الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

الأكاديمية العربية الدولية

المقررات الجامعية

www.aiacademy.info | care@aiacademy.info

الوحدة الثالثة 3

أجهـزة جسـم الإنسـان

Human Body Systems

سياحة المسارات البيئية نهج جديد لإحياء التراث الثقافي والحضاري الفلسطيني، وليتمكن عشاق الطبيعة الفلسطينية من تحمل مشاق المسار والحفاظ على الاتزان الداخلي أثناء السير، تتآزر كل أجهزة الجسم لتحقيق هذا الهدف.

يتوقع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على التعرف إلى أجزاء ووظائف مجموعة من الأجهزة التي تساهم في الحفاظ على ثبات البيئة الداخلية للجسم مثل الجهاز الهيكلي والجهاز الدوراني والجهاز المناعي من خلال تحقيق الآتي:

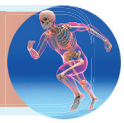
1. التعرف إلى تركيب الجهاز الهيكلي والدوراني والمناعي ووظائف مكوناتها.
2. توضيح بعض العمليات الحيوية التي تتم في أجسامنا كآلية التئام كسور العظم ونبض القلب والدفاع عن الجسم.
3. وصف بعض المشكلات الصحية ذات العلاقة بهذه الأجهزة وطرق علاجها.
4. رسم بعض أجزاء أجهزة جسم الإنسان كالقلب، والجسم المضاد.
5. إعداد مشروع تحضير الهيكل العظمي للأرنب.

الفصل الأول 1

الجهاز الهيكلي The Skeletal System

لقد وهب الله تعالى الإنسان كغيره من الفقاريات هيكلاً داخلياً يتكون من عظام وغضاريف يعمل كدعامة للأنسجة والأعضاء، ويجمع بين الصلابة والمرونة، ويكسب الجسم شكله. فما أقسام الجهاز الهيكلي؟ وما تركيب العظم؟ وكيف تلتئم كسور العظام؟ وما أنواع المفاصل؟ هذه الأسئلة، وأخرى غيرها سأتمكن من الإجابة عليها بعد دراسة هذا الفصل، وسأكون قادراً على:

1. التعرف إلى وظائف الجهاز الهيكلي.
2. التمييز بين عظام الهيكل المحوري والهيكل الطرفي.
3. التمييز بين أشكال العظم.
4. وصف تركيب نسيج العظم والغضروف.
5. توضيح آلية التئام كسر في العظم.
6. التمييز بين أنواع المفاصل من حيث التركيب والوظيفة.
7. التعرف إلى بعض المشكلات الصحية المتعلقة بالجهاز الهيكلي، والتقنيات الخاصة بحلها.



1.1 وظائف الجهاز الهيكلي Functions of the Skeletal System

يتكون الهيكل العظمي في الإنسان من عظام ترتبط بعضها ببعض وغضاريف وأربطة وأنسجة ضامة أخرى تثبتها، وهذه العظام تمد الجسم كله بهيكل دعامي صلب. كما أن الهيكل العظمي، وبالتآزر مع أجهزة الجسم الأخرى، يُمَكِّن الجسم من الحركة، والانتقال، والقيام بالحركات الرياضية.

سؤال: ما العلاقة بين الهيكل العظمي للإنسان وهيكل المنزل المكون من جسور وأعمدة.

يقوم الجهاز الهيكلي في جسم الإنسان بعدة وظائف مهمة، منها:

أ- الدعامة: يعطي الجهاز الهيكلي الشكل العام للجسم، يعطي كلاً من الساقين والحوض والعمود الفقري الدعم للجسم، وتدعم عظام الفك الأسنان، وتدعم جميع العظام العضلات.

ب- خزن الأملاح والدهون: تشكل العظام مخزناً رئيساً لعنصري الكالسيوم والفسفور في الجسم. كما تُخزَّن الدهون في نخاع العظم الأصفر لتشكل مصدراً للطاقة في الجسم.

جـ- إنتاج خلايا الدم: يتم إنتاج جميع أنواع خلايا الدم في نخاع العظم الأحمر لبعض العظام.

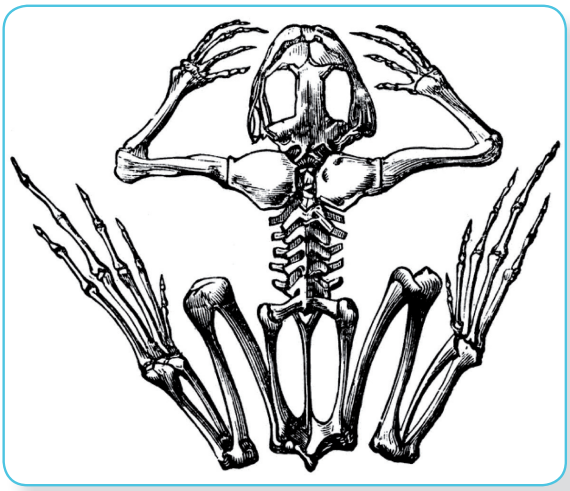
د- الحماية: تعمل العظام على حماية أجهزة الجسم وأعضائه، فالأضلاع تسهم في تكوين القفص الصدري الذي يحمي القلب والرئتين، ويحمي العمود الفقري الحبل الشوكي، ماذا تحمي كل من عظام الجمجمة وعظام الحوض من أعضاء في جسم الإنسان؟

هـ- الحركة: تساعد العظام التي تتصل بها العضلات على حركة الجسم، فمثلاً عندما تنقبض العضلات تتحرك عظام الذراع أو الساق؛ ما يسبب حركتيهما، كما تساعد العضلات المرتبطة مع الأضلاع على حدوث الحركات التنفسية (الشهيق والزفير) بصورة طبيعية.

سؤال: ماذا يمكن أن يحدث لأجسامنا لو جردت من الهيكل العظمي؟

نشاط (1): أجمع عظاماً أو صوراً لهياكل عظمية

أجمع عظاماً أو صوراً لهياكل عظمية لعدد من الكائنات الحية، وأتعرف على الكائن الحي من خلال عظامه. أنظر الشكل (1).



الشكل (1): هيكل عظمي لضفدع

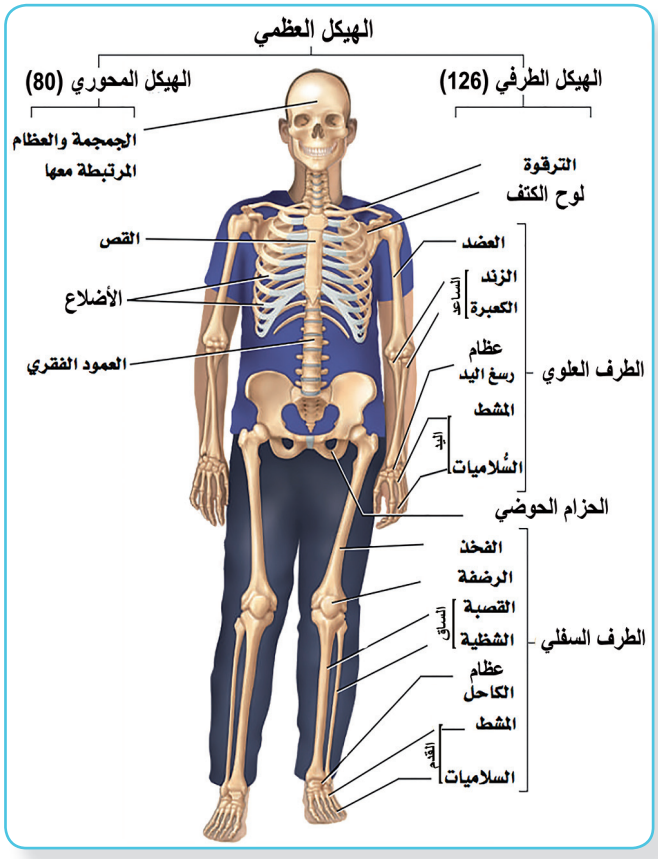
2.1 أقسام الجهاز الهيكلي Skeletal System's Parts

أتأمل الشكل (2) جيداً وأجيب عن الأسئلة الآتية:

أ- ما عدد عظام الإنسان البالغ؟

ب- ما أقسام الجهاز الهيكلي؟

جـ- من خلال تفحصي مجسماً للهيكل العظمي، أصمم مخططاً تصنيفياً يجمع العظام المبينة في الشكل (2).

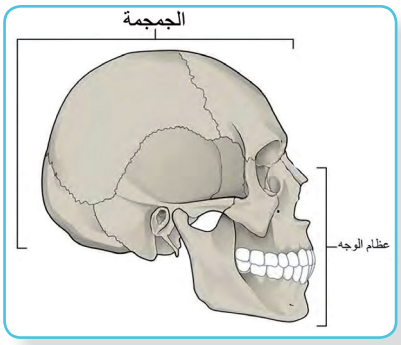


الشكل (2): الهيكل العظمي في الإنسان

بالرجوع للشكل (2) نلاحظ أن الهيكل العظمي للإنسان يتكون من قسمين رئيسيين، هما:

أولاً: الهيكل المحوري Axial Skeleton

يتكون الهيكل المحوري من الأجزاء الآتية:

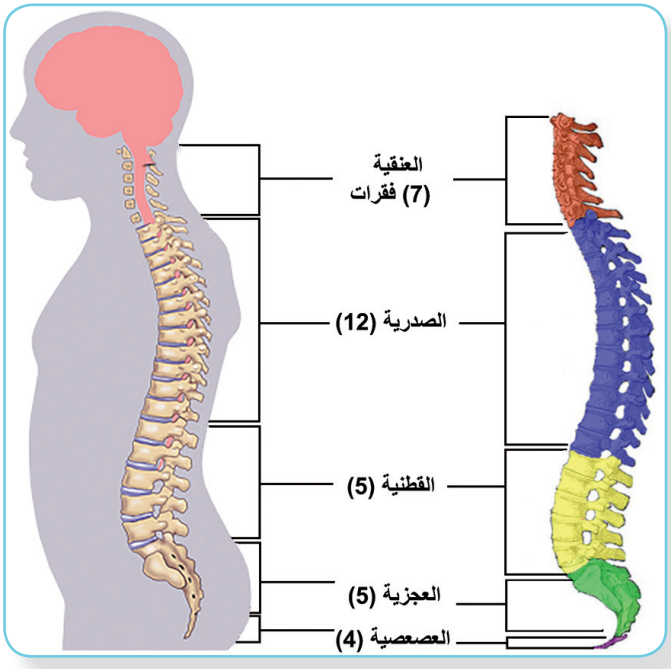


الشكل (3): الجمجمة

1- **الجمجمة Skull:** عبارة عن تجويف من العظام المسننة والمتداخلة بعضها مع بعض تحيط بالدماغ، إضافة إلى عظام الوجه. عدد عظامها (22) عظمة ويوجد ثقب كبير في قاعدة الجمجمة يدعى ثقب ماغنوم Foramen Magnum. ما أهميته؟

سؤال: عظام جمجمة الطفل حديث الولادة لينة ومتباعدة قليلاً، ما أهمية ذلك بالنسبة للطفل والأم أثناء الولادة؟

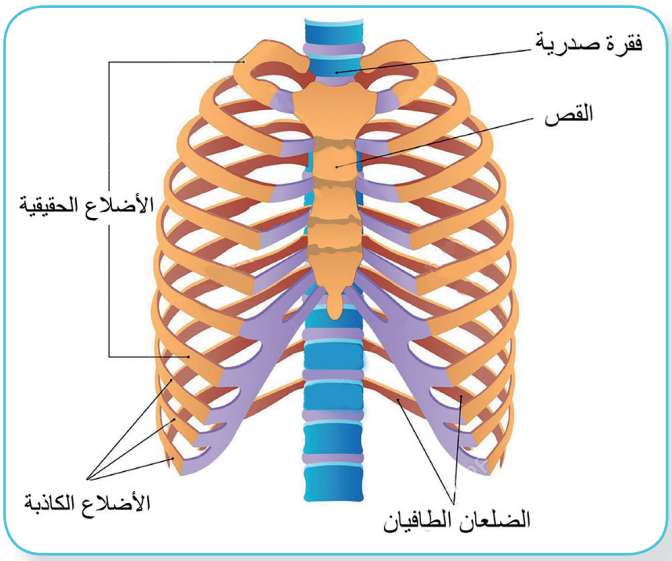
2- **العمود الفقري Vertebral Column:** يوفر دعامة للجسم ويحمل معظم ثقله، ويشكل قناة فقرية يمر فيها الحبل الشوكي. ويتكون من مجموعة من العظام غير منتظمة الشكل مرتبة الواحدة فوق الأخرى تسمى **الفقرات**. ويمتاز العمود الفقري باتصال فقراته بعضها البعض بوساطة أربطة، يفصلها أقراص ليفية غضروفية تعطيه المرونة أثناء الحركة، وتعمل على تحمل الضغط الواقع عليه. أستعين بالشكل (4) وأبيّن عدد الفقرات وأنواعها وموقعها في العمود الفقري، وأي الفقرات متحركة وأيها ملتحمة.



الشكل (4): فقرات العمود الفقري

3- القفص الصدري Thoracic Cage:

يتكون من 12 زوجاً من الأضلاع، وعظمة القص، والفقرات الصدرية. تتصل الأضلاع من الخلف بالفقرات الصدرية ومن الأمام تتصل سبعة أزواج منها بعظمة القص مباشرة من خلال غضاريف الأضلاع، وتسمى الأضلاع الحقيقية، وثلاثة أزواج لا تتصل بعظمة القص مباشرة، وتسمى الأضلاع الكاذبة، وزوجان لا يتصلان نهائياً بعظمة القص، تسمى الأضلاع الطافية. أنظر الشكل (5).



الشكل (5): القفص الصدري

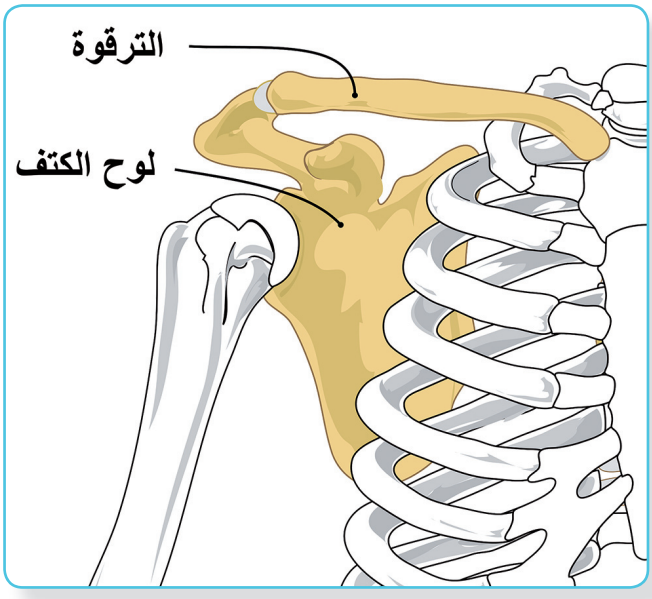
ثانياً: الهيكل الطرفي Appendicular Skeleton

يتكون الهيكل الطرفي من الأجزاء الآتية:

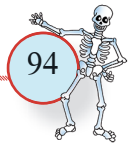
1- الحزام الصدري Pectoral Girdle: يربط بين الأطراف العلوية والهيكل المحوري، ويتكون مما يأتي:

أ- عظمتا الترقوة Clavicle: يشكل كل منهما عظماً أمامياً رفيعاً، تتصلان من الخلف بشوكة علوية بارزة من لوح الكتف، تسهم في تكوين مفصل الكتف. بماذا تتصل عظمة الترقوة من الأمام؟

ب- عظمتا لوح الكتف: يشكل كل منهما عظماً خلفياً مثلث الشكل ومسطحاً، ويحوي تجويفاً خاصاً بطرف عظم اللوح لاستقبال عظم العضد.

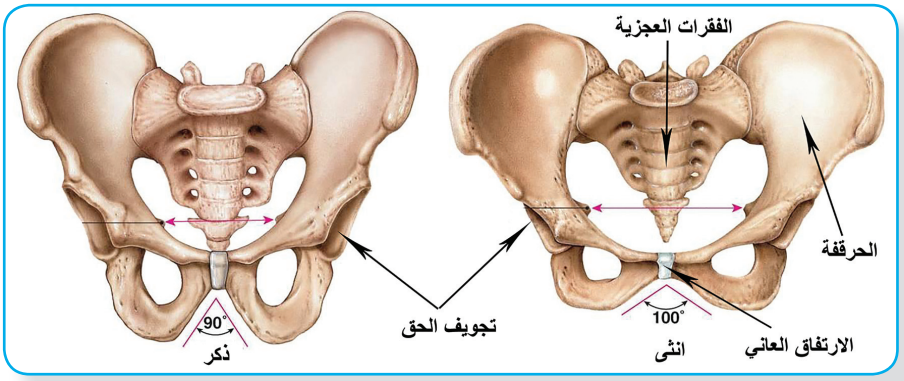


الشكل (6): الحزام الصدري



سؤال: تساعد عظام الحزام الصدري في إعطاء الطرف العلوي درجة عالية من المرونة في الحركة، ما سلبية سوء استخدام هذه المرونة؟

2- الحزام الحوضي Pelvic Girdle: يربط بين الأطراف السفلية والهيكل المحوري، ويتكون من عظام الورك، وتدعى أيضاً العظم عديم الاسم Innominate Bones، وتتكون من عظمتين متماثلتين تشكل الحرقفة Ilium الجزء العلوي منهما، يلتقيان من الأمام في مفصل غضروفي يدعى الارتفاق العاني Pubic Symphysis، ويتصلان من الخلف بعدد من فقرات المنطقة العجزية والعصعصية للعمود الفقري مكونة **الحوض**، أنظر الشكل (7). يوجد عند كل جانب من جانبي الحوض تجويف يسمى تجويف الحق، ما العظم الذي يتمفصل مع تجويف الحق؟

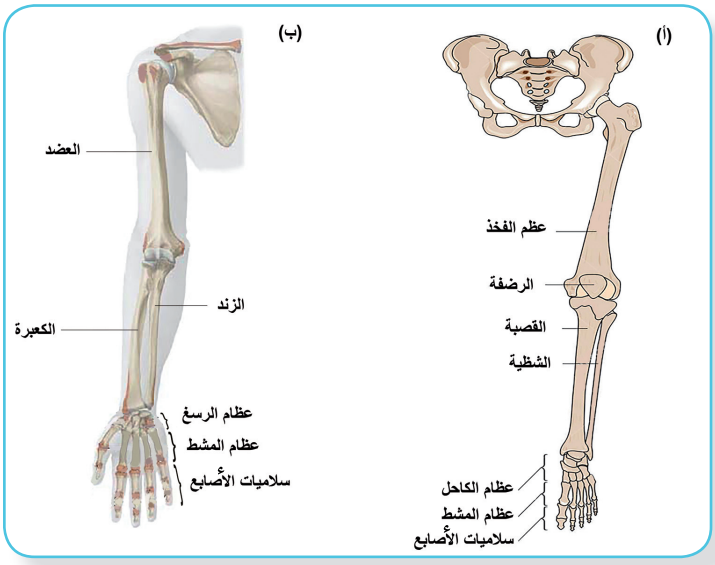


الشكل (7): الحزام الحوضي

سؤال: الحوض في الأنثى أوسع منه في الرجل، ما أهمية ذلك؟

3- الأطراف Limbs: الطرفان العلويان والطرفان السفليان Upper and Lower Limbs.

أنظر الشكل (8) وأحدد مكونات كل طرف علوي وسفلي.



الشكل (8): الطرفان السفلي (أ) والعلوي (ب)

سؤال: مستعينا بالشكل (8) أو بمجسم الهيكل العظمي، أقارن بين عظام الطرف العلوي والسفلي، وأكمل الجدول (1)

الجدول (1): عظام الطرف العلوي والسفلي وعددها

عظام الطرف العلوي		عظام الطرف السفلي	
اسم العظمة	عددها	اسم العظمة	عددها

نشاط (2): كيف يشبه جناح الدجاجة الطرف العلوي في الإنسان؟

يتكون الهيكل العظمي للفقاريات من العظام والغضاريف والمفاصل، وللتعرف على كيفية ارتباط العظام بعضها مع بعض من جهة، وارتباطها بالعضلات من جهة أخرى، أنفذ النشاط الآتي:

المواد والأدوات:

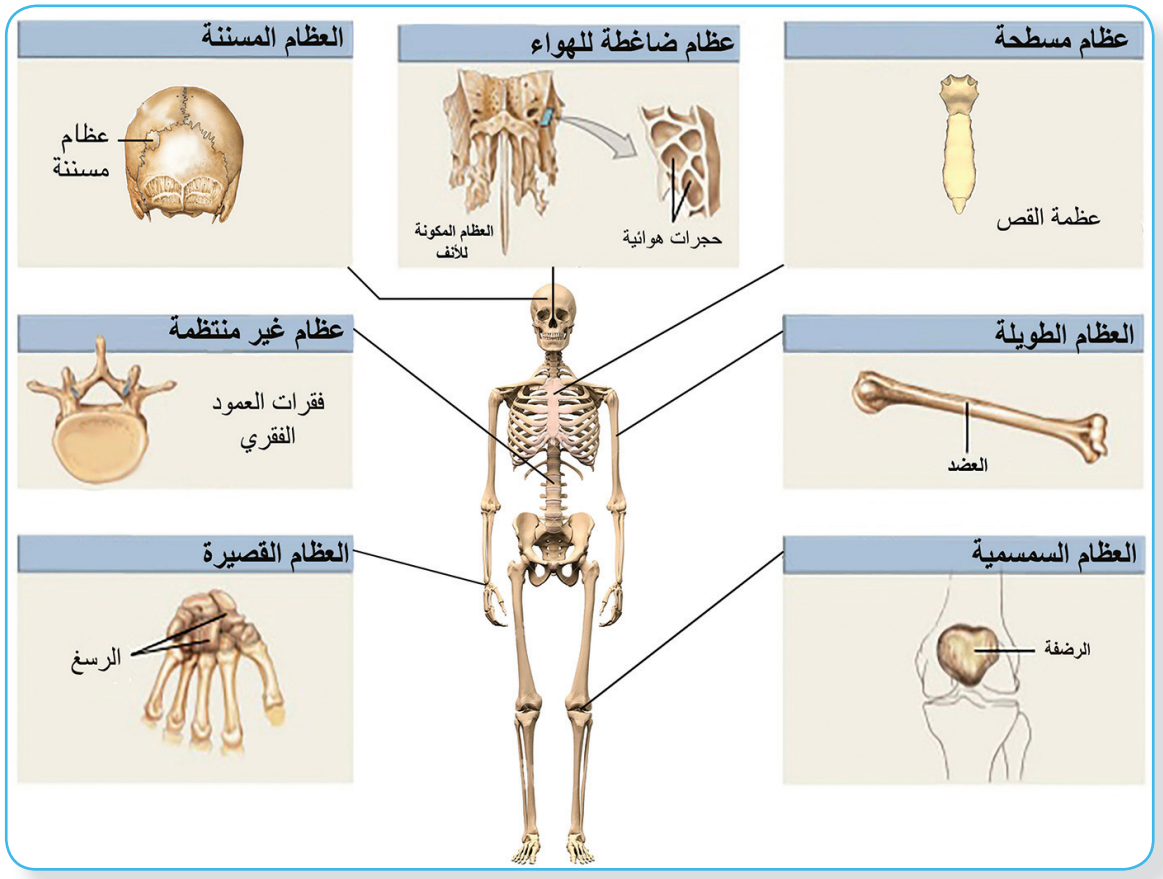
طبق تشريح، أدوات تشريح، قفازات، أجنحة دجاج

خطوات العمل:

1. أحضر جناح دجاج نظيفاً ومحفوظاً في كيس بلاستيكي، ألاحظ الجلد الذي يغطي الجناح.
2. أحرك الجناح داخل الكيس، وأحدد كيف يتحرك، ومكان العظام والعضلات.
3. ألبس القفازات وأضع جناح الدجاجة فوق لوح التشريح.
4. أستخدم أدوات التشريح في فصل العضلات عن العظام برفق مع بقاء نهاية الأطراف متماسكة، ما الذي يربط بين العضلة والعظم؟ وما الذي يُبقي العظام متماسكة معا؟
5. أقارن بين جناح دجاج والطرف العلوي للإنسان.

3.1 أشكال العظم

يعد العظم نسيجاً ضاماً، له أشكال وأحجام مختلفة، ويعكس هذا التنوع تنوعاً في الوظائف، وتصنف العظام إلى سبع مجموعات، استنادا إلى أشكالها. أدرس الشكل (9)، وأحدد أشكال العظم، وأمثلة عليها.



الشكل (9): أشكال العظم

4.1 تركيب نسيج العظم

العظم عبارة عن نسيج ضام يتكون من خلايا حية متخصصة توجد في مادة بين خلوية صلبة، ويتكون العظم من المكونات الآتية:

1- المكونات بين الخلوية Matrix

تتكون معظم كتلة العظم من أملاح الكالسيوم التي تشكل تقريباً ثلثي كتلة العظم وتعطي العظام صلابتها،

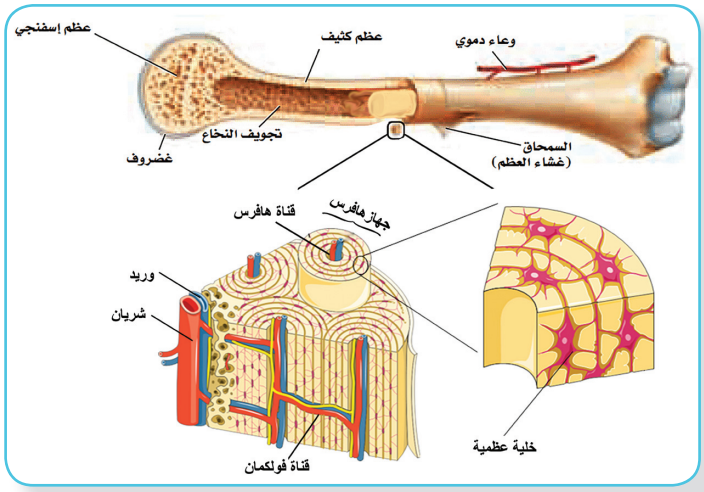
مثل أملاح فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$، وكربونات الكالسيوم $CaCO_3$، وأملاح أخرى، أما ألياف بروتين الكولاجين والبروتينات الأخرى فتشكل تقريباً ثلث كتلة العظم، وتعطيه المرونة.

(2-) المكونات الخلوية Cellular Components

تشمل الخلايا العظمية الحية التي تشكل 2% من كتلة العظم، ويوجد نوعان من الأنسجة العظمية، هما:

أ- العظم الكثيف Compact Bone: تتكون الطبقات الخارجية لجميع العظام من عظم كثيف، وهو عظم صلب وقوي، يعطي الجسم القوة والحماية، والوحدة البنائية فيه تسمى جهاز هافرس Haversian System، الذي يتكون من خلايا عظمية Osteocytes يتواجد كل منها داخل ثغرة Lacuna في المادة بين الخلوية. تتصل الخلايا العظمية بعضها ببعض بزوائد بروتوبلازمية ، وتمتد من خلال شقوق أو قنوات صغيرة في المادة العظمية تسمى القنيات Canaliculi، حيث تكون الخلايا مرتبة في صفوف أسطوانية (4-5 صفوف) مشتركة المركز، ويوجد في مركزها قناة تسمى قناة هافرس، تحتوي أعصاباً وأوعية دموية تزود الخلايا العظمية بالأكسجين والغذاء. هنالك أيضاً قنوات عرضية تسمى قنوات فولكمان Volkmann's Canals ترتبط فيما بينها، وترتبط مع قنوات هافرس. أنظر الشكل (10).

ب- العظم الإسفنجي Spongy Bone: أقل كثافة من النوع الأول وفيه عدة تجاويف (فجوات) تحوي نخاع العظم الأحمر، ويوجد العظم الإسفنجي وسط العظام القصيرة والمسطحة، وفي نهاية العظام الطويلة.



الشكل (10): تركيب العظم

سؤال: أفسر قدرة القطط على سحق أطراف عظم فخد الدجاجة وتركها للجزء الأنبوبي للعظم.

نشاط (3):نسبة الماء والأملاح في العظام

تشكل العظام أقل من 20% من وزن الجسم وهي أنسجة حية، وللتعرف على نسبة وأهمية الماء والأملاح فيها، أقوم بتنفيذ النشاط الآتي:

المواد والأدوات:

ماء، حمض الهيدروكلوريك المخفف (300 مل)، كؤوس زجاجية، شبكة تسخين، عظم دجاج، لاصق، نايلون، قفازات، ملقط، ميزان حساس، فرن للتجفيف، قطعة قماش مقاومة للحرارة.

