytes* في كل منها 23 كروموسوماً متضاعفة ($2 \times n$).
- ٣- تخضع كلا الخليتين المنويتين الثانويتين للانقسام الاختزالي الثاني *meiosis II* ، وتصبح **حيوانات منوية غير ناضجة** *spermatids* ، يحتوي كل منها على 23 كروموسوماً (n).
- ٤- تممايز الحيوانات المنوية غير الناضجة، وتصبح **حيوانات منوية ناضجة** (n) *sperms*.

ويوضح الشكل (٦-٥) أن المشيج الذكري يتكون من ثلاثة مناطق هي :



الشكل (٦-٥) : تركيب المشيغ الذكري (*)

١- الرأس *head* : يوجد به نواة تحتوي على الكروموسومات، وحويصلة كبيرة تعرف بالجسم القمي *acrosome* الذي يحتوي على إنزيمات وبروتينات تساعد الحيوان المنوي على إذابة جدار البوية خلال عملية الإخصاب.

٢- القطعة الوسطى *midpiece* : تحتوي على الميتوكندريا التي تعمل على إنتاج طاقة *ATP* التي يحتاجها الحيوان المنوي في أثناء حركته.

٣- الذيل *tail* : يقوم على تفكيك *ATP* وتحرير طاقة تحول من الشكل الكيميائي إلى الحركي الذي يعمل على توجيه الحيوان المنوي في أثناء حركته.

تركيب المشيغ الذكري (الحيوان المنوي)



سؤال علمي: ما مكونات الحيوان المنوي؟

المواد والأدوات: - مجهر مركب.

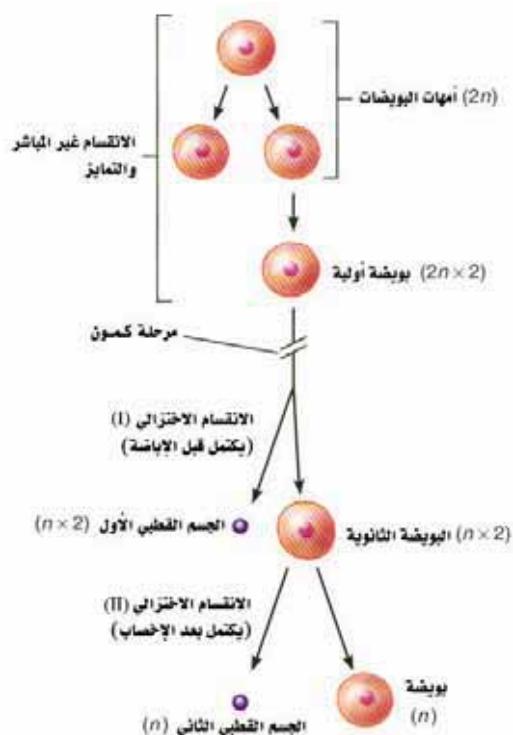
- شريحة جاهزة لحيوان منوي بشري.

الإجراءات: - افحص تحت المجهر شريحة جاهزة لحيوان منوي بشري باستخدام العدسة الشبيهة الصغرى ثم الوسطى فالكبيرى، وارسم ما تشاهده في دفترك.

التحليل والتفسير: - ما مكونات الحيوان المنوي؟

ثالثاً : تكوين المشيخ الأنثوي (البويضة) Oogenesis

يوضح الشكل (٧-٥) تكوين المشيخ الأنثوي (البويضة):



الشكل (٧-٥) : مراحل تكوين المشيخ الأنثوي (*)

الخلية الكبيرة منها **بالبويبة الثانوية secondary oocyte** والخلية الأخرى **بالمجسم القطبي الأول first polar body** ، وقد ينقسم الجسمقطبي إلى جسمين قطبيين، إلا أن جميع الأجسامقطبية تتحلل وتتلاشى .

٤- وعند بداية عملية الإخصاب تبدأ البويبة الثانوية بالانقسام الاختزالي الثاني *meiosis II* ، وينتج عنه بويبة (n) ، **وجسمقطبي ثانوي second polar body** . تستكمل عملية الإخصاب بإندماج المادة الوراثية للحيوان المنوي مع المادة الوراثية بالبويبة لتنتج اللاقحة ($2n$) التي تحتوي على **46 كروموسوماً**.



تركيب البوياضة

معلومات تعميك

عند ولادة الأنثى تكون بوياضاتها على شكل بوياضات أولية في مرحلة توقف الانقسام الاختزالي الأول، وتكون عدد الكروموسومات 46 كروموسوماً، وكل كروموسوم يكروماتيدين (2×2^n) .

المواد والأدوات

ـ شريحة جاهزة لبوياضة بشرية.

الإجراءات

ـ افحص تحت المجهر شريحة البوياضة باستخدام العدسة الشيئية الصغرى فالوسطى ثم الكبرى، وارسم ما تشاهده في دفترك.

التحليل والتفسير

اخبر فوك

- ١ـ صفات وجه التشابه والاختلاف بين تكوين كل من البوياضة والحيوان المنوي.
- ٢ـ تختلف بنية الحيوان المنوي عن بنية خلية البوياضة. فسر ذلك.
- ٣ـ اشرح باختصار تكون الأعضاء الجنسية الأنثوية الجنينية.

٣-٥ دورة الحيض (الطمث)

يقصد بدورة الحيض (الطمث) سلسلة من الأحداث التي تتم للرحم تحت تأثير هرمون لتهيئته لإنغراس البوياضة الخصبة، أو التخلص من البوياضة غير الخصبة. وتتضمن دورة الحيض دورتين هما: دورة المبيض *Ovarian Cycle* ، ودورة الرحم *Uterine Cycle*.

أولاً : دورة المبيض Ovarian Cycle

ت تكون دورة المبيض من طور الحويصلة،
وطور الجسم الأصفر الموضعين في الشكل
:(٨-٥)

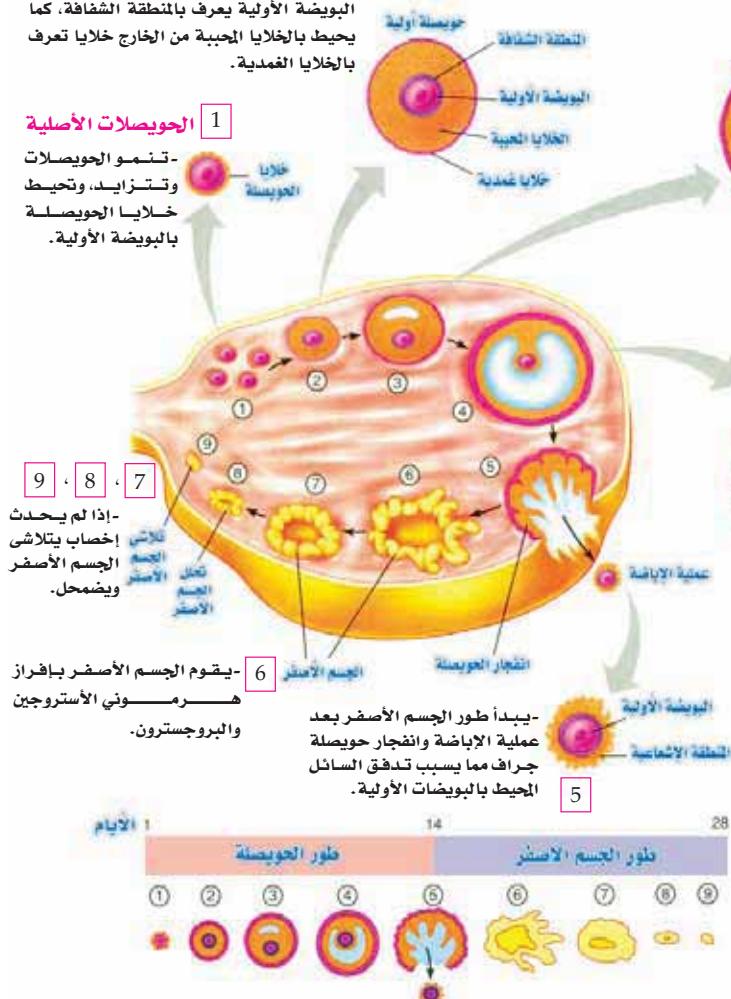
يكون معدل حدوث دورة الحيض عند المرأة حوالي 28 يوماً ، وفي بعض النساء قد تصل إلى حوالي 33 يوماً .

الحويصلة الأولية 2

-تشكل الخلايا المحببة خشاء سميك يبينها وبين البويضة الأولية يعرف بالمنطقة الشفافة، كما يحيط بالخلايا المحببة من الخارج خلايا تعرف بالخلايا الفمدية.

الحوصلات الأصلية 1

**خلايا
ذريعة**



الحوصلة الثانوية : 3

في هذه الجوهرة
يبدأ تشكيل تجويف
يحتوي على سائل
يزداد حجمه
باستمرار مع النمو.



4

-يزداد حجم السائل ويبدأ بحث
بالبوبية الأولية، ويكون المنطقه
الاشعاعية. ويحدث خلال هذه
الفترة الانقسام الاختزالي الأول
لتكون البوبية الثانوية.

الشكل (٨) : دورة المبيض

ثانياً : دورة الرحم Utterine Cycle

تحدث هذه الدورة بالتزامن مع دورة المبيض، وتنقسم إلى ثلاثة أطوار، وهي :

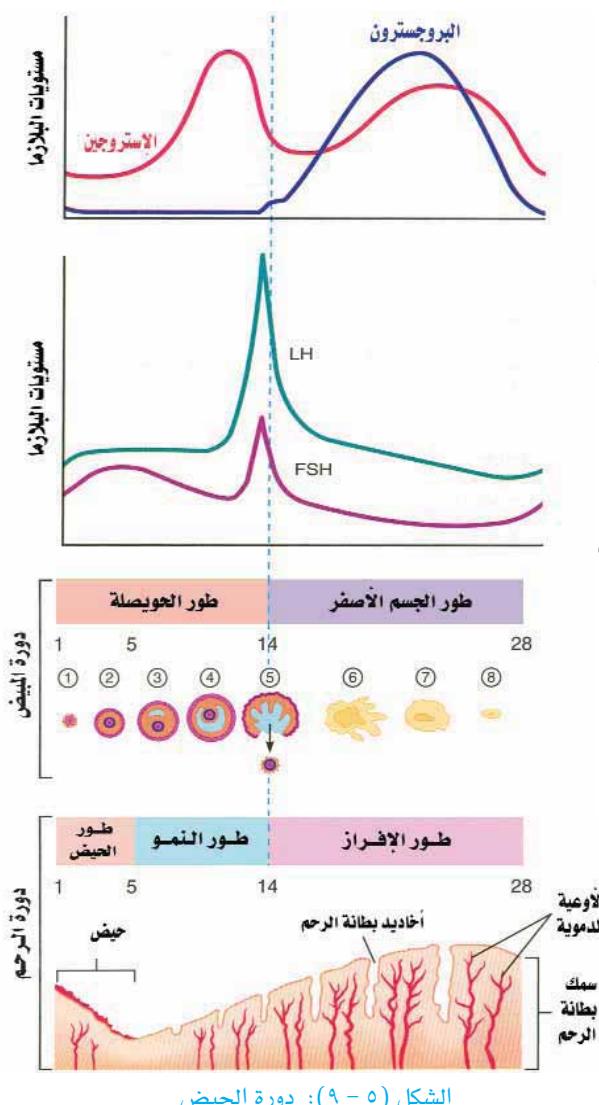
١ - طور الحيض The menstrual phase

هرموني الأستروجين والبروجسترون في حالة عدم حدوث حمل؛ مما يؤدي إلى تناقص كمية الدم الواردة إلى بطانة الرحم فتموت الخلايا المبطنة بجداره، وبعد ذلك تتمزق الأوعية الدموية؛ فتنفصل بطانة الرحم مع كميات متفاوتة من الدم، وهذا الدم يمثل مرحلة الطمث التي تستمر عادة من ٣-٥ أيام.

٢ - طور النمو The proliferative phase

بنهاية فترة الحيض حيث يقوم الرحم بإعادة التحضير لحمل قادم بعد عملية إباضة جديدة، وهنا تبدأ العضلات الملساء في الرحم بتشكيل **البطانة الأولية myometrium** ، وتكبر **غدد بطانة الرحم endometrial glands** وتزداد الأوعية الدموية بغزاره تحت تأثير إفراز هرمون الأستروجين التي تفرزه الحويصلة الناضجة بتأثير من **الهرمون المنظم للحويصلة (FSH)** ، حيث يكون مستوى **الهرمون المصف (LH)** منخفض .

في اليوم الرابع عشر من الدورة عادةً يؤدي ارتفاع هرمون الأستروجين قبل الإباضة إلى تحفيز ارتفاع هرمون **LH** ؛ مما يسبب حدوث الإباضة.



٣ - طور الإفراز The secretory phase

يفرز الجسم الأصفر هرمون البروجسترون الذي ينشط إفراز مادة مخاطية للمحافظة على بطانة الرحم لتهيئتها لعملية الإنغراس، ويضبط إنتاج هرمون **FSH** . وبالتالي لا تنضج حويصلة جديدة ما دام الجسم الأصفر نشطاً، ويستمر مستوى هرمون الأستروجين بالانخفاض، وهذا الانخفاض يقلل من إفراز هرمون **LH** .

ويوضح الشكل (٩-٥) ملخصاً لما يحدث في دورة الحيض.

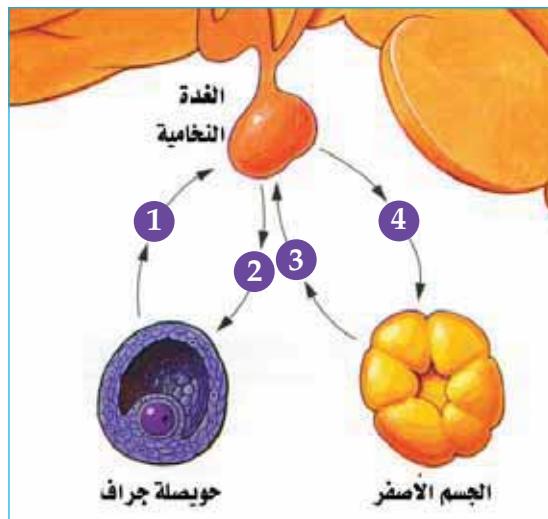
تنظيم الهرمونات لدورة الحيض



سؤال علمي: كيف تنظم الهرمونات دورة الحيض؟

الإجابة: - استخدم البيانات المذكورة في الاستكشاف لتحليل مستويات الهرمونات خلال دورة الحيض.

التحليل والتفسير: ١- تنظم الهرمونات المنبهة للهرمونات الجنسية *gonadotropic* التي تفرزها الغدة النخامية هرمونات المبيض. ادرس مخطط التغذية الراجعة الموضح في الشكل أدناه، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



أ- أي الهرمونات الأربع (4,3,2,1) هرمونات منبهة للهرمونات الجنسية *? gonadotropic*

ب- أي الهرمونات الأربع تعتبر من هرمونات المبيض؟

ج- أي الهرمونات الأربع تعتبر ذات تأثير تغذية راجعة سالبة؟

٢- توضح نتائج الجدول أدناه درجة حرارة الجسم لأمرتين خلال دورة الحيض. إحداهما لديها القدرة على إنتاج البويلضات، والأخرى لا تنتج بويلضات.

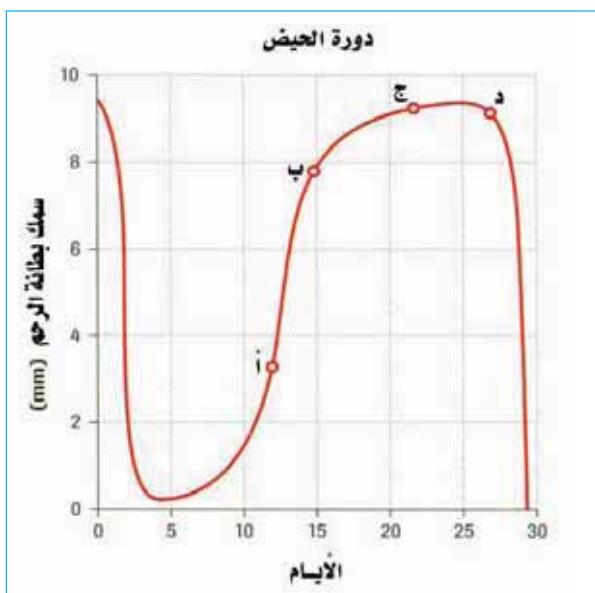
أ- ارسم رسمًا بيانيًّا يوضح البيانات المذكورة في الجدول.

ب- افترض أن دورة الحيض هذه تتم في معدل 28 يومًا. حدد يوم الإيابضة على الرسم البياني الذي رسمته.

- جـ- صف تغيرات درجات الحرارة قبل و خلال عملية الإيابضة.
 دـ- قارن بين درجة حرارة الجسم بوجود وعدم وجود الجسم الأصفر.

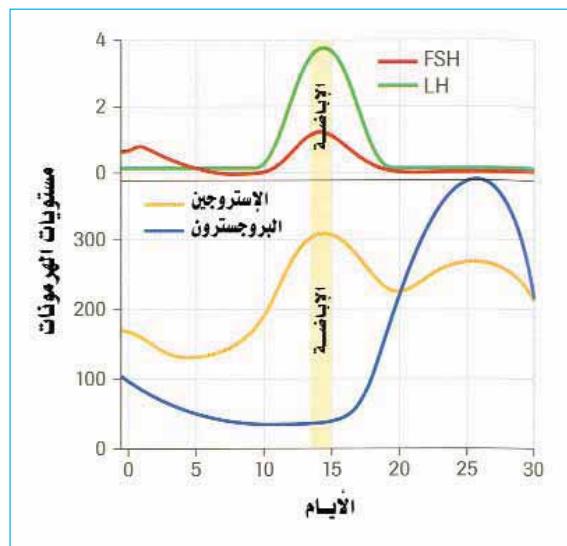
| الأيام | درجة الحرارة (°C) | |
|--------|-------------------|-------------------|
| | حدوث الإيابضة | عدم حدوث الإيابضة |
| 5 | 36.4 | 36.3 |
| 10 | 36.2 | 35.7 |
| 12 | 36.0 | 35.8 |
| 14 | 38.4 | 36.2 |
| 16 | 37.1 | 36.1 |
| 18 | 36.6 | 36.0 |
| 20 | 36.8 | 36.3 |
| 22 | 37.0 | 36.3 |
| 24 | 37.1 | 36.4 |
| 28 | 36.6 | 36.5 |

- ٣ـ يوضح الشكل أدناه التغيرات في سمك بطانة الرحم خلال دورة الحيض.
- أـ اذكر الأحداث التي تتم في الأوقات ب وجـ.
- بـ حدد باستخدام الرموز فترة إفراز حويصلة جراف لهرمون الأستروجين.
- جـ حدد باستخدام الرموز الفترة التي يفرز فيها الجسم الأصفر هرمون الأستروجين، والبروجسترون.



٤- يوضح الرسم البياني أدناه مستويات الهرمونات الجنسية *gonadotropic* خلال دورة الحيض.

أ-كيف يؤثر تركيز الهرمون المنشط للجسم الأصفر (الهرمون المصفر) على تركيز هرموني الأستروجين والبروجسترون خلال دورة الحيض؟



٢ اختبر فنك

١-تنبأ بما يحدث لكلٌ من الهرمونات الجنسية المفرزة من الغدة النخامية ، وهرمونات الجسم الأصفر إذا :

- لم يحدث إخصاب.
- حدث إخصاب.

٢- ماذا يحدث لبطانة الرحم في الأيام الخمسة الأولى من الدورة ؟

٣- توجد بعض أنواع أدوية منع الحمل على شكل كبسولات تحتوي على مواد كيميائية مثل البروجسترون، والأستروجين. ووضح كيف تعمل هذه الكبسولات ؟

٥-٤ الأمراض المنقلة جنسياً *(Sexually Transmitted Diseases (STD))*

هي أمراض بكتيرية أو فيروسية تنتقل عن طريق الجهاز التناسلي من شخص مصاب إلى سليم . إذ ينتقل مسبب المرض الجنسي إما عن طريق الدم، أو المني، أو الإفرازات المهبلية ، وتكون نتيجة هذه الأمراض احتلالات وظيفية قد تؤدي إلى الموت. ومن هذه الأمراض :

متلازمة العوز المناعي المكتسب (الإيدز) AIDS

سببه كما تعلمت في الصف الحادي عشر **فيروس نقص المناعة البشرية Human Immunodeficiency Virus (HIV)** ، وهو يعمل على تحطيم الجهاز المناعي في الإنسان. وقد جرت العادة أنه عند مهاجمة أجسام غريبة أجسامنا كالبكتيريا أو الفيروسات ، تقوم خلايا الدم البيضاء بالدفاع، وذلك بقيام الخلايا المقاومة بإنتاج أجسام مضادة لتحطيم البكتيريا ، وبهذه الطريقة يحمي جهازنا المناعي أجسامنا ضد العديد من الأمراض . يعمل **فيروس الإيدز AIDS** على تحطيم الجهاز المناعي للشخص المصاب، ويصبح الجسم غير قادر على إنتاج أجسام مضادة كافية لحماية الشخص المصاب ضد العديد من الأمراض الأخرى.



أعراض المرض:

وأعراض هذا المرض على النحو الآتي:

- ١- حمى دائمة .
- ٢- معاناة من الإسهال المتكرر.
- ٣- إلتهاب رئوي.
- ٤- إصابة في المخ.
- ٥- الإصابة **بالسل الرئوي tuberculosis**.

وتستمر أعراض الإصابة بالإيدز من عدة شهور إلى سنوات.



الشكل (١٠-٥): ساركوما كابوسى

والإيدز مرض يمكن أن تظهر معه إشارات وأعراض لأمراض عدّة في نفس الوقت؛ كالإصابة بسرطان الأوعية الدموية، ونوع من سرطان الجلد يعرف بـ **ساركوما كابوسى**، كما في الشكل (١٠-٥) لذا يسمى **متلازمة syndrome** بالمتلازمة

طرق الانتقال :

- ١- الاتصال الجنسي بين شخص مصاب وآخر سليم سواء عن طريق الزنا أم اللواط المحرمين شرعاً، أو بين الزوجين إذا كان أحدهما مصاباً بالمرض أو حاملاً لفيروس HIV .
- ٢- استخدام الحقن بين متعاطي المخدرات، والذين من بينهم مصابين بالمرض أو حاملي لفيروس HIV .
- ٣- استخدام أدوات حفر الأسنان الملوثة، والوحوz بالإبر، ومثاقب الأذن الملوثة.
- ٤- خلال الحمل، يتنتقل الفيروس من الأم المصابة إلى جنينها، عن طريق المشيمة. كما أنه ينتقل عن طريق الرضاعة.
- ٥- نقل دم ملوث بفيروس HIV ، أو نقل الأعضاء.

معلومات تعلمك

لا ينتقل الإيدز باستعمال دورات المياه، أو السعال، أو البعوض، أو السباحة في برك الماء.

الوقاية من المرض :

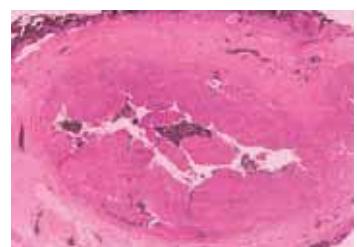
- ١- الزواج المشروع، واتباع تعاليم ديننا الحنيف، وقد قال تعالى :

﴿ وَلَا نَقْرِئُوا الْزِفْرَ إِنَّهُ كَانَ فَرِحَّةً وَسَاءَ سَيِّلًا ﴾

سورة الإسراء (آلية ٣٢)

- ٢- استخدام الواقي الذكري condom من قبل المصابين لحماية المجتمع من نشر الفيروس.
- ٣- التأكد من سلامة الدم قبل استعماله أو نقله للمرضى. وتقوم وزارة الصحة في سلطنة عمان بدور فعال لضمان سلامة الدم ومكوناته المستوردة، أو المتبرع بها محلياً للتأكد من خلوها من المسبب المرضي.
- ٤- عدم تعاطي المخدرات.
- ٥- عدم استعمال أدوات الآخرين خاصةً أدوات الحلاقة، وفرشاة الأسنان، والأدوات الثاقبة للجلد.

المجدول الآتي يوضح الأمراض الأخرى المنقولة جنسياً

| أعراضه | مسببه | اسم المرض |
|--|--------|--|
| <p>١- بثور مؤلمة ، الحæk بقوه ، ألم عند التبول .</p> <p>٢- قد يؤدي لسرطان عنق الرحم، والإجهاض، وعيوب خلقية في المواليد.</p> <p>علاجه : يمكن تناول أدوية مسكنة حسب ما يقررها الطبيب لتخفيف الأعراض مؤقتاً .</p> | فيروسي | Herpes  |
| <p>الأعراض الأولية :</p> <p>١- انتفاخ العقد اللمفاوية .</p> <p>٢- تقرح في الأعضاء التناسلية.</p> <p>الأعراض الثانوية : ظهور بثور على اليدين والقدمين، وإذا لم يتم معالجته، فسينتشر إلى جميع أعضاء الجسم حتى يؤدي إلى الموت.</p> <p>يتم علاجه بالمضادات الحيوية في مراحله المبكرة.</p> | بكتيري | Syphilis  |
| <p>الأعراض :</p> <p>تظهر أعراضه في النساء، ويمكن أن يسبب مرض التهاب الحوض (<i>Pelvic Inflammatory Disease (PID)</i>) ما يؤدي إلى انسداد قناة فالوب، وتغير لون الإفرازات المهبلية، والشعور بألم وحرقان عند التبول، وحدوث إلتهابات عند فتحة الشرج. بينما تظهر في الرجال على شكل إفرازات صدئية من العضو الذكري، وحدوث إلتهابات عند فتحة الشرج، وحدوث إلتهابات في الخصيتين وفي غدة البروستات، وألم وحرقان عند التبول.</p> <p>وي تعالج بتناول المضادات الحيوية.</p> | بكتيري | Gonorrhea  مقطع عرضي في قناة فالوب (طبيعي)  مقطع عرضي في قناة فالوب (عند الإصابة) |

٥- التقانات المرتبطة بالتكاثر في الإنسان

Techniques related with Human Reproduction

قال الله تعالى: ﴿ إِنَّهُ مَلِكُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ يَخْلُقُ مَا يَشَاءُ يَهْبِطُ لِمَنْ يَشَاءُ إِنَّهَا وَيَهْبِطُ لِمَنْ يَشَاءُ الْذُكُورَ أَوْ مُزَوِّجُهُمْ ذُكْرًا نَّا وَإِنَّهَا وَيَجْعَلُ مَنْ يَشَاءُ عَقِيمًا إِنَّهُ عَلِيمٌ قَدِيرٌ ﴾

سورة الشورى (الآياتان ٤٩ - ٥٠)

تبين الآيات السابقة أن الله تعالى يهب إما ذكرًا أو أنثى أو الاثنين معًا، أو يجعل الإنسان عقيماً. فقد كان في الماضي لا يوجد أي علاج لحالات العقم، ومع التقدم العلمي والتكنولوجي الذي شهدته العصر الحديث تم اكتشاف واختراع وسائل معينة لعلاج الكثير من حالات العقم منها:

١- أطفال الأنابيب (IVF)

تستخدم هذه التقنية في الحالات الآتية :

- أ- إصابة المرأة بانسداد قناتي البالuster أو تلفهما، بحيث لا تستطيع الحيوانات المنوية الوصول إلى البوسطة الثانوية لإنجابها.
- ب- قلة عدد الحيوانات المنوية أو ضعفها.
- ج- حالات العقم لدى الزوجين عندما تكون غير معروفة السبب.

كيف تم هذه التقنية ؟

ينشط المبيض بحقن المرأة بالهرمون المنشط للغدد التناسلية لزيادة عدد البوسطات الثانوية، ثم يراقب نمو البوسطات بجهاز الموجات فوق الصوتية، بعد ذلك يتم سحب البوسطة الثانوية باستخدام منظار خاص، ثم توضع في وسط غذائي رقم الهيدروجيني 7.4 داخل أنبوبة اختبار. لماذا؟ وتضاف إليها الحيوانات المنوية من الزوج لتخصب، وبعد نمو الأجنة تنقل إلى رحم الأم عن طريق المهبل، ولضمان حدوث الحمل تنقل عادةً 3-4 أجنة، وتهيأ الأم للحمل بحقنها بهرمون البروجسترون.

٢- الحقن المجهرى للبوسطة الثانوية

تم هذه الطريقة باستخدام حيوان منوي واحد فقط ، يتم إدخاله إلى داخل البوسطة الثانوية بواسطة جهاز الحقن المجهرى من خلال إبرة مجهرية دقيقة. ويلجأ إليها عند وجود ضعف شديد في نشاط الحيوانات المنوية أو تشوهها.

٣ - تجميد الأجنة والحيوانات المنوية *The Freezing of Embryos and Sperms*

في هذه الطريقة تستطيع المرأة إعادة الأجنة المجمدة إلى الرحم دون الحاجة للحقن الهرموني وعملية سحب البوياضة الثانوية؛ مما يوفر على الزوجين التكلفة المادية والمعاناة النفسية.

كما يستطيع الشخص المصاب بأمراض تستدعي العلاج بالأشعة، أو الشخص العاجز عن إعطاء الكمية المناسبة من الحيوانات المنوية، أو المصاب بانسداد الوعاء الناقل أن يعمل على تجميد حيواناته المنوية لاستخدامها لاحقاً.

٤ - نقل الأمشاج إلى قناة البالب (GIFT) *Gametes Intra-Fallopian Transfer*

تم هذه الطريقة بجمع البوياضات الثانوية الصالحة للإخصاب ومزجها مباشرة مع الحيوانات المنوية، ثم ينقل مزيج الأمشاج إلى قناة البالب. ويمكن للأزواج الذين يشكون من قلة عدد الحيوانات المنوية الاستفادة من هذه الطريقة، ويشترط أن تكون قناتاً البالب لدى الزوجة سليمتين.

﴿أَخْبَرَ فَطَّافَكُ﴾

تأخر الإنجاب لدى زوجين، وذهبا إلى الطبيبة النسائية، وقد قامت الطبيبة بالفحوصات الأولية ثم قررت إعطاء المرأة كبسولات تحفز حدوث الحمل.

١- هل بإمكانك معرفة مكونات تلك الكبسولات؟

٢- بعد فترة من الزمن، وعند تواصل العلاج لم يحدث حملًا، وهنا نصحت الطبيبة الزوجين بطريقة أطفال الأنابيب لإنجاب طفل إلا أن الزوجين رفضا. من وجهة نظرك لماذا الزوجين رفضا؟ وهل توافق رأي الزوجين؟ وهل لهذه الطريقة آثار اجتماعية أو أخلاقية؟ وكيف يمكنك المساعدة في حل هذه المشكلة؟

أسئلة الفصل

◆ السؤال الأول : اختر رمز الإجابة الصحيحة من بين البدائل المعطاة لكلٌ من المفردات الآتية :

١- تفرز الهرمونات المنشطة للعديد التناسلي الذكري (الخصيتيين) من الفص الأمامي للغدة النخامية والتي تستحدث إفراز:

- بـ- الأندروجينات .
- دـ- هرمون الجسم الأصفر.
- جـ- الهرمون المنشط للحوصلة.
- أـ- الأستروجينات .

٢- العملية التي تحفز البو胥ة الثانية لانقسام الاختزالي II هي :

- أـ- خروج البو胥ة الأولى من المبيض.
- بـ- حدوث فترة الحيض.
- دـ- دخول الحيوان المنوي إلى البو胥ة.
- جـ- حدوث الجماع مباشرةً.

٣- تفرز خلايا المبيض جميع الهرمونات الآتية ما عدا :

- بـ- البروجسترون .
- دـ- الهرمون المصفر.
- جـ- الأندروجين .
- أـ- الأستروجين.

٤- يحدث الانقسام الاختزالي الأول (I) في أثناء تكوين البو胥ة :

- بـ- بعد عملية الإباضة مباشرةً.
- دـ- بعد عملية الإخصاب.
- جـ- عند عملية الإخصاب.
- أـ- قبل عملية الإباضة.

٥- سبب ترقق بطانة الرحم كل شهر هو:

- أـ- المستوى العالي للأستروجين.
- بـ- المستوى العالي للبروجسترون.
- جـ- المستوى المنخفض للأستروجين.
- دـ- المستوى المنخفض لـ FSH و LH .

٦- الطور الذي يسبق طور النمو في دورة الرحم يدعى بـ :

- ب- الإفراز.
- أ- الحيض .
- ج- الجسم الأصفر.
- د- الحويصلة.

◆ السؤال الثاني : علل العبارات الآتية :

- ١- لا تتأثر الحيوانات المنوية بحموضة المهبل .
- ٢- يحدث الانقسام الاختزالي للبويضة الثانوية في قناة البيض.
- ٣- تعتبر طريقة أطفال الأنابيب إخصاباً خارجياً .

◆ السؤال الثالث :

- أ- استخدم الشكل الموضح أدناه لتوضيح مرور الحيوان المنوي في الجهاز التناسلي الذكري .
ووضح ماذا يحدث في كل خطوة .

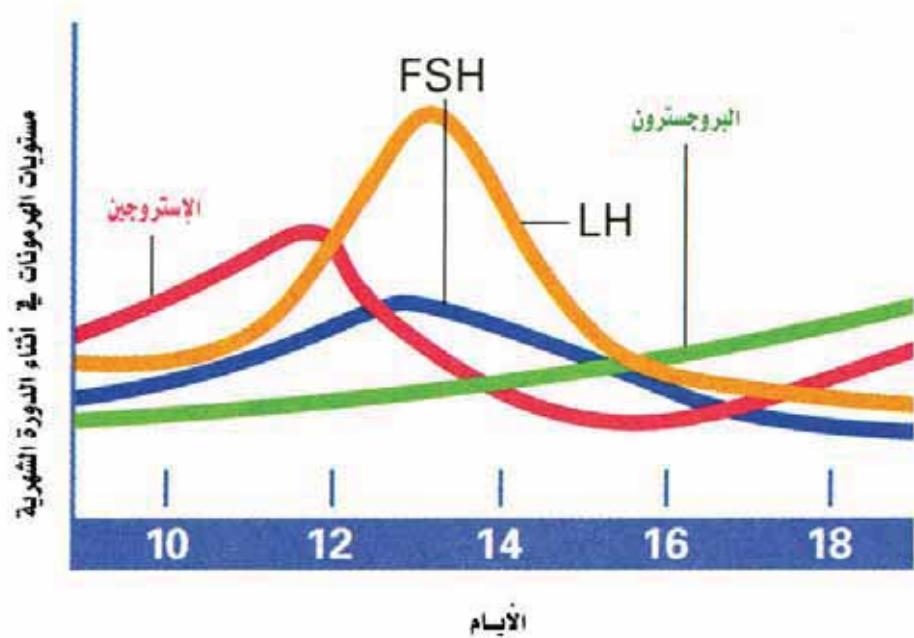
الخصي

الوعاء الناقل

البربخ

الإحليل

بـ- يوضح الشكل أدناه المستويات الهرمونية خلال دورة الحيض. استخدم الشكل للإجابة عن الأسئلة أدناه.



- ١- في أي الأيام يكون مستوى هرمون الأستروجين عالٍ؟ وما تأثير ذلك على مستويات هرموني FSH و LH ؟ فسر ذلك.
- ٢- في اليوم (13)، أي الهرمونات ذات مستوى عالٍ؟ ولماذا؟
- ٣- ما التراكيب المختلفة التي تساهم في ارتفاع مستوى هرمون البروجسترون خلال الدورة الشهرية للمرأة؟ وما تأثير زيادة مستوى البروجسترون على الرحم؟

٤- أكمل الجدول الآتي الذي يوضح دورة الحيض:

| الأحداث في حالة عدم إخصاب البويبة | أيام الدورة |
|---|-------------|
| | 4-1 |
| بواسطة هرمون الأستروجين تزيد سماكـة بطانـة الرحم. | 13-5 |
| | 14 |
| تـستمر سـمـاكـة بطـانـة الرـحـم بـالـازـديـاد. | 28-15 |
| حيـض إـذـا لمـ يـحـدـث لـلـبـوـيـضـة إـخـصـابـ. | 4-1 |

◆ السؤال الرابع :

- ١- ما المقصود بالأمراض المنقولـة جنسـياً؟ أعـط مـثالـاً عـلـى الأمـارـضـ المـنـقـولـة جـنسـياً وـالـتي تـسـبـبـهاـ الـبـكتـيرـياـ، وـمـثـالـاً عـلـىـ تـلـكـ التـي تـسـبـبـهاـ الفـيـرـوـسـاتـ؟
- ٢- إذا كان حـيـوانـ منـويـ وـاحـدـ يـخـصـبـ بـوـيـضـةـ وـاحـدـةـ . وـضـحـ الفـائـدـةـ مـنـ إـنـتـاجـ مـلاـيـنـ حـيـوانـاتـ الـمـنـوـيـةـ لـدـىـ الذـكـرـ .
- ٣- قـارـنـ بـيـنـ تـأـثـيرـ الـهـرـمـوـنـاتـ الـمـفـرـزـةـ مـنـ الـغـدـةـ النـخـامـيـةـ عـلـىـ الـجـهـازـ التـنـاسـلـيـ الذـكـرـيـ، وـالـجـهـازـ التـنـاسـلـيـ الـأـنـثـويـ .

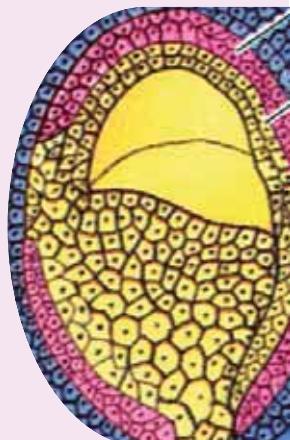


مقدمة

درست في الفصل الخامس التكاثر الجنسي في الإنسان ، وعرفت مكونات الجهاز التناسلي في الذكر والأنثى ، كما تعلمت آليات تكوين الأمشاج المذكورة والأمشاج المؤنثة، وتعلمت أن الأمشاج المؤنثة تمر في مرحلة الكمون قبل إتمامها الانقسام الاختزالي الثاني، وتستكمل هذا الانقسام عند حدوث عملية الإخصاب، وعرفت مصير البوسطة إذا لم يتم إخصابها.

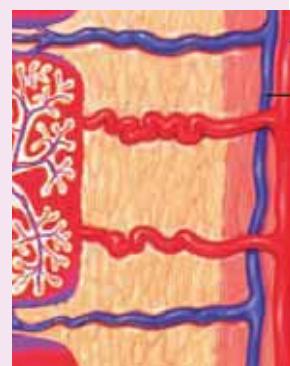


وستدرس في هذا الفصل كيف تتم عملية إخصاب البوسطة، وكيف يتم الحمل، وستكتشف مراحل تكوّن الجنين، كما ستتعرف الأغشية الجنينية، وكيفية تكون التوائم وأنواعها. بالإضافة إلى أنك سترى بعض التقانات في مجال الإخصاب والحمل التي تعالج الكثير من الحالات المتعلقة بالإنجاب.



