وزارة التربية والتعليم
قطاع المناهج والتوجيه
الإدارة العامة للمناهج

الأحياء

للصف الثاني الثانوي

تأليف

أ.د. داود عبدالملك الحدابي / رئيساً
أ. عمر فضل با فضل / منسقاً

أ.د. عبد الكريم عبد المحمود ناشر — د. عبدالله عثمان الحمادي
أ. وهيب هزاع شعلان — أ. ياسمين محمد عبد الواسع
أ. عبد المؤمن عبدالله محسن — أ. مصطفى عبدالله هويدي

الإخراج الفني

التصوير: محمد حسين الذماري
عبدالولي الرهاوي
الرسم: ريناس محمد العريقي
الصف: إيمان سيف القدسي
التصميم: محمد حسين المنصور
بسام أحمد محمد العامر

أشرف على التصميم: حامد عبدالعالم الشيباني

١٤٣٥هـ / ٢٠١٤م

المصدر: قانون رقم (٣٦) لسنة ٢٠٠٦م بشأن السلام الجمهوري ونشيد الدولة الوطني للجمهورية اليمنية

أعضاء اللجنة العليا للمناهج

أ. د. عبدالرزاق يحيى الأشول.

د. عبدالله عبده الحامدي.
د/ صالح ناصر الصوفي.
أ.د/ محمد عبدالله الصوفي.
أ/ عبدالكريم محمد الجنداري.
د/ عبدالله علي أبو حورية.
د/ عبدالله لملس.
أ/ منصور علي مقبل.
أ/ أحمد عبدالله أحمد.
أ.د/ محمد سرحان سعيد المخلافي.
أ.د/ محمد حاتم المخلافي.
أ/ علي حسين الحيمي.
د/ أحمد علي المعمري.
أ.د/ صالح عوض عرم.
د/ إبراهيم محمد الحوثي.
د/ شكيب محمد باجرش.
أ.د/ داوود عبدالملك الحدابي.
أ/ محمد هادي طواف.
أ.د/ أنيس أحمد عبدالله طائع.
أ/ محمد عبدالله زبارة.
أ/ عبدالله علي إسماعيل.
د/ عبدالله سلطان الصلاحي.

قررت اللجنة العليا للمناهج طباعة هذا الكتاب .

بسم الله الرحمن الرحيم

تقديم

في إطار تنفيذ التوجهات الرامية للاهتمام بنوعية التعليم وتحسين مخرجاته تلبية للاحتياجات ووفقاً للمتطلبات الوطنية.

فقد حرصت وزارة التربية والتعليم في إطار توجهاتها الإستراتيجية لتطوير التعليم الأساسي والثانوي على إعطاء أولوية استثنائية لتطوير المناهج الدراسية، كونها جوهر العملية التعليمية وعملية ديناميكية تتسم بالتجديد والتغيير المستمرين لاستيعاب التطورات المتسارعة التي تسود عالم اليوم في جميع المجالات.

ومن هذا المنطلق يأتي إصدار هذا الكتاب في طبعته المعدلة ضمن سلسلة الكتب الدراسية التي تم تعديلها وتنقيحها في عدد من صفوف المرحلتين الأساسية والثانوية لتحسين وتجويد الكتاب المدرسي شكلاً ومضموناً، لتحقيق الأهداف المرجوة منه، اعتماداً على العديد من المصادر أهمها: الملاحظات الميدانية، والمراجعات المكتبية لتلافي أوجه القصور، وتحديث المعلومات وبمايتناسب مع قدرات المتعلم ومستواه العمري، وتحقيق الترابط بين المواد الدراسية المقررة، فضلاً عن إعادة تصميم الكتاب فنياً وجعله عنصراً مشوقاً وجذاباً للمتعلم وخصوصاً تلاميذ الصفوف الأولى من مرحلة التعليم الأساسي.

ويعد هذا الإنجاز خطوة أولى ضمن مشروعنا التطويري المستمر للمناهج الدراسية ستتبعها خطوات أكثر شمولية في الأعوام القادمة، وقد تم تنفيذ ذلك بفضل الجهود الكبيرة التي بذلها مجموعة من ذوي الخبرة والاختصاص في وزارة التربية والتعليم والجامعات من الذين أنضجتهم التجربة وصقلهم الميدان برعاية كاملة من قيادة الوزارة والجهات المختصة فيها.

ونؤكد أن وزارة التربية والتعليم لن تتوانى عن السير بخطى حثيثة ومدروسة لتحقيق أهدافها الرامية إلى تنوير الجيل وتسليحه بالعلم وبناء شخصيته المتزنة والمتكاملة القادرة على الإسهام الفاعل في بناء الوطن اليمني الحديث والتعامل الإيجابي مع كافة التطورات العصرية المتسارعة والمتغيرات المحلية والإقليمية والدولية.

أ.د. عبدالرزاق يحيى الأشول

وزير التربية والتعليم

رئيس اللجنة العليا للمناهج

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

الحمدلله والصلاة والسلام على سيدنا محمد ﷺ .

وبعد فهذا هو الكتاب الثاني من سلسلة كتب مادة الأحياء للمرحلة الثانوية (الصف الثاني الثانوي) الذي يحتوي على سبع وحدات دراسيه مختلفة، وهي تعتبر امتداداً لما درسه الطالب في الصف الأول الثانوي والصفوف السابقة في مرحلة التعليم الأساسي .