ملاحظة: يجب توخي الحذر عند استخدام حمض الهيدروكلوريك ومراعاة عدم ملامسته الجلد أو العينين.

طريقة العمل:

الجزء الأول: نسبة الماء في العظام

1. أتفحص عظمة الدجاج وأختبر مرونتها من خلال محاولة ثنيها.
2. أضع العظمة على الميزان وأجد كتلتها.
3. أضع العظمة في فرن التجفيف عند 100 C ° ولمدة 30 دقيقة.
4. باستخدام الملقط، أخرج العظمة من الفرن وأضعها على قطعة قماش مقاومة للحرارة كي تبرد لمدة 15 دقيقة.
5. أضع العظمة على الميزان وأسجل كتلتها.
6. باستخدام المعادلة (الكتلة قبل التسخين – الكتلة بعد التسخين) /الكتلة قبل التسخين × 100% لحساب النسبة المئوية التي فقدت من كتلة العظم.

الأسئلة:

1. ما النسبة المئوية للماء في العظم؟
2. كيف أثر فقد الماء في العظم؟

الجزء الثاني: نسبة الأملاح في العظام

1. أستخدم العظمة التي استخدمتها في الجزء الأول.
2. أضع العظمة في كأس زجاجي به 300 مل من حمض الهيدروكلوريك المخفف.
3. أغطي الكأس بالنايلون اللاصق، وأتركه مدة (5-7) أيام.
4. أستخدم الملقط لإخراج العظمة من الكأس الزجاجي وأغسلها بمياه الصنبور لمدة دقيقتين، ألاحظ ملمس العظمة، أحاول ثني العظم، أفسر مشاهدتي.
5. أضع العظمة في فرن التجفيف عند 100°C ولمدة 30 دقيقة، لماذا؟
6. باستخدام الملقط، أخرج العظمة من الفرن وأضعها على قطعة قماش مقاومة للحرارة لمدة 10 دقائق كي تبرد.
7. أضع العظمة على الميزان وأسجل كتلتها.
8. أستخدم معادلة مناسبة لحساب النسبة المئوية للأملاح التي فقدت من كتلة العظم.

الأسئلة:

1. ما النسبة المئوية للأملاح المعدنية في العظم؟
2. كيف أثر فقد الأملاح المعدنية في العظم؟
3. كيف أثر حمض الهيدروكلوريك في العظام؟
4. كيف يُؤَثر فقد الكالسيوم في عظام شخص ما؟

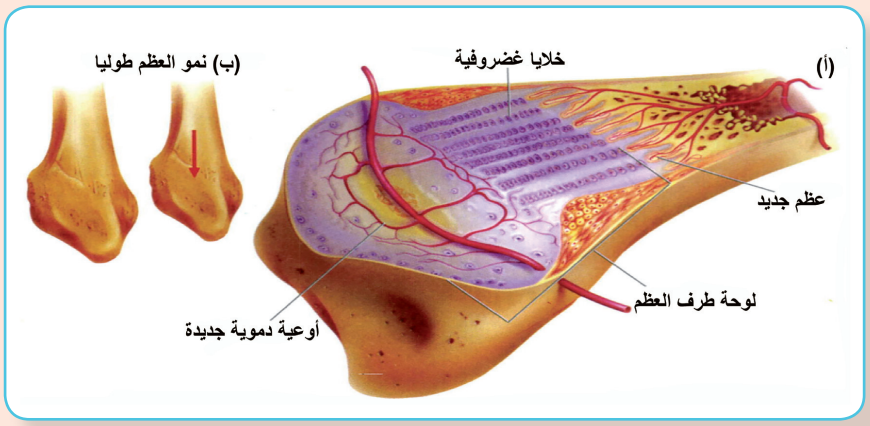
5.1 تكوين العظام ونموها

* يتكون الهيكل العظمي للجنين من الغضاريف وأثناء نمو الجنين تنمو خلايا في الغضاريف تسمى الخلايا العظمية البانية Osteoblasts التي ترسب أملاحاً تستقر في الفراغات الموجودة بين الخلايا الغضروفية

لتكون العظام، وتسمى هذه العملية التعظم Ossification وتبقى الغضاريف متصلة في بعض المناطق في الجسم. أبحث عن أماكن تواجدها؟

وتحدث عملية النمو من صفيحة غضروفية في مناطق أطراف العظم الطويل ، وتسمى لوحة طرف العظم Epiphyseal Plate، إذ يتم تكوين غضروف إضافي، يتحول إلى عظم مما يؤدي إلى استطالة العظمة.

ويتواصل النمو إلى أن يحل العظم محل الغضروف كله حينها لا تعود العظام تنمو طولياً، ويكون الشخص عادة قد بلغ غاية قامته. ألاحظ الشكل(11).



الشكل (11): نمو العظم

6.1 الغضاريف Cartilage

الغضروف نسيج دعامي مرن يتحمل الضغط والاحتكاك المستمرين، يتكون من خلايا غضروفية Chondrocytes وتُنتج بشكل رئيس مادة الغضروفين Chondrin وبروتين الكولاجين، وتخلو الأنسجة الغضروفية من الأوعية الدموية.

سؤال: كيف يتم انتقال المواد الغذائية والأكسجين إلى الخلايا والتخلص من الفضلات في الغضروف؟

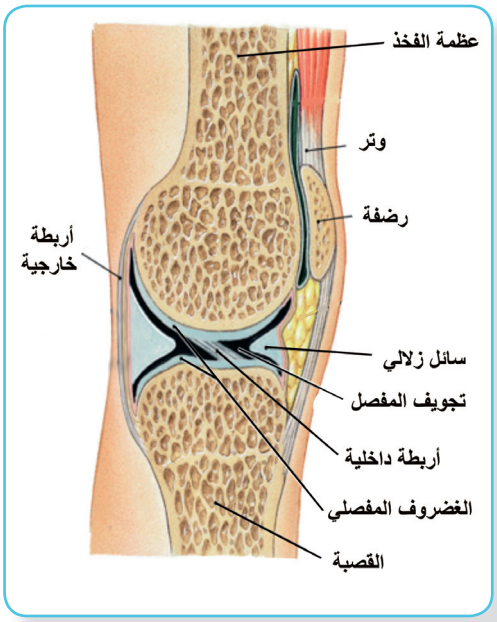
7.1 المفاصل Joints

تتصل عظام الجسم بعضها مع بعض بواسطة مفاصل تقوم بوظيفتين رئيسيتين هما: الربط بين العظام والسماح للهيكل العظمي بالحركة بمرونة. ويُعرَّف المفصل على أنه جزء من الهيكل العظمي يربط بين عظمتين أو أكثر، وقد يكون متحركاً أو ثابتاً.

* للإطلاع

تركيب المفصل

غالباً ما تتعرض المفاصل كمفصل الركبة لمقدار كبير من الضغط والإجهاد، إلا أن تركيبها يتلاءم مع ذلك. لأتعرف على تركيب المفصل أدرس الشكل (12) وأجيب عن الأسئلة التي تليه:



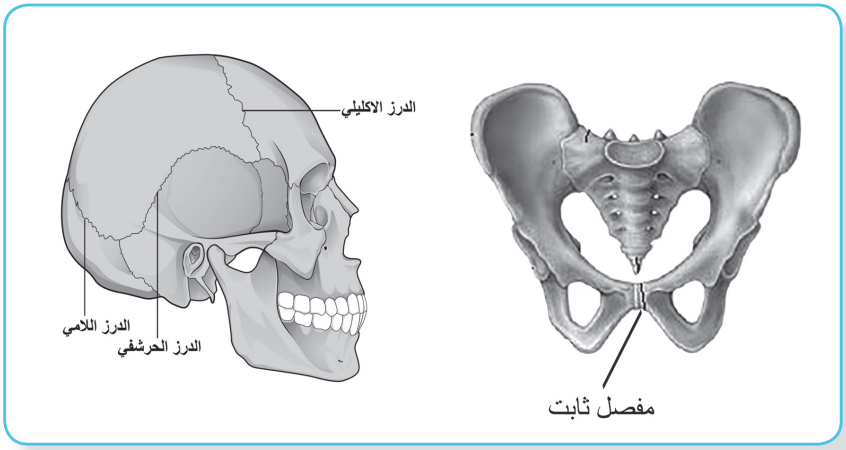
الشكل (12): مفصل الركبة

1. ماذا يغطي نهايات العظم في منطقة المفصل؟ وما أهميتها؟
2. ما أهمية السائل الزلالي الموجود في المفصل؟
3. ما الذي يحدد حركة المفصل، ويمنع عظامه من الابتعاد بعضها عن بعض؟
4. ما الفرق بين الأربطة والأوتار من حيث الوظيفة؟

أنواع المفاصل

تصنف المفاصل تبعاً لمدى حركتها وتركيبها إلى الأنواع الآتية:

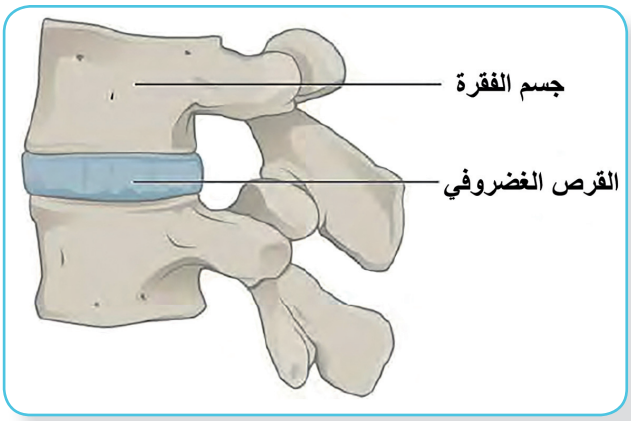
1- **المفاصل الثابتة Synarthrosis:** قد تكون ليفية أو غضروفية أو عظمية تلتحم فيها العظمتان معاً، فالدرزات المسننة Sutures في الجمجمة توفر ترابطا محكماً للعظام بوساطة نسيج ليفي متشابك، تسمح للجمجمة بالتمدد لتستوعب نمو دماغ الطفل، وعندما يكتمل نمو الدماغ تلتحم عظام الجمجمة وتختفي هذه المفاصل، ومن الأمثلة الأخرى على المفاصل الثابتة، المفصل الغضروفي مكان التقاء عظمتي الحوض في الارتفاق العاني. أنظر الشكل (13).



الشكل (13): المفاصل الثابتة

2- المفاصل المتحركة، وتصنف إلى ما يأتي:

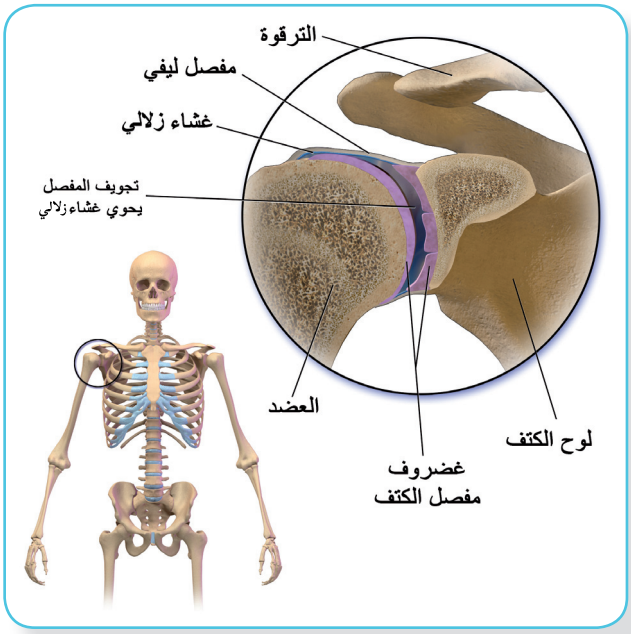
أ- مفاصل محدودة الحركة Amphiarthrosis منها ما تكون حركته باتجاه واحد تجمع ما بين القوة والحركة، مثل فقرات العمود الفقري المتحركة، أنظرالشكل (14).



الشكل (14): مفصل محدود الحركة

ب- المفاصل حرة الحركة Diarthrosis: عبارة عن مفاصل تحتوي على سائل زلالي وتمتاز هذه المفاصل بأن لها مدى واسعاً للحركة، وذلك من أجل تحريك الأطراف. ومن الأمثلة على هذه المفاصل مفصل الكتف. ألاحظ الشكل (15).

سؤال: ماذا يحدث لجسمك لو كانت كل مفاصله من النوع الثابت؟ وماذا يحدث لو كانت كلها من النوع حر الحركة؟



الشكل (15): مفصل حر الحركة

8.1 المشكلات الصحية التي تصيب الجهاز الهيكلي

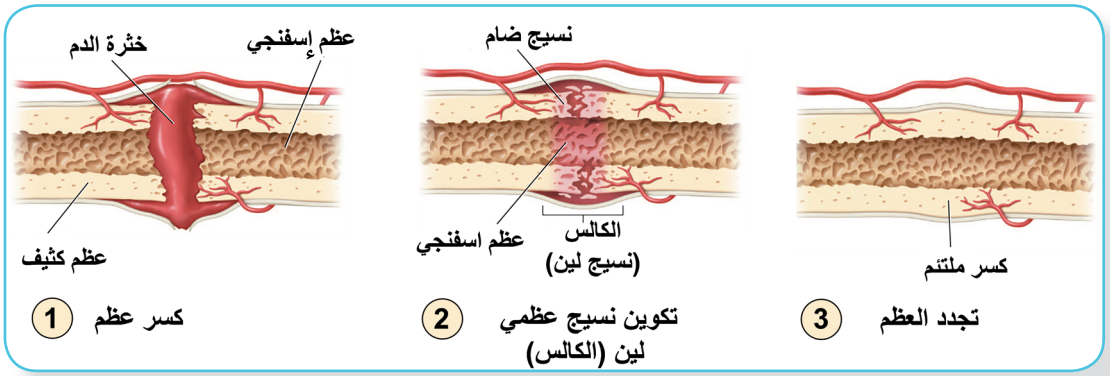
يتعرض الجهاز الهيكلي لمشكلات صحية عديدة، منها:

1- كسور العظام

الكسور من الإصابات الشائعة التي تصيب العظام وتحدث نتيجة تعرض العظام لقوة عالية، أو لصدمات مفاجئة، حيث يلتهب مكان الإصابة وينتفخ. عندما ينكسر العظم تنقطع الأوعية الدموية ويحدث نزيف، ويتخثر الدم حول الكسر مكونا خثرة، وهذه قد تضغط على الأنسجة المحيطة مسببة الألم. تبدأ خلايا العظم

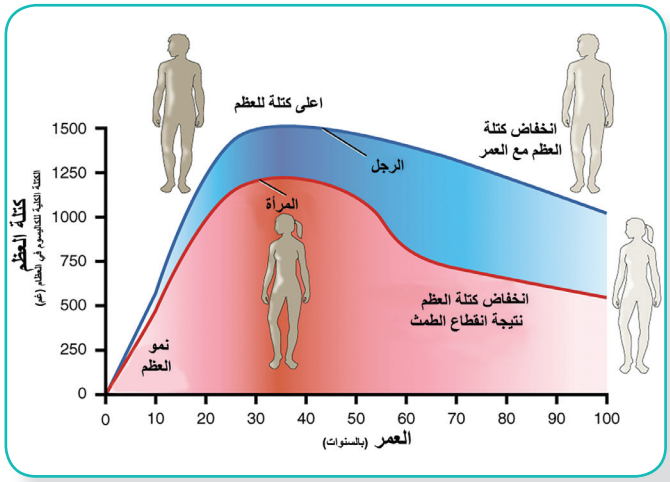
البانية بتكوين كالس العظم، وهو عظم إسفنجي يحيط بمكان الكسر. وتتخلص خلايا العظم Osteoclast الهادمة من العظم الإسفنجي ليحل محله العظم الكثيف الذي تكونه خلايا العظم البانية. أنظر الشكل (16).

تحتاج العظام إلى فترات زمنية متفاوتة لكي تتجدد وتلتئم، ويعتمد هذا الأمر على عمر الإنسان، ومكان الكسر، ودرجة خطورته. وتستخدم الجبائر في كثير من حالات الكسر لإعادة العظام إلى مواقعها الطبيعية وتثبيتها، إذ يتم ذلك بصب قالب من الجبس أو اللدائن حولها، وفي حالة تفتت العظم يتم وضع قضيب معدني داخل قناة النخاع المركزية لتثبيت العظم المعاد إلى موضعه حتى يلتئم، ويتم إبقاؤه في موضعه أو إزالته لاحقاً.



الشكل (16): خطوات التئام العظم المكسور

-2 **هشاشة العظام:** أحد الأمراض الشائعة في فلسطين، حيث تفقد العظام صلابتها، وتصبح هشة نتيجة لفقدان الأنسجة أو نتيجة للتغيرات الهرمونية، أو نقص الكالسيوم أو فيتامين (د)، وهذا يؤدي إلى نقص في كتلة المادة العظمية وتغير في بنية العظام. وفي كثير من الحالات يتصاحب ذلك مع التقدم في العمر، حيث تفقد العظام صلابتها وتكون عرضة للكسر. وللوقاية من حالات هشاشة العظام ينصح الأطباء بتناول غذاء صحي يحتوي على الكالسيوم وفيتامين (د)، وممارسة الرياضة.



الشكل (17): مقارنة لكتلة العظم بين الجنسين مع تقدم العمر

سؤال: أدرس الشكل (17) ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

1 ما العلاقة التي يوضحها الشكل المرفق؟

2 أقارن بين النساء والرجال في فقدانهم لكتلة العظم مع التقدم في العمر؟

3 أبين أسباب فقدان النساء لكتلة العظم بنسبة كبيرة في سن الأمان.

4 أكون فرضية: ماذا يمكن أن يحدث لعظام امرأة لم تتناول المزيد من الكالسيوم أثناء فترة الحمل؟

5 أقدم قائمة بمصادر غذائية طبيعية لفيتامين د.

6 أصيب (سمير) بمرض هشاشة العظام، ما الغدة الصماء التي يرجح أن تكون أصيبت بخلل أدى لهذ المرض؟

7 أعلل: ينصح التعرض لأشعة الشمس.

3- التهاب المفاصل: وهو نوعان

أ- التهاب المفاصل العظمي Osteoarthritis: وهو مرض يتآكل فيه الغضروف المفصلي الزلالي، ويصبح أرق وأكثر خشونة، ما يسبب احتكاك العظام بعضها مع بعض، وإصابتها بالتلف.

ب- التهاب المفاصل الروماتزمي Rheumatoid Arthritis: يبدأ المرض عندما يهاجم جهاز المناعة أنسجة الجسم؛ ما يؤدي إلى التهاب المفاصل وتصلبها وتشوهها.

تستخدم بعض العقاقير لتخفيف الالتهاب وتسكين الألم وفي بعض الحالات يلجأ الأطباء إلى الجراحة وإعادة تركيب المفصل، باستبدال رأس المفصل المتآكل بكرة من الفولاذ.

قضية للبحث: أبحث في ملائمة البيئة المدرسية واتجاهات الأفراد نحو الأشخاص ذوي الإعاقة الحركية وأكتب مقترح لتطوير ذلك.

مشروع: الحصول على الهيكل العظمي لكائن حي (الأرنب)

المواد والأدوات

أرنب وزنه 2 كغم، قفازات مطاطية، أدوات تشريح، كلوروفورم، كربونات الصوديوم، محلول فوق أكسيد الهيدروجين، أسلاك معدنية مقاومة للتآكل، صمغ قوي، ناقوس زجاجي، دورق سعة 2 لتر، براغٍ، صندوق شفاف.

طريقة العمل

1. أحضر أرنباً في حالة صيام لمدة 24 ساعة، ثم أخدره من خلال وضع قطعة قطن مبللة بالكلوروفورم داخل ناقوس زجاجي، أو وضع قطعة مبللة بالكلوروفورم على مقدمة رأسه ووضعه في دورق زجاجي.

2. أقوم بإزالة الجلد والعضلات والأحشاء والدهون عن العظام ما أمكن باستخدام أدوات التشريح.

3. أغلي عظام الأرنب في 3% من محلول ماء الصودا (كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) لمدة ساعة لإزالة العضلات ثم أتركه ساعتين ليبرد، بعد ذلك أقوم بإزالة العضلات عن العظام باستخدام الشفرات وأسحب الأضلاع من العظام الخلفية بلطف، ثم أنقع العظام في محلول الصودا مرة أخرى لليوم التالي.

4. أرتب الفقرات والأضلاع على ورقة بالترتيب الصحيح بواسطة دبابيس.

5. أقوم بغمرالعظام في محلول مطهر Bleaching Water كمحلول الكلور بتركيز 10% أو (محلول فوق أكسيد الهيدروجين $(H_2O_2$ لمدة ساعتين وتجفف بأشعة الشمس لمدة 10 ساعات.

6. باستخدام (الأسلاك، أو البراغي، أو اللاصق القوي) أثبت عظام الأرنب للحصول على هيكل عظمي كامل.

7. أحفظ الهيكل في صندوق مغلق شفاف لحمايته من الغبار.

ملاحظة: أضيف تأملاتي حول المشروع في ملف الإنجاز.

أسئلة الفصل

السؤال الاول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1) أي من وظائف الهيكل العظمي مهمة عند تعرض شخص ما لحادث سير؟

أ- تخزين الأملاح ب- تسهيل الحركة جـ- حماية الأعضاء الداخلية د- خزن الدهون

2) ما تصنيف العظام التي تحيط بالحبل الشوكي؟

أ- غير المنتظمة ب- السمسمية جـ- المسطحة د- القصيرة

3) بماذا يتصف التهاب المفاصل العظمي؟

أ- تمدد الأربطة ب- المناعة ضد الذات جـ- تحطيم العظم د- ترقق الغضروف

4) أي من المفاصل الآتية محدودة الحركة؟

أ- الكتف ب- فقرات العمود الفقري جـ- الدرزات المسننة في الجمجمة د- الارتفاق العاني

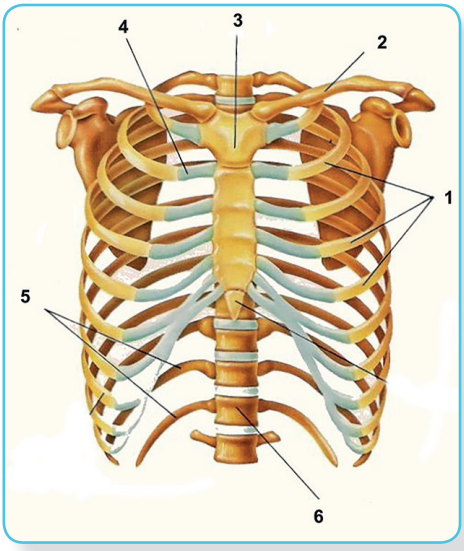
السؤال الثاني: أعلل المرونة العالية للعمود الفقري أثناء حركته.

السؤال الثالث: إذا كنت أخصائي تغذية، ما الطعام الذي تصفه لفتاة شابة لديها تاريخ عائلي لمرض هشاشة العظام؟ ولماذا؟

السؤال الرابع: أصِف كيف يختلف العظم الكثيف عن العظم الإسفنجي في التركيب والموقع.

السؤال الخامس: من خلال دراستي للشكل المجاور

أجيب عن الأسئلة التي تليه:



أ- أكتب الأجزاء 1-6.

ب- مم يتكون القفص الصدري؟

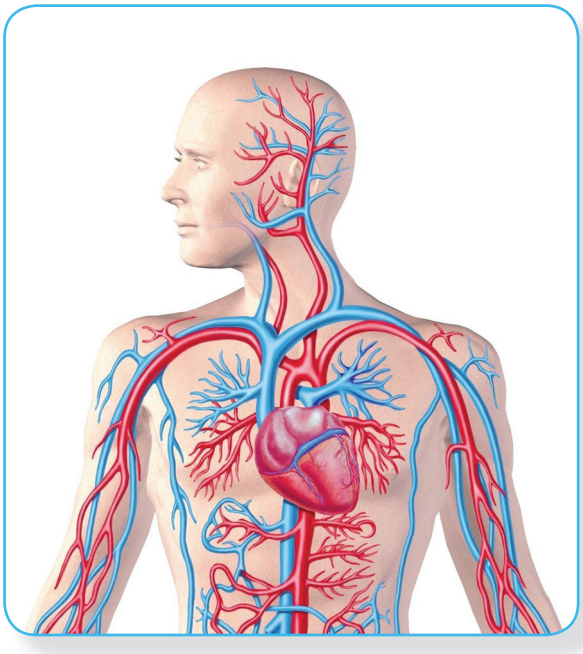
جـ- كم عدد الأضلاع الكاذبة؟

د- ما شكل عظمة القص؟

جهاز الدوران Circulatory System

تحتاج خلايا أجسامنا إلى التزود المستمر بالغذاء والأكسجين وإلى التخلص من الفضلات، لذا يمتلك جسم الإنسان جهازاً فعالاً للنقل، هو جهاز الدوران. مم يتكون هذا الجهاز؟ وما وظيفة أعضائه؟ وما مشكلاته الصحية؟ هذه الأسئلة، وأخرى غيرها، سأتمكن من الإجابة عنها بعد دراستي هذا الفصل، وسأكون قادراً على:

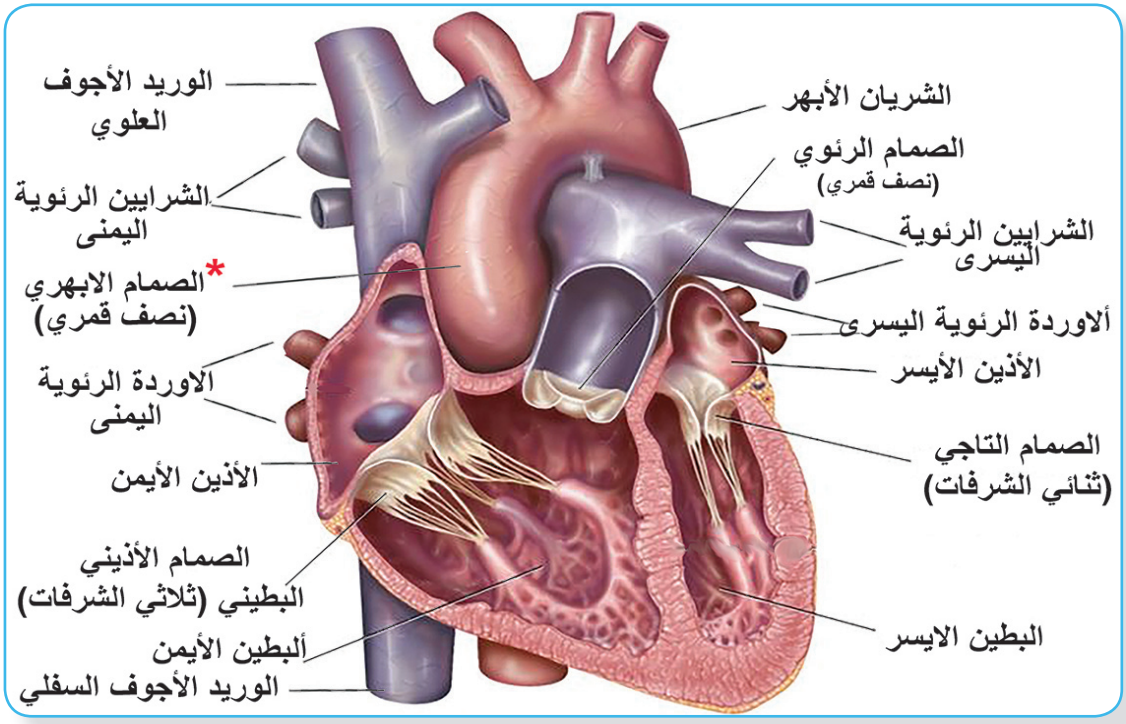
1. وصف تركيب جهاز الدوران.
2. تحديد الوظائف الرئيسة لجهاز الدوران.
3. توضيح آلية تنظيم عمل القلب.
4. المقارنة بين مكونات الدم الرئيسة.
5. تتبع آلية تخثر الدم والتئام الجروح.
6. التعرف على بعض الأمراض التي تصيب جهاز الدوران وطرق علاجها.



1.2 تركيب جهاز الدوران

يتركب جهاز الدوران من القلب، والأوعية الدموية، والدم:

(1-) **القلب Heart:** عضلة قوية يقع داخل التجويف الصدري، يعمل مضخة نشطة تدفع الدم إلى شبكة من الأوعية الدموية. يتكون القلب من جزأين: أيمن وأيسر مفصولين بعضهما عن بعض بشكل تام، ويحيط بالقلب غشاء التامور. أنظر الشكل (1).



