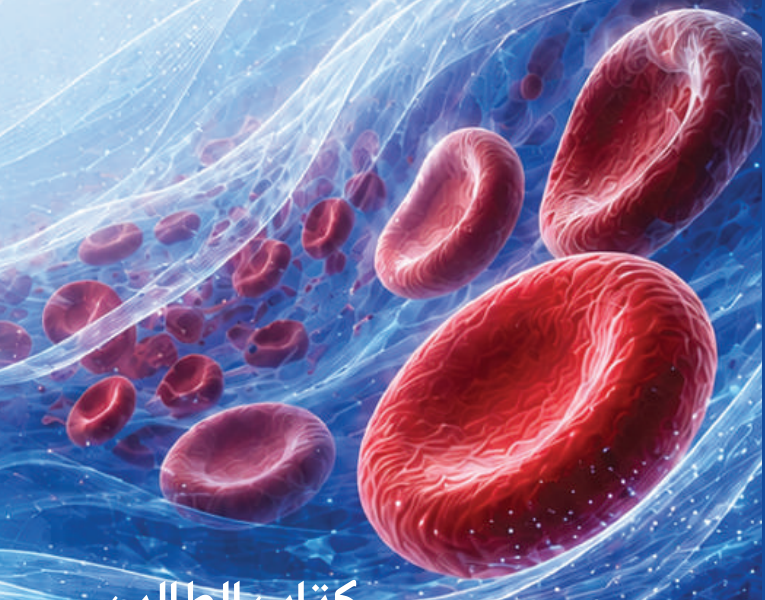
وزارة التربية
Ministry of Education
State of Kuwait | دولـــة الكويـت

الأحيـــاء

الصف العاشر

الفصل الدراسي الأول



كتاب الطالب

المرحلة الثانوية

وزارة التربية
Ministry of Education
State of Kuwait | دولـــة الكويت

الأحيـــاء

كتاب الطالب

الصف العاشر

الفصل الدراسي الأول

تأليف

أ. دلال سعد المسعود (مشرف عام)

أ. سهام أحمد القبندي (مشرف)

أ. هاجر زاهـد موسوي (رئيس)

أ. جميلـــة شـــافي المطـــيري

أ. طـــلال عبداللـــه النومـــس

أ. وليـــد عبداللـــه صقـــر

أ. منيـــرة محمـــد الفاضـــل

الطبعة الأولى

١٤٤٨ هـ

٢٠٢٦ - ٢٠٢٧م

حقوق التأليف والطبع والنشر محفوظة لوزارة التربية - الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج
إدارة البحوث التربوية والمناهج

الطبعة الأولى: ٢٠٢٦ / ٢٠٢٧ م

التصحيح اللغوي

أ. ابتسام الحربي
أ. سحر الشناوي
أ. معالي الحربي

تصميم وتنفيذ

أ. سارة مسفر عبدالله الخضر

مطابع دار السياسة

أودع في مكتبة الكويت الوطنية – ردمك: 978-9921-33-125-7

أودع في مكتبة وزارة التربية تحت رقم (510) بتاريخ 9/ 8 / 2026م

بسم الله الرحمن الرحيم

حضرة صاحب السمو الشيخ مشعل الأحمد الجابر الصباح

أمير دولة الكويت

H.H. Sheikh Meshal AL-Ahmad Al-Jaber Al-Sabah
Amir Of The State Of Kuwait

سمو الشيخ صباح خالد الحمد الصباح

ولي عهد دولة الكويت

H. H. Sheikh Sabah Khaled Al-Hamad Al-Sabah
Crown Prince Of The State Of Kuwait

المقدمة

أعزائي المتعلّمين والمتعلّمات،

مرحبًا بكم في رحلةٍ علميّة شيّقة لاستكشاف أسرار الحياة ، والتأمّل بعظمة الخالق سبحانه وتعالى في تنوّع الكائنات الحية ودقّة خلقها وتكامل أنظمتِها البيئيّة.

يأتي هذا الكتاب انسجامًا مع رُؤية دولة الكويت المستقبليّة وتوجّهات وزارة التربية نحو إعداد جيلٍ واعٍ ومُبدع يمتلك المعارف والمهارات العلميّة التي تُمكّنه من فهم العالم الحيوي من حولِه، والمشاركة الفاعلة في بناء مجتمعٍ مُزدهر ومُستدام قائم على المعرفة والابتكار.

لقد صُمّمت مُحتويات هذا الكتاب بعناية، لتُعزز فيكم الوعي البيئي والصحيّ والتفكير التحليلي، ولتجعل التعلّم أكثر ارتباطًا بواقع الحياة، إذ يبدأ كلّ موضوع بظاهرة واقعيّة تدعو إلى التساؤل والبحث والاستقصاء، وتُمكّنكم من توظيف المعرفة العلميّة في تفسير هذه الظّواهر واتّخاذ القرارات المبنيّة على الأدلّة من خلال الأنشطة العمليّة والتجارب العلميّة والتعلّم الذّاتي والتفكير الناقد والإبداعي، مع توظيف التقنيّات الرقميّة بوصفِها أدواتٍ داعِمة للتعلّم المستمرّ، كما يبرز التّرابط بين علم الأحياء والعلوم الأخرى بما يعكس وِحدة المعرفة وتكاملها في فِهم العالم من حولكم بدعم من مُعلميكم وزملائكم.

نأمَل أن يكون هذا الكتاب نافِذتكم لاستكشافِ أسرار الحياة وخطوة لِبناء شخصيّة علميّة واعية، مُحبّة للعلم، مُعتزّة بوطنِها، وقادِرة على الإسهام من أجل مُستقبل الكويت وتحقيق تطلّعاتها التنمويّة.

انطلقوا بثقة... فالمعرفة تبدأ بسؤال، والاستكشاف يقود إلى الاكتشاف، وفهم أسرار الحياة يبدأ من هنا!

المؤلفون

المحتوى

الوحدة الأولى:		
الغلاف الأحيائي وبيولوجيا الخلية	13	**Biosphere and Cell Biology**
من وطني	14	
الفصل الأول: الحياة في الغلاف الأحيائي	15	**Life In The Biosphere**
الدرس 1 – 1: تنظيم الغلاف الأحيائي	16	Organization Of The Biosphere
الدرس 1 – 2: التركيب البنيوي للخلية الحية	30	The Structural Organization Of The Cell
الفصل الثاني: الحياة وبيولوجيا الخلية	47	**Life and Cell Biology**
الدرس 1 – 3: دورة الخلية	48	Cell Cycle
الدرس 1 – 4: آليات النقل والاتصال بين الخلايا	66	Cell Communication and Transport Mechanisms
مراجعة الوحدة الأولى	79	

المحتوى

الوحدة الثانية:		
الترابط الوظيفي بين الخلايا والأنسجة وأجهزة الجسم	85	Functional Integration Between Cells, Tissues, and Body Systems
من وطني	86	
الفصل الأول: الجسم ومبادئ التنظيم	87	The Body and Principles Of Organization
الدرس 2 – 1: أنسجة جسم الإنسان	88	Human Body Tissues
الدرس 2 – 2: الاتزان الداخلي	100	Homeostasis
الفصل الثاني: أجهزة الدعم والحركة في جسم الإنسان	111	Support and Movement Systems In The Human Body
الدرس 2 – 3: فسيولوجيا الجهاز الهيكلي	112	Physiology Of The Skeletal System
الدرس 2 – 4: فسيولوجيا الجهاز العضلي	126	Physiology Of The Muscular System
مراجعة الوحدة الثانية	138	
المراجع العلمية	143	

الوحدة الأولى

الغلاف الأحيائي وبيولوجيا الخليّة

Biosphere and Cell Biology

الفصل الأول: الحياة في الغلاف الأحيائي — Life In The Biosphere

الفصل الثاني: الحياة وبيولوجيا الخليّة — Life and Cell Biology

مركز المرحومة الشيخة سلوى صباح الأحمد الصباح
للخلايا الجذعيّة والحبل السرّي

مركـز مُتخصّـص في جمـع وتخزيـن الخلايـا الجذعيّـة مـن نخـاع العظـم والحبـل الـسرّي، ويضـمّ مختـبرات أبحـاث مُتقدّمـة.

حصلـت مختـبرات المركـز عـلى الاعتـماد الـدولي في فحـص الجزيئـات مـن قِبَل جمعيـة النهوض بالـدمّ والعلاجـات الحيويّة

Association For The Advancement Of Blood & Biotherapies

وهـي مـن أعـلى الاعتـمادات في العـالم، وتُعتبَـر مـن المختـبرات المُتقدّمـة عالميًـا التـي نالـت هـذا الاعتـماد في مجـال الخلايـا الجذعيّـة.

تعتمـد المختـبرات عـلى أحـدث التقنيّـات وتتّبـع أفضـل المُمارسـات العالميّـة، بالإضافـة إلى فتـح آفـاق جديـدة للبِـدء في البرامـج الخاصّـة بتجميـع الخلايـا الجذعيّـة وخلايـا الحبـل السرّي والتطبيقـات العلاجيّـة المُستقبليّة.

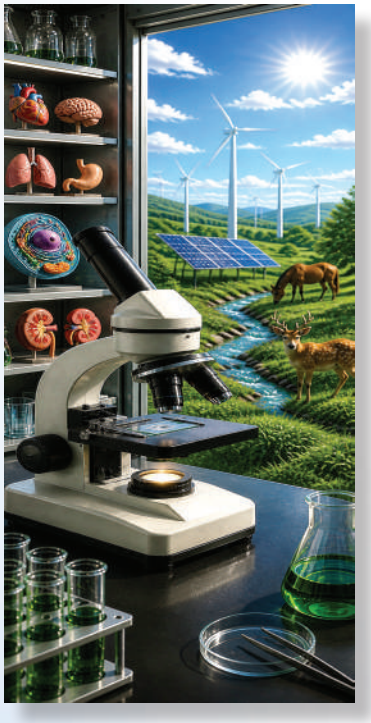
الفصل الأول

الحياة في الغلاف الأحيائي

Life In The Biosphere

قَالَ تَعَالَىٰ:

﴿ وَٱللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَآبَّةٍ مِّن مَّآءٍ ۖ فَمِنْهُم مَّن يَمْشِى عَلَىٰ بَطْنِهِۦ وَمِنْهُم مَّن يَمْشِى عَلَىٰ رِجْلَيْنِ وَمِنْهُم مَّن يَمْشِى عَلَىٰٓ أَرْبَعٍ ۚ يَخْلُقُ ٱللَّهُ مَا يَشَآءُ ۚ إِنَّ ٱللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَىْءٍ قَدِيرٌ ﴿٤٥﴾ ﴾ (سورة النور: ٤٥)



الدرس 1-1 تنظيم الغلاف الأحيائي
Organization Of The Biosphere

الدرس 1-2 التركيب البنيوي للخلية الحية
The Structural Organization Of The Cell

درس 1 - 1

تنظيم الغلاف الأحيائي
Organization Of The Biosphere

(شكل 1)

هل ترغب في استكشاف الحياة وما تحملها من تنظيم دقيق وتعقيدٍ مُدهش؟

سيَدفعُك هذا الفُضول والرّغبة إلى فهم الحياة والبحث في أسرار قدرة الخالق عزّ وجلّ في هذا التنظيم من خلال دراستك لِعلم الأحياء، ومعرفة كيف تنمو الكائنات الحيّة وتتفاعل مع بيئاتها، وكيف تستمر الحياة عبر الأجيال، فعلم الأحياء هو عالمٌ واسعٌ بالمعرفة يمتدّ من دراسة الخلية حتى فهم الأنظمة الحيويّة التي تقوم عليها الحياة. (شكل 1)

هل يقتصِر علم الأحياء على دراسة الخلية فقط ؟

وهل توجد فروع علوم أخرى مرتبطة بدراسة علم الأحياء؟

ماذا سأتعلم ؟

- فروع علم الأحياء وعلاقته بالعلوم الأخرى.
- أنواع المجاهر.
- الخصائص المُشتركة بين الكائنات الحية.
- تأثير الأنشطة البشريّة على استدامة البيئة.

كيف سأتعلم ؟

- أُصنّف فروع علم الأحياء المختلفة.
- أستخدم المجهر الضوئي المركّب
- أستنتج الخصائص المشتركة للكائنات الحية.
- أقترح مُمارسات إيجابيّة للمحافظة على البيئة.

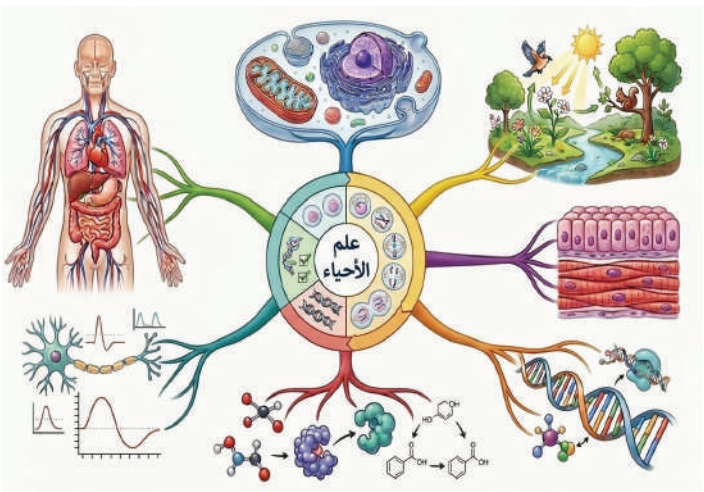
استكشف

اختر من قائمة فروع علم الأحياء وفروع العلوم الأخرى ما يُناسبها مِن الصور في الخريطة الذهنيّة، واكتب الاسم داخل المُربّع.

(علم الأنسجة – علم الكيمياء الحيويّة – علم الخليّة – علم البيئة – علم وظائف الأعضاء – علم البيولوجيا الجزيئيّة – علم الفيزياء الحيويّة)

.....

.....



.....

.....

.....

1. علم الأحياء The Science Of Biology

يهتمّ علم الأحياء بدراسة الحياة والكائنات الحية من حيث تركيبها ووظائفها ونموّها وتكاثرها وتفاعلها مع البيئة، ويتفرّع إلى عدّة فروع مُتخصّصة يُركّز كلّ منها بدراسة جانب مُعيّن، حيث سبَقَ لكَ دراسة بعضًا منها في المرحلة المتوسطة لفهم تنوّع الحياة على كوكب الأرض، ولأنّ الإنسان يُعتبَر أحد الكائنات الحية التي تتميّز بُنيَة جسمه ووظائفه الحيويّة بدرجةٍ عالية من التنظيم والتعقيد، فهذا يتطلّب دراسة دقيقة وشاملة لمستويات التنظيم المُختلفة التي يتكوّن منها، لذلك سننتقل إلى التعمّق في معرفة دراسة آليات عمل الجسم بتناغمٍ دقيق ليُشكّل نظامًا حيًّا مُتكاملاً، مع التركيز على بعض فروع علم الأحياء وفروع العلوم الأخرى التي تُساعد على تفسير هذا التنظيم، ومن أبرزها:

أ - علم الخلية **Cytology** : يختصّ هذا العلم بِدراسة الخلايا من حيث تركيبها ووظائفها وسلوكها.

ب- علم الأنسجة **Histology**: يهتم بِدراسة التركيب المجهري للأنسجة وتنظيمها.

ج - علم البيولوجيا الجزيئيّة **Molecular Biology**: يختصّ هذا الفرع من العلوم بِدراسة العمليّات الحيويّة على المستوى الجزيئي.

د - علم وظائف الأعضاء **Physiology**: يهتمّ بِدراسة وظائف أعضاء الكائنات الحية وأجزائها المُختلفة.

هـ- علم الكيمياء الحيويّة **Biochemistry**: يدرس المواد والتفاعلات الكيميائيّة التي تحدث في خلايا الكائنات الحية.

و - علم الفيزياء الحيويّة **Biophysics**: يهدف إلى دراسة القوانين الفيزيائيّة التي تتحكّم في الأنظمة الحيوية للكائنات الحية.

ز - علم البيئة **Ecology**: يدرس التفاعلات بين الكائنات الحية وبيئاتها مُرورًا بالجماعات والمجتمعات الأحيائيّة والنظم البيئية وصولاً إلى الغلاف الحيوي.

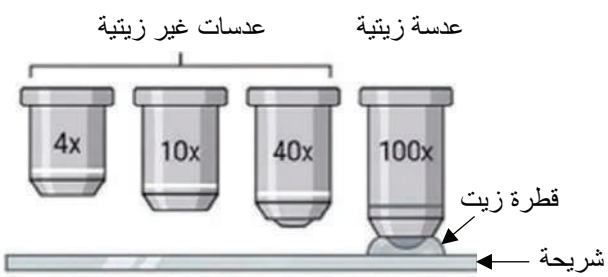
نشاط (1) المجاهر الضوئيّة المُركّبة

الهدف من النشاط	المهارات المُكتسبة	أدوات النشاط	الأمن والسلامة
دراسة قُوى التكبير في المجهر الضوئي المركب	حساب العلاقات الرياضيّة	مجهر ضوئي شريحة زجاجية لخلايا حيوانية أو نباتية - قطارة - زيت	استخدام الشرائح والعدسات الزجاجيّة بحرص

الخطوات

أ - ثبّت الشريحة الجاهزة على منصّة المجهر.

ب- افحص الشريحة باستخدام العدسة ذات القوّة الصّغرى أولاً، ثم المتوسطة، ثم الكبرى، وأخيرًا العدسة الزيتيّة.



أولاً: الملاحظة

- قارن مدى تمايز ووضوح الشريحة المجهريّة وِفقًا لتغيير العدسات.

.....

الحسـاب الرياضـي

لحساب قوّة التكبير في المجهر المُركّب، استخدم القانون الآتي:

قوّة تكبير المجهر الضوئي = قوّة تكبير العدسة العينيّة X قوّة تكبير العدسة الشيئيّة

(علمًا بأنّ قوّة تكبير العدسة العينيّة تساوي 10X).

أ - احسب قوّة تكبير المجهر الضوئي عند استخدام العدسة الزيتيّة.

.....

.....

ب- إذا علمتَ أن قوّة تكبير المجهر الضوئي = 400X ، فكم قوّة تكبير العدسة الشيئيّة المُستخدمة؟

.....

.....

ثانيًا: الاستنتاج

.....

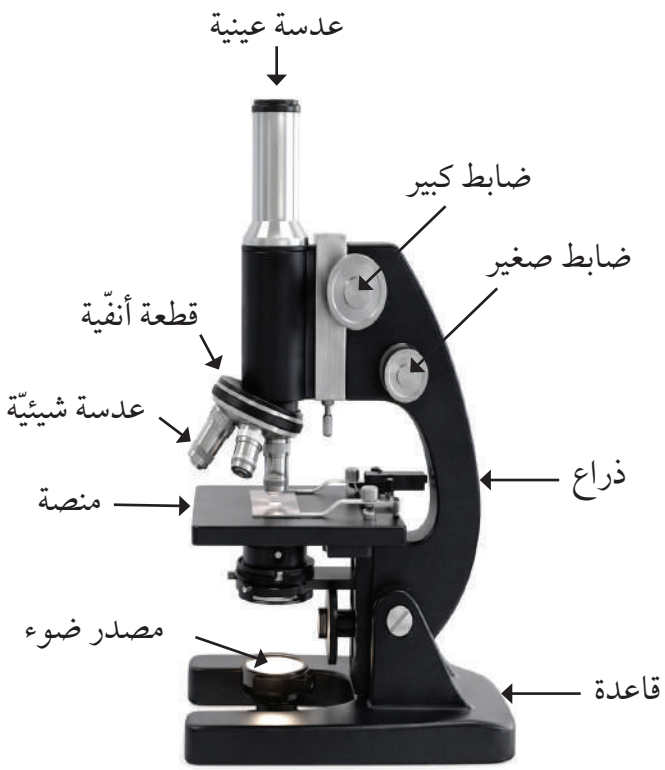
درستَ سابقًا **النظريّة الخلويّة** وهي الأساس في علم الأحياء، التي تنصّ على أنّ الخلية هي الوِحدة البنائيّة والوظيفيّة الأساسيّة لجميع الكائنات الحيّة، وجميع الكائنات الحيّة إمّا تتكوّن من خلية واحدة أو أكثر، وأنّ الخلايا الجديدة تنشأ من خلايا حيّة سابقة عن طريق الانقسام الخلوي.

كيف توصّل العلماء إلى وضع مبادئ النظريّة الخلويّة؟

2. علم الأحياء والمجاهر

ارتبط اكتشاف المجهر ارتباطًا وثيقًا بتطوّر علم الأحياء، إذ أسهمَ في تمكين العلماء من رُؤية الكائنات الحية الدّقيقة والتراكيب الخلويّة التي لا يُمكن رؤيتها بالعين المُجرّدة.

وقد تعرّفتَ سابقًا على أحد أنواع المجاهر الشائعة مثل **المجهر الضوئي المركّب** (شكل 2 – أ) الذي يحتوي على أكثر من عدسة مُتنوّعة في قوّة التكبير انظر (شكل 2 – ب)، لكنّها لم تكن كافية للكشف عن التفاصيل الدّقيقة للخلية، وتمكّنَ العلماء من تطوير أدوات وأجهزة أكثر قُدرة على التكبير والتّمييز مثل صناعة **المجاهر الإلكترونيّة** التي تستخدم الأشعة الإلكترونيّة بدلًا من الأشعة الضوئيّة، وقوّة تمايزها أكبر 1000 مرّة من المجاهر الضوئيّة.



شكل (1 – أ) المجهر الضوئي المركب

شكل (2 – ب) تنوّع قوّة تكبير
العدسات في المجهر الضوئي المركب

حسّنت المجاهر الإلكترونيّة الفهم في دراسة الكثير من الظواهر البيولوجية والفسيولوجية للكائن الحي، ويوجد نوعان من المجاهر الإلكترونيّة وهما:

أ- المجهر الإلكتروني النافذ

Transmission Electron Microscope

تنفذ الإلكترونات المُستخدمة خلال العينة لمُشاهدة التفاصيل الدقيقة. (شكل 3 - أ)

شكل (3 - أ) المجهر الإلكتروني النافذ

ب- المجهر الإلكتروني الماسح

Scanning Electron Microscope

تمسح حزمة الإلكترونات المُستخدمة سطح العينة فترتدّ عنه، ويُمكن مشاهدة الصورة ثلاثيّة الأبعاد والتقاطها. (شكل 3 - ب)

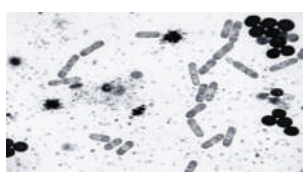
كما استخدم العلماء بعض **الأصباغ الكيميائيّة** عند فحص العينات، لأنّها تزيد من التّباين بين مُكوّنات الخلية، ويرجع هذا التّباين إلى امتصاص بعض التراكيب داخل الخلية لهذه الأصباغ.

شكل (3 - ب) المجهر الإلكتروني الماسح

تحقّق ممّا تعلمت

حدّد نوع المجهر المُناسب لفحص ودراسة كلٍّ من صور البكتيريا أمامك، مع تفسير السّبب.

أ- .....
.....



ب- .....
.....

ج- .....
.....

نشاط (2) خصائص الكائنات الحيّة

الهدف من النشاط	المهارات المُكتسبة	أدوات النشاط	الأمن والسلامة
مُقارنة التركيب البنيوي بين الكائنات الحية	استخدام المجهر الملاحظة- الرسم التصنيف- الاستنتاج	مجهر ضوئي شرائح مجهرية جاهزة لخلايا كائنات حية مُختلفة	استخدام الشرائح والعدسات الزجاجيّة بحرص

الخطوات

أ - افحص الشرائح المجهريّة الجاهزة باستخدام المجهر الضوئي لخلايا كائنات حية مُختلفة.
ب- لاحظ الخلايا تحت المجهر باستخدام عدسات ذات قوّة تكبير مُختلفة وتعرّف عليها.

أولاً: الملاحظة

وجه المقارنة	البكتيريا	اليوجلينا	فطر عفن الخبز الأسود	خلايا نباتية	خلايا حيوانيّة
التركيب البنيوي (وحيد-عديد الخلايا)					
نوع النواة (بدائية-حقيقية)					
الرسم مع كتابة البيانات					

ثانيًا: الاستنتاج

أ - فيمَ تشترك جميع الكائنات الحية؟

.....

ب- صنِّف الكائنات الحية من حيث نوع النواة.

.....

3. الخصائص المشتركة بين الكائنات الحية

أ- التّنظيم الخلوي Cellular Organization

تختلف الكائنات الحية في درجة تعقيد بنيَتها وتنظيمها الخلوي (شكل 4 - أ، ب، ج، د، هـ)، فقد تكون **وحيدة الخلية** كالبكتيريا أو بعض الطّلائعيّات مثل اليوجلينا حيث تقوم بجميع العمليّات الحيويّة اللازمة لِبقائها، بينما توجد كائنات حية أكثر تعقيدًا في بنيَتها لأنّها تتكوّن من عددٍ من الخلايا المُتخصّصة تُعرَف بالكائنات **عديدة الخلايا** التي تعمل معًا لِتكوين أنسجة وأعضاء تُؤدّي وظائف مُحدّدة مثل الإنسان.

ب- التّعقيد المُنظّم Ordered Complexity

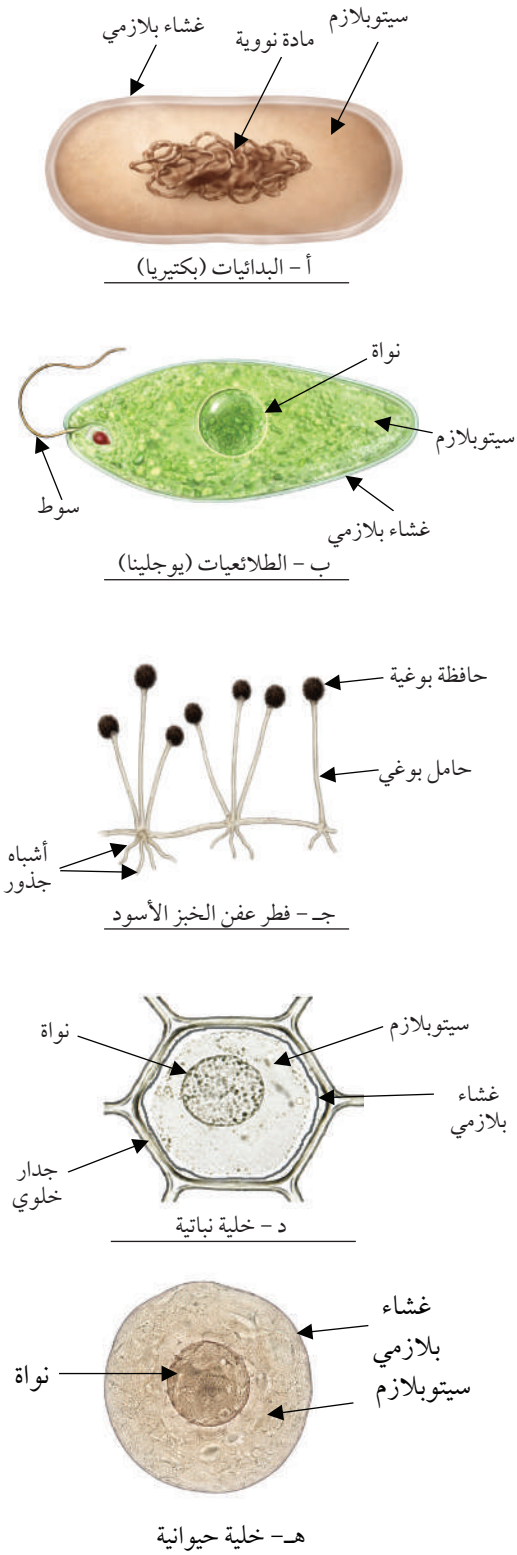
تتَدرّج الكائنات الحية في التّعقيد والتّركيب وتُعَدّ بالِغة التّنظيم، فالجسم قد يتكوّن من أنواع مُختلفة من الخلايا التي تحتوي كلّ منها على الكثير من التّراكيب الجزيئيّة المُعقّدة.

ج- الاستجابة للمثيرات Response to Stimuli

تستجيب جميع الكائنات الحية للمُنبّهات، مثل نموّ النباتات باتّجاه مصدر الضّوء، وتوسّع بُؤبُؤ العين عند التواجد في مكانٍ مُظلم.

د- النموّ والتّكاثر Growth and Reproduction

جميع الكائنات الحية قادرة على النموّ والتكاثر، وتمتلك المادّة الوراثيّة التي تنتقل إلى نسلها، حتى تضمن استمراريّة نوعها.



شكل (4)

هـ- استخدام الطاقة Energy Utilization

تحصل كلّ خلية لدى جميع الكائنات الحية على الطاقة من الغذاء لاستهلاكها في إنجاز أنواع مُختلفة من الوظائف الحيوية.

و- الاتّزان الدّاخلي Homeostasis

تُحافظ جميع الكائنات الحية على ثبات اتّزان بيئاتها الداخليّة نسبيًّا والتي تختلف عن بيئاتها الخارجية المُحيطة بها.

ز- التكيّف التّطوّري Evolutionary Adaptation

تتفاعل جميع الكائنات الحية مع الكائنات الأخرى ومع مُكوّنات البيئة غير الحية من خلال التكيّف في بيئاتها، للمُحافظة على بقائها.

تحقّق ممّا تعلمت

ارسم مخططًا سهميًّا يوضّح الخصائص المُشتركة بين الكائنات الحية

4. الغلاف الأحيائي Biosphere

تنتشر الكائنات الحية على سطح الأرض في بيئات مُختلفة، لقدرتها على التكيّف مع الظروف البيئيّة التي تتواجد بها، **ولكن ما الحدود التي يُمكن أن توجد فيها الحياة على كوكب الأرض؟**

يمتدّ الغلاف الأحيائي في مناطق مُحدّدة من الأرض حيث توجد الظروف المُناسبة للحياة كالطبقات السطحيّة من التربة وصخور القشرة الأرضيّة، وأعماق البحار والمُحيطات، والأجزاء السفلى من الغلاف الجوي.

لِذا يُعَدّ الغلاف الأحيائي مُجمل المناطق من كوكب الأرض التي توجد فيها الحياة.

1.4 تنظيم الغلاف الأحيائي:

تنتمي الكائنات الحية إلى **الجماعة الأحيائيّة وهي مجموعة من أفراد النوع الواحد التي تعيش في منطقة مُعيّنة.**

(شكل 5)

حيث تتفاعل الجماعات الأحيائيّة المُختلفة فيما بينها لتُكوّن المجتمع الأحيائي، ويتفاعل المجتمع الأحيائي مع البيئة الطبيعيّة لتكوين النّظام البيئي.

تتميّز الأنظمة البيئيّة بالتّدوير الكيميائي وانتقال الطاقة بشكلٍ متوازن ديناميكيًّا.

شكل (5) مستويات التنظيم البيئي

2.4 خصائص الغلاف الأحيائي:

1- يضمّ جميع الكائنات الحية.

2- التنوّع الحيوي الكبير، حيث توجد أنواع مُختلفة من الكائنات الحية.

3- الاعتماد الأساسي على الطاقة الشمسيّة، حيث تُمثّل المصدر الرئيسي للطّاقة في الأنظمة البيئيّة.

4- التفاعل المُستمرّ بين الكائنات الحية والبيئة، مثل انتقال الطاقة، ممّا يسهم في استمرار الحياة.

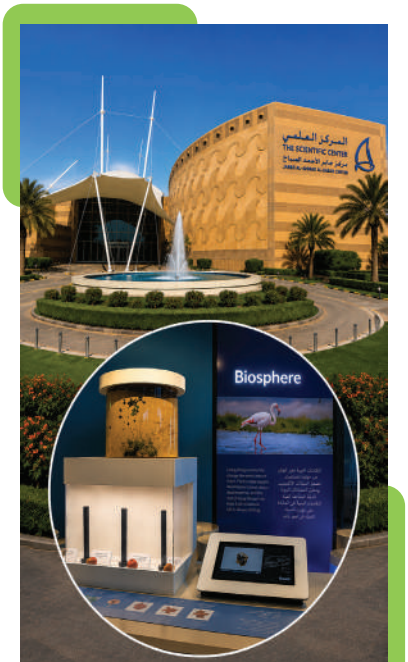
إضاءات بيولوجيّة

المركز العلمي THE SCIENTIFIC CENTER في دولة الكويت

يُعَدّ من أبرز المعالم العلمية والتعليمية التي تُساهم في تعزيز ثقافة العلوم والاستكشاف، تنمية مهارات التفكير العلمي كالابتكار وربط العلوم بالحياة اليومية.

يُعتَبر قسم الغلاف الأحيائي Biosphere

من أبرز الأقسام في المركز، حيث يتعرّف الزائر على أنواع الكائنات الحية والأنظمة البيئية وعلاقة الإنسان بالبيئة عبرَ العروض والتجارب العلمية التي تُساعد على فهم التنوّع الحيوي وأهميّة المحافظة على البيئة. (شكل 6)



شكل (6) المركز العلمي

5. الاستدامة البيئية Environmental Sustainability

تعني الاستدامة البيئيّة التفاعل المستمرّ مع البيئة بما يمنع استنزاف الموارد الطبيعيّة، ويضمن الحفاظ على جودتها على المدى الطويل.

تتحقّق الاستدامة البيئيّة من خلال المُمارسات الإيجابية التي تهدف إلى حماية الموارد الطبيعيّة وتقليل التأثير السّلبي للأنشطة البشريّة على البيئة.

نذكر بعض الأمثلة:

أ- استخدام مصادر الطّاقة المُتجدّدة

مثل استخدام الطّاقة الشمسيّة (شكل 7) وطاقة الرياح بدلاً من الوقود الأحفوري، للتّقليل من انبعاث الغازات المُسبّبة للاحتباس الحراري.

ب- إعادة تدوير الورق، البلاستيك، الزجاج والمعادن بدلاً من التخلّص منها كنفايات ممّا يسهم في تقليل استهلاك الموارد الطبيعية.

هل لاحظتَ وجود الحاويات الخاصّة بتصنيف النفايات في مرافق ومؤسّسات دولة الكويت؟ (شكل 8)

ج- حماية التنوّع الحيوي

تُعَدّ بعض أنواع الحيوانات والنباتات **مُهدّدةً بالانقراض والذي يعني الاختفاء التامّ لنوع من الكائنات الحية**، لذلك تُنشَأ المحميّات الطبيعيّة للحفاظ عليها، كما تُسَنّ القوانين التي تمنع صيد بعض الكائنات الحية خلال مواسم تكاثرها، مثل القوانين التي وضعتها **دولة الكويت** لمنع صيد الربيان. (شكل 9)

شكل (7) مشروع الطاقة الشمسية في الكويت محطة العبدلية

شكل (8) حاوية خاصة بتصنيف النفايات في وزارة التربية

شكل (9) ربيان كويتي

شكل (10) نبات العرفج

الأحياء والعلوم الأخرى

ابحث في المصادر الإلكترونية عن نبات **العرفج (النبات الوطني لدولة الكويت شكل 10)** الذي يُعتبَر أحد النباتات المُهدّدة بالانقراض، واكتب تقريرًا من عشرة أسطر عن طُرُق المُحافظة عليه.

تقويم الدرس 1-1

السؤال الأول: اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدلّ عليه كلّ من العبارات الآتية:

م	العبارة	المصطلح
1	فرع من فروع العلوم الأخرى يهتمّ بدراسة المواد والتفاعلات الكيميائيّة التي تحدث في خلايا الكائنات الحية.	
2	مُجمَل المناطق من كوكب الأرض التي توجد فيها الحياة.	
3	تفاعل المجتمع الأحيائي مع البيئة الطبيعيّة.	
4	الاختفاء التامّ لنوع من الكائنات الحية.	

السؤال الثاني: أجب عن الأسئلة الآتية:

1 – لماذا تُعَدّ الفيزياء الحيويّة حلقة وصل بين علم الأحياء والفيزياء؟

.....

.....

2 – اشرح الفرق بين المجهر الالكتروني النّافذ والمجهر الالكتروني الماسح.

.....

.....

3–" اقرأ الحالات أو المواقف التالية، ثمّ حدّد الخاصيّة الحيويّة التي تُناسب كل عبارة:

م	الحالة أو الموقف	الخاصية الحيويّة
1	مُحافظة جسم الإنسان على درجة حرارته ضمن مدى ضيّق، رغم ارتفاع درجة حرارة البيئة المُحيطة به.	
2	نبات تمّ وضعه بجوار النافذة، بدأ يتحرّك تدريجيًّا باتّجاه الضّوء.	
3	درس باحث فصيلة مُعيّنة من الحيوانات، ولاحظَ أنّها تمتلك صِفات تُساعدها على البقاء في بيئة شديدة الجفاف.	

4 – كائن يتكون من خليّة واحدة، وكائن آخر يتكوّن من عدّة خلايا، برأيك؛ ما الخاصيّة المُشتركة بين الكائنين؟ وفيمَ يختلفان؟

.....

.....

.....

.....

5 – قارِن بين الجماعات الأحيائيّة والمُجتمعات الأحيائيّة.

.....

.....

6 – يُوضّح الجدول العلاقة بين نسبة الاعتماد على استخدام الطاقة الشمسيّة بدلاً من الوقود الأحفوري وانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 في الجو، المطلوب:

نسبة الاعتماد على استخدام الطاقة الشمسيّة	انبعاث غاز CO_2
0	100
%25	80
%50	60
%75	40
%100	20

أ – احسب مقدار انخفاض انبعاث غاز CO_2 عند زيادة الاعتماد على استخدام الطاقة الشمسيّة من 25 ٪ إلى 75 ٪ .

.....

ب– كم تكون النسبة المئوية للانخفاض مُقارنةً بالقيمة عند 25 ٪؟

.....

.....

ج– ماذا تستنتج من خلال النتائج التي حصلتَ عليها، وأهميّتها لاستدامة البيئة؟

.....

.....

.....

درس 2 - 1

التركيب البنيوي للخلية الحية

The Structural Organization Of The Cell

ماذا سأتعلم ؟

- العلاقة بين حجم الخلية ونسبة مساحة سطحها.
- تركيب الأغشية الخلويّة.
- مُكوّنات نظام الأغشية الداخلي.
- مُكوّنات الهيكل الخلوي.

كيف سأتعلم ؟

- أستنتج العلاقة بين حجم الخلية ونسبة مساحة السطح.
- أوضح تركيب الأغشية الخلويّة.
- أربط بين التركيب والوظيفة للعضيات الغشائية.
- أفسر أهمية مكوّنات الهيكل الخلوي.