فالوحدة الأولى من هذا الكتاب ستركز على انقسام الخلية والتي سبق أن درسها الطالب، وفيها مبادئ انقسام الخلية ومفهوم دورة الخلية من حيث المراحل ومميزات هذه المراحل وتنظيم الانقسام المتساوي للخلية والطور التمهيدي والطور الاستوائي، والطور الانفصالي وكذا الطور النهائي وأوجه الفروق بين الخلية النباتية والخلية الحيوانية من حيث انقسام السيتوبلازم وموقع ظهور ألياف المغزل. كما سيدرس أيضاً الأورام مثل ورم السرطانالناتج عن الانقسام غير الطبيعي للخلية . كما سيتعرف الطالب على الانقسام المنصف ومراحله وأطواره المختلفة لإنتاج الأمشاج الذكرية والأنثوية .

كما تضمنت الوحدة الثانية الأنسجة ، حيث سيتوصل من خلال دراسه هذه الوحدة الى ما المقصود بالأنسجة، وتصنيفها في جسم الكائن الحي وتقسيمها وكذا الأنسجة الطلائية ومميزاتها وأنواع تلك الأنسجة مثل الأنسجة الطلائية المركبة والأنسجة الطلائية الانتقالية ووظائفها كما سيدرس في هذا الوحدة عن الأنسجة الضامة (الرابطة) وصفاتها وأنواعها وخصائص الغضاريف وأنواعها ووظائفها . وسيتعرف الطالب على العظام وأنواعها والأنسجة الوعائية والعلاقة بين نخاع العظم والدم وكذا الأنسجة العضلية وأنواع العضلات ومكوناتها وعملها، كما سيتعرف الطالب على الأنسجة بعض الأنسجة النباتية، مثل الأنسجة الجنينية (الإنشائية) والأنسجة المستديمة .

أما في الوحدة الثالثة والتي تتحدث عن الدعامة والحركة والتي شملت مفهوم الدعامة والحركة في الكائن الحي، وآلية الحركة في الكائنات وحيدة الخلية، ووسائل الدعامة وطرق الحركة في النبات، والعوامل المؤثرة فيها، وطرق الدعامة والحركة في الحيوان وتركيب جهاز الدعامة في الإنسان والعلاقة بين الجهاز العضلي والجهاز الحركي في الإنسان .

وبالنسبة للوحدة الرابعة فقد ناقشت العمليات الحيوية في الحيوان والنبات حيث سيتعرف الطالب كيف تصنع النباتات غذاءها، ومفهوم العمليات الحيوية وتقسيماتها، وعملية البناء الضوئي وتركيب البلاستيدات الخضراء وخطوات البناء الضوئي من حيث التفاعلات التي تعتمد على الضوء وتفاعلات تثبيت الكربون والغذاء والتمثيل الغذائي، والكربوهيدرات وأشكالها والليبيدات وخطوات تكوين الجزيء الدهني . كما سيتعرف الطالب على أهمية الليبيدات للكائن الحية والبروتينات وكيف يتكون جزيء البروتين، وأهمية البروتينات، ودورة كربس وأهميتها .

أما الوحدة الخامسة فقد ركزت على كيفية اكتساب الإنسان للمناعة ضد الأمراض المختلفة

وسيتعرف الطالب فيها على الجهاز المناعي في جسمه وأنواع المناعات المختلفة التي خلقها الله لمقاومة الأمراض المعدية وغير المعدية، كما ستساعد هذه الوحدة الطالب على معرفة المقصود باللقاحات والأمصال، وكيفية عملها لاكتساب الجسم للمناعة المطلوبة، كما سيتعرف الطالب على بعض أمراض الجهاز المناعي والاختلالات التي قد يتعرض لها، مع التركيز على مرض الإيدز الذي يعد من أخطر الأمراض في عصرنا الحديث، ويهاجم الجهاز المناعي في جسم الإنسان.

وشملت الوحدة السادسة أهم موضوع في حياتنا وهي البيئة والأنظمة البيئية ومفهوم كل من: النظام البيئي، والسلسلة الغذائية، والشبكة الغذائية، وهرم الطاقة، والدورة البيوجيوكيميائية للعناصر، وما المقصود بهذا المفاهيم البيئية المختلفة، ودور كل من المنتجات والمستهلكات والمحللات في النظام البيئي. كما سيتعرف على خصائص النظام البيئي، وما المقصود بالمستويات التي تنقل بينها عناصر الكربون والنيتروجين، والعمليات المسئولة عن ذلك، وما الذي يحدث لتثبيت النيتروجين وتحريره في الطبيعة والمقارنة بين هذين المفهومين. وسوف تختتم الوحدة بمناقشة العوامل المؤثرة في الإنتاجية الابتدائية.

وتضمنت الوحدة السابعة فرع مهم من فروع العلم وهي الجيولوجيا والتي سبق أن عرف عنها الطالب في الصف الأول الثانوي، حيث سيدرس في هذه الوحدة مفاهيم مختلفة، مثل: (المعادن – الصخور، التحول)، وكيف تنشأ المعادن في الطبيعة والتركيب المعدني، والخواص الطبيعية للمعادن، مثل الخواص التماسكية والمقصود بالتشقق أو الانفصام والمكسر والوزن النوعي. كما ستعرف الطالب على التركيب الكيميائي للصخور النارية وأنواعها، وكذا الصخور الرسوبية ومميزاتها، والصخور المتحولة وتصنيفها، كما سيتعرف على أهم المعادن والصخور الاقتصادية في الجمهورية اليمنية والرواسب المعدنية اللافلزية وأهم استعمالاتها واستخداماتها الرئيسية.

وقد تضمنت كل وحدة في نهايتها على تقويم متنوع مشتملاً على عدد من الأسئلة المختلفة كتقويم للطالب، ولتحديد مدى تحقق الأهداف لديه.

وكل مانرجوه أن تلبي هذه المعلومات والمهارات رغبات طالب الصف الثاني الثاني القسم العلمي وحاجاته وميوله، وتساعده على اكتشاف المهارات العلمية التي تجعله قادراً على استخدامها في حياته العملية ومواكبه التطورات العلمية المتسارعة في علم الأحياء والعلوم الأخرى.