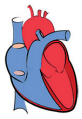
الشكل (1): مقطع طولي للقلب

* السهم يشير إلى الشريان الأبهر الذي يحوي الصمام الأبهري.

نشاط (1): تشريح القلب

للتعرف إلى الحجرات المكونة للقلب ومواقع الصمامات والأوعية الدموية الرئيسة المتصلة بكل حجرة، أقوم بتنفيذ النشاط الآتي:

المواد والأدوات: قلب خروف، أدوات تشريح، طبق تشريح، عدسة مكبرة.



خطوات العمل:

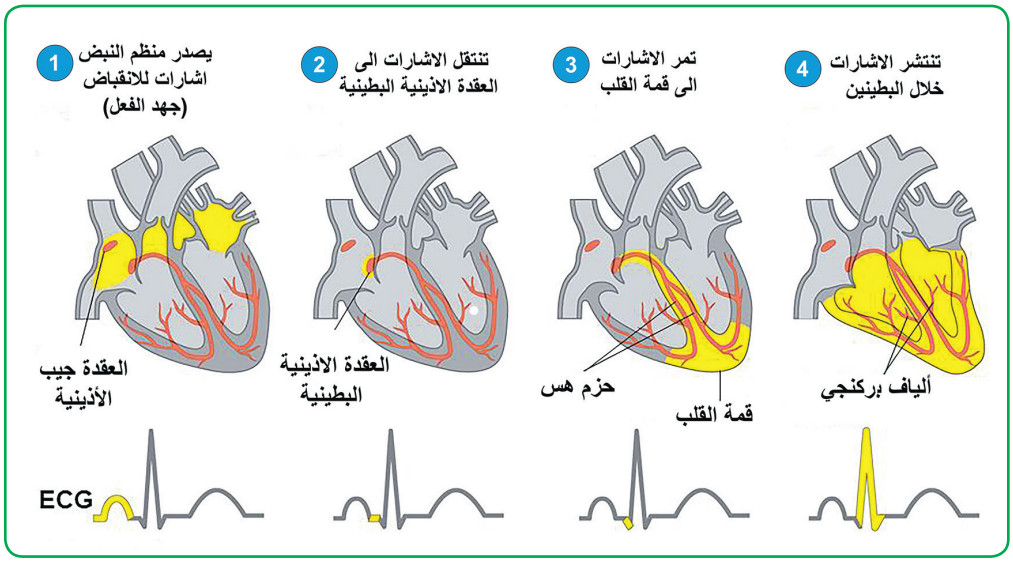
1. أتفحص القلب من الخارج، ما شكله؟
2. أحدد الجانب الأيمن للقلب من خلال تحديد الوريدين الأجوفين العلوي والسفلي، وأحدد الجانب الأيسر من خلال الأوردة الرئوية.
3. باستخدام أدوات التشريح أقطع أسفل الجدار الخارجي للأذين الأيمن والبطين الأيمن، ثم أباعد القطع وألاحظ الصمام الثلاثي الشرفات بينهما، وكذلك الشريان الرئوي الذي يخرج من البطين الأيمن، ثم أقطع إلى أسفل على طول هذا الشريان، وأتفحص الصمام الموجود في الشريان، أستخدم العدسة المكبرة للتوضيح.
4. أقطع طولياً الجدار الخارجي للأذين الأيسر والبطين الأيسر، ثم ألاحظ الصمام الثنائي الشرفات والشريان الأبهر.

الأسئلة:

1. لماذا يكون جدار البطين الأيسر أكثر سمكاً من البطين الأيمن، ما أهمية ذلك؟
2. أقارن بين الصمام ثنائي الشرفات والصمام ثلاثي الشرفات والصمام النصف قمري من حيث الموقع والوظيفة؟
3. ما نوع الدم المنقول عبر كل من الشريان الرئوي والأوردة الرئوية الأربعة؟
4. أصمم مخططاً لمسار الدم في القلب والجسم.

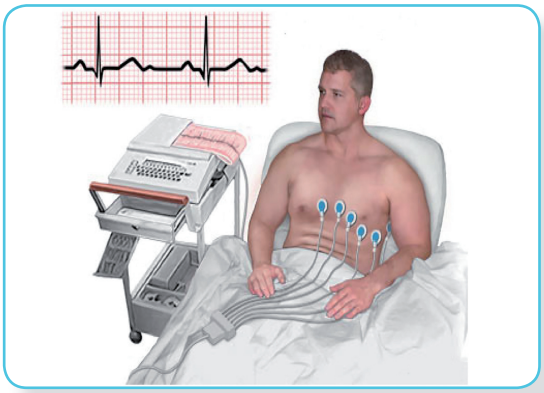
آلية نبض القلب (الآلية الذاتية)

ينبض القلب بشكل مستمر ومنظم، نتيجة لنشاط عقدة من الخلايا المتخصصة، تقع في جدار الأذين الأيمن تدعى العقدة جيب أذينية Sinoatrial Node، التي تعمل كمنظم للنبض Pacemaker، حيث تصدر جهد فعل كل 0.8 ثانية الذي ينتشر خلال جدار الأذينين مسبباً انقباضهما، وينتقل جهد الفعل إلى العقدة الأذينية البطينية Atriventricular Node التي بدورها تنقله إلى حزم هس Bundle of His، ثم إلى ألياف بركنجي Purkinje Fibers مسببة انقباض عضلات البطينين. لتتبع خطوات انقباض القلب، أنظر الشكل (2).



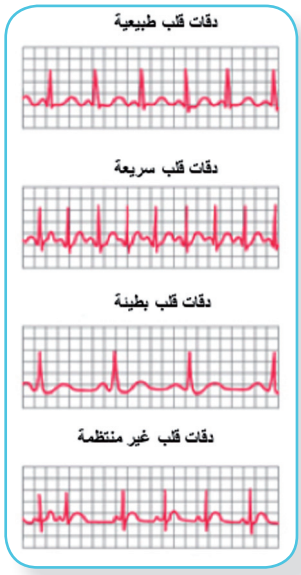
الشكل (2): خطوات توصيل وتنظيم نبضات القلب

التخطيط الكهربائي للقلب Electrocardiogram (ECG)



الشكل (3): التخطيط الكهربائي

عند مرور جهد الفعل، ينتشر في ألياف عضلة القلب إشارات كهربائية، يمكن تسجيلها من سطح الجسم بوضع مجسات حساسة توصل في نقاط معينة من الصدر، حيث تقيس هذه المجسات فرق الجهد الكهربائي الناتج من انقباض عضلة القلب وانبساطها، وتعمل على تحويل هذه الفروق إلى تخطيط بياني يتم رسمه على ورق خاص. أنظر الشكل (3).



الشكل (4): قراءات مختلفة لتخطيط القلب

وبمقارنة تخطيط قلب المريض مع التخطيط الطبيعي يمكن تشخيص بعض الأمراض والاختلالات في عمل عضلة القلب. أنظر الشكل (4).

نشاط (2): أصوات القلب

للاستماع إلى صوت نبضات القلب، أقوم بالنشاط الآتي:

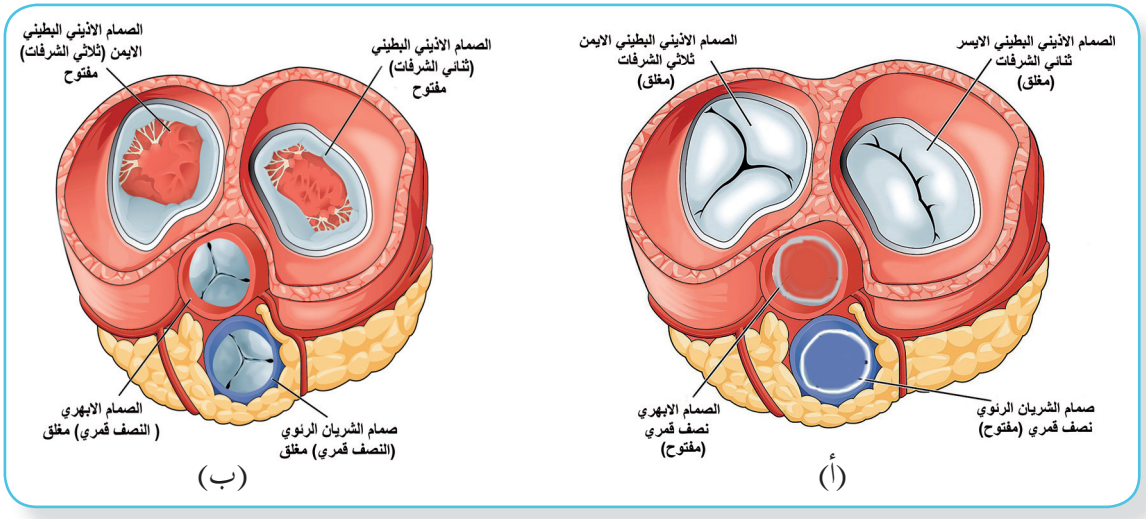
الأدوات: سماعة الطبيب Stethoscope

خطوات العمل:

- أضع السماعة على الجهة اليسرى من المنطقة الصدرية لزميلي وأستمع إلى نبضات قلبه. هل سمعت أصواتاً للقلب؟ أفسر ذلك.

يصدر عن كل نبضة صوتان مميزان: الصوت الأول (لَب Lub) وهو منخفض النبرة وطويل، ويحدث عند انقباض البطينين، حيث يغلق الصمامان الواقعان بين الأذينين والبطينين في كل جانب. أما الصوت الثاني (دَب Dub) فهو أقصر وأكثر حدة، ويحدث عند انبساط البطينين، حيث يغلق الصمامان الواقعان عند فتحتي الشريان الأبهر والشريان الرئوي.

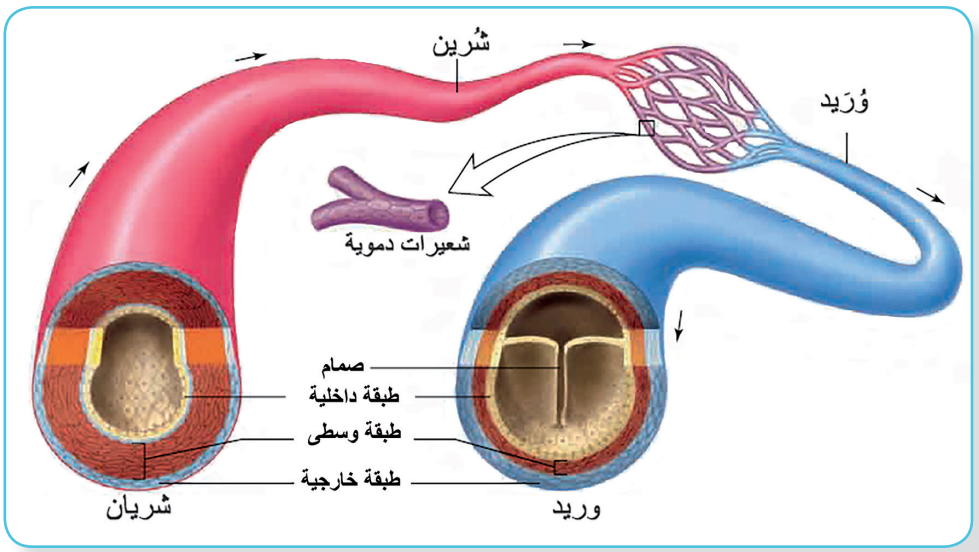
سؤال: أنظر إلى الشكل (5)، وأحدد أيهما يصدر عنه الصوت لَب؟



الشكل (5): أصوات القلب

2- الأوعية الدموية Blood Vessels

تمتلك أجسامنا شبكة من الأوعية الدموية يدور فيها الدم وينقل الغذاء والأكسجين إلى أنحاء الجسم و يخلص الجسم من الفضلات. تشمل الأوعية الدموية الأنواع الآتية: الشرايين Arteries، والأوردة Veins، والشعيرات الدموية Capillaries، ألاحظ الشكل (6).



الشكل (6): الأوعية الدموية

أ- الشرايين

هي أوعية دموية تنقل الدم بعيداً عن القلب، ولها جدران سميكة تتكون من 3 طبقات: طبقة داخلية من الخلايا الطلائية، وطبقة وسطى من العضلات الملساء، وطبقة خارجية من النسيج الضام، يوفر هذا التركيب للشرايين القوة والمرونة معاً.

ب- الأوردة

هي أوعية دموية تنقل الدم إلى القلب، وتتكون من الطبقات الثلاث نفسها التي تتركب منها جدران الشرايين، إلا أن الطبقة الوسطى سمكها أقل، لذا يكون ضغط الدم فيها أقل مما هو عليه في الشرايين، وتوجد في معظم الأوردة صمامات تُسهم في إبقاء حركة الدم في اتجاه واحد.

سؤال: لماذا تحقن محاليل المواد الغذائية والعلاجية في أوردة المريض؟

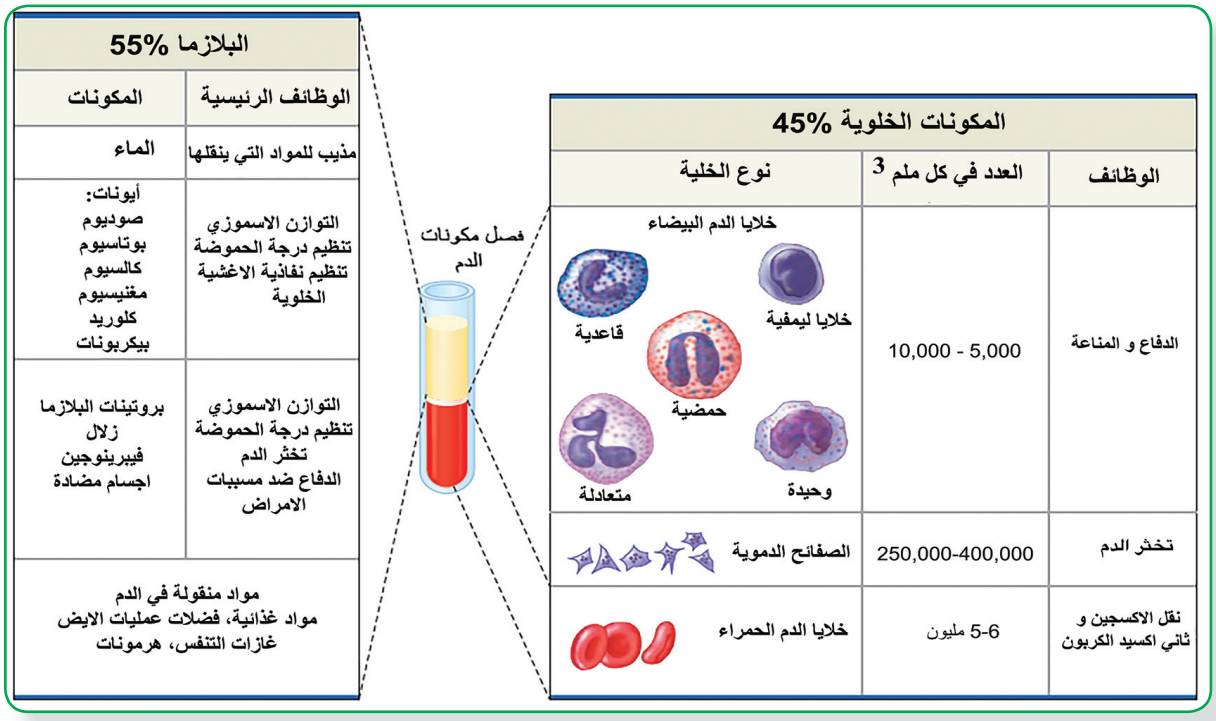
جـ - الشعيرات الدموية

هي شبكة من الأوعية الدموية الدقيقة واسعة الانتشار تصل بين التفرعات الشريانية الدقيقة (الشُريّنات) والتفرعات الوريدية الدقيقة (الوُريّدات) وتتكون من طبقة واحدة من خلايا طلائية رقيقة، فجميع أنسجة الجسم تقع بجوار شعيرات دموية؛ ما يسمح بالتبادل السريع للمواد بينهما.

سؤال: أصمم جدولاً للمقارنة بين الشريان والوريد والشعيرة الدموية من ناحية سمك الجدار والطبقات المكونة له، وسعة التجويف، ووجود الصمامات.

3- الدم Blood

يعدّ الدم نسيجاً ضاماً، ويتكون من سائل يُسمى البلازما، ومكونات خلوية (خلايا دم حمراء، وخلايا دم بيضاء، وأجزاء خلوية تُسمى الصفائح الدموية). وللتعرف على مكونات الدم ووظائف كل منها، أدرس الشكل (7)، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (7): مكونات الدم

1 ما مكونات الدم الرئيسة؟

2 أذكر أنواع خلايا الدم البيضاء.

3 أقارن بين خلايا الدم الحمراء والبيضاء من حيث العدد، والوظيفة، ووجود الأنوية؟

4 أحدد وظيفة بروتينات البلازما.

5 أفسِّر وجود خلايا دم بيضاء أكثر من المعدل الطبيعي.

نشاط (3): فصل مكونات الدم

يقوم طلبة الصف بصحبة معلمهم بزيارة أحد المختبرات الطبية في البلدة، والتعرف على جهاز الطرد المركزي ومبدأ عمله في فصل مكونات الدم، وإجراء فصل لعينة دم في المختبر، ومقارنة مكوناتها مع الشكل السابق.

بالرجوع إلى الشكل (7) يتبين أن الدم يتكون من جزئين رئيسيين هما:

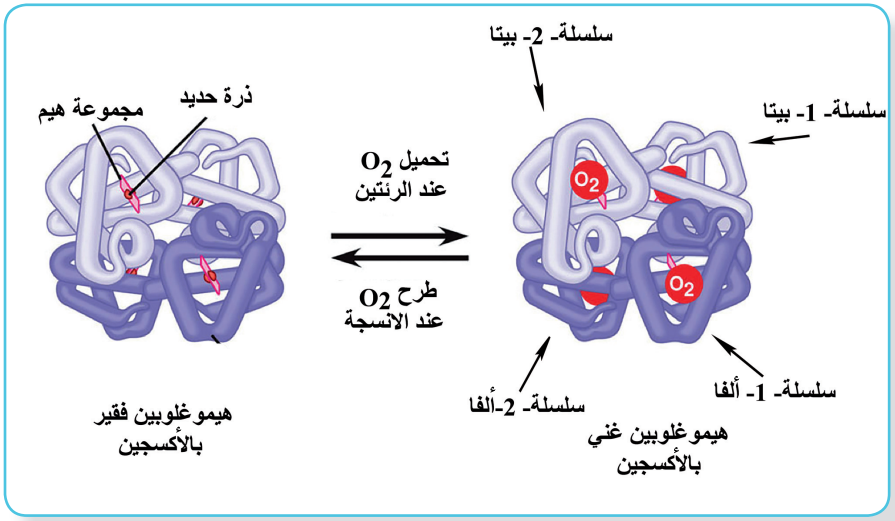
1 البلازما Plasma: وتشكل 55% من حجم الدم، وتتكون من 90% ماء و 10% مواد ذائبة.

2 المكونات الخلوية Cellular Component: وتشكل 45% من حجم الدم، وتشمل:

أ- خلايا الدم الحمراء Red Blood Cells

تمثل معظم المكونات الخلوية في الدم، وتتكون في نخاع العظم الأحمر، وتعيش 120 يوماً كحد أعلى. وقد تلاءم شكل خلايا الدم الحمراء وتركيبها مع وظيفتها، حيث تفتقر خلايا الدم الحمراء الناضجة للنواة والميتوكندريا، وبالتالي فهي لا تستهلك الأكسجين الذي تعمل على نقله، كما أن شكلها المقعر من الوجهين يساعد على زيادة مساحة السطح المخصص لحمل الغازات، ويجعلها مرنة، بحيث تستطيع المرور عبر الشعيرات الدموية، والخلية الواحدة تحوي ما يقارب 250 مليون جزيء هيموغلوبين وهو البروتين القادر على نقل الأكسجين.

سؤال: لماذا لا تصلح خلايا الدم الحمراء لتقنية بصمة DNA على العكس من خلايا الدم البيضاء؟



الشكل (8): جزيء الهيموغلوبين

نلاحظ من الشكل (8) أن جزيء الهيموغلوبين يتكون من بروتين الغلوبين الذي يتركب من أربع سلاسل من عديد الببتيد تسمى سلاسل ألفا وسلاسل بيتا، يرتبط كل منها بمجموعة هيم Heme تحتوي في مركزها ذرة حديد، وترتبط ذرات الحديد الأربع في جزيء الهيموغلوبين مع أربع جزيئات أكسجين.

سؤال: كم عدد جزيئات الأكسجين التي يمكن أن تُحمل من قِبل خلية دم حمراء؟

ب- خلايا الدم البيضاء White Blood Cells

تتكون في نخاع العظم الأحمر لتنتقل بعدها إلى مجرى الدم والوظيفة الرئيسة لها هي الدفاع عن الجسم ضد مسببات الأمراض، وتمتاز بكبر حجم نواتها، وتعيش شهوراً وسنوات.

جـ- الصفائح الدموية Platelets

وهي أجزاء خلوية، وتلعب دوراً في عملية تخثر الدم والتئام الجروح، وتتكون في نخاع العظم الأحمر، وتحتوي حبيبات إفرازية، وتعيش (7-12) يوماً.

2.2 تخثر الدم والتئام الجروح

عند حصول جرح أو قطع يؤدي ذلك إلى تحطيم الأوعية الدموية، تحصل عملية التخثر من أجل منع استمرار النزيف وتمكين الجسم من البدء بعملية إصلاح النسيج المتضرر؛ وبالتالي التئام الجرح . فكيف تتم

هذه العملية؟ للإجابة عن هذا السؤال، ألاحظ الشكل (9) وأتتبع الخطوات الآتية:

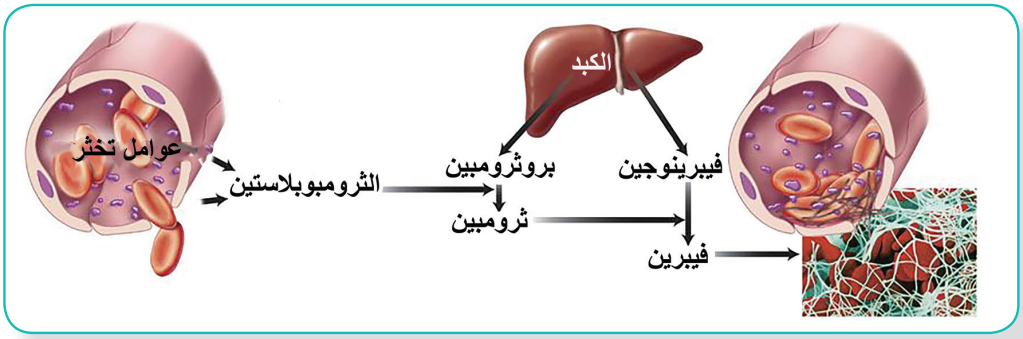
1. تبدأ عملية تخثر الدم عندما يتحطم الغشاء الطلائي الداخلي للوعاء الدموي بفعل الجرح، حيث تقوم الصفائح الدموية بالالتصاق على خيوط الكولاجين في النسيج المتهتك، وتتجمع بشكل كثيف، ما يؤدي إلى تكوّن سدادة سريعة تحد من استمرار النزيف.

2. يتم إفراز بروتين الثرومبوبلاستين Thromboplastin من قبل الأوعية الدموية المتحطمة والأنسجة المحيطة.

3. يقوم بروتين الثرمبوبلاستين - بوجود أيونات الكالسيوم وعوامل التخثر- بتحويل بروتين البروثرومبين Prothrombin غير النشط إلى بروتين الثرومبين Thrombin النشط.

4. يحول بروتين الثرومبين بروتين الفيبرينوجين Fibrinogen الذائب في الدم إلى مادة الفيبرين Fibrin، وهو بروتين غير ذائب في الماء.

5. يتكون الفيبرين على هيئة شبكة من ألياف تحجز خلايا الدم الحمراء، مكونة الخثرة الدموية؛ وبالتالي يتوقف النزيف. وبعد ذلك تزال الخثرة بواسطة أنزيمات خاصة، ويصاحب عملية إزالتها، عملية التئام الجرح وشفائه.



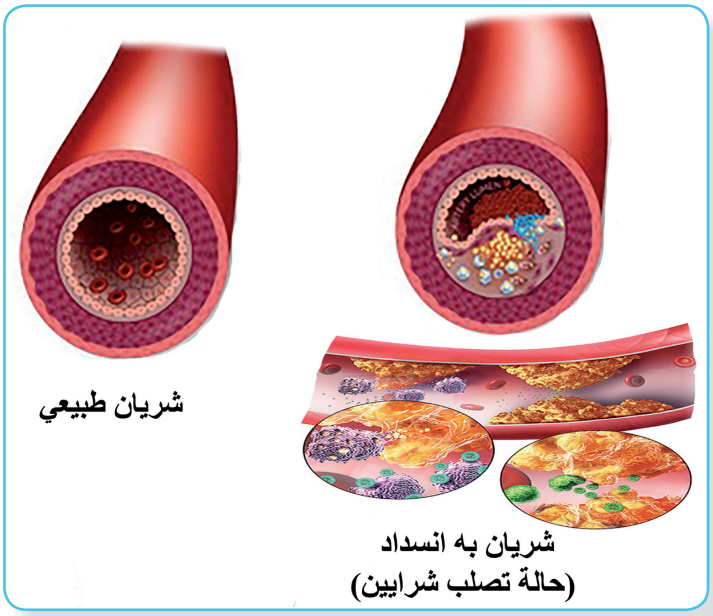
الشكل (9): تفاعلات تخثر الدم

3.2 أمراض تصيب جهاز الدوران

أشار التقرير الصحي السنوي في فلسطين لعام 2015 م إلى أن أمراض القلب الوعائية هي المسبب الأول للوفاة بين الفلسطينيين وعزى إليها 27.5% من الوفيات التي سجلت خلال العام 2015م، ومن الأمثلة على هذه الأمراض:

1- تصلب الشرايين Atherosclerosis

تسمى حالة تضيق جدران الشرايين و انسدادها بسبب تراكم المواد الدهنية بتصلب الشرايين، ألاحظ الشكل (10). وقد لا يصل الدم عبر الشريان التاجي إلى عضلة القلب، فينتج عنه اعتلال في عضلة القلب (الذبحة الصدرية)، ويؤدي إلى الموت إذا لم تتم معالجته. وتحدث السكتات الدماغية عندما تتكون خثرات دموية تتسبب في انسداد الأوعية الدموية التي تزوّد الدماغ بالأكسجين.



الشكل (10): تصلب الشرايين

قضية للبحث: أبحث في الأسباب التي تؤدي إلى الإصابة بتصلب الشرايين.

2- ضغط الدم Blood Pressure

يُعرف ضغط الدم على أنه قوة دفع الدم على جدران الأوعية الدموية أثناء جريانه داخلها وذلك لنقل الغذاء والأكسجين، وتخليصه من الفضلات وثاني أكسيد الكربون. تُعدّ قراءة ضغط الدم من الفحوصات الطبية المهمة، حيث تُزود الإنسان بمعلومات عن حالة الشرايين.

يمكن قياس ضغطين للدم: الأول ناتج عن اندفاع الدم في الشرايين خلال انقباض البطينين، ويعرف **بالضغط الانقباضي** Systolic، والثاني خلال انبساط البطينين ويعرف **بالضغط الانبساطي** Diastolic، ويُعبر عنه بقيمة رقمية بالملميتر الزئبقي، وتكتب على شكل كسر، فالمعدل الطبيعي لضغط الدم هو (80/120) ملم زئبق (قيمة الضغطين الانقباضي والانبساطي على التوالي).

إذا كانت قيمة ضغط الدم أقل من (60/100) ملم زئبقي، تُعرف بحالة هبوط ضغط الدم Hypotension، أما إذا كانت أعلى من (90/140) فتُعرف بارتفاع ضغط الدم Hypertension.

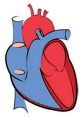
ويسمى ضغط الدم المرتفع **المرض القاتل الصامت** وهو مشكلة صحية مهمة؛ إذ يصيب أكثر من 20% من السكان، الذين تتراوح أعمارهم بين 35-64 سنة في أغلب المجتمعات، ويسهم ضغط الدم المرتفع في حدوث النوبات القلبية والسكتات الدماغية، ويؤثر على الكلية وشبكية العين.