الموضوعات الرئيسية

- ١-٦ : عملية الإخصاب .
- ٢-٦ : الحمل وتكون الجنين .
- ٣-٦ : الولادة .
- ٤-٦ : الرضاعة وإفراز الحليب .
- ٥-٦ : التوائم .
- ٦-٦ : تقانات الإخصاب والحمل .
- ٧-٦ : العوامل البيئية والوراثية المؤثرة في نمو الجنين .



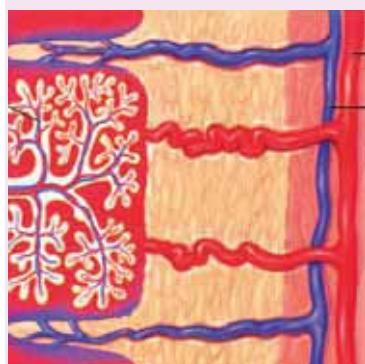
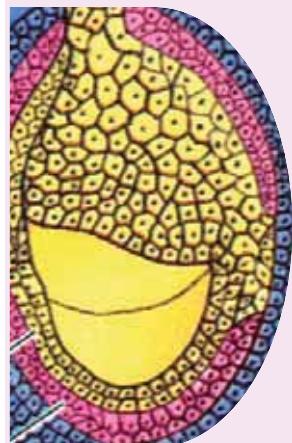


الفصل السادس نمو الجنين في الإنسان

Development of Human Embryo



مصطلحات علمية جديدة



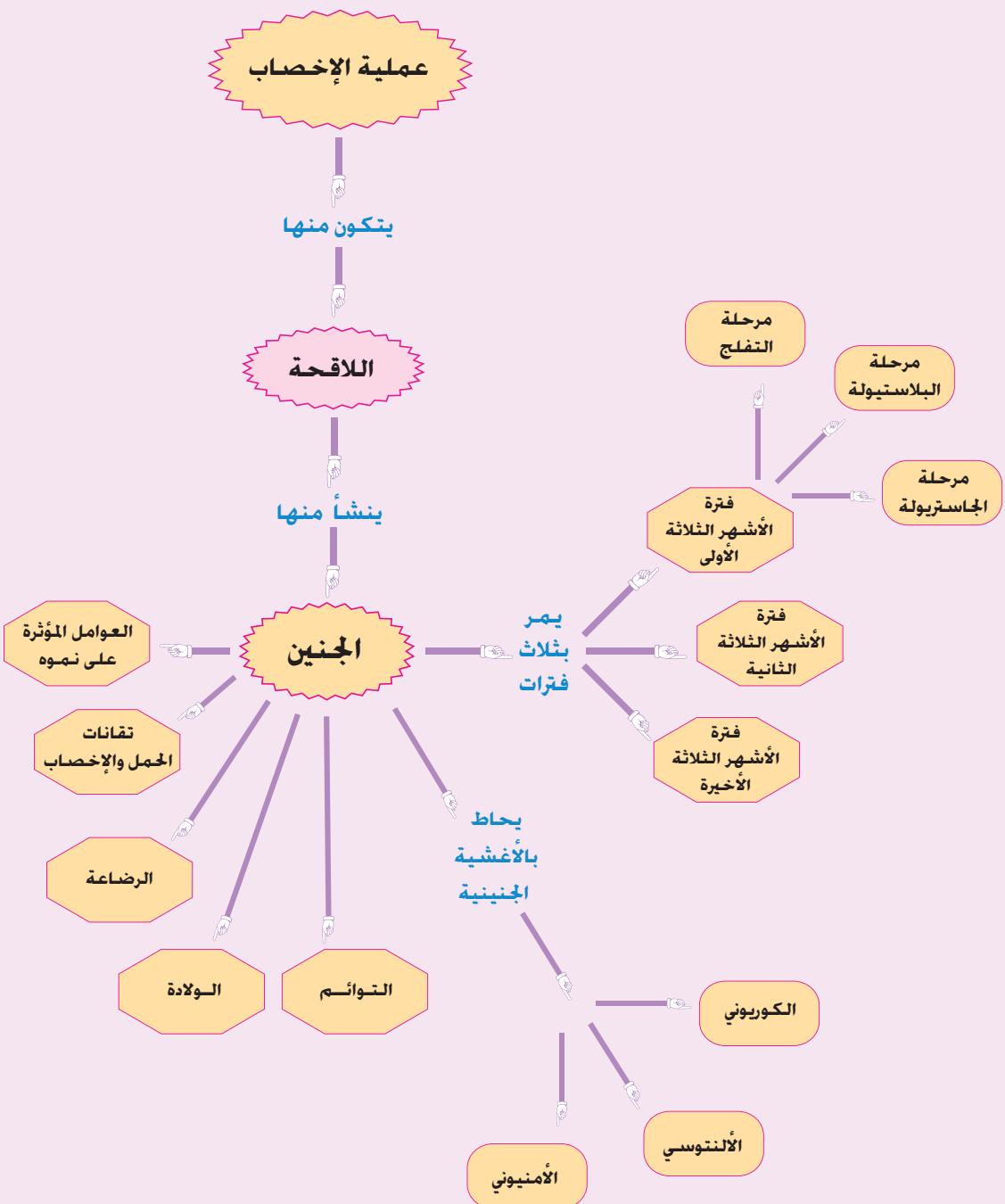
- | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Fertilization membrane</i> | ١- غشاء الإخصاب |
| <i>Cleavage</i> | ٢- مرحلة التفليج |
| <i>Morula</i> | ٣- الجسم التوتوي |
| <i>Blastula</i> | ٤- البلاستيولة |
| <i>Implantation</i> | ٥- الانغراس |
| <i>Gastrula</i> | ٦- الجاستريولة |
| <i>Gastrulation</i> | ٧- التبطين (التعميد) |
| <i>Plastopore</i> | ٨- الثقب الجرثومي (ثقب البلاستيولة) |
| <i>Ectoderm</i> | ٩- الطبقة الخارجية |
| <i>Endoderm</i> | ١٠- الطبقة الداخلية |
| <i>Mesoderm</i> | ١١- الطبقة الوسطى |
| <i>Placenta</i> | ١٢- المشيمة |
| <i>Umbilical cord</i> | ١٣- الحبل السري |
| <i>Amnion membrane</i> | ١٤- الغشاء الأمنيوبي |
| <i>Allantois sac</i> | ١٥- الكيس الألتوسي |
| <i>Chorion membrane</i> | ١٦- الغشاء الكوريوبي |
| <i>Chorionic villi</i> | ١٧- حملات كريونية |
| <i>Parturition</i> | ١٨- الولادة |
| <i>Lactation</i> | ١٩- الرضاعة |
| <i>Twins</i> | ٢٠- التوائم |
| <i>Identical Twins</i> | ٢١- التوائم المتشابهة |
| <i>Fraternal Twins</i> | ٢٢- التوائم الأخوية (غير المتشابهة) |
| <i>Siamese Twins</i> | ٢٣- التوائم السيامية |

عناوين الاستكشافات

الاستكشاف (١) : مراحل تكون الجنين .

الاستكشاف (٢) : لماذا النمو ؟

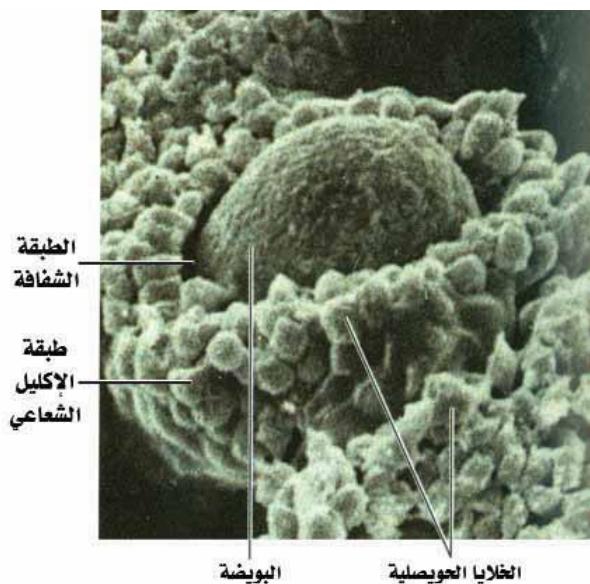
مخطط الفصل السادس : نمو الجنين في الإنسان



١-٦ عملية الإخصاب Fertilization

يقصد بعملية الإخصاب اندماج المادة الوراثية للحيوان المنوي بالمادة الوراثية للبويضة لتكوين **اللائحة (الزيجوت) zygote**، وتم هذه العملية في الجزء العلوي من قناة البيض؛ فعندما تخرج البويضة الثانوية من البيض لتسقط في قمع قناة البيض، تتحرك عبر القناة باتجاه الرحم، حيث تحيط بها **خلايا حويصلية granulosa cells** تشكل ما يعرف **بالإكليل الشعاعي corona radiata**، تعمل من خلال

حركتها على اندفاع البويضة إلى داخل قناة البيض، وتفصل بين غلاف البويضة وطبقة **الإكليل منطقة شفافة zona pellucidea** (الشكل ١-٦).



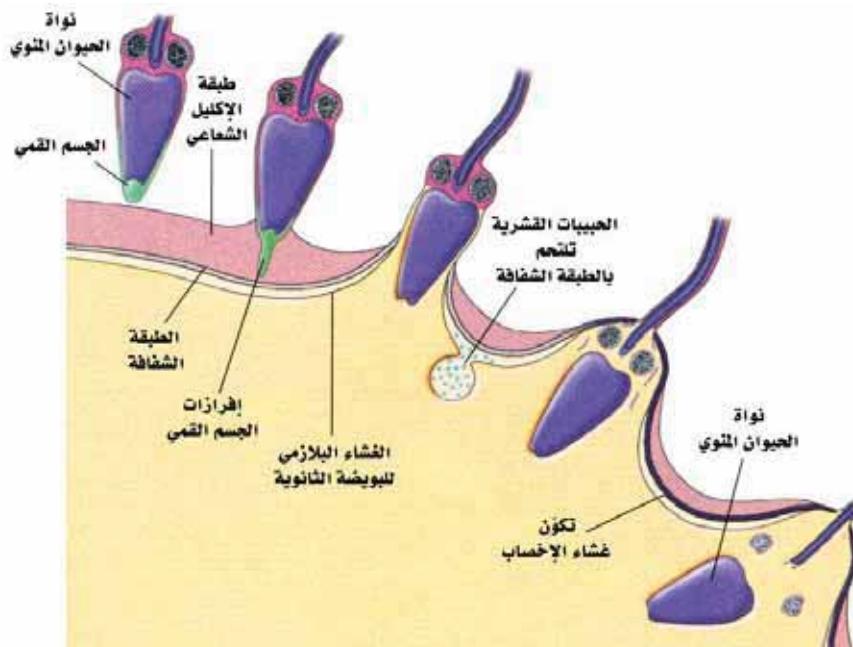
الشكل (١-٦) : البويضة وحولها الإكليل الشعاعي

معلومات تعليمك

- يوجد حيز بسيط بين البيض وقمع قناة البيض لا بد أن تجتازه البويضة لتسقط في قناة البيض، وقد تفشل البويضة في اجتيازه فتسقط في التجويف البطني فتحلل، وفي حالات نادرة تُخَصِّب في التجويف البطني وتتنزَّر في جدار أحد الأعضاء في البطن يعرف بالحمل الهاجر، وغالباً لا يستمر، إلا أنه أجريت ولادات قيصرية لأجنة تكونت خارج الرحم فسبحان الخالق جل علاه في قدرته.

- إذا فشل البيض في إطلاق البويضة الثانوية في وقت الإباضة، وتكون حيوان منوي من الوصول إلى البيض فقد يحدث الإخصاب داخل البيض، وقد تنتقل البويضة المخصبة بعدها لقناة البيض وغالباً ما تفشل؛ فيحدث الحمل خارج الرحم، إلا أنه إذا استمر الحمل في البيض فإن ذلك يؤدي إلى انفجاره.

فإذا ما صادفت البو胥ة الثانوية في أثناء حركتها في قناة البيض حيواناً منوياً، والتتصق بها عن طريق **الجسم القمي acrosome** الذي يفرز إنزيماته الهاضمة لطبقة الإكليل الشعاعي المحيطة بالبو胥ة الثانوية، يلتزم الغشاء البلازمي للحيوان المنوي بغضائ البو胥ة الثانوية، وعند ذلك يستكمل الانقسام الاختزالي الثاني للبو胥ة الثانوية، وينتتج من هذا الالتحام إفراز إنزيمات من الغشاء البلازمي للبو胥ة الثانوية، فتحفز الحبيبات القشرية التي تقع تحت الغشاء البلازمي لتلتزم بالطبقة الشفافة مكونة **غشاء الإخصاب fertilization membrane** ، ليمنع دخول حيوانات منوية أخرى إلى البو胥ة. (الشكل ٢-٦).



الشكل (٢-٦) : عملية دخول الحيوان المنوي في البو胥ة

أفتر فوك

- ١- تخصب البو胥ة بحيوان منوي واحد، فما مصير بقية الحيوانات المنوية الأخرى؟
- ٢- تتبع رحلة الحيوان المنوي من لحظة دخوله للمهبل وحتى وصوله للبو胥ة الثانوية.
- ٣- ما الهرمونات التي تحفز نضج البو胥ة؟

معلومات تعتمد

- تبقى البو胥ة الثانوية بحيويتها بعد إطلاقها من البيض لمدة 6 - 24 ساعة.
- تحفظ الحيوانات المنوية بحيويتها لمدة 28 - 48 ساعة بعد قذفها.

٢-٦ الحمل ونمو الجنين

يقول الله تعالى:

﴿وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ سُلَالَةٍ مِّنْ طِينٍ ﴾١٤﴿ ثُمَّ جَعَلْنَاهُ نُطْفَةً فِي قَرَارٍ مَّكِينٍ ﴾١٥﴿ ثُمَّ خَلَقْنَا الْطِفْلَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْعَكَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْعَكَةَ عَظِيمًا فَكَسَوْنَا الْعَظِيمَ لَهُ مَا أَنْشَأْنَاهُ خَلْقًا أَخْرَى فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحَسْنُ الْخَلْقَيْنَ ﴾١٦﴾
سورة المؤمنون (الآيات ١٤-١٦)

معلومات تعمك

| مدة الحمل | الحيوان |
|-----------|---------------|
| 18 يوماً. | - الفار |
| شهر واحد. | - الأرنب |
| شهران. | - القط والكلب |
| 5 أشهر. | - الماعز |
| 9 أشهر. | - البقرة |
| 11 شهراً. | - الحصان |
| 12 شهراً. | - الحمل |
| 20 شهراً. | - الفيل |

أثناء حركة اللاقحة في قناة البيض، واستمرارها في الانقسامات غير المباشرة، يواصل الرحم نموه، فيتهيأ لاستقبال اللاقحة، ويعمل على إفراز مواد مخاطية كثيفة القوام تعمل وسطاً غذائياً لللاقحة، كما يزداد سمك جدار الرحم لينغرس الجنين به.

مراحل نمو الجنين



سؤال علمي: ما العلاقة بين طول الجنين ومدة الحمل به؟

- ورق رسم بياني .

- قلم رصاص .

- جدول نمو الجنين (مرفق).

المواه والأدوات:

| طول الجنين | مدة الحمل | الفترة |
|------------|-----------|-----------------|
| 6 mm | شهر | الأشهر |
| 4 cm | شهران | الثلاثة الأولى |
| 7.5 cm | 3 أشهر | |
| 15 cm | 4 أشهر | الأشهر |
| 25 cm | 5 أشهر | الثلاثة الثانية |
| 35 cm | 6 أشهر | |
| 41 cm | 7 أشهر | الأشهر |
| 46 cm | 8 أشهر | الثلاثة الأخيرة |
| 51 cm | 9 أشهر | |

١- ادرس جيدا جدول نمو الجنين.

٢- مثل بيانات المجدول في شكل بياني.

١- أي الفترات يكون فيها الجنين أسرع نموا؟ ولماذا؟

٢- في أي الفترات يبدأ تباطؤ نمو الجنين؟

٣- قارن بين نمو طول الجنين في الأشهر الثلاثة الثانية والأشهر الثلاثة الأخيرة؟

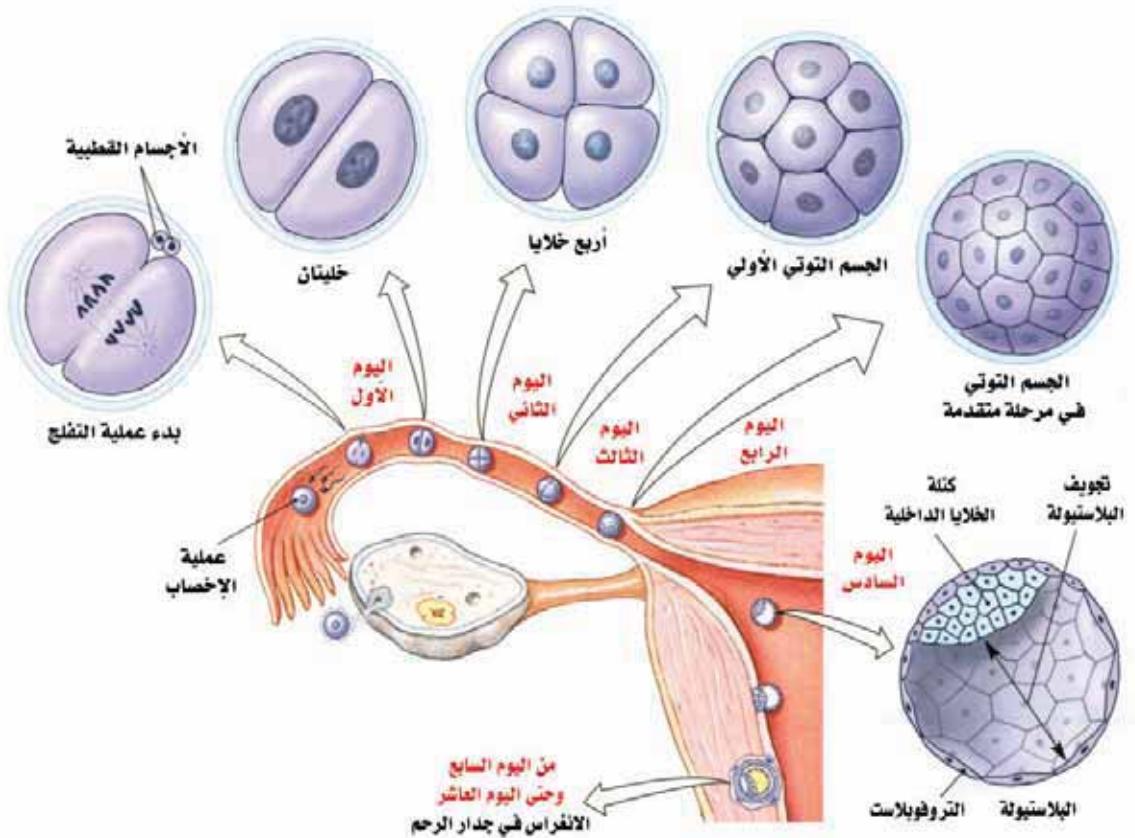
تقسم مراحل نمو الجنين إلى ثلاث فترات هي:

أولاً : فترة الأشهر الثلاثة الأولى

يمر الجنين في هذه الفترة بعدة مراحل وهي :

١ - مرحلة التقطيع

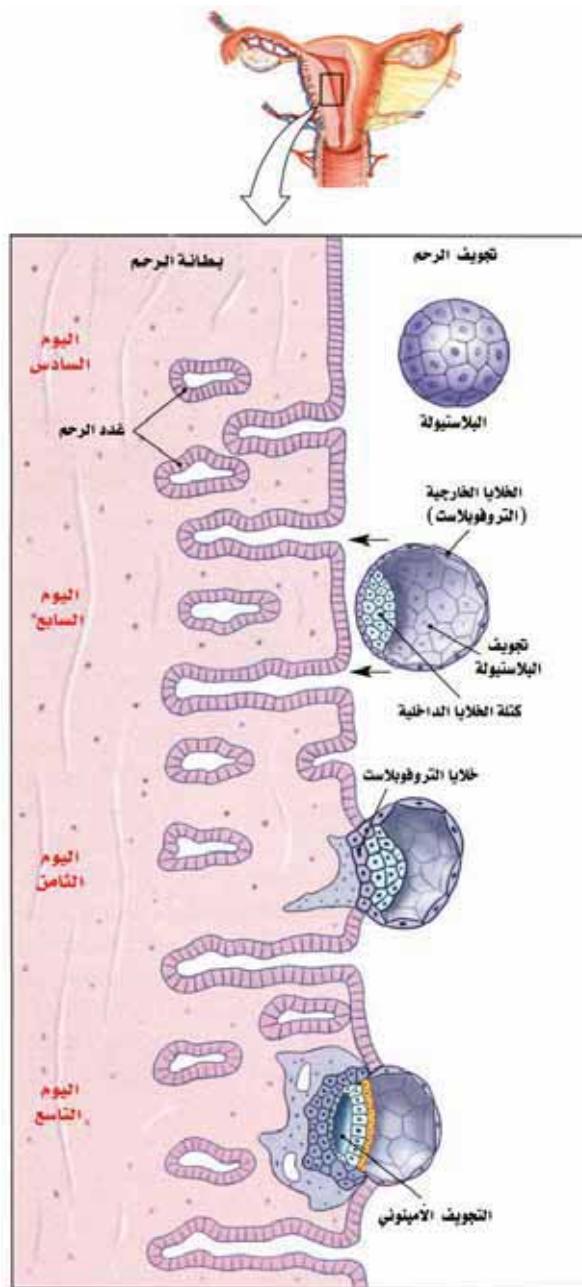
بعد عملية الإخصاب لمدة 3 – 5 أيام تنقسم اللاقحة عدة انقسامات متتالية؛ حيث تنقسم إلى خلتين ثم إلى أربع خلايا حتى يصل عدد الخلايا إلى 32 خلية، دون الزيادة في حجم خلايا اللاقحة بل يصغر حجم هذه الخلايا. وهذه الكتلة من الخلايا تعرف بالجسم التوقي *morula* وتكون محاطة بمنطقة شفافة، ويطلق على هذه المرحلة **التفليج cleavage** ، كما يوضح الشكل (٦-٣).



الشكل (٢-٦) : مرحلتا التفليج والبلاستيولة

٢ - مرحلة البلاستيولة *Blastula*

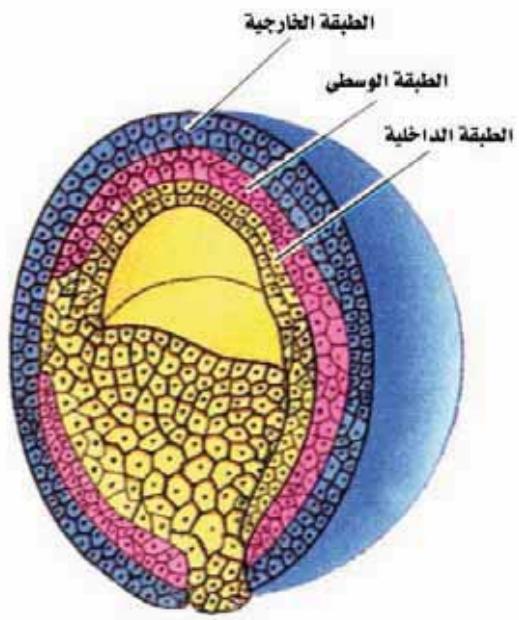
يتحرك الجسم التوتوي إلى داخل الرحم مستمراً في التفليج؛ ويكتون بداخله تجويف مملوء بسائل **البلاستوسيل** *blastocoel* ليُصبح الجنين كرة مجوفة تعرف **ببلاستيولة** *blastula* (الشكل ٣-٦)، وتحتوي البلاستيولة على خلايا خارجية تعرف **بتروفوبلاست** *trophoblast* ، تتكون منها الأغشية الجنينية، وكتلة من **الخلايا الداخلية** *inner cell mass* تنمو منها أعضاء وأجهزة الجنين، وفي اليوم السابع تبدأ البلاستيولة بعملية **الانغراس** *implantation* في الغشاء المبطن للرحم، كما في الشكل (٤).



الشكل (٤-٦) : عملية الانفراش

٣ - مرحلة الجاستريولة *Gastrula*

تحريك خلايا البلاستيول من خلال ثقب البلاستيول *plastopore* إلى داخل التجويف لتنتمي إعادتها ترتيبها بعملية تعرف بالتطيير (*التغميد*) *gastrulation*، ثم تتمايز الخلايا في هذه المرحلة لتكوين الطبقات الثلاث الأولية للجنين: **الطبقة الخارجية ectoderm**، **الطبقة الداخلية endoderm**، والطبقة **الوسطى mesoderm**، ويكتمل تكون هذه الطبقات في نهاية الأسبوع الثالث من الحمل، حيث تتمايز وتنمو منها لاحقاً أعضاء وأجهزة الجنين، كما يوضحها الشكل (٥-٦).



الشكل (٥-٦) : مرحلة الجاستريولة وتكوين الطبقات

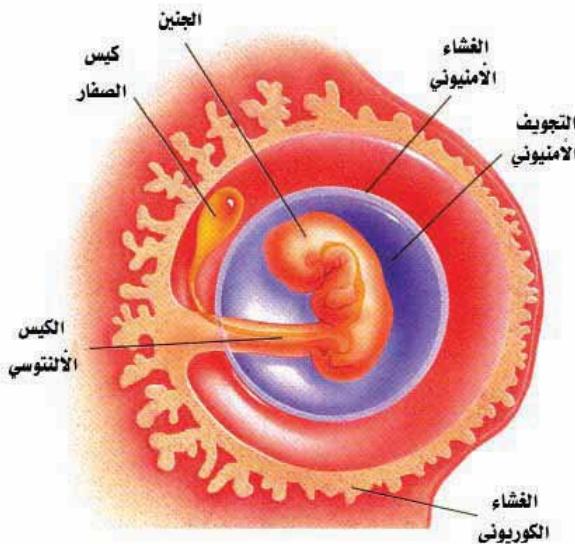
ويوضح الجدول (١-٦) الطبقات

الجنبينية والتراكيب التي تنشأ منها :

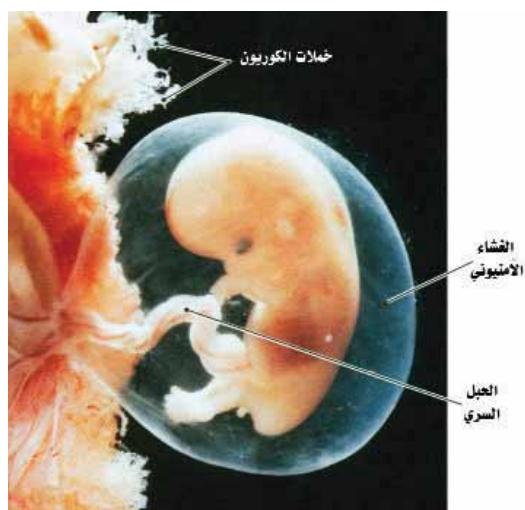
| طبقات الجاستريولة | التراكيب التي تنشأ منها |
|------------------------------------|--|
| الطبقة الخارجية <i>ectoderm</i> | - الجلد، الشعر، الأظافر، الغدد العرقية. - الجهاز العصبي. - أعضاء المحس المختلفة. - الأسنان، بطانة الداخلية للفم . |
| الطبقة الوسطى <i>mesoderm</i> | - العضلات، والعظام، والغضاريف، والأنسجة الضامنة . - الأوعية الدموية، والدم . - الكلي، والتراكيب التناسلية. |
| الطبقة الداخلية <i>endoderm</i> | - الكبد، والبنكرياس، والغدد الصماء . - المثانة البولية . - بطانة القناة الهضمية . - بطانة الجهاز التنفسية، والرئتين . |

الجدول (١-٦) : الطبقات الجنينية، والتراكيب التي تنشأ منها

وفي الأسبوع الثالث من الحمل ت تكون **الأغشية الجنينية** *embryonic membranes* الحماية طيلة فترة الحمل، وهذه الأغشية كما يوضحها الشكل (٦-٦) هي:



الشكل (٦-٦) : الأغشية الجنينية



الشكل (٧-٦) : الفشء الأمينيوني

١ - الفشء الأمينيوني *Amnion Membrane*

يحيط بالجنين مباشرةً، ويتمثل بالسائل الأمينيوني الذي يسبح فيه الجنين ليقيه من الصدمات الناتجة من تعرض الأم للمؤثرات الخارجية التي تضغط على أعضائها الداخلية، كما يحافظ على درجة حرارة الجنين في فترة الحمل. (الشكل ٧-٦).

٢ - الفشء الكوريووني *Chorion Membrane*

غشاء خارجي يحيط بالجنين والأغشية الجنينية الأخرى، كما يقوم بدور كبير في التغذية والتنفس والإخراج للجنين؛ حيث يشكل زوائد تنغرس في بطانة الرحم على هيئة **حملات كوريونية** *chorionic villi*، تكون الجزء المشيمي الخاص بالجنين لتلتقي بالجزء المشيمي الخاص بالأم، وكلاهما معاً يكونان المشيمة.

معلومات تعلمك

كيس الصفار (المح) *yolk sac* من الأغشية الجنينية ومهما لأجنة الحيوانات البيوضية كالزواحف والطيور فهو مصدر لغذائهما، بينما جنين الثدييات يعتمد في غذائه على أمه، لذلك ليس لهذا الكيس دور أساسي.

٣- الكيس الأنثوي *Allantois Sac*

عبارة عن تركيب يساهم في تكوين الأوعية الدموية في الجبل السري المتصل بالمشيمة. وعلى خلاف الغشائين الأمينيوني والكوريوني فإن الكيس الأنثوي لا يحيط بالجنين.

اختبار فهمك

- ١- ما مصير الخلايا الخارجية وكتلة الخلايا الداخلية للبلاستيولة؟
- ٢- ما أهمية إلتواءات الزوائد الكوريونية في بطانة الرحم؟
- ٣- يضم الكيس الأنثوي بعد تشكل المشيمة. علل ذلك.

معلومات تعلمك

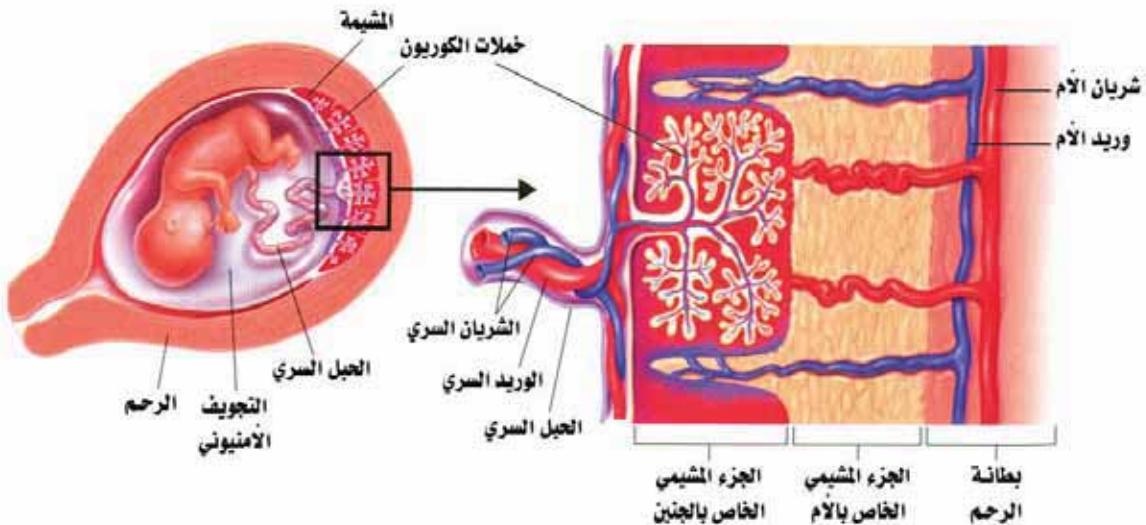
يفسر بعض العلماء المقصود بالظلمات الثلاث في الآية الكريمة :

يَخْلُقُكُمْ فِي بُطُونِ أُمَّهَتِ كُمْ خَلْقًا مِنْ بَعْدِ خَلْقٍ فِي ظُلْمَاتٍ ثَلَاثٍ سورة الزمر (الآية ٦)

بالأغشية الجنينية الثلاثة: الأمينيوني، والكوريوني، والأنتوسي. ويفسرها البعض الآخر بأنها ظلمة البطن، وظلمة الرحم، وظلمة المشيمة.

وفي الأسبوع الرابع يبدأ تشكيل العينين، كما تبدأ الثنائيات القلبية بالنضج، وفي الشهر الثاني يتضاعف حجم الجنين، ويصبح على شكل حرف C، وتبدأ العظام ثم العضلات والأنسجة الضامنة بالتشكل، كما يصبح القلب مكوناً من أربع حجرات. أما في الشهر الثالث فيتمايز جنس الجنين ذكراً أو أنثى، وتكون جميع معالم الأعضاء قد تشكّلت، كما يبدأ الجنين بالحركة فتشعر الأم بهذه الحركة.

وتنمو المشيمة *placenta* التي تتكون من بطانة الرحم من جهة الأم وغشاء الكوريون من جهة الجنين، كما يوضح الشكل (٦-٨)، وتمثل المشيمة بالأوعية الدموية، لتعمل على إتمام عملية تبادل الأكسجين والماء والغذاء بين الأم والجنين عن طريق **الجبل السري umbilical cord** بعملية الانتشار دون اتصال مباشر بين دم الأم ودم الجنين. لماذا؟ كما تخلص الجنين من الفضلات وثاني أكسيد الكربون، وتعمل المشيمة أيضاً كغدة صماء فتفرز هرموناتها المنشطة للجسم الأصفر ليفرز هرمون البروجسترون، ويشبط إفراز هرمون الإستروجين من المبيض، ليحافظ على سماكة بطانة الرحم، وينعاً نمو حويصلة جراف خلال فترة الحمل. لماذا؟



الشكل (٨-٦) : المشيمة

ثانياً : فترة الأشهر الثلاثة الثانية The Second Trimester

في الشهر الرابع تصبح حركة الجنين واضحة، كما ينمو شعر على شكل زغب (شعر خفيف) على رأسه وحول جسمه، ويكون جلد مجعداً ومحمراً، أما في الشهر الخامس فيمكن سماع دقات قلب الجنين، ويزداد طوله، وكتلته تصل إلى 460 g تقريباً، وتبدأ الأسنان اللبنية بالنمو في فكيه، وفي الشهر السادس تتشكل جفون وأهداب العينين، ومعظم الغضاريف في الهيكل العظمي تشكلت لترتبط الخلايا العظمية، وقد يأتي المخاض للأم بنهاية هذه المرحلة التي يصل طول الجنين فيها حوالي 34 cm وكتلته 1000 g مع إمكانية بقائه على قيد الحياة.

ثالثاً : فترة الأشهر الثلاثة الأخيرة The Third Trimester

يتضاعف حجم الجنين في هذه الفترة وتزداد كتلته بصورة أسرع ، وتعد من أهم المراحل لتمايز خلايا الدماغ فيها، كما يتتساقط شعر جلد الجنين ويصبح أملساً ومحمراً، كما تتكون الأظافر، وتزداد عظام الجمجمة صلابة، وينقلب وضع الجنين ليصبح رأسه باتجاه عنق الرحم ليتهيأ للخروج، إلا أن نموه يتباطأ في الشهر الأخير.



سؤال علمي: ما التغيرات في معدل نمو كتلة الجنين خلال فترة الحمل؟

| كتلة الجنين (غرام 8) | مدة الحمل (شهر) |
|-------------------------|--------------------|
| 0.02 | 1 |
| 2.0 | 2 |
| 26 | 3 |
| 150 | 4 |
| 460 | 5 |
| 640 | 6 |
| 1,500 | 7 |
| 2,300 | 8 |
| 3,200 | 9 |

جدول معدل نمو كتلة الجنين

المواد والأدوات: - جدول معدل نمو كتلة الجنين خلال فترة الحمل.

- ورق رسم بياني.
- قلم رصاص.

الإجراءات: - ادرس جدول معدل نمو كتلة الجنين.

١- في أي الأشهر يزداد معدل نمو كتلة الجنين

بشكل أسرع؟

٢- مثل البيانات المدونة في الجدول في شكل بياني؟

استنتاج العلاقة بين مدة الحمل وكتلة الجنين.

٣- إذا حدث تباطؤ في نمو كتلة الجنين فجأة في الشهر السابع. تنبأ بالأسباب التي أدّت إلى ذلك.

٤- ما أهمية معرفة معدل نمو كتلة الجنين خلال فترة حمله؟

قم بتنفيذ الدرس العملي السادس

اختبار فوري ٣

١- لا يحدث حمل آخر بعد إخضاب البويضة، علل ذلك .

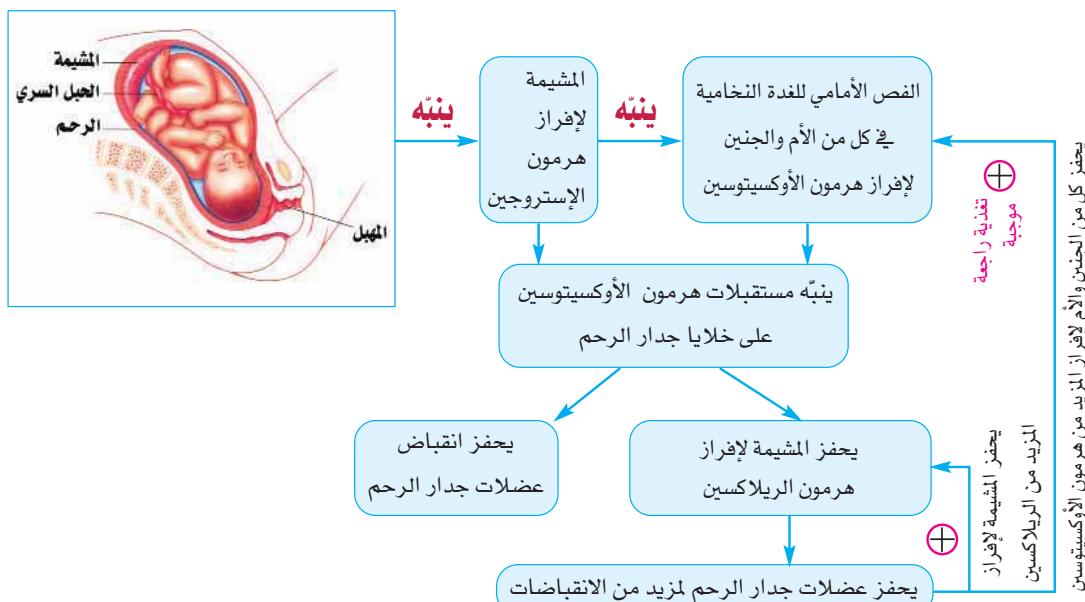
٢- رغم وجود الانقسامات المتتالية في المراحل الأولى لتكون الجنين عند تكون الجسم التوتي، إلا أنها لا تزيد من حجمه وكتلته. ووضح ذلك .