أخيراً نامل من المدرسين الأفاضل والمواجهين في الميدان أن لايبخلوا علينا بآرائهم وملاحظاتهم حول مادة الكتاب حتى نستفيد منها في تطوير هذا الكتاب مستقبلاً وتطوير كتاب الأحياء للصف الثاني الثانوي.

والله من وراء القصد ؛؛؛

فريق التأليف

المحتويات

الموضوع | الصفحة

الوحدة الأولى : انقسام الخلية ٨

- مبادئ انقسام الخلية ٩
- دورة الخلية ١٠
- الانقسام المتساوي ١٣
- الأوراق ١٥
- الانقسام المنصف (الاختزال) ١٧
- مقارنة الانقسام المتساوي والمنصف ٢٠

تقويم الوحدة ٢٢

الوحدة الثانية : الأنسجة ٢٤

- الأنسجة الحيوانية ٢٥
  - الأنسجة الطلائية ٢٥
  - الأنسجة الضامة (الرابطة) ٣١
  - الأنسجة العضلية ٣٩
  - الأنسجة العصبية ٤٢
- الأنسجة النباتية ٤٣
  - الأنسجة الإنشائية (الجنينية) ٤٣
  - الأنسجة المستديمة ٤٥
  - الأنسجة المستديمة المركبة (الوعائية) ٤٩

تقويم الوحدة ٥١

الوحدة الثالثة : الدعامة والحركة ٥٣

- الدعامة والحركة في الكائنات وحدة الخلية ٥٥
- الدعامة والحركة في النبات ٥٦
- الدعامة والحركة في الحيوانات اللافقارية ٥٩
- الدعامة والحركة في الحيوانات الفقارية ٦٢
- الدعامة والحركة في الإنسان ٦٤

تقويم الوحدة ٧١

الوحدة الرابعة : العمليات الحيوية في الحيوان والنبات ٧٢

- عملية البناء الضوئي ٧٤
- الغذاء والتمثيل الغذائي ٧٨
- إنتاج الطاقة في الحيوان والنبات ٨٥

تقويم الوحدة ٩١

الوحدة الخامسة : المناعة ٩٣

- المناعة ٩٥
- جهاز المناعة ٩٩
- الأمراض المرتبطة بجهاز المناعة ١١٠

تقويم الوحدة ١١٧

الوحدة السادسة : البيئة والأنظمة البيئية ١١٩

- البيئة والنظام البيئي ١٢٠
- تدفق الطاقة في النظام البيئي ١٢٨
- السلاسل الغذائية والشبكات الغذائية ١٣٠
- الإنتاجية البيئية ١٣٢
- الدورات البيوجيوكيميائية ١٣٤

تقويم الوحدة ١٣٩

الوحدة السابعة : الجيولوجيا ١٤١

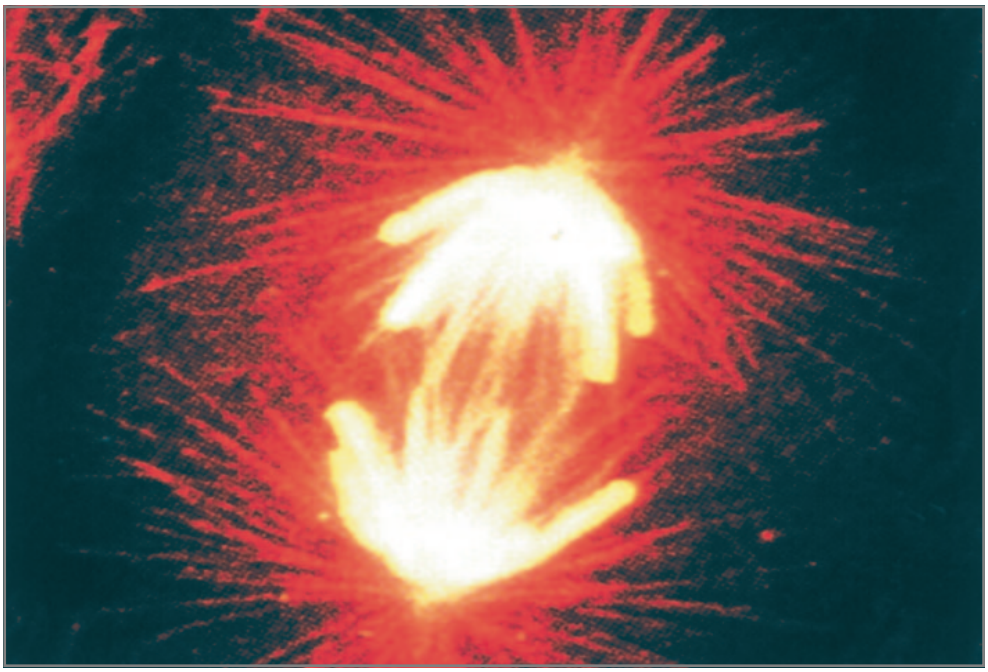
- المعادن والصخور ١٤٢
- المعادن ١٤٢
- الصخور ١٤٩
  - الصخور النارية ١٤٩
  - الصخور الرسوبية ١٥٣
  - الصخور المتولة ١٥٩
- المعان والصخور الاقتصادية في اليمن ١٦٢

تقويم الوحدة ١٧٤

الوحدة الأولى

انقسام الخلية Cell Division

قال تعالى: ﴿إِنَّا خَلَقْنَا الْإِنسَانَ مِن نُّطْفَةٍ أَمْشَاجٍ نَّبْتَلِيهِ فَجَعَلْنَاهُ سَمِيعًا بَصِيرًا﴾ سورة الإنسان: آية ٢



أهداف الوحدة

يتوقع منك بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن :

١ – تُحدِّد مبادئ انقسام الخلية .