نشاط (4): دراسة أثر النشاط البدني على ضغط الدم

يختلف ضغط الدم في الجسم طوال اليوم بشكل طبيعي، ويمكن أن يتغير بشكل غيرملحوظ مع كل نبضة للقلب. لقياس هذا التغير في حالات الراحة والقيام بالتمارين الرياضية، أقوم بالنشاط الآتي:

المواد والأدوات:

جهاز قياس الضغط الرقمي



خطوات العمل:

1. أستخدم جهاز قياس الضغط في قياس ضغط دم زميلي أثناء الراحة.
2. أطلب من زميلي أداء تمرين رياضي كالجري مثلاً لمدة دقيقتين.
3. أقيس ضغط دمه مرة أخرى، وأقارن ذلك بقراءة ضغطه وقت الراحة، ماذا أستنتج؟

مشروع

أصمم نموذجاً لأحد أجزاء جهاز الدوران الآتية: (القلب، أو الشريان، أو الوريد) باستخدام خامات بيئية كالصلصال، والورق، والأسلاك .

أسئلة الفصل

السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1) ما الوعاء الدموي الذي يتصل بالبطين الأيسر من القلب؟

أ- الأبهر ب- الوريد الأجوف العلوي جـ- الوريد الأجوف السفلي د- الوريد الرئوي

2) أي من الآتية تحتوي على صمامات تعمل على تدفق الدم في اتجاه واحد داخل جهاز الدوران؟

أ- الشرايين ب- الشعيرات الدموية جـ- الأوردة د- الشُرَيينّات

3) أي من الآتية يرتفع عددها في الدم عند إصابة الشخص بالتهاب في الزائدة الدودية؟

أ- خلايا الدم الحمراء ب- الصفائح الدموية جـ- بروتينات البلازما د- خلايا الدم البيضاء

4) مم يتكون الدم؟

أ- 45% مكونات خلوية و 55% بلازما. ب- خلايا دم حمراء وبيضاء وصفائح دموية فقط.

جـ- 45% بلازما و 55% مكونات خلوية. د- بروتينات ومكونات خلوية.

5) أي من الآتية له دور في حدوث نبضات القلب:

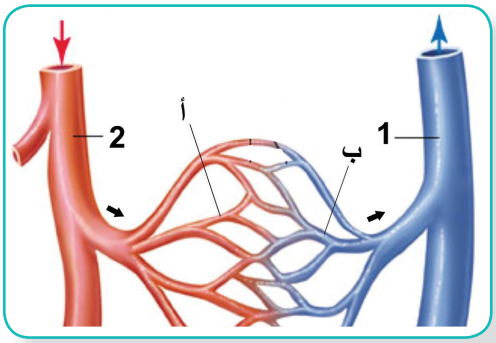
أ- الصمام الأبهري ب- العقدة الأذينية البطينية جـ- العقدة الليمفية د- الصمام ثلاثي الشرفات

السؤال الثاني: ولد الطفل ماهر بحاجز قلبي مثقوب بين الأذينين، أوضح الضرر الذي ستلحقه هذه الحالة بالطفل.

السؤال الثالث: ما مضاعفات ضغط الدم المرتفع؟

السؤال الرابع: أصِف بخطوات متسلسلة عملية تخثرالدم والتئام الجرح عند التعرض لجرح سطحي.

السؤال الخامس: يوضح الرسم التخطيطي وعاءين دمويين عند الإنسان يتصلان بالشعيرات الدموية، أدرسه جيداً، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:



1) ما نوع الوعاء الدموي المشار إليه بالرقم (1) والرقم (2)؟

2) أيهما يكون تركيز الأكسجين فيه أعلى (أ) أم (ب)؟

3) أفسر كون الضغط الدموي في الموقع (أ) أعلى من (ب)؟

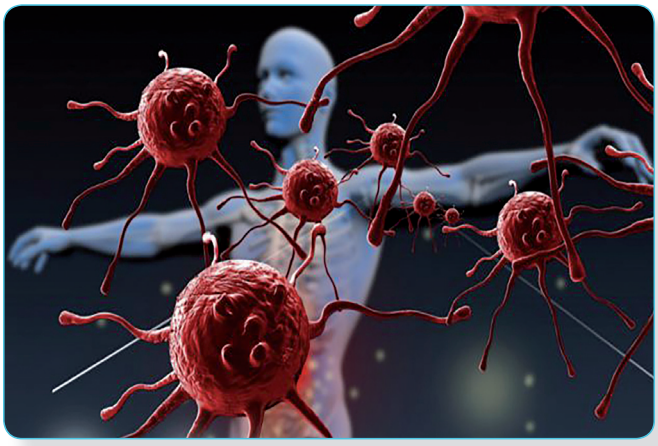
السؤال السادس: شاركت في حملة للتبرع بالدم وقمت بزيارة بنك الدم الفلسطيني. أصمم بطاقة عليها اسمي وفصيلة دمي ولمن أستطيع التبرع.

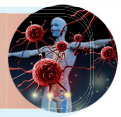
الفصل الثالث 3

الجهاز المناعي The Immune System

يتعرض جسم الإنسان لمؤثرات خارجية كالمواد الكيميائية التي تسبب له الحروق والجروح، وكذلك لمسببات الأمراض من كائنات دقيقة كالبكتيريا والفيروسات وغيرها، ويسبب بعضها أمراضاً قد تودي بحياته؛ لذلك يوجد في الجسم جهاز يتولى مهمة الدفاع عن سلامته وصحته، وهو الجهاز المناعي، الذي وهبه الله – تعالى- للإنسان، فكيف يتم ذلك؟ وما مكوناته؟ وما الفرق بين المناعة الفطرية والمكتسبة؟ هذه الأسئلة وغيرها سأتمكن من الإجابة عنها بعد دراسة هذا الفصل، وسأكون قادراً على:

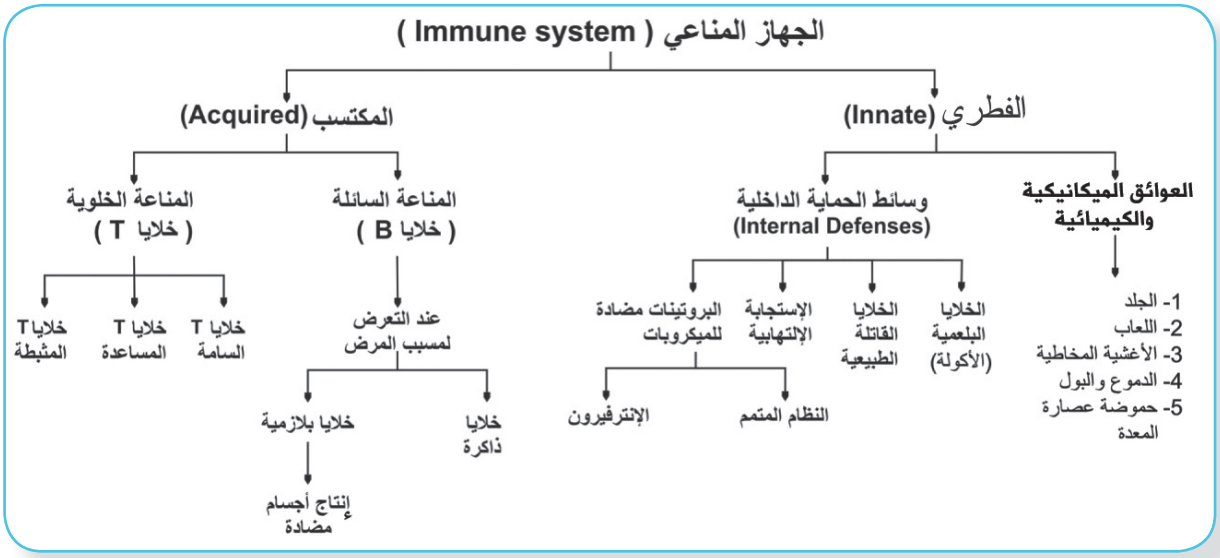
1. بيان أنواع الأنظمة المناعية في جسم الإنسان.
2. بيان تركيب الجهاز الليمفي ووظائف أجزائه.
3. تعداد أنواع الخلايا الليمفية ودورها في المناعة.
4. التعرف إلى الأعضاء الليمفية ووظائفها.
5. تمييز مكونات كل من المناعة الفطرية والمكتسبة.
6. توضيح آلية حدوث الاستجابة الالتهابية وعملية البلعمة.
7. التمييز بين المناعة الخلوية والمناعة السائلة.
8. توضيح تركيب الأجسام المضادة.
9. التعرف إلى أنواع الأجسام المضادة ووظائف كل منها.
10. وصف بعض الاختلالات المناعية.





1.3 الأنظمة المناعية في الجسم

أتتبع المخطط الآتي، وأبين أنواع الأنظمة المناعية:



مخطط (1): الأنظمة المناعية في الجسم

أولاً: المناعة الفطرية أو الطبيعية Innate Immunity

يمتلك الإنسان المناعة الفطرية منذ الولادة قبل التعرض لأي أنتيجين (مولد للضد)، وتشمل:

1- **العوائق الميكانيكية والكيميائية Physical and Chemical Barriers:** وتشمل الجلد الذي يمنع وصول مسببات المرض إلى داخل الجسم، وإفراز العرق الذي يقتل بعض مسببات الأمراض. أما الأغشية المخاطية فتفرز المادة المخاطية التي تلتقط وتحتجز مسببات المرض، وتبطن الأغشية المخاطية أعضاء من جسم الإنسان كقنوات الجهاز التنفسي التي تحتوي على خلايا تغطيها أهداب متحركة. تدفع الأهداب المادة المخاطية، وتدفع معها مسببات المرض إلى أعلى في اتجاه البلعوم. وتقضي أحماض المعدة على معظم مسببات الأمراض التي يتم بلعها، مع الغذاء.

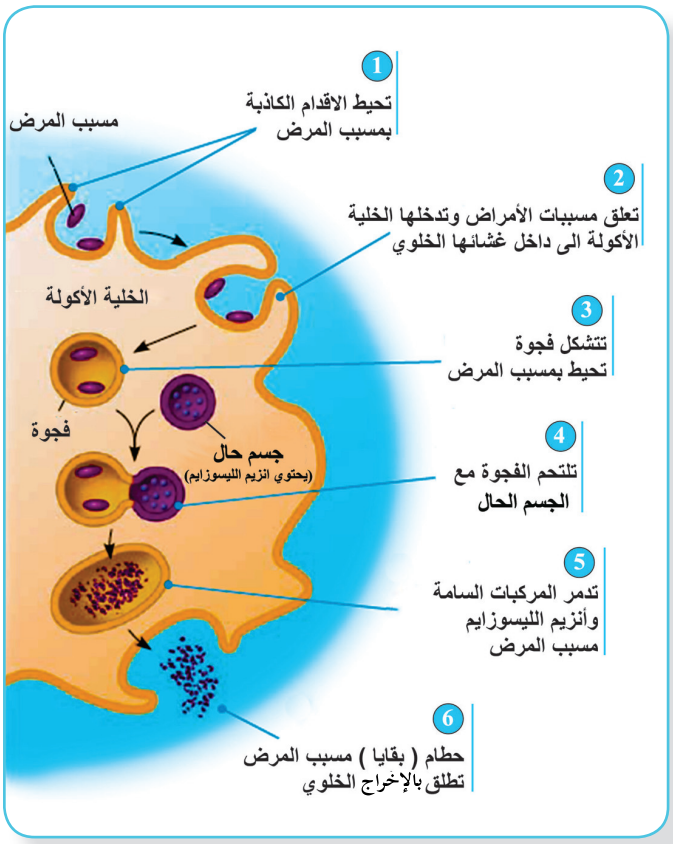
2- **وسائط الحماية الداخلية Internal Defenses**

تتضمن وسائط المناعة الفطرية في الفقاريات ومن ضمنها الإنسان ما يأتي:

أ- الخلايا البلعمية (الأكولة):

في الثدييات، التعرف على مسببات الأمراض يحفز جهاز المناعة للقضاء عليها من خلال عملية **البلعمة**.

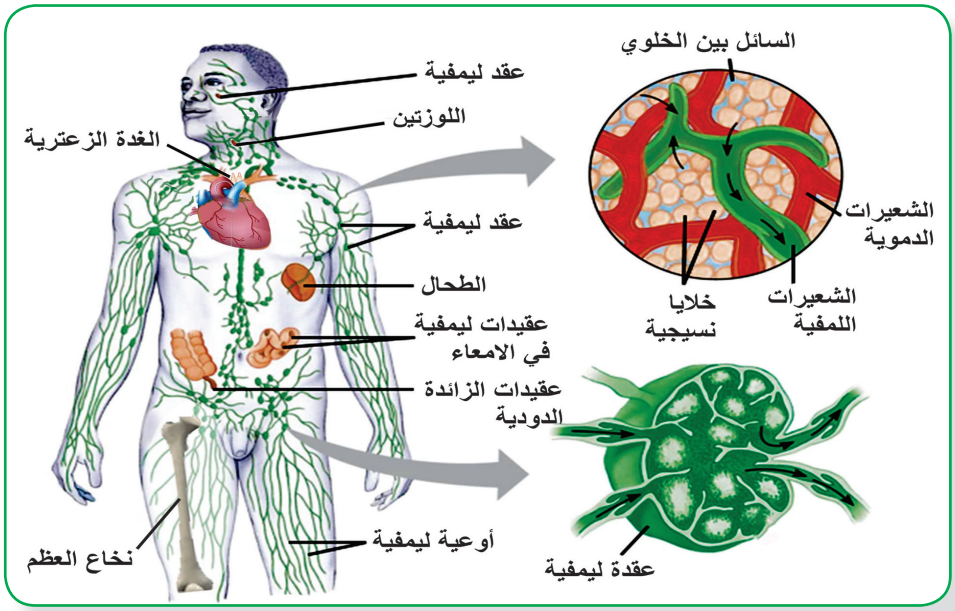
وهنالك نوعان رئيسيان من الخلايا البلعمية هما: خلايا الدم البيضاء الأكولة Macrophages وخلايا الدم البيضاء المتعادلة Neutrophils. أتتبع من خلال الشكل (1) خطوات عملية البلعمة.



الشكل (1): عملية البلعمة

ب- الخلايا القاتلة الطبيعية Natural Killer Cells-NK: تعرف بالخلايا الليمفية المحببة الكبيرة Large Granular Lymphocytes، تهاجم الخلايا المصابة بالفيروسات والخلايا السرطانية، تعتبر هذه الخلايا جزءاً من **الجهاز الليمفي** انظر الشكل(2).

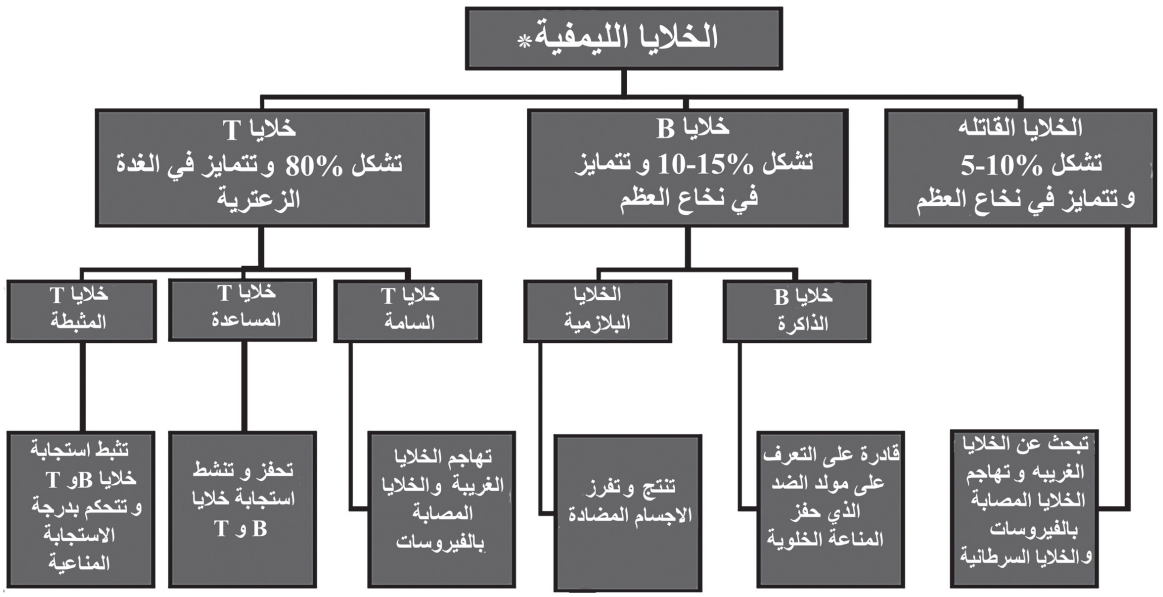
يتكون الجهاز الليمفي من الليمف والأوعية الليمفية، وخلايا ليمفية، وأنسجة ليمفية وأعضاء ليمفية. ومن الأجزاء التي تدعم جهاز المناعة:



الشكل (2): مكونات الجهاز الليمفي

1- **الخلايا الليمفية Lymphocytes:** من أنواع خلايا الدم البيضاء، ويتم انتاجها في نخاع العظم الأحمر.

أدرس المخطط (2) وأبين أنواع الخلايا الليمفية ووظيفة كل نوع.



مخطط (2): أنواع الخلايا الليمفية

* **تعتبر الخلايا القاتلة من المناعة الفطرية أما خلايا (T) و (B) من المناعة المكتسبة.**

2- الأعضاء الليمفية Lymphoid Organ

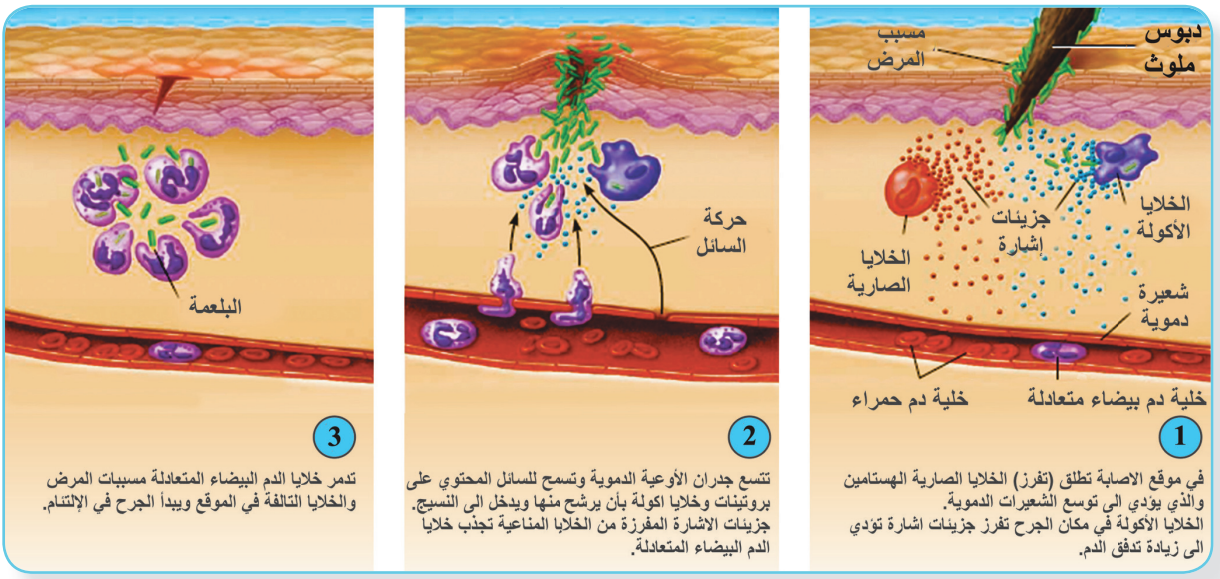
وتشمل نخاع العظم، والعقد الليمفية، والغدة الزعترية، والطحال

جدول (1): وظائف الأعضاء الليمفية

العضو	وظيفته
نخاع العظم	يحتوي خلايا جذعية تنتج خلايا الدم الحمراء والبيضاء، ويحفز انقسام الخلايا الليمفية الجذعية وتمايزها إلى خلايا B والخلايا القاتلة.
العقد الليمفية	تقوم بتصفية الليمف من الأنتيجينات (مولدات الضد) ومسببات الأمراض وتحتوي على خلايا أكولة وخلايا T وخلايا B.
الغدة الزعترية	تحفز انقسام الخلايا الليمفية الجذعية وتمايزها إلى خلايا T.
الطحال	يقوم بإعادة تدوير خلايا الدم الحمراء القديمة بوساطة عملية البلعمة، وتخزين الحديد الناتج منها لإعادة استخدامه في تصنيع خلايا دم حمراء جديدة. كما يقوم بتصفية الدم من مسببات الأمراض؛ لذلك يعدّ جزءاً من جهاز المناعة.

سؤال: كيف تفسر تضخم الطحال عند مريض الثلاسيميا؟

جـ- الاستجابه الالتهابية Inflammatory Response: تحدث عندما تكون الأنسجة مصابة بمسببات الأمراض كالبكتيريا مثلاً او السموم، وتُفرز الخلايا الصارية الهستامين الذي يزيد من نفاذية الأوعية الدموية للسوائل الموجودة في بلازما الدم إلى الأنسجة؛ ما يسبب التورم. أدرس الشكل (3) وأبيِّن خطوات الاستجابة الالتهابية.



شكل (3): الاستجابة الالتهابية

د- بروتينات مضادة للكائنات الدقيقة: يؤدي التعرف على مسببات الأمراض إلى إنتاج وإطلاق كثير من البروتينات، التي تهاجم مسببات المرض، وتعيق تكاثرها، ومن الأمثلة عليها:

1- النظام المتمم Complement System

ويتكون مما يقارب 30 بروتيناً من بروتينات بلازما الدم في حالة غير نشطة، حيث يتم تنشيطها من قبل مسببات المرض، الأمر الذي يؤدي إلى سلسلة من التفاعلات الكيميائية مسببة تحلّل الخلية المسببة للمرض وانفجارها.

2- الإنترفيرونات Interferons

مواد بروتينية تفرزها الخلايا المصابة بالفيروسات وخلايا T_H والخلايا الأكولة الكبيرة، وتنتقل مع الدم، بحيث ترتبط على المستقبلات الموجودة في الغشاء الخلوي للخلايا السليمة المجاورة، وتحفزها على إنتاج مواد تمنع تكاثر الفيروس.

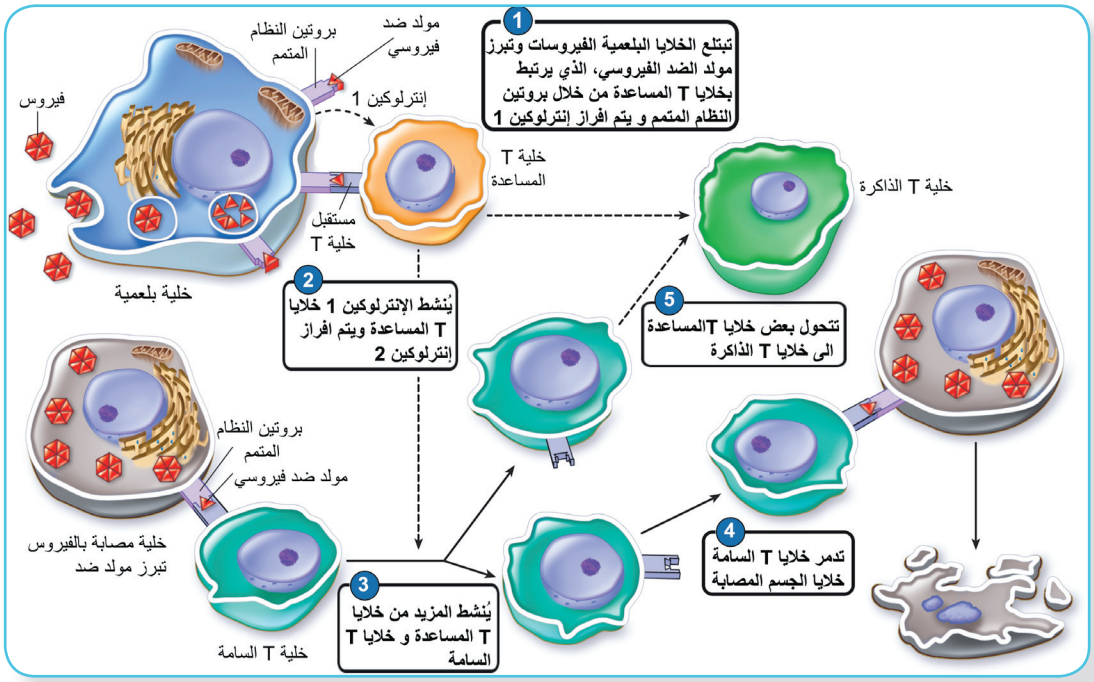
ثانياً: المناعة المكتسبة (المتخصصة) Acquired (Adaptive) Immunity

تعمل هذه الأنظمة المناعية بعد أن يتعرض الجسم لأنتيجين (مولد الضد) ويتجاوز المناعة الفطرية (غير المتخصصة) من خلال تعاون خلايا الدم البيضاء الليمفية من نوعي B وT، التي تتعرف على مولدات ضد خاصة. حيث تختص الخلايا T بالمناعة الخاصة بالخلايا Cell Mediated Immunity، لذلك تعرف بالمناعة الخلوية Cellular Immunity، حيث تهاجم خلايا الجسم المصابة. أما خلايا B فتختص بالمناعة التي تتم من خلال الأجسام المضادة Antibodiesالتي تكونها Antibody Mediated Immunity، وتسمى المناعة السائلة Humoral Immunity، وتهاجم مولدات الضد المتواجدة في سوائل الجسم.

أ- المناعة الخلوية Cellular Immunity

تختص بها خلايا T المختلفة، وحتى تتم الاستجابة لا بد من تنشيط أنواع محددة من هذه الخلايا كما يأتي:

1 تنشيط خلايا T المساعدة (T_H): أدرس الشكل (4) وأتتبع خطوات تنشيط خلايا T المساعدة (T_H).



الشكل (4): تنشيط خلايا T المساعدة

2 أثناء ارتباط خلايا T_H المساعدة مع الأنتيجينات (مولدات الضد) من خلال مستقبلات الخلايا البلعمية، تنشط هذه الخلايا للانقسام، لتكون سلالة جديدة من خلايا T_H المنشطة وخلايا T_H الذاكرة التي تتنبه بشكل تلقائي في حال دخول مولد ضد مرة ثانية للجسم.

3 تفرز خلايا T_H المنشطة أنواعاً من السيتوكاينات Cytokines، وهي بروتينات تعمل على تحفيز الخلايا الليمفية الأخرى، فتحفز المناعة على النحو الآتي:

أ- تنشيط خلايا T السامة (T_C).

ب- تنشيط خلايا B.

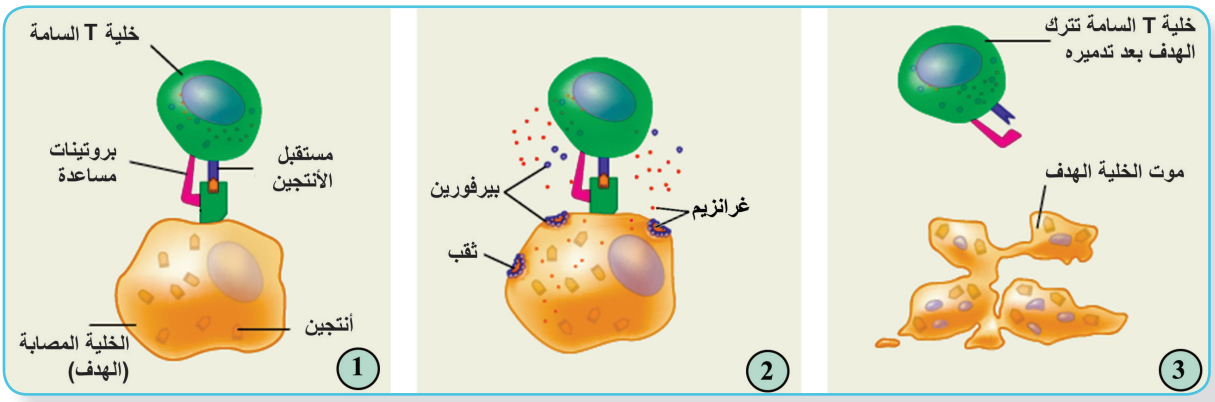
جـ- تنشيط الخلايا الأكولة لمساعدتها على إفراز المواد اللازمه لمقاومة مسببات الأمراض بداخلها.

د- تنشيط الخلايا القاتلة الطبيعية (NK) لتدمير الخلايا غير الطبيعية أو المصابة.