(شكل 11)

تُعتبَر البصمة البيومترية من التقنيّات الرائدة في مجال التحقّق من الهويّة والأمـن الرقمي، حيث تعتمد على الصفات التي تُميّز كلّ إنسان عن الآخر، مثل بصمة الإصبع أو ملامح الوجه أو مسح قزحيّة العين.

(شكل 11)

أنتَ تعمل في إحدى المطارات الدولية التي تُعَدّ في مُقدمة الدّوَل تصنيفًا من حيث منظومة الأمن، وتعذّر الجهاز على التحقّق من بصمة إصبع أحد المُسافرين.

برأيك، ما الجهاز البديل للتأكد من هويّة المسافر تفاديًا لتأخّرهِ عن رحلته؟ ولماذا؟

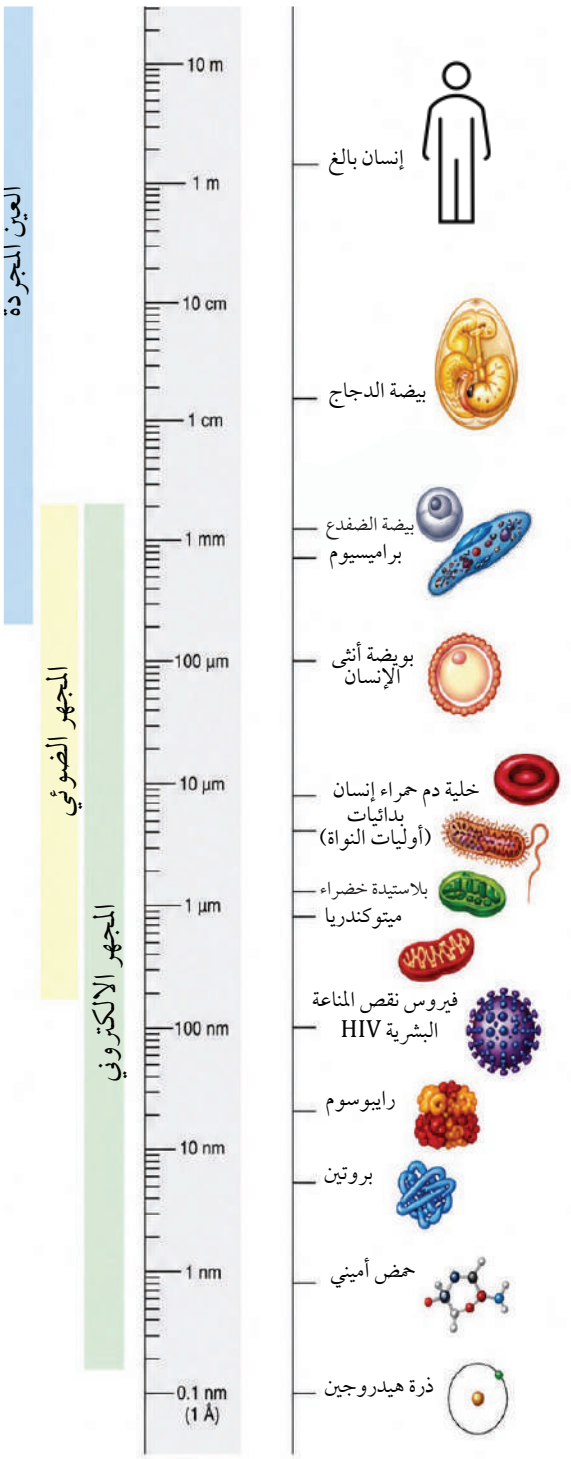
1. العلاقة بين نسبة مساحة سطح الخلية وحجمها

كيف تُؤثّر نسبة مساحة سطح الخلية وحجمها على كفاءتها الوظيفيّة وعملياتها الأيضيّة؟

وضّحَ العلماء أنّ السّمة العامة للخلايا هي قياسها المجهري سَواءً المجهر الضوئي أم الإلكتروني، كما توصّلوا إلى قياس حجم الخلية حقيقية النواة النموذجي، حيث يتراوح قطرها من 10 إلى 100 ميكرومتر (µm)، ويتراوح قياس مُعظم الخلايا بدائيّة النواة من 1 إلى 10 ميكرومتر (µm)، بينما تبقى مُكوّنات الخلية وجُزيئاتها أصغر بكثير فهي تُقاس بالنانومتر (nm) ولا تُرى إلّا بالمجهر الإلكتروني. (شكل 12)

تُؤثّر عِدّة عوامل على مُعدّل انتشار المواد إلى داخل الخلية أو خارجها مثل:

نسبة مساحة السطح، درجة الحرارة، تدرّج تركيز المواد المنتشرة، والمسافة التي يجب أن يحدث خلالها الانتشار.



شكل (12)

استكشف

	1	2	3
المساحة السطحية	96 μm^2	24 μm^2	6 μm^2
الحجم	64 μm^3	8 μm^3	1 μm^3
النسبة = المساحة ÷ الحجم	1.5	3	6

افترض أن هذا المكعب يُمثّل خلية حيّة، المطلوب:

أ – ماذا يحدث لنسبة مساحة السطح كلما ازداد حجم الخلية؟

.....

ب– صِف العلاقة بين حجم الخلية ونسبة مساحة سطحها.

.....

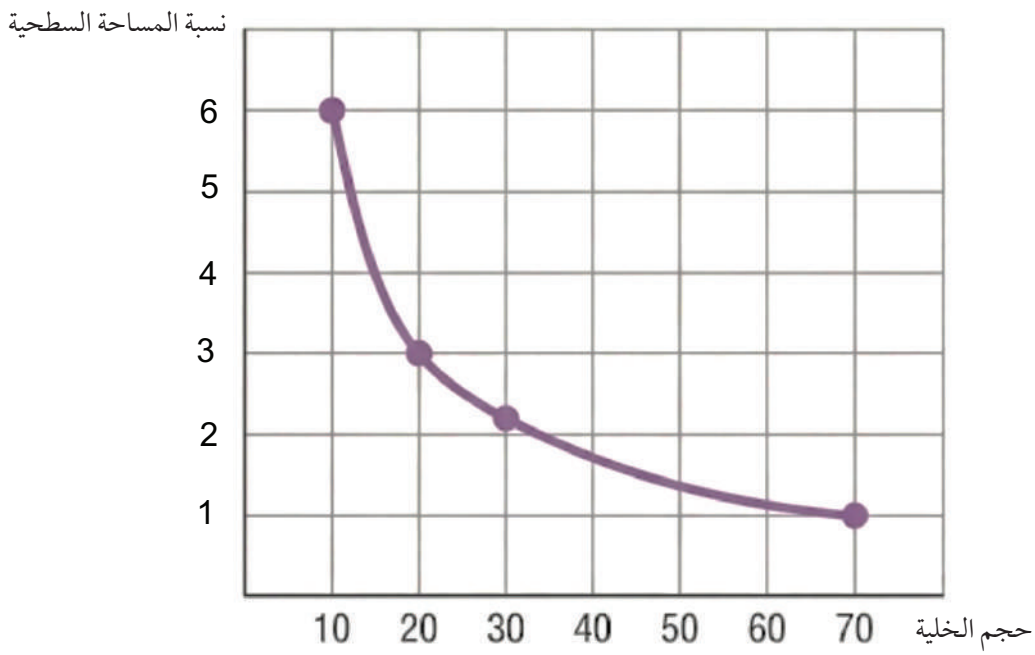
ج– الخلية رقم (.....) هي الأسرع في تبادل الغازات والتخلص من الفضلات.

الاستنتاج: .....

.....

كلّما ازداد حجم الخلية، ازدادت حاجتها إلى تصنيع المزيد من الجزيئات والمواد اللازمة لوظائفها الحيويّة، وهذا يتطلّب استهلاك كميّات أكبر من الطاقة كما تزداد كميّة الفضلات الناتجة عن عمليّات الأيض، ممّا يستلزم تخلّص الخلية منها للمُحافظة على اتّزانها الداخلي.

تتمّ عمليات تبادل المواد والفضلات عبر الغشاء الخلوي، إلا أن حجم الخلية يزداد بمعدّل أسرع مِن معدّل زيادة مساحة سطحها، وكنتيجة لذلك تنخفض نسبة مساحة السطح إلى الحجم كلّما كبُرَ حجم الخلية، وهذه العلاقة العكسيّة تُؤثّر في كفاءة انتقال المواد من الخلية وإليها. (شكل 13)



شكل (13) كلّما زاد حجم الخلية قلّت نسبة المساحة السطحية

لذلك تُعَدّ الكائنات الحية المُكوّنة من عددٍ كبيرٍ من الخلايا الصغيرة أكثر كفاءة من الكائنات التي تتكوّن من عددٍ قليلٍ من الخلايا كبيرة الحجم.

نجد أنّ مُعظم الخلايا النّشطة في عمليّات الأيض تكون صغيرة الحجم، وأنّ الانقسام المُتكرّر دون نموّ يُعيد نسبة المساحة السطحيّة اللازمة لتبادل المواد بصورة دائمة، مثل خلايا الأنسجة الطلائية المُتخصّصة بالامتصاص في الأمعاء الدقيقة.

نشاط (3) أثر الحرارة على نفاذية الغشاء البلازمي للخلية الحية

الهدف من النشاط	المهارات المُكتسبة	أدوات النشاط	الأمن والسلامة
دراسة أثر الحرارة على نفاذية الغشاء البلازمي للخلية الحية	دقة القياس الملاحظة التفسير العلمي التحكم في المُتغيّرات	جذر نبات الشمندر أنابيب وكؤوس زجاجية ملقط - ماء مقطر مشرط - ميزان الحرارة قفازات - موقد بنزن	لبس القفازات والنظارات الواقية استخدام الأنابيب والكؤوس الزجاجية ومصادر الحرارة بحذر

الخطوات

أ - اقطع الشمندر إلى 4 مُكعّبات متساوية (طول أبعاد المُكعّب 1 سم تقريبًا).
ب- اغسل المُكعّبات بالماء جيّدًا للتخلّص من الصبغة الناتجة عن القطع.
ج- املأ الكؤوس الأربعة (10 مل) بالماء المُقطر.

المُعالجة الحرارية:
- الأنبوب رقم (1): ماء بارد (5°س).
- الأنبوب رقم (2): درجة حرارة الغرفة (25°س).
- الأنبوب رقم (3): ماء دافئ (50°س).
- الأنبوب رقم (4): ماء ساخن (90°س).

د- ضع كلّ مكعب شمندر في الأنابيب الأربعة واتركها لمدّة 10 دقائق.

أولاً: الملاحظة

درجة الحرارة	لون المحلول (شفاف - أحمر فاتح - أحمر داكن)	حالة الغشاء البلازمي (سليم - تالف جزئيًا - تالف بالكامل)
5°س		
25°س		
50°س		
90°س		

ثانيًا: الاستنتاج

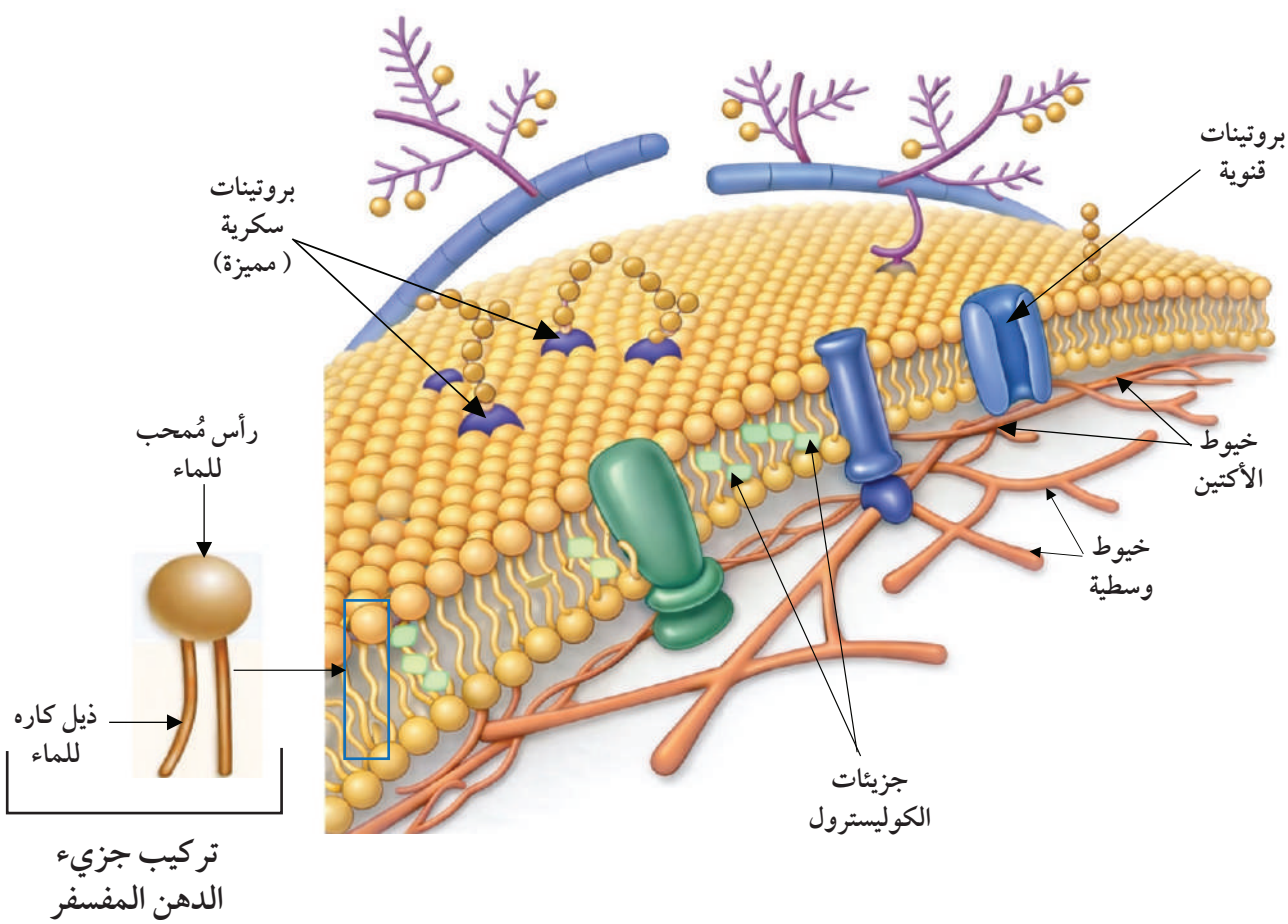
.....

2.الأغشية الخلويّة Cell Membranes

1.2 تركيب الغشاء البلازمي:

تُعتبر نظريّة **النموذج الفُسيفسائي** السائل للأغشية الخلويّة بوصفِها من أهمّ النظريّات التي توضّح كيفيّة تنظيم مكوّنات الغشاء البلازمي وتوزيعها، حيث يتكوّن من:

1 – **الدهون المُفسفرة:** عبارة عن طبقة مُزدوجة، حيث يتكوّن كلّ جزيء من الدهون المُفسفرة من رأس مُحِب للماء يتّجه إلى السطح الخارجي للغشاء، ومن ذيلٍ كارهٍ للماء يتّجه إلى السطح الداخلي للغشاء، وتتّصف الطبقتان بقِوام مُتماسك تتخلّلهما جزيئات الكوليسترول التي تعمل على تقوية ودعم الغشاء وتنظيم مرونته. (شكل 14)



شكل (14)

2 – **البروتينات**: تُؤدّي دورًا أساسيًّا وحيويًّا في تركيب الغشاء الخلوي، حيث تُمثّل المُكوّن الوظيفي الرئيسي الذي يمنح الغشاء خصائصه الحيويّة.

فمنها المغمورة أو المُلتصقة بطبقة من الفسفوليبيدات المُزدوجة، وتنقسم البروتينات في الغشاء الخلوي من حيث الوظيفة إلى عدّة أنواع، منها:

أ – البروتينات القنويّة: لها قناة أو ممرّ للسماح بمرور مواد مُحدّدة خلالها.

ب– البروتينات الناقلة: ترتبط بمواد مُعيّنة تُساعد على انتقالها خلال الغشاء.

ج – البروتينات المُستقبلة: تنقل الرسائل الكيميائيّة إلى داخل الخلية.

د – البروتينات المُميّزة للخلية: بروتينات سُكريّة، تُحدّد هويّة الخلية ونوعها.

هـ– بروتينات أنزيميّة: تُساعد في إتمام التّفاعلات الكيميائيّة لعمليّات الأيض.

2.2 النّفاذيّة الانتقائيّة للغشاء البلازمي:

يُنظّم الغشاء البلازمي حركة مرور المواد من الخلية وإليها، حيث يسمح بمُرور بعض المواد ويمنع مرور مواد أخرى وِفقًا لاحتياجات الخلية، فالجزيئات الكبيرة وبعض الأيونات بإمكانها المُرور بواسطة البروتينات أو بواسطة حويصلات النقل.

إضاءات بيولوجيّة

تشهد **دولة الكويت** تطوّرًا ملحوظًا في استخدام التقنيّات الحديثة وأدوات الذكاء الاصطناعي داخل المجالات العلمية ومجال الأبحاث الحيوية التي تعتمد على دراسة الخلايا وذلك من خلال جهود **معهد الأبحاث العلمية** (شكل 15) ومؤسسات أكاديمية أخرى.

ومن أبرز التطوّرات الحديثة استخدام الذكاء الاصطناعي في تحليل صور الخلايا تحت المجهر بدقّة عالية، وتسريع مُعالجة البيانات الحيوية مثل DNA والبروتينات.

شكل (15) معهد الكويت للأبحاث العلمية

3. مستودع المعلومات الوراثيّة

1.3 النواة Nucleus:

هي مركز التحكّم في الخلية، وتخزين المعلومات الوراثيّة التي تُنظم عمليات الانقسام الخلوي وتصنيع البروتينات اللازمة لأداء وظائفها.

تتكوّن النواة من: (شكل 16)

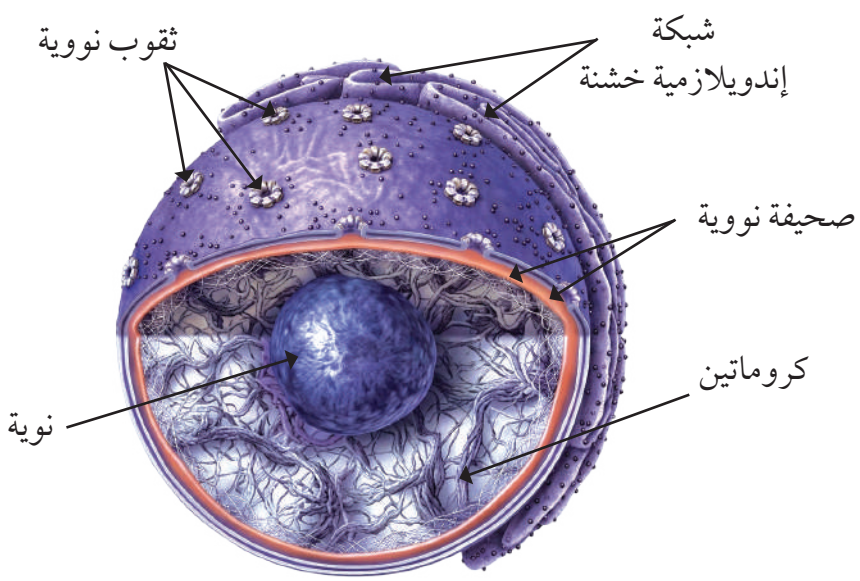
أ - **الغلاف النووي Nuclear Envelope:** عبارة عن غشاء مُزدوج حيث يتّصل الغشاء النووي الخارجي بالشّبكة الإندوبلازميّة الخشنة، أمّا السطح الداخلي يُغَطّى **بالصفيحة النووية التي تتكوّن من ألياف كثيفة مُتداخلة، تُساعد على بناء الغلاف النووي أثناء الانقسام الخلوي.** تمتدّ الثقوب النوويّة خلال الغلاف النووي وتسمح بتبادل الجزيئات الصغيرة بين النواة والسيتوبلازم.

ب- **السّائل النووي Nucleoplasm: عبارة عن وَسَط بيئي نِصف سائل ينغمس فيه الكروماتين والنويّة.**

ج - **الكروماتين Chromatin: شبكة من الخيوط الدقيقة تحتوي على حمض DNA وبروتينات تتشكّل إلى كروموسومات واضحة عند بِدء الانقسام الخلوي.**

د - **النويّة Nucleolus: عبارة عن جسم داكن اللون يوجد في السّائل النووي مسؤول عن بناء الرايبوسومات.**

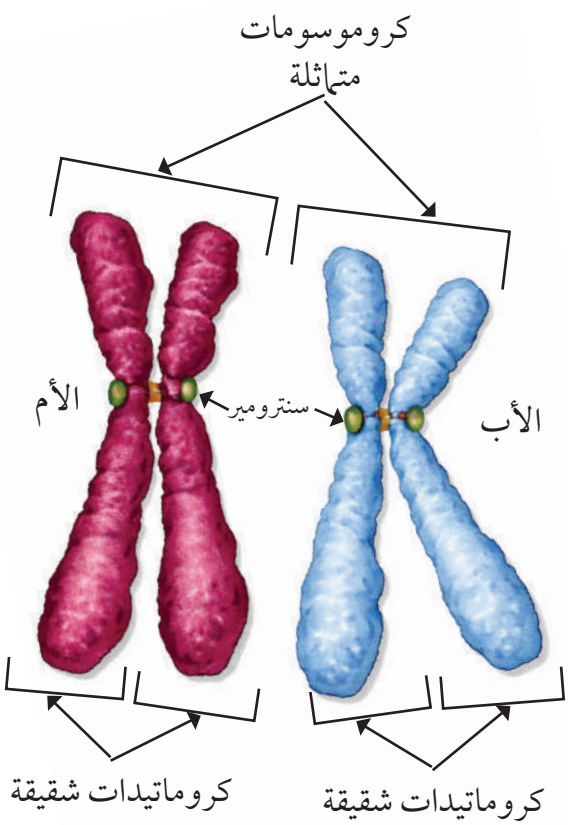
هـ- **الأحماض النوويّة Nucleic acid:** تُعتبر جزيئات عضويّة مُعقّدة التّركيب تُقسّم إلى نوعين: **حمض رايبوزي منقوص الأكسجين DNA** يحمل ويُخزّن المعلومات الوراثيّة في الكروموسومات، **وحمض رايبوزي RNA** يُؤدّي دورًا في تصنيع البروتين ويتواجد في النويّة.



شكل (16)

2.3 الكروموسومات في الخلايا حقيقيّة النواة:

تحمل الكروموسومات العديد من الجينات الوراثية المسؤولة عن انتقال الصّفات الوراثية عبر الأجيال، ويكون عددها ثابت في أفراد النوع الواحد من الكائنات الحيّة، فعلى سبيل المثال عدد الكروموسومات في **الخلايا الجسدية للإنسان 46 كروموسومًا أي 23 زوج من الكروموسومات وتُسمّى ثنائيّة المجموعة الكروموسوميّة Diploid (2n)**، أمّا عددها في الخلايا الجنسيّة يكون **23 كروموسومًا مُفردًا وتُسمّى أحاديّة المجموعة الكروموسوميّة Haploid (n).**



شكل (17)

تختلف الكروموسومات المُتماثلة عن الكروماتيدات الشقيقة التي تظهر خلال مراحل الانقسام الخلوي، حيث إنّ:

الكروموسومات المُتماثلة هي نسخة من الأم ونسخة من الأب للكروموسوم نفسه، أمّا **الكروماتيدان الشقيقان** فهما نسختان مُتطابقتان لكروموسوم واحد يرتبطان معًا عند السنترومير. (شّكل 17)

تحقّق ممّا تعلمت

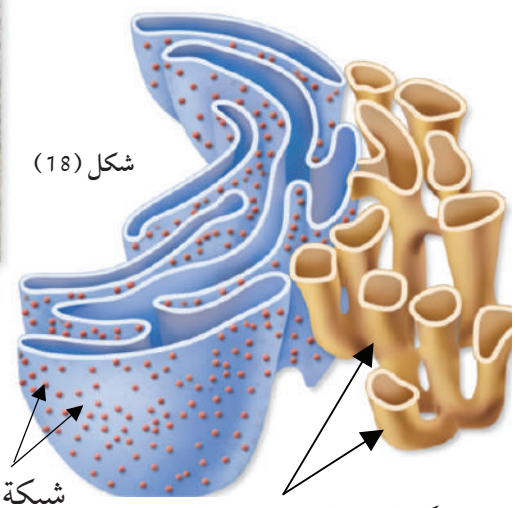
صمّم نموذجًا ثلاثي الأبعاد لنواة الخلية الحيوانيّة، موضحًا فيه:
(الغلاف النووي – الثقوب النووية – الكروماتين والنويّة)

4. نظام الأغشية الدّاخلي Endomembrane System

1.4 الشبكة الإندوبلازميّة Endoplasmic Reticulum:

تُعتَبر أكبر الأغشية الدّاخليّة المُزدوجة في الخلية، وتُشكّل قنوات داخل السيتوبلازم لحمل أو تصنيع جزيئات المواد الكبيرة، وتحتوي على حجرات داخليّة تُسمّى التجويف.

تتكوّن الشبكة الإندوبلازمية من نوعين (شكل 18):



شكل (18)

أ – الشبكة الإندوبلازمية الخشنة:

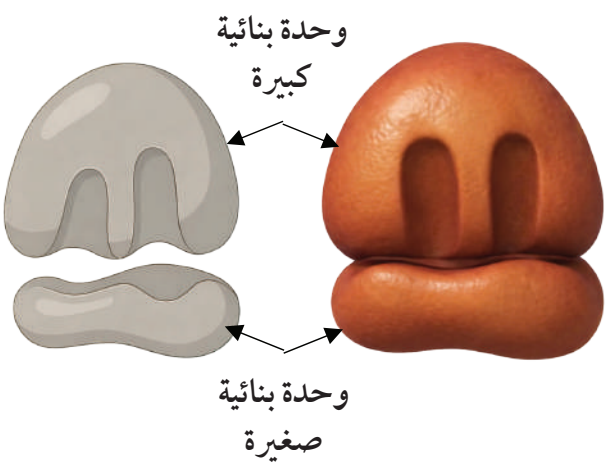
يعود سبب تسميتها بالخشنة إلى وجود الرايبوسومات على سطحها، ومن أهم وظائفها تصنيع البروتين وتعديله ونقله.

ب– الشبكة الإندوبلازمية الناعمة:

تتّصف بقلّة وجود الرايبوسومات فيها نسبيًّا لذلك سُمّيَت بالناعمة، ومن أهمّ وظائفها تصنيع الدهون وإزالة السموم.

2.4 الرايبوسومات Ribosomes:

عضيّات صغيرة تصنعها النوية، وتتكوّن من وِحدتين بنائيّتين صغيرة وكبيرة توجد في جميع أنواع الخلايا وفي كلّ ممالك الكائنات الحيّة إمّا حُرّة في السيتوبلازم، أو مُرتبطة بالشبكة الإندوبلازمية، ويتمّ فيها تصنيع البروتين. (شكل 19)



شكل (19)

3.4 جهاز جولجي Golgi Apparatus:

يتكوّن من حُويصلات غشائية مُزدوجة مُتراصّة، وتكون الحُويصلات إمّا إفرازيّة يتمّ فيها تعديل البروتينات وتعبِئتها لتُطلقها إلى الخارج عبرَ الغشاء البلازمي، أو ناقلة تعمل على توزيع الموادّ إلى مواقع أخرى داخل الخلية. (شكل 20)

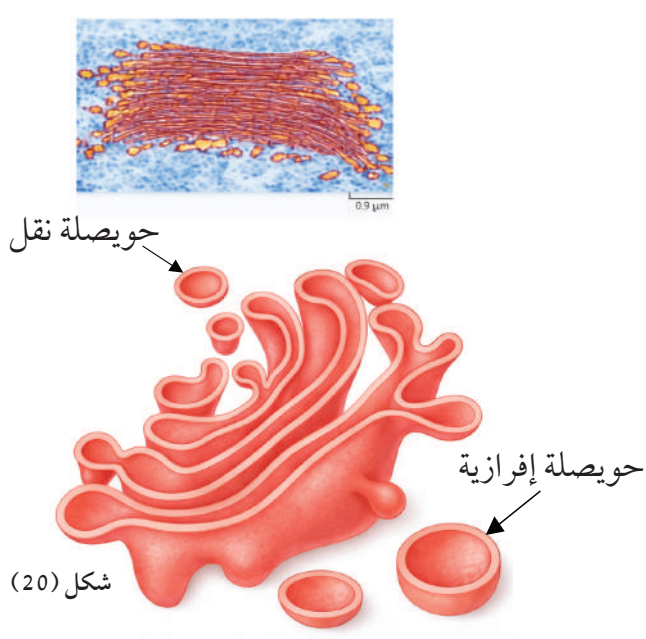
4.4 الليسوسومات Lysosomes:

عبارة عن حُويصلات تنشأ من جهاز جولجي، تحتوي على أنزيمات هاضمة ويُحيطها غشاء يعزل مُكوّناتها عن مُحتويات الخلية حتى لا تهضم الخلية نفسها، تعمل الليسوسومات على تحطيم الجزيئات الكبيرة الموجودة في الفجوات الغذائيّة والعضيّات الهرِمَة في أثناء حياة الخلايا وتُعيد استخدامها لتكوين عضيّات جديدة.

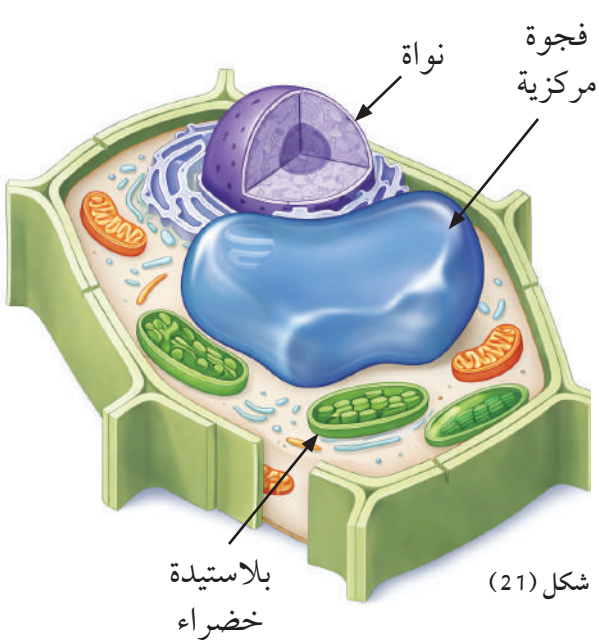
5.4 الفجوات Vacuoles:

تمتلك الخلايا النباتيّة فجوات غشائيّة مُتخصّصة، وتُعتَبر الفجوة المركزيّة هي الأكبر والأكثر وضوحًا ممّا يجعل النواة طرفيّة، وتُؤدّي دورًا في الإبقاء على الاتّزان الأسموزي للخلية، كما تعمل على تخزين المواد الغذائيّة المُفيدة (شكل 21)، أمّا الخلايا الحيوانية يوجد بها فجوات صغيرة وقد تكاد تكون معدومة.

لماذا تكون النواة في الخلية النباتيّة طرفيّة، بينما تكون موجودة في منتصف أو مركز الخليّة الحيوانيّة؟



شكل (20)



شكل (21)

نشاط (4) استخلاص أصباغ البلاستيدة بتقنيّة الكروماتوغرافيا

الهدف من النشاط	المهارات المُكتسبة	أدوات النشاط	الأمن والسلامة
استنتاج أهمية البلاستيدة الخضراء في الخلية النباتية	التحليل - الفصل الكيميائي - الربط بين التركيب والوظيفة	أوراق السبانخ - قطارة قفازات - هاون ومدقّة كحول إيثيلي - أسيتون ورق ترشيح - مسطرة ملقط - قلم رصاص	لبس القفازات استخدام الكحول بحذر - التخلص من المواد الكيميائية بطريقة آمنة

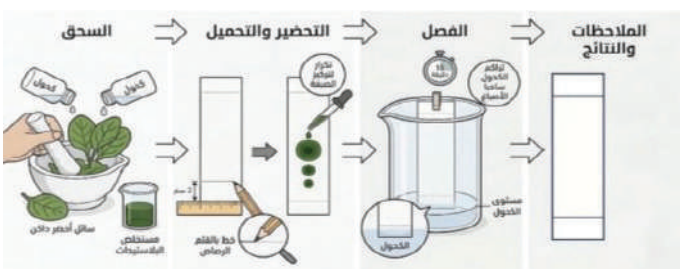
الخطوات

أ - اقطع أوراق السبانخ وضعها في الهاون واسكب عليها قليل من الأسيتون، ثم اسحقها جيدًا بالمدقّة حتى تحصل على سائلٍ أخضر داكن اللون.

ب- ارسم خطًّا بالقلم الرصاص على بُعد 2 سم من حافّة ورقة الترشيح.

ج - ضع قطرة من المستخلص الأخضر على الخط واتركها تجف، ثم كرّر العملية لتركيز الصبغة.

د - ضع طرف الورقة في كأس به القليل من الكحول بحذر حتى لا يُلامس الكحول قطرة الصبغة مباشرة واتركها لمدة 15 دقيقة.



أولاً: الملاحظة

أ - ماذا حدث لورقة الترشيح البيضاء؟ .....

ب- اذكر اسم العضيّة التي تمزّق غشاؤها. .....

ج - لماذا تظهر البلاستيدة باللون الأخضر؟ .....

د - ما أهمية أصباغ الكلوروفيل للخلية النباتية؟ .....

ثانيًا: الاستنتاج

.....

.....

5. العضيّات ذات العلاقة بالطاقة

1.5 الميتوكندريا Mitochondria:

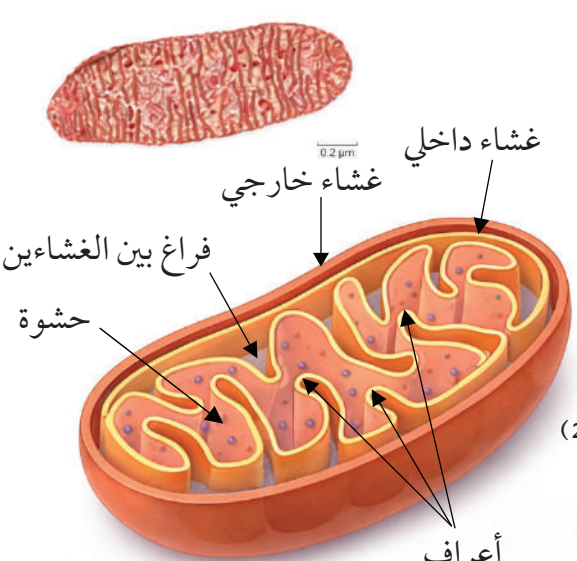
تتواجد في جميع الخلايا حقيقية النواة، وهي عضيات مُحاطة بغشاءين خارجي وداخلي، تُسمّى انثناءات الغشاء الدّاخلي **بالأعراف** التي تُقسّم الميتوكندريا إلى منطقتين:

أ – **الحشوة**: تحتوي على حمض DNA وآليّة تصنيع بروتين خاصّة بها. (شكل 22)

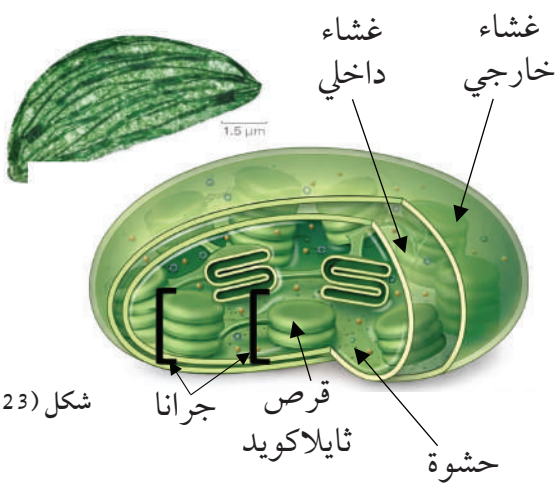
ب– **الفراغ بين الغشاءين**: يقع بين غشائي الميتوكندريا الذي يحتوي على أنزيمات الأيض التأكسدي التي تصنع مركبات الطاقة ATP (**أدينوسين ثلاثي الفوسفات Adenosine Triphosphate**)، وعند زيادة استهلاك الطاقة تُقَسّم الميتوكندريا نفسها إلى اثنين وتُضاعف عددها.

2.5 البلاستيدات الخضراء Chloroplasts:

توجد البلاستيدات الخضراء في خلايا الكائنات ذاتية التغذية، مُغلّفة بغشاءين خارجي وداخلي. يحتوي الغشاء الدّاخلي على سائل يُسمّى **الحشوة Stroma** يوجد بها مجموعات من تراكيب قُرصيّة الشكل مُتراصّة فوق بعضها تُسمّى **الجرانا Grana**، حيث يُطلق على القرص الواحد اسم **ثايلاكويد Thylakoid** وتحتوي أغشيتها على أصباغ الكلوروفيل، أمّا الحشوة يوجد بها أنزيمات خاصّة بتصنيع الجلوكوز خلال عمليّة البناء الضوئي بالإضافة إلى حمض DNA وآليّة تصنيع بروتين خاصة بها، للبلاستيدة القُدرة على الانقسام والتضاعف. (شكل 23)



شكل (22)



شكل (23)

تحقّق ممّا تعلمت

أ – تتّصف كلًّا من العملة النقديّة وقرص الثايلاكويد بالشكل الدائري، ولكن ما وجه الاختلاف بينهما؟

.....

ب– صِف الانتظام الهندسي لكلٍّ من العُملات النقدية وأقراص الثايلاكويد.

.....

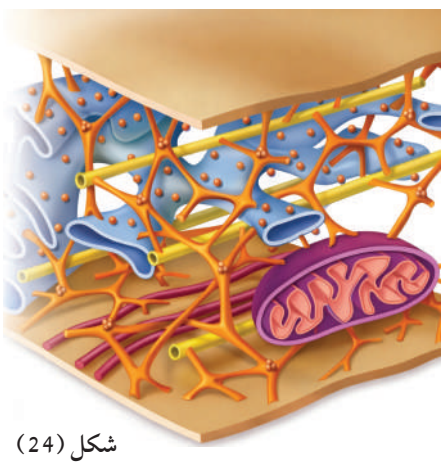
ج– ماذا تُسمّى مجموعات أقراص الثايلاكويد المُنتظمة؟ .....

– السيتوبلازم

يُعتبر مادّة شبه سائلة (هُلاميّة) تملأ الحيّز الموجود بين الغشاء البلازمي والنواة، يضمّ السيتوبلازم مجموعة من العضيّات الخلويّة المُختلفة، وهو المكان الذي تحدث فيه مُعظم التّفاعلات الكيميائيّة الحيويّة، كما تمتدّ شبكة من الألياف البروتينية الدقيقة داخل السيتوبلازم التي تدعم شكل الخلية وتُثبّت عضيّاتها في مواقع ثابتة، تُسمّى هذه الشبكة بالهيكل الخلوي حيث يُعتبر نظام ديناميكي دائم التشكّل والتفكّك.