٢ – تُوضِّح مفهوم دورة الخلية .

٣ – تتبَّعَ أطوار الانقسام المتساوي .

٤ – تَتبَّعَ أطوار الانقسام المنصف .

٥ – تقارن بين خصائص الانقسامين المتساوي والمنصف .

انقسام الخلية : Cell Division

هل تساءلت يوماً كيف تنمو خلية واحدة – التي لا ترى إلا بالمجهر – إلى كائن حي كبير كالإنسان مثلاً؟

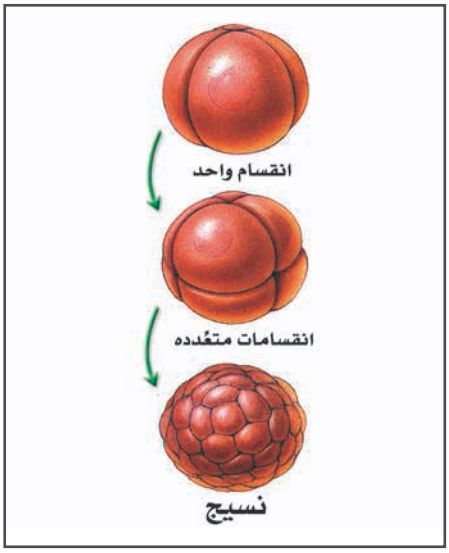
لعلك تتذكر ما درسته في صفوف سابقة عن التكاثر في الكائن الحي، ففي التكاثر اللاجنسي يتم إنتاج أفراد جديدة مماثلة للأصل، أما التكاثر الجنسي فيتم فيه إنتاج أفراد جديدة نتيجة اندماج نواتي المشيج المذكر والمؤنث وتكوين اللاقحة التي تنمو لتكون الفرد الجديد. فماذا يحدث للخلايا كي تتكون الأمشاج؟

تحدث عمليات انقسام منظمة للخلايا لإنتاج خلايا جديدة مشابهة للخلايا الأم أو إنتاج أمشاج ذكرية وأنثوية.

مبادئ انقسام الخلية: Principles of Cell Division

– ماذا يتطلب نمو النسيج؟

لاحظ الشكل (١). يتطلب نمو النسيج انقسامات الخلية، مما يؤكد ذلك نمو الكائن الحي عديد الخلايا. ويستمر النمو حتى يصبح جسمك مكوناً من (١٤١٠) خلية. ترى كيف تكوَّن هذا العدد الكبير من الخلايا؟



شكل (١) انقسام خلوي للبويضة المخصبة

إن هذا العدد من الخلايا التي تُكَون جسمك نتج عن انقسام الخلية ابتداءً من اللاقحة (Zygote) الوحيدة كما في الشكل (١) والتي تنتج منها خليتان توزع بينهما المحتوى النووي بشكل متساوي ويتم ذلك عن طريق عملية تسمى الانقسام المتساوي (Mitosis)، يليه انقسام للسيتوبلازم ومحتوياته من العضيات، وذلك بطريقة تسمى الانقسام السيتوبلازمي (Cytokinesis)، وكل خلية ناتجة شبيهة بالأصل وتستمر كل منهما بالانقسام بنفس الطريقة.

وقبل دخول الخلية في عملية الانقسام المتساوي، حيث تنتج خلايا مشابهة للخلايا الأم؛ تتضاعف الكروموسومات في النواة، مما يؤدى إلى بقاء عدد الكروموسومات في الخليتين الناتجتين مساوياً لعدد الكروموسومات في الخلية الأم.

دورة الخلية The Cell Cycle

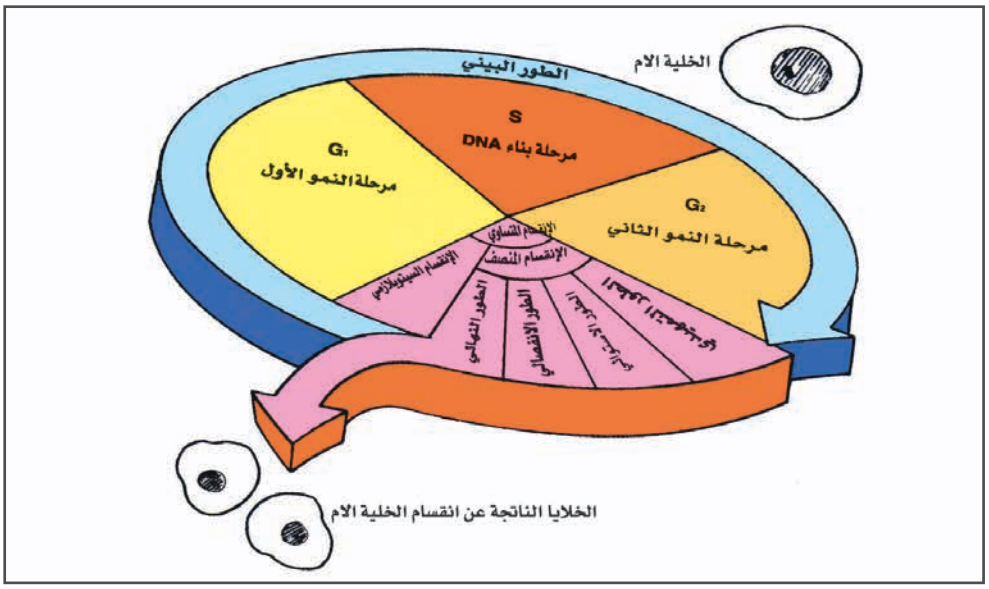
– ماذا يحدث للخلية الناتجة من الانقسام بعد أن تنمو وتصل الى حجم معين؟

بعض الخلايا تتوقف عن النمو عندما تصل مرحلة معينه من النضج والتخصص ولا تنقسم مرة أخرى. مثال ذلك خلايا الدم الحمراء، والخلايا العصبية، وخلايا العضلات الهيكلية، أما البعض الآخر فتنقسم في تتابع من انقسام إلى آخر وتسمى مراحل الانقسام الواحد « دورة الخلية » والتي تصف ما يحدث في كل طور ضمن انقسام متساوٍ واحد.