هـ- تحفيز خلايا T المثبطة بعد القضاء على مسببات المرض بوقف عمل خلايا T الأخرى.

4 تدمير خلايا T السامة (T_C) لخلايا الجسم المصابة:

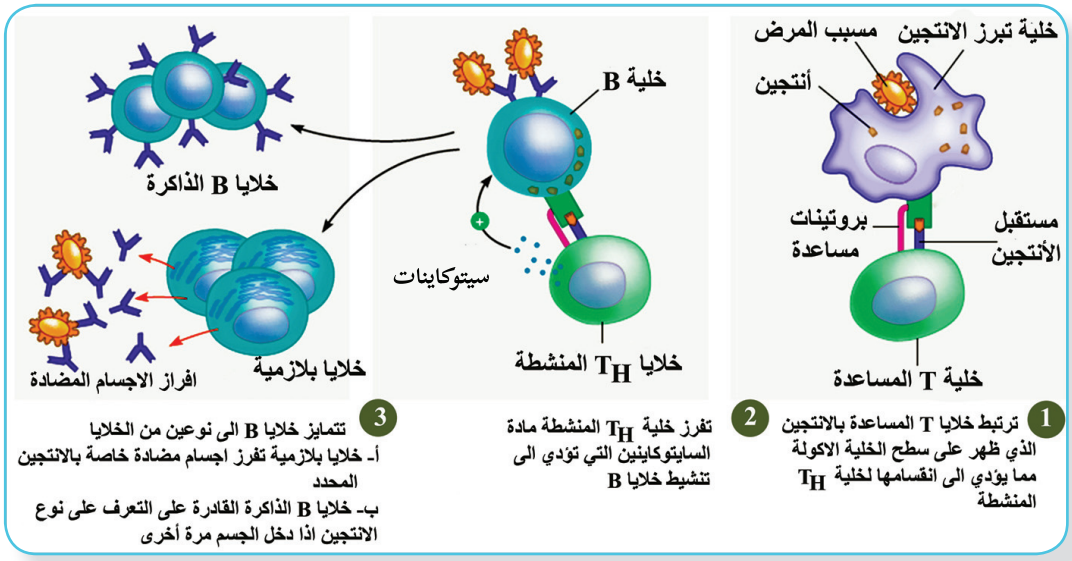
فبعد أن تتعرف خلية T_C على الخلية المصابة بالفيروسات أو الخلايا السرطانية تفرز البيرفورين Perforin الذي يشكل ثقباً على سطح الخلية المستهدفة، ثم تفرز T_C الغرانزيم Granzymes خلال هذه الثقوب؛ ما يؤدي إلى تحلل DNA الخلية، وبالتالي موتها. ألاحظ الشكل (5).



الشكل (5): آلية عمل خلايا T السامة

ب- المناعة السائلة Humoral Immunity

بالتزامن مع حدوث الاستجابة المناعية الخلوية تحدث الاستجابة المناعية السائلة التي تقوم بها خلايا B، والتي تختص بالدفاع ضد الأنتيجينات (مولدات الضد)، ومسببات الأمراض كالبكتيريا، والفيروسات، والسموم المتواجدة في سوائل الجسم من خلال الأجسام المضادة التي تفرزها. أدرس الشكل (6)، وأتتبع خطوات الاستجابة المناعية السائلة.



الشكل (6): المناعة السائلة

2.3 المناعة الإيجابية Active Immunity والمناعة السلبية Passive Immunity

المناعة الإيجابية: تنتج عند تعرض الجسم لأنتيجين (مولد ضد) فيُكَوّن أجساماً مضادة نتيجة الإصابة بمسببات الأمراض أو بإعطاء اللقاحات (تطعيم).

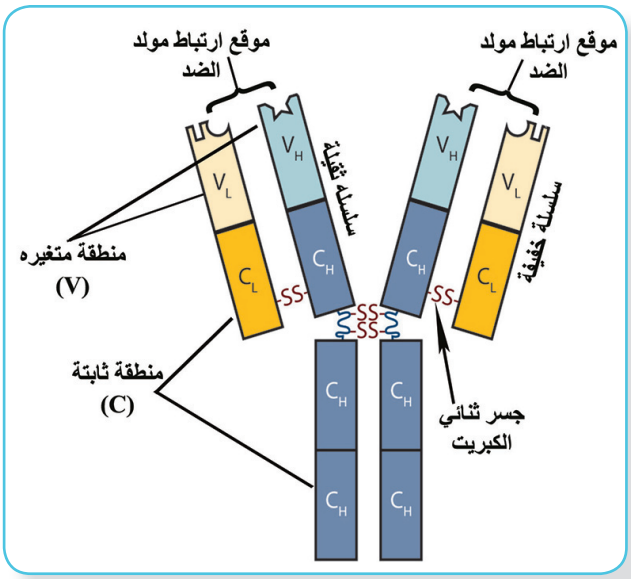
المناعة السلبية: تنتج عن طريق نقل أجسام مضادة جاهزة للجسم مثل انتقال الأَجسام المضادة من الأم إلى الجنين عبر المشيمة وحليب الأم للرضيع، وكذلك تزويد الجسم بالمصل.

سؤال: ما الفرق بين اللقاح والمصل من حيث التعريف؟

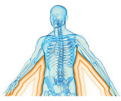
3.3 تركيب الأجسام المضادة ووظائفها Antibodies Structure and Function

الأجسام المضادة هي بروتينات مناعية يتكون كل جزيء منها من 4 سلاسل من عديد الببتيد، كل اثنتين منهما متماثلتان، تسمى إحداهما السلسلتين الثقيلتين Heavy Chain، وتسمى الأخريان السلسلتين الخفيفتينLight Chain، وترتبط السلاسل الثقيلة بعضها مع بعض من جهة، ومع الخفيفة من جهة أخرى، بجسور ثنائية الكبريت لتعطي جزيئاً على شكل حرف Y، ولكل جسم مضاد موقعان متماثلان لارتباط مولد الضد، وكل سلسلة ببتيدية من الأربع سلاسل تكون منطقتين، الأولى يرمز لها بالرمز(V) أي

المنطقة المتغيرة Variable Region التي ترتبط بمولد الضد المحدد، والثانية يرمز لها بالرمز (C) أي المنطقة الثابتة Constant Region، فهي لا تختلف من جسم مضاد لآخر. أنظرالشكل (7).



شكل (7): تركيب الجسم المضاد



أنواع الأجسام المضادة

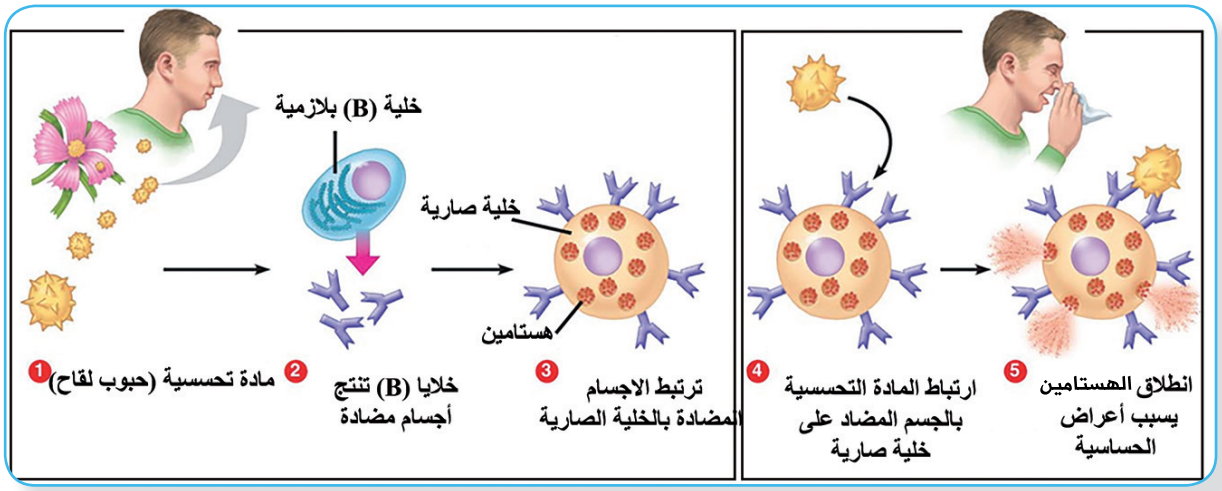
تفرز الخلايا الليمفية من نوع (B) خمسة أنواع من الأجسام المضادة، وهي :(IgD، IgE، IgG، IgM، IgA). أنظر إلى الجدول (2).

جدول (2): بعض أنواع الأجسام المضادة وأماكن وجودها ووظائفها

نوع الجسم المضاد	أماكن وجوده	وظائفه
IgA	الدموع، المخاط، اللعاب	يهاجم مسببات الأمراض قبل دخولها الأنسجة، ويمنع التصاق الفيروسات والبكتيريا بالأسطح الطلائية
IgE	الجلد والرئتان والأغشية المخاطية	مسؤول عن تفاعلات الحساسية
IgG	الدم والليمف	الجسم المضاد الرئيس في الدورة الدموية ويهاجم الكائنات الدقيقة، ويستطيع النفاذ عبر المشيمة إلى الجنين.

1- أمراض الحساسية Allergies

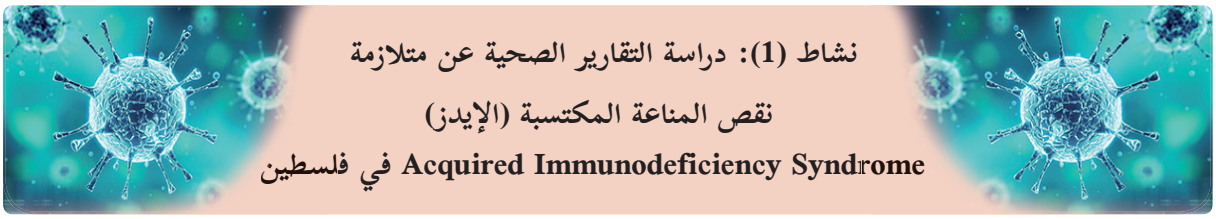
يتعرض الإنسان إلى مواد متنوعة من البيئة المحيطة تسبب هذه المواد تفاعلاً يدعى تفاعل الحساسية لبعض الأشخاص، ومن الأمثلة عليها الغبار، وحبوب اللقاح، وبعض الأطعمة كالبيض والسمك، وبعض المواد الكيميائية كالبنسلين. تُحدِث هذه المواد استجابة مناعية ترافقها أعراض كالسعال، والعطس، وإفراز المخاط، وضيق التنفس. أنظر إلى الشكل (8) وأوضح كيفية حدوث تفاعل الحساسية.



الشكل (8): مراحل تفاعل الحساسية: التعرض للمادة التحسسية لأول مرة (3-1)، التعرض لنفس المادة التحسسية مستقبلا (5-4)

2- الاختلالات المناعية الذاتية Autoimmune Disease

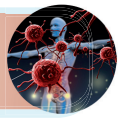
من الحالات المرضية التي يخطئ فيها الجهاز المناعي في تمييز خلايا الجسم ذاته، ويُنظر إلى أحد مكوناته الذاتية على أنها مسببات أمراض، فيقوم برد فعل مضاد يؤدي إلى مهاجمتها وتدميرها. من الأمثلة على الاختلالات المناعية، مرض التصلب المتضاعف (المتعدد) Multiple Sclerosis الذي يصيب الأنسجة العصبية في مرحلة الشباب، حيث تهاجم خلايا (T) الغلاف الميليني الذي يحيط بالخلايا العصبية للدماغ والحبل الشوكي والأعصاب التي تصل بين العينين والدماغ وتدمرها ببطء، وفي الحالات الحادة يكون أعراض المرض الشلل والعمى، ويمكن أن يؤدي التصلب المتضاعف إلى الموت.



نشاط (1): دراسة التقارير الصحية عن متلازمة
نقص المناعة المكتسبة (الإيدز)
Acquired Immunodeficiency Syndrome في فلسطين

يصاب الإنسان بنقص المناعة نتيجة لفقدان بعض الخلايا المناعية بسبب الإصابة بفيروس الإيدز AIDS الذي يهاجم جهاز المناعة من خلال مهاجمته خلايا (T).

بالرجوع إلى التقارير الصحية السنوية لوزارة الصحة الفلسطينية، أرصد عدد حالات الإصابة بالمرض في فلسطين خلال الأعوام الثلاثة الماضية، وأناقش أسباب الإصابة، وطرق الوقاية.



5.3 التبرع بالأعضاء

* التبرع بالأعضاء هو نافذة المرضى إلى الحياة الطبيعية، وهو بمثابة ولادة جديدة تنتظرهم ليعودوا إلى الحياة بتمام صحتهم، وقد يكون التبرع من شخص حي أو ميت، حيث تؤخذ الأعضاء من الشخص المتوفى في الوقت المناسب قبل تلفها أي عند حدوث الوفاة الدماغية. وتشير إحصائيات منظمة الصحة العالمية أنه تجري حوالي مئة ألف عملية زراعة أعضاء سنوياً على مستوى العالم حالياً، ومع ذلك فإن هذا العدد لا يغطي إلا 10%من الحاجة العالمية التي تقدر بمليون عملية سنوياً.

أجاز مجمع الفقه الإسلامي التابع لمنظمة المؤتمر الإسلامي التبرع بالأعضاء من الأشخاص المتوفين، بشرط أن يأذن الميت قبل موته أو ورثته بعد موته، واعتبرها صدقة جارية ومن أعظم الأعمال، ويدخل في إحياء النفس، ومن أحياها فكأنما أحيا الناس جميعاً.

عند زراعة العضو فإن جهاز المناعة يقوم بالتعرف على مولدات الضد الموجودة على خلايا العضو، فإذا كانت معظم مولدات الضد في العضو المزروع شبيهة بتلك الموجودة في خلايا الجسم فإن جهاز المناعة لا يكون أجساماً مضادة للعضو المزروع، أما إذا اختلفت فإن الجسم يكون أجساما مضادة لذلك العضو، ويؤدي ذلك إلى رفضه ومهاجمته، وبالتالي فشل عملية زراعة ذلك العضو، إلا أنه يمكن السيطرة إلى حد كبير على رفض الأنسجة المزروعة من قبل جهاز المناعة بوساطة أدوية تثبط عمل جهاز المناعة.

* للإطلاع

أسئلة الفصل

السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1) أي من الاستجابات الآتية يشكل جزءاً من المناعة الفطرية؟

أ- الاستجابة المناعية الخلوية　　ب- الاستجابة المناعية السائلة

جـ- الاستجابة المناعية بإفراز أجسام مضادة　　د- الاستجابة الالتهابية

2) مرض التصلب المتضاعف هو من الاختلالات المناعية الذاتية، ما الجهاز الأكثر تضرراً منه في جسم الإنسان؟

أ- الهضمي　　ب- التنفسي　　جـ- العصبي　　د- الدوراني

3) بماذا يمتاز البروتين المناعي (IgE)؟

أ- يرتبط مع الخلايا القاتلة　　ب- مسؤول عن تفاعلات الحساسية

جـ- يوجد غالباً على خلايا B　　د- تمنع التصاق البكتيريا بالأسطح الطلائية

4) ما الخلايا التي تقوم بإنتاج الأجسام المضادة؟

أ- B البلازمية　　ب- T القاتلة　　جـ- T المساعدة　　د- T المثبطة

5) ما المادة التي تفرزها الخلايا الأكولة وتنشط خلايا (T_H)؟

أ- الإنترفيرون　　ب- البيروفورين　　جـ- الغرانزيم　　د- الإنترلوكين 1

السؤال الثاني: أصيب إبراهيم بمرض الحصبة وشُفي منه، في حين تم إعطاء حمزة مصلاً مضاداً للإصابة بهذا المرض، ما نوع المناعة التي اكتسبها كل منهما؟

السؤال الثالث: أحدد وظيفة كل من:

أ- الطحال　　ب- الإنترفيرون　　جـ- الغرانزيم

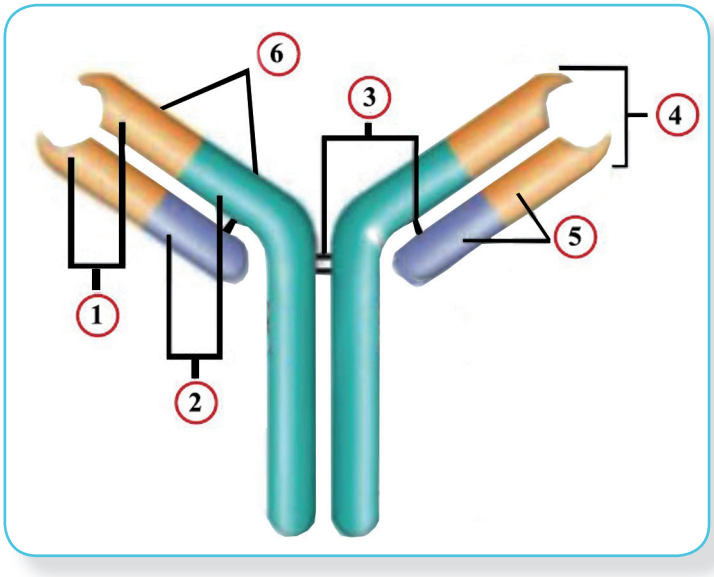
السؤال الرابع: أقارن بين خلايا (T) والخلايا القاتلة الطبيعية من حيث:

أ- نسبتها من الخلايا الليمفية في الدم ب- مكان التمايز

السؤال الخامس: أبيّن أهمية السايتوكاينات التي تفرزها خلايا T_H المنشطة.

السؤال السادس: أتتبع خطوات عملية البلعمة التي تقوم بها الخلايا الأكولة.

السؤال السابع: الشكل الآتي يوضح تركيب الجسم المضاد، أدرسه وأجيب عن الأسئلة الآتية:



أ- أكتب الأجزاء المشار لها بالأرقام (1-6).

ب- كم عدد سلاسل عديد الببتيد التي يتكون منها الجسم المضاد؟ وكيف ترتبط السلاسل معاً؟

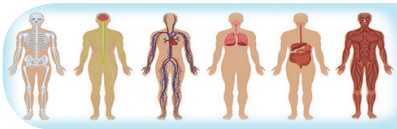
جـ-كيف تختلف الأجسام المضادة بعضها عن بعض؟

د- أوضح وظيفة الجسم المضاد (IgA)؟

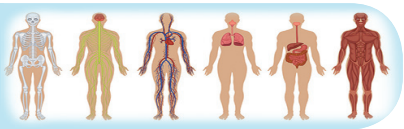
السؤال الثامن: أعلل ما يأتي:

- من السهل إصابة الأطفال دون الشهر السادس بالأمراض الرئوية وليس المعوية في حالة الرضاعة الطبيعية.
- لا يوجد خطر على الجنين من الإصابة بالحصبة الألمانية إذا حصلت الأم على تطعيم أو كانت مصابة سابقاً.

السؤال التاسع: ما المشاكل الصحية المتوقعة للشخص الذي تم استئصال طحاله؟



أسئلة الوحدة



السؤال الاول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1) ما الضغط الذي تحدثه القوة المؤثرة على جدران الشرايين عند انقباض القلب؟

أ- المرتفع ب- الانقباضي جـ- الانبساطي د- المنخفض

2) ماذا يسبب تصلب الشرايين؟

أ- تقلص الجدران الداخلية للشرايين. ب- زيادة تدفق الدم نحو القلب.

جـ- ازدياد حجم العضلات د- اتساع الجدران الداخلية للشرايين.

3) أي من المفاصل الآتية مثال على مفاصل ثابتة الحركة؟

أ- الركبة ب- الإبهام جـ- فقرات العمود الفقري د- الارتفاق العاني

4) أي من الأزواج الآتية من عظام الهيكل العظمي الطرفي؟

أ- الترقوة ولوح الكتف ب- الترقوة وعظمة القص

جـ- لوح الكتف وعظمة القص د- لوح الكتف والأضلاع

5) لماذا تُعدّ اللقاحات فعالة في الوقاية من الأمراض؟

أ- تحتوي على النظام المتمم

ب- تحتوي على خلايا B وخلايا T

جـ- تحتوي أجسام مضادة موجهة ضد مسببات المرض

د- تنبه عملية تكوين الأجسام المضادة وخلايا B الذاكرة

6) ما وظيفة الخلايا البلعمية؟

أ- تنقل الهيموغلوبين ب- تنتج خلايا دم حمراء

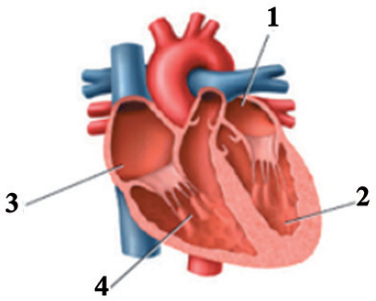
جـ- تحيط بالكائنات الحية الدقيقة المهاجمة د- تنتج أجساماً مضادة

7) أي من الآتية من خصائص الخلايا القاتلة الطبيعية؟

أ- تهاجم الخلايا السرطانية في الأنسجة　　ب- تبقى في الأنسجة في انتظار مسببات المرض

جـ- خلايا دم بيضاء صغيرة الحجم　　د- تبتلع مسببات المرض الكبيرة وتدمرها

8) ما الرقم الذي يمثل الأذين الأيمن في الشكل الآتي؟



أ-1　　ب- 2　　جـ- 3　　د-4

9) ما عدد عظام (اليد والرسغ) في الإنسان؟

أ- 14　　ب- 19　　جـ- 26　　د-27

السؤال الثاني: أوضح العلاقة القائمة بين ما يأتي:

أ- الصفائح الدموية والفيبرين.　　ب- خلايا T المنشطة والمناعة السائلة.

السؤال الثالث: أرتب خطوات الاستجابة الالتهابية:

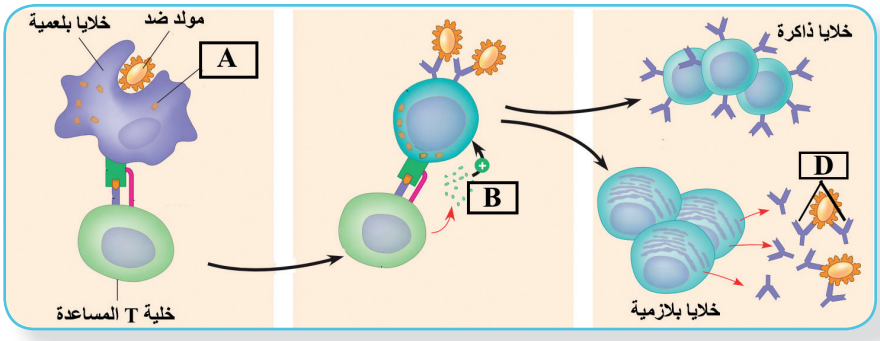
- يزداد تدفق الدم إلى المنطقة المصابة.
- تفرز الخلايا المصابة الهستامين.
- تهاجم خلايا الدم البيضاء المتعادلة مسببات المرض وتقتلها.
- تنتقل الخلايا الأكولة إلى المنطقة المصابة.
- تدخل مسببات المرض الجسم عبر الجلد.

السؤال الرابع: أفسر تفسيراً علمياً:

1) على الرغم أن جميع الخلايا المناعية تتكون في أعضاء جهاز المناعة إلا أنها تشكل أحد مكونات الدم.

2) نقص عنصر الحديد في الغذاء يؤثر في قدرة الدم على نقل الأكسجين.

السؤال الخامس: أدرس الشكل الآتي، وأجيب عن الأسئلة التي تليه:



1) أي نوع من المناعة المكتسبة يمثلها الشكل؟ 2) ما وظيفة التركيب المشار إليه بالحرف (B)؟

3) أسمي الجزأين المشار إليهما بالحرفين (A) و(D)؟ 4) أتتبع أحداث هذه المناعة؟

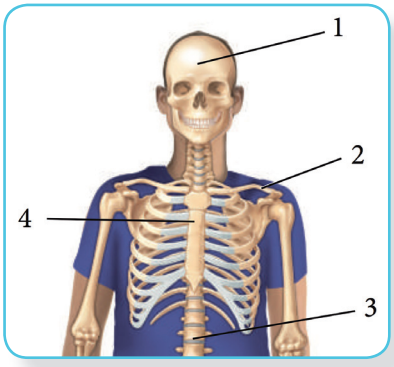
السؤال السادس: أكمل الجدول الآتي:

وجه المقارنة	التهاب المفاصل العظمي	التهاب المفاصل الروماتزمي
سبب الحدوث		
وجه المقارنة	IgE	IgG
أماكن الوجود		
وجه المقارنة	خلايا الدم الحمراء	خلايا الدم البيضاء
العدد / ملم^3		

السؤال السابع: أصف المخاطر الناتجة لو كانت جميع عظام الإنسان عظاماً كثيفة، ولا يوجد فيه عظام إسفنجية.

السؤال الثامن: ما هي توقعاتي لأعداد خلايا الدم الحمراء في الدم وحجم القلب لسكان المناطق المرتفعة عن مستوى سطح البحر؟ أضع فرضية توضِّح ذلك.

السؤال التاسع: أكتب الأجزاء التي تمثلها الأرقام من 1-4 في الشكل المجاور، وأكتب وظائفها.



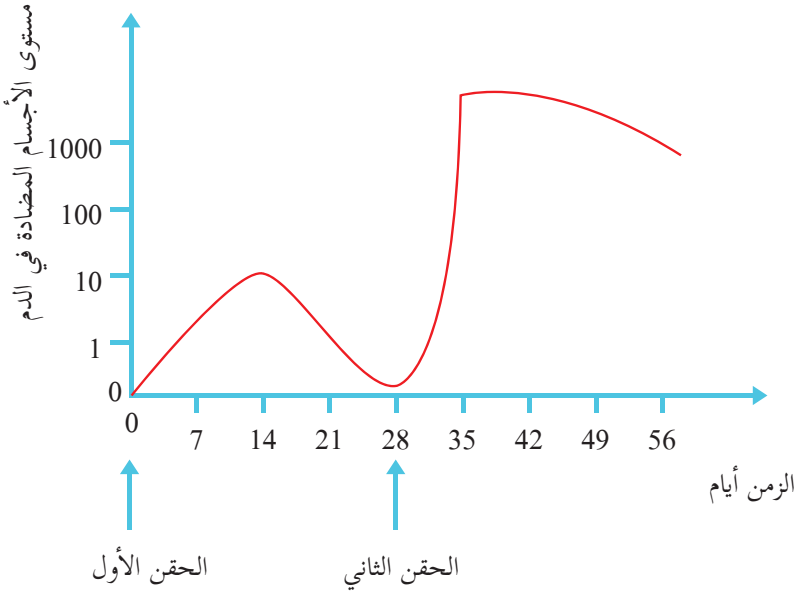
السؤال العاشر: تعرض خالد أثناء عمله في أرضه الكائنة في الأغوار بمحافظة أريحا، للدغة الأفعى الفلسطينية، حيث تم نقله إلى المستشفى على إثرها: برأيك أيهما أفضل إعطاء خالد لقاحاً أم مصلاً؟ ولماذا؟

السؤال الحادي عشر: الرسم البياني الآتي يبين مستوى الأجسام المضاده في الدم بعد الحقن الأول والثاني بمولد الضد نفسه. أدرسه وأجيب عن الأسئلة الآتية:

أ- أذكر فرقين بين رد الفعل للحقنين الأول والثاني.

ب- ما الخلايا الجسميه التي تنتج الأجسام المضاده في الدم؟

جـ- أيهما يستغرق وقتاً أطول لبدء إنتاج الأجسام المضاده؟ أفسّر ذلك.



السؤال الثاني عشر: أقيم ذاتي:

أقرأ كلاً من العبارات الآتية ثم أضع الإشارة (✓) في المكان المناسب:

الرقم	العبارة	دائماً	أحياناً	نادراً
1	أتعرف إلى تركيب الجهاز الهيكلي والدوراني والمناعي ووظائف مكوناتها.			
2	أوضح بعض العمليات الحيوية التي تتم في أجسامنا كآلية التئام كسور العظم ونبض القلب والدفاع عن الجسم.			
3	أصف بعض المشكلات الصحية ذات العلاقة بهذه الأجهزة وطرق علاجها.			
4	أرسم بعض أجزاء أجهزة جسم الإنسان كالقلب، والجسم المضاد.			
5	أعد مشروع تحضير الهيكل العظمي للأرنب.			