٣- تنبأ كم تصبح كتلة الجنين عند الولادة إذا استمرت في نموها بنفس المعدل في الأشهر الثلاثة الأخيرة .

٤- في أي شهر يكتمل تشكل أعضاء الجنين ؟

٣-٦ الولادة Parturition

يصبح الجنين جاهزاً للولادة بعد اكتمال تكون أعضائه، أي بعد 266 يوماً من الإخصاب، وقبل الولادة بعدهة أسابيع يتغير وضعه؛ فيصبح رأسه باتجاه عنق الرحم ليتهيأ للخروج، وتنظم عملية الولادة نشاطات هرمونية عند الأم والجنين، حيث تفرز المشيمة هرمون الإستروجين والريلاكسين، فيحفز الغدة النخامية في كل من الأم وجنبها لإطلاق هرمون الأوكسيتوسين؛ فينخفض ترکيز هرمون البروجسترون في الدم، مما يحفز عضلات جدار الرحم على الانقباض في موجات متتالية. (الشكل ٩-٦).



الشكل (٩-٦) : هرمونات عملية الولادة

معلومات تعلمك

- يمكن التنبؤ بموعد الولادة حسابياً عن طريق :
- إضافة 280 يوماً إلى أول يوم من آخر دورة شهرية للحامل.
 - أو إضافة 7 أيام إلى تاريخ اليوم الأول من آخر دورة شهرية، ثم تضاف إليها تسعه أشهر.

مثال : إذا كان تاريخ أول يوم من آخر دورة شهرية لحامل هو 20/4/2008 م فإن احتمال موعد الولادة يحسب كالتالي :

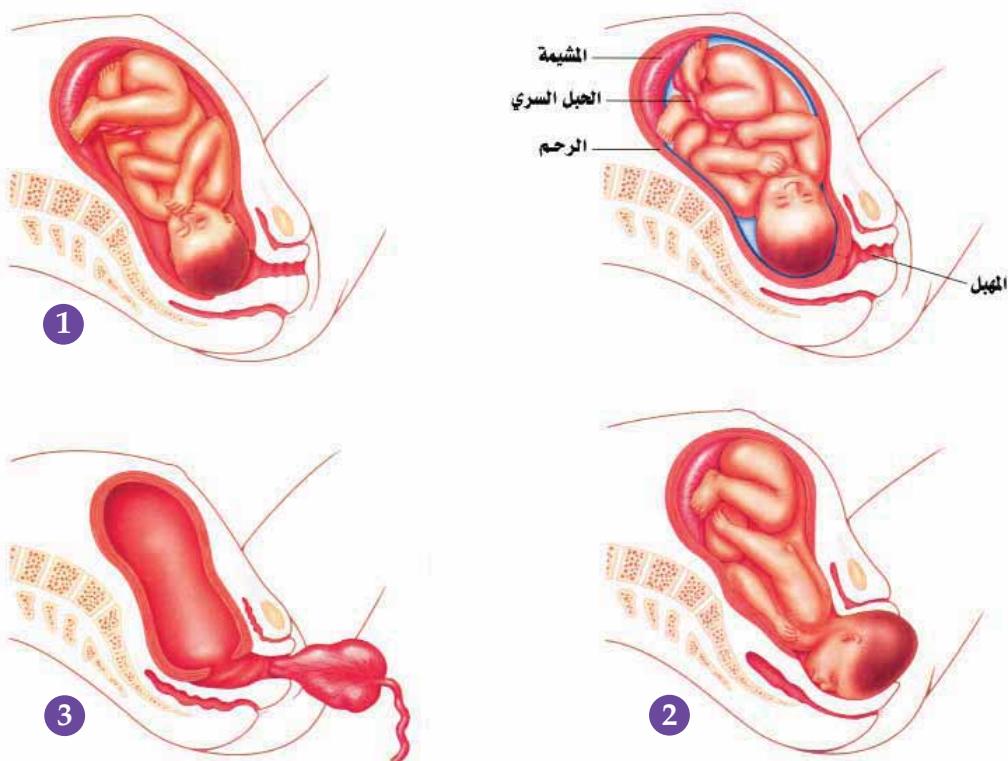
$$2008/4/20 + 7 \text{ أيام} + 9 \text{ أشهر} = 2009/1/27$$

كما تستخدم أيضاً تقنية الموجات فوق الصوتية (السونار) ultrasound technician لتحديد موعد الولادة.

وتمر عملية الولادة بثلاث مراحل كما يوضحها الشكل (١٠-٦) :

١ - مرحلة الاتساع (المخاض) *Dilation Stage*

تبدأ هذه المرحلة بانقباض عضلات الرحم، حتى يتسع عنق الرحم بمقدار ما يسمح بخروج الجنين؛ حيث تكون هذه الانقباضات والتقلصات عند بدئها متباينة فقد تحدث كل 20 دقيقة، ثم تتوالى لتصل كل دقيقة، وتشعر الأم بالآلام **المخاض labor** في منطقة الظهر السفلية ومتعددة لتصل إلى مقدمة البطن، وتؤدي انقباضات الرحم والانقباضات الإرادية لعضلات البطن إلى دفع الجنين خارج جسم أمها، كما ينشق الغشاء الأمنيوبي في هذه المرحلة؛ فيخرج السائل الأمنيوبي، ليسمح للجنين بالخروج.



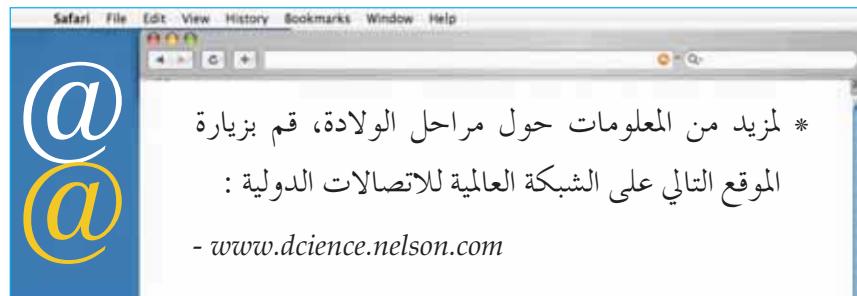
الشكل (١٠-٦) : مراحل الولادة

٢ - مرحلة خروج الجنين *Expulsion Stage*

تبدأ هذه المرحلة بخروج رأس المولود من عنق الرحم، في حين تتوالى زيادة الانقباضات لفترات متقاربة، ليخرج المولود وهو متصل بالحبل السري الذي يقوم الطبيب بقطعه وربطه، ويبدأ المولود بالاعتماد على نفسه في التنفس، وتعد الولادة أخطر ما يتعرض له الجنين؛ ففي لحظة خروجه يغادر رحم أمها حيث الدفء والحماية إلى البيئة الخارجية، وربما بكاؤه بعد الولادة يساعد على التنفس باندفاع الهواء إلى رئتيه، ثم يبدأ جهازه الهضمي بامتصاص أول وجبة غذائية من الحليب.

٣- مرحلة خروج المشيمة Delivery

تنفصل المشيمة من الرحم بعد الولادة، وتخرج من الأم بفعل تقلصات عضلات الرحم والانقباضات الإرادية لعضلات البطن.



معلومات تعميك

- يقوم الطبيب بفحص المشيمة ليتم التأكد من خروجها كاملة، وفي حالة بقاء جزء منها في رحم الأم تجرى عملية تنظيف للرحم.
- يستفاد من المشيمة في استخلاص كمية من الدم ومكوناته للاستفادة منها في بنوك الدم لحالات نقل الدم للمحتاجين إليه.

اختبار فهمك

- ١- كيف تقسرّ بكاء الجنين بعد ولادته مباشرة؟
- ٢- ما الأجهزة الحيوية التي تبدأ بالعمل فوراً بعد ولادة الجنين؟
- ٣- اذكر ثلاثة عوامل تساعد على خروج الجنين في عملية الولادة.

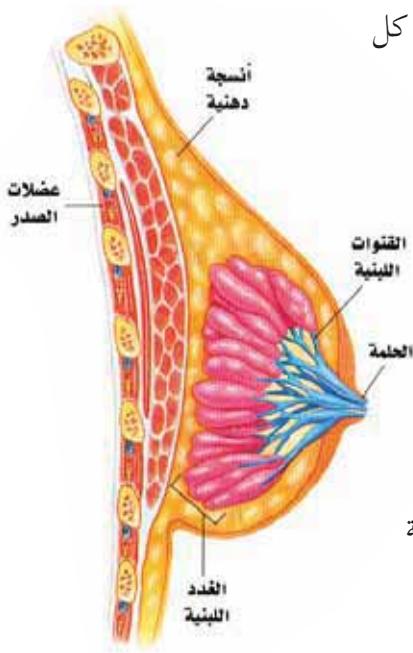
٤- الرضاعة وإفراز الحليب Lactation

﴿وَالْوَلَدَاتُ يُرضِّعْنَ أُولَدُهُنَّ حَوَلَيْنِ كَامِلَيْنِ لِمَنْ أَرَادَ أَنْ يُتَمَّ الرَّضَاعَةُ﴾ سورة البقرة (الآية ٢٣٣)

يعدّ حليب الأم الغذاء المثالي للطفل المولود، لاحتوائه على كل العناصر الغذائية الضرورية التي يحتاج إليها الطفل في هذا العمر، ليأخذ الطفل بعدها في التعود تدريجياً على تناول وجبات غذائية أخرى ملائمة .

يتم إفراز الحليب من الغدد اللبنية في ثديي الأم اللذين يتكون كل منهما من حوالي 15–20 غدة لبنية ترتبط بعضها بعضًا على شكل عنقودي (الشكل ١١-٦)، تزداد حجمًا أثناء الحمل تحت تأثير هرموني البرولاكتين والأوكسيتوسين، وتنتج هذه الزيادة في حجم الثديين من ترسب الدهون فيما وزيادة كمية الدم الواردة إليهما؛ حيث إن امتصاص المولود للحليب ينبع تحت المهاد ليحفز الفص الأمامي للغدة النخامية لإفراز هرمون البرولاكتين، كما يحفز الفص الخلفي لنفس الغدة لإطلاق هرمون الأوكسيتوسين، وكلا الهرمونين يعمل على تحفيز الغدد اللبنية في الثديين لإنتاج الحليب.

(الشكل ١٢-٦).



(الشكل ١١-٦) الغدد اللبنية في الثدي



الشكل (١٢-٦) :

آلية تنظيم إفراز الحليب

فوائد الرضاعة الطبيعية :

- توفر للطفل مناعة ضد الكثير من الأمراض والحساسية الناتجة من استخدام الرضاعة الصناعية، أو الحليب الصناعي .

- تكسب الطفل حنان أمه، وتساعد على توثيق العلاقة بين الأم وطفلها.

- تزيد من كمية إفراز وإدرار الحليب من الأم .

- تقوي عضلات وجه الطفل، وفكه، وفمه .

- تعمل على تقلص رحم الأم المرضع، وهو ما يجعل الرحم يعود إلى حجمه ووضعه الطبيعيين.

- تؤخر حدوث حمل جديد وتقلل من احتمالات الإصابة بسرطان الثدي.

- تعتبر بدائل الرضاعة الطبيعية المتمثلة في الحليب الصناعي سبباً لسوء الهضم، والإسهال، والعدوى بأمراض أخرى.

- تجعل الطفل يقرر بنفسه متى يرضع وكمية الحليب التي يتناولها، بينما الرضاعة الصناعية تفرض على الطفل أن يرضع في أوقات معينة وبكميات محددة .

معلومات تعمك

أثبتت الدراسات أن هناك علاقة بين نوع الغذاء الذي تتناوله الأم وكمية المواد الموجودة في حليبها وخصوصا الفيتامينات، لذا يجب على الأم تناول غذاء صحي متوازن ومتتنوع بشكل يومي؛ لتحصل على العناصر الغذائية الضرورية لها ولطفلها .

٦- التوائم *Twins*

معلومات تعمك

وصل أقصى عدد للتوائم في الإنسان إلى أربعة عشر طفلاً لامرأة إيطالية، كما وصل في المملكة العربية السعودية إلى سبعة توائم في منطقة عسير.

تتميز بعض الثديات المشيمية بأنها تضع أكثر من مولود في المرة الواحدة، وتعرف هذه بظاهرة **تعدد المواليد** *multiple births* كما في القطط والأرانب، وتندر هذه الظاهرة في ثديات أخرى مثل الفيل والمحصان والإنسان حيث تضع مولوداً واحداً في كل مرة، وتعدد المواليد (تعدد الأجنة) مرتبط بتعدد

البويضات التي تفرز من المبيض، وبعدد هذه البويضات يكون عدد الأجنة المتكونة حيث يتم إخصاب كل بويضة بحيوان منوي، فتتحرك هذه البويضات المخصبة إلى أن تصل إلى الرحم فتنغرس على جداره بانتظام وعلى مسافات متساوية عن بعضها بعضًا.

وقد تتكون الأجنة أيضاً من بويضة واحدة مخصوصة تنقسم في مرحلة البلاستيولة، لتنتج عنها عدة أجنة. وعندما تضع أنثى الإنسان أكثر من جنين (مولود) خلال فترة حمل واحد، فإن هذه الظاهرة تعرف بالتوائم *Twins*، وهي على ثلاثة أنواع :

أ- التوائم المتشابهة أو المتطابقة *Identical Twins*

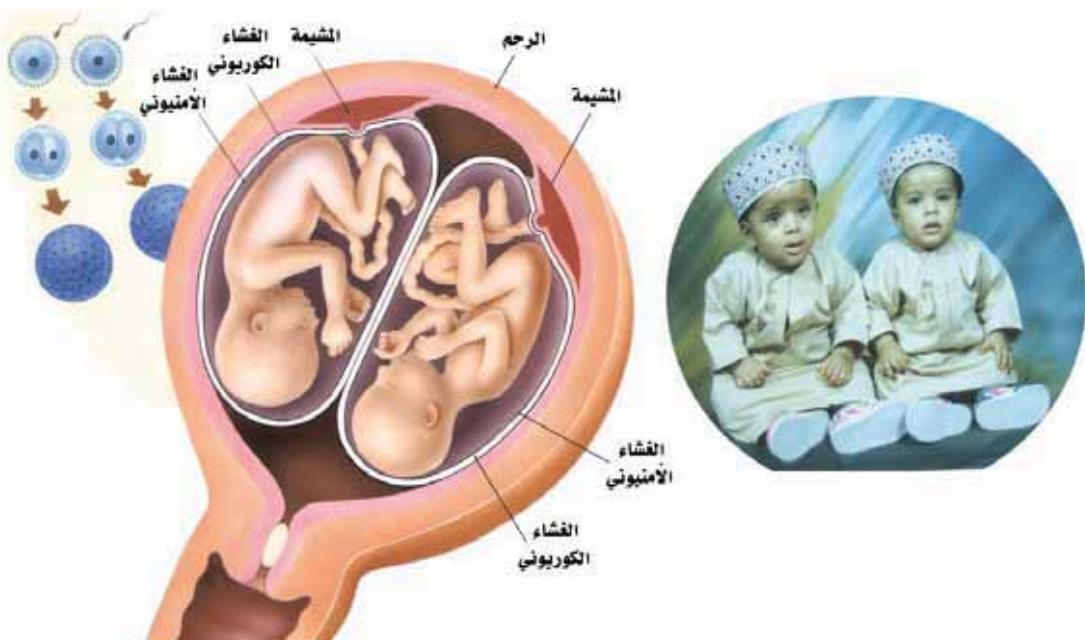


الشكل (١٣-٦) : التوائم المتشابهة

تعرف هذه التوائم أيضاً بالتوائم أحادية البوياضية، حيث تنتج من انقسام بويضة واحدة أخصبت بحيوان منوي واحد، إلا أنها في مرحلة البلاستيولة انقسمت إلى كتلتين من الخلايا، لتأخذ كل كتلة في نموها إلى أن يتكون منها الجنين الكامل، ويحصل كلا الجنينين بمشيمة واحدة مع وجود غشاء أمنيوبي لكل جنين على حدة، وهذه التوائم تتشابه في جميع الصفات الوراثية مثل مجموعات الدم ولون البشرة والعيون، وفي جنسها فهي إما أن تكون ذكوراً وإما إناثاً، إلا أنها قد تختلف في صفات أخرى كالوزن مثلاً. الشكل (١٣-٦).

ب- التوائم الأخوية (غير المتشابهة) *Fraternal Twins*

تعرف أيضاً بالتوائم ثنائية البوياضية، وتنتج عن بويضتين أخصبت كل منهما بحيوان منوي مستقل، فتتكون بويضتان مخصبتان تتصل كل منهما على حدة بجدار الرحم بمشيمة وأغشية جنينية، تختلف هذه التوائم في صفاتها الوراثية عن بعضها بعضاً؛ فقد تكون من جنسين مختلفين ومجموعات دم مختلفة. الشكل (١٤-٦).



الشكل (١٤-٦) : التوائم غير المتشابهة

ج - التوائم السيامية *Siamese Twins*

هذا النوع من التوائم المتشابهة نادر الحدوث، حيث يكون الجنينان ملتصقين من الناحية البطنية أو الظهرية ، وتعرف أيضاً بالتوائم الملتصقة، وقد سجلت أول حالة لهذا النوع في عام ١٨١١ م لطفلين من (سيام) فعرفت بالتوائم السيامية *Siamese twins*، وقد بُحثت العديدة من الحالات في فصل التوأمين عن بعضهما بعضاً وبقاءهما أحياء (الشكل ١٥-٦).



الشكل (١٥-٦) : التوائم السيامية

٦-٦ تقانات الإخصاب والحمل *Techniques Fertilization & Pregnancy*

أمكن عن طريق التطور العلمي إيجاد وسائل للمباعدة بين الولادات ، كما أمكن أيضا معالجة حالات كثيرة من العقم باستخدام تقانات حديثة مختلفة :

أولاً : تقانات معالجة العقم :

هناك عدة طرق تستخدم لعلاج العقم منها :

أ - تقانة الأرحام المستأجرة :

تم عند عدم قدرة الزوجة على الحمل، أو استئصال رحمها بالرغم من قدرتها على إنتاج بويضات ثانوية طبيعية، فيتم الاتفاق مع امرأة أخرى، ل تقوم بعملية حمل الجنين من بويضة مخصبة من الزوجين، إلا أن هذه التقانة تتنافى مع المبادئ السمحاء لدينا الإسلامي الحنيف. ابحث عن حكمه ذلك.

ب - تقانة نقل الأجنة :

في بعض الحالات تكون الأم قادرة على الحمل والإنجاب، إلا أنها ترغب في الإنجاب في وقت آخر، فيتم إخضاب البويضة، وتجميدها تحت درجة حرارة (196°C) في النيتروجين السائل، حتى تقرر رغبتها في الحمل فتحقن تلك البويضة المخصبة برحم الأم ليتم الحمل بالجنين طبيعياً. ناقش هذه التقانة من الناحية الشرعية.

ثانياً : تقانات المباعدة بين الولادات *Birth Control*

هناك طرق عديدة تستخدم للمباعدة بين الولادات منها الشكل (٦-٦) :

أ - الطريقة الطبيعية (الإيقاع) *Rhythm Method*

وتشمل عدة طرق :

- الامتناع عن الاتصال الجنسي في فترة عملية الإباضة، أي تقريراً في الفترة الواقعة بين اليومين الحادي عشر والسادس عشر من بدء آخر دورة شهرية.
- طريقة العزل، وهي قذف السائل المنوي خارج المهبل في أثناء عملية الاتصال الجنسي بين الزوجين.
- انتظام الرضاعة الطبيعية للطفل في أوقات منتظمة ومستمرة.

ب- طريقة الأقراص Pill Method

وهي عبارة عن أقراص من الهرمونات (الإستروجين والبروجسترون) تتناولها المرأة بصورة منتظمة، لتحكم في عملية الإباضة؛ حيث تعمل هذه الأقراص على منع نضج البويضة الثانوية وانطلاقها من المبيض، إلا أن لها آثاراً ثانوية ضارة عند بعض النساء.



الشكل (١٦-٦) : بعض وسائل المباعدة بين الولادات

ج- طريقة الموانع الميكانيكية Mechanical Barriers

وهي عبارة عن وسائل تمنع وصول الحيوانات المنوية إلى البويضة الثانوية، وقد يعمل بعضها على إضعاف الحيوانات المنوية وقتلها قبل وصولها للبويضة، وتشمل:

- **الواقي الذكري Condom** وهو عبارة عن غشاء مطاطي، يوضع على القضيب عند الاتصال الجنسي، فيمنع وصول الحيوانات المنوية إلى المهبل.

- **القبعة Diaphragm** وهي عبارة عن حاجز مطاطي تضعه الأنثى داخل المهبل، ليمنع وصول الحيوانات المنوية إلى البويضة.

- **طريقة اللوب Intra-Uterine Device** تتم عن طريق وضع الطبيب للولب في مكانه المناسب في الرحم بعد انتهاء فترة الحيض مباشرة، وهو ما يمنع انغراس البويضة في جدار الرحم، ويجب التأكد بالفحص من وجوده في المكان الصحيح بين فترة وأخرى.

- **المراهم Spermicides** عبارة عن مادة كيميائية على شكل مراهم أو بخاخ أو أقراص تضعها الأنثى داخل المهبل قبل عملية الاتصال الجنسي بدقيقتين، تعمل على قتل الحيوانات المنوية قبل وصولها للبويضة.

د - العمليات الجراحية *Surgical Operations*

ويتم فيها قطع الوعاءين الناقلين للحيوانات المنوية في الرجل وربطهما، أو بقطع قناتي البیض عند المرأة وربطهما، إلا أن من محاذير هذه الطريقة صعوبة إرجاعها إلى ما كانت عليه إلا بعمليات جراحية معقدة.

ويوضح الجدول (٢-٦) : نسب نجاح بعض طرق المباعدة بين الولادات .

| نسبة نجاحها | طريقة المباعدة | م |
|-------------|-------------------|---|
| 74-87 % | الطريقة الطبيعية | ١ |
| 94 % | الأقران | ٢ |
| 70 % | الواقي الذكري | ٣ |
| 75 % | المراهم | ٤ |
| 95 % | اللولب | ٥ |
| 79 - 83 % | القبعة | ٦ |
| 100 % | العمليات الجراحية | ٧ |

الجدول (٢-٦) : نسب نجاح وسائل المباعدة بين الولادات

- اكتب تقريراً حول وسائل المباعدة بين الولادات، وفعاليتها، والآثار الجانبية الناتجة منها، والحكم الشرعي في استخدامها.

٧-٦ العوامل البيئية والوراثية المؤثرة في نمو الجنين

يتعرض الجنين لكثير من العوامل المؤثرة التي قد تشكل خطرًا على نموه وبقائه، والتي من بينها العوامل البيئية والعوامل الوراثية :

أولاً : العوامل البيئية :

تنقسم العوامل البيئية المؤثرة على نمو الجنين إلى:

- **عوامل فيزيائية:** مثل الصدمات التي تتعرض لها الأم، والإشعاعات التي تسبب تشوهات للجنين، كالposure للأشعة السينية، كما أن حمل المواد الثقيلة يؤثر على الحمل وربما أدى إلى إجهاضه، أيضاً المؤثرات الفسيولوجية والنفسية الناشئة عن القلق والخوف الشديد.

– عوامل كيميائية : كالهرمونات وبعض الأدوية والمضادات الحيوية، والتدخين والمشروبات الكحولية والكوكايين.

– عوامل مناعية : كالأجسام المضادة التي تهاجم الأنسجة الجنينية، كما يحدث عند اختلاف العامل الريزيسي Rh بين الأم والجنين وستدرسها في الفصل السابع.

ثانياً: العوامل الوراثية :

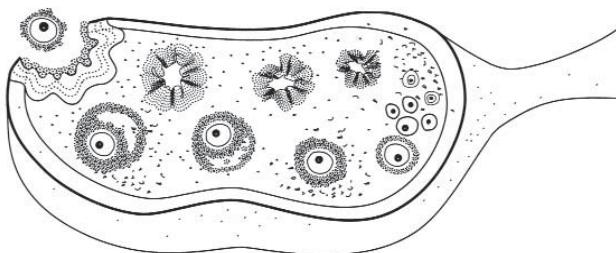
وتشمل الطفرات التي تؤثر على الكروموسومات والجينات؛ فأي خلل في تركيب الكروموسوم أو الجين يؤدي إلى اختلال الصفة الوراثية التي ينقلها الكروموسوم أو الجين المسؤول عن نقلها، فمثلاً هناك من الطفرات الكروموسومية ما يؤدي إلى الاختلال في التركيب أو العدد الكروموسومي، كما في حالات متلازمة داون وترنر وكلاينفلتر، أما الطفرات الجنينية فهي التي تؤدي إلى خلل في تركيب الجين كما في حالات فقر الدم المنجلبي ونزف الدم.

أسئلة الفصل

السؤال الأول : اختر رمز الإجابة الصحيحة من بين البدائل المعطاة لكل من المفردات الآتية :

١- يُعرف اندماج نواة الحيوان المنوي بنواة البويضة الثانوية بعملية:

- أ- الإخصاب .
- ب- التلقيح .
- ج - الانغراس.
- د- التمايز.



٢- العملية التي يوضحها
الشكل المقابل :

- أ- الإباضة .
- ب- الإخصاب .
- ج- الحيض .
- د- التبطين.

٣- يتم منع دخول الحيوانات المنوية إلى البويضة بعد إخصابها بواسطة :

- أ- المنطقة الشفافة.
- ب - الإكليل الشعاعي.
- ج - غشاء الإخصاب.
- د - الإنزيمات المخللة.

٤- أحد التراكيب التالية تعمل كعضو تنفسى في جنين الإنسان:

- أ – الغشاء الأميني.
- ب - المشيمة.
- ج- بطانة الرحم.
- د - الحبل السري.

٥- تكون الطبقة الجنينية الوسطى في أثناء الانقسامات التي تمر بها اللاقحة خلال أحد الأطوار التالية :

- أ – التفلج
- ب- البلاستيولة
- ج- الجاستريولة
- د- التمايز.

٦- علي و سعيد توأمان متشابهان، فإذا كانت مجموعة دم سعيد AB فإن مجموعة دم علي :

. AB - د

ج - B

ب - O

أ - A

٧- تتم عملية انغراس الجنين في بطانة الرحم في اليوم :

د - الثالث عشر.

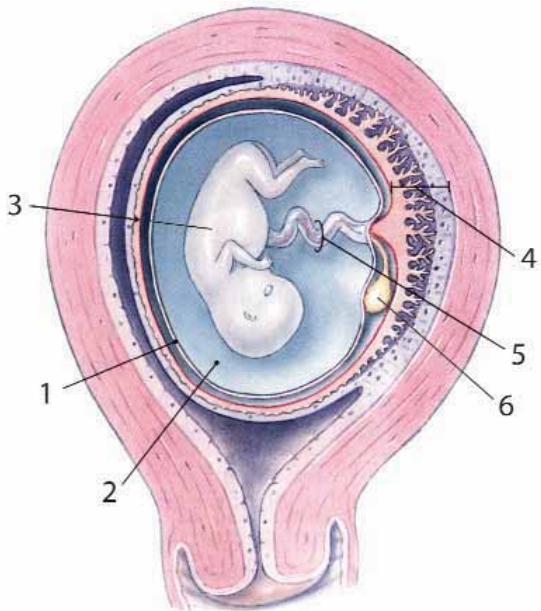
ج - السابع

ب - الخامس

أ - الثالث

◆ السؤال الثاني :

- يوضح الشكل المقابل جنيناً في أسبوعه الرابع
ادرسه جيداً، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



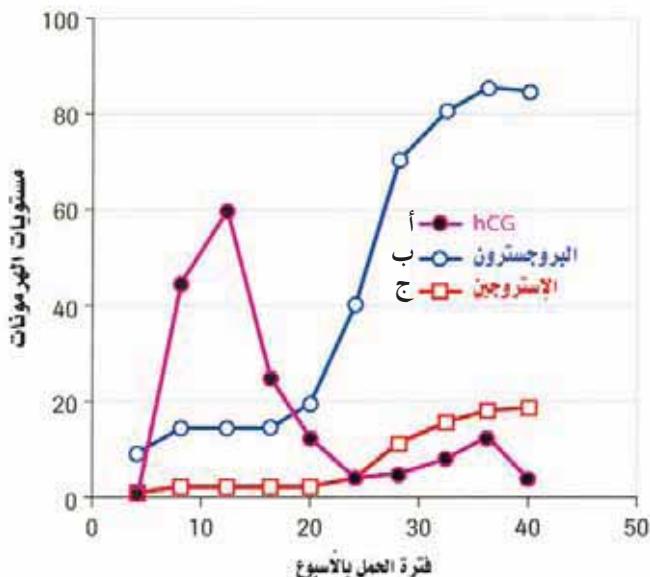
- ١- سم الأجزاء المشار إليها في الشكل .
- ٢- ما أهمية الجزء رقم (4) ؟
- ٣- ما الدور الذي يقوم به الجزء رقم (2) ؟

◆ السؤال الثالث :

- ١- لخص التغيرات التي تحدث بجسم الأم خلال فترة الولادة .
- ٢- كيف يؤثر الكحول على صحة الجنين ؟
- ٣- لماذا من الضروري للحامل أن تتناول أطعمة متنوعة صحية ؟
- ٤- ما الطريقة التي تنتقل بها المواد الغذائية والأكسجين من الأم إلى الجنين بالرغم من أن دمهما لا يختلطان ؟

◆ السؤال الرابع :

- يوضح الشكل التالي مستوى التغير في الهرمونات خلال 40 أسبوعاً من الحمل.
ادرسه جيداً، ثم أجب عن الأسئلة الآتية :



- ١- ما العلاقة بين التغيرات في هرموني (ب) و(ج) خلال فترة الحمل؟
- ٢- لماذا يزداد إفراز الهرمون (أ) حتى الأسبوع الثاني عشر؟
- ٣- ما أهمية زيادة إفراز هرمون (ب) في الأسابيع الأخيرة من الحمل؟

◆ السؤال الخامس :

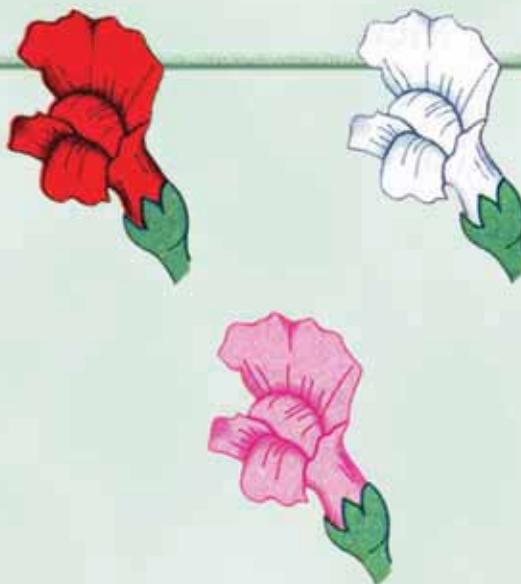
صمم خارطة مفاهيمية تبين العلاقة بين المفاهيم الآتية :

عملية الانغرس ، الجسم التوتوي ، القناة الهضمية ، الطبقة الخارجية ، عملية التطين ، الجهاز العصبي ، عملية الإخصاب ، الطبقة الداخلية ، الأغشية الجنينية ، مرحلة التفلج ، الطبقة الوسطى ، مرحلة الجاستريولة ، الدم.

الوحدة الرابعة

الوراثة

Heredity



الفصل السادس : الوراثة mendelian

الفصل الثامن : الوراثة الحديثة

مقدمة

درست في الصف الثامن النظرية الخلوية، وعرفت أن كل خلية حية تأتي من خلية مثلكها، وأن الخلية هي وحدة الوظيفة والتركيب والوراثة في الكائنات الحية، ثم تعلمت في الصف التاسع بعض الصفات التي تنتقل من الآباء إلى الأبناء، وتعلمت في الوحدة الأولى من هذا الكتاب أن الخلية الجسمية تنقسم انقساماً غير مباشر لتعطي خلايا مطابقة لها تماماً من أجل نمو الكائن الحي وتجديده أنسجته. والخلية الجنسية تنقسم انقساماً احتزازياً لتعطي خلايا تحتوي على نصف كمية المادة الوراثية، ثم تلتقي خليتان من الجنسين لتكوين خلية اللاقحة (الزيجوت) التي تنمو وتتميز إلى كائن حي كامل.

قد تسأله ، لماذا يشبه الأبناء الآباء في صفات شكلية كثيرة مثل لون العيون، ولون الشعر وطبيعته، وطول القامة وغيرها؟، وكذلك الحيوانات لماذا تتناسل وتلد حيوانات شبيهة لها، ولماذا تفتقس بيوض الطيور لتعطي طيوراً مثلكما؟

الإجابة عن هذه الأسئلة وغيرها تعتبر اليوم من اختصاص **علم الوراثة Genetics** ، وهو علم حديث ظهرت مبادئه وقوانينه في نهايات القرن التاسع عشر. وهذا العلم يهتم بدراسة كيفية انتقال الصفات الوراثية من جيل إلى آخر ، ويعنى بتفسير التشابه والتباين بين أفراد النوع الواحد في الكائنات الحية.

قسم علماء الوراثة تطور هذا العلم إلى **وراثة تقليدية classical genetic** (مندلية) والتي تشمل جهود مندل وجهود العلماء الذين ساروا على نهجه في دراستهم للصفات من الناحية المظهرية ، وإلى **وراثة حديثة modern genetic** بدأت مع اكتشاف الأحماض النووية .

ستتعرّف في الفصل السابع من هذه الوحدة على الجهود التي بذلها العالم النمساوي مندل في دراسة الصفات الوراثية للكائنات الحية، وتوصله إلى مبادئ وقوانين وراثية فتحت الباب على مصراعيه أمام العلماء والباحثين لدراسة توارث الصفات الوراثية على أساس علمية صحيحة، ثم تتعرف على جهود علماء آخرين لهم إسهامات كبيرة في دراسة الصفات الوراثية بدقة، ووضع النظرية الكروموسومية للعلم مورغان.

ستستكشف التطبيقات الوراثية لقوانين مندل على الصفات الوراثية عند الإنسان والحيوان والنبات على حد سواء. كذلك ستتعرّف على أنماط التوارث التي لا تنطبق عليها قوانين مندل. وفي الفصل الثامن من هذه الوحدة ستدرس الوراثة على المستوى الجزيئي؛ حيث ستتعرّف على الأحماض النووية، وتركيبها، وأنواعها، وأليات تضاعفها، ووظائفها.

وستقوم بتنفيذ نماذج تحاكي بعض العمليات الحيوية التي تقوم بها المادة الوراثية كصناعة البروتين، وستدرس مبادئ الهندسة الوراثية وأدواتها، والتقانة الحيوية وتطبيقاتها المختلفة.

في هذه الوحدة ستحاول الإجابة عن التساؤلات الآتية:

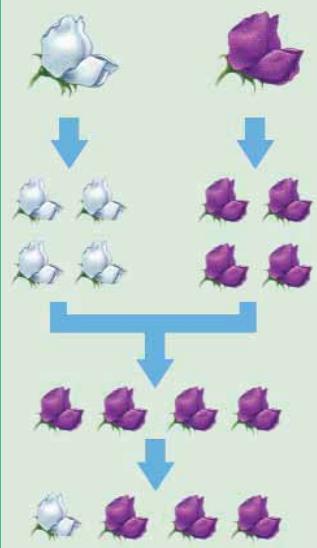
- ١ كيف يتم توارث الصفات بين الأجيال المتعاقبة؟
- ٢ ما دور الكروموزومات في تحديد الجنس؟
- ٣ ما العلاقة بين تأثير البيئة والوراثة في تكيف الكائن الحي مع بيئته؟
- ٤ لماذا لا تنطبق قوانين مندل على توارث السيادة غير التامة، والسيادة المشتركة، وتعدد الأليلات، وتعدد الجينات، والجينات القاتلة، وارتباط الجينات؟
- ٥ ما الصعوبات التي تواجه العلماء عند دراستهم للوراثة البشرية؟
- ٦ ما تأثير الجنس على توارث الصفات؟
- ٧ لماذا لا يتم صناعة البروتين في النواة بدلاً من السيتو بلازم؟
- ٨ ما تأثير الطفرات على توارث الصفات؟
- ٩ تعدد الهندسة الوراثية ثورة علمية في علم الأحياء. وضح هذه العبارة.
- ١٠ ماذا تتوقع أن يتحقق مشروع الجينوم والبروتوم من فوائد ومضار للإنسان؟
- ١١ استنتاج مفهوم الاستنساخ وأنواعه.
- ١٢ ما البصمة الوراثية؟ وما أهميتها في الطب الشرعي وحفظ الموارد الوراثية؟
- ١٣ كيف يمكن أن تساهم التقانة الحيوية البحرية في المحافظة على الأنواع الحية البحرية، واستغلالها بشكل أفضل؟

مقدمة

مارس الإنسان منذ القدم تطبيقات في علم الوراثة للحصول على سلالات وأصناف مختارة من الحيوانات والنباتات على التوالي؛ فمثلاً اشتهر العرب بتربية وإنتاج سلالات مختارة من الخيول العربية الأصيلة التي حافظت على أصولها، وجودة نسلها حتى يومنا هذا. كما أن الفلاحين في بلاد فارس استطاعوا منذ القدم إنتاج أصناف مختارة من القمح.

لقد حاول العديد من العلماء دراسة الصفات الوراثية وكيفية توارثها، ولكن لم يحالفهم الحظ إلى أن جاء العالم النمساوي **جريجور موندل Gregor Mendel** الذي وضع أساس ومبادئ علم الوراثة.

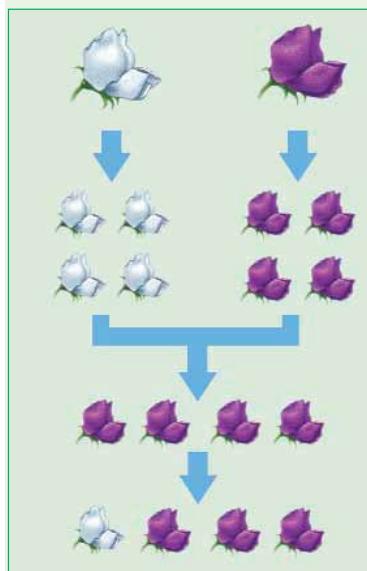
في هذا الفصل سوف تسلك سلوك العلماء في البحث والتقصي والاستكشاف؛ فستبحث في التجارب التي قادت موندل إلى نتائجه الباهرة، وستستقصي من خلال تنفيذ الاستكشافات وبعض التجارب العملية تطبيقات قوانين موندل على صفات الإنسان والحيوان والنبات، وستستكشف كيف تورث الصفات من جيل لآخر ضمن ضوابط قوانين محددة.



الموضوعات الرئيسية

- ١-٧: الانقسام الخلوي جوهر التوارث.
- ٢-٧: تجربة موندل.
- ٣-٧: الاحتمالات في الوراثة.
- ٤-٧: تحديد عدد ونوع الطرز الجينية.
- ٥-٧: النظرية الكروموسومية.
- ٦-٧: تطبيقات الوراثة mendelian.
- ٧-٧: دراسة الصفات الوراثية البشرية.
- ٨-٧: الوراثة غير mendelian.
- ٩-٧: تأثير البيئة على توارث الصفات.
- ١٠-٧: الاستشارة الوراثية.