مراحل دورة الخلية : Cell Cycle Stages

– كم عدد مراحل دورة الخلية؟ ما مميزات كل مرحلة؟

ادرس الشكل (٢) الذي يبين دورة الخلية، وتتبع مميزات مراحلها مستعيناً بالجدول (١).



شكل (٢) دورة الخلية

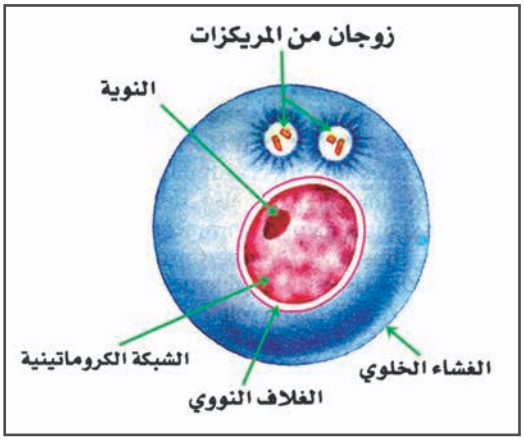
جدول (١) مميزات مراحل دورة الخلية

المراحل	المميزات	الزمن / ساعة	
		الأمثلة	
		خلية نبات الفاصوليا	خلية مولدة الألياف في الفأر
النمو الأول: The first growth (G1)	– نشاط أيضي عالٍ للخلية خاصة بناء حمض RNA وبعض الإنزيمات. – تضاعف العضيات السيتوبلازمية.	5	9
بناء DNA : D. N. A Synthesis (S)	– تضاعف حمض DNA، وينتج عن ذلك مجموعتان متطابقتان من الحمض النووي DNA تتوزع على الخليتين اللتين ستنتجان من الانقسام.	7	10
النمو الثاني: The second growth (G2)	– بناء البروتينات، وجزئيات RNA – اكتمال تضاعف العضيات السيتوبلازمية. – تخزين كمية زائدة من الطاقة وتكوين المواد اللازمة للانقسام السيتوبلازمي.	5	2
انقسام الخلية المتساوي والسيتوبلازمي : Cell Division Mitosis and Cytokinesis	– تغيرات في النواة والسيتوبلازم، تؤدي إلى انقسام الخلية إلى خليتين متشابهتين تماثلان الخلية الأصلية.	2	1

لاحظ أن خلية نبات الفاصوليا تستغرق دورتها ١٩ ساعة، وخلية مولدة للألياف في الفأر 22 ساعة، إلا أن بعض الخلايا الحيوانية مثل الخلايا العصبية تظل في مرحلة النمو الأول حتى نهاية حياتها، وفي النبات فإن الخلايا المستديمة التي تُشكل معظم كتلة الجذور وأجزاء أخرى من النبات تظل في طور السبات، بينما الخلايا المرستيمية (إنشائية) تمر بمراحل دورة الخلية جميعها.

- مـــا الطور الذي يطلق على المراحل الثـلاث الأولى من دورة الخليـة؟ وما نسـبـة الزمن الذي يستغرقه في الدورة؟

يطلق على المراحل الثلاث الأولى من دورة الخلية بالطور البيني، والذي يمثل الفترة ما بين انقسامين متتاليين، ويشكل ٩٠٪ من الفـتـرة الزمنيـة تقريباً لدورة الخلية.



شكل (٣) خلية حيوانية في الطور البيني

لاحظ الشكل (٣) الذي يبين خلية حيوانية في الطور البيني.

- كم عدد المريكزات في الخلية؟ ولماذا؟
- سَمِّ الشكل الذي تظهر عليه المادة الوراثية؟

تنظيم دورة الخلية : Control of Cell Cycle

علمت سابقاً أن بعض خلايا جسم الإنسان لا تنقسم، وتظل في مرحلة النمو الأول من دورة الخلية. ومثال ذلك الخلايا العصبية، وبالمقابل نجد خلايا أخرى كثيرة تموت وتستبدل بشكل سريع كخلايا الجلد، ونخاع العظم، وغيرها والناتجة عن الانقسام المتساوي. فما الذي ينظم هذه العملية؟

وجد العلماء من خلال زراعة الخلايا في الأوساط الغذائية أن تراكم بروتين السايكلين Cyclin (بروتين منبه) بكميات كافية وارتباطه مع بروتين آخر يؤدي إلى تنشيط السلسلة الإنزيمية اللازمة لإتمام الانقسام المتساوي، وبدون ذلك تتوقف عملية الانقسام، غير أن هذا التراكم يتأثر بعوامل كالهرمونات وحجم الخلية وموقعها في النسيج، وربما لهذه العوامل أهمية في بعض العمليات التي تعتمد على انقسام الخلايا في جسم الحيوان مثل التئام الجروح وتعويض الأنسجة التالفة وانتشار الخلايا السرطانية.