4 الوحدة الرابعة

الكائنات الدقيقة
Microrganisms

قال تعالى:

(فَلَا أُقْسِمُ بِمَا تُبْصِرُونَ ﴿٣٨﴾ وَمَا لَا تُبْصِرُون ﴿٣٩﴾ (الحاقة)

يتوقع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على التعرف إلى الكائنات الدقيقة اللاخلوية منها كالفيروسات، أو الخلوية مثل البكتيريا، ودراستها من حيث خصائصها، وتنوعها، وتكاثرها، وعملياتها الأيضية، وعلاقتها مع الكائنات الأخرى، وأثرها عليها من خلال تحقيق الآتي:

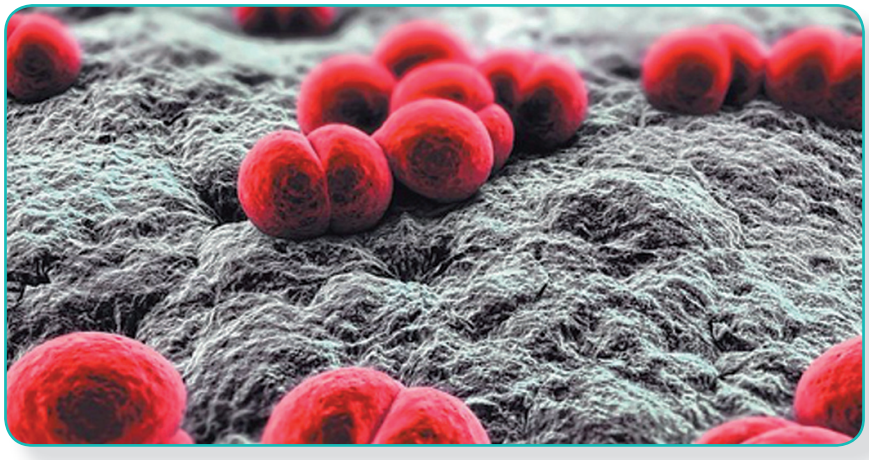
1. التعرف إلى خصائص البكتيريا والفيروسات.
2. وصف تركيب البكتيريا والفيروسات.
3. توضيح الأسس التي يُعتمد عليها في تصنيف البكتيريا والفيروسات.
4. ذِكر بعض الآثار الاقتصادية للبكتيريا والفيروسات.
5. تصميم مجسمات لأشكال مختلفة من البكتيريا.

الفصل الأول 1

البكتيريا Bacteria

البكتيريا كائنات حية دقيقة يتراوح قطرها ما بين 0.5 - 5 ميكروميتر، تعيش في جميع البيئات، ولها تأثير كبير على ما يعيش حولها من إنسان وحيوان ونبات، فأين توجد البكتيريا؟ وما تركيبها؟ وكيف تتغذى؟ هذه الأسئلة وغيرها سأتمكن من الإجابة عليها بعد دراسة هذا الفصل، وسأكون قادراً على:

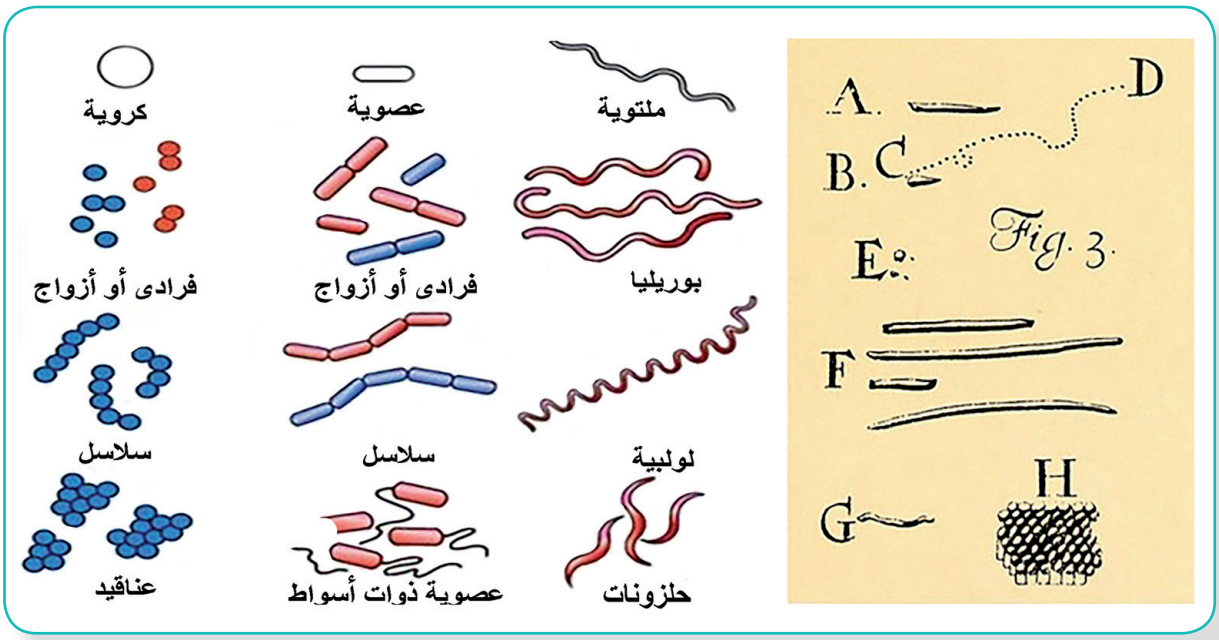
1. تصنيف المجموعات الرئيسة للبكتيريا.
2. التعرف إلى أشكال البكتيريا.
3. الربط بين التراكيب البكتيرية المختلفة ووظائفها.
4. المقارنة بين أنواع البكتيريا من حيث طرق التغذية والتنفس والتكاثر.
5. توضيح أثر بعض العوامل البيئية على نمو البكتيريا وتكاثرها.
6. التَّعرُّف على المضادات الحيوية، وأثرها على البكتيريا.
7. بيان بعض استخدامات البكتيريا في مجال التقانة الحيوية.
8. تصميم مجسم ثلاثي الأبعاد لخلية بكتيرية.



بكتيريا *Neisseria meningitidis* المسببة لمرض التهاب السحايا البكتيري Meningitis

1.1 لمحة تاريخية

* تشكل البكتيريا مجموعة من الكائنات وحيدة الخلية بدائية النوى، التي تعامل معها الإنسان قديماً دون أن يدرك وجودها، من خلال عمليات التخمر وإنتاج مشتقات الألبان. لم تكن البكتيريا معروفة قبل اكتشاف العدسات، وأول من اكتشف وجودها عام 1674م الباحث الهولندي لوفنهوك، مخترع أول مجهر بسيط، عندما قام بفحص قطرة ماء تحت المجهر، فشاهد مجموعة كبيرة من الكائنات الدقيقة، حيث قام برسم بعض الأشكال التي شاهدها. أنظر إلى شكل (1)، هل ألاحظ أوجه شبه بين رسومات لوفنهوك، وأشكال البكتيريا التي يمكن مشاهدتها بالمجهر المركب؟



الشكل (1): رسومات لوفنهوك للبكتيريا وأشكال البكتيريا باستخدام المجهر المركب

2.1 أماكن تواجد البكتيريا

تُعد البكتيريا من أكثر الكائنات عدداً على سطح الأرض، فأين يمكن أن تتواجد الأعداد الهائلة من هذه الكائنات؟

* للإطلاع

نشاط (1): أماكن تواجد البكتيريا

لتحديد أماكن تواجد البكتيريا، أقوم بتنفيذ النشاط الآتي:

المواد والأدوات: أحتاج في هذا النشاط إلى أطباق بتري (عدد 5) تحتوي بيئة غذائية مناسبة مع آغار محضرة ضمن ظروف معقمة، ولاصق ورقي، وحاضنة.

خطوات العمل:

1. أفتح طبق بتري الأول، وأتركه في الهواء لمدة 20 دقيقة، ثم أقوم بإغلاقه باستخدام اللاصق الورقي.
2. أفتح طبق بتري الثاني، وأمسح بطرف أحد أصابع يدي على سطح الآغار، ثم أغلق الطبق بالشريط اللاصق.
3. باستخدام أعواد تنظيف الأذن المعقمة أقوم بمسح الطاولة، ومقبض الباب، وأرضية المختبر، ومن ثم أمسحها على سطح الآغار في أطباق بتري مختلفة.
4. أضع أطباق بتري في الحاضنة على درجة حرارة 37 °C لمدة يوم أو يومين.
5. أسجل ملاحظاتي.

- ماذا أستنتج؟
- ما البيئات التي يمكن أن تتواجد فيها البكتيريا؟

سؤال: كيف أستدل على وجود البكتيريا في وسط غذائي سائل؟

1. 3 تصنيف بدائية النوى

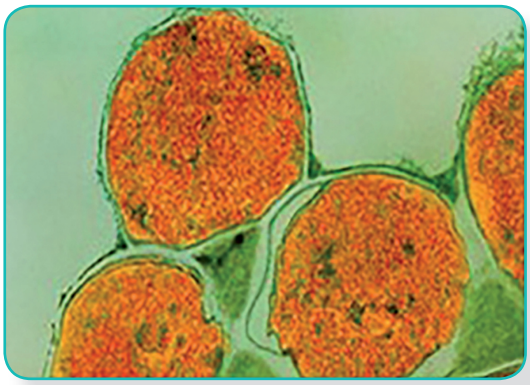
تُصنف بدائية النوى استناداً إلى تركيبها، ووظائفها، وتفاعلها مع أنواع معينة من الأصباغ، ضمن مملكتين مختلفتين هما البكتيريا القديمة والبكتيريا.

أولاً: مملكة البكتيريا القديمة Archaebacteria

تختلف عن البكتيريا في تركيب جُدرها التي تخلو من مادة البيتيدوغلايكان، وتنمو في بيئات شديدة القسوة كالمستنقعات، والبحيرات المالحة، والينابيع الحارة، أنظر الشكل (2).

ومن الأمثلة على البكتيريا القديمة ما يأتي:

1. البكتيريا المنتجة للميثان Methanogen: وتعيش في ظروف لاهوائية، مثل قاع المستنقعات، والمياه العادمة، وفي أمعاء الإنسان والحيوان كالأبقار. ولها القدرة على إنتاج غاز الميثان.



الشكل (2): أحد أنواع البكتيريا القديمة

2. البكتيريا المحبة للملوحة العالية Extreme Halophiles تعيش في بيئات ذات تركيز ملحي مرتفع جداً مثل البحر الميت في فلسطين والبحيرات المالحة الكبرى غرب الولايات المتحدة الأمريكية، أنظر الشكل (3).

الشكل (3): البحر الميت في فلسطين

3. البكتيريا المحبة للحموضة والحرارة Thermoacidophiles:

تعيش في درجات حرارة عالية قد تصل إلى 110 °C، ودرجة حموضة أقل من (2).

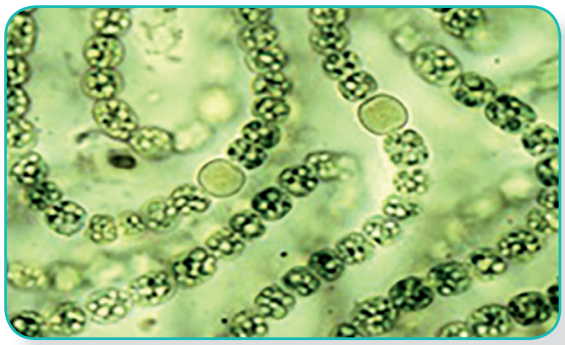
ثانياً: مملكة البكتيريا Bacteria

تشمل معظم أنواع البكتيريا التي تعيش على سطح الأرض، وهي ذات أشكال وأحجام مختلفة، وتمارس أنماطاً معيشية مختلفة تمكنها من العيش والحصول على الغذاء، فمنها ما يعيش حراً في التربة، أو متطفلاً على كائنات حية أخرى مسبباً لها الأمراض، وبعضها رِمية تُحلل الأجسام الميتة، وبعضها ذاتية التغذية الضوئية أوالكيميائية.

ويمكن تقسيم البكتيريا إلى عدة شعب أهمها:

1. **شعبة المتقلبات Proteobacteria:** وهي أكبر شعب البكتيريا، وتشمل أنواعاً مختلفة من البكتيريا، مثل البكتيريا ذاتية التغذية الكيميائية، والبكتيريا المثبتة للنيتروجين وقد تكون رمية، أو متطفلة مثل بكتيريا السالمونيلا التي تصيب أمعاء الانسان. أنظر الشكل (4).

الشكل (4): بكتيريا السالمونيلا داخل الأمعاء



شكل (5): بكتيريا خضراء مزرقة (نوستوك)

2 شعبة البكتيريا الخضراء المزرقة Cyanobacteria:

ذاتية التغذية، حيث تقوم بعملية البناء الضوئي بهدف إنتاج مواد كربوهيدراتية و إطلاق الأكسجين؛ و ذلك لاحتوائها على صبغة كلوروفيل (a) وصبغة فيكوسيانين Phycocyanin الزرقاء، وتتواجد على شكل مستعمرات في البيئات المائية العذبة والمالحة، والقليل منها يعيش في الينابيع الساخنة والمناطق المتجمدة، ومن أمثلتها النوستوك Nostoc أنظر الشكل (5).

الشكل (6): بكتيريا نباتية

3 شعبة البكتيريا النباتية Prochlorobacteria:

(Prochlorophyta) تحتوي أغشيتها الخلوية على طيات داخلية تشبه الثايلاكويدات المتواجدة في البلاستيدات الخضراء، تحتوي بداخلها على صبغات الكلوروفيل (b و a)، التي تمكنها من القيام بعملية البناء الضوئي، لذلك تعد مصدراً مهماً للأكسجين في الطبيعة. أنظر الشكل (6).

1 .4 أشكال البكتيريا

تتباين أشكال البكتيريا باختلاف أنواعها، وطرق معيشتها، والبيئة التي تنشط فيها.

نشاط (2): التعرف على أشكال البكتيريا

وللتعرف على أشكال البكتيريا، أقوم بتنفيذ النشاط الآتي:

المواد والأدوات: مجهر مركب، وشرائح جاهزة لأنواع مختلفة من البكتيريا.

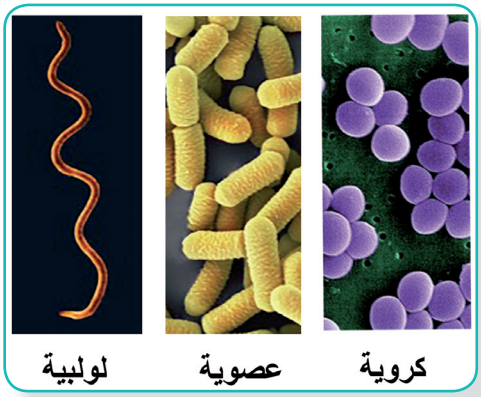
1. أقوم بمشاهدة الشرائح المجهرية باستخدام العدسة الشيئية الصغرى والتدرج حتى الكبرى (الزيتية).
2. أرسم في دفتري ما أشاهده من أشكال البكتيريا. ماذا ألاحظ؟

سألاحظ من خلال النشاط السابق ثلاثة أشكال رئيسية للبكتيريا كما يبين الشكل (7)، وهي:

أ- الكروية Cocci

ب- العصوية Bacilli

جـ- اللولبية Spirilla

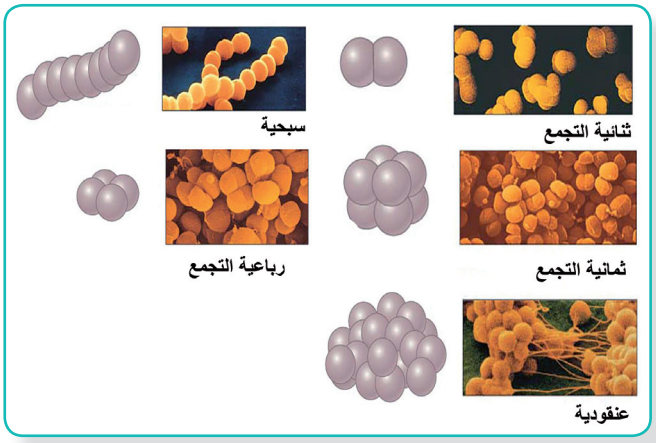


شكل (7): الأشكال الرئيسة للبكتيريا

أ- البكتيريا الكروية Cocci:

أنظر الشكل (8) الذي يوضح أشكال البكتيريا الكروية، ماذا ألاحظ؟

عند انقسام البكتيريا الكروية بعدة مستويات فإنها تأخذ الأنماط الآتية:



الشكل (8): أشكال البكتيريا الكروية

1. **ثنائية التجمع Diplococci:** تتجمع على شكل أزواج بعد كل انقسام، مثل البكتيريا المسببة لمرض التهاب السحايا *Neisseria meningitides* .

2. **رباعية وثمانية التجمع Tetrades:** تنقسم بمستويين؛ ما يؤدي إلى بقائها متصلة مكونة شكلاً رباعياً، مثل البكتيريا الكروية الدقيقة Micrococcus، أو بثلاثة مستويات مكونة شكلاً ثمانياً، مثل بكتيريا السارسينا Sarcina.

3. **السبحية Streptococcus:** تنقسم بمستوى واحد، وتبقى متصلة على شكل سلسلة، مثل البكتيريا المسببة لالتهاب الحلق *Streptococcus pyogenes*.

4. **العنقودية Staphylococcus:** تنقسم بمستويات مختلفة، وينتج عن ذلك تجمعات غير منتظمة تشبه عنقود العنب، مثل العنقودية الذهبية *Staphylococcus aureus*، المسببة للتسمم الغذائي والتهاب الجلد.

ب- البكتيريا العصوية Bacillus

تَختلف في أشكالها وحجومها، فقد توجد مفردة، أو ثنائية التجمع، أو على شكل سلسلة كما في الجمرة الخبيثة، أو واوية الشكل مثل الكوليرا. أنظر الشكل (9).

الشكل (9): أشكال مختلفة من البكتيريا العصوية

جـ. البكتيريا اللولبية Spirillum

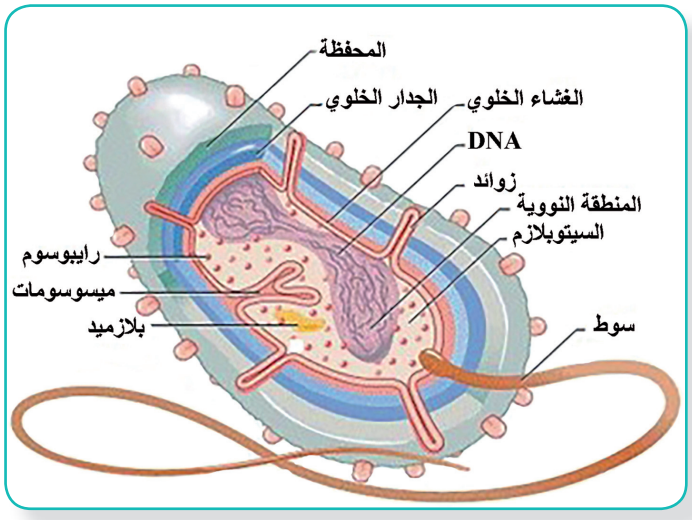
بكتيريا عصوية ملتوية بشكل لولبي، وهي من أطول أنواع البكتيريا، ومن أمثلتها بكتيريا *Treponema pallidum* المسببة لمرض الزهري Syphilis، أنظر الشكل (10).

الشكل (10): البكتيريا المسببة لمرض الزهري

قضية للبحث: معظم أنواع البكتيريا ثابتة الشكل، ولكن بعض الأنواع مثل الميكوبلازما المسببة للالتهاب الرئوي الحاد تستطيع أن تغير شكلها. ما السبب في ذلك؟

5.1 تركيب الخلية البكتيرية

تتكون البكتيريا من جدار خلوي، وغشاء خلوي، وسيتوبلازم، ومنطقة نووية وأحياناً تحتوي بعض أنواع البكتيريا على تراكيب إضافية للتكيف مع الأنماط الحياتية الخاصة بها. أنظر الشكل (11).



الشكل (11): تركيب الخلية البكتيرية

جدار صلب يوجد في معظم أنواع البكتيريا، ويتكون في البكتيريا الحقيقية من مادة الببتيدوغلايكان (سلاسل ببتيدية قصيرة وكربوهيدرات)، يتحكم في مرور المواد الغذائية إلى الخلية، ويحمي الخلية من المواد الكيميائية والعوامل البيئية القاسية، كما يعطي الخلية شكلها الخارجي.

وقد طور الطبيب الدانماركي هانس غرام عام 1884م طريقة لصبغ البكتيريا سُميت باسمه Gram stain وصنفت البكتيريا اعتماداً على اكتسابها للصبغة وتركيب جدارها الخلوي إلى نوعين هما:

1. **موجبة غرام Gram Positive:** يتكون جدارها الخلوي من طبقة سميكة من الببتيدوغلايكان يحيط بالغشاء الخلوي، ويكتسب اللون البنفسجي عند الصبغ.
2. **سالبة غرام Gram Negative:** يتكون جدارها من طبقة رقيقة من الببتيدوغلايكان تنحصر بين الغشاء الخلوي والغشاء الخارجي الذي يحتوي على كميات كبيرة من الليبيدات السكرية Lipopolysaccharide ويكتسب اللون الزهري عند الصبغ.

نشاط (3): صبغ البكتيريا باستخدام صبغة غرام Gram Staining

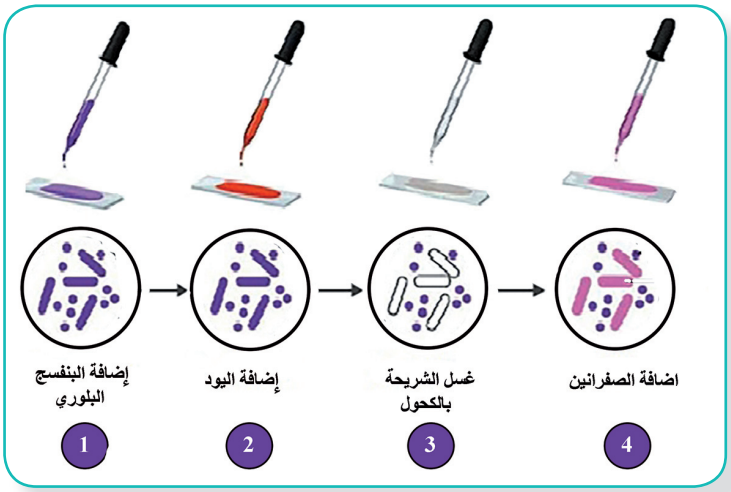
لصبغ البكتيريا ومشاهدتها تحت المجهر المركب، أقوم بتنفيذ النشاط الآتي:

المواد والأدوات:

مصدر بكتيريا سالبة غرام (ماء راكد)، وأخرى موجبة غرام (لبن رائب)، شرائح، مجهر مركب، ملاقط خشبية، موقد بنسن، صبغة البنفسج البلوري، صبغة الصفرانين، محلول اليود، وكحول.

خطوات العمل:

1. أضع قطرة من مصدر البكتيريا وأفردها على شريحة زجاجية، ثم أتركها لتجف في الهواء.
2. أمسك الشريحة باستخدام الملقط وأمررها فوق لهب بنسن لتثبيت العينة على الشريحة.
3. أضيف صبغة البنفسج البلوري على شريحة البكتيريا حتى تغمرها، وذلك لمدة دقيقة واحدة (جميع الخلايا تصبح بنفسجية اللون).



4. أضيف محلول اليود لمدة دقيقة واحدة (جميع الخلايا تبقى بنفسجية اللون).
5. أزيل لون الخلايا باستخدام الكحول لمدة (20) ثانية، ما الهدف من ذلك؟
6. أضيف صبغة الصفرانين على الشريحة حتى تُغمر لمدة دقيقة واحدة.
7. أسجل ملاحظاتي بعد مشاهدة البكتيريا على الشريحة.
8. أفسر نتائج ملاحظاتي تبعاً لما درسته عن تركيب الجدار الخلوي.
9. يقوم المعلم بالتخلص من مزارع البكتيريا بوضعها في أكياس خاصة بالتعقيم (Biohazard Bags) ومن ثم وضعها في جهاز الضغط الحراري(Autoclave).

المحفظة Capsule

تحيط بالجدار الخلوي، وهي عبارة عن طبقة لزجة، تتكون من كربوهيدرات متعددة التسكر أو البروتين. ولها أدوار عدة منها حماية البكتيريا من عملية البلعمة التي تقوم بها خلايا الدم البيضاء، ومساعدتها على الالتصاق بخلايا العائل.

سؤال: ماذا أتوقع أن يحدث لو دُمِّر جزء من المحفظة؟

الغشاء الخلوي Cell Membrane

غشاء رقيق اختياري النفاذية سمكه (5 - 10) نانومتر، يحيط بالسيتوبلازم، ويتكون من طبقتين من الليبدات المفسفرة، ويمتد من الغشاء الخلوي للبكتيريا انغمادات إصبعية تسمى ميسوسومات Mesosomes تحتوي على جميع الأنزيمات الخاصة بعملية التنفس.

السيتوبلازم Cytoplasm

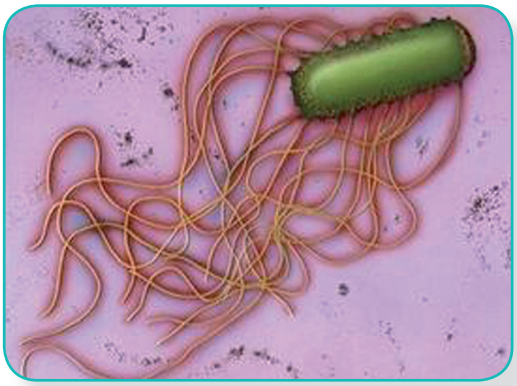
سائل لزج محاط بالغشاء الخلوي للبكتيريا، يحتوي بداخله على مكونات مختلفة مثل الرايبوسومات التي تستخدمها البكتيريا لصنع البروتين، والأنزيمات الضرورية لعمليات الأيض.

المنطقة النووية Nucleoid

منطقة كثيفة ذات شكل غير منتظم، وغير محاطة بغلاف نووي، وتحوي كروموسوماً واحداً يتكون من DNA حلقي يرتبط مع بروتين البروتامين الذي يساعد على التفافه في المنطقة النووية.

الأسواط Flagella

زوائد بروتينية رفيعة مكونة من بروتين فلاجلين Flagellin، تمتد من الغشاء الخلوي عبر الجدار الخلوي إلى الخارج، وتقوم الأسواط بحركة دورانية، مما ينتج عنه حركة البكتيريا في الوسط الذي تعيش فيه. أما البكتيريا التي تفتقر للأسواط فتمتلك وسائل أخرى للحركة، فمثلاً تفرز بعض أنواعها طبقة من مادة غروية تساعدها على الانزلاق، وأخرى تتحرك حركة لولبية تشبه الزحف، ويساعدها على ذلك جدرانها الخلوية المرنة، بعضها الآخر لا يتحرك على الإطلاق. أنظر إلى الشكل (12).



الشكل (12): بكتيريا متعددة الأسواط

الزوائد Fimbriae

خيوط بروتينية رفيعة، توجد على أسطح بعض الخلايا البكتيرية (خاصة سالبة غرام)، تساعد على الالتصاق بأنسجة العائل، ويوجد نوع خاص من الزوائد يسمى الشعيرات الجنسية Sex Pili، وتختلف عن الزوائد العادية في كونها أكبر حجماً. وتستعمل لنقل جزء المادة الوراثية بين الخلايا أثناء عملية الاقتران. ما يؤدي إلى تنوع البكتيريا، أنظر الشكل (13).

الشكل (13) زوائد البكتيريا باستخدام المجهر الإلكتروني

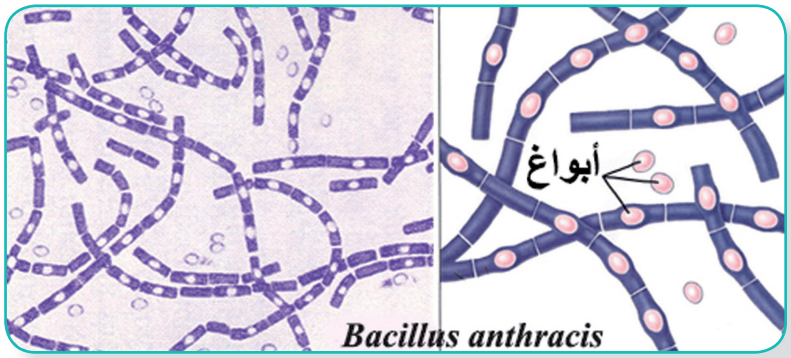
البلازميد Plasmid

جزيء DNA حلقي، منفصل عن الكروموسوم البكتيري، يحمل جينات إضافية غير أساسية (حوالي 30 جين)، تساعد البكتيريا على امتلاك خصائص اختيارية جديدة مثل زيادة قدرتها على مقاومة المضادات الحيوية.