6. الهيكل الخلوي The Cytoskeleton

1.6 ألياف الهيكل الخلوي :



شكل (24)

يتكوّن الهيكل الخلوي من شبكة من الألياف البروتينية (شكل 24) المُختلفة التي تقوم بعدّة وظائف.

ثمّة ثلاثة أنواع من الألياف البروتينيّة، تُشكّل الهيكل:

1 – **الخيوط الدقيقة (خيوط الأكتين):**

عبارة عن شريطين من بروتينات الأكتين الكرويّة مُلتفّين حول بعضهما بشكل حلزوني.

تُسهِم في إحداث الحركة الخلويّة مثل الزّحف والانقباض، ومسؤولة عن تخصّر السيتوبلازم خلال الانقسام الخلوي. (شكل 25)

2 – **الخيوط الوسطيّة**: تتكوّن من جزيئات بروتينيّة صلبة وليفيّة.

تعمل على دعم وربط الخلايا بعضها ببعض. (شكل 26)

3 – **الأنيبيبات الدّقيقة**: تُعتبر أكبر عناصر الهيكل الخلوي وتتكوّن من أنابيب مُجوّفة.

تُؤدّي الأنيبيبات الدقيقة دورًا في حركة المواد داخل الخلية، وتدخل في تركيب الجسم المركزي المُكوّنة لخيوط المغزل اللازمة لانقسام الخلية، كما تعمل على تكوين الأسواط والأهداب التي تُساعد على الحركة. (شكل 27)

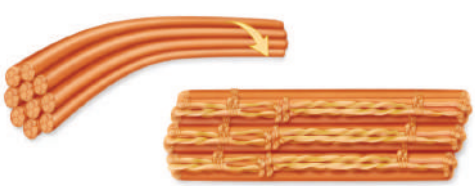
2.6 الأجسام المركزيّة Centrosomes:

تقع الأجسام المركزية عادةً بالقرب من النواة، وتتكوّن من زوج من **السنتريولات** Centrioles.

يتكوّن كلّ سنتريول من تسع مجموعات وكلّ مجموعة تحتوي على ثلاثة **أنيبيبات دقيقة**.

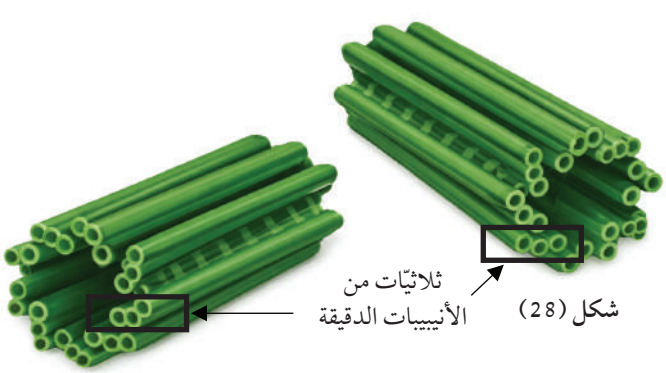
يتضاعف الجسم المركزي قبل الانقسام، ثمّ تتحرّك النسختان بعيدًا عن بعضهما باتّجاه قُطْبي الخلية حيث تنطلق منهما الأنيبيبات الدقيقة لِتُشكّل خيوط المغزل المسؤولة عن فصل الكروموسومات بدقّة. تفتقر مُعظم الخلايا النباتية الراقية إلى الجسم المركزي، وتعتمد على مراكز تنظيم بديلة للأنيبيبات الدقيقة. (شكل 28)

شكل (25) الخيوط الدقيقة (الأكتين)



شكل (26) الخيوط الوسطيّة

شكل (27) الأنيبيبات الدقيقة



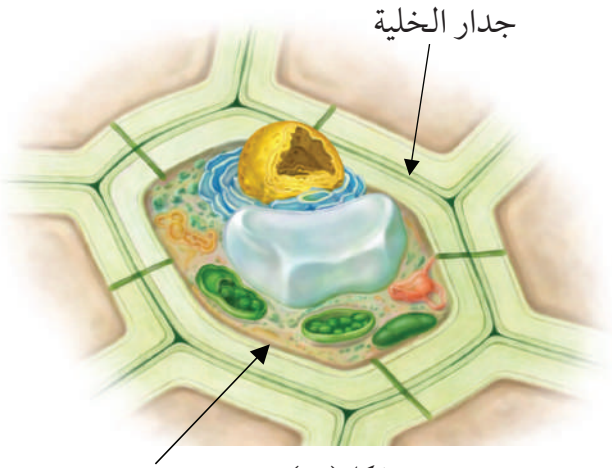
شكل (28)

7. التراكيب خارج الخلية

1.7 جدار الخلية:

يوجد الجدار الخلوي في الخلايا النباتية والبدائيات وبعض أنواع الطلائعيّات والفطريّات ويتكوّن من **السيليولوز**.

تتميّز الجدران الخلويّة بأنها سميكة وقويّة وصلبة وتعمل على حماية ودعم النبات، كما تحتوي على ثقوب تسمح بمرور المواد من وإلى الخلية. (شكل 29)



شكل (29)

تحقّق ممّا تعلمت

1 – عدّد العوامل التي تُؤثّر على مُعدّل انتشار المواد مِن وإلى الخلية.

.....

2 – ما أهمية وجود الجدار الخلوي في الخلية النباتية؟

أ –.....

ب–.....

الأحياء والعلوم الأخرى

1 – احسب عدد الأنيبيبات الدقيقة في الجسم المركزي، إذا علمتَ أنّ السنتريول الواحد يتكوّن من 9 مجموعات، وفي كلّ مجموعة 3 أنيبيبات دقيقة.

2 – إذا شغلت الفجوة المركزية 80٪ من حجم خلية نباتية حجمها 50 ميكرومتر مكعب، فكم حجم الفجوة المركزية؟

تقويم الدرس 1-2

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة علميًّا لكلّ عبارة من العبارات الآتية وذلك بوضع علامة (✓) أمامها:

1 – أحد مُكوّنات الأغشية الخلويّة مسؤولة عن تحديد هويّة الخليّة:

☐ الدهون المُفسفَرة ☐ البروتينات المُميزة للخلية

☐ بروتينات عبر الغشائيّة ☐ شبكة بروتينات الداخلية

2 – أهم وظائف الشبكة الأندوبلازمية الخشنة في الخليّة:

☐ إزالة السّموم ☐ تصنيع الدهون

☐ تحطيم الجزيئات الكبيرة ☐ بناء البروتينات

3 – العضيّات المسؤولة عن تصنيع البروتينات في الخلية تُسمّى:

☐ الأغشية الخلويّة ☐ الفجوات

☐ الرايبوسومات ☐ الجدران الخلويّة

السؤال الثاني: أجب عن الأسئلة الآتية:

1 – كيف تتشابه الميتوكندريا والبلاستيدات الخضراء في التركيب والوظيفة؟

.....

.....

2 – "لوحظ عند الفحص المجهري لنواة خلية عضلية نشِطة في بناء البروتين، وجود نويّة كبيرة الحجم وواضحة"

– علّل سبب كِبَر حجم النوية ووضوحها.

.....

.....

الفصل الثاني

الحياة وبيولوجيا الخلية

Life and Cell Biology

قَالَ تَعَالَىٰ:

﴿ إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾ ﴾ (سورة القمر: ٤٩)

الدرس 1-3 دورة الخلية

Cell Cycle

الدرس 1-4 آليات النقل والاتّصال بين الخلايا

Cell Communication and Transport Mechanisms

درس 1 - 3

دورة الخلية
Cell Cycle

(شكل 30)

يشهد مجال الطب تطوّرًا كبيرًا في العمليّات الجراحية، ومن أبرزها عمليّات زراعة الأعضاء التي أسهَمت في إنقاذ حياة المرضى حول العالم.

وتُعدّ زراعة الكبد من أكثر العمليّات نجاحًا، إذ يتمكّن كلاً من المُتبرّع والمريض على حدٍّ سواء العودة إلى حياتهما الطبيعية في غضون أسابيعٍ وجيزة.

(شكل 30)

لماذا ينجح الكبد في التعافي والعمل من جديد بدرجةٍ كبيرة؟ وكيف يحدث التجدّد الكبدي؟

Hepatic Regeneration؟

ماذا سأتعلم ؟

- مراحل دورة الخلية.
- آليــة عمــل نقــاط ضبــط دورة الخليــة.
- أطوار الانقسام المتساوي.
- أطوار الانقسام الاختزالي.

كيف سأتعلم ؟

- أشرح مراحل دورة الخلية.
- أفسر أهمية نقاط ضبط دورة الخلية.
- أرسم أطوار الانقسام المتساوي (الميتوزي) والاختزالي (الميوزي).
- أناقش الفروقات بين الانقسام المتساوي (الميتوزي) والاختزالي (الميوزي).

يُعتبَر الانقسام الخلوي عمليّة دقيقة ومُنظّمة لا تحدث بِصورة عشوائيّة، بل تمرّ بسلسلة من المراحل المُتتابعة للتغيّرات التي تحدث في الخلية أثناء نموّها وانقسامها، وتُعَدّ جزءًا من دورة الخلية.

دورة الخلية: هي سلسلة من المراحل المُنظّمة التي تفصل بين زمن انقسام الخلية الأم وانقسام الخلية البنويّة الناتجة عنها.

1. أطوار دورة الخلية

تتطلّب دورة الخلية تضاعف المادّة الوراثيّة وانفصالها الدّقيق وانقسام المُحتويات الخلويّة، لذلك تُقسّم الدورة إلى خمسة أطوار رئيسة منها ثلاثة أطوار تُشكّل الطور البيني G1، S وG2 وهذا سبب اعتبار الطور البيني أطول الأطوار. (شكل 31)

يتميّز كلّ طور ببعض الأحداث والتغيّرات التي تظهر على المادّة الوراثيّة:

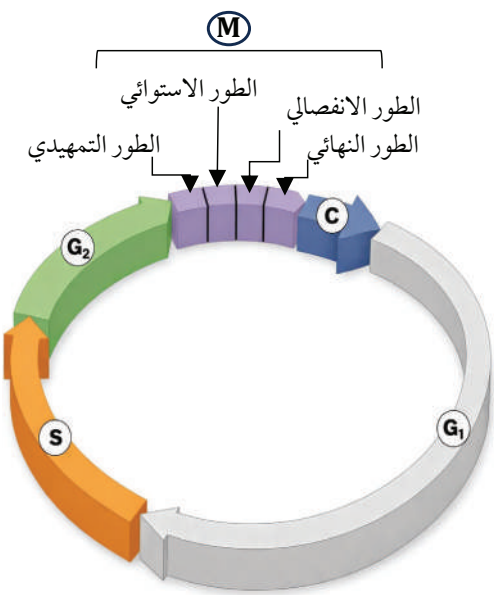
1 – **طور النموّ الأول Gap 1 Phase (G1)** : يزداد حجم الخلية، وتتضاعف العضيّات فيها مثل الميتوكندريا والرّايبوسومات.

2 – **طور البِناء Synthesis Phase (S)**:

يحدث بناء وتضاعف حمض DNA فقط في هذا الطور.

3 – **طور النموّ الثاني Gap 2 Phase (G2)**:

تستكمل العضيات عملية التضاعف، ويتمّ تصنيع البروتينات اللاّزمة للانقسام مثل بروتين الأنيبيبات الدّقيقة المُكوّنة لخيوط المغزل.



(شكل 31)

4 – **طور الانقسام المُتساوي Mitosis (M):**

يُعتبر الخطوة الرئيسيّة في فصل المادة الوراثية للخليتين البنويتين، ويُقسّم إلى عدّة أطوار (التمهيدي، الاستوائي، الانفصالي والنهائي).

5 – **طور انقسام السّيتوبلازم Cytokinesis (C)**: يتخصّر السّيتوبلازم في الخلية الحيوانية ليُكوّن خليّتان بنويّتان، أمّا في الخلية النباتيّة فتنقسم إلى خليّتين بنويّتين بسبب تكوّن **الصفيحة الوسطى Middle Lamella**.

تتفاوَت الفترة الزمنيّة لِدورة الخلية اعتمادًا على عِدّة عوامل: **عمر الخلية، ونوع الخلية ونوع الكائن**، فعلى سبيل المثال تستغرق دورة الخلية في أجِنّة ذبابة الفاكهة 8 دقائق تقريبًا، بينما نجد أنّ خلايا بشرة جلد الإنسان تستغرق تقريبًا من أسبوعين إلى شهر لِتُكمل دورتها.

تُصنّف الخلايا الحية وِفقًا لاستمراريّة نشاطها في دورة الخلية إلى:

الخلايا الجذعية Stem Cells

تتّصف بقدرتها على الانقسام والتمايز، وتبدأ كخلايا جنينية غير مُتخصّصة تُكوّن أنسجة الجسم المُختلفة لتُؤدّي وظائف مُحدّدة، ومع نموّ الجنين تتخصّص لتتحوّل إلى خلايا بالغة تتوزّع في أنسجة الجسم. (شكل 32)

شكل(32) جنين الإنسان

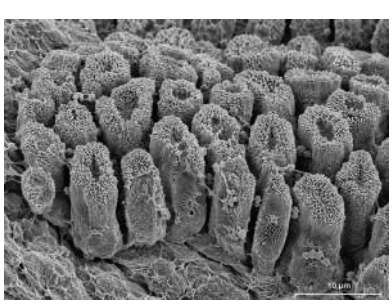
الخلايا الدائمة Permanent Cells

تتوقف عن الانقسام بعد تمايزها في المرحلة الجنينية، ولا تمتلك القدرة على تعويض الأنسجة التالفة مثل الخلايا العصبيّة . (شكل 33)

شكل(33)

الخلايا سريعة الانقسام Labile Cells

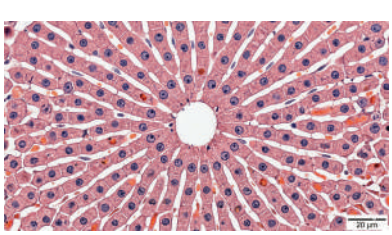
تكون فترة حياتها قصيرة وتُستبدل باستمرار لتعويض الأنسجة التالفة، مثل الخلايا الطلائية المُبطنة للمعدة. (شكل 34)



شكل(34)

الخلايا المُستقرّة Stable Cells

لا تنقسم في الظروف الطبيعية، إلا لتعويض الأنسجة التالفة عند الإصابة أو الاستئصال، مثل خلايا الكبد. (شكل 35)



شكل(35)

نشاط (5) تأثير المُثبّطات على مراحل الانقسام المتساوي (الميتوزي)

الهدف من النشاط	المهارات المُكتسبة	أدوات النشاط	الأمن والسلامة
استنتاج تأثير محلول الكولشيسين على الخلايا وأطوار الانقسام الخلوي	الملاحظة التفكير العلمي الاستقصاء الفحص المجهري	جذور نبات بصل نامي مشرط- كحول- ملقط قطّارة- قفازات- مجهر ضوئي- شرائح زجاجية أغطية شرائح-صبغة اليود- كؤوس زجاجية محلول الكولشيسين	لبس القفازات استخدام الكحول بحذر- التخلص من المواد الكيميائية بطريقة آمنة

الخطوات

أ - ضع نبات البصل في كأس به ماء بحيث يُلامس المجموع الجذري الماء، واتركه لعدّة أيّام حتى تنمو الجذور بطول 2-3 سم.

ب- انقل البصل إلى وعاء يحتوي على محلول الكولشيسين بتركيز (0.05% - 0.2%)، واتركه لمدّة 12 - 24 ساعة (يقوم المعلم بإعدادها مُسبقًا).

ج - اغسل الجذور جيدًا بالماء، ثم اقطع نهاياتها بالمشرط وضعها في الكحول.

د - اقطع بالمشرط قطاعات رقيقة وضعها على شريحة زجاجيّة نظيفة، وبالقطّارة ضع قطرات من صبغة اليود، ثمّ ضع غطاء الشريحة بزاوية 45° لمنع تكوُّن فقاعات هوائيّة، واضغط على الغطاء برفق لفرد الخلايا، ثم افحص العيّنة مجهريًّا.

أولاً: الملاحظة

أ - هل لاحظتَ وجود خلايا في الطور الانفصالي؟ ..... وكم عددها؟.....

ب- ما اسم الطور الذي توقّفَ عن الانقسام بسبب تأثير محلول الكولشيسين عليه؟ .....

ج - اذكر التراكيب التي اختفت في الخلية بسبب تأثير محلول الكولشيسين عليها .....

ثانيًا: الاستنتاج

.....

.....

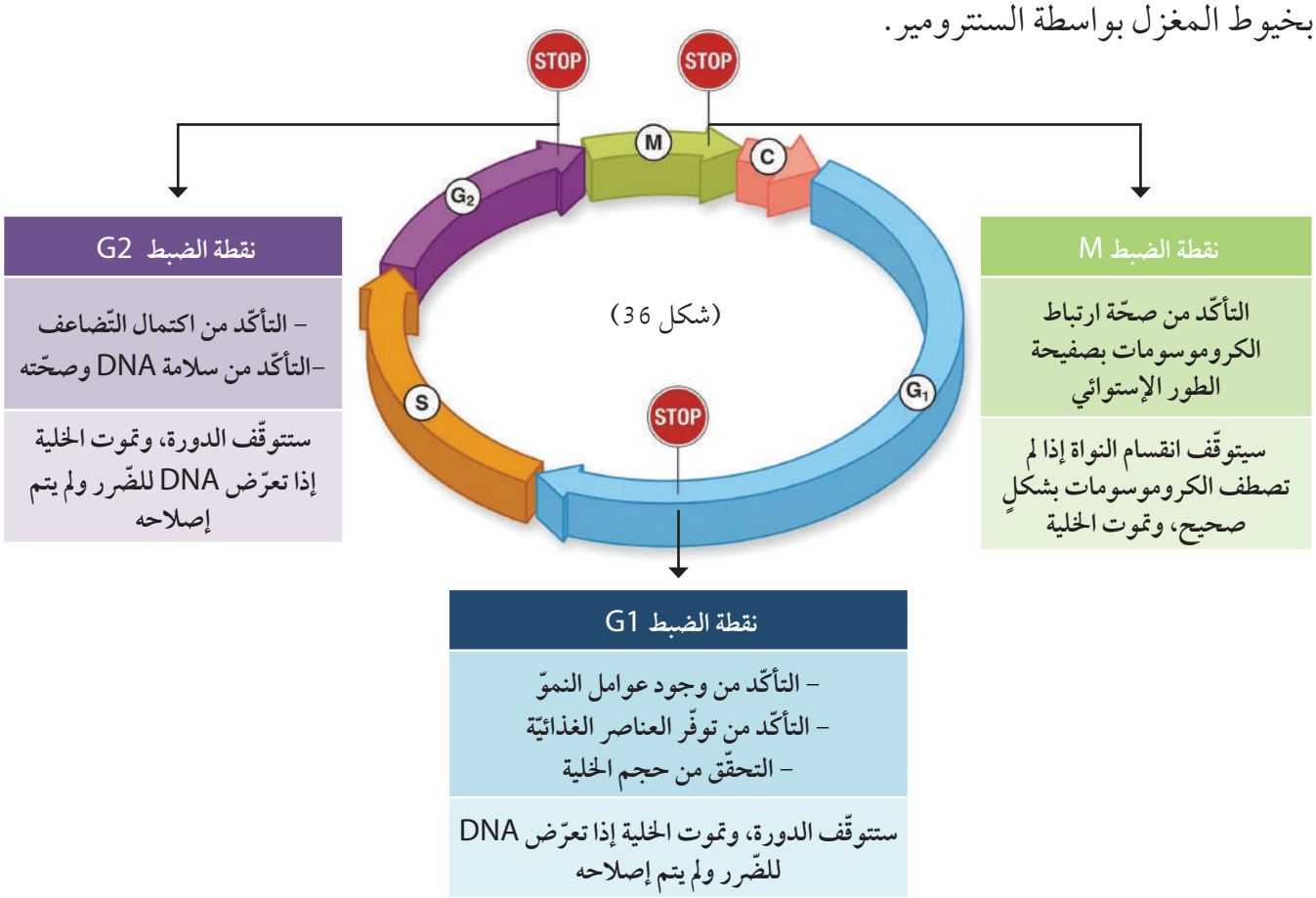
2. آليّة ضبط دورة الخلية

1.2 عمل نقاط الضّبط في دورة الخلية:

قد تتوقّف الدورة عند مراحل مُحدّدة تُعرَف بنقاط الضّبط أو التحكّم، حيث تتمّ مُراجعة سير العمليّة والتحقّق من دقّتها وسلامتها. تتكوّن نقاط الضّبط من بروتينات حلقيّة تُسمّى **السايكلين Cyclin** تعمل على مراحل مُختلفة من دورة الخلية، حيث تستقبل الخلية إشارات تُحدّد الوقت المناسب لدخولها للطور اللاّحق، وإن لم تستقبل الخلية هذه الإشارات فلن تستكمل بقية الأطوار.

ويُمكن إيقاف الدورة عند ثلاث نقاط ضبط رئيسة: (شكل 36)

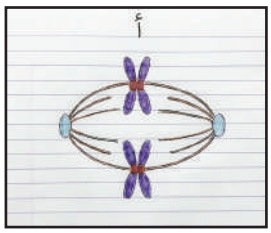
- **نقطة الضّبط G1**: مُهمّتها التدقيق على حجم الخلية ووجود العناصر الغذائيّة وعوامل النموّ.
- **نقطة الضّبط G2**: التأكّد من اكتمال تضاعف حمض DNA بشكلٍ صحيح وخلوّه من أي تَلَف فيه.
- **نقطة الضّبط M**: التحقّق من ارتباط الكروموسومات بصفيحة الطور الاستوائي، أي أن جميعها مُتّصلة بخيوط المغزل بواسطة السنترومير.

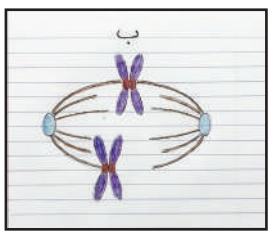


(شكل 36)

تحقّق ممّا تعلمت

كلّفكم المعلم خلال حصّة الأحياء، بنشاط جماعي لرسم أحد أطوار الانقسام الخلوي، قدّم لك زميلك رسمتيْن وبصفتك قائدًا للمجموعة، قُمتَ بمراجعة الرسم قبل تسليمه للمعلم:





1 – حدّد الشكل (أ) أم (ب) الذي ستتوقف فيه الخلية عن عملية الانقسام .....

2 – اكتب نقطة الضبط الذي توقفت عندها الخلية عن الانقسام.

.....

3 – كيف ستُفسّر لزميلك علميًّا تصحيح الخطأ الذي وقع فيه؟

.....

إضاءات بيولوجيّة

تم إدخال **تقنيّة العلاج الكيميائي الحراري (HIPEC)** داخل تجويف البطن لاستهداف الخلايا السرطانية المُتبقيّة بعد الجراحة.

تُساعد الحرارة على زيادة فاعلية العلاج في القضاء على الخلايا الدقيقة التي قد لا تُرى بالعين المجردة.

وقد دشّنت **وزارة الصحة الكويتية** هذه التقنيّة، ونجح الأطباء في تنفيذ أول حالة علاجية متقدمة داخل وحدة جراحة الأورام النسائية. (شكل 37)

شكل (37) مركز الكويت لمكافحة السرطان

الأحياء والعلوم الأخرى

بعض الكائنات وحيدة الخلية يتضاعف عددها كلّ 30 دقيقة، كم يصبح عدد الخلايا في الحاضنة بعد مرور 3 ساعات ونصف عند الظروف البيئيّة الثابتة؟ إذا علمتَ أن الحاضنة في بداية التجربة تحتوي على 180 خلية أم.

تُعتبر عمليّتا الانقسام الخلوي وموت الخلايا المُبرمج أساسيّتان من أجل ضمان استمرار الحياة والحفاظ على الاتّزان الدّاخلي للأنسجة وتجديدها.

إذا حدث خلل أو قُصور في عمل هذه النقاط قد تنقسم الخلايا بصورة غير مُنضبطة، ممّا يؤدّي إلى نشوء الأورام السرطانيّة.

2.2 الموت المُبرمَج (الاستماتة Apoptosis) :

عبارة عن عمليّة مُنظّمة وراثيًّا لِموت الخلايا بشكلٍ مُتعمّد دون أن تُسبّب ضرر.

يحدث انكماش للخلية وتتكسّر مكوّنات النواة، ويُكوّن غشاء الخلية فقاعات ثمّ تتحطّم الخلية إلى قِطَع دون إفراز مواد ضارّة في المنطقة المُحيطة بها. (شكل 38)

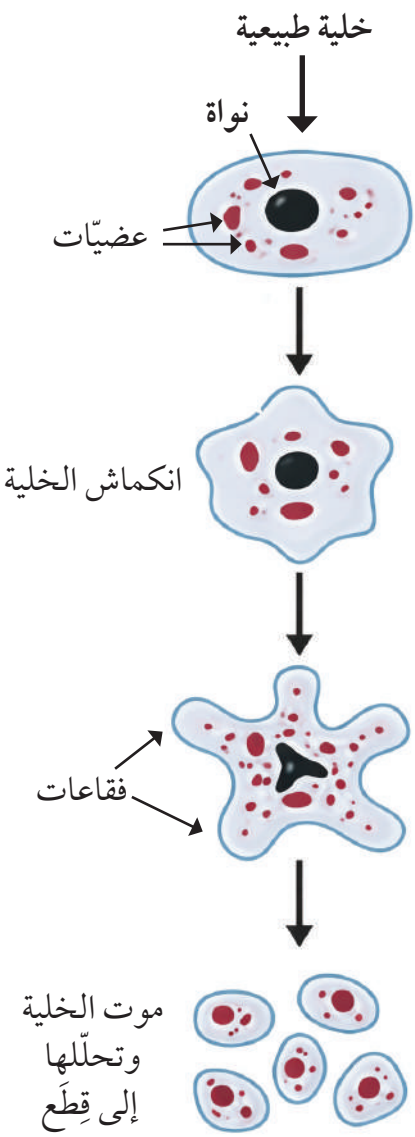
وأهم أسباب الموت المُبرمَج :

أ – انتهاء دورة حياة الخلية بطريقة طبيعيّة.

ب– تعرّض الخلية لتلف غير قابِل للإصلاح نتيجة الأنشطة الخلويّة.

ج – انتهاء الغرض من وجودها بعد أداء مُهمّتها.

يلعب الموت المُبرمَج دورًا مُهمًّا في النموّ الجنيني، التّمايز، التكاثر، تنظيم عدد الخلايا، إزالة الخلايا المُصابة والضارّة ومنع تكوّن الأورام، وأنّ وجود أيّ خلل في تنظيم الموت المُبرمَج سيُؤدّي إلى ظهور حالات مرضيّة.



شكل (38) مراحل الموت المبرمج لخلية طبيعية

3.2 الموت غير المُبرمَج (النخر Necrosis) :

هـو المـوت العشـوائي والمُبكّـر للخلايـا ويُسـبّب التهابًـا للأنسـجة المُحيطـة، حيـث تتضخّـم مُحتويـات الخليـة الداخليّة فتـزداد فـي الحجـم وينفجـر غشـاؤها الخارجـي وتُلحـق الضّـرر بالأنسـجة المُحيطـة. (شـكل 39)

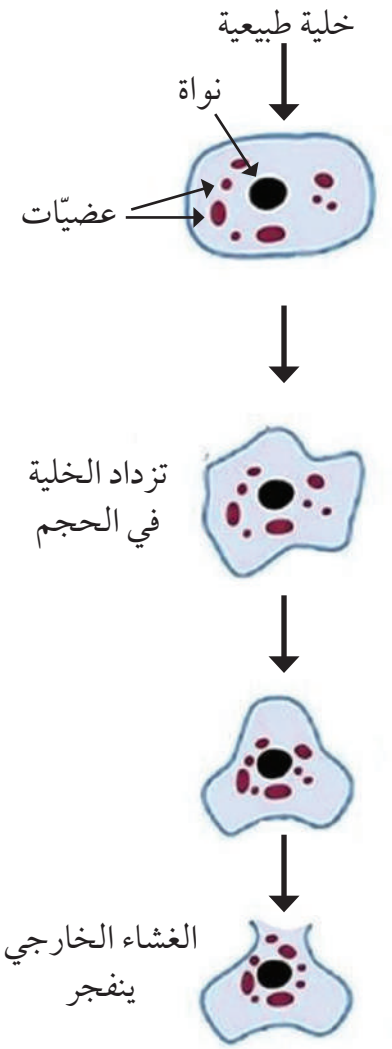
يُعتبر النخر **Necrosis** مثالاً للموت غير المُبرمج.

أهم أسباب حدوثه:

أ – الإصابة بالعدوى البكتيريّة أو الفيروسيّة.

ب– التعرّض للاحتراق أو التسمّم أو الإشعاع.

ج – الاختناق بسبب نقص الأكسجين.



شكل (39) مراحل الموت غير المُبرمج لخلية طبيعية

تحقّق ممّا تعلمت

1 – فسّر أهم التغيّرات التي تحدث للخلية عند الموت المُبرمج.

.....

.....

2 – عدّد اثنان من أسباب حدوث الموت غير المُبرمج للخلايا.

أ – .....

ب– .....

3. الانقسامات الخلوية

1.3 الانقسام المتساوي (الميتوزي Mitosis Cell Division) :

يحدث الانقسام المتساوي في الخلايا الجسديّة، ويؤدّي دورًا مهمًّا في النموّ وتعويض الخلايا التالفة.

ينتج عن الانقسام خليّتان بنويّتان مُتماثلتان يحتوي كلٌّ منهما على نفس العدد الكروموسومي، كما في الخلية الأم ثنائيّة المجموعة الكروموسوميّة (2n).

لماذا يُسمّى الانقسام المتساوي بهذا الاسم؟

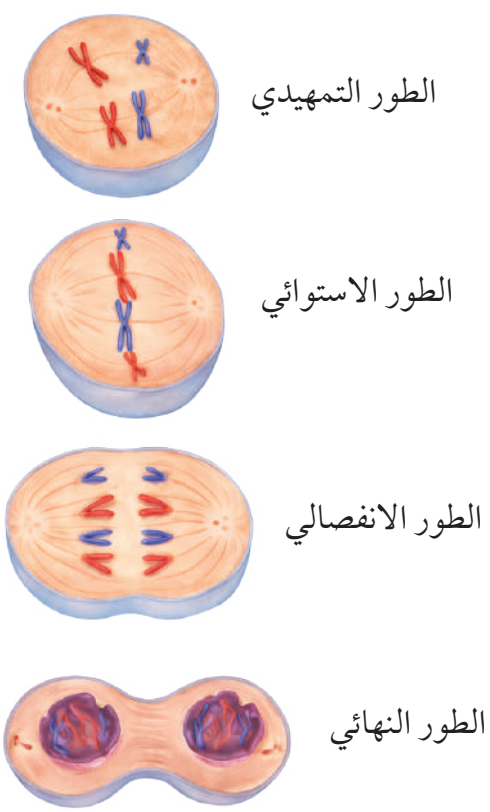
أطوار الانقسام المتساوي (الميتوزي): (شكل 40)

أ - الطور التمهيدي:

- ينقسم السنتروسوم إلى زوجين من السنتريولات، ويتحرّكان بعيدًا باتّجاه قطبي الخلية وتتكوّن خيوط المغزل.
- يتكثّف الكروماتين إلى كروموسومات واضحة.
- تختفي النويّة ويتحلّل الغلاف النووي.

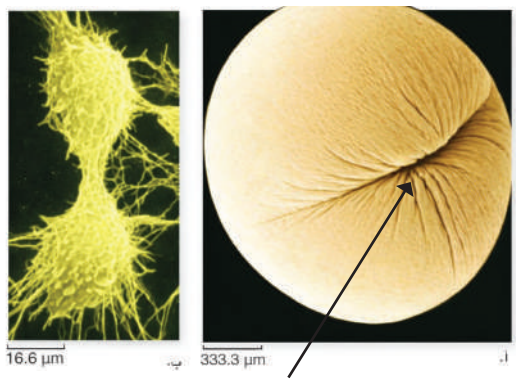
ب- الطور الاستوائي: تصطف الكروموسومات بدقّة على خط استواء الخلية، وتتصل بخيوط المغزل عند نقطة السنترومير.

ج - الطور الانفصالي: ينقسم السنترومير وينفصل الكروماتيدان الشقيقان ويتحوّلان إلى كروموسومين بنويّين، ثم يتّجه كلًّا منهما بواسطة خيوط المغزل إلى قطبي الخلية بالعدد والنوع نفسه كما في الخلية الأم.



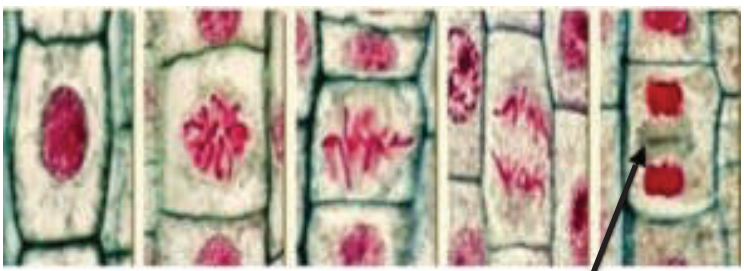
شكل (40) أطوار الانقسام الميتوزي

د – **الطـور النهائـي**: يحـدث تخصّـر للسـيتوبلازم فـي الخليـة الحيوانيـة ويتعمّـق ليُكـوّن **الثّلـم أو الأخـدود** (شـكل 41 – أ)، وينشـطر إلـى خليتيـن بنويّتيـن مُتماثلتيـن عددهمـا الكرموسـومي 2n. أمّـا فـي الخليـة النباتيّـة تتكـوّن **الصفيحـة الوسـطى** مـن اندمـاج حُويصـلات ناشـئة مـن جهـاز جولجـي بيـن النواتيـن البنويّتيّـن، فتنقسّـم إلـى خليتيـن جديدتيـن. (شـكل 41 – ب)



ثلم (أخدود)

شكل رقم (41 – أ) انقسام الخلية حيوانية



صفيحة وسطى

شكل رقم (41 – ب) انقسام الخلية النباتية

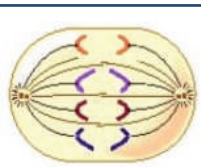
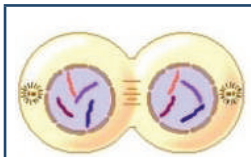
تحقّق ممّا تعلمت

أمامك أشكالًا تخطيطية توضّح أطوار الانقسام المتساوي (الميتوزي) لخلية حيوانية، والمطلوب:

أ – ارسم الطور غير الموجود.

ب– اكتب اسم كل طور أسفل الشكل المناسب.

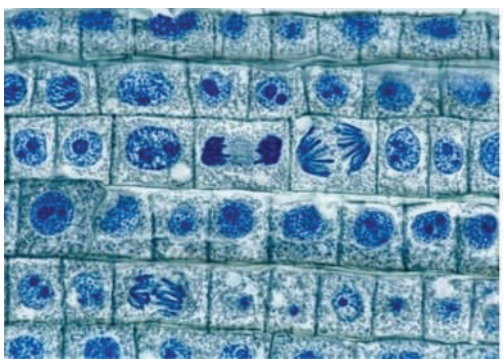
ج – رتّب الأطوار بكتابة الرقم أسفل الشكل.

المطلوب				
ترتيب الطور				
اسم الطور				

نشاط (6) فحص أطوار الانقسام المتساوي (الميتوزي)

الهدف من النشاط	المهارات المكتسبة	أدوات النشاط	الأمن والسلامة
تمييز التّغيرات التي تطرأ على المادّة الوراثيّة في أطوار الانقسام المتساوي (الميتوزي)	الفحص المجهري الرّسم العلمي الملاحظة المقارنة	مجهر ضوئي شرائح زجاجيّة جاهزة لقمّة نامية في جذر نبات البصل قفازات	استخدام الشرائح والعدسات الزجاجيّة بحرص

الخطوات



أ - ثبّت الشريحة الزجاجيّة على منصّة المجهر، واختر قوة العدسة المُناسبة لفحص الخلايا.

ب- حدّد أطوار الخلايا التي لاحظتها تحت المجهر، وقارن مدى تشابهها بأطوار الخلايا الموجودة في الصورة أمامك.

ج - لاحظ أن التراكيب المصبوغة والأكثر وضوحًا هي المادّة الوراثيّة.

أولاً: الملاحظة

أ - كم عدد أطوار الانقسام المتساوي (الميتوزي) التي أمكنكَ تمييزها؟ .....

ب- هل تتّخِذ المادة الوراثيّة شكلا ثابتًا في جميع الأطوار؟ .....

ج - ارسم شكلًا تخطيطيًا في الجدول أدناه، ثلاثة أطوار مُختلفة توضّح تغيّرات المادة الوراثية التي لاحظتَها أثناء الفحص المجهري، مع كتابة البيانات كاملة.

اسم الطور.....	اسم الطور.....	اسم الطور.....

ثانيًا: الاستنتاج

.....

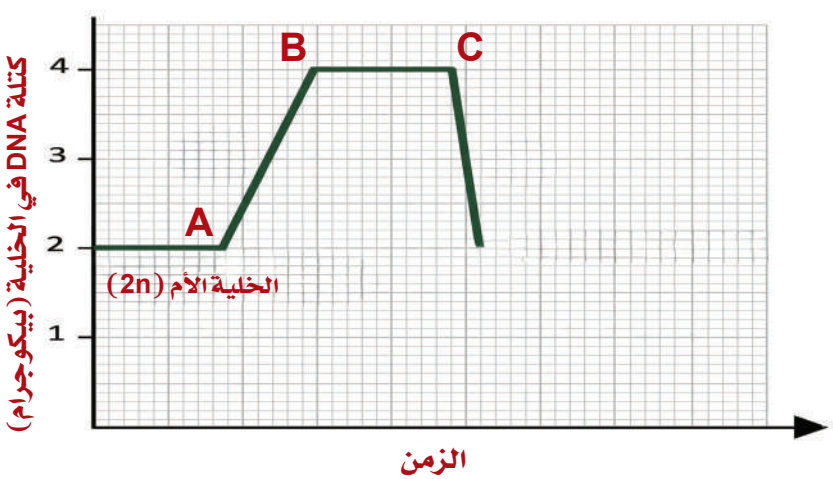
2.3 الانقسام الاختزالي (الميوزي Meiosis Cell Division) :

يُؤدّي دورًا مهمًّا في تكوين الخلايا الجنسيّة (التي تتضمّن تكوين الحيوانات المنوية والبويضات)، والمُحافظة على ثبات عدد الكروموسومات عبرَ الأجيال.