مصطلحات علمية جديدة

- 1- قانون الانعزال *The law of segregation*
- 2- قانون التوزيع الحر *The law of independent assortment*
- 3- التقليح الاختباري *Testcross*
- 4- قانون الاستقلال *Law of independent assortment*
- 5- قانون الإضافة *Law of Addition*
- 6- النظرية الكروموسومية *Chromosomal theory*
- 7- تحديد الجنس *Sex determination*
- 8- سجلات النسب *Family pedigree*
- 9- المخطط الكروموسومي *Karyotype*
- 10- المسح البروتيني *Protein survey*
- 11- السيادة غير التامة *Incomplete dominance*
- 12- السيادة المشتركة والأليلات المتعددة *Codominance & multiple alleles*
- 13- العامل الريزيسي *Rhesus factor*
- 14- الصفة المرتبطة بالجنس *Sex-linked trait*
- 15- الصفة المتأثرة بالجنس *Sex-influenced trait*
- 16- الصلع *Baldness*
- 17- ارتباط الجينات *Genes Linkage*
- 18- الارتباط التام *Complete Linkage*
- 19- الارتباط غير التام *Incomplete linkage*
- 20- خريطة الجينات *Genetic map*
- 21- الصفات متعددة الجينات *Polygenic traits*
- 22- الجينات القاتلة *Lethal genes*
- 23- تأثير البيئة على توارث الصفات *The environment influence on traits heridity*
- 24- الاستشارة الوراثية *Genetic counseling*

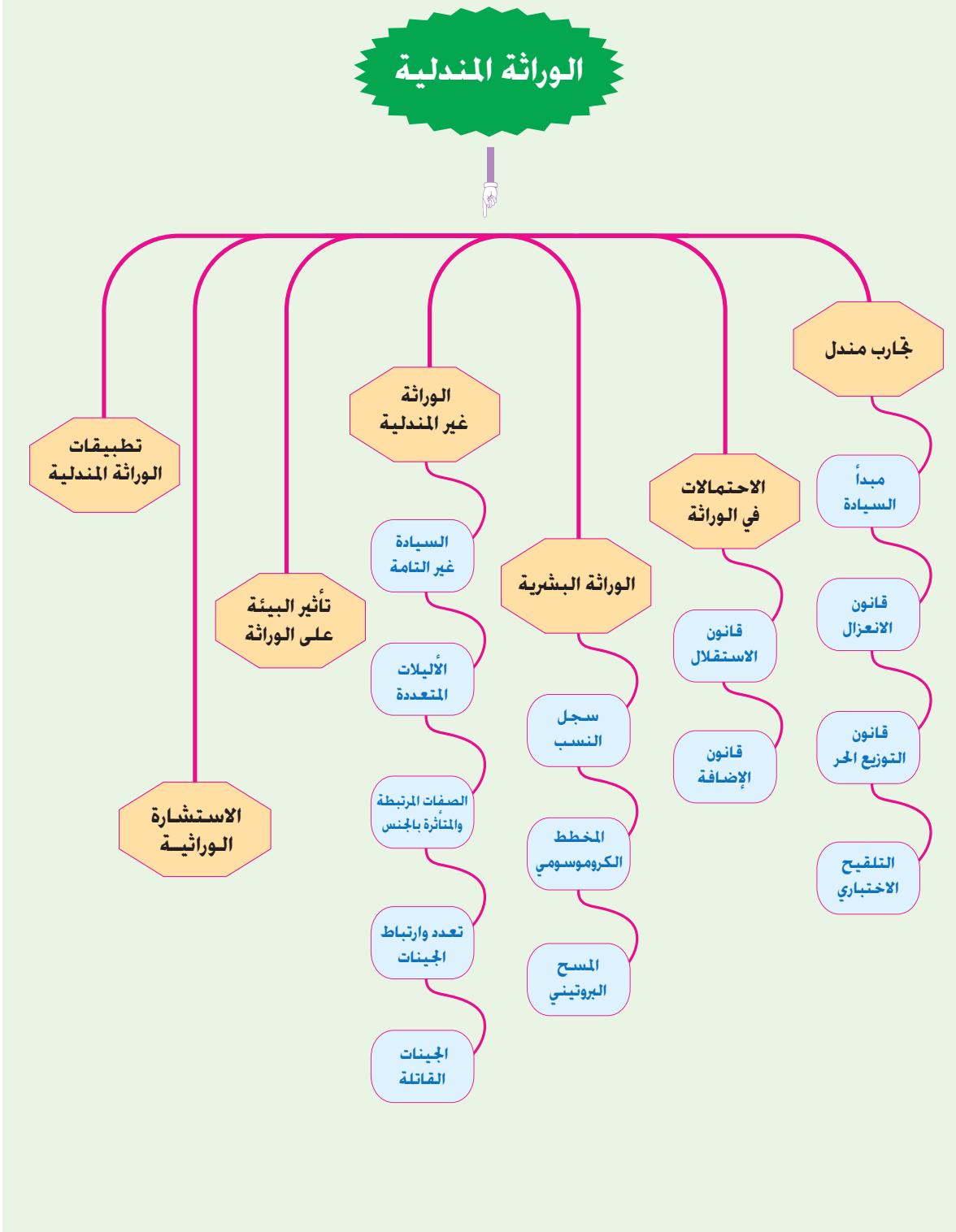
عناوين الاستكشافات

الاستكشاف (١) : تحديد مقاومة الصفات الوراثية.

الاستكشاف (٢) : أنت وجيناتك.

الاستكشاف (٣) : سجل النسب أداة تتبع توارث الصفات.

مخطط الفصل السادس : الوراثة المندلية



١-٧ الانقسام الخلوي جوهر التوارث *The Cell Division is Core of Heredity*

في هذا البند سيتم الربط بين ما تعلّمته في الفصل الأول من الكتاب، وما ستعلّمه في هذا الفصل. ولقد جاء اكتشاف تركيب المادة الوراثية والتعرّف على انقسامات الخلية بعد وضع مندل لقوانينه. وقد كان مندل يتوقع بوجود عوامل وراثية – عرفت فيما بعد بالجينات – موجودة في جميع الخلايا الحية، إلا أنها تنتقل من جيل لآخر بواسطة الخلايا الجنسية كالحيوانات المنوية والبویضات.

ت تكون الصفات الوراثية لدى الفرد نتيجة لاندماج المادة الوراثية المحمولة في الأمشاج الذكرية مع المادة الوراثية المحمولة في الأمشاج الأنوثية؛ توجّد الكروموسومات في الخلية الحية قبل الانقسام بصورة ثنائية $2n$ ، وتحمل جينات هذه الصفات على أزواج الكروموسومات بصورة زوجية أيضًا، وفي حالة انقسام الخلية تنفصل وتتوزع الجينات على الخلايا الناتجة عن الانقسام، وعند حدوث التزاوج تلتقي الجينات من الذكر والأثني لكل صفة بصورة مستقلة ليتّبع الفرد الجديد.

تعلّمت في الوحدة الأولى أن المادة الوراثية (الجينات) يمكن أن تنتقل من كروموسوم إلى آخر ضمن الزوج الكروموسومي المتشابه من خلال عملية العبور في أثناء عملية الانقسام الاختزالي، وهذه العملية لها دور كبير في حدوث التنوع في المحتوى الوراثي، والحصول على صفات وراثية جديدة لدى الفرد الناتج عن التزاوج. ولهذا السبب نجد أن كثيًراً من الأشخاص يحملون صفات مشتركة من الأبوين، وبعضهم الآخر يحمل كثيًراً من الصفات المظهرية المشابهة لوالده، وبعضهم الآخر يحمل صفات مشابهة لأمه، وهكذا.

٢-٧ تجارب مندل *Mendel Experiments*

بدأ مندل تجاربه على نبات البازلاء في حديقة الدير الذي كان راهباً فيه عام ١٨٥٤ م، ولقد اختار مندل نبات البازلاء للأسباب الآتية :

١- سهولة زراعة النبات، وسرعة نموه.

٢- قصر دورة حياة الجيل.

٣- وجود أعضاء التذكير والتأنيث على نفس النبات (أي أن النبات خنثى)، مما يسمح بالتلقيح الذاتي، والتلقيح الخلطي عند إزالة أعضاء التذكير عن النبتة .

٤- وجود عدة أصناف من نبات البازلاء تحمل صفات متقابلة يسهل تمييزها.

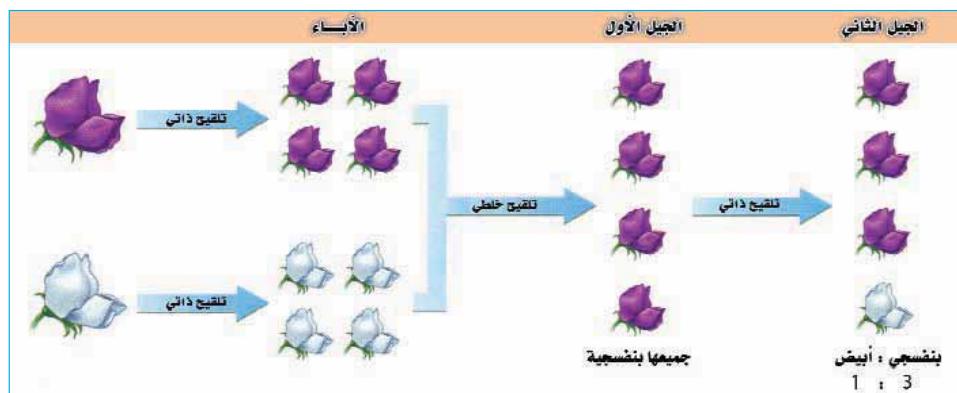
إن أهم ما ميَّز مندل عن غيره من العلماء الذين سبقوه في هذا المضمار هو إتباعه الطريقة العلمية في البحث والتنصي والتجريب؛ إذ بدأ تجاربه بدراسة السلوك الوراثي لكل زوج من الصفات الوراثية المتقابلة على حدة. وسنأخذ إحدى الصفات التي درسها مندل بالطريقة العلمية.

معلومات تعمق

كان مندل عالماً في الرياضيات والإحصاء، وقد استطاع توظيف معلوماته الرياضية في تفسير النتائج التي حصل عليها.

تواتر صفة لون الأزهار

- ١- زرع مندل عدداً كبيراً من بذور البازلاء ذات الأزهار البنفسجية. ومثلها من بذور البازلاء ذات الأزهار البيضاء لمدة سنتين متتاليتين.
- ٢- ترك أزهار النباتات خلال الفترة السابقة تتلقيح ذاتياً، ليضمن نقاء الصفة التي سيدرسها.
- ٣- بعد أن تأكد مندل من نقاوة صفتى الأزهار البنفسجية والبيضاء، أخذ بذوراً من هذه النباتات وزرعها. وعندما نمت النباتات وأزهرت، قام مندل بإجراء تلقيح خلطي بين الأزهار البنفسجية والأزهار البيضاء. ولكي يمنع حدوث التلقيح الذاتي في الزهرة نفسها قام بقطع أسدية الأزهار التي سيقوم بتلقيحها.
- ٤- زرع البذور الناجحة من التلقيح السابق ، وعندما نمت النباتات أعطت جميعها أزهاراً بنفسجية. ثم زرع بذور هذه النباتات، وعند نضجها وتكونيتها للأزهار قام بتغططيتها بأكياس من النايلون لمنع التلقيح الخلطي، والسماح بالتلقيح الذاتي ، فكانت النتيجة أن نسبة النباتات بنفسجية الأزهار إلى بيضاء الأزهار هي ١:٣ أي (25:75 %) ، معنى آخر ثالث نباتات بنفسجية الأزهار إلى نبتة واحدة بيضاء الأزهار. الشكل (١-٧).



- ٥- كرر مندل تجربته على سبع صفات لنبات البازلاء عدة مرات. الشكل (٢-٧). لماذا؟، وكان يحصل على نفس النتائج.

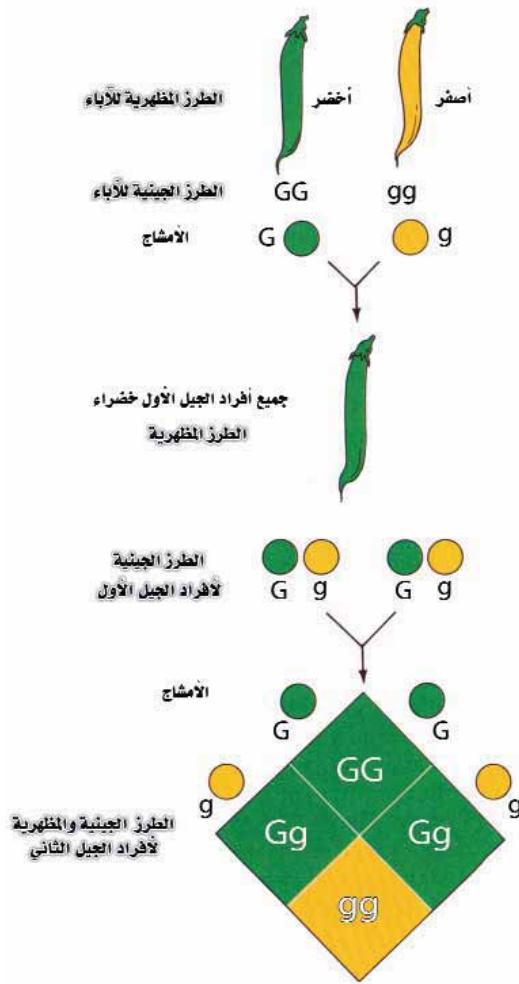
| | لون الأزهار | وضع الزهرة | لون البذرة | شكل البذرة | شكل القرن | لون القرن | طول الساق |
|--------------|-------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| الآباء | بنفسجي | محوري | أصفر | مستدير | مقلط | أخضر | طويل |
| | أبيض | طيفي | أخضر | محدّب | متختصر | أصفر | قصير |
| الجيل الأول | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| الجيل الثاني | | | | | | | |
| | | | | | | | |

الشكل (٢-٧) : الصفات الوراثية السبع التي درسها مندل

واستنتاج مندل من تجربته :

- ا) تختفي إحدى الصفتين في نباتات الجيل الأول.
- ب) تظهر الصفة المختفية في الجيل الثاني ، وبنسبة ٣:١ ولتفسير النتائج التي حصل عليها ، وضع مندل المبادئ والقوانين الوراثية الآتية :

أ) مبدأ السيادة (The Principle of Dominance)



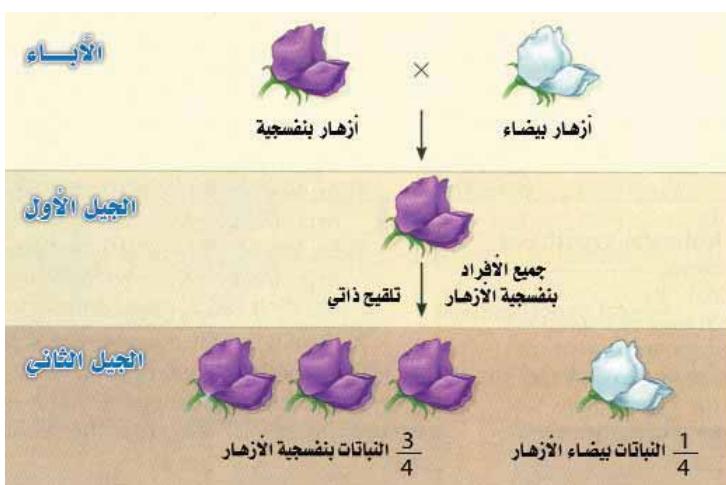
الشكل (٢-٧) : مبدأ السيادة

كان أول استنتاج توصل إليه مندل من تجربته على توارث نبات البازلاء أن لون الأزهار البنفسجي يطغى على لون الأزهار البيضاء، وقد أطلق مندل على الصفة التي تطغى وتظهر في جميع أفراد الجيل الأول مصطلح **الصفة السائدة** dominance trait، والصفة المقابلة لها والتي تختفي ولم تظهر في أفراد الجيل الأول مصطلح **الصفة المتنحية** recessive trait. وقد استطاع من خلال هذه الحقائق صياغة مبدأ السيادة الذي ينص: "إذا حدث تزاوج بين فردان يحمل كل منهما صفة وراثية نقية مخالفة للصفة التي يحملها الفرد الآخر، وظهرت إحدى الصفتين في أفراد الجيل الأول، فإن هذه الصفة تكون سائدة". ويوضح الشكل (٢-٧) مبدأ السيادة.

ب) قانون الانعزال (Law of Segregation)

بعد أن وضع مندل مبدأ السيادة الذي فسر اختفاء إحدى الصفتين المتقابلتين، بدأ يتساءل عن مصير الصفة المتنحية، والتي لم تظهر في أفراد الجيل الأول، وظهرت في أفراد الجيل الثاني، وتفسير ذلك وضع مندل مجموعة من الفرضيات:

- تنتقل الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء عن طريق العوامل الوراثية (الجينات).
- بما أن هناك صفات تختفي في جيل وتظهر في جيل آخر، استنتج مندل أن العوامل الوراثية توجد بحالة مزدوجة، أي أن كل صفة وراثية في الكائن الحي يحكمها عاملان وراثيان؛ جاء أحدهما من الأب والأخر من الأم عن طريق الأمشاج.
- ينفصل العاملان الوراثيان عند تكوين الأمشاج، بحيث يحتوي المşıج الواحد على عامل وراثي واحد لتلك الصفة. ومن هذه الملاحظات جميعها صاغ مندل قانون انعزال العوامل: "يحكم الصفة الوراثية عاملان وراثيان في الكائن الحي، ينعزل أحدهما عن الآخر عند تكوين الأمشاج في أثناء الانقسام الاختزالي".



الشكل (٤-٧) .

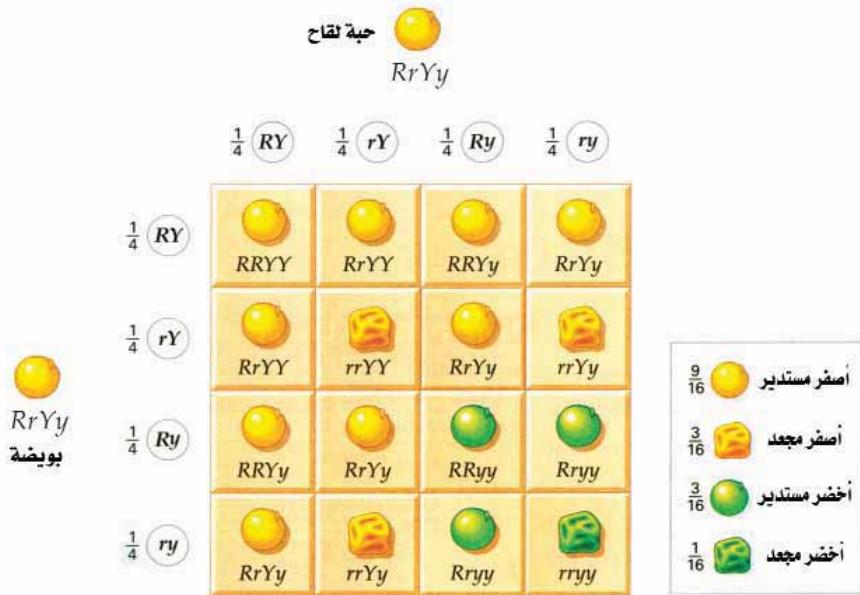
وأحد لتلك الصفة. ومن هذه الملاحظات جميعها صاغ مندل قانون انعزال العوامل: "يحكم الصفة الوراثية عاملان وراثيان في الكائن الحي، ينعزل أحدهما عن الآخر عند تكوين الأمشاج في أثناء الانقسام الاختزالي".

الشكل (٤-٧) .

ج) قانون التوزيع الحر *The Law of Independent Assortment*

لقد كانت النتائج التي حصل عليها مندل عند دراسته لتوارث صفة وراثية واحدة دافعاً قوياً لدراسة توارث صفتين وراثيتين متقابلتين أو أكثر. ولتحقيق ذلك اختار نباتاً يحمل صفتين نقيتين سائدتين (نبات يكُون بذوراً مستديرة الشكل، صفراء اللون)، ولقحه مع نبات يحمل الصفتين المتنحيتين (بذور مجعدة الشكل، خضراء اللون). أعاد مندل التجربة عدة مرات، وكان في كل مرة يحصل على نباتات ذات بذور مستديرة الشكل صفراء اللون في الجيل الأول، وعند إجراء تلقيح ذاتي بين أفراد الجيل الأول، كما يوضحه الشكل (٥-٧)، حصل على النسب الآتية:

- 9/16 : نباتات بازلاء بذورها صفراء مستديرة .
- 3/16 : نباتات بازلاء بذورها صفراء مجعدة .
- 3/16 : نباتات بازلاء بذورها خضراء مستديرة .
- 1/16 : نبتة بازلاء بذورها خضراء مجعدة.



الشكل (٥-٧) : قانون التوزيع الحر

إنَّ لكل صفة وراثية في الفرد طرازان :

- الطراز المظاهري أو الشكلي *Phenotype* : هو الشكل المادي الذي يمكن مشاهدته بالعين المجردة كلون العين مثلاً ، أو معرفة وظيفته في الجسم من خلال بعض القياسات الكيميائية، مثل الكشف عن تركيز الإنزيمات والأجسام المضادة في الدم.
- الطراز الجيني *Genotype* : ويقصد به العوامل الوراثية (الجينات) التي تحدد طبيعة توارث الصفة الوراثية، وهذا الطراز إما يكون سائداً وإما متمنحاً.

مثال : قام أحد الباحثين بإجراء تلقيح بين نبات بازلاء بنفسجي الأزهار طويل الساق هجين الصفتين بنبات بازلاء آخر أبيض الأزهار طويل الساق هجين صفة الطول. في ضوء ما قام به الباحث. أجب عن الأسئلة الآتية:

١- اكتب الطرز المظهرية والجينية للنباتات الناتجة من هذا التلقيح.

٢- ما نسبة النباتات طويلة الساق بيضاء الأزهار، وتكون نقية صفة الطول؟

٣- ما نسبة الحصول على نباتات قصيرة الساق بيضاء الأزهار؟

الحل : -نرمز لصفة الطول السائد بالرمز T ، ونرمز لصفة القصر المتنحية بالرمز t .

-نرمز لصفة اللون البنفسجي السائد بالرمز P ، ونرمز لصفة اللون الأبيض بالرمز p .

نبات بنفسجي الأزهار طويل الساق \times نبات أبيض الأزهار طويل الساق (الطرز المظهرية للأباء)

الطرز الجينية للأباء $Ttpp$ X $TtPp$

الأم شاج Tp,Tp,tp,tp X TP,Tp,tP,tp

احتمالات التزاوج : لتسهيل إيجاد احتمالات التزاوج يستخدم مربعات بنت *Punnett squares*

| البوياضة \ حبة اللقاح | <i>Tp</i> | <i>Tp</i> | <i>tp</i> | <i>tp</i> |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <i>TP</i> | <i>TTPp</i> طويل بنسجي | <i>TTPp</i> طويل بنسجي | <i>TtPp</i> طويل بنسجي | <i>TtPp</i> طويل بنسجي |
| <i>Tp</i> | <i>TTpp</i> طويل أبيض | <i>TTpp</i> طويل أبيض | <i>Ttpp</i> طويل أبيض | <i>Ttpp</i> طويل أبيض |
| <i>tP</i> | <i>TtPp</i> طويل بنسجي | <i>TtPp</i> طويل بنسجي | <i>ttPp</i> قصير بنسجي | <i>ttPp</i> قصير بنسجي |
| <i>tp</i> | <i>Ttpp</i> طويل أبيض | <i>Ttpp</i> طويل أبيض | <i>ttpp</i> قصير أبيض | <i>ttpp</i> قصير أبيض |

١- يعبر المجدول عن الطرز الجينية لأفراد الجيل الأول ، أما الطرز المظهرية فجاءت على النحو الآتي :

٦ نباتات بنفسجية الأزهار طويلة الساق.

٦ نباتات بيضاء الأزهار طويلة الساق.

٢ نباتات بنفسجية الأزهار قصيرة الساق.

٢ نباتات بيضاء الأزهار قصيرة الساق.

٢- نسبة النباتات بيضاء الأزهار طويلة الساق نقية صفة الطول = $\frac{2}{16}$

٣- نسبة النباتات بيضاء الأزهار قصيرة الساق = $\frac{2}{16}$

١) اختبر فهمك

١- ما الفرق بين الطرز الجينية والمظهرية للصفة الوراثية ؟

٢- أُجري تلقيح بين نبات بازلاء بذوره مستديرة هجينية خضراء اللون بنبات آخر بذوره مجعدة

صفراء اللون هجينية. في ضوء العبارة السابقة أجب عن الأسئلة الآتية:

أ) اكتب الطرز الجينية للأباء .

ب) اكتب الطرز الجينية والمظهرية للأفراد الناتجة من هذا التزاوج .

ج) ما نسبة النباتات ذات البذور المستديرة صفراء اللون ؟

د) التلقيح الاختياري Testcross

دائماً يكون الطراز الجيني للصفة المتحية نقىًّا، والطراز الجيني للصفة السائدة إما يكون نقىًّا وإما هجينًا. ومن السهولة بمكان التمييز بين الصفة السائدة والصفة المتحية من خلال الطراز المظهي، لكن السؤال الذي يطرح نفسه كيف يمكن التمييز بين الصفة السائدة النقية، والصفة السائدة الهجينية؟

يعد التلقيح الاختباري من أفضل الوسائل للتحقق من الطراز الجيني للفرد ذي الصفة السائدة لمعرفة فيما إذا كانت جينات هذه الصفة متماثلة أم هجينة. ويتم في التلقيح الاختباري تلقيح النبات الذي يحمل الصفة السائدة المراد التعرف على طرازها الجيني مع النبات الذي يحمل الصفة المتنحية، ومن خلال الطراز المظهي لأفراد الجيل الأول يمكن الحكم على حالة الطراز الجيني هل هو نقى أم هجين؟



تحديد نقاوة الصفات الوراثية



سؤال علمي: تنبأ بالطراز الجيني لصفة لون فراء الأرنب (نقية أم هجينة).

ملاحظة: يسود أليل اللون الأسود B لفراء الأرنب على أليل اللون البني b .

- الإجراءات:**
- 1- لاحظ لون الفراء للأربين في الصورة أعلاه.
 - 2- اكتب الطراز الجينية للأرنب البني.
 - 3- اكتب الطراز الجينية المتوقعة للأرنب الأسود.

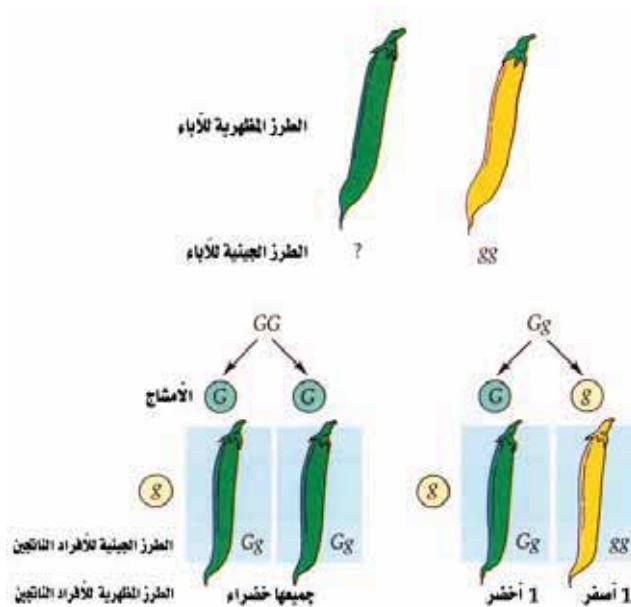
التحليل والتفسير: * استخدم مربعات بنت للتعبير عن جميع التزاوجات الآتية:

- 1- احتمال إنجاب أفراد ذوي لون فراءبني من تزاوج فردان فرأوهم أسود هجين.
- 2- احتمال إنجاب أفراد ذوي لون فراءأسود هجين من تزاوج فردان فرأوهم أسود هجين.
- 3- احتمال إنجاب أفراد ذوي لون فراءأسود نقى من زواج فردان أحدهما فرأوهأسود هجين والآخربني.

مثال :

كيف يمكن التتحقق من الطراز الجيني لصفة لون الثمار السائدة لنبات بازلاء؟

نقوم بإجراء تلقيح اختباري بين نبات بازلاء أصفر الشمار ونبات بازلاء أخضر الشمار، فإذا كان جميع أفراد الجيل الأول صفراء الشمار، يكون الطراز الجيني للصفة السائدة نقى، وإذا كان نصف أفراد الجيل الأول أصفر الشمار، ونصفهم الآخر أخضر الشمار، فمعنى ذلك أن الطراز الجيني للصفة السائدة هجينياً. الشكل (٦-٧).



الشكل (٦-٧) : التلقيح الاختباري

٢ اختبر فمك

قام أحد الباحثين بإجراء تجربة للتحقق من نقاوة صفة لون فراء الأرانب الموجودة في مختبره، فحصل على نسبة ١:١ بين الأرانب ذات الفراء البني والأرانب ذات الفراء الأبيض. مع العلم أن صفة اللون البني سائدة على صفة اللون الأبيض لدى الأرانب. في ضوء ما سبق، أجب عن الأسئلة الآتية:

- ١- ما الطريقة التي جأ إليها الباحث للتحقق من نقاوة الصفة؟
- ٢- وضح الخطوات التي قام بها الباحث للتأكد من نقاوة الصفة.
- ٣- اكتب الطراز الجيني للأرانب التي استخدمها الباحث.

٣-٧ الاحتمالات في الوراثة Probability in Genetics

لقد استفاد مندل من معلوماته في الرياضيات كثيراً خاصة في مجال الاحتمالات والإحصاء ، مما سهل عليه تفسير نتائجه، وقد كانت هذه المعلومات مهمة جداً فيما بعد للعلماء الذين تابعوا نهجه وطوروا علم الوراثة.

أمثلة توضيحية :

- ١- في قطعة نقد معدنية ذات صورة على الجهةين يكون احتمال ظهور الكتابة عند رمي هذه القطعة صفرًا.

٢ - في قطعة نقد عادية (الصورة على جهة ، والكتابة على جهة أخرى)، يكون احتمال ظهور الكتابة هو $\frac{1}{2}$ عند رميها مرة واحدة .

٣ - إن احتمال مشاهدة ثلاثة نقاط سوداء عند رمي حجر النرد مرتين واحد هو $(\frac{1}{6})^2$. وللمعرفة أكثر فإن هناك قانونان أساسيان في الاحتمالات هما:

١ - قانون الاستقلال *Law of independent events* : إن احتمال حدوث حدثين مستقلين معًا هو حاصل ضرب احتمال حدوث كل منهما على حدة .

مثال (١) : احتمال مشاهدة الصورة لكل من قطعتي نقد رميتا معًا مرتين واحدة = $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

مثال (٢) : احتمال ظهور الطراز الجيني (rr) عند فرد من أبوين طرازهما الجيني (Rr)

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

مثال (٣) : احتمال إنجاب طفل ذكر = احتمال إنجاب طفل أنثى = $\frac{1}{2}$

٤ - قانون الإضافة *Law of addition* : إن احتمال حدوث حدث معين لأكثر من مرة هو حاصل جمع احتمالات حدوثه في كل مرة .

مثال : احتمال ظهور نبات غير متماثل الجينات (هجين) في الجيل الثاني في تجربة مندل عند دراسته لصفة وراثية واحدة .

$$\frac{1}{2} = \frac{2}{4} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$$

٣ اختبر فهمك

١- ما احتمال الحصول على نبات بازلاء بذوره ملساء مستديرة عند تزاوج نباتي بازلاء بذورهما ملساء مستديرة، مع العلم أن الصفتين في الأبوين هجينتين؟

٢- ما نسبة ظهور اللون الأبيض في أزهار نباتات ناجحة من تزاوج نبات أزهاره بنسجية هجينية بنباتات أبيض الأزهار؟

٧-٤ تحديد عدد ونوع الطرز الجينية

لتحديد عدد الطرز الجينية المختملة للأم شاج يعتمد القانون التالي:
عدد أنواع الأم شاج = 2^n ، حيث n = عدد الصفات الهاجينية في الطراز الجيني.

مثال (١) : الطراز الجيني $BbRr$

عدد أنواع الأم شاج = $2^2 = 4$ ، وهي BR, Br, bR, br

مثال (٢) : الطراز الجيني $AABB$

عدد أنواع الأم شاج = $2^0 = 1$ ، وهو AB

مثال (٣) : الطراز الجيني $AaBbRr$

عدد أنواع الأم شاج = $2^3 = 8$. اكتب الطرز الجينية للأم شاج

٥-٥ النظرية الكروموسومية Chromosomal Theory

توجد الكروموسومات في الخلايا الجسمية لغالبية الكائنات الحية على شكل أزواج ؛ بحيث يكون كروموسومي الزوج الواحد متماثلين من حيث الطول والمحتوى الوراثي تقريباً، وعدد هذه الكروموسومات ثابت لكل نوع من الكائنات الحية، ويرمز لعدد الكروموسومات في الخلايا الجسدية بالرمز $2n$ ، ويرمز لعددها في الخلايا التناسلية بالرمز $1n$.

يوضح المجدول التالي عدد الكروموسومات في بعض أنواع الكائنات الحية :

معلومات تعميك

| الكائن الحي | عدد الكروموسومات | الكائن الحي | عدد الكروموسومات | الكائن الحي |
|------------------|------------------|---------------|------------------|-------------|
| الإنسان | 46 | ذبابة الفاكهة | 8 | |
| الجمل | 70 | البازلاء | 14 | |
| الماعز | 60 | التفاح | 34 | |
| التمساح | 32 | الطماطم | 21 | |
| السلمدر | 24 | الأرز | 21 | |
| الدجاج | 78 | العدس | 14 | |
| الذبابة المنزلية | 12 | الذرة | 20 | |
| الخس | 18 | الشعير | 14 | |
| الفلفل | 24 | البطاطا | 48 | |

وضع العالمن **ساتون وبوفري** *Sutton & Boveri* النظرية الكروموسومية للوراثة عام ١٩٠٢م، التي تنص على : " إن العوامل الوراثية التي تحدث عنها مندل، هي نفسها الكروموسومات أو على الأقل محمولة عليها " .

يعتبر العالم **مورغان** *Morgan* مؤسس علم الوراثة الحديثة، وقد اختار مورغان في تجاريته العديدة **ذبابة الفاكهة** *Drosophila melanogaster* كنموذج حيواني بدلاً من النموذج النباتي المتمثل بنبات البازلاء الذي درسه مندل، وقد اختار مورغان هذه الذبابة بسبب صغر حجمها، وسهولة تربيتها بأعداد هائلة في المختبر، وسرعة تكاثرها، وقصر عمرها، وضخامة الكروموسومات الموجودة في غدها اللعابية، وقلة عدد الكروموسومات فيها (أربعة أزواج). ومن خلال تجاريته العديدة توصل إلى :

- ١- وجود مئات وربماآلاف الجينات المصطفة على الكروموسوم طولياً.
- ٢- تحديد موقع لبعض الجينات على الكروموسومات.
- ٣- رسم خريطة كروموسومية موضحاً فيها الجينات للصفة الوراثية.

٦-٧ تطبيقات الوراثة mendelian Genetic Applications

أولاً: تحديد الجنس Sex determination

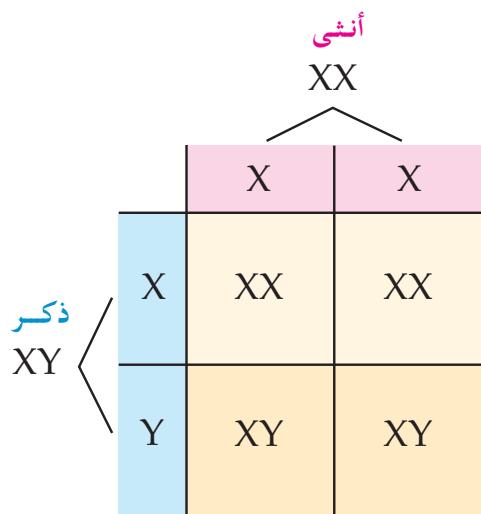
يعتبر تحديد الجنس في الكائنات الحية من التطبيقات المباشرة لقوانين مندل الوراثية. وفي دراستك لموضوع التكاثر في الكائنات الحية لاحظت أن هناك تمييزاً بين أفراد النوع الواحد إلى ذكور تنتج الأمشاج الذكرية، وإلى إناث تنتج الأمشاج الأنثوية.

وجد العلماء أن الكروموسومات تلعب دوراً رئيساً في تحديد الجنس في أنواع الكائنات الحية المختلفة، حيث ترجع الفروق بين الذكر والأثني إلى فروق نوعية أو عدديّة في هذه الكروموسومات، وفي بعض أنواع الكائنات الحية تلعب العوامل البيئية دوراً رئيساً في تحديد الجنس.

أ- تحديد الجنس بنوع الكروموسومات :

يتحدد الجنس في العديد من الكائنات الحية بواسطة زوج من الكروموسومات تعرف بالكروموسومات الجنسية ؛ حيث يرمز لها في أنثى الثدييات بالرمز (XX)، ولකروموسومي الذكر في الثدييات بالرمز (XY). والحال نفسه ينطبق على تحديد الجنس في ذبابة الفاكهة .

إن المسؤول عن تحديد الجنس لدى الإنسان هو الذكر وليس الأنثى؛ وذلك لأن الأنثى لديها نوع واحد من الكروموسومات الجنسية هو (X) ، في حين أن لدى الذكر نوعين من الكروموسومات الجنسية هما (X,Y) ، أي أنه من الناحية الإحصائية نصف عدد الحيوانات المنوية يحمل الكروموسوم الأنثوي (X) ، ونصفها الآخر يحمل الكروموسوم الجنسي الذكري (Y) . ويوضح الشكل (٧-٧) احتمال إنجاب طفل ذكر أو أنثى في حالة الحمل الواحدة.



الشكل (٧-٧) : تحديد الجنس عند الإنسان

مثال (١) :

عائلة لديها ثلاثة أطفال ذكور. ما احتمال إنجاب طفل رابع يكون جنسه أنثى؟

الحل :

حسب قانون الاستقلال، فإن كل حالة حمل تعتبر مستقلة في توارثها عن حالة الحمل التي قبلها أو بعدها. وعليه يكون احتمال إنجاب طفل رابع وجنسه أنثى = $1/2$. وقد وجد أن الأنثى هي التي تحدد الجنس في بعض أنواع الطيور كالدجاج والحمام والبط والكناري، وبعض أنواع الحشرات كالفراشات ودودة الحرير، وبعض أنواع الأسماك، حيث إن الكروموسومات الجنسية لديها هي (XY)، بينما الذكر يحمل الكروموسومات الجنسية (XX).