الانقسام المتساوي: Mitosis

يمر الانقسام المتساوي بالأطوار الآتية:

١- الطور التمهيدي: Prophase

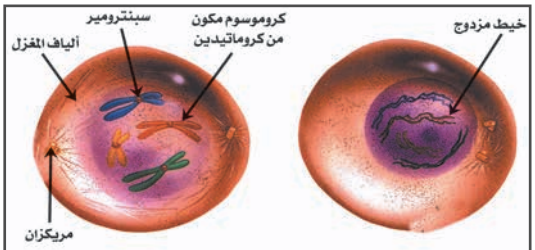
ما التغيرات التي تحدث في النواة والسيتوبلازم في هذا الطور؟

لاحظ الشكل (٤) الذي يبين الطور التمهيدي، وقارن ذلك بالشكل (٣).

- ماذا حدث للكروموسومات في الطور التمهيدي المبكر؟
- سمِّ العضيات التي تبدأ بالتحرك نحو الأقطاب؟ وما المكونات التي تبدأ بالظهور؟
- ماذا حدث للكر وموسومات في الطور التمهيدي المتأخر؟
- مِمَ يتكون كل كروموسوم؟

لاحظ أن كل كروموسوم يتكون من خيطين متماثلين. ماذا يسمى كل خيط؟ وبماذا يرتبطان؟

- ماذا يحدث للنواة في هذه المرحلة؟



طور تمهيدي مبكر:
- تكاثف الكروموسومات.
- يبدأ المريكزان بالتحرك نحو القطبين وأيضاً تبدأ ألياف المغزل بالظهور.

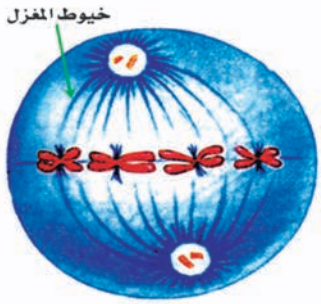
طور تمهيدي متأخر:
- استمرار تكاثف الكروموسومات.
- يتصل كل خيطين متماثلين بقطعة مركزية (سنترومير).
- اختفاء النوية، ويبدأ الغشاء النووي بالتحلل.

شكل (٤) الطور التمهيدي

٢- الطور الاستوائي: Metaphase

لاحظ الشكل (٥).

- ماذا يحدث للغشاء النووي في بداية هذه المرحلة؟
- أين تترتب الكروموسومات؟
- ماذا تسمى منطقة اتصال الكروموسومات بخيوط المغزل؟



- تترتب الكروموسومات على الصفيحة الاستوائية «وسط الخلية».
- اكتمال تحلل الغشاء النووي.

شكل (٥) الطور الاستوائي

٣ - الطور الانفصالي : Anaphase

لاحظ الشكل (٦) .

- ماذا يحدث عندما ينفصل كروماتيدا كل كروموسوم؟
- ما سبب انجذاب الكروماتيدتين المتقابلين نحو قطبي الخلية؟

لاحظ تجمع عدد متساوٍ من هذه الكروماتيدات عند القطبين، ويطلق عليها الكروموسومات البنوية .

تنقسم السنترومبرات وينتج من الكروموسومات كروماتيدات تنجذب نحو قطبي الخلية بسبب انفصال ثم انكماش الأنيبيبات الدقيقة المكونة لألياف المغزل .

شكل (٦) الطور الانفصالي

٤ -الطور النهائى : Telephase

- ما التغيرات التي تحدث للنواة في هذا الطور؟

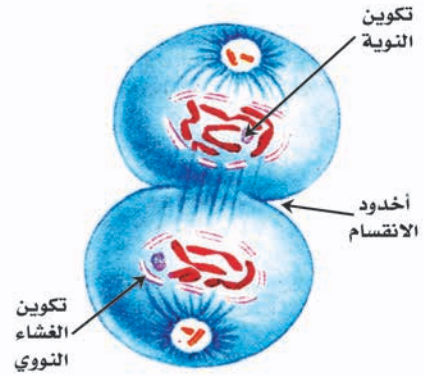
لاحظ الشكل (٧). في هذا الطور يحدث تغيرات عكس ما حدث في الطور التمهيدي .

- ماذا يحدث لألياف المغزل والسيتوبلازم؟

وتتعرض الخلايا النباتية لخطوات مشابهة أثناء انقسامها .

- ما الفرق في الانقسام المتساوي بين الخلية النباتية والحيوانية؟

ادرس الجدول (٢) الذي يبين ذلك، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه .



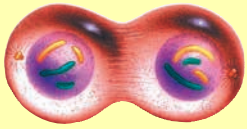
١- تطول الكروموسومات مرة أخرى .

٢- يتكون غشاء نووي حول كل مجموعة كروموسوميه .

٣- يبدأ السيتوبلازم بالانقسام مكوناً خليتين جديدتين .

شكل (٧) الطور النهائي

جدول (١) الفرق في الانقسام المتساوي بين الخلية النباتية والخلية الحيوانية

أوجه الفروق	الخلية النباتية	الخلية الحيوانية
طريق انقسام السيتوبلازم	يتكون جدار خلوي كما هو مبين أدناه	يتخصر السيتوبلازم تدريجياً حتى ينقسم مكوناً خليتين جديدتين. 
موقع ظهور ألياف المغزل	عدم وجود مريكزين وتظهر ألياف المغزل كأنها تنشأ من قطبي الخلية.	بين المريكزين

– كيف يحدث انقسام السيتوبلازم لخلية نباتية وأخرى حيوانية، في الانقسام المتساوي؟

نشـــاط (١)

نفذ هذا النشاط الخاص بدراسة الانقسام المتساوي، في كتاب الأنشطة والتجارب.

وقد يحدث اختلال في الانقسام للخلايا أثناء عملية الانقسام المتساوي، مما ينتج عنه انقسامات شاذة تؤدي إلى ظهور مشكلة الأورام الخبيثة وغير الخبيثة.