يحدث الانقسام الاختزالي على مرحلتين وكلّ مرحلة تتكوّن من أربعة أطوار، وينتج في النهاية أربع خلايا بنويّة غير مُطابقة للخلية الأم حيث تكون أحاديّة المجموعة الكروموسوميّة (n).

لماذا يتمّ اختزال عدد الكروموسومات إلى النّصف؟ وكيف؟

استكشف



يُمثل الرسم البياني أعلاه كتلة المادّة الوراثيّة في خلية كائن حيّ تمرّ بسلسلة من العمليّات خلال الانقسام الاختزالي الأول، ادرسه جيّدًا ثم أجب عن المطلوب:

1 – كم ستكون القيمة الرقمية لحمض DNA في نهاية الانقسام الميوزي الأول؟ .....

2 – أكمل رسم التمثيل البياني وحدّد النقطة D في الطور النهائي الأول.

أطوار الانقسام الاختزالي الأول:

أ - الطور التمهيدي الأول: (شكل 42)

يحدث اقتران للكروموسومات المُتماثلة وتتبادَل قِطَع الأجزاء الوراثيّة بينهما خلال عملية تُسمّى **العبُور**.

ب- الطور الاستوائي الأول:

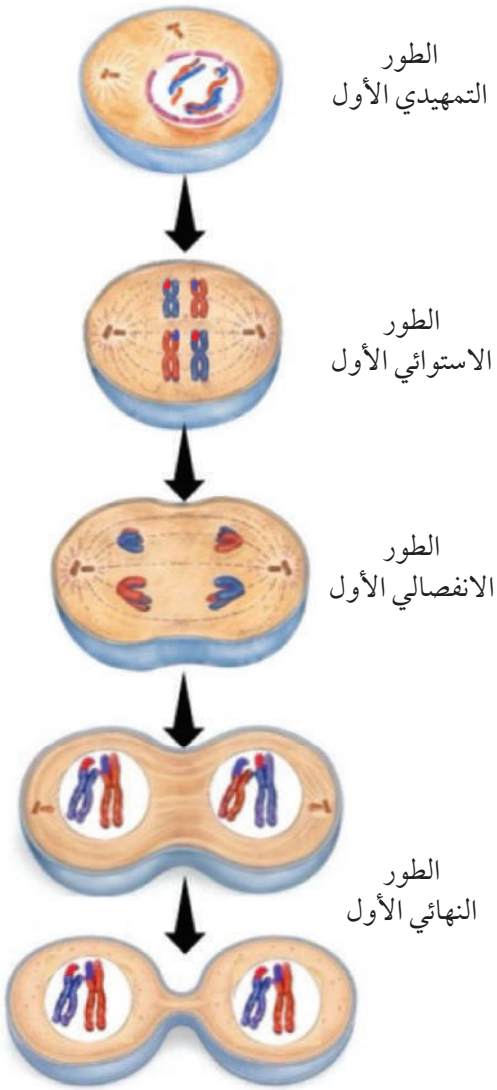
تصطفّ أزواج الكروموسومات المُتماثلة على خط استواء الخلية عشوائيًّا (أي ليس شرطًا أن تكون جميع كروموسومات الأب على الجانب نفسه، وكذلك الحال بالنسبة إلى كروموسومات الأم).

ج - الطور الانفصالي الأول:

تبتعد الكروموسومات المُتماثلة عن بعضها نحو قطبي الخلية بواسطة خيوط المغزل المُرتبطة بالسنترومير.

د - الطور النهائي الأول:

تنتج خليتان بنويّتان مُتماثلتان عددها الكروموسومي n.



شكل (42) أطوار الانقسام الاختزالي الأول

تفصل بين الانقسام الاختزالي الأول والانقسام الاختزالي الثاني مرحلة بينيّة قصيرة

أطوار الانقسام الاختزالي الثاني:

أ – الطور التمهيدي الثاني:

لا يحدث تضاعف DNA (لماذا؟)، وتتكوّن خيوط المغزل من جديد. (شكل 43)

ب– الطور الاستوائي الثاني:

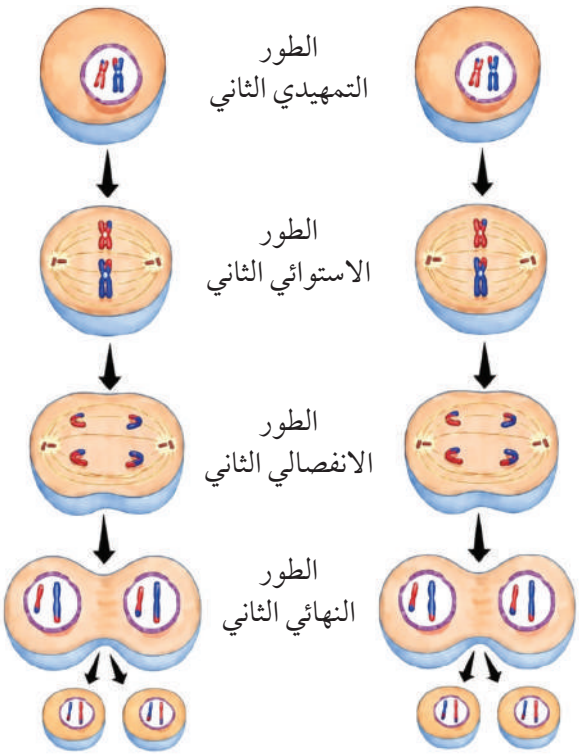
تصطفّ الكروموسومات على خط استواء الخلية.

ج – الطور الانفصالي الثاني:

ينقسم السنترومير وينفصل الكروماتيدان الشقيقان ثم تعمل خيوط المغزل على سحبهما باتّجاه قطبي الخلية.

د – الطور النهائي الثاني:

تختفي خيوط المغزل ويتكوّن الغلاف النووي ويتخصّر السّيتوبلازم وينفصل، فتنتج أربع خلايا بنويّة غير مُتماثلة أحادية العدد الكروموسومي (n).



شكل (43) أطوار الانقسام الاختزالي الثاني

لماذا تكون الخلايا البنويّة الناتجة غير مُتماثلة مع الخلية الأم؟

تحقّق ممّا تعلمت

ارسم أطوار الانقسام الاختزالي الأول والثاني مع كتابة البيانات كاملة، حسب المطلوب في الجدول، مُستخدمًا لونين مختلفين لتمييز الكروموسومات :

اسم الطور	الاختزالي الأول	الاختزالي الثاني
التمهيدي		
الاستوائي		

خلاصة ما جاء في الانقسام الاختزالي (الميوزي)

1 – يختزل الانقسام الاختزالي عدد الكروموسومات إلى النّصف في الخلايا الجنسيّة (البويضات والحيوانات المنويّة)، لتُصبح أحادية المجموعة الكروموسوميّة (n)، لأنّ غياب الاختزال في العدد سوف يُضاعف عدد الكروموسومات في الأجيال.

هل لك أن تتخيّل كم ستكون عدد الكروموسومات في جسم الإنسان بعد الجيل الثالث أو بعد خمسة أجيال؟

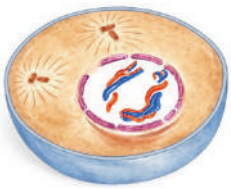
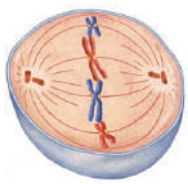
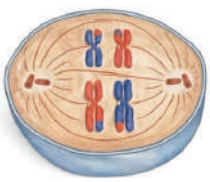
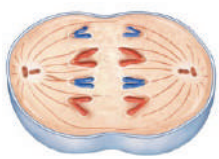
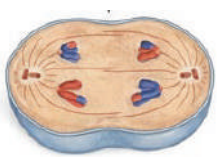
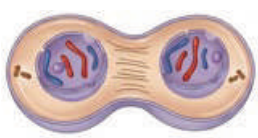
يحدث اندماج (عمليّة الإخصاب) بين نواة البويضة التي تحتوي على 23 كروموسوم ونواة الحيوان المنوي الذي يحتوي على 23 كروموسوم عند الإنسان، فيتمّ إنتاج البويضة المُخصّبة ثنائية العدد الكروموسومي (46 كروموسوم).

لذلك فإن الانقسام الاختزالي يُحافظ على ثبات عدد الكروموسومات لدى أفراد النّوع الواحد.

2 – المرحلة البينيّة بين الانقسام الاختزالي الأول والانقسام الاختزالي الثاني قصيرة لذلك لا يحدث فيها تضاعف أو بِناء DNA في الطور التمهيدي الثاني.

3 – يرجع السّبب في إنتاج 4 خلايا بنويّة جديدة غير مُتماثلة إلى حدوث عمليّة العُبور في الطور التمهيدي الأول، والاصطفاف العشوائي لأزواج الكروموسومات المُتماثلة في الطور الاستوائي الأول.

4 – عمليّة العُبور في الطور التمهيدي الأول، والاصطفاف العشوائي لأزواج الكروموسومات المُتماثلة في الطور الاستوائي الأول لهما دورًا مهمًّا في **التنوّع الوراثي**.

وجه المقارنة	الانقسام المتساوي (الميتوزي)	الانقسام الاختزالي (الميوزي)
الطور التمهيدي **Prophase**	لا يحدث ازدواج للكروموسومات المُتماثلة، وتظهر بوصفها كروماتيدات شقيقة مُتصلة معًا عند نقطة السنترومير	يحدث ازدواج للكروموسومات المُتماثلة (الاقتران)، ووتبادل قِطع الأجزاء الوراثية بينهما خلال العُبور 
الطور الاستوائي **Metaphase**	تصطف الكروموسومات بدقة على خط استواء الخلية وتتّصل بخيوط المغزل عند نقطة السنترومير 	تصطف أزواج الكروموسومات المتماثلة على خط استواء الخلية عشوائيًا وتتّصل بخيوط المغزل عند نقطة السنترومير 
الطور الانفصالي **Anaphase**	ينقسم السنترومير، وينفصل الكروماتيدان الشقيقان ويتحوّلان إلى كروموسومين بنويّين ويتّجه كلّ منهما بواسطة خيوط المغزل إلى قطبي الخلية 	لا ينقسم السنترومير، وتبتعد الكروموسومات المُتماثلة عن بعضها نحو قطبي الخلية 
الطور النهائي **Telophase**	ينتج خليتان بنويّتان مُتماثلتان ثنائية العدد الكروموسومي **2n** 	ينتج أربع خلايا بنويّة غير مُتماثلة أحادية العدد الكروموسومي **n**

شكل (44) جدول المقارنة بين الانقسام الميتوزي والانقسام الاختزالي

تقويم الدرس 1-3

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة علميًّا لكلّ عبارة من العبارات الآتية وذلك بوضع علامة (✓) أمامها:

1 – أحد أطوار دورة الخليّة يحدث فيها تضاعف حمض DNA:

☐ البناء والتصنيع S ☐ النموّ الأول G1

☐ الانقسام المتساوي ☐ النموّ الثاني G2

2 – يحدث عند نقطة الضبط G2 في دورة الخلية، التحقّق من:

☐ حدوث العبور ☐ اكتمال تضاعف حمض DNA

☐ زيادة حجم الخلية فقط ☐ انشطار السيتوبلازم

3 – تُحافظ خلايا الكبد بقدرتها على التّضاعف عند استئصال جزءًا منها وتُصنّف ضمن الخلايا:

☐ الجنينيّة ☐ المُعمّرة

☐ المُستقرّة ☐ المُتغيّرة

4 – تعرّضَ نسيج لنقصٍ شديد في غاز الأكسجين، ولوحِظَ تضخّم خلاياه وانفجار أغشيتها بسبب حدوث:

☐ الانقسام الميتوزي ☐ الموت غيرالمُبرمج

☐ الانقسام الاختزالي ☐ الموت المُبرمج

5 – تختلف عمليّة انقسام السيتوبلازم في الخلية النباتيّة عن الحيوانيّة بتكوين:

☐ السنترومير ☐ الكروماتيدات

☐ خيوط المغزل ☐ الصفيحة الوسطى

6 – الانقسام الاختزالي يُؤدّي دورًا أساسيًّا في:

☐ تعويض الخلايا التّالفة ☐ زيادة عدد الخلايا الجسدية

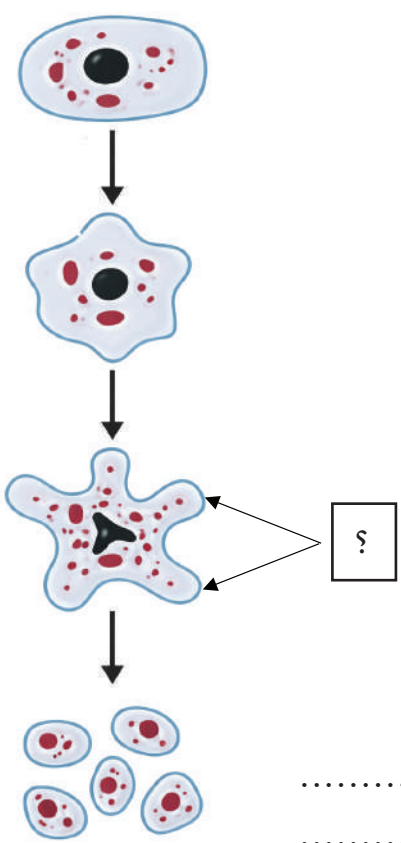
☐ ثبات عدد الكروموسومات عبرَ الأجيال ☐ منع الاختلافات الوراثيّة

السؤال الثاني: قارن بين كلٍّ من:

وجه المقارنة	لا تمتلك القدرة على تعويض الأنسجة التالفة	تستبدل باستمرار لتعويض الأنسجة التالفة
نوع الخلايا		
مثال		

السؤال الثالث: أجِب عن الأسئلة الآتية:

1 – يُوضّح الشكل المُقابل، أحد العمليّات لموت الخلايا، المطلوب:



أ – اذكر اسم العملية، مع تفسير السبب.

.....

.....

ب– عدّد اثنين من أسباب حدوث هذه العمليّة.

.....

.....

ج– ما أهميّة حدوث هذه العمليّة؟

.....

.....

د– الجزء المُشار إليه يُمثّل .....

2 – كيف يكون للانقسام الاختزالي دورٌ في التنوّع الوراثي؟

.....

.....

.....

.....

درس 4 - 1

آليّات النقل والاتّصال بين الخلايا

Cell Communication and Transport Mechanisms

ماذا سأتعلم ؟

- أنواع آليّات النقل عبر الأغشية الخلوية.
- الاتّصال بين الخلايا.

كيف سأتعلم ؟

- أُقارن بين أنواع آليّات النقل عبر الأغشية الخلوية.
- أشرح أهميّة التأشير الخلوي.
- أميّز أنواع الوصلات الخلوية.

(شكل 45)

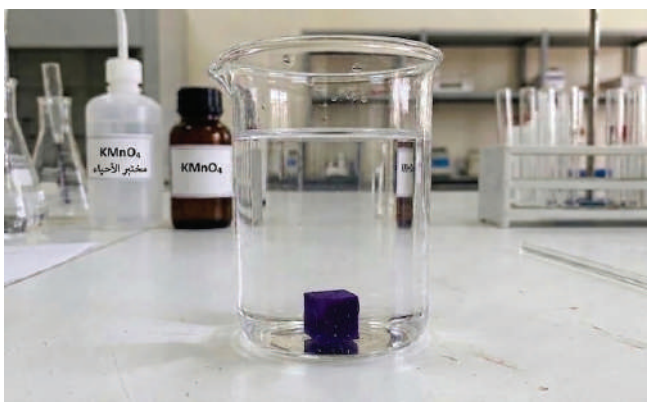
قد تُؤدّي إصابات الرأس إلى حدوث تورّم خطير في الدماغ. (شكل 45).

وتؤثّر هذه الإصابات في العمليات والآليات التي تُنظم انتقال المواد عبر أغشية خلاياه، ممّا ينعكس سلبًا على وظائف الأنسجة المُحيطة.

كيف تُؤدّي إصابة الرأس إلى اضطراب في نقل المواد عبر غشاء الخلية؟

1. آليات النقل عبر الأغشية الخلويّة

استكشف



دخل وليد مع معلمه إلى مختبر الأحياء، فأحضرَ له معلمه كأسًا يحتوي على ماء مقطر وقطعة صغيرة صلبة من مادّة برمنجنات البوتاسيوم (ذات اللون البنفسجي الداكن)، ولِبس وليد القفازات حتى يضع القطعة داخل الكأس دون تحريكها، ثم أخذ يُسجّل ما لاحظه بعد مرور 10 دقائق.

1 – ماذا تتوقّع أن يحدث للون الماء؟

.....

2 – فسّر علميًّا ما حدث لجزيئات برمنجنات البوتاسيوم.

.....

3 – ما اسم آلية النقل في هذه التجربة ؟

.....

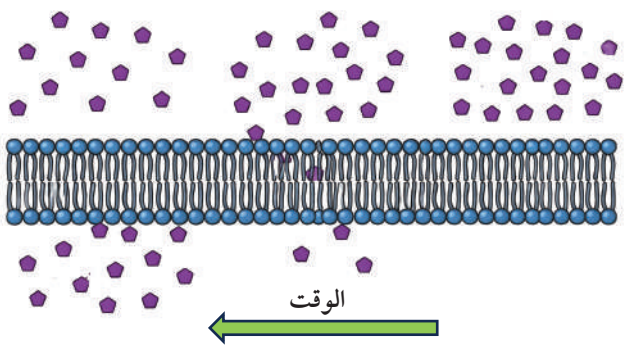
تعتمد استمراريّة النشاط الحيوي للخليّة الحيّة على قدرتها في تنظيم تبادل المواد مع البيئة المُحيط بها. كما درستَ سابقًا، يتمّ هذا التنظيم عبر الغشاء البلازمي الذي يسمح بمرور بعض المواد ويمنع مواد أخرى، بما يُحقّق الاتّزان الدّاخلي للخلية.

1.1 النقل السّلبي Passive transport:

تتحرّك الأيونات والجزيئات عبرَ الغشاء الخلوي إلى داخل الخلية أو خارجها دون الحاجة إلى استهلاك طاقة من منطقة مرتفعة التّركيز إلى منطقة مُنخفضة التّركيز، وينقسم إلى:

أ – آلية الانتشار البسيط Simple Diffusion

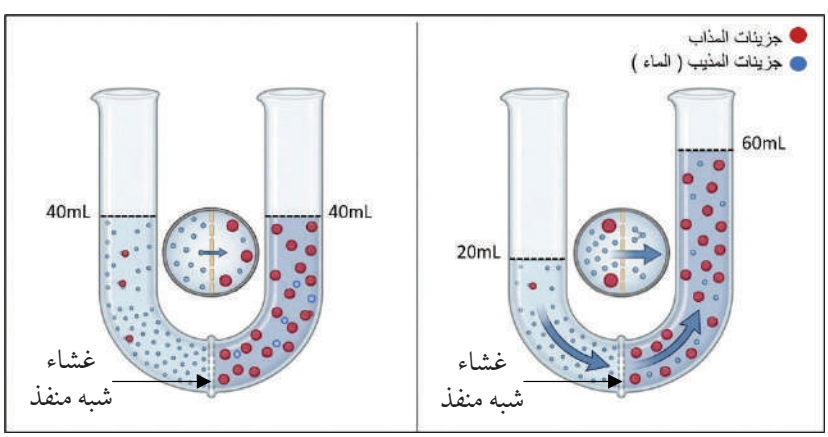
آلية تتحرّك الجزيئات فيها عشوائيًّا وبشكلٍ مُباشر عبرَ غشاء الخلية دون الحاجة إلى بروتينات ناقلة أو استهلاك طاقة من منطقة مرتفعة التّركيز إلى منطقة مُنخفضة التّركيز إلى أن تتساوى التّراكيز على جانبي الغشاء عند الاتزان، مثل حركة جزيئات الأكسجين إلى داخل الخلية. (شكل 46)



شكل (46)

ب – الخاصية الأسموزيّة Osmosis

تنتقل جزيئات الماء عبر غشاء الخلية من منطقة ذات تركيز مرتفع للماء (تركيز المذاب منخفض) إلى منطقة ذات تركيز منخفض للماء (تركيز المذاب مرتفع)، بين الخلية والبيئة المُحيطة بها. (شكل 47)



شكل (47)

إنّ زيادة كميّة الماء داخل الخليّة يُولّد ضغطًا على غشائها يُسمّى الضغط الأسموزي.

نشاط (7) تأثير المحاليل مختلفة التراكيز على الخاصية الأسموزيّة

الهدف من النشاط	المهارات المُكتسبة	أدوات النشاط	الأمن والسلامة
استنتاج تأثير اختلاف تراكيز المحاليل على حركة جزيئات الماء عبر غشاء الخلية	الملاحظة والقياس الاستقصاء العلمي تسجيل البيانات	درنة بطاطس كبيرة الحجم - أطباق بتري ملح الطعام - ماء مقطر ثاقب فلين - ميزان حساس - مسطرة مشرط - قفازات	الحرص أثناء استخدام ثاقب الفلين والمشرط

الخطوات

1 - اقطع اسطوانتين من درنة البطاطس منزوعة القشرة بواسطة ثاقب الفلين، بحيث تكون أطوالها متساوية تقريبًا (5 سم).
2 - سجل البيانات في الجدول أدناه (قبل التجربة).
3 - ضع الاسطوانة (أ) في طبق بتري يحوي ماء.
4 - ضع الاسطوانة (ب) في طبق بتري يحوي محلول ملحي.
5 - انتظر 30 دقيقة ثم اغسل الاسطوانتين وجفف سطحيهما جيدًا، ثم قِس طول كل اسطوانة وسجّل النتائج في الجدول:

أولاً: الملاحظة

العينة	اسطوانة البطاطس قبل التجربة	بعد مرور 30 دقيقة	التغيّر في الطول
	الطول	الطول	
أ			
ب			

- فسّر علميًّا سبب التغير في الطول لكلٍّ من الاسطوانتين (أ و ب):

- الاسطوانة (أ) .....

- الاسطوانة (ب) .....

ثانيًا: الاستنتاج

.....

لاحظ (الشكل 48)، حيث تمّ وضع كلًّا من خلية الدم الحمراء والخلية النباتية في محاليل ملحيّة مُختلفة التراكيز، صِف ما يحدث لشكل الخلايا؟

	المحلول منخفض التركيز (Hypotonic)	المحلول مرتفع التركيز (Hypertonic)	المحلول متساوي التركيز (Isotonic)
خلية دم حمراء (RBC)	خلية منفجرة	خلية منكمشة	خلية طبيعية
خلية نباتية (Plant Cell)	خلية ممتلئة (تقاوم الانفجار)	خلية منكمشة (انكماش السيتوبلازم)	خلية طبيعية
اتّجاه حركة جزيئات الماء	(تركيز المواد الذائبة في المحلول خارج الخلية أقلّ من تركيزها داخل الخلية)	(تركيز المواد الذائبة في المحلول خارج الخلية أعلى من تركيزها داخل الخلية)	(تركيز المواد الذائبة في المحلول خارج الخلية مُساوٍ مع تركيزها داخل الخلية)

شكل (48)

عندما يكون تركيز السيتوبلازم في خلية الدم الحمراء أعلى (محلول مرتفع التركيز) من تركيز المحلول خارجها (محلول منخفض التركيز)، تنتقل جزيئات الماء من المحلول الخارجي إلى داخل الخلية بالخاصية الأسموزية ممّا يُؤدّي إلى انتفاخها ثمّ تنفجر.

أمّا في الخلية النباتيّة، فإنّ الجدار الخلوي يُقاوم الضغط الناشئ من دخول جزيئات الماء فيُحافظ على شكلها ويمنع انفجارها.

تحقّق ممّا تعلمت

أ – ما اسم العضيّة في الخلية النباتيّة التي تُساعد في المُحافظة على اتّزانها الأسموزي؟

.....

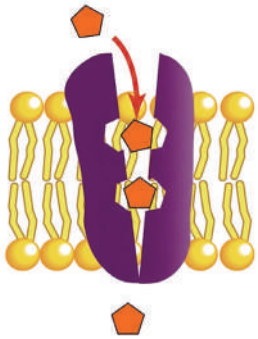
ب– فسّر علميًّا سبب انكماش خلية الدم الحمراء عند وضعها في محلول مرتفع التركيز.

.....

ج- الانتشار المُيسّر Facilitated Diffusion

آلية تتحرّك فيها الجزيئات عبرَ غشاء الخلية من خلال قنوات أو نواقل بروتينيّة من منطقة مرتفعة التّركيز إلى منطقة مُنخفضة التّركيز دون استهلاك طاقة حتى يُصبح التّركيز متساويًا على جانبي الغشاء.

مثل ارتباط جزيئات الجلوكوز بالبروتين الناقل على الغشاء لِتَعبر إلى داخل الخلية، وتعتمد سرعة الانتشار المُيسّر على عدد النواقل البروتينيّة المُستخدمة. (شكل 49)

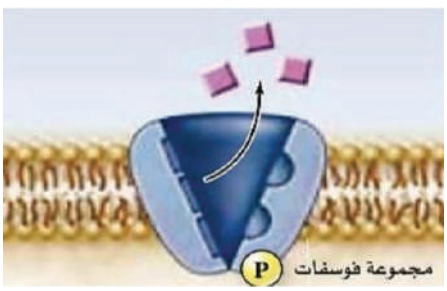


شكل (49) ناقل بروتيني

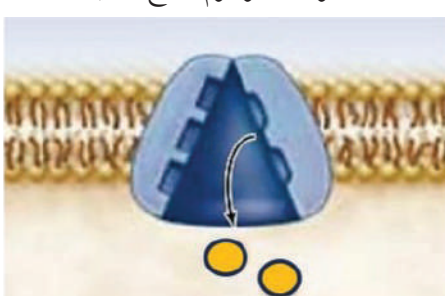
2.1 النقل النّشط Active transport :

آلية تنتقل فيها الجزيئات الكبيرة أو الأيونات عبرَ الغشاء إلى داخل الخلية عكس مُنحدر التّركيز، من منطقة ذات تركيز مُنخفض إلى منطقة ذات تركيز مُرتفع باستخدام بروتينات ناقلة ومركب الطاقة ATP، ومن أمثلة المواد المنقولة السكّريّات، الأحماض الأمينيّة والأيونات.

كما هو الحال في مضخّة الصوديوم - البوتاسيوم لغشاء الخلية الحيوانيّة، استنادًا إلى (الشكل 50 - أ، ب) **حدّد عَدَد أيونات الصوديوم التي تُغادر الخلية مُقارنةً بِعَدَد أيونات البوتاسيوم التي تدخل الخلية في كلّ دورة من عمل المضخّة.**



شكل (50 - أ) تُنقَل ثلاثة أيونات صوديوم خارج الخلية



شكل (50 - ب) يُنقَل أيونان بوتاسيوم إلى داخل الخلية

يشترك كلٌّ من الانتشار المُيسّر والنقل النشط في استخدام النواقل البروتينيّة لعبور الموادّ.
فما أوجه الاختلاف بينهما؟

إضاءات بيولوجيّة

تُعَدّ محطّات تحلية المياه في **دولة الكويت** (شكل 51) من أهم المُنشآت الحيوية؛ لأنّ **الكويت** دولة صحراوية ذات موارد مائية طبيعية فهي تعتمد بشكلٍ كبير على تحلية مياه البحر لتوفير مياه الشرب للسكان. أحد الطرق الرئيسية التي تعتمد عليها أغلب المحطات طريقة التناضح العكسي حيث تُدفع مياه البحر عبر أغشية شبه منفذة لفصل الأملاح عن الماء.

شكل (51)

3.1 النقل الكُتَلي Bulk transport:

يُحيط الغشاء البلازمي بالجزيئات الكبيرة كالبروتينات وبعض المواد الأخرى التي لا يُمكن أن تَعبُر إلّا بهذه الآليّة، إذ تدخل المواد إلى الخلية بعملية **الإدخال الخلوي**، وتطرح الفضلات والمواد الأخرى من الخلية عن طريق عمليّة تُسمّى **الإخراج الخلوي**، وتتطلّب كلتا العمليّتان استهلاكًا للطاقة.

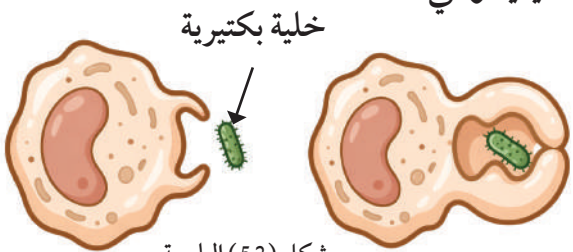
أ – **الإدخال الخلوي Endocytosis** يعمل على إدخال المواد إلى داخل الخلية بعد أن يُغلّف الغشاء الخلوي جزيئات الطعام والسوائل، ثمّ يُكوّن انثناءً داخليًّا للغشاء يتحوّل بالتّدريج إلى حُويصلة داخل الخلية.

تحدث ثلاثة أنواع من عمليات الإدخال الخلوي في الخلايا الحقيقية وهي:

1 – البلعَمة Phagocytosis

تدخل الجزيئات الصّلبة الكبيرة بعد إحاطتها بالغشاء البلازمي مُكوّنًا حويصلة داخل الخلية، كما يحدث عند ابتلاع خلايا الدم البيضاء للبكتيريا.

(شكل 52)

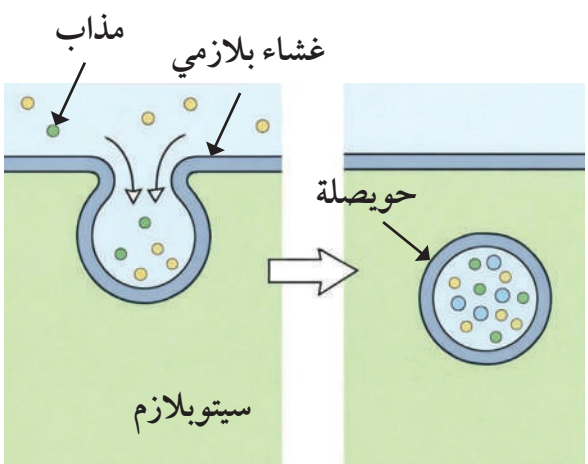


شكل (52) البلعمة

2 – الشّرب الخلوي Pinocytosis

تُغلَّف قطرات السائل بالغشاء ويتمّ ابتلاعها ثُمّ تتكوّن الحُويصلة، ويُعتَبر الشّرب الخلوي شائعًا في الخلايا الحيوانية مثل تغذية البويضات في الثدييات.

(شكل 53)

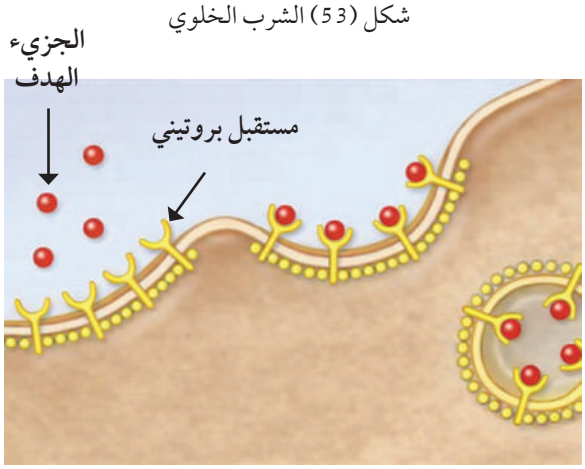


شكل (53) الشرب الخلوي

3 – الإدخال من خلال المُستقبلات Receptor-mediated endocytosis

ترتبط المادّة بِمُستقبل بروتيني مُحدّد على سطح الغشاء الخلوي، مثل إدخال الهرمونات داخل الخلية.

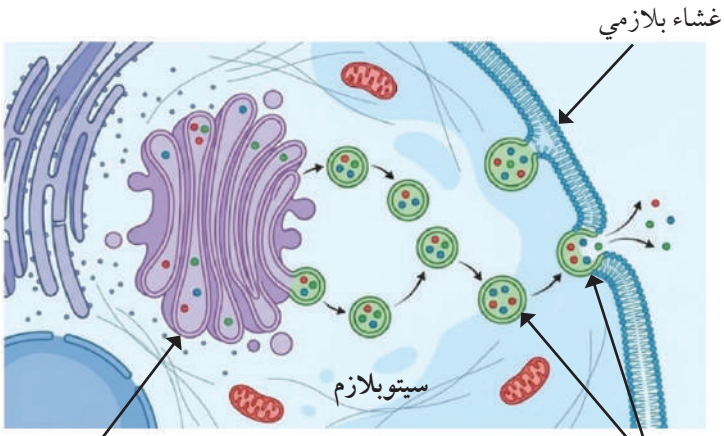
(شكل 54)



شكل (54) الإدخال من خلال المستقبلات

ب – الإخراج الخلوي Exocytosis

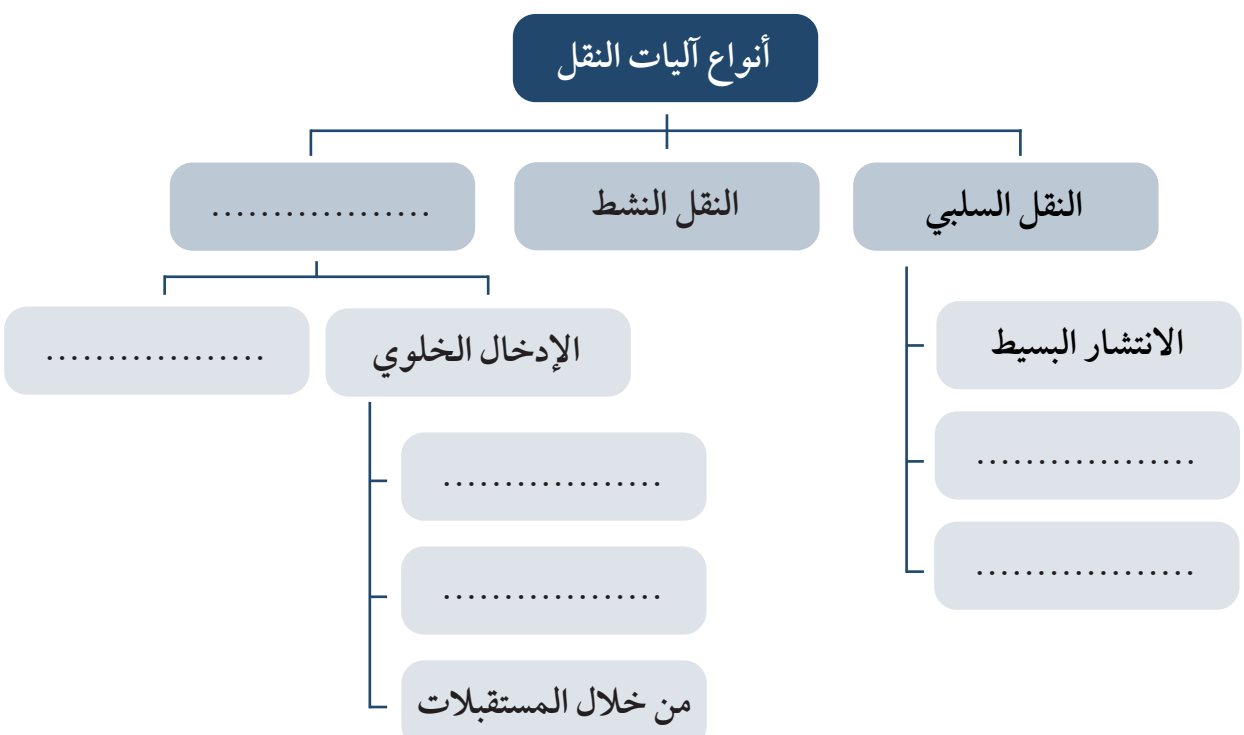
يُعبّئ جهاز جولجي المواد المُراد طردها داخل حويصلات إفرازية، تقترب من الغشاء البلازمي ثم تندمج به وتطرد المحتويات خارج الخلية، مثل إفراز النواقل العصبيّة. (شكل 55)



شكل (55) الإخراج الخلوي

تحقّق ممّا تعلمت

أ– أكمِل كتابة أنواع آليّات النقل في المربعات الفارغة للمُخطّط السهمي:



2. الاتصال بين الخلايا Cell Communication

1.2 هويّة الخلية Cell Identity

شكل (56)

تخيّل مدينة كبيرة تَعجّ بملايين السكّان، ويعمل كلّ فرد فيها بوظيفة مُختلفة، لكن مع ذلك فإنها تتّسم بالنّظام والدقّة، هكذا هو جسم الإنسان تسكُنه المليارات من الخلايا، وكلّ خلية مُتخصّصة في أداء وظيفة مُعيّنة، حتى وإن كانت خلايا الجسم جميعها مُشتقّة من خلية واحدة وتحتوي على المعلومات الوراثيّة نفسها.

كيف تَتَعرّف الخلايا التي تنتمي إلى نسيج مُعيّن على بعضها؟

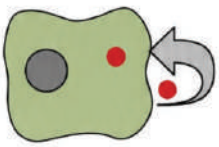
وكيف تختار الخلية إشارات مُعينة لِتَستجيب لها وتهمل باقي الإشارات؟

يحمل سطح الخلايا علامات مُحدّدة من البروتينات السكرية تُساعد في تحديد نوع الخلية فتكون لها هُويّة خاصّة تميّزها عن غيرها.(شكل 56) فهي تعمل كالبوّابات لا تفتح إلاّ بِمفاتيح مُحدّدة من الرسائل الكيميائيّة التي تصل إليها، فإذا وصلت الرسالة إلى المُستقبل الصّحيح ستحدث الاستجابة الخلويّة، فإمّا تنقسم وتنمو أو تستجيب لإشارة دفاعيّة.

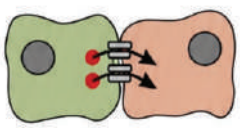
كيف تنتقل الرّسائل المُوجّهة إلى الخلية؟

2.2 التأشير الخلوي Cell Signaling:

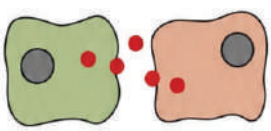
تتواصَل الخلايا مع بعضها باستمرار للتأثير على أنشطة بعضها البعض وتنسيق الوظائف الحيويّة المُختلفة، عن طريق عملية **التأشير الخلوي Cell Signaling التي يتمّ من خلالها إرسال الإشارات الكيميائية إمّا للخلية نفسها أو بين الخلايا المُتّصلة ببعضها أو لخلايا بعيدة عبرَ مجرى الدم، لتحدث الاستجابة من أجل المُحافظة على اتّزانها الدّاخلي.** (شكل 57)



تأشير ذاتي – خلية تستهدف نفسها



خلية تستهدف خلية متصلة بها



خلية تستهدف خلية بعيدة عبر مجرى الدم

شكل (57)

استكشف

أمامك قِطَع من الورق المُقوّى (كرتون) ومجموعة من أدوات التثبيت (لاصق عازل دباسة – دبابيس – حبل – خرّامة الورق – صمغ – أعواد بلاستيكية أنبوبيّة الشكل). المطلوب منك تصميم ثلاثة نماذج مختلفة تربط فيها كلّ قطعتين متقابلتين معًا باستخدام الأدوات المُتاحة للربط.