ب - تحديد الجنس بعدد الكروموسومات :

يتم تحديد جنس الفرد في نحل العسل والجراد وبعض أنواع الخنافس من خلال محتوى الخلية من الكروموسومات؛ فمثلاً تحمل الملكات والشغالات في نحل العسل العدد الضعيف للكروموسومات ($2n$)، وهو 32 كروموسوم، أما الذكور تحمل العدد النصفي للكروموسومات ($1n$) وهو 16 تضع ملكة نحل العسل نوعين من البيوض؛ بيوض مخصبة تفقس عن إناث، بينما البيوض غير المخصبة تفقس عن ذكور.

أما في الجراد والخنافس، فقد وجد أن خلايا الأنثى تحمل (22) كروموسوماً، في حين يحمل الذكر (21) كروموسوم.

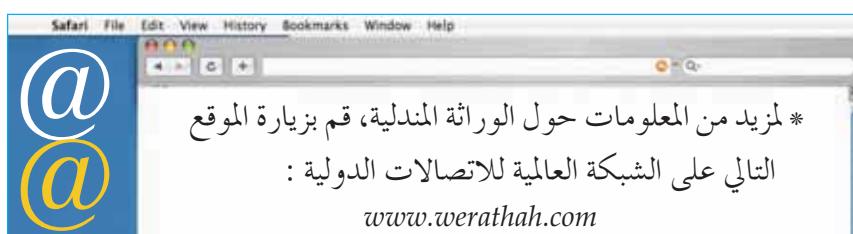
بالرغم من أن الشغالات في خلية النحل ثنائية الكروموسومات ($2n$)، إلا أنها عقيمة.

اخبار فوك

- ١- عند تزاوج مملكة النحل بأحد ذكور النحل، نتجت ثلاثة أنواع من الأفراد:
 - أ) ذكور
 - ب) شغالات
 - ج) مملكةوضُحِّب بمحظط حالة التزاوج والعدد الكروموموسومي لآباء والأفراد الناتجة.
- ٢- وضُحِّب بمحظط حالة التزاوج بين ذكر خنفساء وأنثى خنفساء، ثم اكتب التركيب والعدد الكروموموسومي للأفراد الناتجين عن هذا التزاوج.

ج - تحديد الجنس بالعوامل البيئية :

تلعب بعض العوامل البيئية دوراً أساسياً في تحديد جنس الأفراد في بعض الكائنات الحية؛ فمثلاً تعتبر درجة الحرارة عاملاً محدداً للجنس في السلاحف البحرية؛ فبعد أن تضع السلاحف بيوضها في حفرة، ومرور فترة الحضانة لهذه البيوض تبدأ بالتفقيس. فالبيوض القريبة من سطح التربة ذات درجة حرارة أعلى تنتج إناثاً، والبيوض الموجودة في أعماق الحفرة عند درجة حرارة أقل من السطح بكثير تفقس ذكوراً.



ثانياً: بعض الصفات الوراثية mendelian عند الإنسان

يوجد لدى الإنسان الكثير من الصفات الوراثية التي تنطبق عليها قوانين مندل. من خلال تفريذك للاستكشاف الآتي ستتعرف على هذه الصفات.

أنت وجيناتك



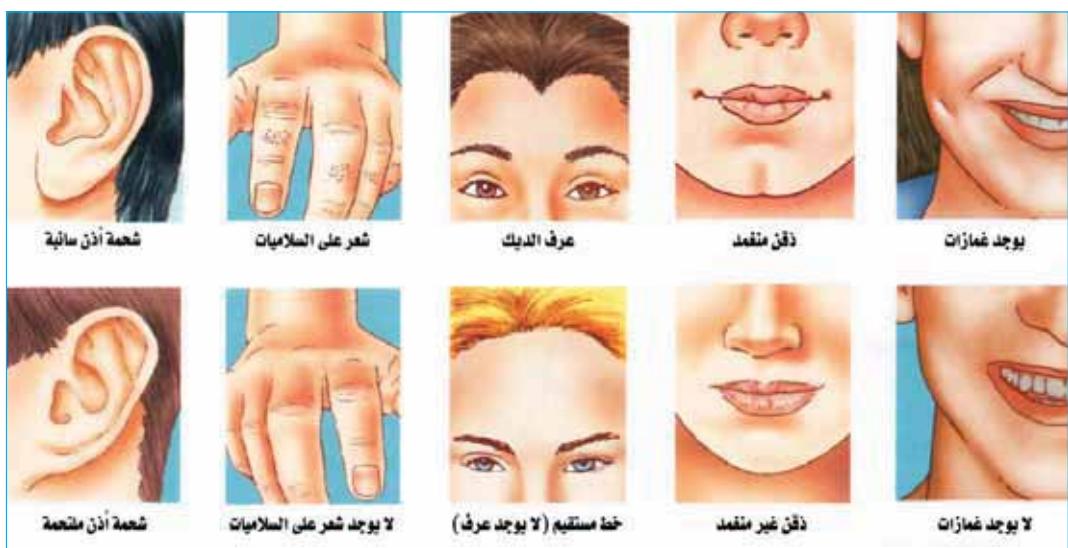
ـ **سؤال علمي:** كيف يمكن تحديد الطرز الجينية والمظهرية للصفات الوراثية؟

الإجراءات:

١- انقل المجدول الآتي إلى دفترك، ثم أكمله.

| الصفة الوراثية | سائد | الطرز الجينية المحتملة | متعدد | الطرز الجينية | طراز المظاهري |
|----------------|-----------------------------|-------------------------------|-------|---------------|---------------|
| لون العيون | أسود، عسلي، أخضر | أزرق أو رمادي | | | |
| لون الشعر | بني أو أسود | أحمر ، أشقر | | | |
| خط الشعر | شكل عرف الديك | خط مستقيم | | | |
| النمث | وجود النمث | عدم وجود النمث | | | |
| شحمة الأذن | سائلة | ملتحمة | | | |
| الرموش | طويلة | قصيرة | | | |
| عدد الأصابع | 6 | 5 | | | |
| ثني اللسان | ثني اللسان على شكل حرف U | اللسان لا يثنى | | | |
| وجود الغمازات | ظهور الغمازات عند الضحك | لا تظهر الغمازات عند الضحك | | | |
| انغماد الذقن | ذقن منغمد | الذقن غير منغمد | | | |

٢- استعن بالشكل (٨-٧) في ملء المجدول.



الشكل (٨-٧) : بعض الصفات الوراثية المندلية عند الإنسان

التحليل والتفسير:

١- اكتب الطرز الجينية والمظهرية للأبوين للصفات السائدة والمتناحية الموجودة لديك.

٢- ما نسبة ظهور كل من الصفات التالية بين طلاب الصف:

- لون العيون العسلية والسوداء؟

- مقدمة الشعر على شكل الخط المستقيم؟

- القدرة على ثني اللسان؟

- وجود الغمازات عند الضحك؟

- انغماد الذقن؟

٣- ابحث عن صفات بشرية متعددة أخرى.

٧-٧ دراسة الصفات الوراثية البشرية

تكمّن صعوبة دراسة الصفات الوراثية في الإنسان في الأسباب الآتية :

١- طول عمر الإنسان.

٢- كثرة عدد الكروموسومات ، وما تحمله من جينات.

٣- صعوبة التحكم بالتزواج لأسباب دينية، واجتماعية، وأخلاقية .

٤- معظم الصفات البشرية يتحكم بها أكثر من زوج من الجينات.

٥- صعوبة إخضاع الإنسان للتجارب الخبرية.

٦- يميل الإنسان إلى إخفاء عيوبه.

٧- طول الفترة الزمنية للوصول إلى سن البلوغ.

مصادر الحصول على المعلومات الوراثية :

يعتمد علماء الوراثة عند دراستهم للصفات الوراثية البشرية على مجموعة من المصادر:

أولاً: سجلات النسب Family Pedigree

يعرف سجل النسب بأنه رسم معين أو تخطيط أو خريطة توضح انتقال صفة وراثية معينة بين أفراد العائلة عبر أكثر من جيل.

ويمكن الاستفادة من سجل النسب في:

- معرفة وتتبع انتقال الصفات الوراثية .

- التنبؤ بالصفات الوراثية لدى الأبناء والآباء والأجداد.

- تسهيل إمكانية دراسة الصفات الوراثية من قبل المختصين.

ويشار إلى الأجيال المتعاقبة بالأرقام اللاتينية؛ فمثلاً الجيل الأول يعبر عنه بالرقم (I)، والجيل الثاني (II)، والجيل الثالث (III)، وهكذا. بينما يشار إلى أفراد كل جيل بأرقام عادية متتابعة؛ فمثلاً الرمز (II-6) يدل على الفرد السادس من الجيل الثاني من سجل النسب، ويمثل كل جيل مستقلاً عن الذي يليه.

* يرمز للذكر السليم. مربع فارغ ، والأئنثى السليمة نقية الصفة بدائرة فارغة .

* يرمز للذكر الحامل لجينات الصفة. مربع نصف مظلل ، والأئنثى الحاملة لجينات الصفة بدائرة نصف مظللة .

* يرمز للذكر المصاب. مربع مظلل تماماً ، وللأئنثى المصابة بدائرة مظللة تماماً .

* يرمز للتتوأم المتماثل بالرمز و التتوأم غير المتماثل بالرمز .

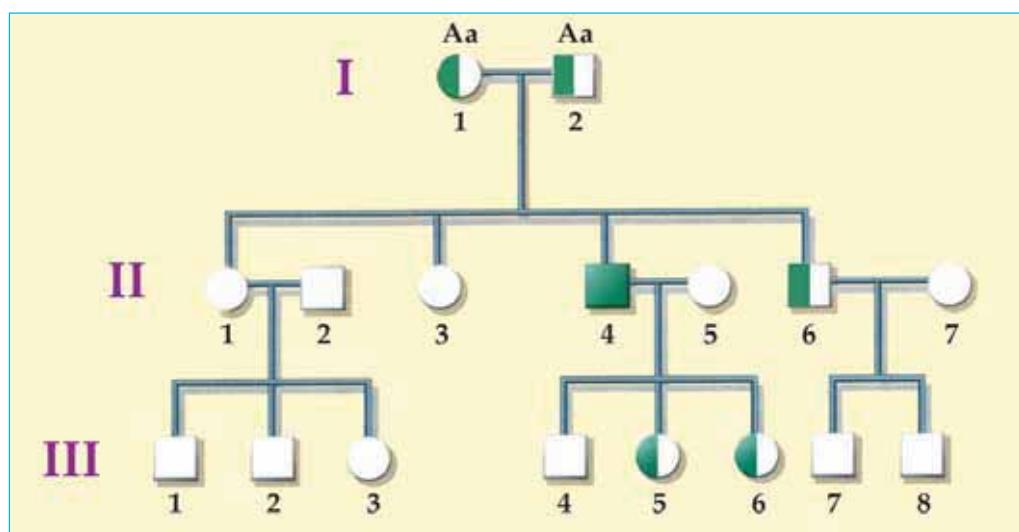
ويمكن توضيح توارث صفة وراثية باستخدام سجل النسب بالمثال التالي:

الصفة: نقص صبغة الميلانين في الجلد (المهقة) أو الألبينو *Albinism*

الطراز الجيني : aa Aa AA الطراز المظيري :

حامل لجين المرض مصاب بالمرض الطراز المظيري : لون الجلد عادي حامل لجين المرض وللون الجلد عادي . ويظهر لون الجلد بدون صبغة الميلانين.

يتميز أصحاب هذه الصفة بنقص أو عدم وجود صبغة الميلانين في الجلد والشعر والعينين والرموش، والمظاهر الوراثي لهذه الصفة متنحي. ويوضح الشكل (٩-٧) سجل النسب لتوازن صفة المهقة عبر ثلاثة أجيال.



الشكل (٩-٧) : دراسة الصفات الوراثية باستخدام سجل النسب

ومن السجل السابق نستخلص ما يلي:

- ١- التركيب الجيني (1,2I) هو Aa .
- ٢- التركيب الجيني للأفراد $1III, 2II, 5II, 7II$ هو AA .
- ٣- التركيب الجيني لفرد $6II$ هو Aa ، والفرد $4II$ هو aa

اختبار فمك ٥

تزوج شاب يستطيع ثني لسانه ووالدته تستطيع ثني لسانها ، ووالده لا يستطيع ثني لسانه من فتاة لا تستطيع ثني لسانها بالرغم من أن والدتها يستطيع ووالدتها لا تستطيع ثني لسانها .
فسر على أسس وراثية انتقال الصفة من آباء الزوجين إلى الأبناء عبر الزوجين مستخدماً سجل النسب.



سجل النسب أداة تتبع توارث الصفات



سؤال علمي: ما أهمية سجل النسب في دراسة الصفات الوراثية.

- * الصورة المجاورة لعائلة مكونة من أب وأم وولدين وبنت مصابة بالمهقة (أليل).
- * أليل وجود صبغة الجلد (الميلانين) سائد على عدم وجودها.

الإجابات:

- ١- لاحظ لون البشرة لكل فرد من أفراد الأسرة في الصورة أعلاه.
- ٢- صمم سجل نسب للعائلة إذا علمت أن والد الرجل حاملين لأليل المهمقة، والدة المرأة حاملة لأليل المهمقة ووالدتها غير مصاب ولا يحمل أليل المهمقة.

التحليل والتفسير:

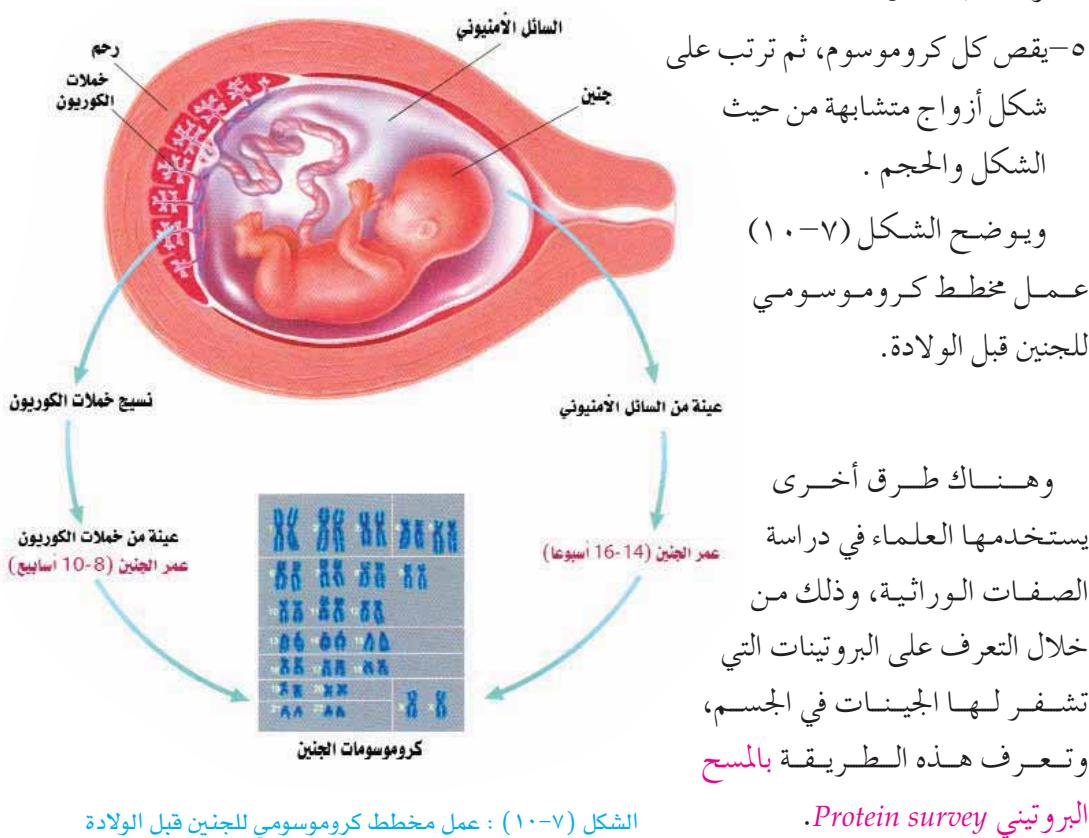
- ١- اكتب الطراز الجيني لفتاة المصابة بالمهقة.
- ٢- ما احتمال إنجاب طفل ذكر مهقق؟
- ٣- ما احتمال إنجاب طفلة مهقاء إذا ما تزوجت الفتاة المصابة من شاب حامل لأليل المهمقة.

الجزء الثاني : - صمم سجلاً للنسب لعائلتك إلى إحدى الصفات الواردة في الجدول في الاستكشاف ٢.

ثانياً: عمل المخطط الكروموموني *Karyotype*

تستخدم هذه التقانة في دراسة الكروموسومات في الإنسان ، حيث تتم على النحو الآتي:

- ١- الحصول على مصدر خلوي يحتوي على الكروموسومات ، ويتم ذلك بسحب عينة من الدم أوأخذ عينة من نخاع العظم أو خزعة (عينة صغيرة) من الجلد، ويمكن أخذ عينة من السائل الأميني المحيط بالجنين أو من النسيج الكوريوبي.
- ٢- وضع الخلايا في وسط غذائي مناسب.
- ٣- إضافة مادة اللحالحين (كوليسيسين) إلى العينة ؛ وذلك لتحطيم الخيوط المغزلية الضرورية للانقسام ، وبالتالي تبقى الكروموسومات في وسط الخلية دون أن يكتمل الانقسام.
- ٤- إضافة الماء المقطر إلى الخلايا فتنتفخ ثم تنفجر. لماذا ؟ وتبعثر الكروموسومات ثم يتم تصويرها وطباعتها مكبرة.



٨-٧ الوراثة غير mendelian Nonmendelian Heredity

هل يخضع توارث الصفات جميعها لقانوني مندل؟

أظهرت تجارب العلماء بعد مندل أن بعض الصفات تخضع في توارثها لقانوني مندل، وأن هناك صفات أخرى تخضع في توارثها لآليات أخرى ، ومن هذه الآليات :

أولاً: السيادة غير التامة Incomplete Domirnance

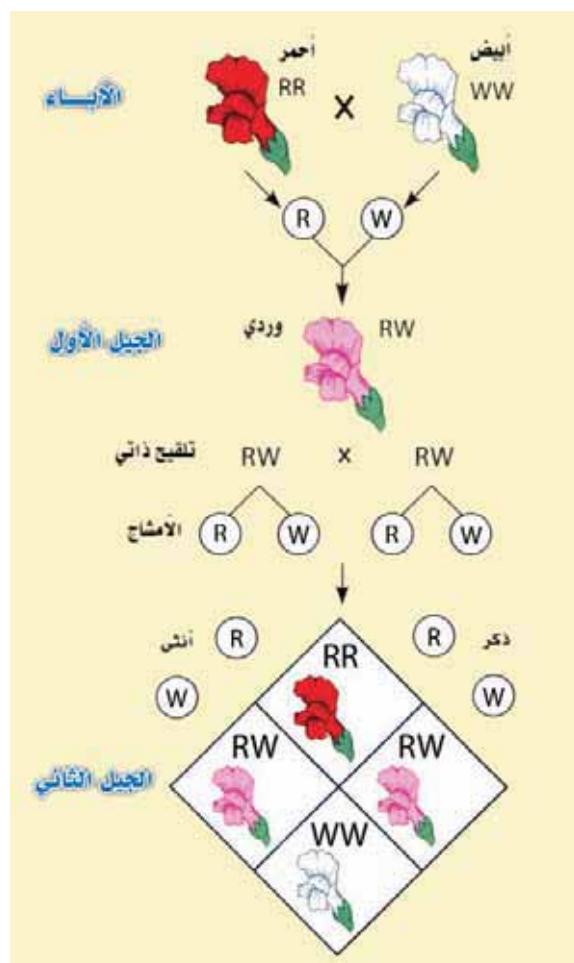
لفهم كيفية توارث لون الأزهار في **نبات حنك السبع snapdragon** ، افحص الشكل (١١-٧) ، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

- ما لون الأزهار في الآباء؟

- ما الطراز الجيني لكل من الأزهار الحمراء والأزهار البيضاء؟

- ما لون الأزهار في الجيل الأول؟

إن لون الأزهار الوردي في أفراد الجيل الأول هو صفة وسطية بين اللونين الأحمر والأبيض، إذ يظهر تأثير الأليل (*R*) في الطراز المظيري للزهرة ، وفي الوقت نفسه يظهر تأثير الأليل (*W*) ، ولا يسود أي منهما سيادة تامة على الآخر. الشكل (١١-٧). ويعرف الأليل بأنه أحد صور الجين الذي يعبر عن صفة ما.

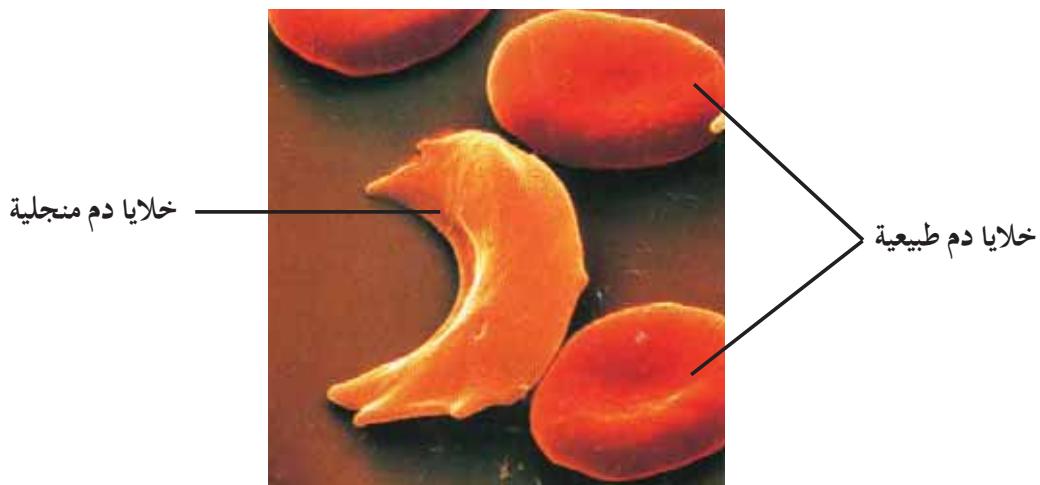


الشكل (١١-٧) : توارث لون الأزهار في نبات حنك السبع

ومن الصفات التي يتم توارثها في الإنسان بهذا النمط من التوارث **مرض فقر الدم (الأنيميا)** *sickle cell anemia* يسبب هذا المرض وجود جين سائد سيادة غير تامة (ناقصة)، حيث يظهر المرض بشدة إذا اجتمع الأليلان المتماثلان *SS* ، وعندما يجتمع أليل المرض *S* مع الأليل الطبيعي *N* ، ويعبر كل أليل عن صفتة، يظهر الفرد سليماً معافى، ولكنه يعاني من الأنيميا بدرجات متفاوتة، ويظهر ذلك عند إجراء تحليل مخبري للدم.

ففي فقر الدم الناتج عن ضعف كفاءة خلايا الدم في نقل الأكسجين، وذلك بسبب نقص عدد جزيئات الهيموجلوبين في هذه الخلايا، وشكل الخلية المنجلية، ينبع عنه نقص في عدد جزيئات الأكسجين التي تنقلها الخلية المنجلية (الشكل ١٢-٧)، إذ الأنيميا الوراثية ناتجة عن طفرة في الجين المسؤول عن تكوين الهيموجلوبين، وبالتالي فإن الهيموجلوبين الناتج يكون أقل كفاءة في نقل الأكسجين.

فالشخص الذي لديه أليل واحد *S* ، وطرازه الجيني *NS* فإنه ينتج الهيموجلوبين الطبيعي والهيموجلوبين غير الطبيعي بنسبة ١ : ١ .



الشكل (١٢-٧) : خلايا دم طبيعية وخلايا دم منجلية

مثال : تزوج رجل طرازه الجيني لصفة تكوين الهيموجلوبين *NS* من فتاة لها الطراز الجيني نفسه. ما احتمال إنجاب طفل ذكر مصاب بفقر الدم الشديد؟

رجل سليم من المرض X فتاة سليمة من المرض

| | | | | |
|---------------------------------|--|-----------|------------|------------------|
| الطراز الجينية للأباء | | <i>NS</i> | X | <i>NS</i> |
| الأمشاج | | | <i>N,S</i> | <i>N,S</i> |
| الطراز الجينية المحتملة للأبناء | | | | <i>NN,2NS,SS</i> |

$$\text{إن احتمال إنجاب طفل ذكر مصاب بفقر الدم الشديد} = \frac{1}{8} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2}$$

٦ اختبر فهمك

تراوُج حصان لونه بني داكن من فرس لونها أبيض، فتتجزأ عن ذلك أن جميع أفراد الجيل الأول ذات لونبني فاتح. في ضوء العبارة السابقة، أجب عن الأسئلة الآتية:

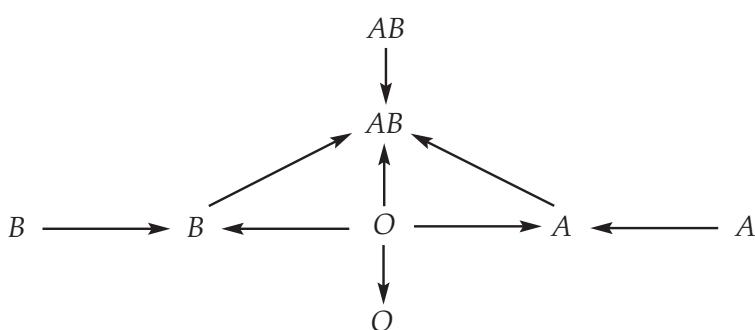
- ١- تنبأ بنوع التوارث في هذا التراوُج .
- ٢- ما الطراز الجيني للأباء وأفراد الجيل الأول والثاني إذا حدث تراوُج بين أفراد الجيل الأول؟
- ٣- ما تفسيرك لهذا التوارث على المستوى الجيني؟

ثانياً : الأليلات المتعددة والسيادة المشتركة *Multiple Alleles and Co-dominance*

تعرف الصفة الوراثية متعددة الأليلات بأنها تلك الصفة المسئولة عنها مجموعة من الأليلات لنفس الجين . وخير مثال على ذلك توارث **فصائل الدم blood groups** عند الإنسان.

توارث فصائل الدم : *Blood Groups Inheritance*

درست سابقاً فصائل الدم في الإنسان، وعرفت أنها أربع O , AB , B , A وقد صنفت هذه الفصائل وفقاً لوجود نوعين من الأنتيجينات (بروتينات سكرية على سطح العشاء الخلوي لخلايا الدم الحمراء)، فإذا وجد أحد الأنتيجينات تكون فصيلة دم الشخص إما (A) أو (B)، أما إذا وجد الأنتيجينان معًا (A و B) معاً، فتكون فصيلة دمه (AB)، وفي حالة عدم وجود أيٍّ منهما، فتكون فصيلته (O). كما تحتوي بلازما الدم على نوعين من الأجسام المضادة هما: الجسم المضاد (A)، والجسم المضاد (B) ، وتظهر أهمية معرفة فصائل الدم في عمليات نقله، فمثلاً إذا نقل دم من شخص فصيلة دمه (A) "المعطي أو المانح" ، إلى شخص آخر "المستقبل" فصيلة دمه (B)، فإنه يحدث تخثر لخلايا الدم الحمراء بفعل الأجسام المضادة، مما قد يسبب الوفاة، ويوضح الخطط الآتي إمكانية نقل الدم بين فصائل الدم الأربع :



تخضع عملية توارث فصائل الدم إلى أليلات متعددة متقابلة، إذ يتحكم في عملية التوارث ثلات أليلات مختلفة، وتم ترميزها بالرموز التالية:

الأليل (I^A) يكون الأنتيجين A ، والأليل (I^B) يكون الأنتيجين B ، والأليل (i) لا يكون أبداً منهما، وهذا يعني أنه يتحكم في وراثة الصفة أكثر من أليلين متقابلين، إلا أن كل شخص يرث أليلين من الأليلات الثلاثة السابقة.

سؤال :

ما عدد التراكيب الجينية المختلفة لفصائل الدم؟

| الأجسام المضادة الموجودة في مصل الدم | الطراز الجيني | الطراز المظاهري (فصائل الدم) |
|--------------------------------------|----------------------|------------------------------|
| Anti - A | ii | O |
| Anti - B | $I^A I^A$ $I^A i$ | A |
| Anti - A | $I^B I^B$ $I^B i$ | B |
| - | $I^A I^B$ | AB |

لاحظ أن كلاً من الأليل I^A والأليل I^B يسود سيادة تامة على الأليل (i) ، ولا يسود أي منهما على الآخر فالفرد ذو الطراز الجيني ($I^A I^B$) تكون فصيلة دمه AB ، إذ يعمل الأليلان السائدان معاً لتكون A, B وتسمى هذه الحالة الوراثية **السيادة المشتركة Co-dominance** . إن لدراسة فصائل الدم أهمية في الطب الشرعي إذ ينفي الأبوة ولا يثبتها، مثل ذلك الطفل الذي فصيلة دمه (AB) لا يمكن أن تكون فصيلة أحد أبويه (O) . فسّر ذلك.

مثال : تزوج رجل فصيلة دمه (A) من امرأة فصيلة دمها (B) ، فكان أحد أبنائهما فصيلة دمه (O) ، فسّر ذلك وراثياً مبيناً الطراز الجيني للأباء والأبناء.

الحل : بما أن فصيلة دم أحد أبنائهما (O) وتركيبه الجيني (ii) ، فإن ذلك يثبت أن كلاً من الأبوين يحمل صفة الهجين بالنسبة إلى فصيلة الدم.

| | | | | |
|-------------------------|--------------------------|-----------------------|---------|-----------|
| الطراز المظاهري | امرأة فصيلة دمها (B) | رجل فصيلة دمه (A) | | |
| الطراز الجيني | $I^B i$ | $I^A i$ | | |
| الأمشاج | I^B, i | I^A, i | | |
| الطراز الجيني للأبناء | ii | $I^A i$ | $I^B i$ | $I^A I^B$ |
| الطراز المظاهري للأبناء | O | A | B | AB |
| النسبة | 1 : 1 | 1 : 1 | 1 : 1 | 1 |

لاحظ أن النسبة الناتجة في الأبناء قد تغيرت عن النسب في الوراثة mendelian بالرغم من إن قانوني متسل ينطبقان في هذه الحالة.

وراثة العامل الرايزيسى : Rhesus factor

يشير مفهوم العامل الرايزيسى إلى أنتيبيوتين (بروتين) يوجد على غشاء خلية الدم الحمراء ، ويرمز إليه بالرمز Rh وفي حالة وجوده يكون الشخص موجب العامل الرايزيسى Rh^+ (طرازه الجيني RR أو Rr)، أما في حالة عدم وجود الأنتيبيوتين يكون الشخص سالب العامل الرايزيسى Rh^- (طرازه الجيني rr)، ويتحكم في وراثة هذا العامل أكثر من ثلاثة أزواج من الأليلات المقابلة، إلا أن كل شخص يرث اثنين من هذه الأليلات التي يتم توارثها طبقاً للوراثة mendelian.

في حالة نقل دم من شخص فصيلة دمه A موجب العامل الرايزيسى إلى شخص آخر فصيلة دمه A سالب العامل الرايزيسى، فإن جسم المستقبل سيتتج أجساماً مضادة لأنتيبيوتين Rh ، وتتراكم الأجسام المضادة هذه في حالة تكرار خطأ نقل الدم إلى الشخص نفسه، وتعمل الأجسام المضادة على تخثر خلايا الدم الحمراء المنقوله إلى الشخص المستقبل والتي تحوي الأنتيبيوتين Rh ، مما قد يتسبب في وفاته.

عند زواج رجل موجب العامل الرايزيسى نقى الصفة طرازه الجيني RR من امرأة سالبة العامل طرازها الجيني rr ، فإن دم جميع الأبناء ذكوراً وإناثاً يكونون موجبي العامل.

وبسبب الاختلاف في العامل الرايزيسى بين دم الأم ودم الطفل ، وفي أثناء الولادة ونتيجة لتمزق الأوعية الدموية يحدث اختلاط بين دم الطفل ودم الأم ؛ مما يؤدي إلى تكون أجسام مضادة في دم الأم تبقى في دمها إلى الحمل التالي. غالباً لا يحدث للمولود الأول أي ضرر؛ لأن كمية الأجسام المضادة غير كافية لتعمل على تخثر دم الطفل إلا في حالة نقل دم موجب العامل الرايزيسى إلى الأم، أو تعرض الأم للإجهاض في الحمل الأول.

عند حدوث الحمل الثاني من نفس الزوج، يزداد تكوين الأجسام المضادة في دم الأم والتي تعبر المشيمة إلى دم الجنين، وتنتفاعل مع الأنتيبيوتين الموجودة في دمه، مما يسبب تجمع خلايا الدم الحمراء ومن ثم تحللها، فيصاب المولود بالأنيميا الحادة، لذلك تخضع الأم لمراقبة مستمرة ويتم فحص مستوى الأجسام المضادة في دمها ليتم تقرير إمكانية تغيير دم الجنين قبل الولادة أو بعد الولادة مباشرة، ويزداد الخطورة بازدياد تكرار الحمل ، لذا يلجأ الأطباء إلى إعطاء الأم مصل يحتوي على مواد مثبتة لنشاط الأجسام المضادة.

مثال : تزوج رجل موجب العامل الرايزيسى من امرأة سالبة العامل الرايزيسى، فكان أحد أطفالهما سالب العامل الرايزيسى. ما الطراز الجيني لكلٌ من الآباء والأبناء ؟

الحل : بما أن أحد أطفالهما سالب العامل الرايزيسى، والطراز الجيني له متتحى rr ، والأم كذلك سالبة العامل الرايزيسى، فإن الأب موجب العامل الرايزيسى هجين. يرمز إلى أليل وجود العامل الرايزيسى السائد بالرمز R . ويرمز إلى أليل غياب العامل الرايزيسى المتتحى بالرمز r .

| | | |
|------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| الطراز المظيري | X | رجل موجب العامل الرايزيسي |
| الطراز الجيني | <i>rr</i> | <i>Rr</i> |
| الأمماش | <i>r</i> | <i>R , r</i> |
| الطراز الجيني للأبناء | <i>rr</i> | <i>Rr</i> |
| الطراز المظيري النسبة | سالب العامل الرايزيسي 1 | موجب العامل الرايزيسي : |

ما أثر العامل الرايزيسي على الأبناء؟



ثالثاً : الصفات المرتبطة بالجنس *Sex-Linked Traits*

الصفة المرتبطة بالجنس هي الصفة التي تحمل جيناتها على الكروموسوم الجنسي (X).

لقد حدد العلماء تقريرياً حوالي 100 صفة وراثية محمولة جيناتها على الكروموسوم الجنسي (X)، ويتميز هذا الكروموسوم بكبر حجمه بالمقارنة مع الكروموسوم (Y) الذي يبدو صغير الحجم ، الشكل (١٣-٧). يحتوي الكروموسوم (Y) على بعض الجينات كالجينات المشفرة للشعر الذي ينمو على الأذن عند الإنسان.

شكل (١٣-٧) : شكل الكروموسومات الجنسية

وفيما يلي استعراض لأحد الأمراض الوراثية المرتبطة بالجنس :

مرض نزف الدم *Hemophilia*

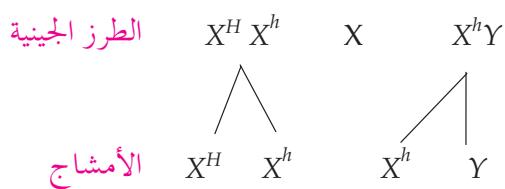
نزف الدم (الهيماوفيليا) عبارة عن خلل وراثي يجعل دم الشخص لا يتختثر بسهولة عند حدوث جرح وإنما يبطء شديداً، لذلك فإن مريض نزف الدم معرض لخطورة شديدة إذا ما تعرض لضربة أو كدمة سببته له نزيفاً داخلياً تحت الجلد.

وقد وجد العلماء أن الشخص الطبيعي لديه جينان محمولان على الكروموسوم الجنسي (X) ، مسؤولان عن إنتاج بروتين يعمل على تخثر الدم عند التعرض للجروح، وهذا البروتين مفقود لدى المصاين بمرض نزف الدم.

وَمَا أَنَّ الْمَرْضَ مُرْتَبٌ بِالجِنْسِ ، فَإِنَّ الذُّكُورَ أَكْثَرَ عَرْضَةً لِلِّإِصَابَةِ بِالْمَرْضِ . لِمَاذَا ؟
وَلِتَوْضِيُّخِ ذَلِكَ دُعِنَا نَأْخُذُ حَالَةَ التَّزَاوِحِ التَّالِيِّ :

تزوج رجل مصاب بمرض نزف الدم من فتاة والدها مصاب بنزف الدم ووالدتها سليمة من المرض نقية الصفة. فسرّ وراثيًّا توارث هذا المرض في حالة إنجاب أطفال ذكور وإناث.

الحل : رجل مصاب بالمرض X فتاة حاملة لجين المرض. لماذا اعتبرت الفتاة حاملة لجينات المرض؟



الطرز الجينية المحتملة للأطفال $X^H X^h, X^H Y, X^h X^h, X^h Y$

إن احتمال إنجاب طفل مصاب بالمرض (الذكور + الإناث) = $\frac{1}{2}$

إِنْ احْتِمَالُ إِنْجَابِ طَفْلٍ ذَكْرٍ وَمَصَابٍ بِالْمَرْضِ

۷ چہرہ جنگل

إذا علمت أن مرض عمي الألوان صفة مرتبطة بالجنس، فأجب عن السؤالين الآتيين:

- ما احتمال إنجاب طفل ذكر مصاب بعمى الألوان من أبو مصاب بالمرض وأم حاملة لأليل المرض؟
 - نسبة الذكور المصاين بمرض عمى الألوان أكبر منها لدى الإناث. فسرّ

رابعاً : الصفات المتأثرة بالجنس Sex-Influenced Traits

هي تلك الصفات التي توجد جيناتها على الكروموسومات الجسمية (الذاتية) *autosomal chromosomes*، وتتأثر بالهرمونات الجنسية في كلا الجنسين، وتظهر في الجنسين بنساب متفاوتة.

إن أليات صفة الصلع في الإنسان تتأثر بالهرمونات الجنسية؛ فأليل الصلع يكون سائداً في الذكور ويتأثر بالتركيز العالي لهرمون التستيستيرون *testosterone* ، ويكون متنحياً لدى الأنثى، غالباً ما يكون تأثير الهرمونات الجنسية الأنثوية عليه ضعيف، وبالتالي لا تظهر صفة الصلع لدى الأنثى بشكل واضح كما هو الحال لدى الذكر، وإنما يكون شعرها قليل الكثافة في حالة وجود أليلي الصلع.

ومن الجدير بالذكر أن رموز أليلات الصفة المتأثرة بالجنس لا تكتب فوق الكروموسومات وإنما بجانبها، ويوضح الجدول المقابل توارث صفة الصلع:

| الطرز المظهرية (الشكلية) | | الطرز الجينية |
|--------------------------|----------------|---|
| ذكر | أنثى | B سائد لصفة الصلع b متنحى لصفة الصلع |
| أصلع | شعر تقل كثافته | BB |
| أصلع | شعر عادي | Bb |
| شعر عادي | شعر عادي | bb |

أختبر فهوك

يوضح الجدول الآتي احتمالات نتائج تزاوج بين رجل أصلع مصاب بعمى الألوان من فتاة شعرها عادي غير مصابة بعمى الألوان إلا أنها هجيننة الصفتين. وضح على أساس وراثية كيفية توارث هذه الصفة في الأطفال الذين سنتجهم هذه العائلة:
رجل أصلع مصاب بعمى الألوان (هجين صفة الصلع) X فتاة شعرها عادي غير مصابة بعمى الألوان (هجيننة الصفتين).