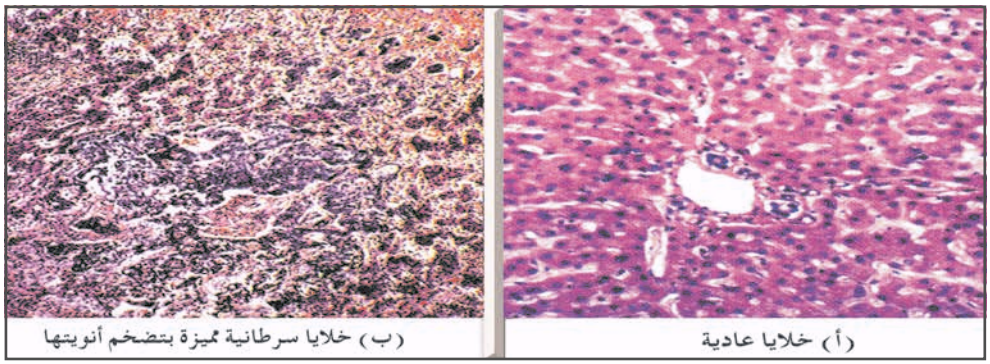
الأورام : Tumours

– ماذا يحدث عندما تفقد الخلية سيطرتها على تنظيم الانقسام الخلوي؟

تختلف سرعة انقسام الخلايا باختلاف أنواعها، ويحدث في بعض الحالات أن تفقد الخلية سيطرتها على تنظيم انقسامها فتبدأ سلسلة من الانقسامات غير الطبيعية ينتج عنها كتلة غير طبيعية من الخلايا تسمى الورم Tumour وهناك نوعان منه، ورم خبيث أو السرطان Cancer ، وورم غير خبيث.

السرطان : Cancer

– ما الاختلاف بين الخلايا السرطانية والخلايا الطبيعية؟



الشكل (٨) الخلايا العادية والخلايا السرطانية

انظر الشكل(٨–ب) لاحظ أن الخلايا السرطانية مميزة بتضخم الأنوية. وقد وجد أن الخلية العادية (الطبيعية) لا تنقسم عندما تنفصل عن خلية أخرى (٨–أ)، بينما الخلية السرطانية قادرة على الانقسام والتكاثر بعد الانفصال، فمثلاً وجد أن الخلية السرطانية تنقسم عند نموها في الزراعة الصناعية مرة كل ٢٤ ساعة، وبهذا المعدل فإن الخلية الواحدة السرطانية سوف تنتج بليوناً في الشهر، ولحسن الحظ لايحدث هذا التكاثر بهذه السرعة في أعضاء الجسم، كما وجد أن هذه الخلايا (السرطانية) يمكنها الانتقال عبر الدم والليمف إلى أنسجة أخرى سليمة من الجسم. فما سبب هذا الانتقال؟

لقد اتضح أن وجود بعض البروتينات السطحية في غشاء الخلية يساعدها على التعرف والارتباط بالخلايا المشابهة لتكوين النسيج، وعندما تفقد الخلية السرطانية القدرة على تكوين الشفرة الوراثية الخاصة ببناء هذه البروتينات، فإنها تفقد هويتها وتغزو أنسجة أخرى تختلف عنها مكونة بها بؤراً سرطانية فتدمر الأعضاء الجديدة، وتسمى عملية تفكك الخلايا السرطانية من الورم وحركتها إلى الأنسجة الأخرى بهجرة الخلايا السرطانية Metastasis، والآن، ما هو السرطان؟

السرطان ورم خبيث يتميز بطاقة غير محدودة لنمو الخلايا المستمر، يمكن لهذه الخلايا أن تغزو وتدمر أنسجة طبيعية أخرى، كونها غير مميزة من قبل خلايا الجسم. وينجم السرطان عن تنشيط شاذ للجينات التي تنظم نمو الخلايا وتدعى بالجينات المسرطنة Oncogenes. فما هي مسببات ذلك؟

وجد أن هناك العديد من العوامل تُعْرَفْ بالمسرطنات Carcinogenes، منها الإشعاعات، مثل الأشعة السينية وبعض المواد الكيميائية كالنيكوتين في السجاير وبعض الفيروسات Oncogenes Viruss، إلا أنه يحصل أحياناً أن ينمو ورم غير ضار بجسم الإنسان، ويسمى بالورم الحميد(غير الخبيث).

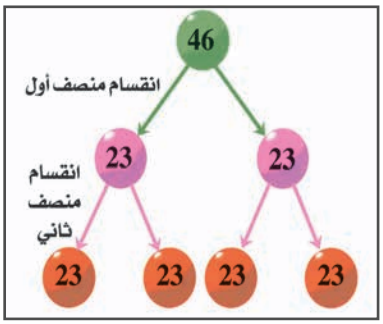
– والآن ما الورم غير الخبيث؟

الورم غير الخبيث، عبارة عن كتلة من الخلايا تتميز بالتوقف عن الانقسام والبقاء في مكانها. وقد يكون هذا الورم ضاراً عندما يحدث في مواقع يؤثر فيها على وظائف أنسجة الجسم مثل إعاقته لسريان الدم في الأنسجة.

الانقسام المنصف (الاختزالي) Meiosis

– أين يحدث الانقسام المنصف في الكائن الحي؟

يحدث هذا الانقسام في الخلايا التناسلية للكائن الحي، ففي الإنسان مثلاً يتم في الخصي لتكوين الحيوانات المنوية، وفي المبايض لتكوين البويضات. لاحظ الشكل (٩) الذي يبين اختزال الانقسام المنصف لعدد الكروموسومات.