3.2 الوصلات الخلويّة Cell Junctions

تتّصل الخلايا بعضها ببعض وتنتقل الموادّ والإشارات فيما بينها من خلال ألياف بروتينية تُكوّن وصلات طويلة الأمَد تُسمّى **بالوصلات الخلويّة**.

إنّ قيام النسيج بوظيفته والمحافظة على تركيبه يعتمد على وجود هذه الوصلات التي تُقسّم إلى ثلاث مجموعات بِناءً على درجة قوة ترابط الخلايا:

1 – الوصلات المُحكمة

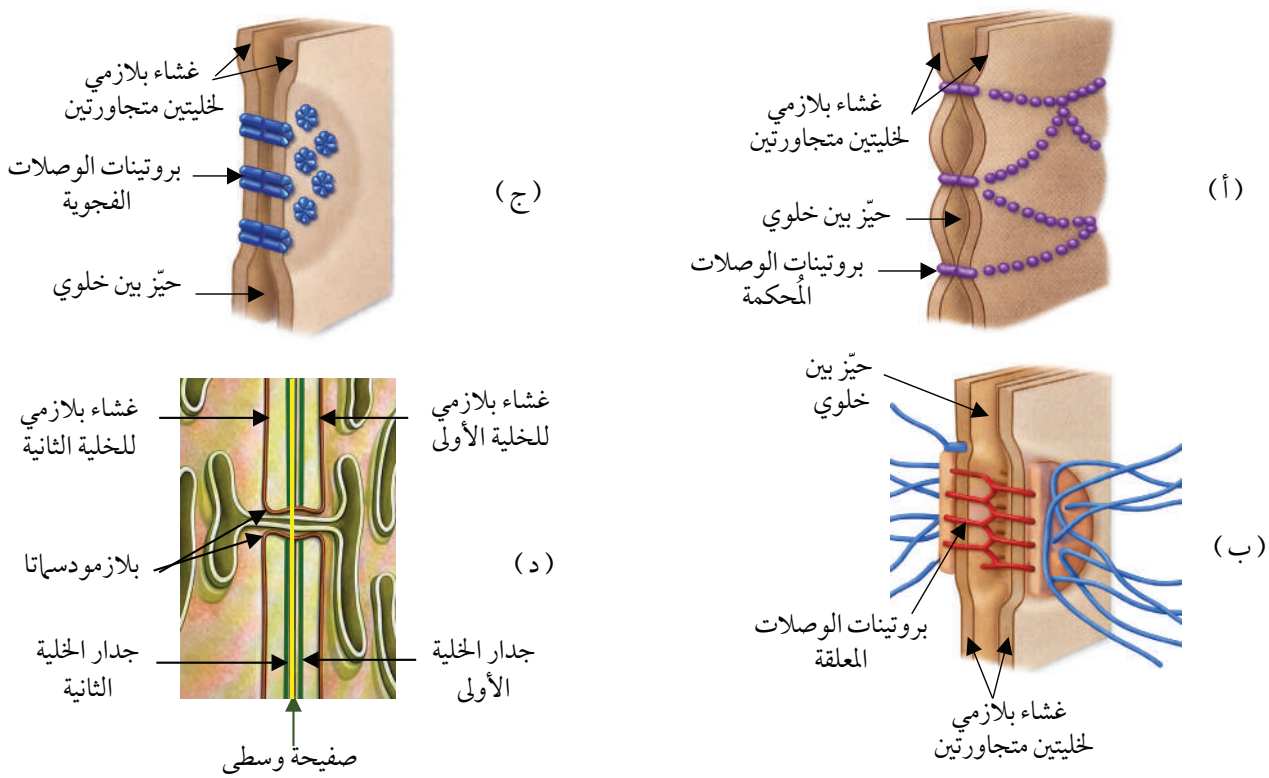
تربط الأغشية البلازميّة للخلايا المُتجاورة وتمنع تسرّب الجزيئات الصّغيرة بين الخلايا، مثل الوصلات الموجودة بين الخلايا الطلائيّة في الأمعاء.(شكل 58 –أ)

2 – الوصلات المُعلّقة

تُزوّد الأنسجة بالقوّة والمُرونة، تَتَواجد في الأنسجة التي تتعرّض لشدّ ميكانيكي عالٍ مثل الجلد. (شكل 58 – ب)

3 – الوصلات التفاهميّة

تُشكّل ثقوبًا أو قنوات تفاهم تربط الخلايا ببعضها وتسمح بمرور الجزيئات الصّغيرة بينها، تُسمّى هذه الوصلات في الخلايا الحيوانيّة **بالوصلات الفجويّة** كما في خلايا العضلة القلبية، أمّا في أغلب النباتات الرّاقية تُسمّى **البلازمودسماتا**. (شكل 58 – ج و د)



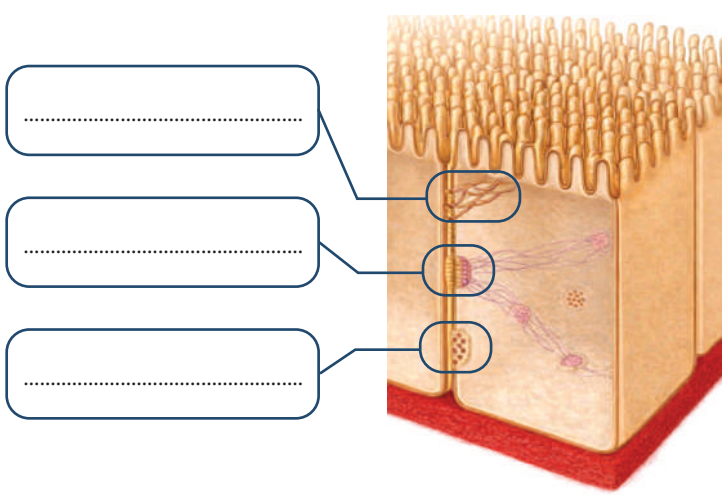
شكل (58)

تحقّق ممّا تعلمت

1 – قارن بين أنواع الوصلات الخلوية، بإكمال جدول المقارنة:

نوع الوصلة	الوظيفة	مثال
الوصلات التفاهمية بلازمودسماتا	مرور الجزيئات الصغيرة من خلية الى أخرى والربط بين الخلايا	.....
الوصلات المُعلقة	.....	الجلد
.....	مرور الجزيئات الصغيرة من خلية الى أخرى والربط بين الخلايا	أنسجة الخلايا الحيوانيّة
.....	ربط الأغشية البلازميّة للخلايا المُتجاورة ومنع تسرّب الجزيئات الصغيرة بين الخلايا	.....

2 – يُوضّح الرسم التخطيطي أحد أجزاء القناة الهضميّة، اكتب أنواع الوصلات الخلوية المُشار إليها:



الأحياء والعلوم الأخرى

ابحث في المصادر الإلكترونيّة عن دورالثقوب المائيّة في نقل جزيئات الماء بالخاصية الأسموزيّة، واكتب تقريرًا لا يقلّ عن عشرة أسطر.

تقويم الدرس 1-4

السؤال الأول: ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (✗) أمام العبارة غير الصحيحة لكلّ عبارة من العبارات الآتية:

م	العبارة	الإجابة
1	تحتاج الأيونات الصغيرة المشحونة كهربائيًا إلى بروتينات ناقلة كي تنتقل عبر غشاء الخلية.	
2	تتغذّى البويضات في الثديات عن طريق عملية الإخراج الخلوي.	
3	وجود العلامات التي تتكوّن من بروتينات سكريّة على سطح كل خلية هي المسؤولة عن تحديد هويّتها وتمييزها.	
4	عملية التأشير الخلوي تُساعد في المحافظة على الإتّزان الداخلي.	

السؤال الثاني: علل لما يأتي تعليلًا علميًّا سليمًا:

1 – ترتبط جزيئات الجلوكوز بالبروتين الناقل على الغشاء لِتَعبر إلى داخل الخلية.

.....

.....

2 – تحتوي النباتات الراقية على البلازمودسماتا.

.....

.....

مصطلحات علمية – الوحدة الأولى

1 – **علم الأحياء**: يهتم بدارسة الحياة والكائنات الحية من حيث تركيبها ووظائفها ونموّها وتكاثرها وتفاعلها مع البيئة.

2 – **علم الخلية**: يختصّ هذا العلم بدراسة الخلايا من حيث تركيبها ووظائفها وسلوكها.

3 – **علم الأنسجة**: يهتم بدراسة التركيب المجهري للأنسجة وتنظيمها.

4 – **علم البيولوجيا الجزيئيّة**: يختصّ بدراسة العمليّات الحيويّة على المستوى الجزيئي.

5 – **علم وظائف الأعضاء**: يهتمّ بدراسة وظائف أعضاء الكائنات الحية وأجزائها المُختلفة.

6 – **علم الكيمياء الحيويّة**: يدرس المواد والتفاعلات الكيميائيّة التي تحدث في خلايا الكائنات الحية.

7 – **علم الفيزياء الحيويّة**: يهدف إلى دراسة القوانين الفيزيائيّة التي تتحكم في الأنظمة الحيويّة للكائنات الحية.

8 – **علم البيئة**: يدرس التفاعلات بين الكائنات الحية وبيئاتها مُرورًا بالجماعات والمُجتمعات الأحيائية والنظم البيئية وصولًا إلى الغلاف الحيوي.

9 – **المجهر الإلكتروني النافذ**: تنفذ الإلكترونات المُستخدمة خلال العينة لمُشاهدة التفاصيل الدقيقة.

10 –**المجهر الإلكتروني الماسح**: تمسح حزمة الإلكترونات المُستخدمة سطح العينة فترتدّ عنه، ويُمكن مُشاهدة الصورة ثلاثيّة الأبعاد والتقاطها.

11 – **الغلاف الأحيائي**: مُجمل المناطق من كوكب الأرض التي توجد فيها الحياة.

12 – **الجماعة الأحيائيّة**: مجموعة من أفراد النوع الواحد التي تعيش في منطقة مُعيّنة.

13 – **المجتمع الأحيائي**: تفاعل الجماعات الأحيائيّة المُختلفة فيما بينها.

14 – **النظام البيئي**: تفاعل المجتمع الأحيائي مع البيئة الطبيعيّة.

15 –**الاستدامة البيئيّة**: تعني التفاعل المستمرّ مع البيئة بما يمنع استنزاف الموارد الطبيعيّة، ويضمن الحفاظ على جودة البيئة على المدى الطويل.

16 –**الانقراض**: الاختفاء التام لنوعٍ من الكائنات الحية.

17 – **بروتينات قنويّة**: بروتينات في غشاء الخلية لها قناة أو ممرّ للسماح بمرور المواد خلالها.

18 – **بروتينات ناقلة**: بروتينات في غشاء الخلية ترتبط بمواد مُعينة تُساعد على انتقالها خلال الغشاء.

19 – **بروتينات مُستقبلة:** بروتينات في غشاء الخلية تنقل الرسائل الكيميائيّة إلى داخل الخلية.

20 – **البروتينات المُميّزة للخلية:** بروتينات سكّريّة في غشاء الخلية، تُحدّد هويّة الخلية ونوعها.

21 – **البروتينات الأنزيميّة:** بروتينات في غشاء الخلية تُساعد في إتمام التّفاعلات الكيميائيّة لعمليّات الأيض.

22 – **النواة:** مركز التحكّم في الخلية وتخزين المعلومات الوراثية التي تنظم عمليات الانقسام الخلوي وتصنيع البروتينات اللازمة لأداء وظائفها.

23 – **الصفيحة النووية:** عبارة عن ألياف كثيفة مُتداخلة، تُساعد على بناء الغلاف النووي أثناء الانقسام الخلوي.

24 – **السّائل النووي:** عبارة عن وَسَط بيئي نِصف سائل في النواة ينغمس فيه الكروماتين والنويّة.

25 – **الكروماتين:** شبكة من الخيوط الدقيقة تحتوي على حمض DNA وبروتينات تتشكّل إلى كروموسومات واضحة عند بِدء الانقسام الخلوي.

26 – **النويّة:** جسم داكن اللون يوجد في السّائل النووي مسؤول عن بناء الرايبوسومات.

27 – **الشبكة الإندوبلازمية:** أكبر الأغشية الداخلية المزدوجة في الخلية، وتُشكّل قنوات داخل السيتوبلازم لحمل أو تصنيع جزيئات المواد الكبيرة.

28 – **الليسوسومات:** عبارة عن حُويصلات تنشأ من جهاز جولجي، تحتوي على إنزيمات هاضمة ويُحيطها غشاء يعزل مُكوّناتها عن محتويات الخلية حتى لا تهضم الخلية نفسها.

29 – **دورة الخلية:** هي سلسلة من المراحل المُنظّمة التي تفصل بين زمن انقسام الخلية الأم وانقسام الخلية البنويّة الناتجة عنها.

30 – **الموت المُبرمَج (الاستماتة):** العمليّة المُنظّمة وراثيًّا لِموت الخلايا بشكلٍ مُتعمّد دون أن تُسبّب ضرر.

31 – **الموت غير المُبرمَج (النّخر):** الموت العشوائي والمُبكّر للخلايا ويُسبّب التهابًا للأنسجة المُحيطة.

32 – **النقل السلبي:** آلية تتحرك فيها الأيونات والجزيئات عبرَ الغشاء الخلوي إلى داخل الخلية أو خارجها دون الحاجة إلى استهلاك طاقة من منطقة مرتفعة التّركيز إلى منطقة مُنخفضة التّركيز.

33 – **الانتشار البسيط:** آلية تتحرّك فيها الجزيئات عشوائيًّا وبشكلٍ مُباشر عبرَ غشاء الخلية دون الحاجة إلى بروتينات ناقلة أو استهلاك طاقة من منطقة مرتفعة التّركيز إلى منطقة مُنخفضة التّركيز إلى أن تتساوى التراكيز على جانبي الغشاء عند الاتزان.

34 – **الخاصية الأسموزيّة:** تنتقل جزيئات الماء عبر غشاء الخلية من منطقة ذات تركيز ماء مرتفع (تركيز المذاب منخفض) إلى منطقة ذات تركيز ماء منخفض (تركيز المذاب مرتفع) بين الخلية والبيئة المُحيطة بها.

35 – **الانتشار المُيسّر:** آلية تتحرّك فيها الجزيئات عبرَ غشاء الخلية من خلال قنوات أو نواقل بروتينيّة من منطقة مرتفعة التّركيز إلى منطقة مُنخفضة التّركيز دون استهلاك طاقة حتى يُصبح التّركيز متساويًا على جانبي الغشاء.

36 – **النقل النشط:** آلية تنتقل فيها الجزيئات الكبيرة أو الأيونات عبرَ الغشاء إلى داخل الخلية عكس مُنحدر التّركيز، من منطقة ذات تركيز مُنخفض إلى منطقة ذات تركيز مُرتفع باستخدام بروتينات ناقلة ومركب الطاقة ATP.

37 – **التأشير الخلوي:** العملية التي يتمّ من خلالها إرسال الإشارات الكيميائية إمّا للخلية نفسها أو بين الخلايا المتصلة ببعضها أو لخلايا بعيدة عبر مجرى الدم، لتحدث الاستجابة من أجل المحافظة على اتزانها الداخلي.

أسئلة مراجعة الوحدة الأولى

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة علميًّا لكلّ عبارة من العبارات الآتية وذلك بوضع علامة (✓) أمامها:

1 – يتّسع بؤبؤ العين عند غلق إضاءة الغرفة، وتُعتبر هذه إحدى خصائص الكائن الحي وهي:

☐ التكيّف التطوري ☐ الاتزان الداخلي

☐ الاستجابة للمُثيرات ☐ النموّ

2 – تعرّضت خلية لمادّة كيميائية فتعطّل عمل الميتوكندريا، وتوقفت أول عملية خلويّة خاصّة بنقل المواد هي:

☐ الانتشار البسيط ☐ الخاصية الأسموزية

☐ النقل السلبي ☐ النقل النشط

3 – فحَصَ خالد باستخدام المجهر خلية مجهولة، واستنتج بأنها خلية نباتية بسبب وجود:

☐ البلاستيدات الخضراء ☐ جهاز جولجي

☐ النواة ☐ غشاء الخلية

4 – عند نقطة الضبط M في دورة الخلية، يتمّ التحقّق من:

☐ حجم الخلية ☐ ارتباط الكروموسومات بخيوط الغزل

☐ تضاعف حمض DNA ☐ توفّر المغذّيات

5 – عند فحص أطوار الانقسام الخلوي لجذر نبات البصل الذي عدده الكروموسومي 16، لوحظ أنّ أحد الأطوار فيها 8 كروموسومات مصطفّة بوسط الخلية، وهي تُمثل الطور:

☐ الاستوائي للانقسام الميتوزي ☐ الاستوائي الأول للانقسام الاختزالي

☐ الانفصالي للانقسام الميتوزي ☐ الاستوائي الثاني للانقسام الاختزالي

6 – اذا تعطّلت المستقبلات البروتينية الموجودة على الغشاء الخلوي، فإنّ الهرمونات:

☐ تدخل بسرعة كبيرة إلى داخل الخلية ☐ تدخل إلى داخل الخلية بآلية النقل النشط

☐ لن تتمكّن من الدخول إلى الخلية ☐ تدخل إلى داخل الخلية بعملية البلعمة

7 – تنتقل الإشارات الكهربائية والجزيئات الصغيرة في العضلات القلبية من خلال وصلات خلوية تُسمّى:

☐ البلازمودسماتا ☐ المُحكمة

☐ الفجوية ☐ المُعلقة

السؤال الثاني: أجب عن الأسئلة الآتية:

1 – ما سبب وصف الغشاء البلازمي بالنفاذية الانتقائية؟

.....

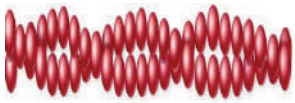
2 – اختر من بين القوسين العضية التي ليس لها دور في تصنيع البروتين مع تعليل السبب.

(الشبكة الأندوبلازمية الخشنة – جهاز جولجي – الرايبوسومات – النوية)

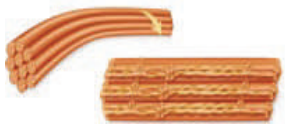
.....

3 – ارسم رسمًا تخطيطيًّا مع كتابة البيانات كاملة لكلٍّ من الميتوكندريا والبلاستيدات الخضراء.

4 – أمامك مجموعة متنوعة من ألياف الهيكل الخلوي، والمطلوب:

(أ) 

– إذا حدث تَلَف للألياف (أ) هل يكتمل الانقسام الخلوي؟ ولماذا؟

(ب) 

.....

– ما أهمية الخيوط الوسطية للخلية؟

(ج)

.....

– برأيك، أيّ الألياف التي تُمثل أكبر عناصر الهيكل الخلوي؟ وكيف تُؤدّي دورًا خلال الانقسام الخلوي.

.....

5 – يُوضّح الجدول أمامك المدّة الزمنيّة الافتراضية لكلّ مرحلة من مراحل دورة الخلية اللازمة لانقسام خلايا أجنّة ذبابة الفاكهة وخلايا بشرة جلد الإنسان، والمطلوب:

الطور	(أ)	(ب)
البيني	5 دقائق	10 يوم
التمهيدي	1 دقيقة	2 يوم
الاستوائي	40 ثانية	1 يوم
الانفصالي	20 ثانية	12 ساعة
النهائي	1 دقيقة	1 يوم

– أي العمودين يُمثل الانقسام في خلايا أجنّة ذبابة الفاكهة؟ ولماذا؟

.....

– لماذا الطور البيني في العمود (ب) يستغرق 10 أيام؟

.....

– اذكر رمز نقطة الضبط التي تتأكّد من اكتمال التضاعف وسلامة حمض DNA؟.....

6 – "تمتصّ الخلايا الطلائية المُبطّنة للأمعاء المواد الغذائية المهضومة دون أن تتسرّب"، ما السبب؟

.....

الوحدة الثانية

الترابط الوظيفي بين الخلايا والأنسجة وأجهزة الجسم

Functional Integration Between Cells, Tissues, and Body Systems

الفصل الأول: الجسم ومبادئ التنظيم

The Body and Principles Of Organization

الفصل الثاني: أجهزة الدعم والحركة في جسم الإنسان

Support and Movement Systems In The Human Body

مركز سعود عبدالعزيز البابطين للحروق وجراحة التجميل في مجال الزراعة النسيجيّة للجلد

يُعَدّ مركز البابطين للحروق من المراكز الرائدة إقليميًّا في مجال علاج الحروق وتطبيقات الزراعة النسيجيّة للجلد، حيث يسعى إلى تطوير تقنيّات حديثة تعتمد على إنتاج خلايا الجلد في المختبرات المُتخصّصة ثم زراعتها للمُصابين بالحروق الشديدة.

وقد تمكّن المركز من إدخال تقنيّات مُتقدّمة مثل الجلد الصّناعي، إلى جانب تعاونه مع خبراء عالميّين لنقل أحدث ما توصّل إليه العلم في مجال الهندسة النسيجية، وأسهمت هذه الجهود في تحسين سرعة التئام الجروح وتقليل المُضاعفات والنّدبات.

ممّا يعكس تطوّر الخدمات الطبيّة في **دولة الكويت** ودورها في مواكبة التقدّم العلمي لخدمة المرضى.

الفصل الأول

الجسم ومبادئ التنظيم

The Body and Principles Of Organization

قَالَ تَعَالَىٰ:

﴿ ٱلَّذِى خَلَقَكَ فَسَوَّىٰكَ فَعَدَلَكَ ۝٧ ﴾ (سورة الانفطار: ٧)

الدرس 2-1 أنسجة جسم الإنسان

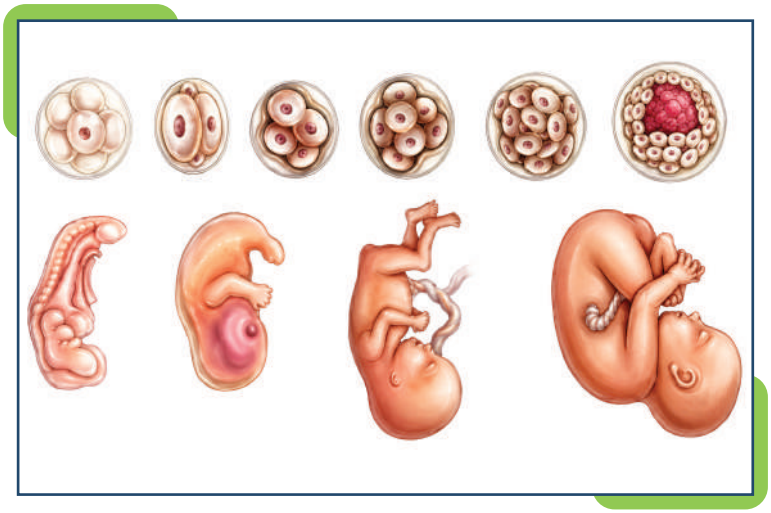
Human Body Tissues

الدرس 2-2 الاتّزان الداخلي

Homeostasis

درس 1 - 2

أنسجة جسم الإنسان
Human Body Tissues



شكل (59)

يبدأ جسم الإنسان من خلية واحدة تُسمّى الزيجوت، والتي تستمر في الانقسام والتمايز حيث تكتسب الخلايا المُتكوّنة أشكالًا ووظائف مُختلفة. (شكل 59)

هنا تظهر أهميّة مُستويات التنظيم داخل الجسم، فالخلايا المُتشابهة تتجمّع لتُكوّن أنسجة، والأنسجة تتكامل لتُكوّن أعضاء، والأعضاء تعمل معًا ضمن أجهزة، والأجهزة مُجتمعة تُشكّل الكائن الحيّ.

كيف تنتظم الخلايا لتُكوّن أنسجة مُختلفة؟

وكيف يرتبط شكل النسيج بوظيفته داخل جسم الإنسان؟

ماذا سأتعلم ؟

- مُكوّنات أنسجة جسم الإنسان.
- أنواع أنسجة جسم الإنسان.

كيف سأتعلم ؟

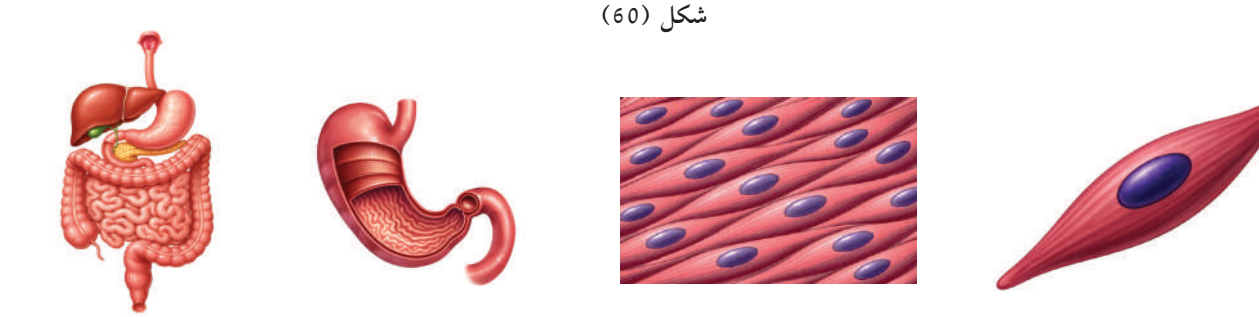
- أميّز مكوّنات الأنسجة.
- أفحص مجهريًّا أنواع الأنسجة في جسم الإنسان.
- أقارن بين أنواع الأنسجة في جسم الإنسان.
- أرسم رسمًا تخطيطيًّا لأنواع الأنسجة في جسم الإنسان.

1. أنسجة جسم الإنسان

1.1 مستويات التنظيم في جسم الإنسان:

درستَ بأنّ هناك أربعة مستويات للتنظيم في جسم الإنسان، كما هو موضّح في (المخطّط شكل 60) و(الشكل 61):

شكل (60)



خلية عضلية ملساء — نسيج عضلي أملس — معدة — الجهاز الهضمي في الإنسان

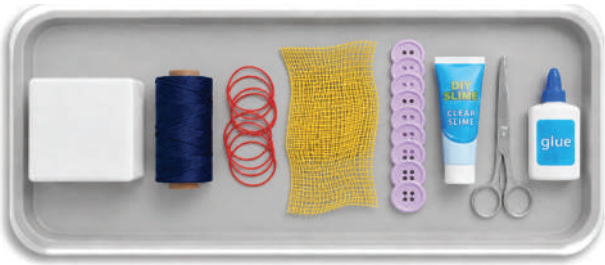
شكل (61)

أ - **الخلية Cell**: **تُعتبر الوِحدة الأساسيّة لِبناء الأنسجة، وتتميّز بالتخصّص، وتتنوّع في أشكالها وتركيبها بحسب وظيفتها.**

ب- **النسيج Tissue**: **عبارة عن مجموعة مُنتظمة من الخلايا المُتشابهة في التركيب والوظيفة**، وتوجد أربعة أنواع أساسيّة من الأنسجة، هي: الطلائيّة، والعضليّة، والضامّة، والعصبيّة.

ج- **العضو Organ**: **تركيب في الجسم مُكوّن من عدّة أنواع من الأنسجة التي تُشكّل وِحدة تركيبيّة ووظيفيّة**، مثل القلب الذي يتكوّن في معظمه من نسيج عضلي قلبي، وأعصاب ونسيج ضام، وتتضافر جميعها في عملها كي يُضخّ الدم من القلب إلى جميع أجزاء الجسم.

د- **الجهاز System**: **يتكوّن من مجموعة من الأعضاء التي تتعاون لإنجاز الأنشطة الأساسيّة في الجسم**، مثلًا يتكوّن الجهاز الدوري من القلب والأوعية الدمويّة التي تتعاون في نقل الدم وتوزيع المواد في الجسم.



كيف يُمكنك استخدام الموادّ المُتاحة أمامك في تصميم نموذجٍ يُمثّل

نسيجًا مُتماسكًا يُوفّر الدعم ونوعًا من المرونة

(بكرة من الخيط السميك – أربطة مطاطية – مادة هلامية Slime – أزرار – قِطَع مربعة من الخيوط الشبكية – فلين – مقص – غراء)

أجب عن الأسئلة الآتية:

1 – اختر الكلمات المُناسبة بين القوسين، واكتب عبارة علمية لِوصف كلٍّ من الخيط الأزرق والأربطة المطاطية: (سميكة – رفيعة – تتمدّد بمرونة – قوية وشديدة)

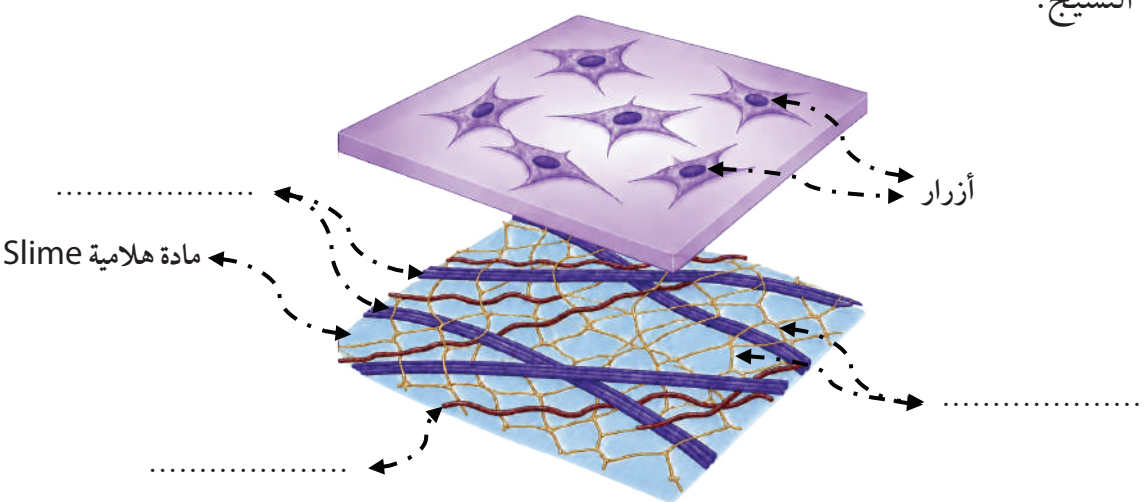
– الخيط الأزرق: .....

– الأربطة المطاطية: .....

2 – هل الخيوط في القطعة الشبكية مستقيمة ومتوازية أم رفيعة ومتشابكة؟ .....

3 – ما الحالة التي تتّصف بها المادة الهلامية Slime (صلبة – سائلة – لزجة)؟ .....

4 – أكمل كتابة اسم كل مادة استخدمتها في تصميم النموذج أمام المكوّن الذي يُمثّله في صورة النسيج:



2.1 مُكوّنات الأنسجة:

تتكوّن أنسجة جسم الإنسان من:

الخلايا الحية، والمادّة بين الخلويّة Intercellular Substance أو تُسمّى المادّة البينيّة Matrix.

والمادّة البينيّة تتكوّن من:

أ – **المادّة الأساسيّة Ground Substance**: تُعتبر جزءًا من المادّة بين الخلويّة وهي عبارة عن **مادّة هلاميّة (gel–like)** شفّافة تملأ الفراغ بين الخلايا والألياف، وتحتوي على البروتينات والسكّريّات والأملاح والمعادن والماء، يُسمّى الجزء السائل منها بالسائل النسيجي **Interstitial Fluid** الذي يعمل كوسيط يسمح بانتقال الغازات، المواد الغذائيّة والفضلات بين الدم وخلايا الجسم من جهة، وبين خلايا الجسم والبيئة المُحيطة بها من جهةٍ أخرى للمُحافظة على الاتّزان الدّاخلي.

ب– **الألياف Fibers** تتكوّن من تراكيب بروتينيّة ليفيّة، تمنح النسيج خصائصه الميكانيكيّة وفقًا لنوعه، (شكل 62) وتشمل:

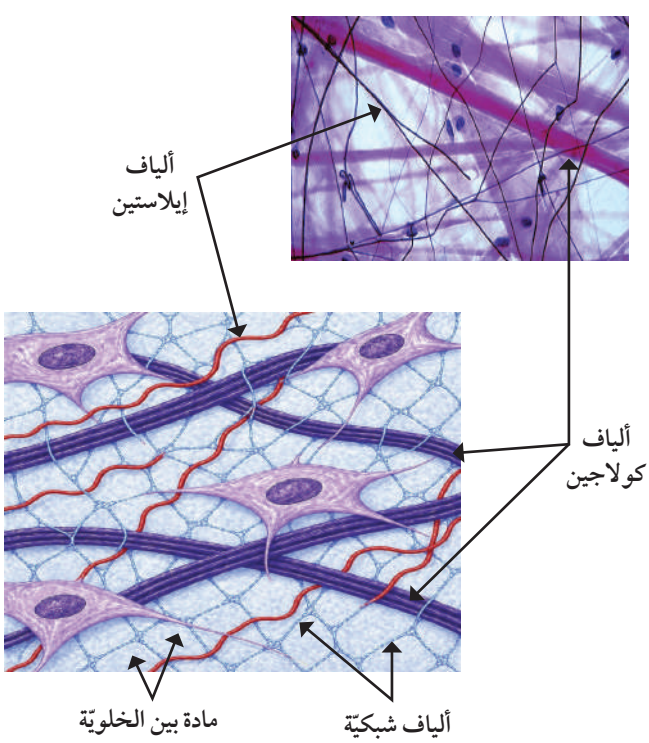
1 – **كولاجين Collagen**

تتميّز بأنّ أليافها سميكة، وهي المسؤولة عن قوّة الشدّ والمتانة.

2 – **إيلاستين Elastin**: ذات أليافٍ رفيعة، وتمنح النسيج مرونة وقدرة على التمدّد والارتداد.

3 – **ألياف شبكيّة Reticular Fibers**

تتّصف الألياف بأنها رفيعة ومُتفرّعة تُشكل شبكة دقيقة داعمة للخلايا والأنسجة، كما تدعم بعض الأعضاء الرخوة في الجسم.



شكل (62)

نشاط (8) أنواع الأنسجة في جسم الإنسان

الهدف من النشاط	المهارات المُكتسبة	أدوات النشاط	الأمن والسلامة
التمييز بين أنواع الأنسجة الحيوانيّة	استخدام المجهر الملاحظة - الرسم التصنيف - الربط بين التركيب والوظيفة	مجهر ضوئي شرائح مجهرية جاهزة	استخدام الشرائح والعدسات الزجاجيّة بحرص

الخطوات

أ - افحص الشرائح المجهريّة الجاهزة باستخدام المجهر الضوئي لأنسجة حيوانيّة مُختلفة.

ب- لاحظ الأنسجة الحيوانيّة تحت المجهر باستخدام عدسات ذات قوّة تكبير مُختلفة وتعرّف عليها.

أولاً: الملاحظة

وجه المقارنة	نسيج طلائي (قِطاع في الأمعاء)	نسيج عضلي (عضلة مخططة)	نسيج ضام (مسحة دم إنسان)	نسيج عصبي (الحبل الشوكي)
وصف التركيب				
الرسم مع كتابة البيانات				

ثانيًا: الاستنتاج

- كيفَ يرتبط شكل النسيج بوظيفته؟

.....

3.1 النسيج الطلائي Epithelial Tissue

يتكوّن النسيج الطلائي من خلايا مُتراصّة مع بعضها بإحكام وتوجد فراغات قليلة بينها.

يُغطّي السطوح الخارجية ويبطّن السطوح الداخلية للأعضاء والتجاويف.

يُمكن تقسيم الأنسجة الطلائيّة على أساس عدد طبقات النسيج إلى:

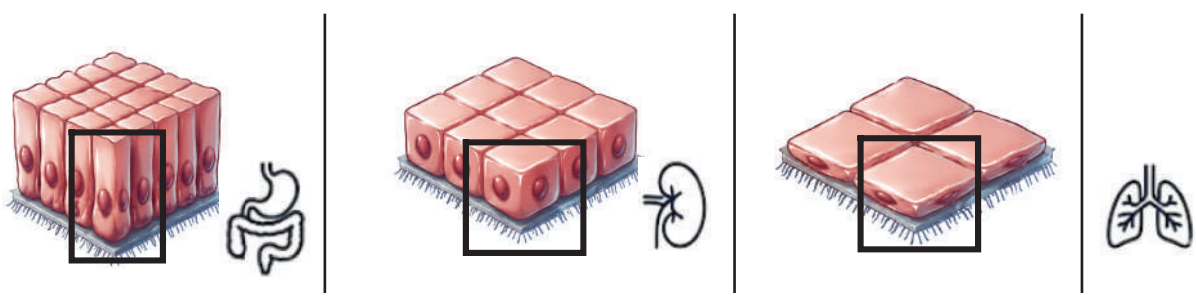
أ – **البسيط**: يتكوّن من طبقة واحدة من الخلايا.

ب– **الطبقي**: يتكوّن من طبقتين أو عدّة طبقات من الخلايا.

ويُقسّم كلًّا من هذين النوعين على أساس شكل خلايا النسيج إلى:

الحرشفي Squamous، والمُكعّبي Cuboidal، والعماديّ Columnar.

(شكل 63 – أ، ب، ج)



(أ) خلية طلائية حرشفية بسيطة في بطانة الرئة

(ب) خلية طلائية مكعبة بسيطة في بطانة أنيبيبات الكلية

(ج) خلية طلائية عمادية بسيطة في بطانة الأمعاء

شكل (63 – أ، ب، ج)

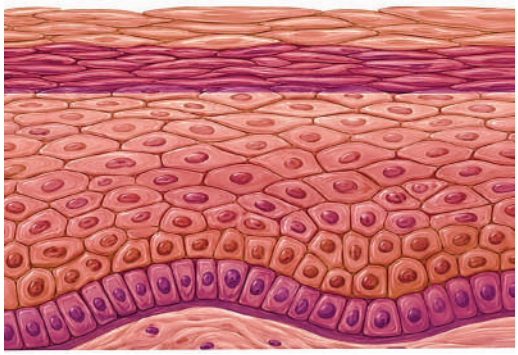
1 – **الحرشفي البسيط**: يوجد هذا النسيج مُبطّنًا للحُويصلات الهوائيّة في الرئة والشعيرات الدمويّة. تمتاز خلاياه برِقّتها الشديدة ممّا يُسهّل انتشار المواد وجزيئات الغازات عبرها بسهولة.