قضية للبحث: أبحث عن الأسباب التي جعلت البلازميدات تُستخدم أداة أساسية في علم البيولوجيا الجزيئية وهندسة الجينات.

الأبواغ الداخلية Endospores

تراكيب داخلية صغيرة، تكونها بعض أنواع البكتيريا مثل البكتيريا العصوية *Bacillus anthracis* المسببة لمرض الجمرة الخبيثة Anthrax، وذلك في الظروف غير الملائمة مثل نقص الغذاء، وحالات الجفاف الشديد. ويبدأ تكوين الأبواغ بتضاعف ثم انقسام الكروموسوم البكتيري إلى كروموسومين، يبقى أحدهما في الخلية بينما يُحاط الكروموسوم الثاني وجزء من السيتوبلازم بجدار صلب سميك يتكون من كميات كبيرة من حِمض عُضوي قوي Dipicolinic Acid وكمية من أملاح الكالسيوم، وعند توفر الظروف المناسبة تنمو الأبواغ ويُنتج كل بوغ خلية بكتيرية واحدة، أنظر الشكل (14).



الشكل (14): الأبواغ كما تظهر تحت المجهر

سؤال: لماذا لا يعدّ تكوين الأبواغ نوعاً من التكاثر؟

6. 1 طرق انتقال المادة الوراثية

تنتقل المادة الوراثية بين خلايا البكتيريا بثلاث طرق رئيسة تؤدي إلى التنوع الوراثي:

1. **الاقتران Conjugation:** عملية انتقال للحمض النووي DNA من خلية معطية Donor Cell إلى خلية مستقبلة Recipient Cell، عن طريق الاتصال المباشر، أو عبر الشعيرات الجنسية Sex Pili، وهذا يساعد في كلتا الحالتين على التنوع البكتيري، واكتساب صفات جديدة، مثل قدرة البكتيريا على مقاومة المضادات الحيوية. أنظر الشكل (15).

الشكل (15): الاقتران عبر الشعيرات الجنسية

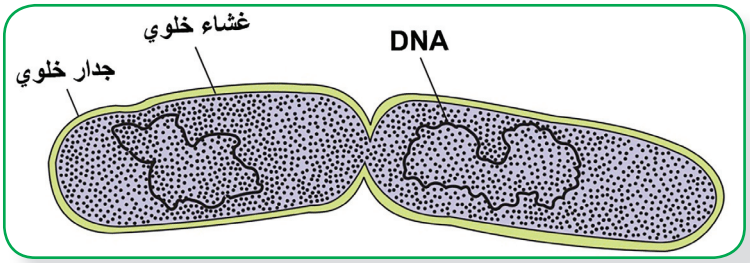
2 **التحول Transformation:** عملية انتقال DNA من خلايا بكتيرية ميتة إلى خلية بكتيرية حية عبر الغشاء الخلوي.

سؤال: كيف يحدث التحول بالرغم من وجود تراكيب لحماية البكتيريا؟

3 **الإنقال الفيروسي Transduction:** يتم انتقال جزء من المادة الوراثية من خلية بكتيرية إلى خلية بكتيرية أخرى من خلال الفيروسات مهاجمة البكتيريا Bacteriophages.

1 .7 نمو البكتيريا وتكاثرها

إذا ما توفرت الظروف المناسبة لنمو البكتيريا، فإنها تنمو إلى ما يقارب ضعف حجمها، وتنقسم الخلايا البكتيرية بالانشطار الثنائي Binary Fission، حيث تنقسم كل خلية إلى خليتين في فترة زمنية مقدارها (20-30 دقيقة) كما في بكتيريا القولون العصوية *Escherichia coli*، أنظر الشكل (16).



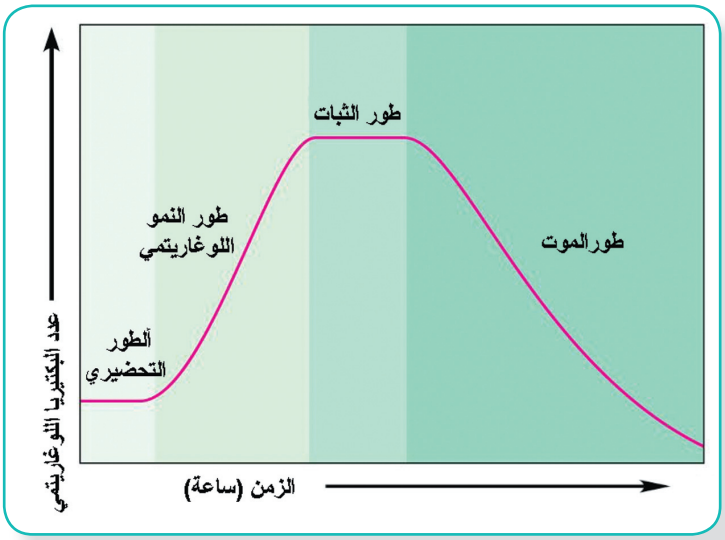
الشكل (16): الانشطار الثنائي في البكتيريا

مراحل نمو المزرعة البكتيرية

يمر نمو المزرعة البكتيرية بأربع مراحل، يُطلق عليها أطوار النمو، أنظر الشكل (17):

1 الطور التحضيري Lag Phase: تبدأ البكتيريا بالتكيف مع ظروف الوسط، وتبدأ بتكوين التراكيب اللازمة للانقسام من DNA وبروتينات وأنزيمات، وقد يبدأ الانقسام بشكل بطيء.

2 طور النمو اللوغاريتمي Log Phase: وهو أنشط أطوار الانقسام وفيه تتكاثر البكتيريا بشكل تصاعدي عن طريق الانشطار الثنائي.



الشكل (17): منحنى النمو لمزرعة بكتيرية

3 طور الثبات Stationary Phase: يؤدي استهلاك المواد الغذائية، وتراكم نواتج عمليات الأيض السامة إلى انخفاض عدد البكتيريا الناتجة ليتساوى مع عدد البكتيريا الميتة.

4 طور الموت Death Phase: يستمر نقص الغذاء وتراكم الفضلات السامة فيصبح عدد البكتيريا التي تموت أكبر بكثير من التي تنتج عن الانقسام.

سؤال: على ماذا يعتمد شكل المنحنى في الشكل (17)؟

8.1 الظروف الملائمة لنمو البكتيريا

تتأثر أنشطة البكتيريا بشكل كبير بكثير من العوامل في الوسط المحيط، ومنها:

1 **التغذية:** تصنف البكتيريا بالاعتماد على طرق تغذيتها إلى:

أ- بكتيريا ذاتية التغذية Autotrophs: تقوم بصنع غذائها من عناصر ومركبات غير عضوية، مثل ثاني أكسيد الكربون، أو النيتروجين، أو الكبريت، وتشمل:

1- بكتيريا ذاتية التغذية الضوئية Phototrophic Autotroph: تستخدم الطاقة الضوئية للقيام بعملية البناء الضوئي، مثل البكتيريا الخضراء المزرقة. أبحث عن أمثلة أخرى.

2- بكتيريا ذاتية التغذية الكيميائية Chemotrophic Autotroph: تستخدم الطاقة الكيميائية الناتجة من أكسدة وتحليل عناصر ومركبات غير عضوية مثل الأمونيا لتثبيت ثاني أكسيد الكربون وصنع الغذاء، كما في بكتيريا النيتروزوموناس *Nitrosomonas*، أذكر أمثلة أخرى.

ب- بكتيريا غير ذاتية التغذية Heterotrophs: تقوم هذه البكتيريا بتحليل المركبات العضوية كالكربوهيدرات والدهون؛ لتحصل على الغذاء والطاقة اللازمة لها مثل البكتيريا المتطفلة والرمية.

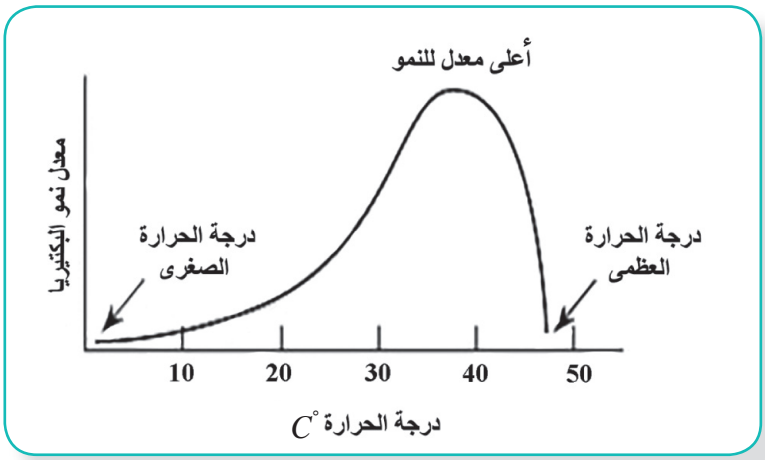
2 **درجة الحرارة:** بالاعتماد على الشكل (18)، يتفاوت نمو البكتيريا في درجات الحرارة المختلفة، فنلاحظ أن الزيادة في درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة معدل النمو البكتيري، حتى تصل لدرجة الحرارة المُثلى، وبعد ذلك ينخفض معدل النمو البكتيري.

أدرس الشكل (18) ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:

1- لماذا تؤدي الزيادة في درجة الحرارة إلى حد معين إلى زيادة معدل نمو البكتيريا؟

2- أوضح المقصود بدرجة الحرارة المثلى. هل يمكن تحديد قيمتها على المنحنى؟

3- لماذا ينخفض معدل نمو البكتيريا بعد الوصول لدرجة الحرارة المثلى؟



الشكل (18): العلاقة بين درجة الحرارة ومعدل نمو بكتيريا القولون العصوية *E.coli*

3 **الأكسجين:** تتفاوت حاجة البكتيريا للأكسجين الذي تأخذه عن طريق الانتشار، ويمكن تقسيم البكتيريا بحسب حاجتها للأكسجين إلى ثلاثة أنواع:

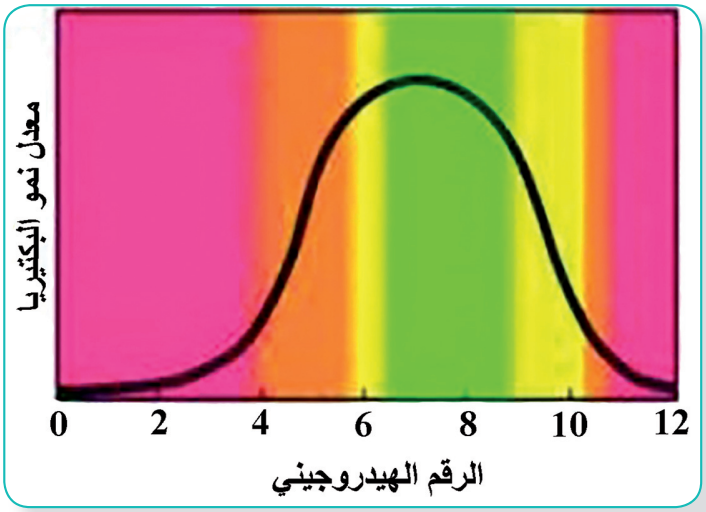
1. **بكتيريا هوائية إجبارية Obligate Aerobes:** تحتاج الأكسجين في عملية التنفس مثل: البكتيريا المسببة لمرض السل *Mycobacterium tuberculosis*.

2. **بكتيريا لاهوائية إجبارية Obligate Anaerobes:** لا تعيش إلا في غياب الأكسجين، حيث تقوم بعملية التنفس اللاهوائي، كما في البكتيريا المسببة للكزاز *Clostridium tetani*.

3. **بكتيريا هوائية اختيارية Facultative Aerobes:** تنمو بوجود الأكسجين أو عدمه، ولكنها تفضل العيش في وسط به أكسجين، أي أنها تقوم بعملية التنفس الهوائي واللاهوائي، كما في بكتيريا القولون *Escherichia coli*.

سؤال: لديك عينة بكتيرية في وسط غذائي سائل كيف تستطيع أن تحدد نوع البكتيريا الموجودة في العينة بحسب حاجتها للأكسجين؟

4 **الرقم الهيدروجيني pH:** يؤثر الرقم الهيدروجيني على معدل النمو البكتيري، من خلال تأثيره المباشر على الأنزيمات التي تدخل في العمليات الحيوية، ومعظم أنواع البكتيريا تعيش في الأوساط المتعادلة، والقليل منها يعيش في الأوساط الحمضية أو القاعدية. أنظر الشكل (19).



الشكل (19): العلاقة بين الرقم الهيدروجيني ومعدل النمو لأحد أنواع البكتيريا

1 .9 ضبط نمو البكتيريا

يمكن الوقاية من التلوث البكتيري عن طريق ضبط أو قتل البكتيريا في أوساط نموها، وذلك باستخدام إحدى الطرق الآتية:

1 **التسخين:** يؤدي ارتفاع درجات الحرارة (إلى ما بعد الدرجة المثلى لنمو البكتيريا وتكاثرها) إلى وقف نمو البكتيريا، وقتلها، ومن خلال عملية البسترة يُمكن قتل الخلايا الخضرية على درجة حرارة 70 C° لمدة 15 ثانية، ومن الطرق الأخرى المستخدمة في التعقيم: رفع درجة الحرارة إلى درجة الغليان، واستعمال الأفران، وأجهزة الضغط الحرارية Autoclave.

2 **الترشيح:** يتم تنقية السوائل من البكتيريا باستخدام مرشحات قطرها أقل من حجم البكتيريا، وبالتالي فصل البكتيريا من السوائل.

3 **الأشعة فوق البنفسجية:** تُستعمل للتعقيم وقتل الجراثيم في غرف العمليات الجراحية، ومختبرات الأبحاث.

4 **المواد الكيميائية:** مثل الكحول واليود الذي يُستخدم لتطهير الجروح، ويُستخدم الكلور في معالجة المياه لقتل البكتيريا.

5 **التجميد والتبريد:** تستعمل لحفظ المواد الغذائية، فالبراد الذي يعمل على درجة 4 C° يثبط نمو معظم أنواع البكتيريا.

10.1 المضادات الحيوية Antibiotics

تم اكتشاف المضادات الحيوية من قبل العالم الإنجليزي فلمنج عام 1928م أثناء تجاربه على البكتيريا العنقودية، وفي عام1940م تمكن العالمان فلوري وتشين Flory & Chain من فصل البنسلين في صورة بلورات بيضاء نقية. وكان لاكتشاف المضادات الحيوية دور في علاج كثير من الأمراض التي تسببها البكتيريا.

وتُعرَّف المضادات الحيوية على أنها مواد عضوية تنتجها كائنات دقيقة مثل البكتيريا والفطريات تكون قادرة على قتل أو تثبيط نمو الكائنات الدقيقة الأخرى. تؤثر المضادات الحيوية على البكتيريا بطرق مختلفة، فمثلاً الستربتوميسين Streptomycin يوقف بناء البروتين في الرايبوسومات، و البنسلين Penicillin يوقف بناء الجدار الخلوي أثناء انقسام الخلية البكتيرية؛ ما يؤدي إلى خروج مكوناتها، وبالتالي موتها، والريفامبين Rifampin الذي يوقف بناء الحمض النووي RNA.

وعلى الرغم من الفوائد الكثيره للمضادات الحيوية في علاج كثير من الأمراض؛ إلا أن هناك محاذير من استخداماتها، فقد تؤدي إلى آثار جانبية، مثل الحساسية التي يسببها البنسلين، أو قتل البكتيريا النافعة التي تعيش في الجسم، وقد تؤثر على بعض أعضاء الجسم مثل الكلى. ومن المخاطر الكبيرة للاستعمال الخاطئ للمضادات الحيوية نشوء سلالات من البكتيريا مقاومة للمضادات الحيوية يصعب علاجها.

قضية للبحث: تتجه العلاجات الحديثة لاستخدام الخلاصات العشبية في العلاج بديلاً عن المضادات الحيوية، أكتب تقريراً عن بعض النباتات الطبية الموجودة في فلسطين، التي تستخدم في علاج الأمراض البكتيرية.

نشاط (4): أثر المضادات الحيوية على البكتيريا

تؤثر المضادات الحيوية على نمو البكتيريا ولتحديد أثرها، أقوم بتنفيذ النشاط الآتي:

المواد والأدوات:

مزارع بكتيرية حديثة العمر، مضادات حيوية مختلفة (Streptomycin،Chloramphenicol)، حاضنة، لهب بنسن، إبر معقمة، ومسطرة.

خطوات العمل:

1. يتم تقسيم الطلبة إلى مجموعات وتوزع الأدوات على كل مجموعة.
2. تأخذ كل مجموعة مزرعتين ويتم تسمية كل مجموعة باسم المضاد الحيوي الخاص بها (مزرعة تحمل اسم Chloramphenicol والثانية اسم Streptomycin).
3. أشعل لهب بنسن.
4. أفتح المزرعة بالقرب من اللهب لماذا؟ ثم أضع قرص المضاد الحيوي بواسطة إبرة معقمة.
5. أقفل المزرعة وأضعها في الحاضنة على درجة 37 ^{o}C لمدة 24 ساعة.
6. في اليوم التالي أفحص المزارع البكتيرية. ماذا ألاحظ؟
7. من خلال ملاحظاتي كيف يتم تحديد المضاد الحيوي المناسب للبكتيريا المستخدمة؟
8. يقوم المعلم بالتخلص من مزارع البكتيريا بوضعها في أكياس خاصة بالتعقيم (Biohazard Bags) ومن ثم وضعها في جهاز الضغط الحراري(Autoclave).

11.1 أهمية البكتيريا

على الرغم من الأضرار الكثيرة التي تسببها بعض أنواع البكتيريا من أمراض للإنسان والحيوان والنبات، وفساد للأغذية، إلا أنه يمكن الاستفادة منها في مجالات متعددة منها:

أ- في البيئة: تسهم مع الفطريات في تحليل الأجسام الميتة مزودة التربة بعناصر غذائية أساسية تزيد من خصوبتها. كما أنها تخلص البيئة من مخلفات المصانع بما فيها من عناصر ثقيلة مثل الرصاص والزئبق، ومعالجة المياه العادمة، ومعالجة النفايات لإنتاج غاز الميثان المستعمل في إنتاج الطاقة. كما تستخدم في التخلص من البقع النفطية المتسربة إلى الماء.

الشكل (20): عقد جذور فول الصويا

سؤال: ما السبب في تحلل البترول في مستودعاته الضخمة في المطارات؟

ب- في الزراعة: تنتج بعض انواع البكتيريا بلورات سامة مرافقة للأبواغ تستخدم للقضاء على كثير من الحشرات، وبعض أنواع البكتيريا تقوم بتثبيت النيتروجين الجوي في جذور النباتات البقولية. أنظر الشكل (20).

جـ- في التكنولوجيا الحيوية والصناعة: للبكتيريا خصائص مميزة مثل تراكيبها الوراثية البسيطة، واحتوائها على البلازميد، وسهولة تنميتها، وسرعة تكاثرها. حيث مكنت العلماء من استخدامها في المجالات الآتية:

1. تستخدم بعض أنواعها في الحصول على المضادات الحيوية.
2. تستعمل في تخمير المواد العضوية منتجة الكحول الطبي، وأنزيمات هاضمة تستخدم في مواد التنظيف.
3. إنتاج اللقاحات والأمصال الطبية والهرمونات بكميات تجارية.
4. بعض أنواع البكتيريا تقوم بتخمير سكر اللاكتوز في الحليب لصنع اللبن الرائب، والزبدة.
5. تعيش بعض أنواع البكتيريا معيشة تقايضية مع كائنات حية أخرى، مثل بكتيريا القولون التي تعيش في قولون الإنسان حيث تساعد في هضم الطعام، وإنتاج الفيتامينات، مثل فيتامين K و فيتامين B_{12}.

مشروع الفصل
تصميم مجسم ثلاثي الأبعاد لخلية بكتيرية

الأدوات المطلوبة:

ورق مقوى، وخيوط سميكة ملونة أو أسلاك ملونة، وألوان، ومقص.

خطوات العمل:

1. يقسم الطلبة إلى مجموعات، وتكلف كل مجموعة بالاستعانة بما درسته عن تراكيب البكتيريا بتصميم مجسم ثلاثي.
2. يتم عرض النماذج المختلفة والمقارنة بينها، وتوضيح أسباب وجود اختلافات بين النماذج التي قام الطلبة بتصنيعها.

أسئلة الفصل

السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة:

1 أي الآتية تتميز باحتواء جدارها الخلوي على الببتيدوغلايكان؟

أ- المنتجة للميثان ب- المحبة للملوحة العالية جـ- المتقلبات د- المحبة للحموضة والحرارة

2 ما أكبر شُعب البكتيريا؟

أ- المتقلبات ب- الخضراء المزرقة جـ- النباتية د- المنتجة للميثان

3 ضمن أي مجموعة تصنف بكتيريا النيتروزموناس؟

أ- ذاتية التغذية الضوئية ب- ذاتية التغذية الكيميائية

جـ- متطفلة د- مترمّمة

4 أي من الآتية تُستخدم لقتل البكتيريا؟

أ- أشعة الضوء المرئي ب- التسخين

جـ- الزراعة في وسط غذائي د- البراد (الثلاجة)

السؤال الثاني: ما الأسس المعتمدة في تصنيف البكتيريا؟

السؤال الثالث: أقارن بين البكتيريا والبكتيريا القديمة من حيث تركيب الجدار الخلوي وظروف المعيشة.

السؤال الرابع: أعطي مثالاً لكل نوع من أنواع البكتيريا الآتية:

أ- كروية ثنائية التجمع ب- كروية سبحية.

جـ- عصوية واوية. د- لولبية.

السؤال الخامس: ما أهمية كل مما يأتي في البكتيريا؟

الميسوسومات، الشعيرات الجنسية، الأسواط.

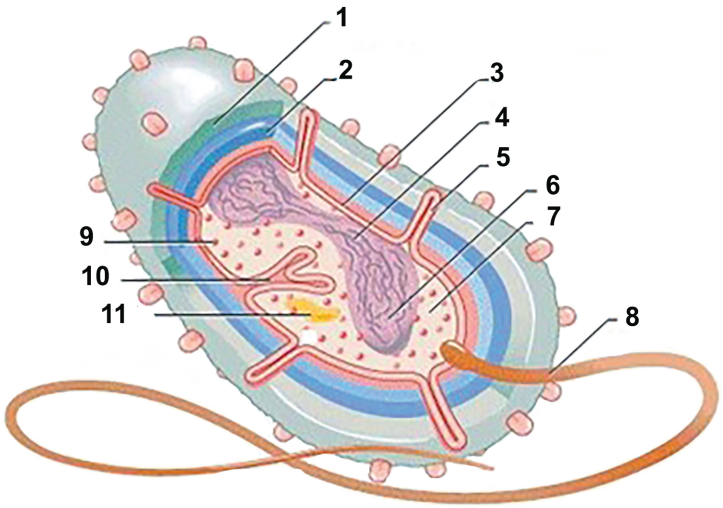
السؤال السادس: أذكر التراكيب التي تُمكن البكتيريا من الالتصاق بأنسجة العائل ومقاومة الظروف البيئية الصعبة.

السؤال السابع: أعلل ما يأتي:

1. تستطيع البكتيريا القديمة العيش في بيئات صعبة.
2. تقوم البكتيريا الخضراء المزرقة بعملية البناء الضوئي رغم عدم احتوائها على بلاستيدات.
3. استخدام البكتيريا في مجال التقانة الحيوية.
4. بالرغم من قدرة المضادات الحيوية على مقاومة البكتيريا الممرضة إلا أنه يجب تناولها من خلال استشارة طبية فقط.

السؤال الثامن: تتفاوت البكتيريا في حاجتها للأكسجين وتتنفس بطرق مختلفة، أذكر هذه الطرق مع إعطاء أمثلة.

السؤال التاسع: الرسم الآتي يشير إلى الخلية البكتيرية



1. أسمي الأجزاء (1،3،4،5،6)
2. صنفت البكتيريا حسب الاختلاف في تركيب الجزء رقم (2) إلى نوعين. أذكرهما، مبيناً الفرق بينهما.

السؤال العاشر: كيف تتمكن البكتيريا ذاتية التغذية الكيميائية من تثبيت ثاني أكسيد الكربون رغم عدم احتوائها على صبغة الكلوروفيل؟

السؤال الحادي عشر: ما الأسباب التي أدت إلى عدم قدرة البكتيريا على التكاثر الجنسي؟

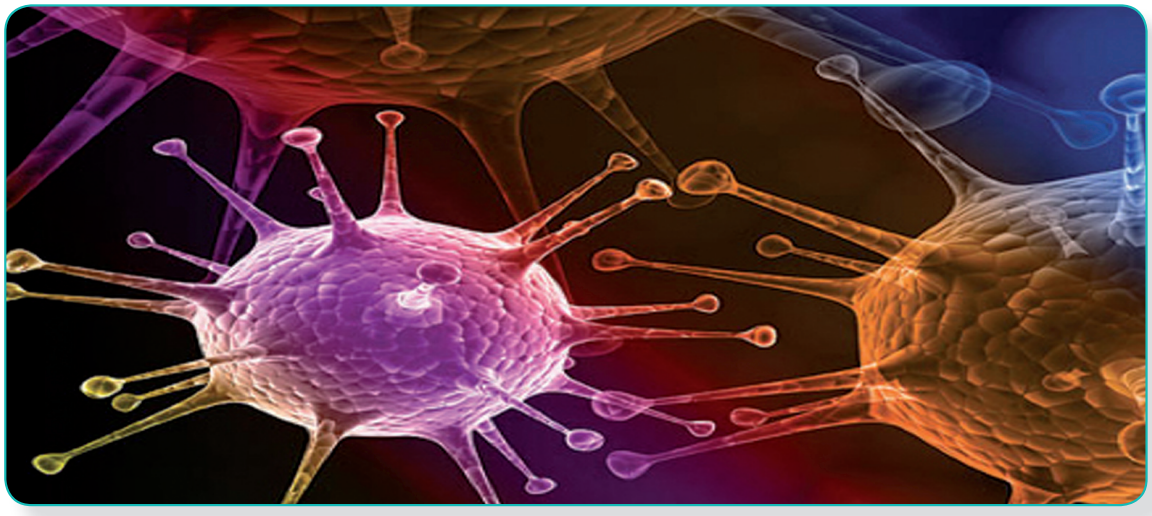
الفصل الثاني 2

الفيروسات Viruses

درست سابقاً أن الفيروسات عبارة عن جسيمات بروتينية تحتوي على حمض نووي، ولا تُعدّ من الكائنات الحية، حيث تعتمد على خلايا الكائنات الحية وتصبح قادرة على التكاثر، وبخلاف ذلك تكون في حالة خمول. تسبب الفيروسات المرض للإنسان والحيوان والنبات، وتصيب الكائنات الحية الدقيقة. فكيف اكتشفت الفيروسات؟ وما أشكالها؟ وما طرق تكاثرها وتصنيفها؟ وما الأمراض التي تسببها؟

هذه الأسئلة وأخرى سأتمكن من الإجابة عليها بعد دراسة هذا الفصل وسأكون قادراً على:

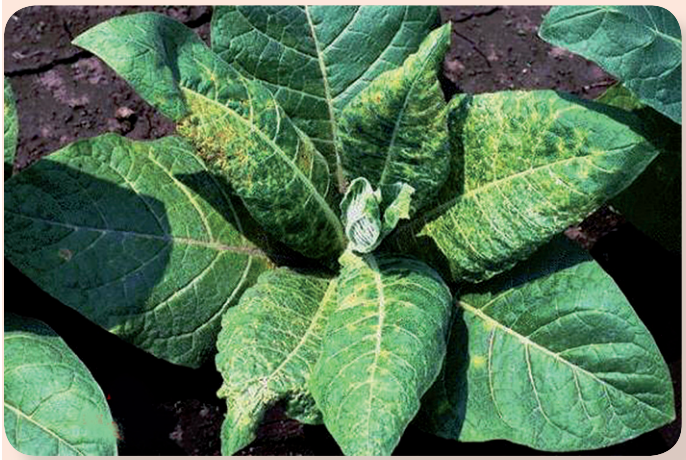
1. وصف تركيب الفيروس.
2. التعرف إلى أشكال الفيروسات.
3. تصنيف الفيروسات اعتماداً على أُسس معينة.
4. توضيح طرق تكاثر الفيروسات.
5. وصف بعض الأمراض الفيروسية.
6. تبيان أهمية الفيروسات في مجال التقانة الحيوية.
7. تصميم مجسمات للأشكال المختلفة من الفيروسات



الفيروس المسبب لمرض الأنفلونزا

2 .1 لمحة تاريخية *

اكتشفت الفيروسات صدفة أثناء إجراء العالم أدولف مايرAdolf Mayer بحوثا على تبرقش أوراق التبغ، أنظر الشكل (1)، حيث توصل لوجود دقائق أصغر من البكتيريا تسبب المرض، ثم تبعه العالم الروسي إيفانوفسكي Ivanowsky الذي تمكن من تصفية عصارة أوراق التبغ المصابة باستخدام مرشحات خاصة لا تسمح للبكتيريا بالمرور، وقام بمسح العصارة بأوراق غير مصابة فلاحظ إصابتها بالمرض. وقد تبين له أن مسبب المرض أصغر من البكتيريا، حيث نفذ عبر المرشحات البكتيرية، ولكنه لم يستطيع رؤيتها مجهريا. وهو أول من أطلق على مسبب المرض اسم فيروس، ويعني باللاتينية (سُماً) لأن أثره يشبه السم.