الطرز الجينية للأبدين

$X^C X^c Bb$ X $X^c Y Bb$

الطرز الجينية لأمشاج الأبوين

$X^C B, X^C b, X^c b, X^c B$ X $X^c B, X^c b, YB, Yb$

| | | | | | |
|----------------------|------------|--------------|--------------|-----------|-----------|
| $\frac{\text{♀}}{+}$ | ♂ | $X^c B$ | $X^c b$ | YB | Yb |
| $X^C B$ | | $X^C X^c BB$ | $X^C X^c Bb$ | $X^C YBb$ | $X^C YBb$ |
| $X^C b$ | | $X^C X^c Bb$ | $X^C X^c bb$ | $X^C YBb$ | $X^C Ybb$ |
| $X^c B$ | | $X^c X^c BB$ | $X^c X^c Bb$ | $X^c YBB$ | $X^c YBb$ |
| $X^c b$ | | $X^c X^c Bb$ | $X^c X^c bb$ | $X^c YBb$ | $X^c Ybb$ |

- ما احتمال إنجاب أطفال مصابين بعمى الألوان وشعرهم عادي نقبي صفة الشعر؟
- ما احتمال إنجاب أطفال ذكور مصابين بعمى الألوان وشعرهم عادي نقبي صفة الشعر؟
- ما احتمال إنجاب أطفال إناث مصابات بعمى الألوان وشعرهن عادي نقبات صفة الشعر؟
- ما احتمال إنجاب أطفال غير مصابين بعمى الألوان وشعرهم عادي نقبي الصفتين؟
- ما احتمال إنجاب أطفال ذكور غير مصابين بعمى الألوان وشعرهم عادي نقبي الصفتين؟
- ما احتمال إنجاب أطفال إناث غير مصابات بعمى الألوان وشعرهن خفيف؟

خامساً : ارتباط الجينات *Gene Linkage*

إن صفات الكائن الحي ناتجة عن ترجمة جينات محمولة على كروموسوماته الموجودة في النواة والميتوكندриاء، وإن أي كروموسوم لا بد أن يحتوي على عدد كبير من الجينات؛ وذلك لأن عدد الكروموسومات قليل جدًا مقارنة بعدد الجينات، وإن الجينات الواقعة على الكروموسومات المختلفة تظهر صفاتها في الجيل التالي إما معاً أو بصورة منفصلة، وتعتمد هذه على الاحتمالات، حيث تتوزع توزيعاً حراً طبقاً لقانون مندل الثاني، بينما الجينات الواقعة على الكروموسوم الواحد والمتقاربة تسمى الجموعة المرتبطة، ولا تتوزع توزيعاً حراً عند تكوين الأمشاج، بل تورث معاً كمجموعة واحدة، وهذا يعرف بارتباط الجينات *genes linkage*.

ويوجد نوعان من الارتباط هما :

١ - الارتباط التام *Complete Linkage*

في تجربة قام بها العالم مورغان لدراسة توارث صفتى لون الجسم وأحجم الأجنحة في ذبابة الفاكهة، كانت الأنواع البرية منها ذات لون رمادي وأجنحة طويلة، والأنواع التي نتجت عن طفرة كانت سوداء اللون ضامرة الأجنحة.

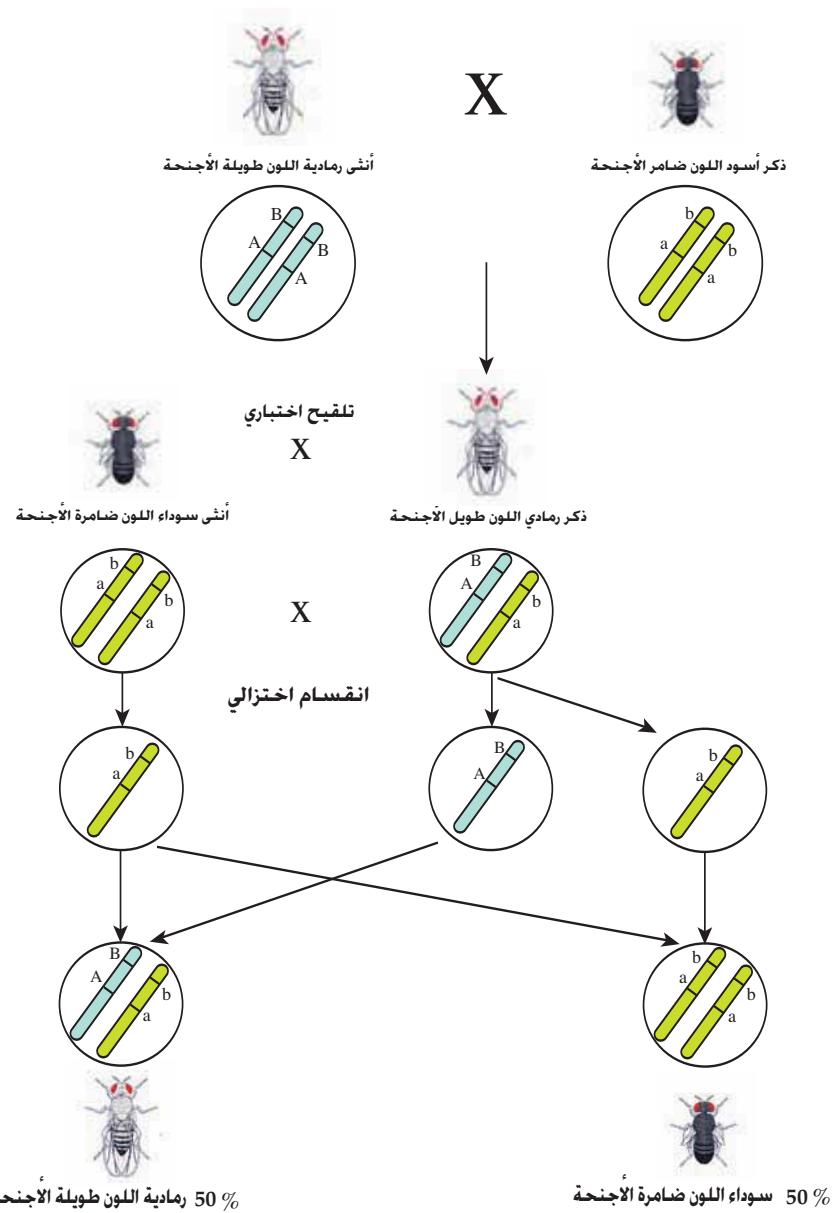
فبعد إجراء تراويخ بين ذكر أسود اللون ضامر الأجنحة وأنثى رمادية طويلة الأجنحة (نقية)، كانت جميع أفراد الجيل الأول رمادية اللون طويلة الأجنحة، وعند إجراء التلقيح الاختباري، وذلك بتزاوج ذكر رمادي اللون طويل الأجنحة مع أنثى سوداء ضامرة الأجنحة، وكانت النتائج الفعلية لأفراد الجيل الناتج كما يلي:

50% رمادية اللون طويلة الأجنحة.

50% سوداء ضامرة الأجنحة.

أي بنسبة 1 : 1 ، وهذه النتائج تختلف عما كان يتوقع تبعاً لقانون التوزيع الحر لمندل وهي : 1 رمادي طويل الأجنحة : 1 رمادي ضامر الأجنحة : 1 أسود ضامر الأجنحة : 1 أسود طويل الأجنحة. الشكل (١٣-٧).

وعلل مورغان تلك النتائج بوجود كل من جين لون الجسم الرمادي والأجنحة الطويلة على كروموسوم واحد، ولون الجسم الأسود والأجنحة الضامرة على الكروموسوم الآخر، وانتقل الجينان معاً، ولم يحدث بينهما عبور نتيجة تقاربهما.

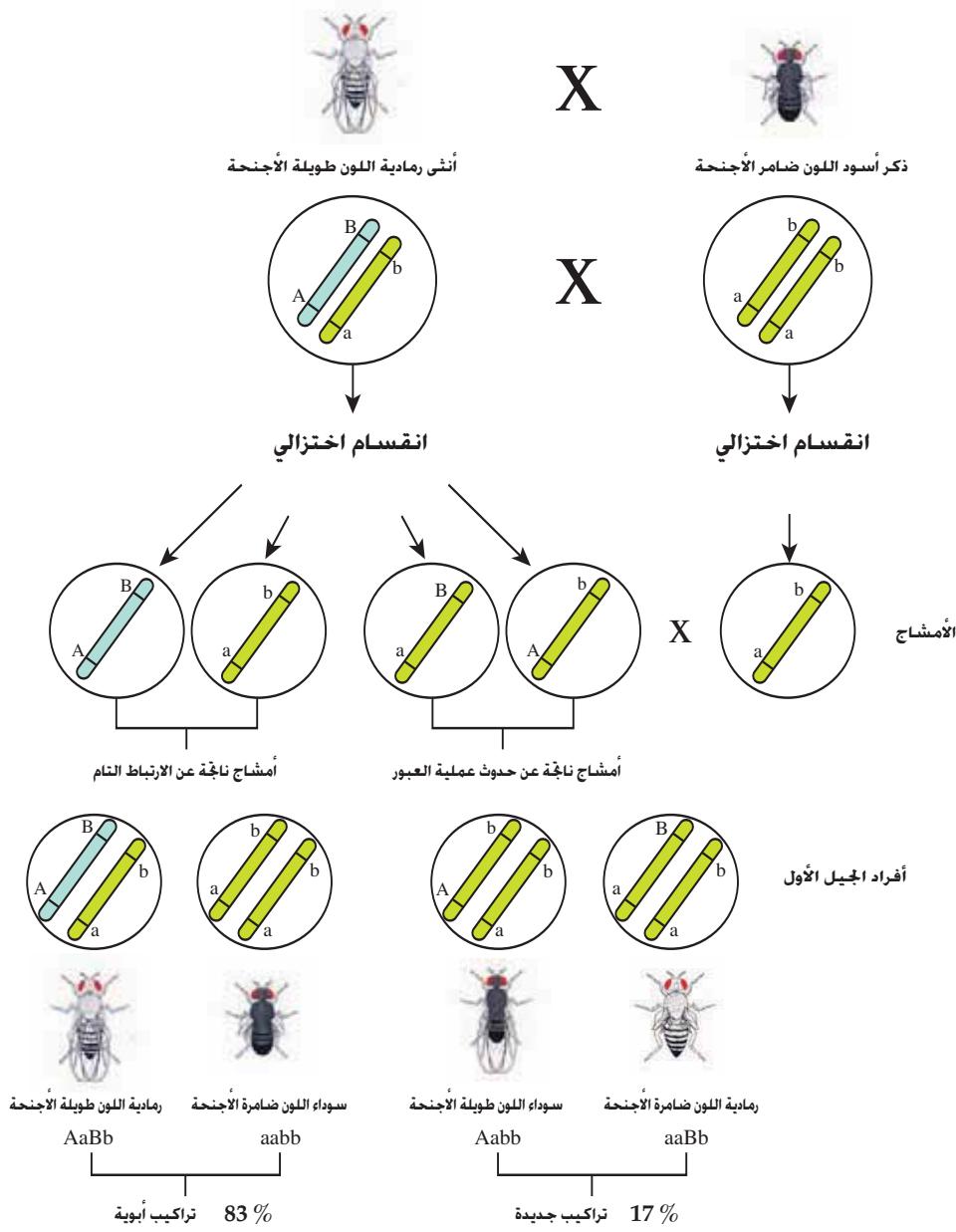


الشكل (١٢-٧) : كيفية حدوث الارتباط التام في ذبابة الفاكهة

٢ - الارتباط غير التام *Incomplete Linkage*

كرر العالم مورغان التلقيح الاختباري بتزاوج ذكر أسود اللون ضامر الجناحين مع أنثى هجينية رمادية اللون طويلة الأجنحة، وكانت النتائج الفعلية تختلف عن النسب المتوقعة على أساس قانون التوزيع الحر فكان عدد الأفراد ذات اللون الرمادي والأجنحة الضامرة، والأفراد ذات اللون الأسود والأجنحة الطويلة أقل من المتوقع في حالة حدوث توزيع حر للكرموسومات، فكانت نسبة الأفراد التي تمثل الأبوين 83% بينما الأفراد الناتجة عن الاتحادات الجديدة كانت النسبة 17%. وعلل مورغان هذه النسبة بحدوث عملية العبور بين الجينات رغم ارتباطها على كروموسوم واحد في أثناء عملية الانقسام المنصف عند تكوين الأمشاج.

وتوصل كذلك إلى أن العبور في ذبابة الفاكهة نادر الحدوث بالنسبة للصفتين المذكورتين، ولذلك يكون الارتباط تماماً تقريراً بين الجينات في الذكر. الشكل (١٤-٧).

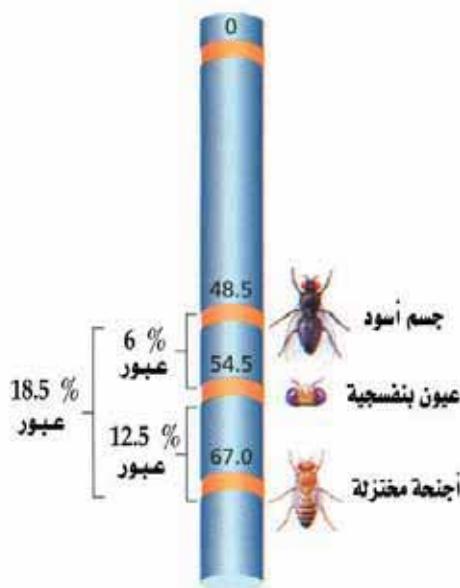


الشكل (١٤-٧) : كيفية حدوث الارتباط غير التام في ذبابة الفاكهة

خريطة الجينات Genetic Map

استفاد أحد طلبة العالم مورغان من فكرة ارتباط الجينات، وظهور التراكيب الجينية الجديدة الناجحة عن عملية العبور في بناء خريطة جينات، والتي تمثل ترتيباً خطياً مطيناً لواقع الجينات على طول الكروموسوم.

يتم بناء خريطة الجينات اعتماداً على نسبة تكرار حدوث التراكيب الجينية الجديدة *recombination frequencies* التي تعتمد على المسافة بين الجينات ونسب انفصال الجينات المرتبطة المعتمدة على حدوث عملية العبور، حيث تزداد هذه النسبة بازدياد المسافة بين الجينات، وتقل النسبة بين الجينات المتقاربة. ويمثل الشكل (١٥-٧) جزءاً من خريطة جينات الكروموسوم الثاني في ذبابة الفاكهة.



الشكل (١٥-٧) : خريطة جينات الكروموسوم الثاني في ذبابة الفاكهة

ولتوضيح آلية عمل خريطة الجينات في هذا الكروموسوم سنركز على ثلاثة جينات؛ هي جين لون الجسم (*B*) ، وجين لون العيون (*R*) ، وجين شكل الجناح (*V*) ، فقد وجد أن نسبة تكرار حدوث عملية العبور بين الجين *B* و *R* 9% ، وهذا يعني أن نسبة الارتباط بين الجينين 91%؛ حيث تحسب نسبة الارتباط كما يأتي: نسبة الارتباط = $\frac{100 - \text{نسبة العبور}}{100}$ - نسبة تكرار عملية العبور، وعليه تكون نسبة تكرار حدوث عملية العبور بين الجينين *R* و *V* 9.5% وبين *B* و *V* 18.5% ، وبنفس الطريقة يتم تعين المسافة بين الجينات المختلفة، وتعرف وحدة المسافة بين جين وآخر بوحدة خريطة واحدة *1 unitmap*، وبعد الجينان اللذان يفصلان بعملية عبور بنسبة 1% أنهما يتبعان عن بعضهما بوحدة خريطة واحدة أو سنتيمورغان *centimorgan* تقديرًا للعلم مورغان. فمثلاً النسبة 9% بين الجينين *B* و *R* تعني أن المسافة بينهما = 9 وحدات خريطة.

سادساً : توارث الصفات متعددة الجينات Polygenic Inheritance

- لاحظ لون بشرة أفراد أسرتك ، وزملائك في الصف. هل هي متباينة ومتدرجة؟
- قارن طول قامتك بقامات زملائك في الصف . ماذا لاحظت؟

إن تدرج لون بشرة الإنسان من اللون الأبيض إلى اللون الأسود (شديد القتامة) ، يخضع لتأثير ثلاثة أزواج من الجينات على الأقل ؛ فالشخص الأسود شديد القتامة يكون تركيبه الجيني $AABBCC$ ، أما الشخص ناصع البياض يكون تركيبه الجيني $aabbcc$ ، أما الشخص الذي يكون تركيبه الجيني $AaBbCc$ فتكون درجة اللون وسطاً بين الأسود والأبيض، وكلما زاد عدد الجينات ذات الحرف الكبير، زادت درجة قتامة اللون، أي زادت نسبة الميلانين وهذا ما يسمى **الوراثة الكمية quantitative genetics** . ويوضح الجدول (١-٧) توارث لون البشرة لدى الإنسان:

| الطراز المظاهري | الطراز الجيني |
|------------------------|---------------|
| أسود شديد القتامة | $AABBCC$ |
| أسود | $AABBcc$ |
| يميل إلى السواد | $AABbCc$ |
| وسط بين الأسود والأبيض | $AaBbCc$ |
| يميل إلى البياض | $AaBbcc$ |
| أبيض | $Aabbcc$ |
| ناصع البياض | $aabbcc$ |

الجدول (١-٧) : توارث صفة لون الجلد لدى الإنسان

ومن الصفات التي تخضع لوراثة تعدد الجينات في الإنسان صفة الطول ، ومن أمثلة تعدد الجينات في النبات وراثة لون حبة القمح، فالحبوب ذات اللون الأحمر يكون تركيبها الجيني $AABBRR$ ، أما الحبوب ذات اللون الأبيض فيكون تركيبها الجيني $aabbrr$. والاختلاف بين وراثة الصفات متعددة الأليلات والصفات متعددة الجينات هو أن الأليلات المتعددة تحتل موقعاً واحداً *locus* على زوج الكروموسومات المتماثلة، أما في الجينات المتعددة، فيحتل كل جين متقابلين موقعاً على أحد الأزواج الكروموسومية، وبذلك قد يشارك أكثر من زوج كروموسومي أو موقع كروموسومي في إظهار الصفات التي تحكمها وراثة الجينات المتعددة.

٩ اختبر فهمك

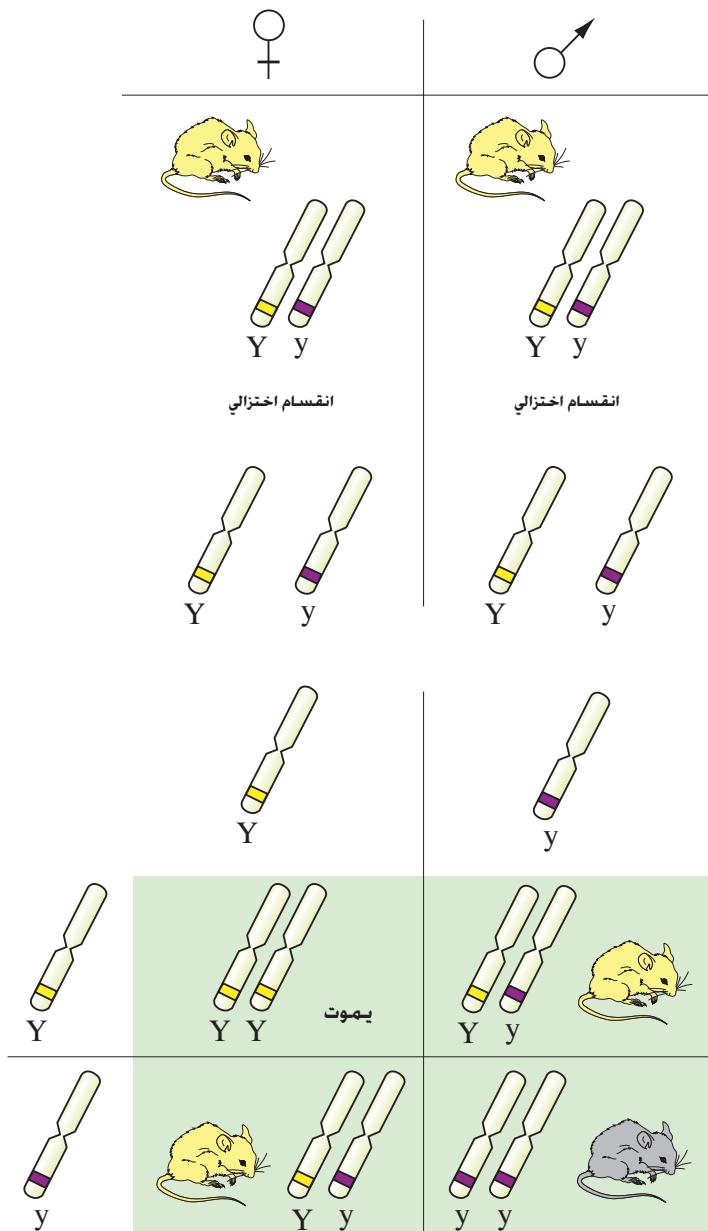
- ١- كيف يمكن استخدام قوانين مندل في تفسير توارث الصفات المتعددة الأليلات ، والصفات المتعددة الجينات؟
- ٢- تزوج رجل طويل القامة طرازه الجيني $TTBb$ من فتاة طرازها الجيني لصفة الطول $TTbb$. اكتب الطرز الجينية والمظهرية المحتملة للأفراد الناتجة من هذا التزاوج.

سابعاً : الجينات القاتلة Lethal Genes



ما الصفات المظهرية الناتجة عن تزاوج فئران صفراء اللون (هجينة) فيما بينها، إذا علمت أن اللون الأصفر يسود سيادة تامة على اللون الأسود؟

من المؤكد إن إجابتكم ستكون كما درست في الوراثة mendelianة لأن 75% من أفراد الجيل الناتج فتران صفراء، و 25% فتران سوداء اللون. أي بنسبة 3 : 1 . لاحظ العلماء في بعض أنواع الفتران أن النسبة كانت 1:2، مما دفعهم إلى إجراء



الشكل (١٦-٧) : توارث الجينات القاتلة في الفئران

وعمل العلماء الحصول على
النسبة ١:٣ بدلًا من ١:٢ بأن الفرد
متماضي الجنينات السائدية ٧٧ يموت
وهو في المراحل الجنينية، وبذلك لا
يمكن الحصول على فئران صفراء
متماضية، ومثل هذه الجنينات التي
يؤدي وجودها بحالة نقاء سائدة
إلى موت الفرد الذي يحملها
تعرف بالجينات القاتلة. الشكل

- عندما توجد أليلات اللون الأصفر بصفة متماثلة نقية فإنها تسبب موت الفأر وذلك لأنها تشرف لبروتين قاتل لهذه الفئران في المرحلة الجنينية.
- لا تقتصر الجينات القاتلة على الفئران فقط ، فهناك صفات لدى الإنسان مسؤولة عنها بعض الجينات القاتلة مثل بعض التشوهات الدماغية والقلبية الخطيرة.

٩-٧ تأثير البيئة على توارث الصفات *The Environment Influence on Traits Heredity*

تؤثر العوامل البيئية على توارث بعض الصفات الوراثية في كثير من الكائنات الحية ؛ فقد تعلمت أن درجة الحرارة تعتبر عاملًا محددًا في تحديد جنس السلاحف، كذلك فإن كثيرون من التغيرات على أشكال وألوان وطبيعة الكائنات الحية تحدث استجابة للبيئة من جهة من أجل تكيف الكائن الحي مع بيئته لاستمرار حياته، ولضمان تكاثره في بيئة آمنة.

ويفسر العلماء تأثير البيئة على توارث الصفات من خلال تأثير العوامل البيئية على **تعبير الجينات** *gene expression* ، فمثلاً درجة الحرارة المنخفضة في المناطق الباردة تعمل على إبطاء التعبير الجيني لجينات لون البشرة ، لذلك تبقى البشرة بيضاء ، وكلما زادت درجة الحرارة في منطقة ما زاد التعبير الجيني لهذه الصفة ، أي يزداد تركيز صبغة الميلانين في البشرة فتتميل إلى اللون الحنطي ثم إلى الإسمرار ثم إلى الإسوداد، ولا يحدث ذلك خلال فترة قصيرة وإنما يحدث خلال أجيال متعددة، وهكذا. ويوضح الشكل (١٧-٧) بعض تأثيرات البيئة على الكائنات الحية ، إذ أن الثعلبان ينتهيان لنفس النوع ، إلا أن البيئة أثرت على التعبير الجيني لكلٍّ منهم.



الشكل (١٧-٧) : تأثير البيئة على توارث الصفات

١٠-٧ الاستشارة الوراثية *Genetic Counselling*

تعد الأمراض الوراثية من أصعب الأمراض التي يمكن معالجتها، والسيطرة عليها، أو التخلص منها؛ وذلك لأن الخلل في المادة الوراثية، ولا بد من إصلاحه على المستوى الجيني ليتم التخلص من المرض نهائياً، ومن هنا بربرت أهمية الاستشارة الوراثية قبل الزواج ، وذلك لتحاشي توارث هذه الأمراض.

يتم عادةأخذ عينة من دم الشخصين (الذكر والأُنثى)، وعمل مخطط كروموسومي لكل منهما للتأكد من سلامة تركيب وشكل الكروموسومات، ثم يتم إجراء بعض الفحوصات المخبرية للتأكد من خلوهما من بعض الأمراض الوراثية كنزف الدم، وفقر الدم، وأنيميا الفول، والاستعداد للإصابة بمرض السكري .

وتنشر في كثير من بلدان العالم ومن بينها السلطنة عيادات للاستشارات الوراثية، يوجد بها أخصائيون لإرشاد الأشخاص الذين يحتمل حملهم لبعض جينات الأمراض الوراثية، أو يعلمون بوجود مثل هذه الأمراض في عائلاتهم ، ويخشون ظهورها في نسلهم .

أسئلة الفصل

♦ السؤال الأول : اختبر مز الاجابة الصحيحة من بين اليدائل المعطاة لكل من المفردات الآتية :

١- أفضل وسيلة للتعرف على الطراز الجيني للصفة السائدة:

- أ- التلقيح الاختباري**
 - ب- التلقيح الذاتي**
 - ج- التلقيح الخلطي**
 - د- التلقيح الصناعي**

٢-عندما يعبر كل أليل من الأليلين لصفة ما في الأفراد الناتجة بنفس قوة التعبير، يكون نوع هذا التوارث :

٣- عند تلقيح نبات بازلاء أصفر البذور هجين بنبات بازلاء آخر أحضر البذور ، فإن نسبة النباتات ذات البذور الصفراء في أفراد الجيل الأول تكون:

- | | |
|----------|-----------|
| 50% - بـ | 100% - أـ |
| 10% - دـ | 25% - حـ |

٤- إن احتمال إنجاب طفل ذكر أزرق العينين من والدين عيونهما عسليتين هجينتين يساوي:

- $$\begin{array}{cc} 1/4 & -\text{\textbullet} \\ 1/1 & -\text{\textcircled{s}} \end{array} \qquad \begin{array}{cc} 1/8 & -\text{\textcircled{a}} \\ 1/2 & -\text{\textcircled{c}} \end{array}$$

٥- العامل المحدد للجنس لدى السلفاوات البحرية :

- أ- عمق الحفرة .
 - ب- اتساع الحفرة .
 - ج- درجة حرارة الحفرة .
 - د- نسبة الرطوبة في الحفرة.

٦- إذا كان الطراز الجيني لصفة ثني اللسان لدى سعيد نقي، فإن الطراز المظهرى لوالديه لهذه الصفة:

- ب- الأب يثنى لسانه والأم لا تثنى.
- ج- الأم تثنى لسانها والأب لا يثنى.
- أ- الأب والأم يثنون لسانهم.
- د- الأب والأم لا يثنون لسانهم.

٧- يعتبر توارث فصيلة الدم خير مثال على:

- ب- تعدد الأليلات.
- ج- تعدد الجينات.
- د- ارتباط الجينات.
- أ- السيادة التامة.

٨- الصفة الوراثية التي يتم التعبير عنها وراثياً تعبيراً تاماً من خلال أليل واحد هي الصفة:

- ب- المرتبطة بالجنس.
- د- ذات الجينات القاتلة.
- أ- المؤثرة بالجنس.
- ج- المؤثرة بالبيئة.

◆ السؤال الثاني:

أ- ما المقصود بما يلي :

ارتباط الجينات - التلقيح الاختباري - سجل النسب

ب- ما الصعوبات التي تواجه العلماء عند دراستهم للصفات الوراثية البشرية؟

ج- ما أهمية المخطط الكروموسومي في دراسة الصفات الوراثية؟

◆ السؤال الثالث :

أ- تزوج رجل أصلع مصاب بمرض نزف الدم من امرأة والدتها خفيفة الشعر مصابة بمرض نزف الدم. في ضوء العبارة السابقة أجب عن الأسئلة الآتية :

- ١- حدد نوع التوارث لكل صفة.
- ٢- ما الطرز الجينية والمظهرية للأفراد المذكورين في السؤال؟

- ٣- ما احتمال إنجاب طفل أنثى مصابة بنزف الدم وشعرها عادي؟
- ٤- ما الطرز الجينية والمظهرية المحتملة لوالدي الرجل ووالد المرأة؟
- ب) كيف يمكنك التأكد من نقاوة الطراز الجيني لصفة لون الفراء الأسود لدى أربن ما إذا علمت أن أليل لون الفراء الأسود سائد على أليل لون الفراء الأبيض؟
- ج) قام أحد الباحثين بدراسة نمط التوارث لدى نبات حنك السبع (*snap dragon*) ، فقام بإجراء تلقيح بين نباتتين من حنك السبع ، وحصل على النتائج التالية:
- 20 نبتة أزهارها حمراء ، 20 نبتة أزهارها بيضاء ، 20 نبتة وردية الأزهار.
- في ضوء النتائج السابقة:
- ١- ما نمط توارث صفة لون الأزهار في نبات حنك السبع؟
 - ٢- وضح على أساس وراثية توارث هذه الصفة مستخدماً مربعات بنت .
 - ٣- فسر على المستوى الجيني كيفية ظهور اللون الوردي.

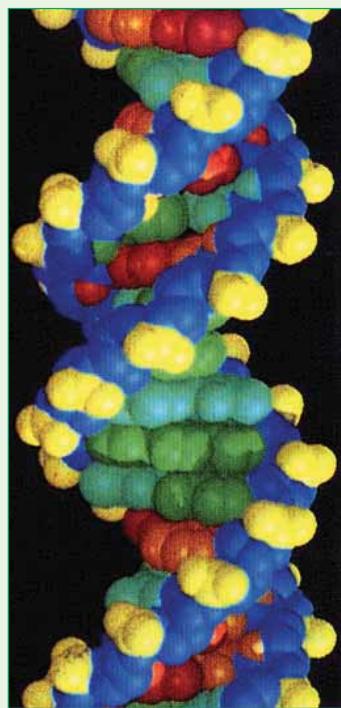
◆ السؤال الرابع :

- أ- علل العبارات الآتية :
- ١- احتمال ظهور صفة الصلع لدى الرجال أكبر من احتمال ظهورها لدى الإناث .
 - ٢- يورث الأب جين عمى الألوان لبناته ، في حين تورث الأم بروتين السيتوكروم لأنبائها وبناتها.
 - ٣- لم يستطع مندل تفسير وجود عدة ألوان في فراء القطط.
- ب- قارن بين كل من :
- ١- الصفات متعددة الجينات والصفات متعددة الأليلات.
 - ٢- الصفة المتأثرة بالجنس والصفة المرتبطة به.
 - ٣- الجين والأليل.
- ج- وضح كيف تؤثر البيئة على توارث بعض الصفات لدى الكائنات الحية . وما أهمية ذلك؟
- د- بين أهمية دراسة خريطة الجينات .



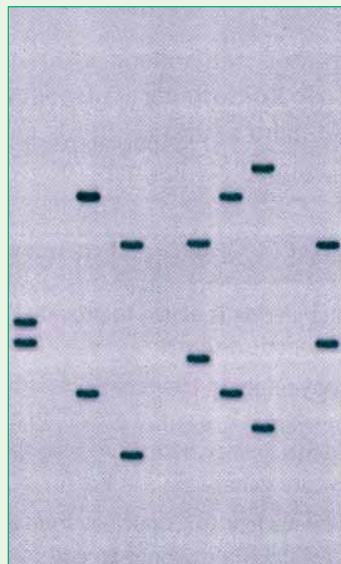
مقدمة

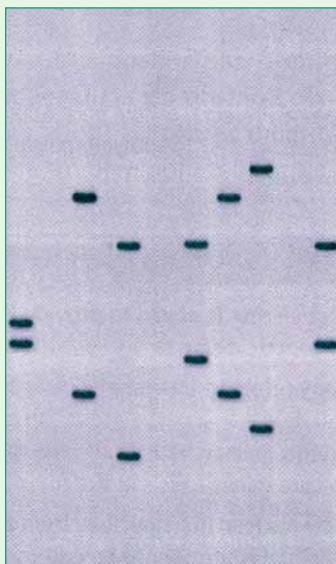
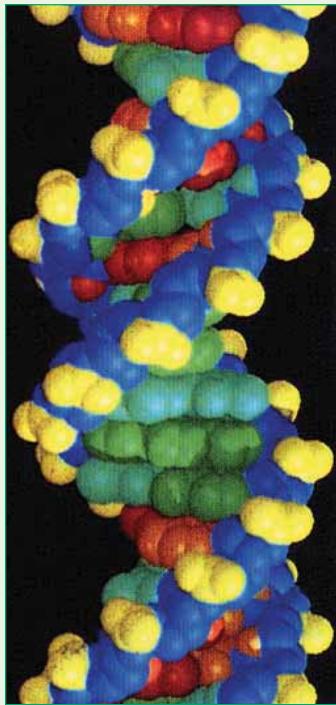
لقد تكونت لديك في الصف الحادي عشر فكرة مبسطة عن تركيب الأحماض النوويـة، وأنواعها، وعن وظيفة هذه الأنـواع ، ودورها في نقل الصفات الوراثية من جيل إلى آخر؛ إذ تنتقل الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء وفق قوانين وراثية محددة. وفي الفصل السابع درست توارث الصفات، وتطبيقات قوانين مندل، وتعـرفت إلى جهود العلماء في إثبات أن الجـينات تحـمل على الكـروموسومـات التي تـتنـقل عبر الأمـشـاج من جـيل إلى آخر. فـما الأساس الجـزيـئـي لـهـذهـ الجـينـاتـ؟ـ وكـيفـ يـتمـ تـضـاعـفـهاـ؟ـ وـماـ آلـيـةـ خـزـنـهاـ لـلـمـعـلـومـاتـ الـورـاثـيـةـ وـنـقـلـهـاـ؟ـ وكـيفـ تـمـ تـرـجـمـةـ الـمـعـلـومـاتـ الـورـاثـيـةـ إـلـىـ صـفـاتـ ظـاهـرـةـ فـيـ الـكـائـنـ الحـيـ؟ـ وكـيفـ اـسـتـفـادـ الـعـلـمـاءـ مـنـ فـكـرـةـ النـسـخـ الذـاتـيـ لـلـحـامـضـ الـنوـويـ فـيـ الـهـنـدـسـةـ الـورـاثـيـةـ؟ـ وـماـ تـطـبـيـقـاتـ الـحـيـوـيـةـ لـلـتـقـانـةـ الـحـيـوـيـةـ؟ـ وكـيفـ اـسـطـعـ الـعـلـمـاءـ وـضـعـ تـسـلـسـلـ لـلـجـينـوـمـ الـبـشـريـ *human genome*؟ـ وـماـ أـهـمـيـتـهـ فـيـ اـسـتـكـشـافـ الـبـرـوتـيـوـمـ *proteome*ـ الـبـشـريـ؟ـ



الموضوعات الرئيسية

- ١-٨ : المادة الوراثية.
- ٢-٨ : الشفرة الوراثية.
- ٣-٨ : بناء البروتين.
- ٤-٨ : الطفرات.
- ٥-٨ : الهندسة الوراثية.
- ٦-٨ : تطبيقات الوراثة الحديثة.
- ٧-٨ : تطبيقات التقانة الحيوية .
- ٨-٨ : التقانة الحيوية البحرية.
- ٩-٨ : الجوانب السلبية المتوقعة للهندسة الوراثية.