2 – **المُكعّب البسيط**: يُبطّن هذا النسيج الغُدد القنويّة وأنيبيبات الكلية، وتمتلك الخلايا قنواتٍ ناقلة مُتخصّصة تُساعد على نقل المواد خلال عمليتي الإفراز والامتصاص.

3 – **العمادي البسيط**: الذي يُبطّن المعدة والأمعاء، ويُؤدّي دورًا مُهمًّا في الحماية بالإضافة إلى الإفراز والامتصاص.

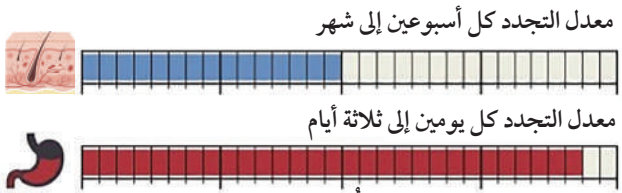
4. **الحرشفي الطّبقي**: يُمثّل هذا النسيج الطبقة الخارجيّة للجلد، ويُؤدّي دورًا مُهمًّا في الحماية من الاحتكاك والتلف. (شكل 64)

- **تجدّد الخلايا الطلائيّة**: تمتلك الخلايا الطلائيّة القدرة على التجديد، وتُعتبر هذه الخاصيّة مُفيدة للأنسجة السطحيّة لأنّها تسمح باستبدال سريع للطبقة الواقية إذا تعرّضت للضّرر والتّلف، مثل خلايا بشرة الجلد التي تتجدّد كلّ أسبوعين إلى شهر تقريبًا والخلايا الطلائيّة المُبطّنة للمعدة تتجدّد تقريبًا مرّة كلّ يومين إلى ثلاثة أيّام. (شكل 65)



شكل (64)

خلايا طلائية حرشفية طبقية في الطبقة الخارجية للجلد



معدل تجدّد الخلايا الطلائيّة المُبطنة للمعدة وخلايا بشرة الجلد

شكل (٦٥)

تحقّق ممّا تعلمت

1 – عدّد أنواع الألياف الموجودة في المادّة بين الخلويّة، وما أهميّتها؟

.....

.....

2 – "يُعاني مريض من خللٍ وراثي أدّى إلى قصور في تكوين ألياف الإيلاستين في الجسم"، من خلال هذه العبارة اكتب رأيك العلمي:

– لماذا يتعرّض المريض أكثر من غيره لإصابات انفجار الشرايين؟

.....

3 – ارسم خريطة ذهنية لتصنيف الأنسجة الطلائيّة من حيث شكل الخلايا وعدد الطبقات.

نشاط (9) أنواع الأنسجة العضليّة

الهدف من النشاط	المهارات المُكتسبة	أدوات النشاط	الأمن والسلامة
التمييز بين أنواع الأنسجة العضليّة	استخدام المجهر الملاحظة- الرسم التصنيف- الربط بين التركيب والوظيفة	مجهر ضوئي شرائح مجهرية جاهزة	استخدام الشرائح والعدسات الزجاجيّة بحرص

الخطوات

أ - افحص الشرائح المجهريّة الجاهزة لأنواع العضلات (الملساء، الهيكليّة والقلبيّة).

ب- لاحظ الأنسجة العضليّة تحت المجهر باستخدام عدسات ذات قوّة تكبير مُختلفة وتعرّف عليها.

أولاً: الملاحظة

وجه المقارنة	عضلات ملساء	عضلات هيكليّة	عضلات قلبيّة
وصف التركيب			
الرسم مع كتابة البيانات			

ثانيًا: الاستنتاج

- كيفَ يرتبط تركيب العضلات بأماكن تواجدها؟

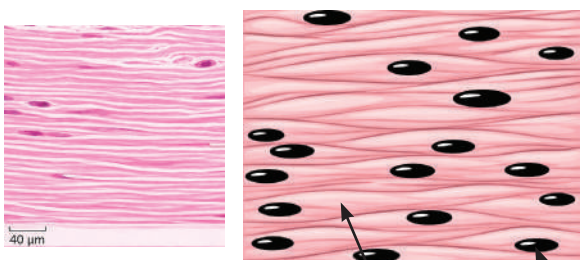
.....

4.1 النسيج العضلي Muscle Tissue

يتكوّن النسيج العضلي من خلايا عضليّة. تتميّز بقدرتها على الانقباض والانبساط بسبب وجود الخيوط البروتينيّة مثل الأكتين والميوسين.

- **تُقسّم الأنسجة العضليّة إلى ثلاثة أنواع رئيسيّة، وهي:**

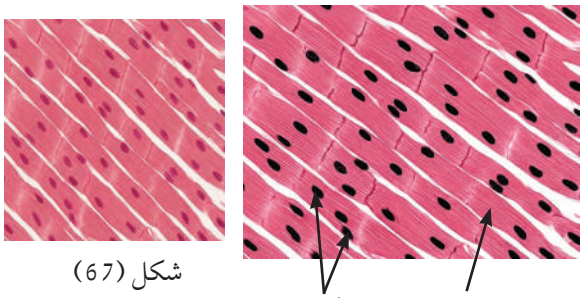
أ - **العضلات الملساء**: خلايا مغزليّة الشكل غير مُخطّطة تحتوي كل خليّة على نواة، وتوجد في الأعضاء الداخليّة مثل جدران بعض الأوعية الدمويّة وجدار القناة الهضميّة، وهي المسؤولة عن الحركات اللاإراديّة التي لا يتحكّم بها الإنسان. (الشكل 66)



شكل (66)

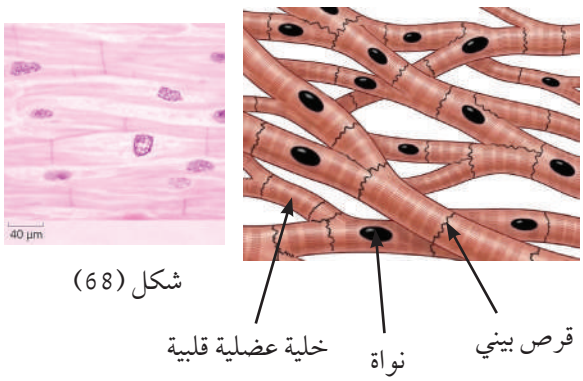
ب - **العضلات الهيكليّة**: تتميّز بخلايا اسطوانية الشكل مُخطّطة ومتوازية مُتعدّدة الأنوية.

يتحكّم الإنسان بتنفيذ الحركات الإرادية التي تخضع لأوامرٍ من الجهاز العصبي المركزي كعضلات الساقين والذراعين. (شكل 67)



شكل (67)

ج - **العضلات القلبيّة**: يقتصر وجودها في جدار القلب، وتتكوّن من خلايا مُتفرّعة تحتوي كلّ خلية على نواة واحدة، وهي عضلات لا تخضع لإرادة الإنسان، كما تظهر بين خلاياها خطوط داكنة تُسمّى **الأقراص البينيّة**. (شكل 68)



شكل (68)

5.1 النسيج الضام Connective Tissue

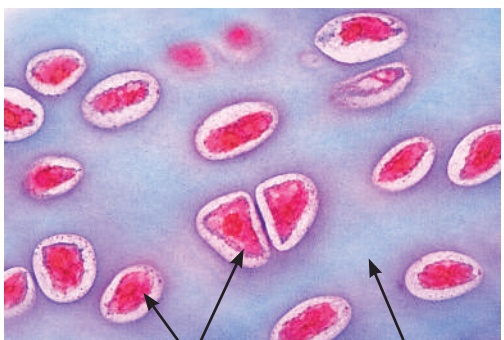
تشترك الأنسجة الضامّة في أنّ خلاياها مُتباعِدة نسبيًّا عن بعضها والمادّة بين الخلويّة (البينيّة) وفيرة.

يربط النسيج الضام أجزاء الجسم المُختلفة كما يُوفّر الدّعم والحماية والإسناد.

تُقسّم الأنسجة الضامّة إلى أنواع حسب اختلاف طبيعة المادّة البينيّة ومُكوّناتها، نذكر بعضًا منها:

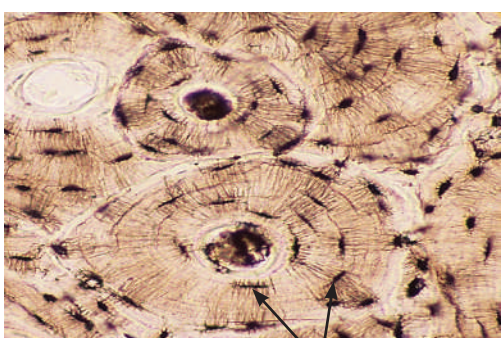
أ- **الغضروف Cartilage**: يتكوّن من خلايا غضروفيّة مرِنة، وتتميّز المادّة البينيّة بأنّها شِبه لزِجة.

يتواجد النسيج الغضروفي في بعض أجزاء الجسم مثل حلقات القصبة الهوائيّة وصيوان الأذن. (شكل 69)



شكل (69)

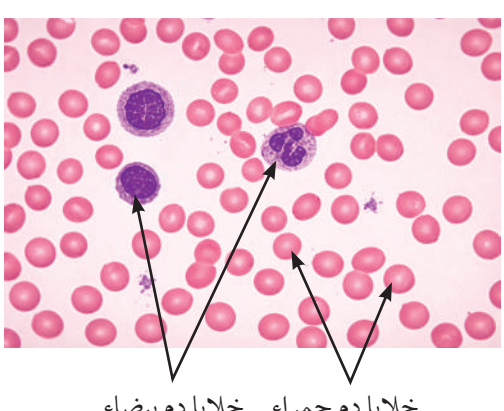
ب- **العظم Bone**: يتكوّن من خلايا عظميّة، وتتميّز المادّة البينيّة بالصّلابة بسبب ترسّب أملاح فوسفات الكالسيوم فيها، في حين تمنحها ألياف الكولاجين القوّة والمتانة، ويُكوّن مُعظم هيكل الإنسان. (شكل 70)



شكل (70)

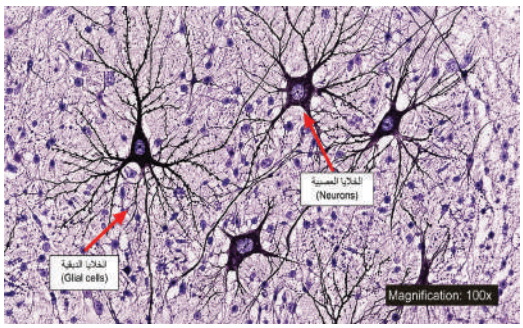
ج- **الدم Blood**: يتكوّن من خلايا الدم الحمراء، خلايا الدم البيضاء والصفائح الدمويّة.

تتميّز المادّة البينيّة بأنّها سائلة تُسمى البلازما، ويُؤدّي الدم دورًا مُهمًّا في نقل الغازات، المواد الغذائية والفضلات بين أجزاء الجسم المُختلفة من خلال الجهاز الدوري. (شكل 71)



شكل (71)

6.1 النسيج العصبي Nerve Tissue

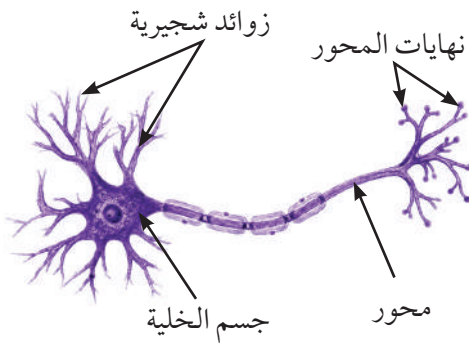


يختصّ النسيج العصبي **باستقبال المُنبّهات الداخليّة والخارجيّة وتنسيق استجابات الجسم**، ممّا يُساعد الجسم في الحفاظ على اتّزانه الدّاخلي ويتواجد في الدماغ، الحبل الشوكي والأعصاب، ويُشكّل أساس الجهاز العصبي في جسم الإنسان.

- **يتكوّن النسيج العصبي من:** (الشكل 72)

أ - **الخلايا العصبيّة:** مُتخصّصة في استقبال المُنبّهات وإنتاج الإشارات العصبيّة ونقلها، وكما درستَ سابقًا فإنّ الخلية العصبيّة تتكوّن من جسم الخلية، الزّوائد الشجيريّة، المحور ونهايات المحور.

ب- **الخلايا الدبقيّة:** التي تدعم وتحمي الخلايا العصبيّة وتُساعد في تغذيتها.



شكل (72)

إضاءات بيولوجيّة

توجد في مُستشفيات **دولة الكويت** والمراكز الطبيّة، أقسام مُتخصّصة تُعرَف بعلم الأنسجة المرَضيّة **Histopathology**، يقوم الأطباء فيها بفحص عيّنات من أنسجة الجسم باستخدام المجهر، وذلك للتّعرف على نوع النسيج وتحديد ما إذا كان سليمًا أو مُصابًا بمرض، وتُساعد هذه الدّراسات في تشخيص العديد من الحالات مثل الأورام والأمراض المُزمِنة، ممّا يسهم في اختيار العلاج المُناسب وتحسين مُستوى الرعاية الصحيّة. (شكل 73)

شكل (73) مستشفى الأميري في دولة الكويت

الأحياء والعلوم الأخرى

ارسم رسمًا بيانيًّا، تُوضّح فيه العلاقة بين نوع النسيج الضام وكثافة المادّة بين الخلويّة، مع التفسير العلمي.

تقويم الدرس 2-1

السؤال الأول: ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (✗) أمام العبارة غير الصحيحة لكلّ عبارة من العبارات الآتية:

م	العبارة	الإجابة
1	الأعضاء هي تراكيب في الجسم مُكوّنة من عدّة أنواع من الأنسجة التي تُشكّل وِحدة تركيبيّة ووظيفيّة.	
2	ألياف الإيلاستين البروتينيّة مسؤولة عن قوّة شدّ الخلية.	
3	تحتوي العضلات القلبيّة على الأقراص البينيّة بين خلاياها.	
4	تعمل الخلايا الدبقيّة في النسيج العصبي على استقبال المُنبّهات وإنتاج الإشارات العصبيّة.	

السؤال الثاني: قارن بين كلّ ممّا يأتي:

وجه المقارنة	الغدد القنويّة	الطبقة الخارجيّة للجلد
نوع النسيج الطلائي		
الوظيفة		
وجه المقارنة	العظم	الدم
طبيعة المادّة البينيّة		
الوظيفة		

درس 2 - 2

الاتّزان الداخلي
Homeostasis

شكل (74)

ترتفع درجات الحرارة صيفًا في **دولة الكويت** إلى مُستويات عالية قد تتجاوز 45°س وتنخفض شتاءً إلى بردٍ قارِس.

يعيش الإنسان تقلبّات حادّة بين الحرّ والبرد، ومع ذلك يبقى جسمه مُحافظًا على درجة حرارته الداخليّة ثابتة تقريبًا، ففي الحرّ يتعرّق ليُبرّد نفسه، وفي البرد يرتجف ليُولّد الدّفء. (شكل 74)

كيف يستطيع جسم الإنسان في هذه البيئة المُتقلّبة أن يُحافظ على اتّزانه الدّاخلي؟

ماذا سأتعلم ؟

- مفهوم الاتّزان الدّاخلي.
- آليّة عمل أنظمة السيطرة.
- الفرق بين التغذية الراجعة السلبيّة والتغذية الراجعة الإيجابيّة.

كيف سأتعلم ؟

- أشرح مفهوم الاتّزان الدّاخلي.
- أرسم مخطّطًا سهميًّا لآليّة عمل أنظمة السيطرة.
- أقارن بين التغذية الراجعة السلبيّة والتغذية الراجعة الإيجابيّة.

استكشف

1) ضع الإصبعين السبابة والوسطى على شريانك الكعبري
2) ابدأ بعدّ نبضك لمدّة 15 ثانية
3) احسب معدّل النبض في الدقيقة (عدد النبضات X4)

1 – تحسّس نبضك وقم بحساب معدّله في وقت الرّاحة كما هو موضّح في الصورة، ثمّ ابذل مجهودًا بدنيًّا بسيطًا (القفز في مكانك)، وكرّر عمليّة حساب معدّل النبض، ثمّ سجّل البيانات:

– عدد النبضات أثناء الراحة = ...

– عدد النبضات بعد المجهود = ...

2 – خذ استراحة لمدة 5 دقائق بعد المجهود البدني، ثمّ كرّر عمليّة حساب معدّل النبض، سجّل المعدل: .....

3 – فسّر علميًّا قُدرة الجسم على إعادة مُعدّل نبض القلب إلى مستواه الطبيعي بعد انتهاء المجهود البدني .....

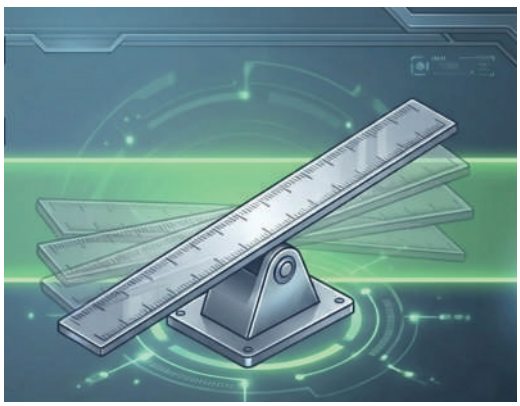
.....

تعيش الكائنات الحية في أنظمة بيئية مُختلفة التي تتميّز بمُكوّناتها الحية وغير الحيّة، ويتأثّر الكائن الحي مع هذه الأنظمة في **بيئتين**، هما:

- **البيئة الخارجيّة**: تُمثّل الوسط الخارجي الذي يُحيط بجسم الكائن الحي.
- **البيئة الداخليّة**: تُمثّل السوائل داخل خلايا الجسم، والسوائل المُحيطة بها.

كما لاحظتَ في النشاط السابق أنّ معدّل نبض قلبك لم يبقَ مُرتفعًا بصورةٍ دائمة بل التسارع كان مُؤقّتًا، وهذا ما تفعله خلايا جسمك باستمرار لتنظيم بيئتها الداخلية أو الخارجية.

1 - مفهوم الاتّزان الدّاخلي



شكل (75)

تُؤدّي الخلايا وظائفها الحيويّة بكفاءة عالية عندما تكون الظروف المُحيطة بها مستقرّة ومُناسِبة، فتعمل الإنزيمات بدقّة وتحدث التفاعلات الحيويّة بصورة مُنتظمة، وإذا تعرضّت الخلية لتغيّر في هذه الظروف مثل ارتفاع درجة الحرارة أو انخفاضها وغيرها فإنّها ستُؤثّر على نشاطها واتّزانها، لذلك تبدأ الخلية بتفعيل آليّات تنظيميّة دقيقة تُعيد ضبط ظروف بيئتها الدّاخليّة (السائل النسيجي) وتُبقيها ثابتة نسبيًّا، لتحافظ على استقرارها ضمن حدودٍ مُناسبة **وهذا الثّبات الدّيناميكي للبيئة الدّاخليّة للكائن الحي يُسمّى الاتّزان الدّاخلي.** (شكل 75)

تُشير كلمة ديناميكي إلى أنّ الظروف حول الخلية لا يُمكن أن تكون ثابتة تمامًا، بل تتذبذب بشكلٍ مستمرّ ضمن مدى ضيّق لضمان استمراريّة الحياة.

هنا تكمن أهميّة الاتّزان الداخلي بضرورة استعادة استقرار الأنظمة البيئية بعد زوال أي تغيّر.

2 - آليّة عمل الاتّزان الداخلي

لنأخذ في البداية مثالًا توضيحيًّا يُحاكي آليّة عمل الاتّزان الداخلي كتنظيم درجة حرارة الغرفة بواسطة جهاز التكييف.

يحتوي نظام التكييف على **مُستقبلات Receptors** تستقبل التغيّر في درجة الحرارة، وتُحدّد **النقطة المرجعية Set point** درجة الحرارة المُستهدفة أو القيمة المطلوبة، أمّا (الثرموستات) الذي يتحكّم في غلق وفتح جهاز التكييف يُعتبر **مركز التحكّم Control Center** لأنّه يُقارن البيئة الداخلية للغرفة مع النقطة المرجعية.

لاحظ عناصر جهاز التكييف (شكل 76):

أ - **المُنبّه Stimulus**: التغيّر في درجة حرارة الغرفة.

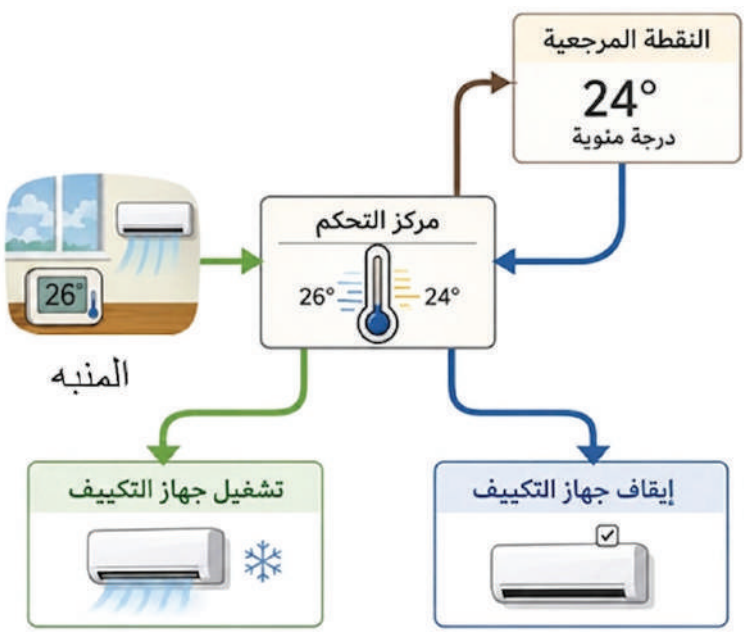
ب- **المستقبل Receptor**: يقيس التغيّر في درجة حرارة الغرفة.

ج - **مركز التحكم Control Center**: يُقارن بين درجة الحرارة الحالية بالنقطة المرجعيّة حيث درجة الحرارة المطلوبة 24°م.

د - **المُستجيب Effector**: جهاز التكييف.

هـ- **الاستجابة Response**:

- إذا كانت درجة الحرارة أعلى من القيمة المُحدّدة فإنّ الجهاز يعمل.
- إذا وصلت درجة الحرارة إلى القيمة المُحدّدة فإنّ الجهاز يتوقّف عن العمل في الغرفة.



شكل (76)

يعمل جسم الإنسان بطريقةٍ مُشابهة لجهاز التكييف، فكليهما يمتلكان نقاطًا مرجعيّة تُراقب التغيّرات مثل درجة الحرارة، تركيز الجلوكوز في الدم، تركيز الأيونات ودرجة الشدّ في الأوتار، والتي يُقدّرها مركز التحكّم في الدماغ أو الحبل الشوكي وفي بعض الحالات الغدد الصمّاء.

إذًا، النقطة المرجعية هي القيمة المستهدفة المخزّنة في مركز التحكم، وتستخدم لمُقارنة المعلومات الواردة من المُستقبلات للحِفاظ على حالة اتّزان الجسم.

عند حدوث انحراف عن النقطة المرجعيّة بسبب ظرفٍ ما، تصل رسالة لزيادة أو تقليل نشاط عضوٍ مُعيّن يُسمّى **المستجيب Effector**، والأعضاء المُستجيبة إمّا تكون عضلة أو غدّة أو الاثنين معًا، وأنّ الهدف من نشاطها هو العودة للنّقطة المرجعيّة، والحفاظ على الاتّزان الدّاخلي.

ما الخطوات التي تضبط درجة حرارة جسم الإنسان إذا كان الجو حارًّا؟ (شكل 77)

1 – **المُنبّه Stimulus**: ارتفاع درجة الحرارة الخارجية (التغيّر).

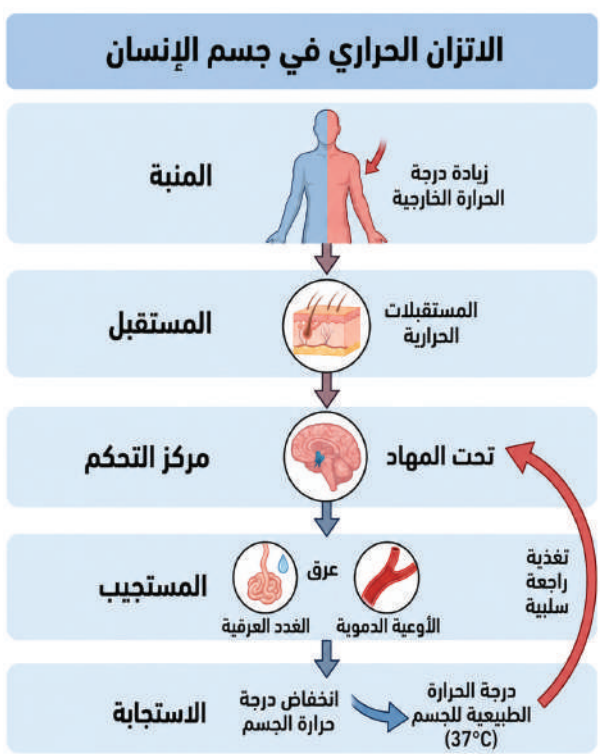
2 – **المستقبل Receptor**: مُستقبلات الحرارة المُتمركزة في الجلد (تستشعر الارتفاع في درجة الحرارة).

3 – **مركز التحكّم Control Center**:

يستقبل تحت المهاد المعلومات الواردة إليه، ثمّ يُقارنها بالنقطة المرجعيّة لدرجة حرارة الجسم الطبيعيّة للإنسان 37°م فيتّخذ القرار المُناسب في تنفيذ الاستجابة المُناسبة.

4 – **المُستجيب Effector**: العضو المُنفّذ لقرارات مركز التحكم ويُعرف بعضو الاستجابة مثل الغدد العرقيّة والطبقة العضلية الملساء في جدران الأوعية الدمويّة.

5 – **الاستجابة Response**: يتعرّق الجسم وتتوسّع الأوعية الدمويّة لخفض درجة الحرارة.



(شكل 77)

تحقّق ممّا تعلمت

يوجد عند كلّ شكل كلمات وصف لمُساعدتك في الإجابة على الأسئلة بعد ملاحظتك للأشكال جيّدًا:

أ - رتّب عناصر الاتّزان الدّاخلي في الإنسان عند ارتفاع درجة حرارة الجو بكتابة الرقم أسفل كل صورة.

ب- اختر عنصر الاتّزان الدّاخلي المُناسب من بين القوسين واكتُبه أسفل الشكل الذي يُمثّله:

(المُنبّه - المُستقبل - مركز التحكّم - المُستجيب - الاستجابة)

ترتيب عنصر الاتّزان ....

اسم عنصر الاتّزان ....

إضاءات بيولوجيّة

البيئة والتغيّر المناخي وتأثير الحرارة على الإنسان في الكويت

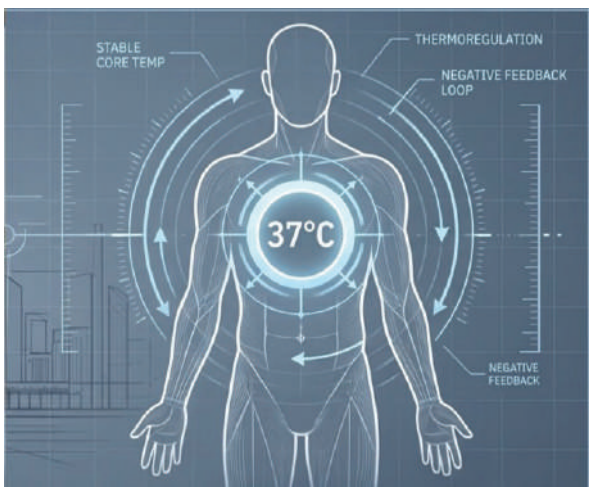
تُشير أبحاث معهد الكويت للأبحاث العلميّة، إلى أنّ البيئة الصحراويّة في الكويت تتميّز بارتفاعٍ شديد في درجات الحرارة، خاصة في فصل الصيف، ممّا يُؤثّر بشكلٍ مُباشر على صحّة الإنسان واتّزانه الداخلي **Homeostasis** وتوصّلت إلى أهمّ الحلول، منها تعزيز التوعية الصحيّة، تحسين تصميم المُدُن، وزيادة المساحات الخضراء، إضافة إلى تشجيع الأفراد على اتّباع نمط حياة تُقلّل من فقدان السوائل. (شكل 78)

شكل (78)

تنقسم آليّات تنظيم الاتّزان الداخلي **حسب اتّجاه الاستجابة** إلى نوعين، فإمّا تكون **عكس تأثير المُنبّه (التغذية الراجعة السلبيّة)** ، أو تكون **مع اتّجاه تأثير المُنبّه (التغذية الراجعة الإيجابيّة)**.

1.2 التّغذية الرّاجعة السلبيّة Negative feedback

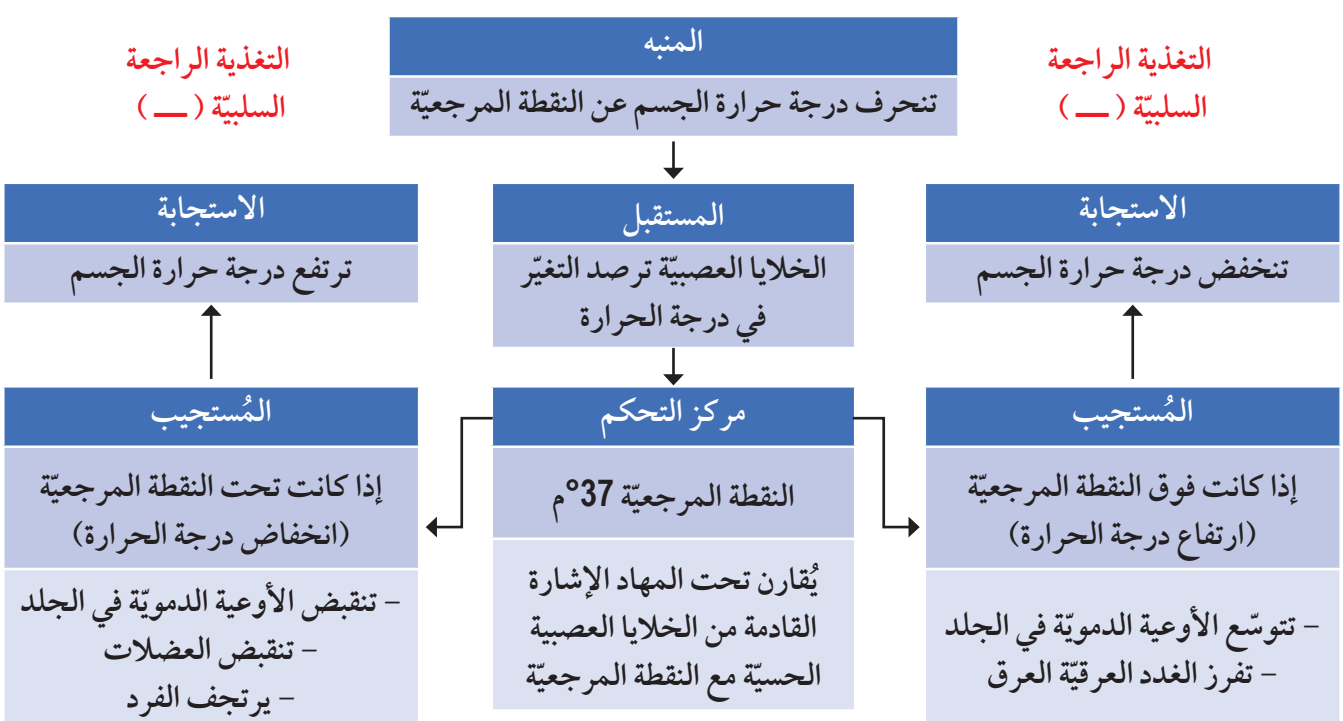
عند حدوث نشاط زائد لأحد المُنبّهات يُصاحبه نشاط من المُستجيب، باستجابة مُناسبة سواء بالزّيادة أو النّقصان من أجل الرجوع إلى مستوى النقطة المرجعيّة وهي الأكثر شيوعًا. (شكل 79)



شكل (79)

وتكون الاستجابة بعكس التغيير (أي عكس المُنبّه) مثلًا عند ارتفاع درجة الحرارة بالبيئة المُحيطة، يُقابلها ردّ فِعل من جسم الإنسان حيث تنخفض درجة حرارة الجسم، كما في المخطط (شكل 80)

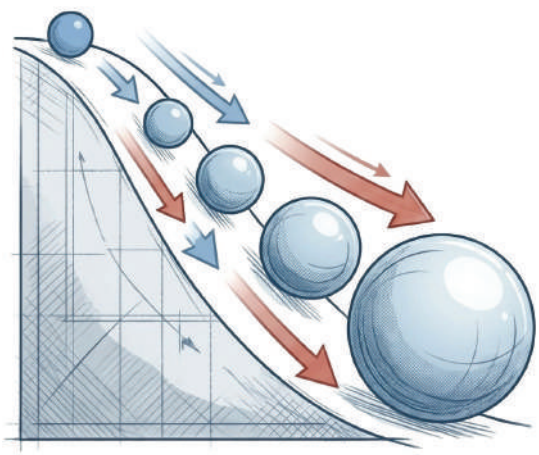
تُسمّى التغذية الراجعة السلبيّة بهذا الاسم لأنّها تُصدر استجابة تُعارض المُنبّه، من أجل الرجوع للنقطة المرجعيّة وتحقيق الاتّزان الدّاخلي.



شكل (80)

2.2 التّغذية الرّاجعة الإيجابيّة Positive feedback

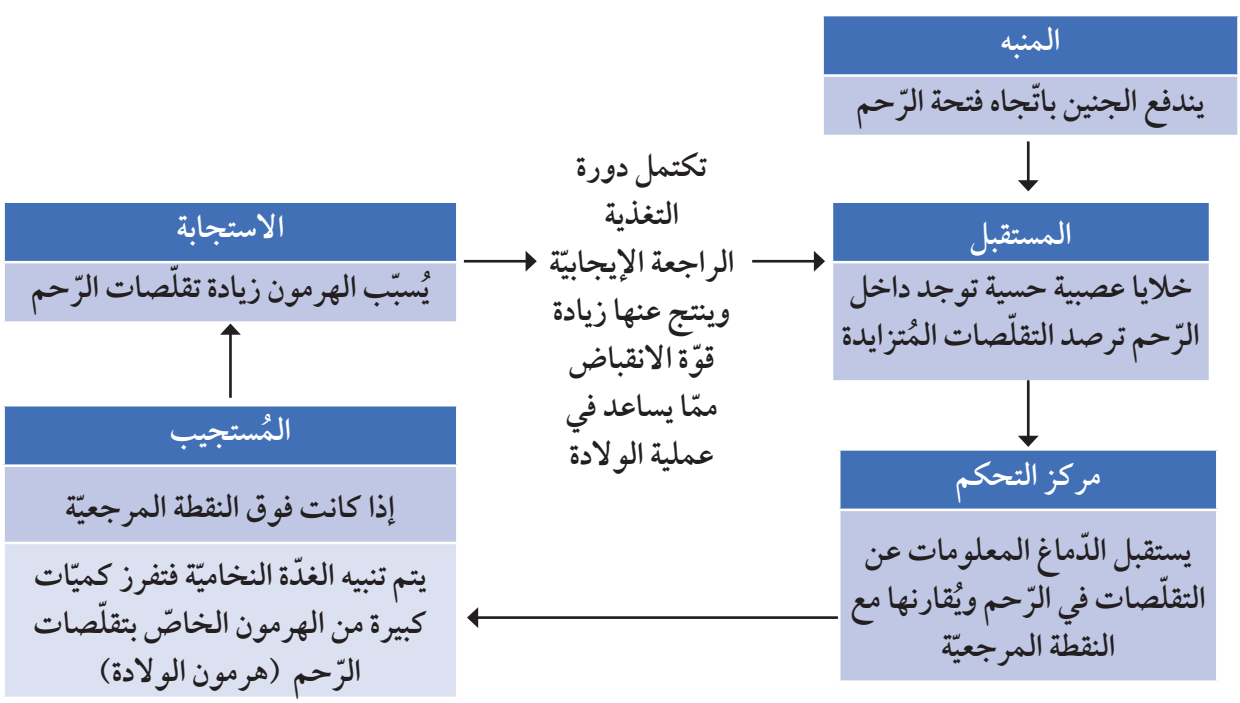
تدفع **التّغذية الراجعة الإيجابيّة** التغيّر بصورةٍ أسرع (شكل 81) وبنفس اتّجاهه حيث يدفع المُستجيب قيمة المُتغيّر بعيدًا عن النقطة المرجعيّة. مثلاً كما تعلم أنّ الحالة الطبيعيّة للدم هي السائلة ويتوجّب على الجسم المُحافظة عليها للاتّزان الداخلي، فعند حدوث النّزيف تتكوّن الجلطة الدمويّة لإيقافه، إذ يُؤدّي تنشيط عامل تجلّط مُعيّن إلى تنشيط عاملٍ آخر، وهكذا تسير في سلسلة سريعة إلى أن تتكوّن الجلطة لتُحافظ على ثبات حجم الدم النسبي في الجسم.



شكل (81)

تُعتبر التغذية الراجعة الإيجابيّة أقلّ شيوعًا من التّغذية الراجعة السلبيّة، لأنّها تُنجز وظائف محدودة في الجسم وتُساهم في زيادة التغيّر للمُحافظة على سلامة الكائن الحي، ولا توجد نقطة مرجعيّة ثابتة، بل تستمرّ الاستجابة في الازدياد حتى يتحقّق الهدف النّهائي.

تتبّع خطوات التغذية الراجعة الإيجابيّة أثناء ولادة الجنين. كما في المخطط (شكل 82)



شكل (82)

وجه المقارنة	التغذية الراجعة السلبية	التغذية الراجعة الإيجابية
اتّجاه الاستجابة بالنسبة للمنبّه	عكس اتّجاه المنبّه (تُعارض أو تُقاوم التغيّر)	باتّجاه المنبّه
علاقة الاستجابة بالنقطة المرجعية	العودة إلى النقطة المرجعية المستقرّة	بعيدًا عن النقطة المرجعية
مثال	– تنظيم درجة حرارة الجسم – تنظيم سكّر الدم	– تجلّط الدم – انقباضات الرحم (الولادة)

تحقّق ممّا تعلمت

تعرّض شخص لموقفين مختلفين، فكانت الاستجابة مختلفة في كلّ موقف، ادرس كلّ حالة حسب المعلومات المسجّلة في الجدول، ثمّ أجب على الأسئلة.