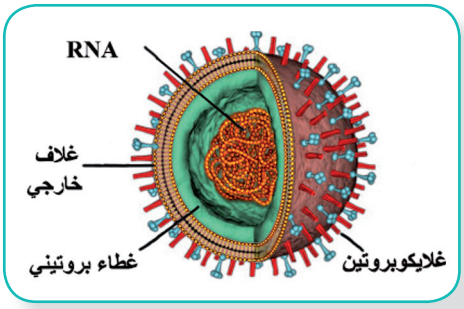


الشكل (1): نبتة مصابة بمرض تبرقش نبات التبغ

واستمر هذا الاعتقاد إلى أن أكده العالم بجرنك Beijerinck عام 1898م، ثم تمكن العالم فيندل ستانلي Wendell Stanley عام 1935م من عزل فيروس تبرقش التبغ كيميائياً على شكل بلورات، وأطلق عليه اسم فيروس التبغ الفسيفسائيTobacco Mosaic Virus-TMV، وتم لاحقاً التعرف على كثير من الفيروسات باستخدام المجهر الإلكتروني، الذي اخترع في الثلاثينيات من القرن الماضي.

2 .2 تركيب الفيروسات

يتكون الفيروس من حمض نووي DNA أو RNA محاط بغطاء بروتيني يسمى كابسيد Capsid، في بعض الفيروسات يحيط بالغطاء غلاف خارجي يتكون من دهون وبروتينات وكربوهيدرات، وعند سطح الغطاء توجد نتوءات مكونة من بروتين سكري Glycoprotein. ما أهميتها؟ أنظر الشكل (2).



الشكل (2): التركيب الأساسي لفيروس الأنفلونزا

* للإطلاع

3. 2 أشكال الفيروسات

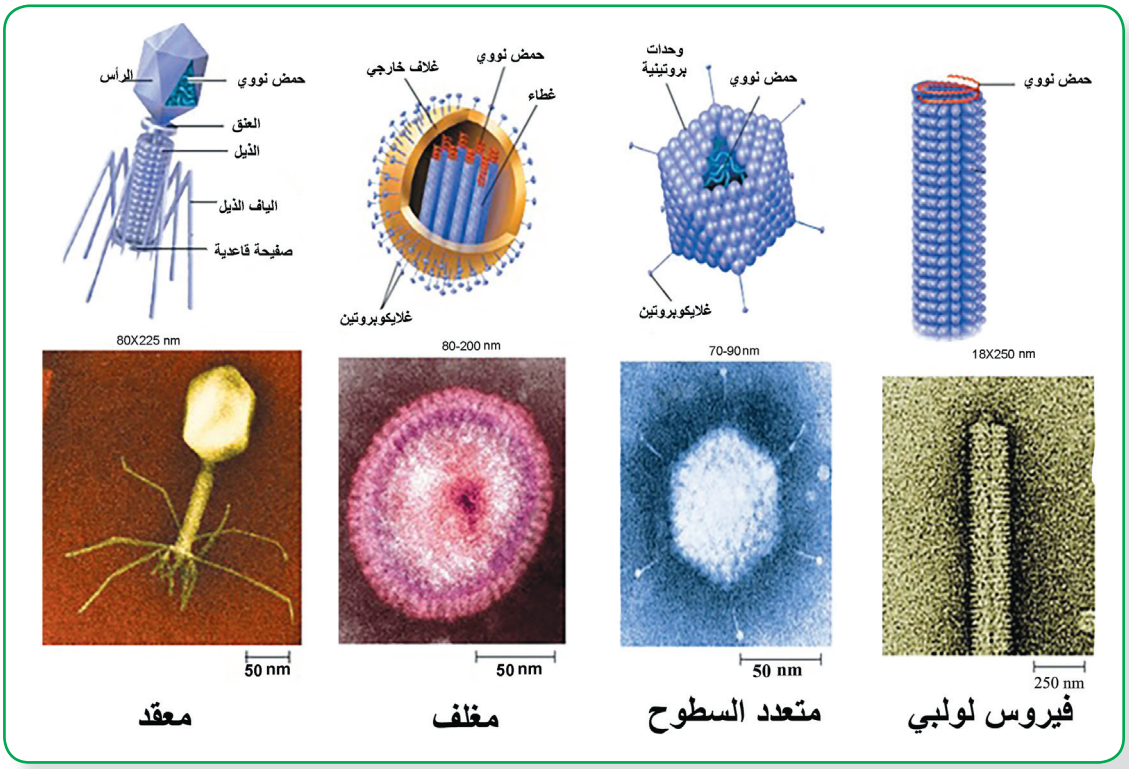
تتنوع أشكال الفيروسات تبعاً لتركيب وشكل الغطاء البروتيني لها، وسنتعرف على أربعة أشكال منها، أنظر الشكل (3).

أ- لولبي Helical: يكون الحمض النووي لولبي الشكل يشبه الزنبرك تترتب حوله الوحدات البروتينية، مثل فيروس تبرقش التبغ والحصبة.

ب- متعدد السطوح، عشروني السطوح Icosahedral: تترتب الوحدات البروتينية مكونة سطوحاً مثلثة الشكل، والتي تحيط بالحمض النووي على صورة شكل هندسي ذي 20 وجهاً مثل فيروس جدري الماء.

جـ- الفيروسات المغلفة Enveloped: تتميز هذه الفيروسات بوجود غلاف يحيط بالغطاء البروتيني ويعطيها الشكل الكروي، مثل فيروس الإنفلونزا.

د- الفيروسات المعقدة Complex: لها رأس مضلع يحتوي على الحمض النووي، وعنق، وذيل أجوف يحيط به غلاف حلزوني بنهايته منطقة الالتصاق، وهي صفيحة قاعدية تتصل بها ألياف الذيل، مثل الفيروسات مهاجمة البكتيريا (الفاجات).



الشكل(3): أشكال بعض أنواع الفيروسات وتركيبها

2 .4 تصنيف الفيروسات

تصنف الفيروسات اعتماداً على عدة أسس أهمها:

أ- نوع الحمض النووي وتقسم إلى:

1. **فيروسات DNA:** مثل فيروس الكبد الوبائي Hepatitis B.
2. **فيروسات RNA:** مثل فيروس الحصبة، وفيروس الأنفلونزا.

ب- طرق انتقالها: عبر الفم، أو الاتصال الجنسي، أو الحقن، وغيرها.

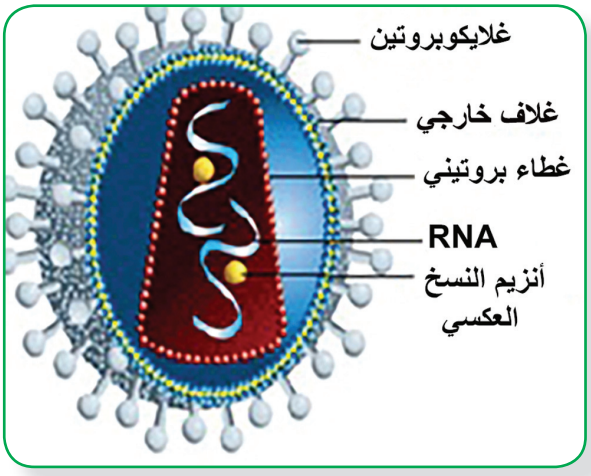
جـ- نوع الكائن المضيف: نبات، أو إنسان، أو حيوان، أو بكتيريا...

د- من حيث شكل الفيروس كما ورد سابقا

هـ- وجود الغلاف الخارجي.

2 .5 تكاثر الفيروسات

تعد الفيروسات دقائق لا خلوية لا تستطيع التكاثر إلا عندما تهاجم خلايا الكائن الحي، معتمدة على مكوناتها الخلوية لمضاعفة مادتها الوراثية، وتكوين البروتينات اللازمة، لذلك تُعدّ الفيروسات متطفلة داخلية إجبارية Obligate Intracellular Parasites.



الشكل (4): فيروس مرض نقص المناعة المكتسبة HIV

تختلف آلية تكاثر فيروسات DNA عن فيروسات RNA في الخلايا حقيقية النوى:

أ- فيروسات DNA: تتكاثر لدى دخولها خلية العائل، حيث يندمج DNA الفيروس مع DNA الخاص بخلية العائل، ثم يوجهها لإنتاج فيروسات جديدة.

ب- فيروسات RNA: ومنها ما تعرف بفيروسات **النسخ العكسي** Retroviruses فهي تقوم بإنتاج جزيء DNA من RNA باستخدام أنزيم خاص يسمى **أنزيم النسخ العكسي** Reverse Transcriptase في عملية تعرف بالنسخ العكسي. لماذا؟، ثم يندمج DNA المنتج مع المادة الوراثية للعائل وينسخ جزيئات RNAجديدة وبروتينات خاصة بالفيروس. ومن أمثلتها فيروسHIV المسبب لمرض الإيدز أنظر الشكل (4).

سؤال: لماذا تُعدّ بعض أنواع فيروسات RNA مسرطنة؟

تضاعف الفيروسات مهاجمة البكتيريا (الفاجات)

تحتوي الفيروسات مهاجمة البكتيريا (الفاجات) على الحمض النووي DNA، وتتكاثر داخل خلايا البكتيريا بآليتين هما الدورة المحللة والاندماجية. أنظر الشكل (5).

أولاً: الدورة المحللة Lytic Cycle

وتتضمن هذه الدورة المراحل الآتية:

1. **التصاق الفيروس Attachment:** يرتبط الفيروس بواسطة ألياف الذيل بموقع استقبال خاصReceptor Site على السطح الخارجي لجدار الخلية البكتيرية.
2. **حقن المادة الوراثية Injection:** يقوم الفيروس بحقن مادته الوراثية (DNA) داخل خلية العائل، ويبقى الغطاء البروتيني خارج الخلية.
3. **التضاعف والبناء Biosynthesis:** يوجه DNA الفيروسي الخلية لمضاعفة مادته الوراثية وبناء بروتيناته مستخدماً أنزيمات العائل ومكوناته الخلوية.
4. **التجميع Assembly:** يتم تجميع مكونات الفيروس بعضها مع بعض لإنتاج فيروسات جديدة.
5. **خروج الفيروسات Release:** تنفجر الخلية البكتيرية وتتحلل مطلقة الفيروسات الجديدة.

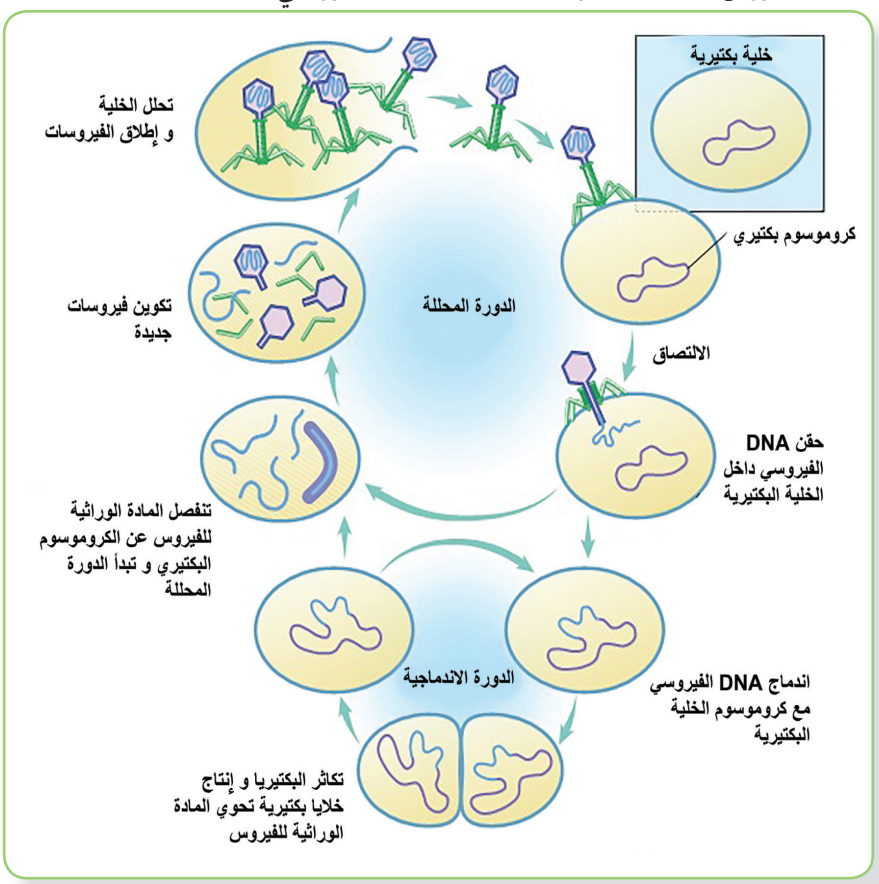
ثانياً: الدورة الاندماجية Lysogenic Cycle

تحدث وفق الخطوات الآتية:

1. بعد دخول DNA الفيروسي إلى داخل الخلية فإنه يندمج مع DNA البكتيري.
2. يتضاعف DNA الفيروسي مع تضاعف DNA البكتيري لعدة أجيال. وهذا يمكن الفيروس من التكاثر داخل الخلية دون قتلها.
3. ينفصل DNA الفيروسي عن DNA البكتيري، ويسيطر على أنشطة الخلية، ويوجهها لبناء فيروسات جديدة، حيث:

أ- يدخل الفيروس الدورة المحللة، وعندما تصبح الظروف ملائمة تنفجر الخلية البكتيرية، وتطلق الفيروسات من جديد.

ب- عند انفصال الحمض النووي الفيروسي عن كروموسوم الخلية البكتيرية، قد يحمل معه قطعة من جزيء DNA البكتيري، ويحيطها بغلافه البروتيني؛ وبهذا ينتقل جزء من المادة الوراثية للبكتيريا إلى خلية بكتيرية ثانية عند مهاجمة الفيروس لها فيما يعرف بعملية الانتقال الفيروسي.



الشكل (5): الدورة المحللة والاندماجية

سؤال: بالاستعانة بالشكل (5) الذي يوضح مراحل الدورة المحللة، أبين سبب تسمية الدورة المحللة بهذا الاسم.

6. 2 أمراض الفيروسات

إن معظم الإصابات الفيروسية تتم عند مهاجمة الفيروسات لخلايا الجسم، فكيف تسبب الفيروسات المرض؟

تستخدم الفيروسات إحدى الآليات الآتية:

1. تُحطم الفيروسات الخلايا المصابة عند تكاثرها مسببة أعراض المرض.
2. تتدخل في العمليات الحيوية.

3 تندمج مع DNA للخلايا المصابة، لإنتاج المكونات البروتينية للفيروس وتضاعف مادته الوراثية، ما يؤدي إلى ضعف الخلية، وبعض الفيروسات تسبب السرطان.

علاج الأمراض الناتجة عن الفيروسات في كثير من الحالات غير ممكن، إلا أن هناك بعض الأدوية الحديثة تعمل على الحد من انتشار الفيروسات في الجسم من خلال تنشيط جهاز المناعة، ومن ثم القضاء عليها.

سؤال: لماذا يصعب علاج الأمراض الفيروسية؟

أمثلة على الأمراض الفيروسية

1 **الإنفلونزا Influenza:** عدوى فيروسية تنتشر بين جميع الفئات العمرية، تصيب الأغشية المخاطية في الجهاز التنفسي للإنسان؛ مؤدية إلى ارتفاع في درجة الحرارة، وآلام في العضلات والمفاصل، واحتقان الأنف، يبدأ المرض بالتلاشي تدريجياً، وقد يستمر لغاية أسبوع. وتنشأ العدوى عبر الرذاذ المنتشر نتيجة العطس، أو استخدام الأدوات الشخصية للمريض.

قضية للبحث: ما الفرق بين الإنفلونزا ونزلات البرد؟

2 **الهيربس البسيط Herpes:** عدوى فيروسية تصيب الجلد، يسببها فيروس يسمى اختصارا (HSV) Herpes Simplex Virus، وتؤدي إلى ظهور تقرحات تنتشر في أنحاء الجسم خاصة حول الفم، والأنف، والعينين، والأعضاء التناسلية، و قد ينتشر في جميع أنحاء الجسم، يصاحبها ارتفاع في درجة الحرارة والآم في العضلات، وقد تتحول التقرحات لاحقا إلى بثور تندمل، وتعاود نشاطها من وقت إلى آخر، خاصة في منطقة الظهر، وينشط الفيروس في حالات يكون فيها جهاز المناعة ضعيفاً، خاصة عند مرضى السرطان الذين يخضعون لجلسات العلاج الكيماوي، أو بعد عمليات نقل وزراعة الأعضاء واستخدام الأدوية المثبطة للمناعة. أنظر الشكل (6).

الشكل (6): أعراض الهيربس

3 **شلل الأطفال Poliomyelitis:** مرض فيروسي شديد العدوى، يسببه فيروس Poliovirus، يصيب الأطفال، وينتقل عبر الجهاز الهضمي من خلال الماء والطعام الملوثين، أو عن طريق البراز، حيث يتم امتصاصه وينتقل عبر الدم للجهاز العصبي، فيدمر الخلايا العصبية في الحبل الشوكي (المسؤولة عن حركة العضلات)؛ ما يؤدي لحدوث شلل عضلي يصيب الساقين عادة، ومن الممكن أن يؤدي إلى الوفاة.

للوقاية من المرض يتم تطعيم الأطفال في سن مبكرة باللقاحات المخصصة.

قضية للبحث: أكتب تقريراً عن أحد الأمراض الفيروسية المنتشرة في فلسطين، أو عن أحد الأمراض الآتية: أنفلونزا الطيور، أو جدري الماء، أو الحصبة، أو الإيدز.

7.2 الفيروسات والتقانة الحيوية

تهدف التقانة الحيوية للاستفادة من الكائنات الحية في المجالات الزراعية والاقتصادية والطبية وغيرها، ومن أكثر الكائنات التي يتم استخدامها الفيروسات التي تستعمل ناقلاً لبعض الجينات التي تحمل صفات مرغوباً فيها فمثلاً:

في الزراعة

أ- تستخدم الفيروسات في نقل جينات بعض الصفات المرغوب فيها (مثل تحمل درجة الحرارة والجفاف) من النباتات الصحراوية إلى نباتات أخرى.

ب- مضاعفة كميات المحاصيل الناتجة، وبالتالي المساعدة في حل مشكلة المجاعة وارتفاع أسعار الغذاء، ومعالجة المياه من بعض أنواع البكتيريا الضارة باستخدام الفاجات.

جـ- في المكافحة الحيوية، حيث تستخدم بعض أنواع الفيروسات للقضاء على أنواع معينة من الحشرات، والآفات الزراعية.

في الطب

تمت الاستفادة من الفيروسات في علاج عدة أمراض مثل علاج النقص المناعي الحاد SCID، وإنتاج اللقاحات والأبحاث المتعلقة بالعلاج الجينيGene Therapy المتمثلة في علاج بعض الأمراض الوراثية وبعض أنواع الأورام السرطانية.

أسئلة الفصل

السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة:

1) بماذا تحاط المادة الوراثية في الفيروس؟

أ- غلاف نووي ب- غطاء بروتيني جـ- غشاء خلوي د- جدار خلوي

2) في أي مرحلة تتحلل البكتيريا في الدورة المحللة لتكاثر الفيروس؟

أ- الالتصاق ب- حقن المادة الوراثية جـ- خروج الفيروسات د- التجمع

3) أي من الآتية تُعدّ من تطبيقات استخدام الفيروسات في المجال الزراعي؟

أ- تلقيح النباتات ب- نقل جينات مرغوبة كمقاومة الجفاف

جـ- استخدامها كغذاء للنباتات د- نقل جينات من النبات إلى الإنسان .

4) بأية طريقة ينتقل فيروس شلل الأطفال للإنسان؟

أ- الجهاز الهضمي ب- الجهاز التنفسي جـ- الجلد د- نقل الدم

السؤال الثاني: عدّ العلماء الفيروسات حلقة وصل بين الكائنات والجماد

1) أصف تركيب الفيروسات بمختلف أشكالها.

2) أوضح أوجه الشبه بين الفيروسات والجماد من جهة والكائنات الحية من جهة أخرى.

السؤال الثالث: أذكر مثالاً لكل مما يأتي:

1) فيروس لولبي. 2) فيروس مغلف. 3) فيروس متعدد السطوح.

4) فيروس DNA. 5) فيروس RNA.

السؤال الرابع: على ماذا يعتمد علماء التصنيف في تصنيف الفيروسات؟

السؤال الخامس: أشرح مراحل الدورة المحللة لتكاثر الفيروس.

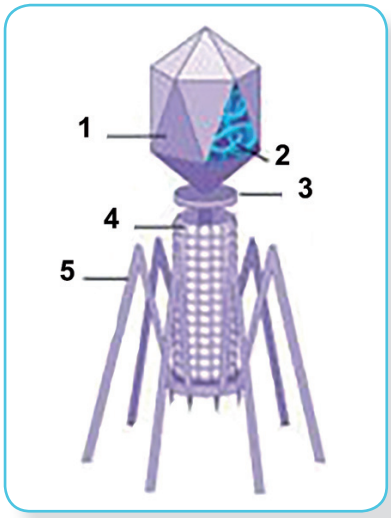
السؤال السادس: من الأمراض التي تسببها الفيروسات مرض الأنفلونزا

أ- أذكر أعراض المرض. ب- هل هنالك علاج للأمراض الفيروسية؟

السؤال السابع: أعلل ما يأتي:

1. يُعدّ الفيروس متطفلاً داخلياً إجبارياً.
2. تستخدم الفيروسات في مجال المكافحة الحيوية.
3. يكون الجسم عرضة للإصابة بالالتهابات البكتيرية عند الإصابة بالأنفلونزا.

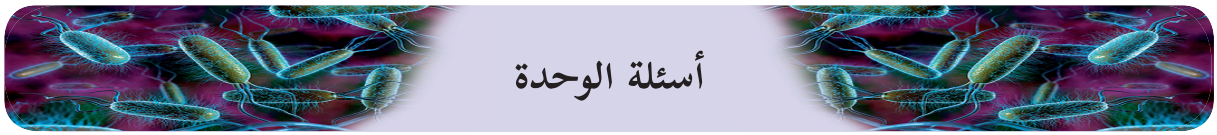
السؤال الثامن: أدرس الشكل المقابل، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:



1. إلى ماذا تشير الأرقام من 1-4؟
2. ما أهمية الجزء الذي يشير له الرقم 5؟

السؤال التاسع: قد تصيب بعض أنواع الفيروسات أكثر من نوع من الأنسجة في جسم الكائنات الحية، أفسِّر ذلك .

السؤال العاشر: يعتقد علماء الأحياء أن الفيروسات تطورت من أصل الخلايا الأولية. لماذا يعتقد العلماء أن هذا ما تم فعلاً ؟



أسئلة الوحدة

السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة:

1) أي المواد الآتية تكون الجدار الخلوي في البكتيريا؟

أ- السليولوز ب- الكايتين جـ- الغلايكوجين د- الببتيدوغلايكان

2) ما نوع البكتيريا التي تعد مثالا على بكتيريا القولون؟

أ- الكروية ب- العصوية جـ- اللولبية د- متغيرة الأشكال

3) ما البكتيريا المسببة لالتهاب الرئة؟

أ- لاهوائية إجبارية ب- هوائية اختيارية جـ- هوائية إجبارية د- لاهوائية اختيارية

4) مم يتكون غطاء الفيروس؟

أ- كربوهيدرات ب- بروتينات جـ- دهون د- سكريات

5) أي من الفيروسات الآتية يحتوي على الحمض النووي RNA؟

أ- الجدري ب- الكبد الوبائي جـ- الإيدز د- الفاجات

السؤال الثاني: أقارن بين البكتيريا الموجبة غرام والسالبة غرام من حيث:

أ- تركيب الجدار الخلوي ب- لون الصبغة التي تكتسبها

السؤال الثالث: أرتب في جدول أربعة فروق بين خلية بكتيرية وخلية نباتية.

السؤال الرابع: تستطيع بعض أنواع البكتيريا مقاومة الظروف البيئية وحماية نفسها من المواد الكيميائية والأدوية باستخدام تراكيب محددة:

أ- أعدد هذه التراكيب. ب- ما مكونات هذه التراكيب؟

السؤال الخامس: أذكر الطرق المستخدمة لضبط البكتيريا وقتلها في أوساط نموها.

السؤال السادس: تحدث الفيروسات المرض للإنسان عند مهاجمة خلاياه، أجيب عن الأسئلة الآتية:

أ- أعدد الآليات التي تستخدمها الفيروسات لإحداث المرض للإنسان.

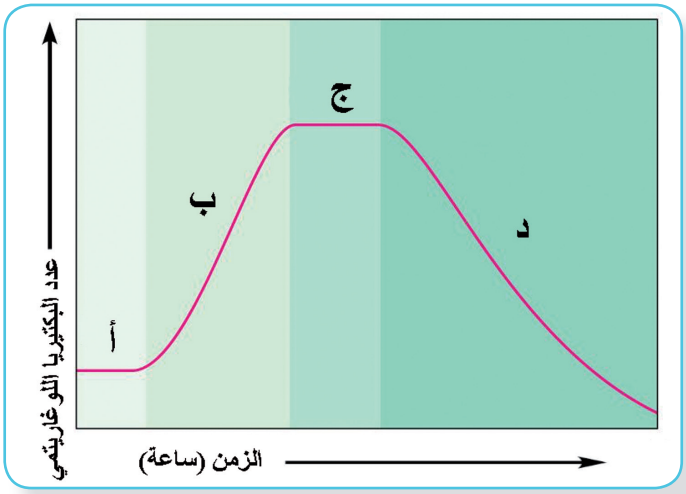
ب- ما أثر العلاجات الحديثة للقضاء على الفيروسات ومنع حدوث العدوى؟

السؤال السابع: أدرس منحنى النمو الآتي لمزرعة بكتيرية، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

أ- أذكر أسماء الأطوار أ، ب، ج، و د.

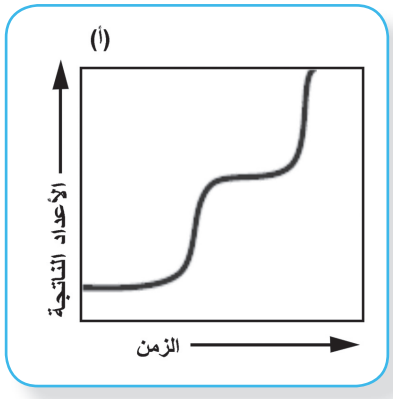
ب- لماذا يكون عدد البكتيريا الناتجة في الطور (ج) مساوياً لعدد البكتيريا التي تموت؟

جـ- في أي الأطوار تبدأ البكتيريا في تكوين المواد اللازمة للانقسام؟



السؤال الثامن: أذكر بعض استخدامات الفيروسات في مجال التقانة الحيوية.

السؤال التاسع: تمكن العلماء من خلال التقدم العلمي الكبير في مجال هندسة الجينات من تسخير كثير من الكائنات الدقيقة لخدمة الإنسان، هل تعتقد أنه بالإمكان مستقبلاً القضاء على جميع الكائنات الدقيقة الممرضة، وبالتالي التخلص من الأمراض التي تسببها للإنسان والحيوان والنبات؟ أفسر إجابتي



السؤال العاشر: أدرس الشكل المجاور الذي يمثل منحنى تكاثر نوع من الفيروسات. وأفسّر المنحنى.

السؤال الحادي عشر: أقيم ذاتي:

أعبر عن المفاهيم التي تعلمتها خلال دراستي للوحدة بما لا يزيد عن ثلاثة أسطر.