مصطلحات علمية جديدة

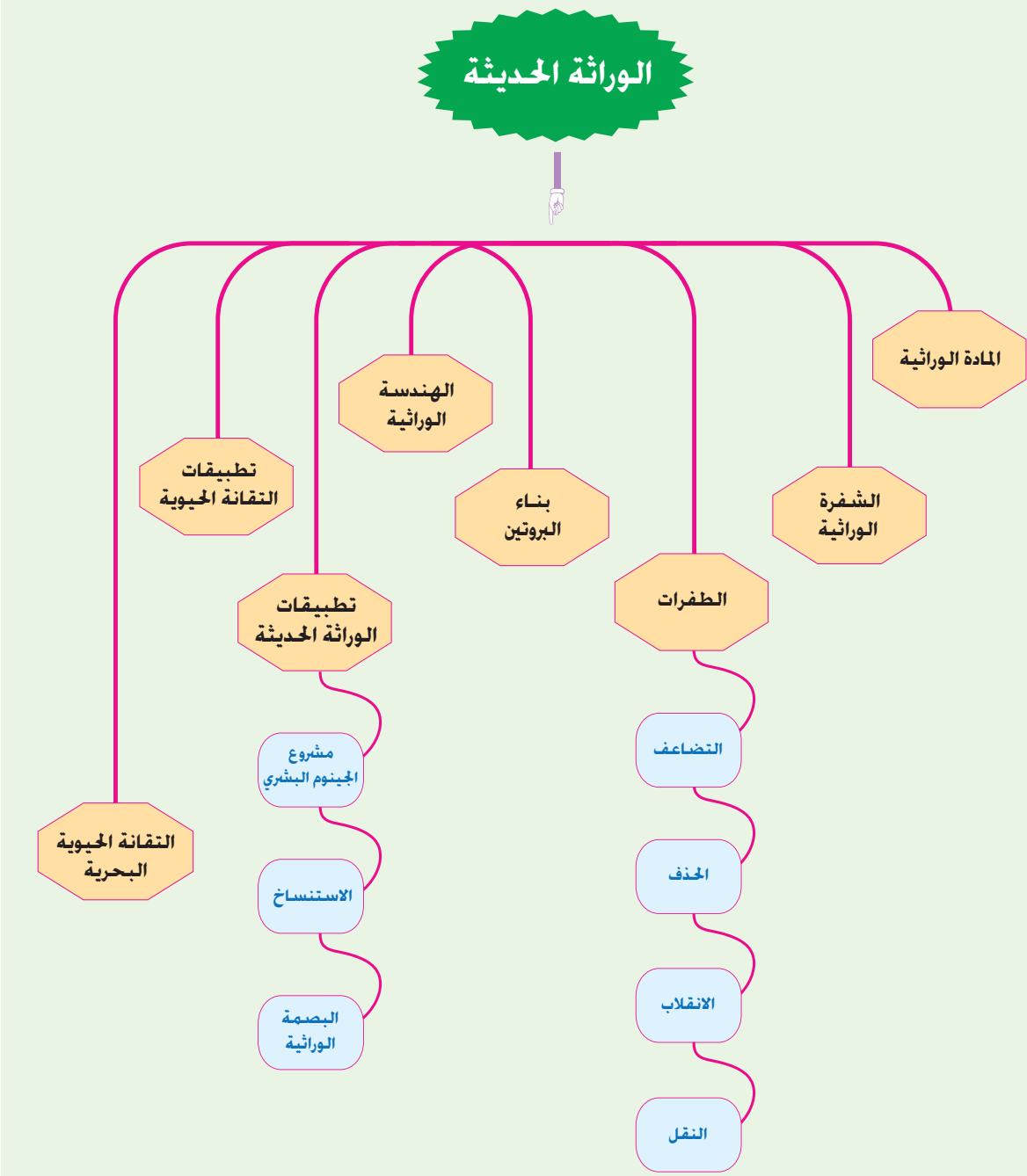
| | |
|-------------------------------|------------------------------|
| <i>Genetic code</i> | ١ - الشفرة الوراثية |
| <i>Transcription</i> | ٢ - النسخ |
| <i>Translation</i> | ٣ - الترجمة |
| <i>Template</i> | ٤ - قالب |
| <i>Exon</i> | ٥ - إكسون |
| <i>Intron</i> | ٦ - إنtron |
| <i>Anticodon</i> | ٧ - الشفرة المضادة |
| <i>Signal peptide</i> | ٨ - بيتيد الإشارة |
| <i>Plasmid</i> | ٩ - بلازميد |
| <i>Cosmid</i> | ١٠ - كوزميد |
| <i>Fosmid</i> | ١١ - فوزميد |
| <i>Vector</i> | ١٢ - ناقل استنساخ |
| <i>Restriction enzyme</i> | ١٣ - إنزيم قاطع |
| <i>Lygase</i> | ١٤ - إنزيم لاحم |
| <i>Genome</i> | ١٥ - الجينوم |
| <i>Proteome</i> | ١٦ - البروتوب |
| <i>Hybridization</i> | ١٧ - تهجين |
| <i>Reproductive cloning</i> | ١٨ - الاستنساخ التكاثري |
| <i>Therapeutic cloning</i> | ١٩ - الاستنساخ العلاجي |
| <i>Marine biotechnology</i> | ٢٠ - التقانة الحيوية البحرية |
| <i>Genetic transformation</i> | ٢١ - التحويلي الجيني |
| <i>Microinjection</i> | ٢٢ - الحقن المجهري |

عنوان الاستكشافات

الاستكشاف (١) : الإنترنوت والإكسونات.

الاستكشاف (٢) : البصمة الوراثية دليل إثبات.

مخطط الفصل الثامن : الوراثة الحديثة



١-٨ المادة الوراثية Genetic material (DNA)

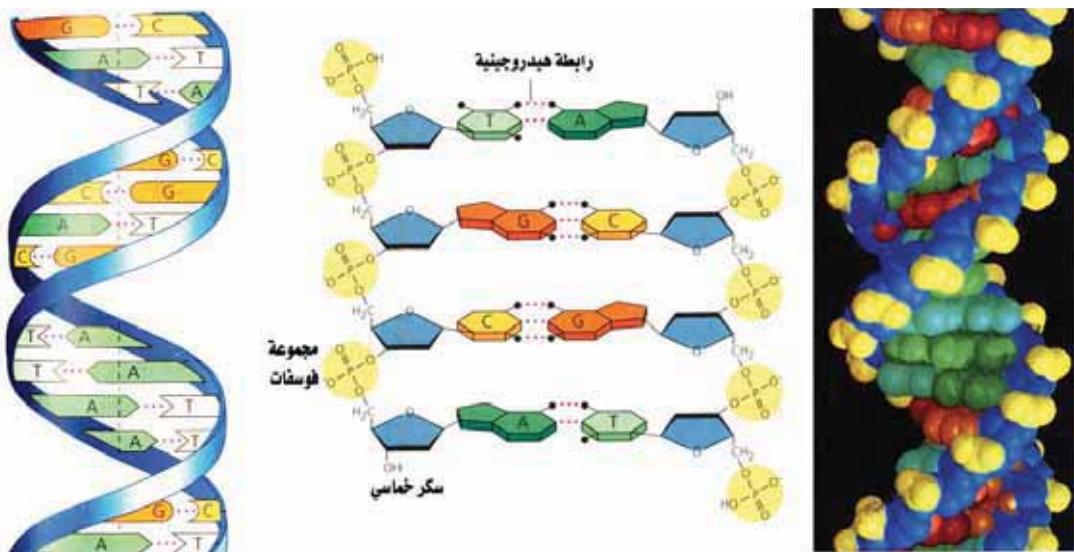
أولاً: تركيب جزيء DNA

توصل العلماء في أواخر القرن التاسع عشر إلى أن الكروموسومات تتكون كيميائياً من بروتينات وأحماض عضوية سميت الأحماض النووية، إلا أن تركيب هذه الأحماض وخصائصها لم تعرف تماماً حتى مطلع النصف الثاني من القرن العشرين.

وقد تعلّمت في الصف الحادي عشر أن هناك نوعين من الأحماض النووية:

- ١ - الحامض النووي الريبيوزي منقوص الأكسجين (Deoxyribonucleic Acid, DNA).
- ٢ - الحامض النووي الريبيوزي (Ribonucleic Acid, RNA).

تتكون الأحماض النووية من وحدات بنائية تسمى النيوكليوتيدات nucleotides. وفي عام ١٩٥٠ اكتشف العلّمان واتسن وكريل (Watson & Crick) التركيب البناي لـ DNA وحصل على جائزة نوبل عام ١٩٦٤م لهذا الاكتشاف، ولمراجعة تركيب جزيء DNA وفق نموذج واتسن وكريل أمعن النظر في الشكل (١-٨)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (١-٨): تركيب جزيء (DNA) وفق نموذج واتسن وكريل

- كم عدد السلسل التي يتكون منها جزيء DNA؟ ما الوحدات البناية التي تتكون منها كل سلسلة؟
- ما مكونات النيوكليوتيدة الواحدة؟
- ما أنواع القواعد النيتروجينية الأربع الموجودة في جزيء DNA؟
- ما نوع الروابط الموجودة بين القواعد النيتروجينية المقابلة في السلسلتين؟
- كم عدد الروابط الهيدروجينية بين T,A, و بين G,C؟

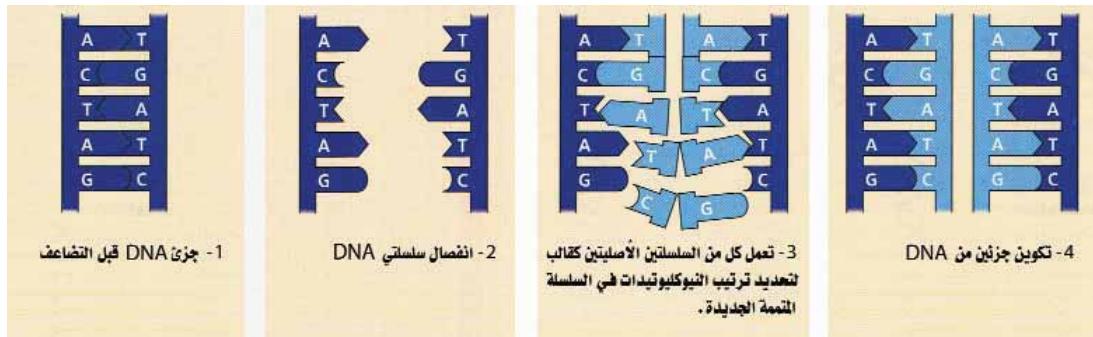
- أول من استطاع أخذ صورة بالأشعة السينية للحمض النووي DNA العالمية روزالين فرانكلين عام ١٩٥٣ م.

- يتميز DNA كمادة كيميائية بثباته النسبي و مقاومته للظروف البيئية المختلفة، حيث تم استخلاصه من المومياء التي مضى على موتها آلاف السنين، وكذلك استخراجه من بعض المتحجرات.

ثانياً : تضاعف الحامض النووي DNA Replication

تعلّمت أن كروموسومات الخلية الحية تتضاعف قبل الانقسام في طور بناء (S) من المرحلة البيئية، وإذا لم يتم التضاعف فلن يحدث الانقسام. لماذا؟ لاحظ العلماء أن الخلتين الناتجتين عن الانقسام غير المباشر تحتويان على الكمية نفسها من DNA الموجودة في الخلية الأم. وهذا يعني أن جزء DNA يتضاعف عند انقسام الخلية. فكيف يحدث ذلك؟ لقد ساعد نوج واتسون وكريك الذي افترض وجود سلسلتين من النيوكليوتيديات مختلفتين بشكل لولي على فهم عملية تضاعف DNA.

ويوضح الشكل (٢-٨) خطوات تضاعف الحامض النووي DNA



الشكل (٢-٨) : خطوات تضاعف جزء DNA

لاحظ أن الجزيئين الناتجين متبايقان تماماً مع بعضهما، ومع الجزيء الأم (الأصلي) من حيث ترتيب النيوكليوتيديات و عددها.

أختبر نفسك

- ١- ما أهمية تضاعف المادة الوراثية في الخلية الحية؟
- ٢- إذا كان لديك تتابع نيوكلويدي على إحدى سلسلتي DNA هو ACGTAGCCT ، فما التتابع النيوكليوتيدي المكمل لها على السلسلة المقابلة؟

٢-٨ الشفرة الوراثية *Genetic Code*

عرفت أن *DNA* هي مادة الوراثة ، فكيف يتم خزن المعلومات الوراثية فيها ؟
من المعلوم أن الجين هو قطعة من جزء *DNA*، لذا فإن كل جين يتكون من سلسلتين من النيوكليوتيدات التي تشمل أربعة أنواع من القواعد النيتروجينية وهي: الأدينين (*A*)، والثايدين (*T*)، والسياتوسين (*C*)، والجوانين (*G*) ، وتنابع هذه النيوكليوتيدات في إحدى سلسلتي *DNA*، يعرف بسلسة الشفرة *codon chain* ، وهي التي تحدد تنابع الأحماض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد سيتم بناؤها.

ومن الواضح، أن ذلك يتطلب وجود شفرة خاصة بكل حامض أميني من الأحماض الأمينية العشرين التي تتكون منها البروتينات. ولكن هل تكفي أربعة أنواع من النيوكليوتيدات لتشفر (20) نوعاً من الأحماض الأمينية ؟

كم يجب أن يكون عدد النيوكليوتيدات المكونة للشفرة الخاصة بحامض أميني واحد؟ للإجابة عن ذلك دقت النظر في الجدول (١-٨)، وأجب عن الأسئلة التي تليه.

| عدد الأحماض الأمينية الممكن تشفيرها | عدد النيوكليوتيدات في الشفرة الخاصة بحامض أميني |
|-------------------------------------|---|
| 1 | 1 |
| 16 | 2 |
| 64 | 3 |

الجدول (١-٨) : عدد النيوكليوتيدات في الشفرة الخاصة بتكون الأحماض الأمينية

- إذا كانت الشفرة الخاصة بحامض أميني واحد تتكون من نيوكلويotide واحدة، فكم عدد الشفرات الناتجة؟ وهل تكفي لتشفر عشرين نوعاً من الأحماض الأمينية؟

- إذا افترضنا أن هذه الشفرة الخاصة بحامض أميني واحد تتكون من نيوكلويotide واحدة فقط، فإن عدد الأحماض الأمينية المشفر لها يكون أربعة أحماض فقط ، وهذا لا يكفي لتشفر عشرين نوعاً من الأحماض الأمينية ؟

إذا افترضنا أن هذه الشفرة الخاصة بحامض أميني تتكون من نيوكلويتدين فإن عدد الشفرات سيكون (16) ثنائية على أساس انه سيتتج (16) ترتيباً مختلفاً من النيوكليوتيدات الأربع، إذا رتبت بشكل ثنائيات.

ومن الواضح، أن كل حامض أmino سيمثل بأكثر من شفرة ثلاثية واحدة، وهذا يعني زيادة سرعة بناء السلسل الـribosomal، والتقليل من أثر الطفرات الوراثية الخاصة بـamino acids. وقد بدأ تحديد عدد الـnucleotides الخاصة بكل حامض amino أمرًا رياضيًّا سهلاً، إلا أن الإنماز الأعظم في الوراثة الجزيئية كان تحديد ترتيب هذه الـnucleotides الخاصة بكل حامض amino. وقد كان العالم نيرنبرج (Nirenberg) أول من استطاع فك رموز الشفرة الوراثية، إذ تمكَّن من تحديد الشفرة الثلاثية الخاصة بالحامض amino فينيلalanine، وهي (UUU)، وبفضل جهود علماء آخرين تم التوصل إلى معرفة الشفرات الثلاثية جميعها الخاصة بجميع أنواع الأحماض amino، وتسمى الشفرة الثلاثية الخاصة بـamino معين في جزء mRNA الكodon.

توصل العلماء إلى أن الكائنات الحية تتشابه كثيراً في محتواها من الشفرات الوراثية الثلاثية (الـcodons)، فمثلاً الشفرة الثلاثية (GUC) الخاصة بالحامض amino (فالين) هي نفسها في خلايا معظم الكائنات الحية، مما يدل على أن مادة الوراثة هي نفسها في جميع الكائنات الحية - سبحان الله - ويوضح الجدول (٢-٨) الشفرات الوراثية على جزيئات mRNA.

| القاعدة الأولى | | القاعدة الثانية | | | | القاعدة الثالثة | |
|----------------|---------------------------|-----------------|-----------|----------------------|------------------|-----------------|--|
| | | U | C | A | G | | |
| U | UUU } فينيلalanine | UCU | Siروين | UAU } Tyrosine | UGU } سيسين | U | |
| | UUC } Phenylalanine | UCC | Serine | UAC } تايروسين | UGC } Cysteine | C | |
| | UUA } ليوسين | UCA | | UAA } Stop | UGA } Stop | A | |
| | UUG } Leucine | UCG | | UAG } | UGG } Tryptophan | G | |
| C | CUU | CCU | برولين | CAU } Histidine | CGU | U | |
| | CUC } ليوسين | CCC | Proline | CAC } | CGC } Arginine | C | |
| | CUA | CCA | | CAA } Glutamine | CGA | A | |
| | CUG | CCG | | CAG } | CGG | G | |
| A | AUU } آيزوليوسين | ACU | دريونين | AAU } Asparagine | AGU } Siروين | U | |
| | AUC } Isoleucine | ACC | | AAC } | AGC } | C | |
| | AUA } ميثيونين (شفرة بدء) | ACA | Threonine | AAA } Lysine | AGA } Arginine | A | |
| | AUG } (Start) | ACG | | AAG } | AGG } | G | |
| G | GUU | GCU | | GAU } Aspartic acid | GGU | U | |
| | GUC } فالين | GCC | الانين | GAC } ايسارتيك | GGC } جلايسين | C | |
| | GUA | GCA | | GAA } Glutamic acid | GGA | A | |
| | GUG | GCG | | GAG } حمض الجلوتاميك | GGG | G | |

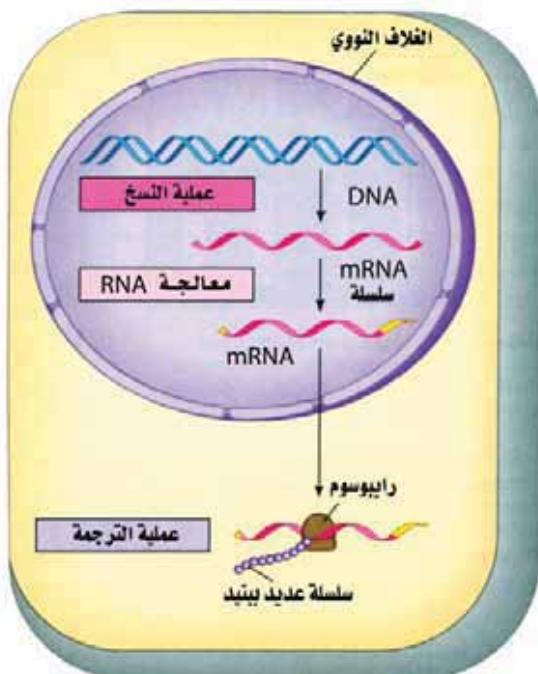
الجدول (٢-٨) : الشفرات الوراثية على جزء mRNA ، والأحماض amino

سؤال: يتكون من تسلسل الأحماض amino الآتية :

سيروين-أرجينين-الانين-ثريونين

اكتب التتابع الـnucleotideي لهذا الببتيد على سلسلة DNA واحدة، مستخدماً شفرة واحدة فقط من الجدول (٢-٨) لكل حامض amino.

٣-٨ بناء البروتين في الخلية



الشكل (٣-٨) : ملخص عملية بناء البروتين في الخلية

إن عملية بناء البروتينات في الخلية الحية عملية مستمرة باستمرار حياة الخلية؛ فالخلية الحية تبني البروتينات الوظيفية كالإنزيمات والهرمونات والأجسام المضادة، وتبني البروتينات التركيبية كالبروتينات السطحية والعائرة في العشاء البلازمي.

ادرس الشكل (٣-٨)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :

- في أي أجزاء الخلية يوجد DNA ؟
- في أي العضيات الخلوية تم عملية بناء البروتينات (سلسل عديدة البتيد)؟
- كيف يسيطر DNA على بناء البروتينات في السيتوبلازم رغم وجوده في النواة؟

لقد ثبت تجريبياً أن معلومات DNA مسؤولة عن بناء البروتينات في الخلية.
يصنع DNA جميع أنواع RNA في الخلية ، وتدعى عملية نسخ جزء من DNA على شكل $mRNA$ عملية النسخ *transcription* ، أما عملية الترجمة *translation* فهي بناء سلسلة عديدة البتيد (بروتين) من الأحماض الأمينية.

تقوم الخلية الحية بصنع البروتين من خلال عمليتين :

أولاً: النسخ

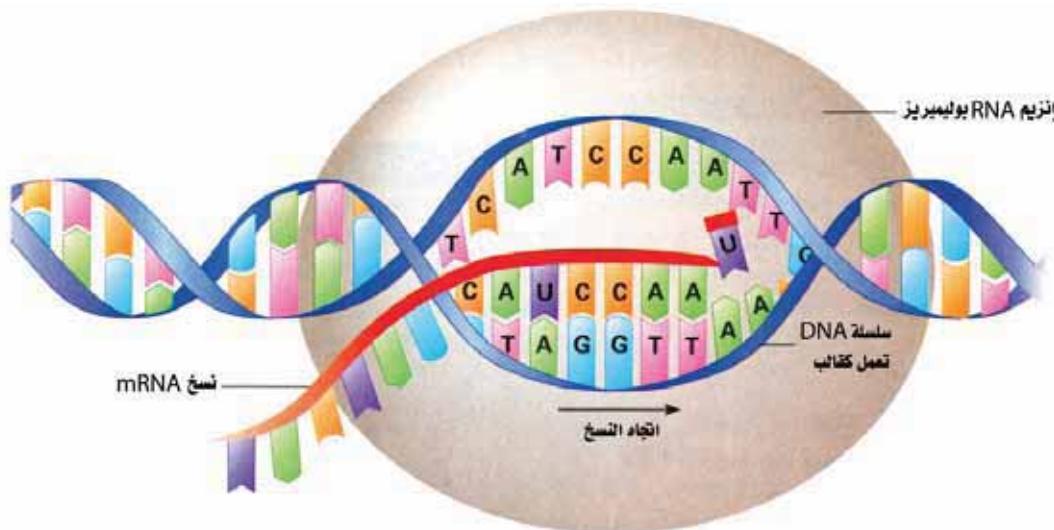
- يتم بناء $mRNA$ كما يوضحه الشكل (٤-٨) ، وفق الخطوات الآتية:
- ١ - تفكك سلسلتي DNA عن بعضهما في موقع محدد، نتيجة لكسر الروابط الهيدروجينية بينهما . *helicase* بفعل إنزيم *هيليكاز*

٢- ترتبط نيوكلويتيدات RNA الحرة في السائل النووي داخل النواة ، مع النيوكلويتيدات المكملة لها في سلسلة الشفرة(السلسلة النشطة) من DNA ، التي تعمل كقالب template لتكوين سلسلة متممة لها.

٣-ترتبط نيوكلويتيدات RNA التي اصطفت على طول سلسلة الشفرة جزء DNA مع بعضها بعضًا بروابط تساهمية تعرف برابطة الفوسفات ثنائية الستر phosphodiester bond لتكوين سلسلة من mRNA، ولإنزيم بلمرة حامض RNA polymerase دوراً أساسياً في تكوين هذه الروابط.

٤- تفكك الروابط الهيدروجينية بين سلسلة mRNA وسلسلة الشفرة في DNA، مما يؤدي إلى انفصال سلسلة mRNA ، وابتعادها عن DNA ليعود الارتباط مرة أخرى بين سلسلتي DNA في موضع انفصالهما.

لاحظ أن ترتيب النيوكلويتيدات في سلسلة mRNA الناتجة يكون مكملاً لترتيبها في سلسلة الشفرة من DNA التي تحمل المعلومات الوراثية، إلا أن نيوكلويtid اليوراسيل (U) يحل محل الثايمين (T).



الشكل (٨ - ٤) : بناء mRNA

٤- اخبار فوتوك

١-إذا كان عدد الشفرات الثلاثية التي تشفّر لحامض أميني يساوي 6 شفرات ، وهذه الشفرات تتكرر في 4 جينات. فكم عدد القواعد النيتروجينية التي تمثل هذا الحامض في الجينات الأربع.

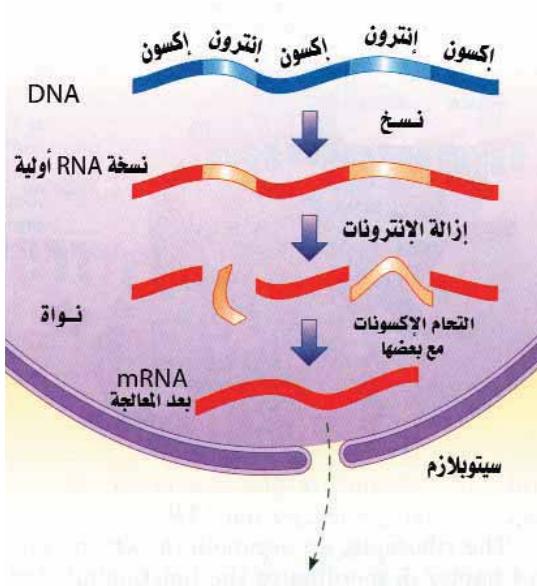
٢-لماذا لا تتم صناعة البروتين في نواة الخلية؟

٣-كيف تكيف شكل عضية الرابيوزوم مع الوظيفة التي تؤديها في أثناء صناعة البروتين؟

٤-ترتبط نيوكلويتيدات المجاورة في الأحماس النووية برابطة تساهمية هي فوسفات ثنائية الستر. فسر ذلك؟

إن سلسلة mRNA التي تم نسخها عن سلسلة الشفرة في جزء DNA تختلف في طولها ومحتوها من النيوكليوتيدات عن سلسلة mRNA التي تنتقل إلى السيتوبلازم، فمثلاً لاحظ العلماء أن نسخة mRNA تم نسخها مباشرة في النواة تحتوي على (200000) نيكليوتيد، في حين أن عدد النيوكليوتيدات في سلسلة mRNA عند وصولها إلى السيتوبلازم حوالي (1000) نيكليوتيد. فما تفسيرك لذلك؟

إن سلسلة mRNA الأولية تخضع لتغييرات تركيبية تنظمها إنزيمات متخصصة، وتسمى هذه التغييرات **عمليات معالجة mRNA (mRNA Processing)**. ويبيّن الشكل (٥-٨)، أهم هذه التغييرات :



الشكل (٥-٨) : معالجة mRNA

- ١- الحصول على نسخة كاملة من mRNA تحتوي على الإنترونات وعلى الأكسونات، وتعرف بنسخة mRNA الأولية.
- ٢- إزالة أجزاء من سلسلة mRNA لا يتضمن شفرات لبناء سلسلة عديد الببتيد، ويسمى هذا الجزء إنترون .

- ٣- الحصول على سلسلة mRNA الناضجة ، التي تنتقل عبر الغشاء النووي إلى السيتوبلازم لترتبط بالريبوسومات.

الإنترونات والأكسونات



سؤال علمي: كيف يمكن عمل نموذج يحاكي الإنترونات والأكسونات في النواة ؟

- قلم تخطيط عدد (٢) (لونين مختلفين).
- مقص.
- شريط لاصق ورقي.
- مسطرة مترية.

الإجراءات:

- ١- اقطع شريطًا ورقياً بطول (15-20 cm)، ثم الصقه على طاولتك.(يمثل الشريط اللاصق أحد الجينات في النواة).
- ٢- استخدم قلمي التخطيط لكتابة الكلمتين *appropriately joined* على الشريط اللاصق، بحيث تكتب الأحرف التي تحتها خط بلون، وبباقي الأحرف بلون آخر.
- ٣- انزع الشريط اللاصق عن الطاولة من اليسار إلى اليمين، اقطع الأحرف المتشابهة في اللون .
- ٤- الصق الأحرف ذات اللون الواحد بجانب بعضها من اليسار إلى اليمين، مع المحافظة على ترتيبها الأصلي.(سوف يتكون لديك شرطان، لكل واحد منها لون مختلف عن الآخر).

التحليل والتفسير:

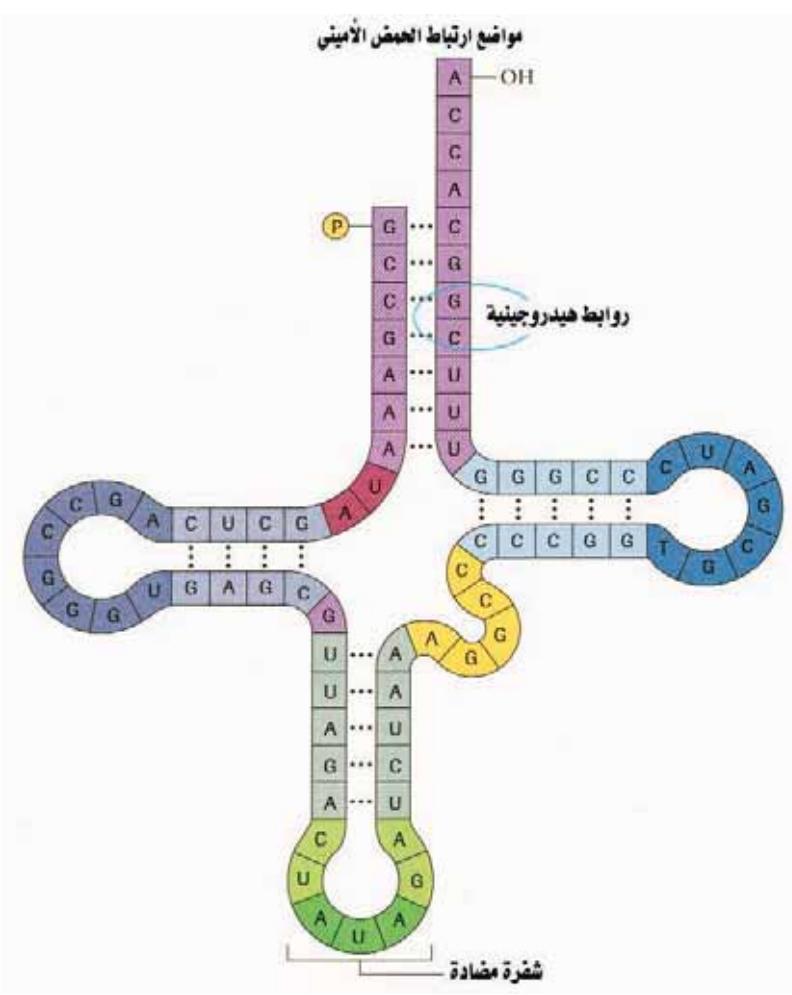
- ١- أيٌّ من الشرطين اللذين حصلت عليهما يمثل الإنترنات، وأيهما يمثل الإكسونات؟ ولماذا؟
- ٢- ما أهمية إزالة الإنترنات من الجينات قبل انتقالها إلى الريبوسومات في السيتو بلازم؟
- ٣- ما مصير الإنترنات بعد إزالتها من الجينات ؟

معلومات تعميك

- في أثناء تضاعف ال DNA يقوم إنزيم بلمرة DNA بإضافة 50 نيوكلويotide كل ثانية مما يعني أنه يحتاج إلى 700 يوم لإتمام تضاعفه، إلا أنه بسبب وجود موقع عديدة لبدء عملية التضاعف فإن التضاعف يتم بوقت قصير جدًا.

-تشابه جميع الكائنات الحية في ترجمة الشفرة الجينية الثلاثية إلى الأحماض الأمينية نفسها تقريباً وبالتالي نفس البروتين، لذلك تم استغلال هذه الفكرة في هندسة الجينات.

هناك أنواع أخرى من RNA يتم صناعتها من DNA منها:
الناقل *tRNA*، والريبوسومي *rRNA* ، إضافة إلى الرسول *mRNA*.
ويوضح الشكل (٦-٨) تركيب جزيء الحامض النووي الناقل *tRNA*.



الشكل (٦-٨) : تركيب جزء tRNA

ثانياً : عملية الترجمة Translation

تسمى عملية بناء سلسلة من الأحماض الأمينية (عديد الببتيد) بحسب تتابع الشفرات الثلاثية في mRNA عملية الترجمة *translation* ، وتتضمن عملية الترجمة سلسلة معقدة من الخطوات التي تنظمها إنزيمات متخصصة. تتبع هذه الخطوات من خلال الشكل (٧-٨) :

- ١ - نسخ سلسلة أولية لـ mRNA من DNA في النواة.
* ما اسم الإنزيم الذي ينشط هذه العملية؟
- ٢ - معالجة نسخة mRNA الأولية لتحول إلى نسخة mRNA الناضجة، ثم ينتقل mRNA من النواة عبر ثقوب الغلاف النووي إلى السيتوسول، حيث ترتبط مع الوحدتين البنائيتين للريبوسوم.
* ما الأجزاء غير الفعالة التي يتم فصلها من خلال عملية المعالجة؟
- ٣ - ارتباط جزيئات tRNA مع أحماض أمينية معينة، ويتم ذلك بحسب الشفرة المضادة التي يحملها tRNA والخاص بحمض أميني معين، ومن الجدير بالذكر أن عملية بناء أي ببتيد في الخلية تبدأ بشفرة الحمض الأميني ميسيونين AUG ، وتعرف بشفرة البدء . start codon

إن عملية تحويل *tRNA* بحمض أminoي عملية نشطة تتطلب استهلاك طاقة.

* ما نوع الطاقة المستخدمة في عملية تحويل *tRNA* بالحمض الأميني؟

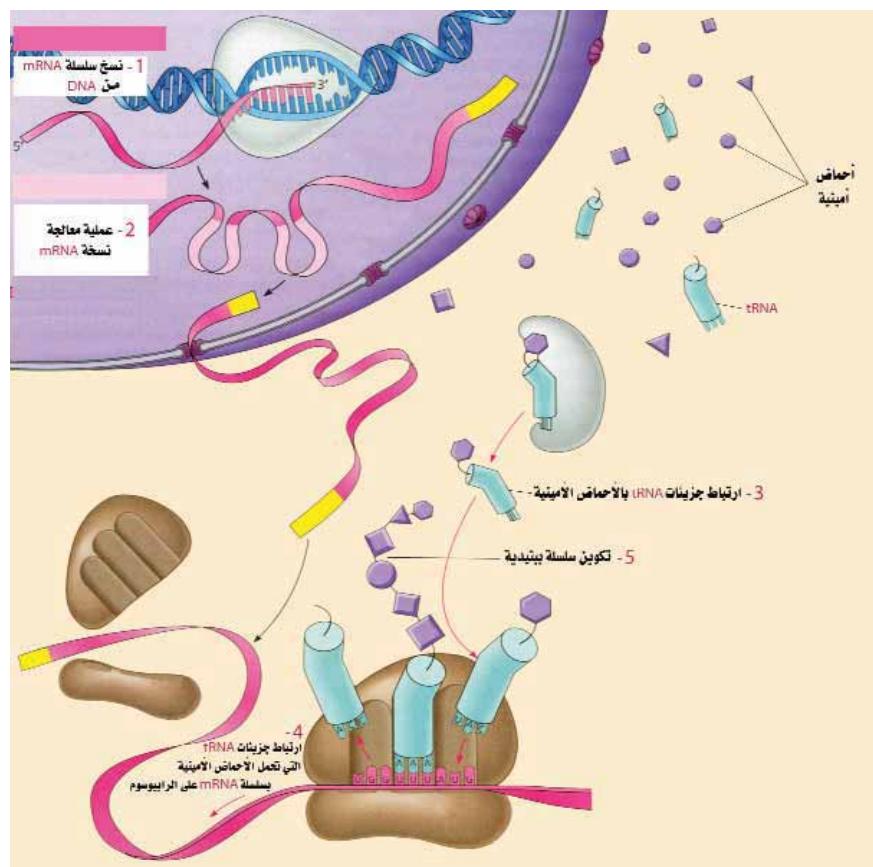
٤- تربط جزيئات *tRNA* التي تحمل أحماض أمينية بسلسلة *mRNA* في الريبوسوم، ويتم ذلك اعتماداً على ترتيب الكودونات في *mRNA*؛ بحيث يرتبط الكodon المضاد في *tRNA* مع الكodon المتمم له في *mRNA*.

٥- يُسهل وجود جزيئات *tRNA* متجاوقة تحمل أحماض أمينية تكون روابط بيبيدية بين كل حامضين أمينيين متجاورين، ينبع عنه بناء سلسلة من الأحماض الأمينية (عديد الببتيد)، ويكون ترتيب الأحماض الأمينية فيها وفقاً لترتيب الكودونات المكونة للشفرة الوراثية في *mRNA*.

٦- تنفصل السلسلة البيبيدية الناتجة، وتتفصل جزيئات *tRNA* تباعاً ليقوم كل جزيء منها مرة أخرى بنقل حامض أميني من النوع نفسه.

ولعلك تتساءل كيف يتم إنتهاء بناء سلسلة عديد الببتيد؟

إن هناك شفرات لا تشفّر أحماضًا أمينية معينة، لكنها تعمل كإشارات وقف أو إنتهاء. عند الوصول إلى شفرة الانتهاء (الوقف) على سلسلة *mRNA*، فإن الموضع (A) في الريبوسوم يستقبل بروتيناً خاصاً بدلاً من *tRNA*، وهذا البروتين يفصل سلسلة الببتيد المتكونة، فتنتهي عملية الترجمة الشكل (٧-٨).



الشكل (٧-٨) : خطوات بناء سلسلة عديد الببتيد عملية الترجمة

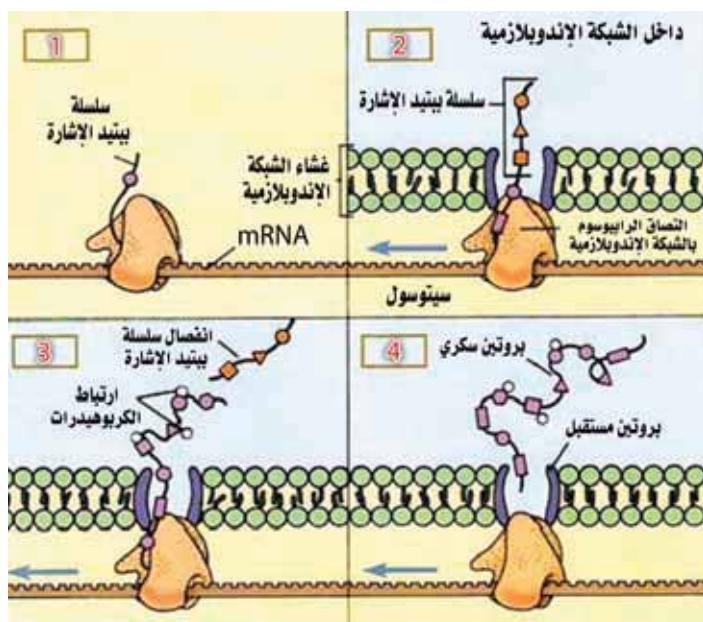
Protein Transport and Modification : نقل البروتين وتعديلاته

* ما الذي يحدد اتجاه البروتينات بعد بنائها في الرابيوبسوم ؟

لقد وجد أن تتابع عدد معين من الأحماض الأمينية في سلسلة عديد البيتيد التي تم بناؤها يشكل الإشارة اللازمة لبدء البيتيد، ويعرف هذا التتابع النيوكليويتيدي **بيتيد الإشارة signal peptide**. وقد يتم تعديل البروتين الناتج تركيبياً باتخاده مع سكريات لتكوين بروتينات سكرية، أو مع مواد دهنية لتكوين البروتينات الدهنية. الشكل (٨-٨) .

معلومات تعميم

من طرق تعديل البروتين بعد صنعه على الرابيوبسوم في الخلية حقيقة النواة إضافة مجموعة ميثيل (CH_3^-) على سلسلة الأحماض الأمينية ، وذلك لمنع هضمها بواسطة إنزيمات السيتوبلازم.