الحالة (أ)	الحالة (ب)
زاد التغيّر حتى تحقّقَ الهدف المُحدّد	**عاد التغيّر للمستوى الطبيعي**

1 – اكتب رمز الحالة التي تُمثّل التغذية الراجعة السلبيّة، مع تفسير السبب.

الحالة (.....) .....

.....

2 – أيّ الحالتين تُمثّل التغذية الراجعة الإيجابيّة؟ ولماذا؟

الحالة (.....) .....

.....

الأحياء والعلوم الأخرى

ابحث في المصادر الالكترونيّة عن كيفيّة عمل الروبوت الذكيّ، واكتب تقريرًا تُقارن بينه وبين الإنسان من حيث طريقة الاستجابة للتغيّرات المُحيطة.

تقويم الدرس 2-2

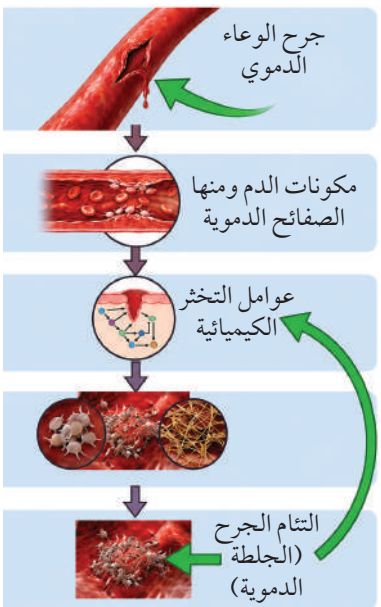
السؤال الأول: اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدلّ عليه كلّ من العبارات الآتية:

م	العبارة	المصطلح
1	الثّبات الديناميكي للبيئة الدّاخليّة في جسم الكائن الحي.	
2	القيمة المستهدفة المخزّنة في مركز التحكم، وتستخدم لمُقارنة المعلومات الوارِدة من المُستقبلات للحِفاظ على حالة اتّزان الجسم.	
3	العمليّة التي تحدث في الجسم وتُصدر استجابة تُعارض المُنبّه، من أجل الرجوع للنقطة المرجعيّة وتحقيق الاتّزان الدّاخلي.	
4	العمليّة التي يتمّ خلالها إنجاز وظائف محدودة في الجسم وتُساهم في زيادة التغيّر ولا توجد نقطة مرجعيّة ثابتة، بل تستمرّ الاستجابة في الازدياد حتى يتحقّق الهدف النهائي.	

السؤال الثاني: ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (✗) أمام العبارة غير الصحيحة لكلّ عبارة من العبارات الآتية:

م	العبارة	الإجابة
1	تُنفّذ المُستقبلات الأوامر الوارِدة من مركز التحكم.	
2	يقتصر دور مركز التحكّم على استقبال المعلومات من المُستقبل دون مُقارنتها بالنقطة المرجعيّة.	
3	قد يكون المُستجيب في آليّات الاتّزان الدّاخلي عضلة أو غدّة.	
4	يُمكن التمييز بين التغذية الراجعة السلبيّة والإيجابيّة من خلال تحديد ما إذا كان اتّجاه الاستجابة مُعارِضًا للمُنبّه أم باتّجاهه حتى يتحقّق الاتّزان.	

السؤال الثالث: ادرس الشكل المُوضّح أمامك، ثم أجب عن المطلوب:



يُمثّل الشكل آليّة عمل التغذية الراجعة الإيجابيّة في تكوين الجلطة الدمويّة عند حدوث جرح في الوعاء الدموي ، علمًا بأنّ النقطة المرجعية هي الحالة السائلة للدم، والمطلوب:

– حدّد عناصر الاتّزان الداخلي للتغذية الراجعة الإيجابيّة، مُستعينًا بالعبارات الموجودة أمام كل خطوة في الصورة.

1 – .....

2 – .....

3 – .....

4 – .....

5 – .....

السؤال الرابع: أجِب عن الأسئلة الآتية:

1 – إذا ارتفعت درجة حرارة الجسم عن النقطة المرجعيّة، ولكن الأوعية الدمويّة لم تستجِب لإشارات مركز التحكّم، أي عنصر من عناصر آليّة الاتّزان الدّاخلي تأثّر بهذا الخلَل؟ وماذا سيحدث للشخص؟ اكتب رأيك العلمي.

.....

.....

2 – انخفض مُستوى الماء في جسم شخص بعد مُمارسة الرياضة والتعرّق لفترة طويلة، المطلوب:

أ – ما نوع التغذية الراجعة التي تُحافظ على توازن الماء في جسمه؟ .....

ب– ارسم مخطّطًا سهميًّا توضّح فيه عناصر التغذية الراجعة ونوعها.

الفصل الثاني

أجهزة الدعم والحركة في جسم الإنسان

Support and Movement Systems in the Human Body

قَالَ تَعَالَىٰ:

﴿ ثُمَّ خَلَقْنَا ٱلنُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا ٱلْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا ٱلْمُضْغَةَ عِظَٰمًا فَكَسَوْنَا ٱلْعِظَٰمَ لَحْمًا ثُمَّ أَنشَأْنَٰهُ خَلْقًا ءَاخَرَ ۚ فَتَبَارَكَ ٱللَّهُ أَحْسَنُ ٱلْخَٰلِقِينَ ﴿١٤﴾ ﴾

(سورة المؤمنون: ١٤)

الدرس 2-3 فسيولوجيا الجهاز الهيكلي

Physiology of the Skeletal System

الدرس 2-4 فسيولوجيا الجهاز العضلي

Physiology of the Muscular System

درس 2 - 3

فسيولوجيا الجهاز الهيكلي
Physiology of the Skeletal System

شكل (83)

تُعَدّ إصابات الملاعب من المشكلات الشائعة التي قد تُواجه الرياضيين، والتي تنتج بسبب حركات عنيفة أو احتكاك قوي بلاعبٍ آخر أو القيام بحركات مُفاجِئة بشكلٍ خاطئ.

من أمثلة الإصابات التواء الكاحل، الشدّ والتمزّق العضلي. (شكل 83)

تبرز أهميّة تكامل الأجزاء الرئيسيّة لأجهزة الدعم والحركة كالعِظام، العضلات والمفاصل في حماية الجسم والحفاظ على توازنه وكفاءته الحركية.

كيف تُساهم العِظام والمفاصل في دعم وتسهيل الحركة؟

ماذا سأتعلم ؟

- البنيــة التشــريحيّة والوظيفيّــة للعظــام.
- ديناميكيّــة العظــام بيــن البنــاء والهــدم للمحافظــة علــى الاتّــزان الداخلــي.
- التركيــب التشــريحي للمفاصــل حــرّة الحركــة.
- كفاءة الجهاز اليكلي.

كيف سأتعلم ؟

- أفسّــر علميّــا العلاقــة بيــن التركيــب والوظيفــة للعظــام.
- أناقــش دور الخلايــا البانيــة والخلايــا الهادمــة فــي تحقيق الاتّــزان الداخلــي.
- أنفّــذ تجربــة عمليّــة للتعــرّف علــى حركــة المفاصــل.
- أشــارك مــع زملائــي كيفيّــة المحافظــة علــى كفــاءة الجهــاز الهيكلــي.

يتكوّن جسم الإنسان من عِدّة أجهزة تعمل معًا على اتّزان بيئته الداخلية والمُحافظة على حياته.

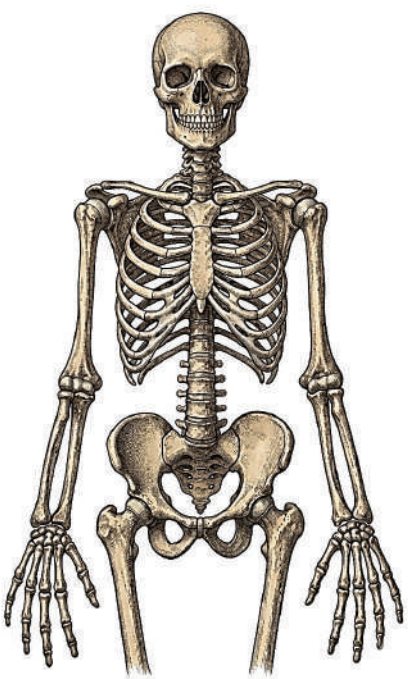
يُشكّل الجهاز الهيكلي أحد أهم الأجهزة لدى الإنسان، فقد درستَ سابقًا بأنّه يتكوّن من مجموعة من العظام المُترابطة التي تختلف في أشكالها وأحجامها، بالإضافة إلى الغضاريف والمفاصل.

يتميّز الجهاز الهيكلي ببُنيَتِهِ المُنظمة والدقيقة التي تُظهر مدى تعقيد جسم الإنسان وتكامله.

1. عظام الهيكل العظمي

تُصنّف عظام الهيكل العظمي، بِناءً على موقعها في الجسم إلى **قسمين رئيسيّين: الهيكل المحوري Axial Skeleton** ويُمثّل الجمجمة، العمود الفقري، الأضلاع وعظمة القص.

الهيكل الطرفي Appendicular Skeleton الذي يشمل عظام الأطراف المُرتبطة بالحزام الصدري والحزام الحوضي. (شكل 84)



شكل (84)

يقوم الهيكل العظمي بعِدّة وظائف، منها: دعم الجسم عند الوقوف، حماية الأعضاء الداخليّة مثل الدماغ والقلب، إنتاج خلايا الدم، وتخزين المعادن والدهون، بالإضافة إلى توفير ليونة الحركة بالتّعاون مع العضلات.

2. البُنيَة التشريحيّة والوظيفيّة للعظام

كما درستَ سابقًا، يتميّز العظم بأنّه أكبر صلابة وأقلّ مرونة من الغضروف، وهو المُكوّن الرئيسي للهيكل العظمي.

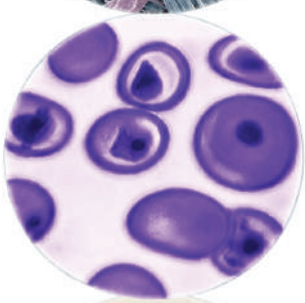
يتكوّن الهيكل الجنيني في مراحله المُبكّرة من غضاريف إلّا أنّ مُعظمها يُستبدَل لاحقًا بعِظام أثناء عملية النموّ، وللتعرّف على كيفيّة تكوّن العظام لابد أولًا من فهم أصل الخلايا المسؤولة عن بنائها.

1.2 تطوّر الخلايا الجنينيّة إلى خلايا بانية مُتخصّصة

خلال نموّ الجنين، تتمايز الخلايا الجنينيّة المُكوّنة للجهاز الهيكلي إلى **ثلاثة أنواع من الخلايا** (شكل 85) وهي:

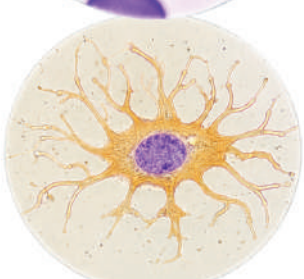
الخلايا البانية للألياف

مثل ألياف الكولاجين المُكوّنة للأربطة والأوتار، وتُكسِب العِظام قوّة الشدّ وتحمّل الضغط



الخلايا البانية للغضروف

مثل النسيج الغضروفي الزجاجي الذي يتواجد على سطوح بعض المفاصل، ويُكسِب العِظام مُرونة الحركة



الخلايا البانية للعظم

تُكوّن خلايا مُتخصّصة مسؤولة عن بِناء وتكوين العِظام الجديدة في الجسم، وتوجد كلّ خلية عظميّة داخل فراغ يُسمّى مِحفظة

شكل (85)

نشاط (10) تأثير أنواع السوائل على صلابة وقوّة العظام

الهدف من النشاط	المهارات المُكتسبة	أدوات النشاط	الأمن والسلامة
استنتاج تأثير الأحماض على الخواص الكيميائية والفيزيائية للعظام	دقة الملاحظة والقياس الاستقصاء العلمي تسجيل البيانات التفسير العلمي رسم العلاقات البيانية	قطعتان من عظام ساق الدجاج- ملقط قفازات مناديل ورقية ميزان حساس - كؤوس زجاجية - ماء مقطر حمض الأسيتيك (خل)	لبس القفازات استخدام الكؤوس الزجاجية بحذر

- التحضير للتجربة مُسبقًا حتى تكون النتائج واضحة

الخطوات

أ - اختر قطعتين من عظام ساق الدجاج تكون مُتشابهة في الحجم والشكل والكتلة تقريبًا، ثمّ البس القفازات واغسلهما جيّدًا ونشّفهما بالمناديل الورقية.

ب- سجّل كتلة العظام بالميزان وسجّل مدى قوّتها وصلابتها قبل التجربة في الجدول.

ج- املأ كأسًا (200 مل) من الماء المُقطر و الآخر (200 مل) من حمض الأسيتيك (خل)، ثم اغمر العظمة بالكامل داخل كل الكأس.

د- التقط قطعتي العظام الموجودة في الكؤوس بالملقط ونشّفهما بالمناديل الورقية جيّدًا، ثمّ سجّل كتلتيهما بعد مرور 24 ساعة وبعد مرور 48 ساعة، وقارن التغيّرات في الكتلة.

هـ- حاول أن تثني كلّ عظمة أو تضغط عليها، وسجّل التغيّرات في الصلابة والقوّة وقارن بينهما.

أولاً: الملاحظة

1 –سجّل البيانات في الجدول.

الزمن	كتلة العظم في الماء (جم)	كتلة العظم في الخل (جم)	الملاحظات – صلابة وقوّة عالية – صلابة وقوّة متوسطة – صلابة وقوّة منخفضة
قبل التجربة			
بعد مرور 24 ساعة			
بعد مرور 48 ساعة			

2 – حدّد اسم المُكوّن المسؤول عن صلابة العظام والمُكوّن المسؤول عن قوّة شدّها:

– المُكوّن المسؤول عن صلابة العظام يُسمّى .....

– المُكوّن المسؤول عن قوّة شدّ العظام يُسمّى .....

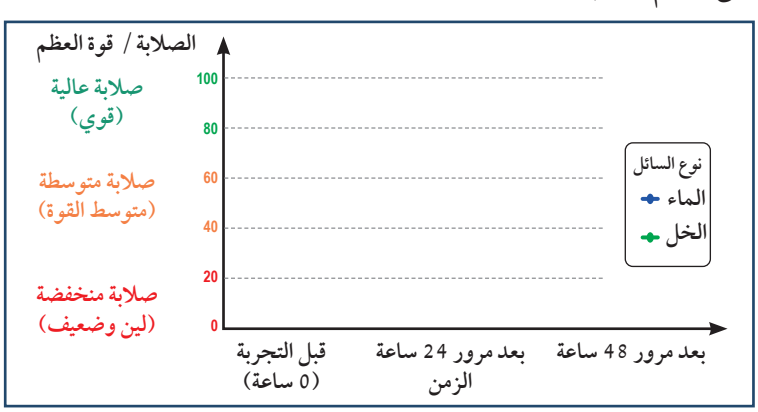
3 – كم قيمة التغير في كتلة العظام المغمورة في الماء؟ .....

4 – فسّر علميًّا سبب التغيّر في كتلة العظام المغمورة في حمض الأسيتيك (الخل) وسهولة انثنائها.

.....

.....

5 – بناءً على البيانات التي قُمتَ بتسجيلها في الجدول، ارسم العلاقة البيانية التي تُوضّح تأثير نوع السائل على صلابة وقوّة العظم خلال الفترات الزمنية (عند الرسم استخدم اللون الأزرق للدلالة على الماء، واللون الأخضر للدلالة على الخل)، ثم اكتب استنتاجك.



ثانيًا: الاستنتاج

.....

.....

2.2 تركيب العظم

هل العظم صلب بالكامل؟ قد يبدو العظم للوهلة الأولى صلبًا وقاسيًا، لكنّه في الحقيقة نسيج حيّ يُؤدّي وظائف مُهمّة في جسم الإنسان.

فما أجزاء العظم؟ وممّ يتكوّن كلّ جزء؟ (شكل 86 – أ، ب، ج)

يتكوّن العظم من:

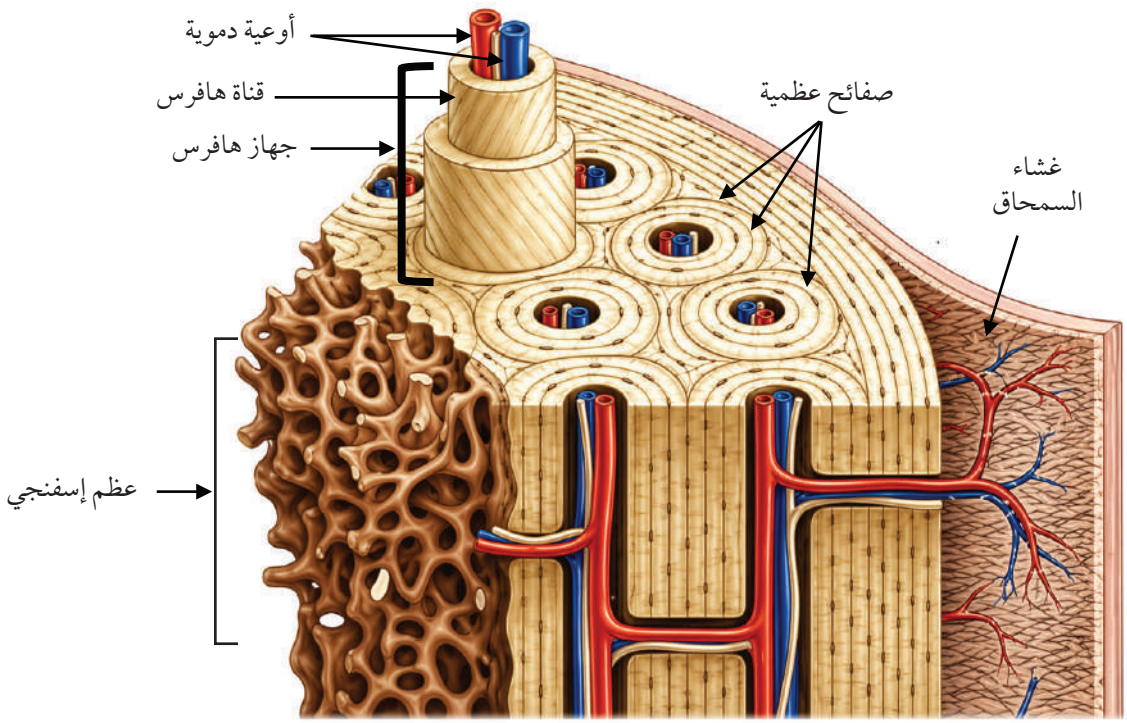
أ – **غشاء السّمحاق Periosteum**: يُغطّي سطح العظم باستثناء أطراف نهايتي العظم، ويُعَدّ غِشاءً ليفيًّا قويًّا بسبب وجود كميّات كبيرة من ألياف الكولاجين، ويضمّ أوعية دمويّة لِتغذية الخلايا العظميّة إلى جانب شبكة من الأعصاب.

ب– **العظام الصّلبة Compact Bone**: عبارة عن نسيج عظمي مُتراصّ يُحيط بجسم العظم ونهايته. يتكوّن العظم الصّلب من وِحدات تركيبيّة كثيرة تُسمى **أجهزة هافرس Haversian Systems**، وكلّ وِحدة مُكوّنة من قناة اسطوانية وسطى تُعرَف **بقناة هافرس** تُحيط بها خلايا عظمية تترتّب دائريًّا بواسطة **الصفائح العظمية** (المادة البينية) على شكل حلقات تمتدّ بداخلها الأوعية الدمويّة المسؤولة عن تغذية الخلايا العظميّة من خلال **القنيّات الدقيقة**، وقد تحتوي قناة هافرس على الأعصاب.

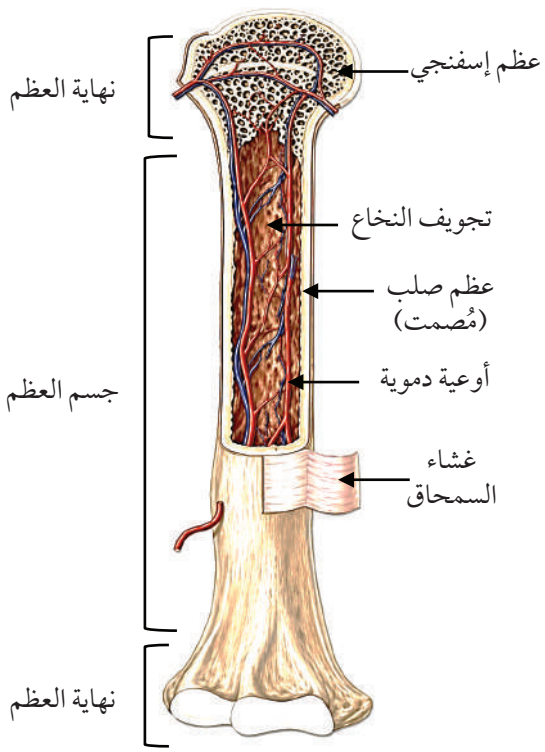
ج– **جسم العظم Diaphysis**: الجزء الواقع بين نهايتي العظم، يتألّف من عظم مُصمت يُحيط بتجويف نخاعي يحتوي على نخاع العظم الأصفر الذي يُخزّن كميّات كبيرة من الدهون.

د– **نهايتا العظم**: تتألّف من **عظام إسفنجيّة Spongy Bone** تحتوي على أوعية دموية ونخاع العظم الأحمر الذي يُنتج كافّة أنواع خلايا الدم.

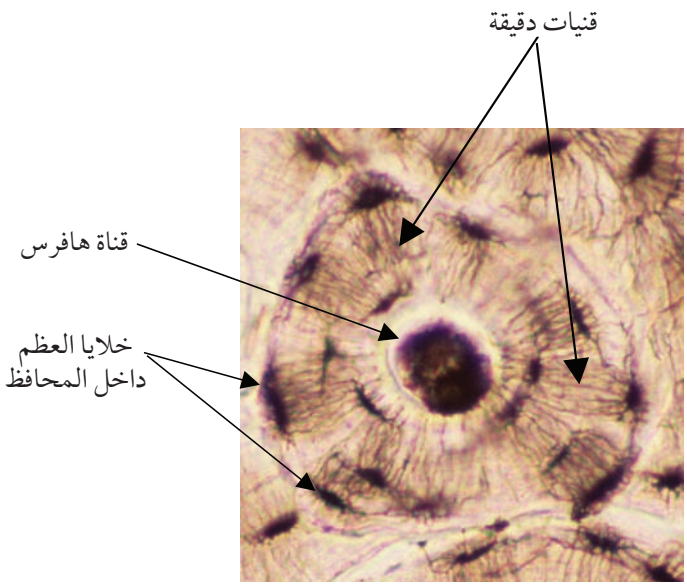
هـ– **الغضروف المِفصلي Articular Cartilage**: عبارة عن طبقة رقيقة من النسيج الغضروفي الزجاجي، تُغطي أطراف نهايتي العظم في المِفصل حرّ الحركة.



شكل (86 – أ)

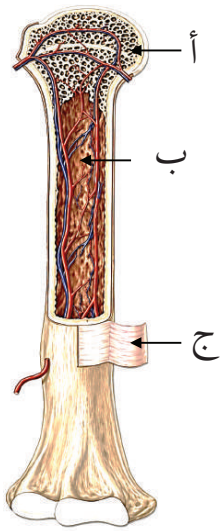


شكل (86 – ج) قطاع طولي لعظمة الطويلة



شكل (86 – ب)
قطاع عرضي لعظم كثيف

تحقّق ممّا تعلمت



أمامك قطاع طولي لإحدى العظام الطويلة، والمطلوب:

1 – ما الرمز الذي يتواجد فيه كلٌّ من:

– نخاع العظم الأحمر؟ .....

– نخاع العظم الأصفر؟.....

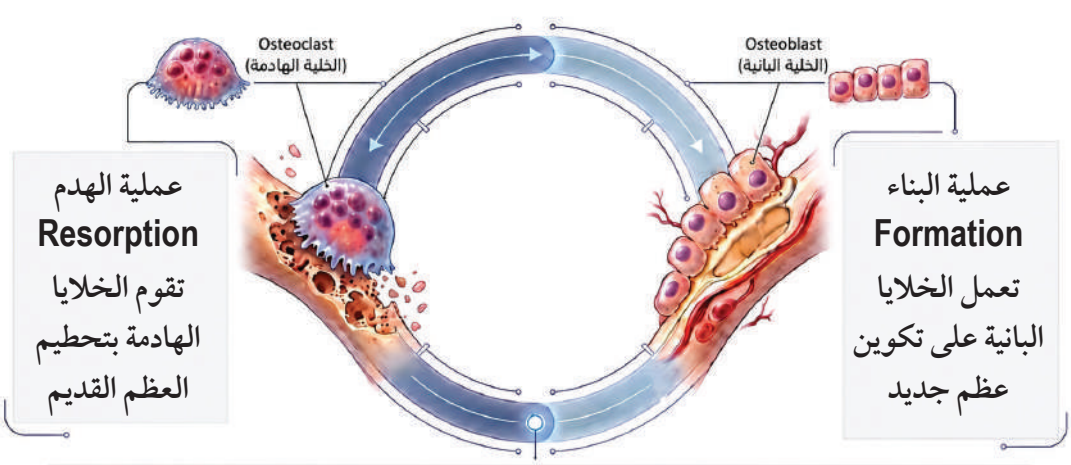
2 – اذكر أهميّة الجزِء المشار إليه بالرمز (ج).

.....

3.2 ديناميكيّة العظم بين البناء والهدم

تُعَدّ العظام نسيجًا حيًّا يتميّز بقدرته على **النموّ وإعادة التشكّل Remodeling**، حيث يحدث توازن مُستمرّ بين عمليّتي **البناء والهدم**. (شكل 87)

يوجد نوع من الخلايا تُسمّى **الخلايا الهادمة للعظم Osteoclasts** تتكوّن من اندماج عدّة خلايا دم بيضاء لذلك فهي مُتعدّدة الأنوية، وتعمل على تحطيم العظم القديم.



التجدّد والاتّزان Remodeling and Homeostasis
هذه الدورة المستمرّة تضمن قوّة العظام وتُحافظ على توازن فوسفات الكالسيوم في الجسم، ممّا يُحقّق الاتّزان الداخلي

شكل (87)

نشاط (11) أجهزة الدعم والحركة في جناح الدجاجة

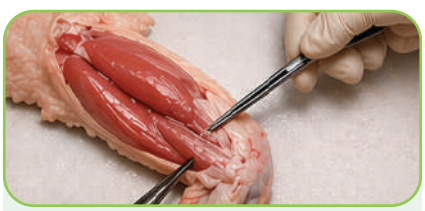
الهدف من النشاط	المهارات المُكتسبة	أدوات النشاط	الأمن والسلامة
التعرّف على مُكوّنات أجهزة الدعم والحركة في جناح الدجاجة	الملاحظة التشريح الدقيق التمييز تحليل حركة المفاصل	أجنحة الدجاج - ملقط مشرط- مقص- عدسة مكبرة- حوض تشريح قفازات- مناديل ورقية مسبار تشريح دبابيس كمام	لبس القفازات والكمام استخدام أدوات التشريح بحذر التخلص من النفايات بعد الانتهاء من التجربة بطريقة آمنة

- استخدم أجنحة الدجاج المحفوظة في الثلج.
- اتّبع خطوات تشريح الجناح الموضّحة في الصور أمامك.

خطوات التشريح

1 - البس القفازات وضع جناح الدجاج في حوض التشريح وبالعدسة المكبرة لاحظ الجلد

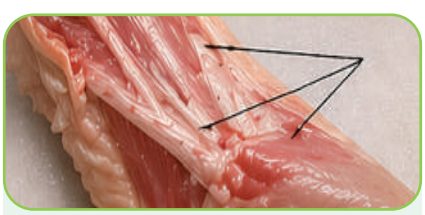
2 - استخدم المقص والمشرط لعمل شق طولي في الجلد، ثمّ ابعد الجلد بِلُطف



3 - لاحظ لون العضلات ومرونتها، شدّها بِلُطف للأعلى ولاحظ حركة العظام

4 - باستخدام الملقط والمقص، افصل العضلات بِلُطف لتظهر العظام ولاحظها

5 - لاحظ العظام الرئيسة بعضها منفصلة وبعضهما ملتحمة (لاحظ الكتف-الذراع-الساعد-اليد)



6 - لاحظ لون الأوتار وشكلها وموضعها، شدّها بالملقط بِلُطف ولاحظ حركة العظام

أولاً: الملاحظة

1 – عدّد الأجزاء الرئيسية لأجهزة الدعم والحركة التي لاحظتها عند تشريحك لجناح الدجاج:

أ –..... ب–..... ج–.....

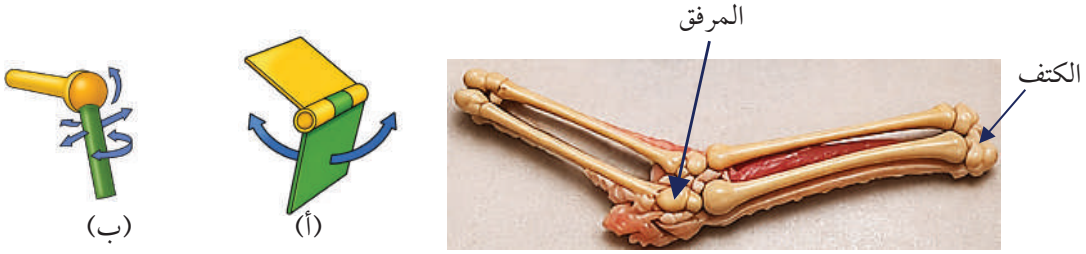
2 – ماذا يحدث للجناح عند شدّ العضلات بالملقط للأعلى قليلاً ؟ .....

3 – صِف شكل ولون الأوتار .....

4 – ماذا يحدث للجناح عند شدّ الأوتار بالملقط قليلاً ؟ .....

5 – أمامك نوعين من المفاصل (أ و ب)، والمطلوب:

– يرمز الشكل (.....) لمفصل الكرة والحُقّ، بينما يرمز الشكل (.....) للمفصل الرزّي.

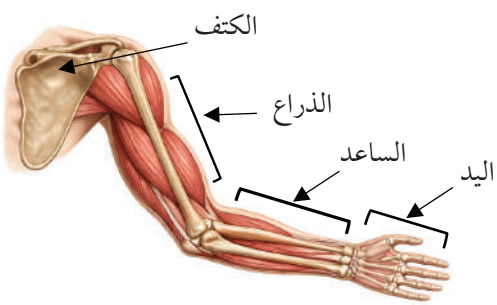


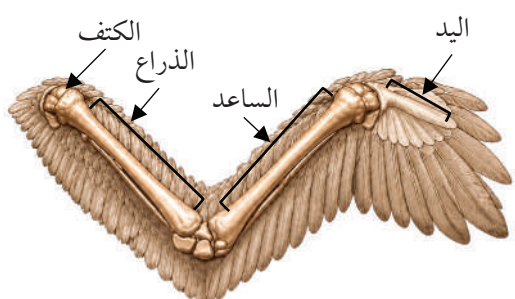
6 – لاحظ الصورة لأجزاء العظام الموجودة في جناح الدجاجة وذراع الإنسان، والمطلوب:

أ– عدّد أجزاء العظام المُشتركة بين جناح الدجاجة وذراع الإنسان:

– ..... – .....

– ..... – .....





ثانيًا: الاستنتاج

.....

.....

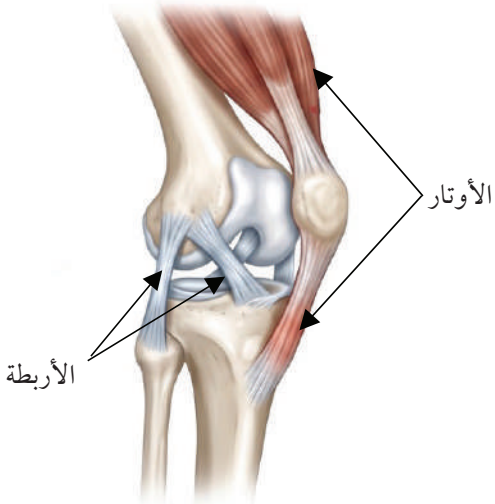
.....

3. الأنسجة الرّابطة اللّيفيّة

تتكوّن هذه الأنسجة من صفوف من الخلايا الليفيّة تتخلّلها ألياف الكولاجين، ممّا يمنحها القوّة والقدرة على تحمّل الشد، ومنها: (شكل 88)

أ- الأربطة: التي تربط العظام ببعضها البعض.

ب-الأوتار: التي تربط العضلات بالعظام.



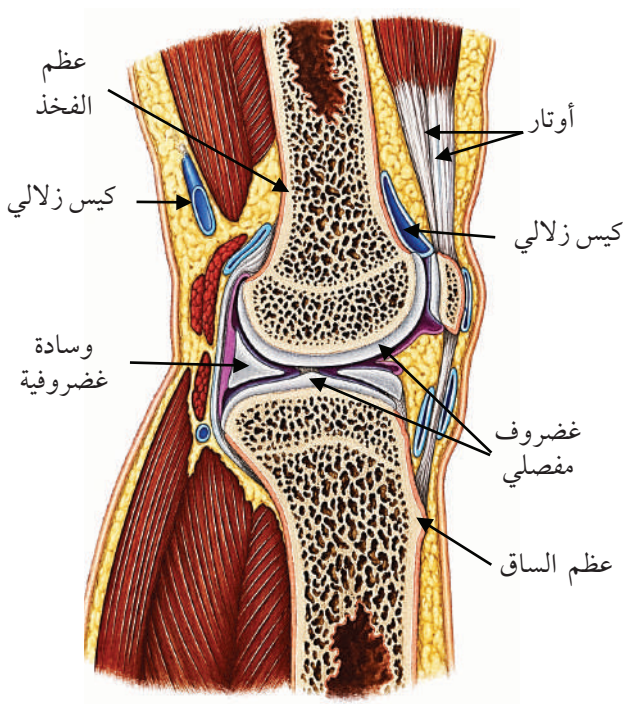
شكل (88)

4. حركة المفاصل والعظام

تلتقي العظام ببعضها البعض عند مناطق تُسمّى **المفاصل**، وتسمح مُعظم هذه المفاصل بحدوث الحركة بين العظام.

تُصنّف المفاصل إلى ثلاثة أنواع:

المفاصل عديمة الحركة، قليلة الحركة وحرّة الحركة، حيث سندرس إحداها من حيث البنية التشريحية والوظيفيّة وهي **المفاصل حرّة الحركة.**



شكل (89) مِفصل الركبة

تُعَدّ الركبة مِثالًا للمفاصل **حرّة الحركة Free movable joints** (شكل 89) وهي من أكبر مفاصل جسم الإنسان، وتُصنّف ضمن **المفاصل الرزّية** حسب نمط حركتها **(ثنائيّة الاتّجاه)**، لأنّ عظمة الساق السفلى تتحرّك إلى الأمام (البسط) والخلف (الثّني).

يتكوّن المفصل من التقاء عظم الفخذ مع عظم الساق، وتوجد بين سطحي العظمتين **وسائد غضروفيّة** هلاليّة الشكل تعمل على امتصاص الصّدمات، توزيع الضغط، وتقليل الاحتكاك أثناء الحركة.

كما توجد أكياس صغيرة مملوءة بسائل زلالي تنتشر حول المِفصل وخصوصًا بين الأوتار والعظام تُسمّى **الأكياس الزلاليّة** التي تعمل على تقليل الاحتكاك بين الأوتار والعظام أو العضلات.

تحقّق ممّا تعلمت

1 – لماذا تُعتبر الخلايا الهادمة للعظم متعدّدة الأنوية؟

.....

2 – ما الذي يمنع تآكل عظام مِفصل الركبة بالرّغم من تكرار حركتها يوميًّا؟

.....

.....

5. كفاءة الجهاز الهيكلي

قد تتعرّض العظام والمفاصل لعددٍ من الحالات الصحيّة التي تُؤثّر في حركتها ووظيفتها، ومنها:

أ – **كسر العظام (خلع):**

بما أن العظام صلبة فهي مُعرّضة للكسر أو الخلع نتيجة تعرّضها للحوادث أو الصدمات.

أحد أنواع الكسور الشائعة لدى الأطفال تُسمّى كسور العصا الخضراء Greenstick Fractures حيث لا يحدث انفصال كامل للعظم. (شكل 90) ويمكن علاج الكسور بالجبيرة ممّا يسمح للعظام بالالتئام في وضعها الصحيح، مع ضرورة اللّجوء إلى الراحة والابتعاد عن مُمارسة الأنشطة المُجهِدة للعظم.

شكل (90)
كسور العصا الخضراء

ب- هشاشة العظام **Osteoporosis**:

عبارة عن حالة فقدان العظام لكتلتها ومحتواها من الأملاح المعدنيّة مثل الكالسيوم، ممّا يزيد من خطورة تعرّضها للكسر، ويتقوّس العمود الفقري مع زيادة الهشاشة فيُصبح الشخص قصير القامة. (شكل 91)

من العوامل التي تُقلّل خطر الإصابة بهشاشة العظام تناول الأغذية الصحية الغنية بالكالسيوم، ومُمارسة التمارين الرياضيّة المُناسبة.

(شكل 91)

إضاءات بيولوجيّة

تُقدّم وزارة الصحة في **دولة الكويت** الخدمات العلاجية الخاصّة بالعظام والمفاصل، مثل **مستشفى الرازي** الذي يُعَدّ من المراكز المُتخصّصة، حيث يتمّ فيه استخدام أحدث التقنيّات في التّشخيص المُبكّر، كما يُوفّر أحدث العلاجات الدوائيّة والبيولوجيّة، للسّيطرة على الحالات المرضية وتقليل مُضاعفاتها، إلى جانب الرّعاية المُتكاملة التي تشمل العلاج الطّبيعي والمُتابعة المُستمرّة، وتنفيذ البرامج التوعويّة لِتَحسين نمط الحياة. (شكل 92)

شكل (92) مستشفى الرازي للعظام في دولة الكويت

الأحياء والعلوم الأخرى

ابحث في المصادر الالكترونيّة عن أسباب إصابة النساء بمرض هشاشة العظام أكثر من الرجال، واكتب تقريرًا لا يقلّ عن عشرة أسطر.

تقويم الدرس 2-3

السؤال الأول: ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (✗) أمام العبارة غير الصحيحة لكلّ عبارة من العبارات الآتية:

م	العبارة	الإجابة
1	يُحيط غشاء السّمحاق بجميع أجزاء العظم.	
2	تطوّرت الخلايا الهادمة للعظم من خلايا جنينيّة.	
3	تُصنّف عظام الأطراف المُرتبطة بالحزام الصدري والحزام الحوضي ضمن الهيكل الطرفي في جسم الإنسان.	
4	تعمل الأكياس الزلالية على تقليل الاحتكاك بين الأوتار والعظام أثناء الحركة.	

السؤال الثاني: اقرأ العبارات العلمية الآتية جيّدًا ثم أجب عن المطلوب:

1 – " تُعَدّ الركبة من المفاصل حرّة الحركة، وتُصنّف ضمن المفاصل الرزيّة ".

– لماذا تُصنّف الركبة ضمن المفاصل الرزيّة؟

.....

2 – " هشاشة العظام من الحالات التي قد تُصيب بعض الأشخاص ".

أ – ما سبب إصابة الشخص بهشاشة العظام؟

.....

ب– وضّح مدى تأثير زيادة هشاشة العظام على العمود الفقري.

.....

ج– كيف يُمكن تقليل خطر الإصابة بهشاشة العظام؟

.....

درس 4 - 2

فسيولوجيا الجهاز العضلي
Physiology of the Muscular System

شكل (93)

كشفت الدراسات المِخبريّة عن احتواء أغلب العضلات على مزيج من نوعين من الألياف الفاتحة والداكنة.
(شكل 93)

تختلف ألوان الألياف العضلية باختلاف وظائفها، إذ يمتلك عدّاؤو المسافات الطويلة أليافًا عضلية بطيئة الانقباض داكنة اللون وغنية بالميتوكندريا، ممّا يُساعدها على التحمّل.

في المقابل، يمتلك رافعو الأثقال أليافًا عضلية سريعة الانقباض فاتحة اللون تحتوي على عددٍ أقل من الميتوكندريا، وتعتمد على الطاقة المُخزّنة لإنتاج القوة السريعة.

كيف ستعمل على تحسين كفاءة جهازك العضلي؟

ماذا سأتعلم ؟

- آليّة عمل العضلات الهيكليّة في أزواج مُتعاكسة.
- البنية التشريحيّة والوظيفيّة للألياف العضليّة.
- دورة الجسر العرضي.
- كفاءة الجهاز العضلي.

كيف سأتعلم ؟

- أستكشف آلية عمل العضلات الهيكلية.
- أفحص الألياف العضلية الهيكلية.
- أفسر دورة الجسر العرضي.
- أقترح مع زملائي كيفيّة المحافظة على كفاءة الجهاز العضلي.

استكشف

أعطى معلم الأحياء للمتعلم جاسم كُرة ليّنة، وطلب منه أن يضغط عليها بيده 15 مرّة (في ثلاث مجموعات تكراريّة متتالية)، بعد ذلك سأله المعلم عِدّة أسئلة، لكي تعرف بماذا أجاب جاسم، جرّب أنت عزيزي المتعلم:

1 – صِف حركة أصابع يدك عند الضغط على الكرة الليّنة.

.....

2 – لماذا تستطيع فتح وإغلاق يدك على الكرة؟

.....

3 – ما أهمية تكرار الضغط على الكرة؟ وفي أي مجموعة تكرارية شعرت بالتعب؟

.....

4 – ما اسم العضلات المسؤولة عن حركة الأصابع؟

.....

تعرّفتَ سابقًا على أنواع العضلات المختلفة ووظيفة كلّ نوع منها في الجسم، مثل **العضلات الملساء، العضلات القلبية والعضلات الهيكلية**.

تُشكّل العضلات الهيكلية جزءًا رئيسيًّا من الجهاز العضلي، وتُتيح للإنسان أداء مُختلف الأنشطة الحركية، كالجري والكتابة ورفع الأجسام من خلال انقباضها وانبساطها بصورة مُنتظمة ومُتناسقة.

1. العضلات الهيكليّة

ترتبط العضلات الهيكليّة ارتباطًا مُباشرًا بالجهاز الهيكلي حيث تتّصل بالعظام بواسطة الأوتار، ممّا يسمح بإحداث الحركة ودعم الجسم، ومن هنا جاءت تسميتها **بالعضلات الهيكليّة**.

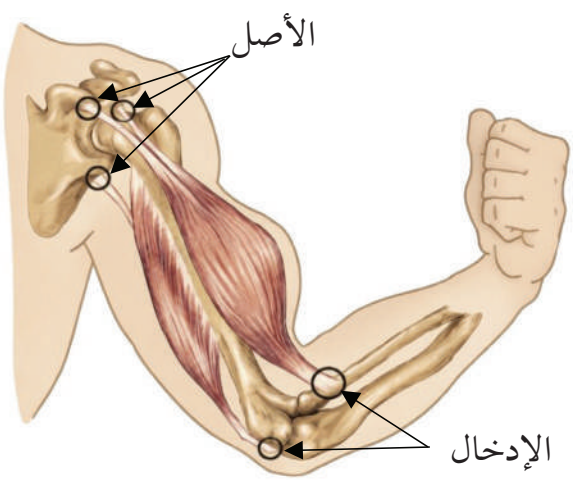
عند الفحص المجهري لهذه العضلات يظهر أنّها تحتوي على خيوط بروتينيّة تُعرَف **بالأكتين والميوسين** مُرتّبة بطريقة مُنتظمة تُكسبها مظهرًا مُخطّطًا مُميّزًا، ولذلك توصَف **بالعضلات المُخطّطة**.

1.1 العضلات الهيكليّة تعمل في أزواج مُتعاكسة

كيف تتحكّم كلّ عضلة في حركة جزء مُعيّن من العظام بدقّة؟

تبذل العضلة الهيكليّة جهدًا عندما تُحرّك إحدى العظام في **اتّجاهٍ واحدٍ فقط** فأغلبها تقصر عند الانقباض، وعندما ترتخي العضلة أو تنبسط وتستعيد طولها السّابق يعود العظم إلى موضعه الأصلي.

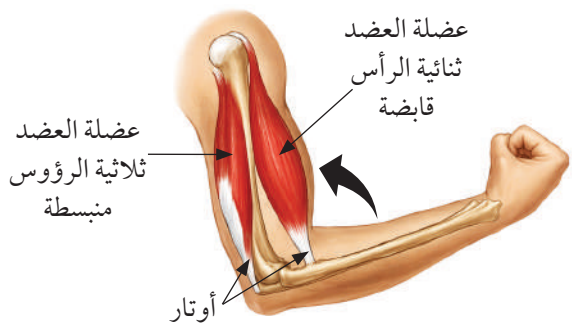
كما وضحنا سابقًا أنّ العضلات الهيكليّة ترتبط بالعظام بواسطة الأوتار، وتوجد لها نقطتا اتّصال إحداهما تُسمّى **الأصل Origin** وهي **نقطة اتّصال العضلة بالعظم الأكثر ثباتًا**، والأخرى تُسمّى **الإدخال Insertion** وهي **نقطة اتّصال العضلة بالعظم الأكثر حركة** والذي يتحرّك باتّجاه الأصل عند الانقباض. (شكل 94)



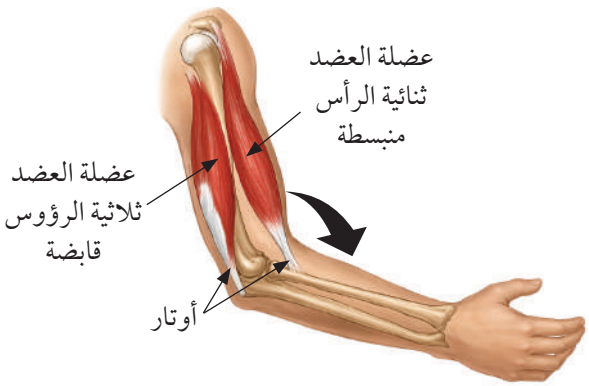
شكل (94)

بناءً على ذلك تعمل العضلات الهيكليّة في **أزواجٍ مُتعاكسة** إذ تنقبض العضلة القابضة لِتقريب العظم نحو الجسم فينثني الذراع، بينما ترتخي العضلة الباسطة في الوقت نفسه.

ثمّ يحدث العكس حيث تنقبض العضلة الباسطة وترتخي القابضة فينبسط الذراع، ممّا يُتيح حركة مفصلية مُنتظمة ومتوازنة. (شكل 95 – أ، ب)



شكل (95 – أ) العضلة القابضة ترفع الساعد



شكل (95 – ب) العضلة المنبسطة تخفض الساعد

تحقّق ممّا تعلمت

أمامك مجموعة من الأدوات مثل: قِطَع من الورق المُقوّى (كرتون) – صمغ – مقص – بكْرَتان من الخيوط الزرقاء والحمراء – حلقات دائرية – أعواد بلاستيكية أنبوبيّة الشكل مُجوّفة.

المطلوب منك، اختر تصميم أحد النموذجين كالآتي:

– الأول (تصميم نموذج يد تعمل فيه العضلات بحركة واحدة – الانقباض فقط)

– الثاني (تصميم نموذج يد تعمل فيه العضلات في أزواج مُتعاكسة – الانقباض والانبساط)

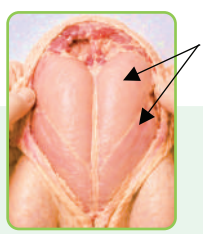
نشاط (12) أنواع العضلات الهيكلية في جسم الدجاجة

الهدف من النشاط	المهارات المُكتسبة	أدوات النشاط	الأمن والسلامة
تمييز العضلات الهيكلية في جسم الدجاجة	الملاحظة التشريح الدقيق الربط بين التركيب والوظيفة تحليل العلاقة البيانية	دجاجة كاملة - ملقط مشرط - مقص حوض تشريح قفازات مسبار- كمام	لبس القفازات والكمام استخدام أدوات التشريح بحذر التخلص من النفايات بطريقة آمنة

- استخدم دجاجة كاملة محفوظة في الثلج.
- اتّبع خطوات التشريح الموضّحة في الصور أمامك.

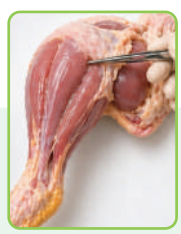
خطوات التشريح

1 - البس القفازات، وبالمشرط قُم بعمل شق طولي في الجلد لفتح الصدر وإظهار العضلات

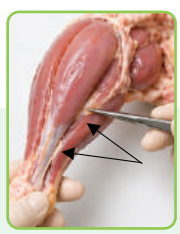


2 - ابعد الجلد، ولاحظ العضلة الصدرية الكبيرة (السطحيّة) وأسفلها العضلة الصدرية الصغيرة

3 - امسك الجهة الخلفية للفخذ وبالمشرط اعمل شق طولي ولاحظ العضلات ولونها



4 - امسك الجهة الأمامية للفخذ ولاحظ العضلات وقارنها بعضلات الجهة الخلفية



5 - لاحظ عضلات الساق السفلية طويلة وتمتد على طول الساق

6 - لاحظ لون الساق ولون الصدر، لاحظ أنواع العضلات في الساق والصدر

أولاً: الملاحظة

1 – كيف يُمكن تمييز العضلات الهيكلية من شكلها؟

.....

2 – أيّ العضلات الصدرية أكبر حجمًا (العلوية أم السفلية) ؟ ولماذا؟

.....

.....

3 – ادرس العلاقة البيانية وحدّد نوع العلاقة بين حجم العضلة وقوّتها.

.....

4 – اكتب رأيك، ماذا سيحدث لعضلات الإنسان إذا لم تُستَخدَم لفترة طويلة؟

.....

ثانيًا: الاستنتاج

– شخصان رياضيّان أحدهما يُمارس رفع الأثقال والآخر عدّاء ماراثون، أيّهما يمتلك كتلة عضليّة أكبر؟ اكتب استنتاجك مع ذكر السبب.

.....

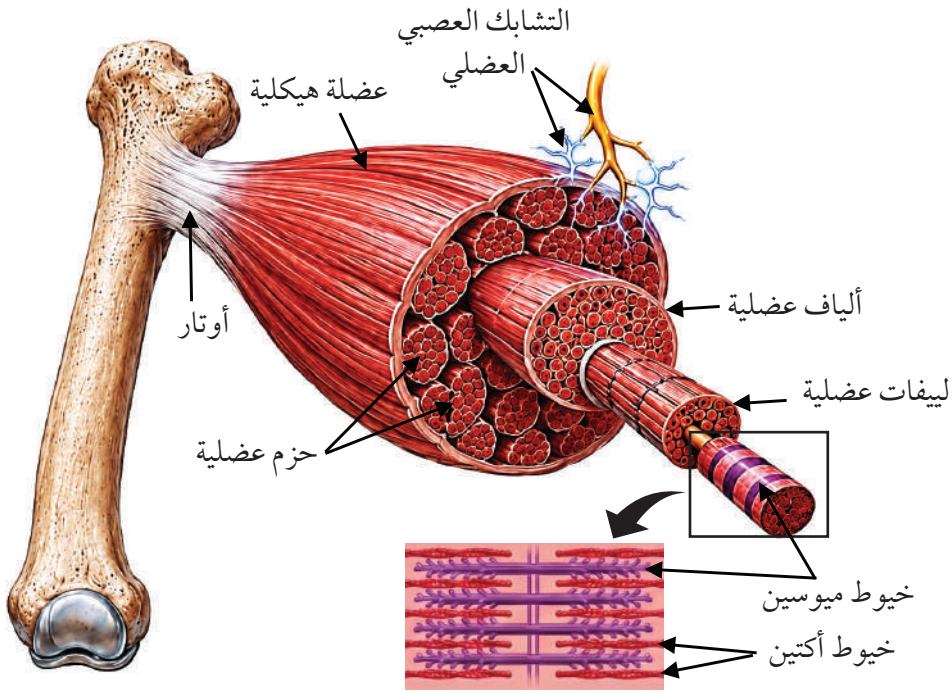
.....

.....

.....

2. البنية التشريحيّة والوظيفيّة للعضلة الهيكلية

تتألّف كلّ عضلة هيكليّة من نسيج مُخطّط يحتوي على حزَم عضليّة (شكل 96 – أ)، وكلّ حزمة تتكوّن من ألياف عضليّة **Muscle fibers**، وكلّ ليفة عضليّة عبارة عن خلية مُفردة مُتعدّدة الأنوية تحتوي على **تراكيب** اسطوانيّة دقيقة تُسمّى الليّفات العضليّة **Myofibrils** التي تتكوّن من خيوط **Myofilaments** رفيعة تُسمّى أكتين **Actin** وخيوط سميكة تُسمّى ميوسين **Myosin**، تترتّب الخيوط على شكل وحدات تُسمّى **القِطَع العضليّة Sarcomeres** حيث تمتدّ كلّ قطعة عضليّة بين **خطي Z** الداكنين. (شكل 96 – ب)



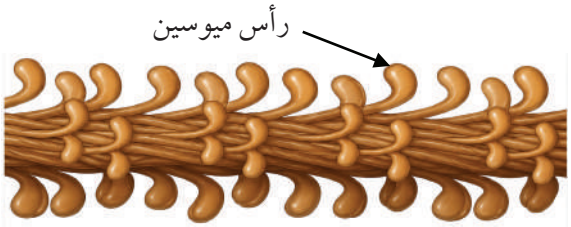
شكل (96 – أ)

شكل (96 – ب)

تُعتبر خيوط الأكتين والميوسين بالتعاون مع الجهاز العصبي هي المسؤولة عن دورة الجسر العرضي، كيف؟

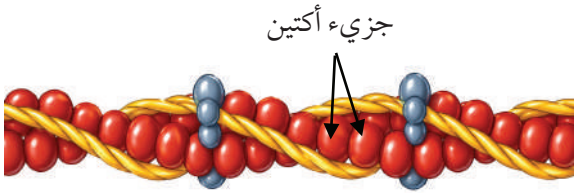
1.2 خيوط الأكتين والميوسين

تحتوي خيوط الميوسين السميكة على رؤوس، ويُشكّل كلّ رأس النقطة التي سيرتبط عندها مع خيط الأكتين الرفيع أثناء الانقباض العضلي. (شكل 97 – أ)



شكل (97 – أ) تركيب الميوسين

أمّا خيوط الأكتين الرفيعة فكما درستَ سابقًا تتكوّن من جزيئات بروتينية كروية مُرتّبة في خيطين مُلتفّين حول بعضهما بشكل لولبي تحوي مواقع ارتباط خاصّة. (شكل 97 – ب)



شكل (97 – ب) تركيب الأكتين

3. دورة الجسر العرضي

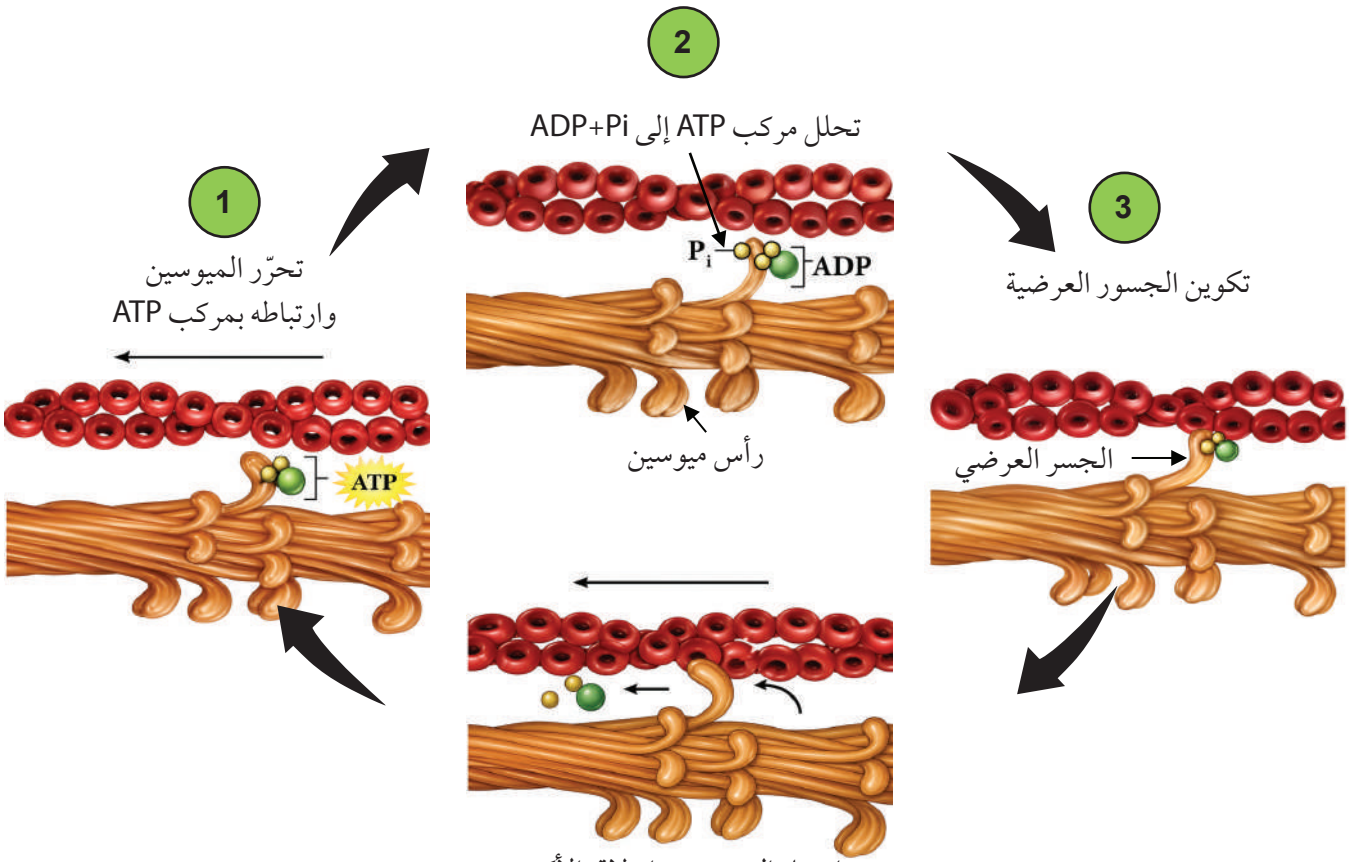
عند وصول الإشارة العصبية إلى العضلة يتحرّر مخزونها من أيونات الكالسيوم Ca^{2+}، فترتبط ببروتينات مُحدّدة على خيوط الأكتين، ممّا يُؤدّي إلى كشف مواقع الارتباط فيها وتحدث **دورة الجسر العرضي** (كلّ رأس ميوسين يقوم بدورة جسر مستقلّة)، والتي تُعتبر ضمن سلسلة من الانقباضات العضلية: (الشكل 98)

1 – يرتبط جزيء مركب الطاقة **ATP** برأس الميوسين لتحريره عن خيط الأكتين.

2 – يتحلّل جزيء الطاقة **ATP** إلى **ADP + Pi** داخل رأس الميوسين ليكون جاهزًا للارتباط.

3 – ترتبط رؤوس الميوسين بالمواقع المكشوفة على خيوط الأكتين لتُشكّل ما يُسمّى **بالجسور العرضية**.

4 – تنحني رؤوس الميوسين مُسبّبةً انزلاق خيوط الأكتين نحو مركز القطعة العضليّة ممّا يُؤدّي إلى تقلّصها.



شكل (98) دورة الجسر العرضي

لا تقتصر وظيفة العضلات الهيكليّة على إحداث الحركة فقط بل تُحافظ على درجة من الانقباض الجزئي المستمرّ (دائم) تُعرَف **بالتوتّر العضلي**، يُساعد على تثبيت وضعيّة الجسم والمُحافظة على اتزانه حتى في حالة السّكون.

ماذا لو نفدَ مخزون الخلية العضليّة من مركب الطاقة ATP بسبب توقّف عمل الميتوكوندريا المُفاجئ؟

عند توقّف الميتوكندريا المُفاجئ عن العمل يتوقّف إنتاج مركب الطاقة ATP الضروري لانفصال الجسور العرضيّة بين الأكتين والميوسين، ونتيجةً لذلك تظلّ رؤوس الميوسين مُرتبطة بخيوط الأكتين في وضعيّة الانقباض دون انفصال، فتُصبح العضلات صلبة وغير قادرة على الانبساط ممّا يُؤدّي إلى **التخشّب أو التيبّس** كما في حالة الموت.

تحقّق ممّا تعلمت

1 – ماذا يحدث لأيونات الكالسيوم Ca^{2+} عند وصول الإشارة العصبية إلى العضلة؟

.....

2 – ما أهمية تحلّل مُركّب ATP أثناء دورة الجسر العرضي؟

.....

.....

3 – ما سبب حدوث التخشّب؟

.....

.....

4. الإجهاد العضلي

لماذا تتوقّف دورة الجسر العرضي عند استخدام العضلة لوقتٍ طويل، بالرّغم من وجود أيونات الكالسيوم واستمرار وصول النبضات العصبيّة إلى العضلة؟

عند استمرار انقباض العضلة لفترةٍ طويلة تقلّ إمدادات جزيئات مركب الطاقة ATP للألياف العضليّة مع بقاء رؤوس الميوسين مُرتبطة بخيوط الأكتين في الجسور العرضيّة دون انفصال، **لذا لن تحدث دورة تالية فستتوقّف** وتُسمّى هذه الحالة **بالإجهاد العضلي بسبب هبوط مُعدّل ATP في العضلات ممّا يُؤدّي إلى عدم قدرة الألياف العضليّة على الاستمرار بالانقباض.**

5. كفاءة الجهاز العضلي

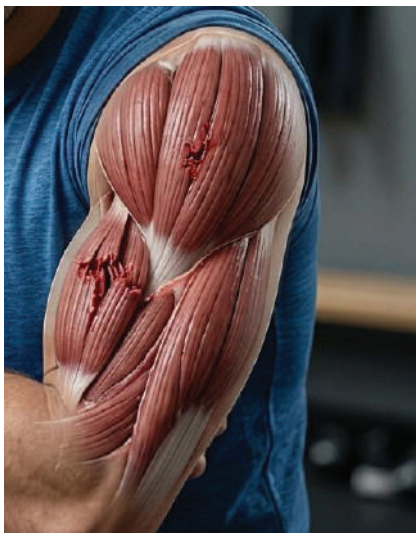
شكل (99)

قد تتعرّض العضلات لبعض الحالات التي تُؤثّر في أدائِها وقدرتها على الحركة، ومن أبرزها:

أ – **التشنّجات العضليّة Muscle Cramps:**

من أسباب حدوثها هي المشاكل العصبيّة، كالنشاط العصبي المُفرط أو غير الطبيعي نتيجة اختلال توازن الأملاح (مثل الكالسيوم، الصوديوم والبوتاسيوم)، فتحدث انقباضات مُفاجِئة لإراديّة وقويّة في العضلة تُسبّب ألمًا (شكل 99)، وعادةً تحدث في الليل أثناء النّوم أو بعد مُمارسة التّمارين الرياضيّة. يزول التشنّج بعد تدليك العضلة أو تمديدها، مع ضرورة مراجعة الطبيب لفحص نسبة الأملاح من خلال التحاليل الطبيّة ووصف العلاج المُناسب لتعويض النقص في الأملاح المعدنيّة.

ب- التمزّق العضلي Muscle Strain Tear



شكل (100)

تنتج هذه الحالة بسبب الإجهاد العضلي الشديد أو تمدّد العضلة بشكلٍ يفوق قدرتها الطبيعيّة على التحمّل ممّا يُؤدي إلى تلَف أو تمزّق جزئي أو كلّي في الألياف العضلية والأوعية الدمويّة المُغذّية لها.

يُصاحب هذه الحالة ألم حادّ مُفاجئ وتورّم مع ظهور كدَمات زرقاء نتيجة النّزف الداخلي بالإضافة إلى فقدان مُؤقّت لِقُدرة العضلة على الحركة.

يُمكن علاج **التمزّق الجزئي** بالراحة التامّة ووضع كمادات باردة (ثلج) لتقليل التورّم مع رفع العضو المُصاب، أمّا في حالة **التمزّق الكلّي** فقد يتطلّب تدخّلاً جراحيًّا لإعادة بِناء الألياف بالإضافة إلى العلاج الطبيعي. (شكل 100)

إضاءات بيولوجيّة

(شكل 101)

تولي **دولة الكويت** اهتمامًا متزايدًا بالصحّة الرياضيّة، باعتبارها وسيلة أساسيّة للوقاية من الأمراض وتحسين نمط الحياة، ومن أبرز الإنجازات هي إطلاق مبادرات مثل **"خطوات صحيّة"** لتعزيز النشاط البدني ضمن الخطط التنمويّة، إضافة إلى تنظيم فعاليّات مثل **"يوم الكويت الرياضي"** الذي شهِد مُشاركة آلاف الأفراد من مُختلف الفِئات (شكل 101)

الأحياء والعلوم الأخرى

ابحث في المصادر الالكترونيّة عن أسباب إصابة بعض الأشخاص بمرض الوهن العضلي الوبيل، واكتب تقريرًا لا يقلّ عن عشرة أسطر.

تقويم الدرس 2-4

السؤال الأول: اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدلّ عليه كلّ من العبارات الآتية:

م	العبارة	المصطلح
1	نقطة اتّصال العضلة بالعظم الأكثر ثباتًا.	
2	نقطة اتّصال العضلة بالعظم الأكثر حركة.	
3	حالة ناتجة عن هبوط مُعدّل ATP في العضلات ممّا يُؤدّي إلى عدم قدرة الألياف العضليّة على الاستمرار بالانقباض.	

السؤال الثاني: أجِب عن الأسئلة الآتية:

1 – كيف تعمل العضلات الهيكلية في أزواج مُتعاكسة؟

.....

.....

.....

2 – ما أهمية التوتر العضلي للإنسان؟

.....

.....

3 – عدّد أسباب حدوث التشنّجات العضليّة المُؤلمة.

.....

.....

مصطلحات علمية – الوحدة الثانية

1 –**الخلية**: الوِحدة الأساسيّة لِبناء الأنسجة، وتتميّز بالتخصّص.

2 –**النسيج**: عبارة عن مجموعة مُنتظمة من الخلايا المُتشابهة في التركيب والوظيفة.

3 –**العضو**: تركيب في الجسم مُكوّن من عدّة أنواع من الأنسجة التي تُشكّل وِحدة تركيبيّة ووظيفيّة.

4 –**الجهاز**: يتكوّن من مجموعة من الأعضاء التي تتعاون لإنجاز الأنشطة الأساسيّة في الجسم.

5 – **الاتّزان الدّاخلي**: الثّبات الدّيناميكي للبيئة الدّاخليّة في جسم الكائن الحي.

6 –**النقطة المرجعية**: القيمة المستهدفة المخزّنة في مركز التحكم، وتستخدم لمُقارنة المعلومات الوارِدة من المُستقبلات للحِفاظ على حالة اتّزان الجسم.

7 –**التغذية الراجعة السلبيّة**: العمليّة التي تحدث في الجسم وتُصدر استجابة تُعارض المُنبّه، من أجل الرجوع للنقطة المرجعيّة وتحقيق الاتّزان الدّاخلي.

8 –**التغذية الراجعة الإيجابية**: العملية التي يتمّ خلالها إنجاز وظائف محدودة في الجسم وتُساهم في زيادة التغيّر، ولا توجد نقطة مرجعيّة ثابتة بل تستمرّ الاستجابة في الازدياد حتى يتحقّق الهدف النهائي.

9 –**الأربطة**: أنسجة ليفيّة تربط العظام ببعضها البعض.

10 –**الأوتار**: أنسجة ليفيّة تربط العضلات بالعظام.

11 –**كسور العصا الخضراء**: أحد أنواع الكسور الشائعة لدى الأطفال حيث لا يحدث انفصال كامل للعظم.

12 –**هشاشة أو ترقّق العظام**: حالة ناتجة عن فقدان العظام لكتلتها ومحتواها من الأملاح المعدنيّة مثل الكالسيوم.

13 –**الأصل**: نقطة اتّصال العضلة بالعظم الأكثر ثباتًا.

14 –**الإدخال**: نقطة اتّصال العضلة بالعظم الأكثر حركة.

15 –**الإجهاد العضلي**: حالة ناتجة عن هبوط مُعدّل ATP في العضلات ممّا يُؤدّي إلى عدم قدرة الألياف العضليّة على الاستمرار بالانقباض.

أسئلة مراجعة الوحدة الثانية

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة علميًّا لكلّ عبارة من العبارات الآتية وذلك بوضع علامة (✓) أمامها:

1 – يعود كفاءة النسيج الحُرشفي البسيط في تبادل الغازات إلى:

- ☐ تعدّد الطّبقات
- ☐ سماكة الخلايا
- ☐ وِفرة المادّة البينيّة
- ☐ رِقّة الخلايا

2 – إذا تعطّلت وظيفة الخلايا الدّبقيّة، فمِنَ المُتوقّع أن يتأثّر:

- ☐ دعم وتغذية الخلايا العصبيّة
- ☐ تبادل الغازات في الرّئة
- ☐ انقباض العضلات الهيكليّة
- ☐ امتصاص الغذاء المهضوم

3 – أحد المراحل تَسْبق عمل العضو المُستجيب في آليّة الاتّزان الدّاخلي:

- ☐ إفراز الهرمونات
- ☐ مُقارنة المعلومات بالنقطة المرجعيّة
- ☐ الاستجابة النهائيّة
- ☐ عَوْدة المُتغيّر إلى الوضع الطّبيعي

4 – حدثَ ضرر لنخاع العظم الأحمر، وأحد العمليّات تأثّرت:

- ☐ تخزين الدّهون
- ☐ حِماية المفاصل
- ☐ إنتاج خلايا الدم
- ☐ ربط العضلات بالعِظام

5 – إذا أُصيب شخص بتمزّق في الوتر، فإن الوظيفة التي ستتأثّر مُباشرة هي:

- ☐ انتقال قوّة انقباض العضلة إلى العظم
- ☐ زيادة إنتاج ATP
- ☐ انفصال سريع لرؤوس الميوسين عن الأكتين
- ☐ زيادة إنتاج الكالسيوم

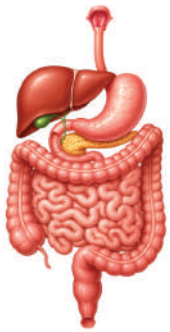
6 – يحدث التيبّس في حالة الوفاة بسبب:

- ☐ زيادة تركيز الصوديوم داخل العضلة
- ☐ توقّف إنتاج ATP
- ☐ استمرار وصول الإشارات العصبيّة
- ☐ زيادة إنتاج ATP

السؤال الثاني: ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (✗) أمام العبارة غير الصحيحة لكلّ عبارة من العبارات الآتية:

م	العبارة	المصطلح
1	تتميّز الأنسجة الطلائية بقدرتها العالية على الانقسام لتعويض التالف من الخلايا.	
2	تتّصف المادة البينيّة في الدم بطبيعتها اللزجة.	
3	يوصف الاتّزان الداخلي بالثبات المُطلق الذي لا تتغيّر فيه الظروف حول الخلية نهائيًّا.	
4	تعمل آليات التغذية الراجعة الإيجابية على تصحيح الانحراف عن النقطة المرجعية وإعادة النظام لحالة الاستقرار.	
5	وجود النخاع الأحمر في العظم الإسفنجي يدل على أن العظم ليس صلبًا بالكامل.	
6	يُعتبر العظم نسيجًا حيًّا يتجدّد باستمرار.	
7	زيادة عدد الميتوكندريا في الألياف العضلية يزيد من قدرتها على التحمّل.	
8	عضلة هيكلية واحدة فقط تستطيع أن تدفع العظم وإرجاعه إلى موضعه الأصلي.	

السؤال الثالث: أجب عن الأسئلة الآتية:



1 – يوضح الشكل المقابل الجهاز الهضمي في الإنسان كمثال لمستويات التنظيم في الجسم، والمطلوب:

أ – "زيادة التعقيد في جسم الإنسان تبدأ من وِحدات بسيطة"، فسّر العبارة تفسيرًا علميًّا.

.....

ب– لو حدث تلف للنسيج الطلائي الذي يُبطّن الأمعاء، هل سيتوقّف عمل الجهاز الهضمي بأكمله؟ علّل السبب.

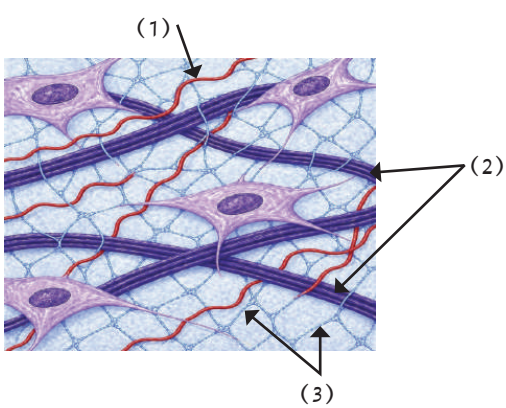
.....

2 – يوضّح الشّكل المُقابل أمامك مُكوّنات الأنسجة، المطلوب:

أ – اشرح الفرق بين التركيبين رقم (1) و (2).

.....

.....



ب – اكتب اسم التركيب رقم (3)، واذكر أهميته.

– الاسم .....

– الأهمية .....

3 – ارسم رسمًا تخطيطيًّا مع كتابة البيانات كاملة لخلية عصبية.

4 – ادرس البيانات وقراءات سكّر الجلوكوز الواردة في الجدول لشخصٍ صائم، إذا علمت أن هرمون الإنسولين يُخفّض مُستوى الجلوكوز بينما هرمون الجلوكاجون يرفع مُستوى الجلوكوز في الدم. ثم أجب عن المطلوب:

الوقت	مستوى الجلوكوز	الوضع
بعد الإفطار	mg/dL 140	فوق النقطة المرجعية
منتصف الليل	↑ mg/dL 95	ضمن المدى الطبيعي
بعد 6 ساعات من السحور	mg/dL 62	تحت النقطة المرجعية
بعد إفراز الجلوكاجون	↓ mg/dL 88	عودة المدى الطبيعي

أ – أيّ القِيَم التي تُشير إلى اختلال التوازن الداخلي؟.....

ب– ما الدليل على نجاح استجابة هرمون الجلوكاجون؟.....

ج – اكتب القراءة التي تُمثّل مُنبهًا لإفراز الإنسولين .....

د – ماذا تتوقع أن يحدث لو أُفرِزَ الإنسولين عند قراءة mg/dL 62 ؟

.....

هـ– ما الحالة التي تُمثّل الانحراف الأكبر عن النقطة المرجعية؟ مع تعليل السبب.

.....

و – أيُّهما أكثر أهميّة للاتزان الداخلي، اكتشاف التغيُّر أم الاستجابة له؟ ولماذا؟

.....

ي– ماذا تستنتج من عودة مستوى الجلوكوز الطبيعي دون تناول الطعام؟

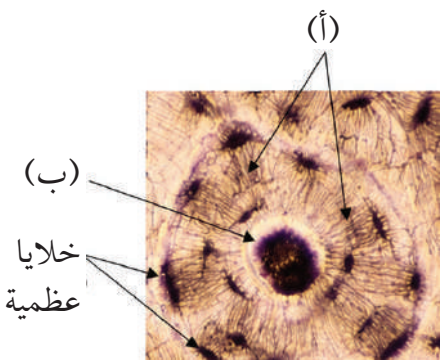
.....

5 – يوضّح الشكل المُقابل قطاعًا عرضيًّا لعظمٍ كثيف، والمطلوب:

أ – ما اسم التركيب المُشار إليه بالسهم (ب) ؟ وممّ يتكون؟

.....

ب– ماذا يحدث للخلايا العظمية إذا تعرضت التراكيب المُشار إليها بالسهم (أ) للتلف؟ مع التعليل العلمي.



.....

6 – ما سبب حدوث التمزّق العضلي؟ ومتى يتطلّب التدخّل الجراحي؟

.....

المراجع العلمية

- مايدر، سيلفيا س. (2010) بحث في بيولوجية الحياة والإنسان (الطبعة الأولى) McGraw-Hill Higher Education، مكتبة الكونغرس، ترجمة الدكتور ماجد النقيب، الدكتور جاسم الربيعان، جامعة الكويت.
- ووكر، ريتشارد، (2012) دليل جسم الإنسان، philips publishing، ترجمة، دار الفراشة للنشر والتوزيع، الكويت.
- ريفن، بيتر، وآخرون، (2014) علم الأحياء، الطبعة الثامنة، McGraw Hill، مكتبة العبيكان، سلسة الكتب الجامعية المترجمة، المملكة العربية السعودية.
- الطائي، م. م. ا. (2017) الدماغ والتعلم والتفكير (الطبعة العربية الأولى). دار الشروق للنشر والتوزيع.

Mader, S. S., & Windelspecht, M. (2019) Biology (13th ed.) McGraw-Hill Education.

- ويلي، جوان م.، شيروود، ليندا م.، وولفيرتون، كريستوفر ج. (2020) بريسكوت لعلم الأحياء الدقيقة (الطبعة التاسعة) McGraw Hill

McGraw-Hill Education. (2020) Biology digital resources. McGraw-Hill Education.

الكتاب كاملاً

قيِّم مناهجنا