الشكل (٨-٨) : آلية نقل البروتين وتعديلاته

الفقرة ٣

١ - وجد أحد الباحثين أن نسبة عدد نيوكلويتيدات الإنترنات في قطعة DNA تشفّر لبروتين يتكون من 50 حامض أميني 80% من طول الجين المشفّر لهذا البروتين. في ضوء نتائج الباحث أجب عن الأسئلة الآتية :

أ- ما عدد النيوكليويتيدات الألترونية ؟

ب- ما عدد النيوكليويتيدات الإكسونية ؟

ج- ما أهمية الإنترنات في الخلية ؟

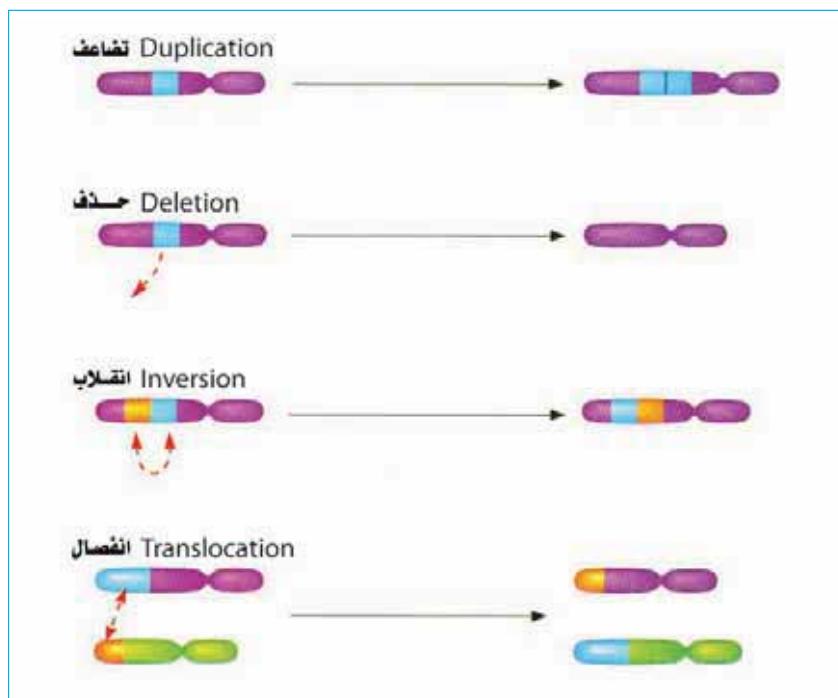
٢ - لماذا يتم تعديل البروتينات في الخلية بعد تصنيعها ؟

٤- الطفرات *Mutations*

تعرف الطفرة بأنها تغير مفاجئ يحدث في سلسلة نيوكلويتيدات الحامض النووي *DNA*. وتحدث الطفرات بشكل طبيعي بمعدل مرة كل مائة مليون نيوكلوتيد، ويزداد هذا المعدل نتيجة تأثير بعض العوامل المطفرة من بينها الإشعاعات ذات الطاقة العالية، وبعض المواد الكيميائية.

أنواع الطفرات

- ١- **الطفرات المشيوجية:** تحدث في الأمشاج (الحيوانات المنوية، حبوب اللقاح ، والبوياضات) ، ويظهر تأثيرها في النسل الجديد.
- ٢- **الطفرات الرايوجوتية :** تحدث عند إخصاب البوياضة ، ويظهر تأثيرها في الفرد الناشئ عنها .
- ٣- **الطفرات النقطية :** تحدث هذه الطفرات نتيجة لتغيير نيوكلوتيد واحد في *DNA* .
- ٤- **الطفرات الكروموسومية :** تشمل أنواع الشذوذ الكروموسومي كتغيير العدد الكلي للكروموسومات، أو حذف جزء من كروموسوم معين، أو إضافة جزء من كروموسوم آخر .
ويوضح الشكل (٩-٨) : أنواع الطفرات الكروموسومية .



الشكل (٩-٨) : أنواع الطفرات الكروموسومية

٥ـ الهندسة الوراثية *Genetic Engineering*

تعدُّ الهندسة الوراثية جزءاً من الثورة البيولوجية الحديثة، وهي مرتبطة بمجموعة من التجارب العلمية التي ظهرت حديثاً في مجال البيولوجيا الجزيئية، والتي تشمل **التحكم بالجينات** *gene regulation* ، **الاستنساخ** *cloning*، وإعادة تركيب الحامض النووي *DNA* (**Recombinant DNA**) .

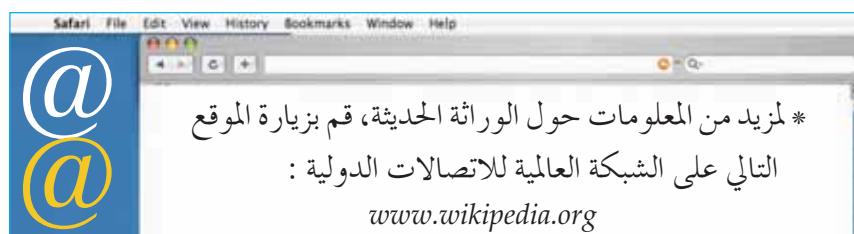
وتعُرف الهندسة الوراثية تطبيقاً بأنها عملية إدخال، أو حذف، أو استبدال، أو تعديل جين أو جينات في المحتوى الوراثي للكائن الحي بهدف الحصول على صفات جديدة أو تعزيز صفة موجودة أو التخلص من صفات غير مرغوبة.

تحتاج عملية هندسة أي جين إلى مجموعة من المتطلبات :

- **ناقل استنسال** *cloning vectors* : يُعرف ناقل الاستنسال بأنه جزء *DNA* له القدرة على التضاعف في خلية العائل ، ويمكن إدخال جين أو جينات في موقع محددة منه.
 - إنزيم لايجيزر (لام).
 - إنزيم قاطع.
 - خلية عائل.

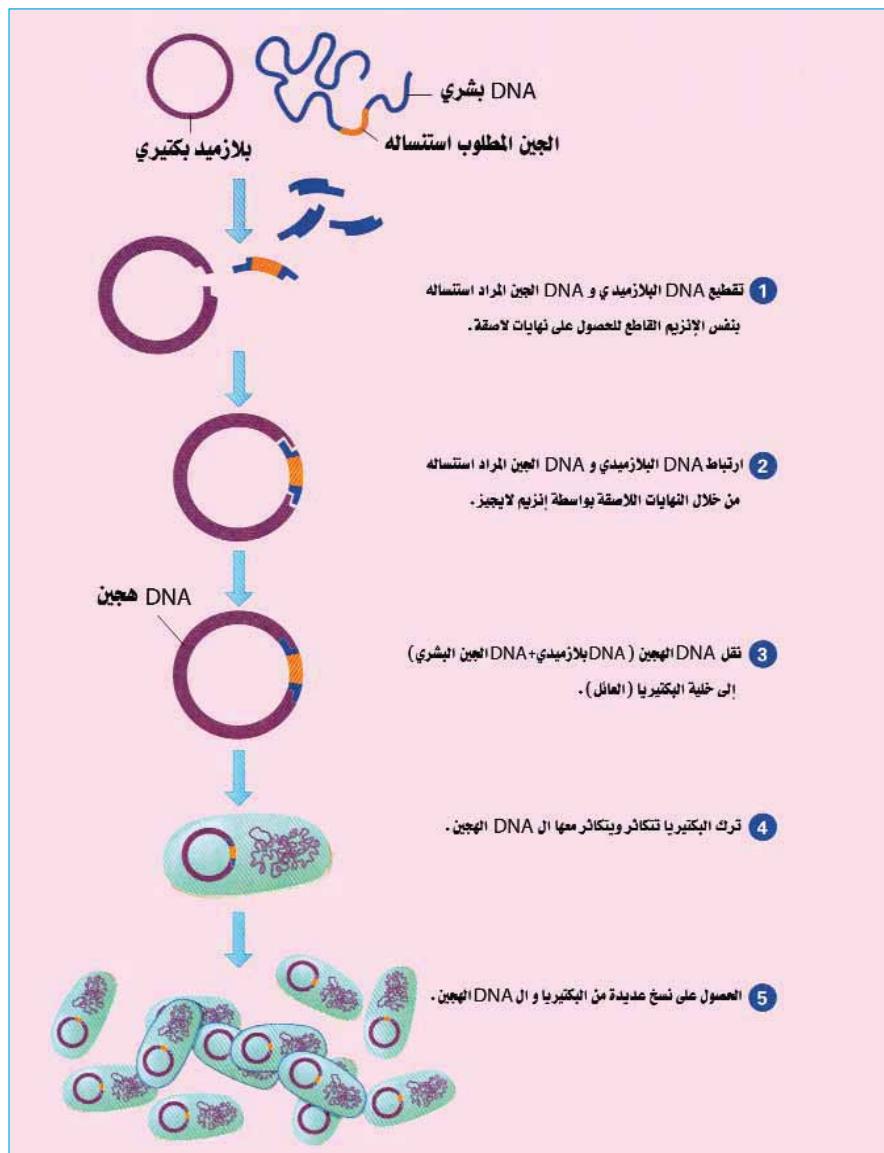
ومن نوافل الاستنسال المستخدمة في هذا المجال:

- ١- **البلازميدات** *Plasmids* : عبارة عن جزيئات *DNA* حلقة ثنائية السلسلة ، تتوارد غالباً في خلايا الكثير من السلالات البكتيرية، ويتوارد بعضها في خلايا حقيقية النواة مثل الخميرة.
- ٢- **الفيروسات** *Viruses* : هي جزيئات *DNA* أو *RNA* ، وقد تكون خيطية أو حلقة ، وقد تكون حيوانية أو بكتيرية.
- ٣- **الكوزميدات** *Cosmids* : هي بلازميدات متدرجة مع فيروسات ، وتتعدد شكلًا حلقياً ولها قدرة على حمل جزيئات *DNA* كبيرة ليتم استنسالها في الخلية العائل *host cell* .
- ٤- **الفوزميدات** *Fosmids* : هي بلازميدات تحتوي على نسخة أو عامل جنسي.



خطوات الهندسة الوراثية :

يوضح الشكل (٨-١٠) خطوات هندسة أحد الجينات في ناقل استنسال بلازميدي.



الشكل (١٠-٨) : خطوات الهندسة الوراثية

٦-٨ تطبيقات الوراثة الحديثة

Genetic of Modern Genetics

للوراثة الحديثة تطبيقات عديدة منها:

أولاً: مشروع الجينوم البشري (HGP)

يعرف الجينوم genome على أنه كل المادة الوراثية الموجودة في كروموسومات الكائن الحي على شكل جينات. فمثلاً يتكون الجينوم البشري من المادة الوراثية (الجينات) الموجودة في النواة، والمادة الوراثية (الجينات) الموجودة في الميتوكندريا.

لقد سعى العلماء للحصول على خريطة تفصيلية دقيقة جدًا لتابع النيوكلويديات، وألا يتجاوز احتمال الخطأ أكثر من قاعدة واحدة لكل 10 آلاف قاعدة ، ويعتقد العلماء أن تحديد هذه الخريطة مهم جدًا لفهم بيولوجية الإنسان؛ حيث يعتقد العلماء أن رسم خريطة الجينات ستساعدهم على التعرف على الجينات المختصة بالأمراض الخطيرة مثل السرطان، والسكري، وأمراض الأوعية الدموية، والأمراض العقلية.

وقد طور العلماء أهدافهم المرحلية في وقت لاحق وأضافوا هدفًا جديداً ، وهو التعرف على الاختلافات الفردية في الجينوم بين شخص وآخر، وقد اكتشفوا أنه رغم أن أكثر من 99% من تتابعات DNA بين البشر متشابهة فإن التغيرات الفردية قد تؤثر بشدة على استجابة الفرد للمؤثرات البيئية الضارة مثل البكتيريا ، والفيروسات ، والسموم ، والكيماويات ، والأدوية ، والعلاجات المختلفة. ولقد ظهر مصطلح البروتين *Proteome* عام 1994 على يد العالم الأسترالي **مارك ويلكينز** *Mark Welkins*. ويشير هذا المصطلح إلى الحصيلة الكلية للبروتينات المتواجدة في كل نوع من أنواع الخلايا الحية على حدة. والفرق بين الجينوم والبروتين هو أن كل خلايا الكائن الحي تحتوي على الجينوم نفسه، لكنها تختلف في محتواها من البروتين . لماذا؟

ويقدر العلماء عدد أنواع البروتينات في الجسم فيما بين 500 ألف إلى مليون بروتين، لكن كل خلية من جسمنا لا تحتوي غير 10% من هذا المجموع؛ لأنها في لحظة معينة، واستناداً إلى تخصصها لا تعبر الخلية إلا عن جزء من جيناتها.

ونتيجة ذلك تحتوي كل خلية مجموعة متميزة من البروتينات، وهذا هو البروتين الخاص بها، ومعرفة كل نوع تعتبر ضرورية للتشخيص الدقيق للمرض.

وتكتسب البروتينات أهمية كبيرة؛ لأنها الناتج النهائي لعمل الجينات، ولأنها تؤدي الأدوار الضرورية لعمل الخلية الحية كالإنزيمات التي تسرع التفاعلات الكيميائية، والمستقبلات، والأجسام المضادة.

وعلى سبيل المثال، عندما يهاجم الفيروس الخلية فهو يعوق تكوين غالبية البروتينات التي تكونت بعد الهجوم فيستعملها الفيروس في عملية التكاثر أو تستعملها الخلية حتى تكافحه. وهذه البروتينات هي أهداف محتملة للأدوية المضادة للفيروسات، ولهذا يعمل العلماء على ابتكار طائق علمية للمقارنة بين حالي البروتين قبل العدوى وبعدها، والحصول على معلومات دقيقة عن هذه البروتينات يؤدي للحصول على دواء جديد قادر على القضاء على هذه الفيروسات.

- بدأ مشروع الجينوم البشري في أكتوبر عام ١٩٩٠م، وانتهى عام ٢٠٠٣م، وهدف هذا المشروع إلى اكتشاف كل جينات الإنسان ، وأيضاً إلى اكتشاف تحديد التتابع النيوكليويدي الكامل للحمض النووي DNA . ولقد سمي العلماء القرن الحادي والعشرين بالقرن البيولوجي ؟ لما لهذا الاكتشاف من أهمية مستقبلية في تحديد الجينات المسؤولة عن الكثير من الأمراض.
- توصل العلماء إلى أن عدد الجينات في خلية الإنسان حوالي 30000 جين.
- لا تتجاوز نسبة الجينات التي استطاع العلماء التعرف على الصفات التي تشير لها عن 5% من الجينوم البشري.
- يصل عدد القواعد النيتروجينية في الجينوم البشري إلى $10^9 \times 3.3$ قاعدة نيتروجينية.

ثانياً: الاستنساخ Cloning

تعرفت في الصف التاسع على مفهوم الاستنساخ ، ودرسته كتطبيق على الانقسام الخلوي في الفصل الأول من هذا الكتاب ، وفيما يلي ستتعرف على أنواعه ، وعلى أهمية كل نوع.

١ - نسخ أو استنساخ قطع DNA عن طريق الهندسة الوراثية:

إن ما يهتم به العلماء في باب الاستنساخ هو نسخ قطع من DNA سواء كانت هذه القطع تمثل جيناً، أم جينات، أم كل الجينوم (أي كل DNA الموجود في الكائن الحي). ويقوم العلماء بهذا النوع من الاستنساخ للحصول على كمية كبيرة من نسخ DNA ، وذلك لندرة استخلاصها في كل مرة من الخلية، وكذلك لوجودها بكميات ضئيلة جداً، بالإضافة إلى صعوبة عمليات استخلاص القطع الصغيرة من الحامض النووي .

يتم نسخ قطع DNA بعدة طرق؛ ومن هذه الطرق:

النسخ باستخدام الخلايا الحية Cell-Based DNA cloning

يعتمد النسخ باستخدام الخلايا الحية على قدرة القطعة المهجنة المراد نسخها على الانقسام أو التكاثر الذاتي عندما توضع داخل الخلية الحية. لا شك أن قطع DNA ليس لديها القدرة على التكاثر الذاتي عندما تكون منفصلة عن الخلية الحية ، ولذلك فإن العلماء قاموا بتتجاوز هذا الأمر بأن ادخلوا القطعة التي يريدون نسخها في ناقل من **النوائل** (Vectors) المعروفة بقدرتها على التكاثر الذاتي. وبغض النظر عن نوع الناقل، فإن طريقة إدخال قطعة DNA المراد نسخها إلى الناقل تقريرياً واحدة.

٢- الاستنساخ التكاثري (استنساخ كائن حي كامل) *Reproductive cloning*

يعرف الاستنساخ التكاثري بأنه إنتاج كائن حي كامل، ويتم ذلك بنقل نواة خلية جسمية ثنائية الكروموسومات من كائن حي ما إلى خلية بويضة منزوعة النواة لفرد آخر من نفس النوع. ومن الناحية العلمية فإن استنساخ النعجة دولي بهذه الطريقة ليس في الحقيقة نسخة مطابقة للأم أو الأب الذي أخذت منه النواة. فهناك بعض من المادة الوراثية موجود خارج النواة، وهو بالتحديد موجود في داخل البويضة التي أزيلت منها النواة. وهذه المادة الوراثية موجودة في الميتوكوندريا.

٣- الاستنساخ العلاجي *Therapeutic cloning*

ويقصد بذلك استنساخ كائنات حية لأخذ **الخلايا الجذعية** *stem cells* ، ولا يسمح لها بالنمو إلى كائن حي كامل.

وأهمية هذه الخلايا تبع في مقدرتها على إنتاج أي خلايا أو أعضاء كالكلية، والكبد، والخلايا الدموية، والتي يطمح العلماء في استخدامها في علاج الكثير من الأمراض التي لا يوجد لها علاج شافي.

معلومات تعمق

مع أن الميتوكوندريا مصنع هام للطاقة إلا أنه يكثر فيها الطفرات مع تقدم العمر، وقد يكون لها علاقة بالهرم.

أفتير فوك

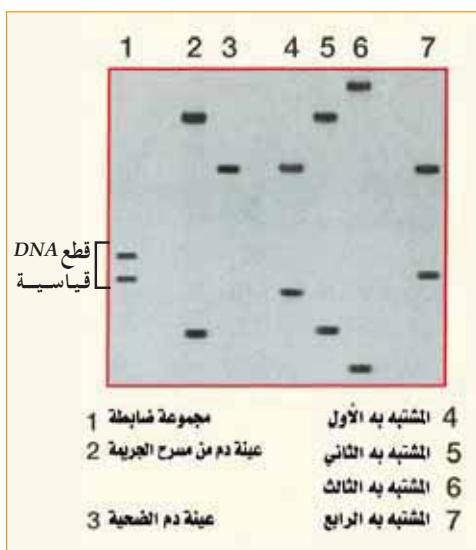
- ١- ما الغرض من استخدام ناقل استنسال عند هندسة أحد الجينات؟
- ٢- لماذا يتم نقل قطعة DNA مهجنة إلى خلية العائل؟
- ٣- قارن بين الاستنساخ العلاجي والاستنساخ التكاثري من حيث :
 - طريقة الاستنساخ .
 - الهدف
- ٤- ما أهمية البلازميدات التي تحمل جينات مقاومة المضادات الحيوية بالنسبة ل:
 - عملية هندسة أحد الجينات
 - الخلية البكتيرية.
- ٥- وُضِّح أهمية بناء مشروع الجينوم البشري في مختلف المجالات.
- ٦- في رأيك ما مخاطر مشروع الجينوم البشري؟

ثالثاً : البصمة الوراثية DNA Fingerprint

تعرف البصمة الوراثية على أنها المادة الوراثية الموجودة في خلايا جميع الكائنات الحية، وهي التي تجعلك مختلفاً عن الآخرين، وهو ما يعرف بالحامض النووي DNA.

هذا ولم تُعرف البصمة الوراثية إلا في عام ١٩٨٤ م حينما نشر **أليك جيفريز Alec Jeffreys** بحثاً أوضح فيه أن المادة الوراثية قد تتكرر عدة مرات، وتعيد نفسها في تتابعات عشوائية غير مفهومة. وواصل أبحاثه حتى توصل بعد عام واحد إلى أن هذه التتابعات النيوكليوتيدية مميزة لكل فرد، ولا يمكن أن تتشابه بين اثنين، بل إن هذا يعتبر ضرباً من المستحيل. وقد أصبح اكتشاف أليك يُعرف باسم "البصمة الوراثية للإنسان".

في البداية استخدم اختبار البصمة الوراثية في مجال الطب، وخاصة في دراسة الأمراض الجينية، وعمليات زرع الأنسجة، وغيرها، ولكنه سرعان ما دخل في عالم "الطب الشرعي Forensic medicine" حيث أصبح بالإمكان من خلال هذه البصمة التعرف على جرائم القتل والاغتصاب ، وتتبع الأطفال المفقودين وتحديد أصول الأطفال المختلف فيهم إلى غير ذلك من الأمور التي يحتاج إليها للتأكد من شخص معين. ومع مرور الزمن ثبت يقيناً صحة هذه المعلومات، وقيمة هذه البصمة.



البصمة الوراثية دليل إثبات



سؤال علمي: كيف تفسّر بيانات البصمة الوراثية؟

الإجابة: يمثل الشكل المجاور هلاماً مرحاً تر حيلاً كهربائياً لعينات دم مجموعة من المشتبه بهم في جريمة قتل، بالإضافة إلى عينة دم من الضحية نفسها. ادرسه جيداً، ثم أجب عن أسئلة التحليل والتفسير.

التحليل والتفسير: ١-لماذا تم أخذ بصمة وراثية للضحية؟

٢-ما الغرض من استخدام قطع DNA قياسية كمجموعة ضابطة؟

٣-استنتج أيّاً من المشتبه بهم الأربعه ارتكب الجريمة من خلال تحليلك بصماتهم الوراثية. ولماذا؟

٧-٨ تطبيقات التقانة الحيوية *Applications of Biotechnology*

استطاع الإنسان استخدام تقانات الهندسة الوراثية في تطبيقات حيادية كثيرة ، وفيما يلي استعراض بعض هذه التطبيقات:

أولاً: التطبيقات الزراعية *Agricultural Applications*

شملت تطبيقات التقانة الحيوية في المجال الزراعي والحيواني:

- ١- إنتاج اللقاحات الحيوانية باستخدام التقانة الحيوية.
- ٢- استخدام الهندسة الوراثية لإنتاج أصناف نباتية وحيوانية مقاومة للإمراض والظروف البيئية ، ولزيادة الإنتاج والقيمة الغذائية.
- ٣- حفظ الأصول الوراثية لأصناف الكائنات الحية ذات الأهمية بدول العالم.
- ٤- إنتاج المواد الطبية والعطرية من بعض النباتات المحلية.

ثانياً: التطبيقات الصحية *Healthy Applications*

ومن المجالات الصحية للتقانة الحيوية:

- ١- التشخيص المبكر للأمراض الوراثية وإمكانية معالجتها جينياً.
- ٢- إنتاج الأدوية والأمصال واللقاحات.
- ٣- إنتاج مستحضرات التجميل.

ثالثاً: التطبيقات الصناعية *Industrial Applications*

ومن التطبيقات الصناعية الممكنة:

- ١- استخدام بعض الكائنات الحية ككافش طبيعي للتلوث البيئي.
- ٢- عزل وإنتاج الإنزيمات ذات الاستخدام الصناعي، كتلك المستخدمة في صناعة منظفات الغسيل (الإنزيمات الحيوية).
- ٣- استخدام الكائنات الحية الدقيقة في تدوير المخلفات الصناعية، وإعادة استخدامها.

رابعاً: التطبيقات البيئية *Environmental Applications*

ومن المجالات البحثية في هذا الموضوع:

- ١- استخدام بعض الكائنات الدقيقة لتنقية مياه الصرف الصحي لإعادة استخدامها في الري.
- ٢- استخدام الهندسة الوراثية لتطوير كائنات حية تستخدم في المكافحة الحيوية.
- ٣- استخدام بعض الكائنات الحية لإعادة تدوير المخلفات البيئية وتحويلها إلى مركيبات نافعة.

٨-٨ التقانة الحيوية البحرية *Marine Biotechnology*

يمكن أن توصف التقانة الحيوية البحرية بأنها تطبيق مبادئ الهندسة الوراثية على الكائنات الحية البحرية للحصول على سلالات مهجنة جينياً وتصنيع الغذاء، وإنتاج المستحضرات الطبية، والمنتجات البحرية والزراعية والصناعية.

أساليب التقانة الحيوية البحرية :

تنقسم أساليب التقانة الحيوية البحرية إلى نوعين :

أ- التقانة الحيوية التقليدية *Traditional biotechnology*

تستخدم هذه التقانة لإنجاز العديد من التحسينات من خلال مجموعة واسعة من العمليات مثل زراعة *الخلايا والأنسجة Cells and tissue culture*، والتخمر *Fermentation*.

ب- التقانة الحيوية الحديثة *Modern biotechnology*

تم هذه التقانة من خلال التعامل المباشر مع المادة الوراثية *DNA*. وتشمل مجموعة من العمليات مثل التحكم بالجينات *Genetic manipulation*، وإعادة اتحاد المادة الوراثية *Recombinant DNA*. وقد فتحت هذه الأساليب الحديثة الطريق إلى إنتاج سلالات ذات قيمة اقتصادية عن طريق تعديل الصفات الوراثية من خلال تغيير أو نقل الجينات إلى كائن آخر، وبالتالي إحداث طفرات وراثية.

التحكم الجيني في الكائنات البحرية :

نظرًا للأهمية الاقتصادية الكبيرة للكائنات البحرية، فقد تم البدء في استخدام أساليب الهندسة الوراثية لعزل الجينات المسؤولة عن الصفات المرغوبة ، ودراستها ، ونقلها إلى الكائنات البحرية بغرض الحصول على منتج ذي قيمة ، وبأقل تكلفة اقتصادية ممكنة، أو سلالة ذات إنتاجية عالية يمكن التحكم فيها. وتهدف الهندسة الوراثية في مجال الأسماك إلى:

١ - حفظ الموارد الوراثية السمكية *Preservation of Fish genetic Resources*

إن صيد الأسماك ، وتربيتها ، وتصنيفها أو المتاجرة بها يؤمن الغذاء ، والعمل ، والدخل في المجتمعات الساحلية وغير الساحلية منذ قرون عديدة، إلا أنه في الوقت الحاضر نتيجة ل تعرض التنوع البيولوجي للثروة السمكية لخطر انقراض أصناف عديدة منها؛ وذلك بسبب الإفراط في استغلالها أو إدخال نماذج غريبة إليها أو بسبب الكوارث البيئية كان لا بد من تحسين أصناف الأسماك باستخدام أساليب الهندسة الوراثية التي تعتمد اعتماداً كلياً على التراكيب الجينية السمكية، وذلك بهدف نقل الجينات من صنف لآخر. لذا يتم صيانة وجمع وحفظ المصادر السمكية الهامة بشكل قابل للاستمرار في مزارع خاصة.

٢- عمليات التحويل الجيني للأسمك *Genetic Transformation*



الشكل (١١-٨): أسماك محورة وراثياً

معظم برامج تحسين أصناف الأسماك تعتمد على طرق التربية التقليدية، ولكن في الآونة الأخيرة حدث تقدم كبير في استخدام التحويل الجيني لإنتاج أسماك معدلة وراثياً كما هو موضح في الشكل (١١-٨).

وقد شجع على ذلك أن أصناف الأسماك التي يتم تربيتها في المزارع السمكية تتشابه وراثياً مع الأصناف التي تعيش في بيئاتها الطبيعية؛ مما

يساعد ويفتح فرضاً كبيراً لعمليات نقل الجينات بين الأنواع ، وذلك للأسباب الآتية:

- ١- سهولة الحصول على البيض والحيوانات المنوية من الأسماك بدون عمليات جراحية .
- ٢- كبر حجم البيض نسبياً.

٣- قدرة الحيوان المنوي على الحياة لمدة تتراوح بين أسبوع إلى أسبوعين في محلول فسيولوجي (٠.٩٪ ملح طعام).

٤- عدم الحاجة إلى التعقيم لإجراء عمليات التخصيب.

ويتم نقل الجينات إلى البوصات الخصبة إما عن طريق **الحقن المجهري** *microinjection* ، وإما عن طريق **الثقب الكهربائي** *electroporation* . يلي ذلك تحضير البيض في ظروف خاصة حتى يتم الفقس ، وبذلك نحصل على أسماك ذات جينات معدلة.

٨-٧ الجوانب السلبية المتوقعة للهندسة الوراثية *Harmful of Genetic Engineering*

فكما أن لكل تطبيق علمي في الحياة جانب إيجابي وآخر سلبي ، فإن للهندسة الوراثية كذلك جوانب سلبية يتوقع أن تظهر عند إجراء الدراسات الكافية على تطبيقاتها .
ومن سلبيات الهندسة الوراثية المتوقعة:

- ١- ظهور أمراض جديدة نتيجة لادخال أو حذف أو تعديل جينات معينة في الكائنات الحية خاصة الفيروسات والبكتيريا .
- ٢- ظهور وانتشار كائنات حية دقيقة مهندسة وراثياً ذات خطورة كبيرة على الحياة البشرية ، والحيوانية ، والنباتية .
- ٣- قد تزيد الهندسة الوراثية بصورة غير متعددة المواد المضرة أو تغير في مستوى العناصر المغذية في بعض الأطعمة .
- ٤- احتمال أن تؤثر الكائنات المعدلة وراثياً على توازن البيئة ، والطبيعة ، والتنوع الحيوي عن طريق أن هذه الكائنات المحورة أو المعدلة وراثياً قد يؤدي إطلاقها إلى تعديل أو تغيير في النظام البيئي بطرق غير متوقعة ، وقد يحدث تلوث بيئي نتيجة لتكاثر الكائنات المعدلة وراثياً مع الكائنات الطبيعية .

أسئلة الفصل

♦ **السؤال الأول : اختر رمز الإجابة الصحيحة من بين البدائل المطروحة لكل من المفردات الآتية :**

١- القاعدة النيتروجينية الموجودة في RNA وغير موجودة في DNA:

- | | |
|---------------|---------------|
| بـ- الجوانين | أـ- الأديبين |
| دـ- اليوراسيل | جـ- الثنائيين |

٢- تحتوي البويبة غير الخصبة على كمية DNA:

- أ- ضعف كمية DNA الحيوان المنوي
ب- تعادل كمية DNA الحيوان المنوي
ج- نصف كمية DNA الحيوان المنوي
د- ربع كمية DNA الحيوان المنوي

٣- يطلق على التابع النيوكليوتيدي الذي لا يشفر إلى بروتين مصطلح:

- أ- الإنترنون
ب- الإيكسون
ج- الشفرة المضادة
د- الشفرة المكملة

٤- الحامض النووي الذي يحمل الشفرة المضادة:

- tRNA* - بـ *DNA* - أـ
rRNA - دـ *mRNA* - جـ

٥- التتابع النيوكليوي تيدي على $mRNA$ والمكمل للشفرة الوراثية الثلاثية *ATG*:

- AUC -ب UAC -أ
UAG -د AUG -ج

٦- إذا كانت نسبة الإكسونات في جين طوله 10000 نيوكلريوتيد 70% ، فإن عدد النيوكليوتيدات غير الفعالة يساوي :

- | | | | |
|----|------|----|------|
| ب- | 3000 | أ- | 2100 |
| د- | 7000 | ج- | 5000 |

٧- ناقل الاستنسال الذي يحتوي على نتوء جنسي :

- | | | | |
|----|--------|----|---------|
| ب- | فوزميد | أ- | بلازميد |
| د- | فيروس | ج- | كوزميد |

◆ السؤال الثاني :

أ) فسر العبارت الآتية:

- ١- يجب أن تكون الشفرة من ثلاثة نيوكلريوتيدات حتى تشفر لحمض أميني.
٢- الروابط بين النيوكليوتيدات المتقابلة في سلسلتي DNA روابط هيدروجينية ضعيفة.

ب) تنبأ بما يحدث:

- ١- لقطعة DNA هجينية بعد إدخالها إلى خلية بكثيرية حية.
٢- عندما يتمكن العلماء من تحديد البروتين البشري.

ج) ما أهمية الخلايا الجذعية؟

◆ السؤال الثالث :

وضُح خطوات هندسة جين هرمون النمو، مستخدماً البلازميد كناقل استنسال والبكتيريا كخلية عائل.

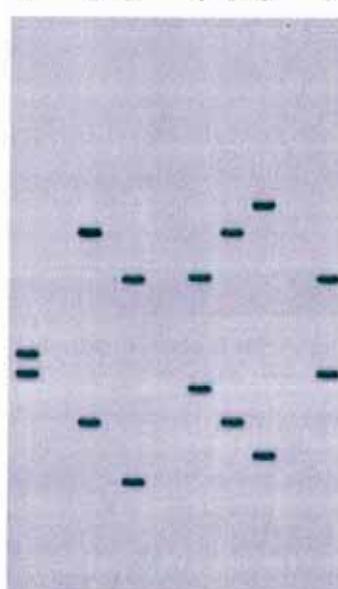
◆ السؤال الرابع :

أ) علل العبارات الآتية

- ١- إجراء عملية التحوير الجيني في الأسماك أسهل بكثير من إجرائها في الثدييات.
- ٢- هناك تخوف لدى الكثير من الناس من تناول الأغذية المعدلة وراثياً.

ب) اذكر ثلاثة تطبيقات للهندسة الوراثية في مجال البيئة.

1 2 3 4 5 6 7



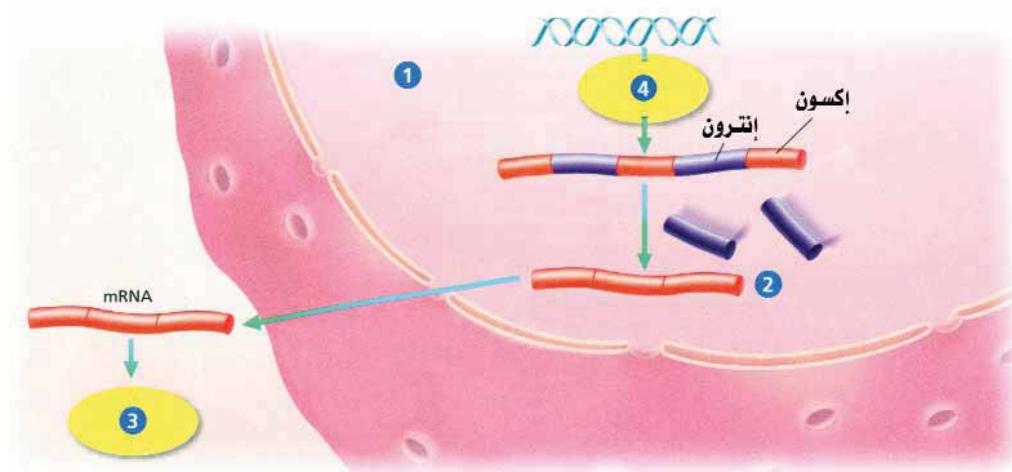
- ١ عينة دم الضحية
- ٢ عينة دم من مسرح الجريمة
- ٣ عينة دم المشتبه به الأول
- ٤ عينة دم المشتبه به الثاني
- ٥ عينة دم المشتبه به الثالث
- ٦ عينة دم المشتبه به الرابع
- ٧ عينة دم المشتبه به الخامس

ج) يمثل الشكل المقابل هلام مرحل ترحيلياً كهربائياً لعينات دم مجموعة من الأشخاص المشتبه بهم في ارتكاب جريمة قتل. ادرس الشكل ثم أجب الأسئلة الآتية:

- ١- ما مبدأ تقنية الترحيل الكهربائي على الهلام؟
- ٢- أيٌ من المشتبه بهم يمكن أن يكون القاتل؟ ولماذا؟
- ٣- ما الغرض من استخدام قطع قياسية؟

- د) ما التطبيقات الحياتية لتقنية البصمة الوراثية؟
- هـ) ما الترتيب الجديد للتابع النيوكليويتيدي التالي AATTGCGCT إذا حدثت طفرة :
- حذف نيكوتيناميد السايتوسين.
 - انقلاب بين نيكوتيناميدات G , C .

و) يوضح الشكل التالي ملخصاً لعملية بناء البروتين في الخلية. ادرسه جيداً ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



- ١- إلى ماذا تشير الأرقام ٣, ٢, ١ ؟
- ٢- ما اسم العملية التي يشير إليها الرقم (٤)؟ وما أهميتها؟
- ٣- أين تحدث عملية الترجمة في الخلية؟ وما العضوية المسؤولة عن صنع البروتين فيه؟

ارتباط علم الأحياء بالمهن

أخصائي بعلم الأجنة Embryologist

بعد الحصول على الدرجة الجامعية الأولى في مجال علم الأحياء، يمكن استكمال الدراسات العليا في مجال علم الأجنة للحصول على الماجستير والدكتوراة في مجال التخصص، ويمكن العمل في مهنة التدريس الجامعي، أو في مراكز الأبحاث، أو في مراكز الخصوبة ومعالجة مشاكل العقم.

طبيب نسائية Gynecologist

بعد الحصول على درجة الطب العام يمكن التخصص في مجال الأمراض النسائية والتوليد، والعمل في المراكز الصحية والمستشفيات الحكومية والخاصة، وكذلك يمكن الحصول على درجة الماجستير والدكتوراة في نفس المجال والعمل في التدريس في الجامعات وفي مراكز الأبحاث، أو فتح عيادة خاصة. يستطيع طبيب النساء التعرف على مسببات الأمراض النسائية وأعراض الأمراض النسائية وطرق علاجها، كما يمكنه المساعدة في حل مشكلات العقم وتنظيم النسل.

طبيب أمراض تناسلية ومسالك بولية Urologist

بعد الحصول على الدرجة الجامعية الأولى في الطب البشري يمكن التخصص في مجال الأمراض التناسلية والمسالك البولية للجنسين والعمل في القطاعين الحكومي والخاص، حيث يركز هذا التخصص على دراسة الأجهزة التناسلية لدى الجنسين من حيث التركيب والوظيفة والأمراض التي تصيبها ، وطرق علاجها .

مستشار وراثي Genetic counselor

بعد الحصول على الدرجة الجامعية الأولى في علم الأحياء ، يمكن التخصص في مجال الوراثة والحصول على درجتي الماجستير والدكتوراة في مجال علم الوراثة . يمكن العمل في الجامعات ومراكز الأبحاث والمستشفيات.

يمكن لطبيب الأمراض التناسلية تقديم النصح والإرشاد للمقبلين على الزواج ، وعمل مخطط كروموزومي لتحديد فيما كان لديهم أية عيوب وراثية.

1. Alton & others. (2002). *Biology -The Dynamics of Life*. Glencoe. USA.
2. Boyle, M. & Senior, K. (2002). *Biology*. second edition. Collins.
3. Campbell, N.A., Williamson, B. & Heyden, R.J. (2004). *Biology (Exploring Life)*. Prentice Hall. USA.
4. Campbell, N.A. & Reece, J.B. (2002). *Biology*. Sixth Edition. Benjamin Cummings.
5. Coolidge, E& others. (2002). *Science Explorer (Life Science)*. Prentice Hall. USA.
6. Germann, W.J. & Stanfield, C.L. (2005). *Principles of Human Physiolog*. Second Edition. Stanfield. USA.
7. Glenn & Toole. S. (1999). *Biology (for Advanced Level)*. Nelson Thornes. UK.
8. Johnson, G.B. & Raven, P.H., (2001). *Biology (Principles & Explorations)*. Holt, Rinehart and Winston. USA.
9. Kwan, L. & Lam, E. (2007). *Discover Biology*. Marshall Cavendish. Singapore.
10. Larue, C.J. (2004). *Biology*. AGS Publishing. USA.
11. Martini & Batholomew. (2003). *Essentials of Anatomy & Physiology*. third edition. Pearson. USA.
12. Miller, K.R. & Levine, J. (2002). *Biology*. Prentice Hall. USA.
13. Murray, J. (2002). Advanced Biology (Principles & Applications), C J Clegg with D G Mackean. London.
14. Postlethwait, J. H. & Hopson, J. L., (2006). *Modern Biology*. Holt, Rinehart and Winston. USA.
15. Raven & others. (2005). *Biology*. McGraw-Hill. USA.
16. Ritter, B. & others. (2007). *Biology*. Nelson. Canada.
17. Roberts, M. B. V. (1986). *Biology for life*. second edition. Nelson.
18. Schreer, W.D. & Stoltze, H. J. (1999). *Biology (The Study of Life)*. Prentice Hall. Fourth edition. USA.

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