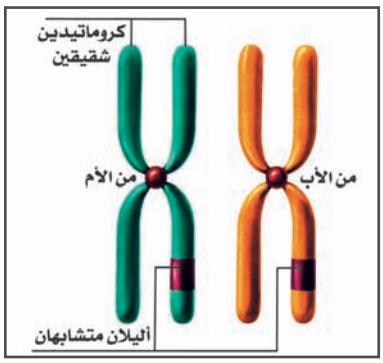


شكل (٩) الانقسام المنصف (الاختزالي)

– كم عدد الكروموسومات في الخلية الجسمية للإنسان؟

تحتوي الأمشاج المحتملة الناتجة من الانقسام المنصف على 23 كروموسوماً، ويسمى هذا العدد أحادي المجموعة الكروموسومية haploid أو (1N) وعدد الكروموسومات في الخلايا الأصلية ضعف هذا العدد الأحادي ويسمى ثنائي المجموعة الكروموسومية diploid أو 2N وهي 46 كروموسوماً (23 كروموسوماً مصدرها الأب و 23 كروموسوماً مصدرها الأم) وتوجد 2N على هيئة أزواج متشابهة.

لاحظ الشكل (١٠) الذي يبين كروموسومين متشابهين من حيث الشكل، والحجم، ونوع الجينات وكميتها وموقعها. وهذا يعني أن الخلية المولدة للخلايا التناسلية تحتوي على 23 زوجاً من الكروموسومات المتشابهة، وتنفصل أثناء الانقسام المنصف، مكونة خلايا تناسلية تحتوي كل منها على 23 كروموسوماً، وفي أثناء عملية الإخصاب تندمج نواتا المشيجين المذكر والمؤنث لتكوين اللاقحة Zygote التي تحتوي على (46) كروموسوماً (2N)، وتبدأ اللاقحة بالانقسام المتساوي لتكوين جنين الإنسان، لهذا فالانقسام المتساوي والمنصف حلقة وصل في دورة الحياة.



شكل (١٠) كروموسومين متشابهين

– كيف يحدث الانقسام المنصف؟ وما مراحله؟

مراحل الانقسام المنصف Stages of Meiosis

يشمل الانقسام المنصف(Meiosis) انقسامين للنواة: سَمِّ كلاً منهما؟ ما عدد الخلايا النهائية الناتجة عنهما معاً؟ ما الصيغة الكروموسومية لهذه الخلايا؟

يسمى الانقسام المنصف الأول(I) بالانقسام الاختزالي ويرجع ذلك الى اختزاله العدد ثنائي المجموعة الكروموسومية (2N) إلى العدد أحادي المجموعة الكروموسومية (1N) أما المنصف الثاني (II) فيكون مميزاً بانفصال كروماتيدي كل كروموسوم.

أطوار الانقسام المنصف الأول (I) Meiosis phases

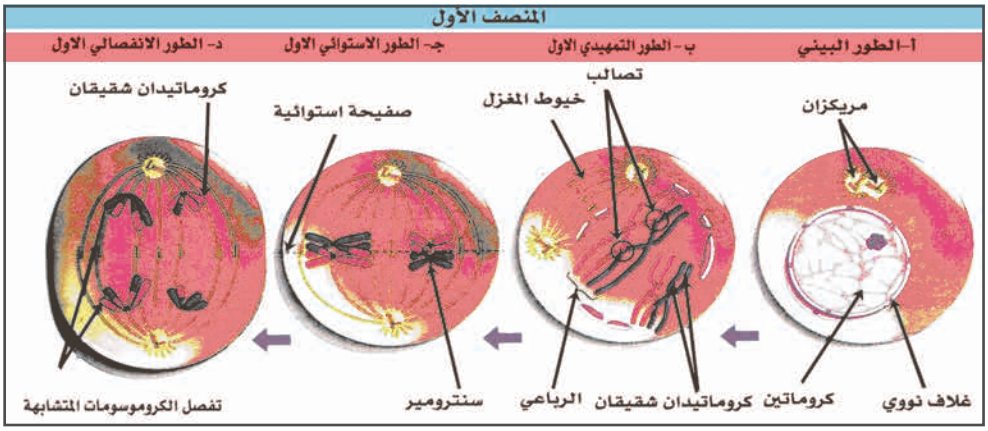
تتبع أطوار الانقسام المنصف (I) في خلية حيوانية تحتوي على 4 كروموسومات (2N).

والأحداث التي تبين كل طور مستعيناً بالشكل (١٢) على النحو الآتي :

الطور البيني : Interphase

قبل بدء الخلية في الانقسام تكون في الطور البيني.

ماذا يحدث في هذا الطور؟ انظر شكل (١١).



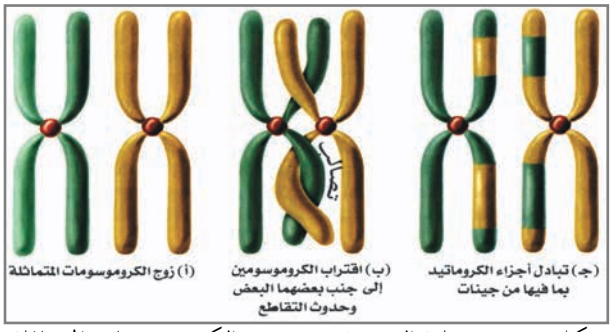
شكل (١١) أطوار الانقسام المنصف الأول في خلية حيوانية

الطور التمهيدي الأول : Prophase 1

انظر الشكل (١١ – ب) لاحظ أن غشاء النواة يبدأ بالتحلل، وظهور ألياف المغزل، كما تتجمع الكرموسومات المتماثلة (المتشابهة) في أزواج، وكل كروموسوم شبيه يتكون من كروماتيدين ويتقارب كروموسوما كل زوج متماثل لتكوين وحدة تسمى الرباعي لكونها تتكون من أربعة كروماتيدات.

انظر الشكل (١٢) الذي يبين زوجاً من الكروموسومات المتماثلة أثناء الطور التمهيدي الأول ولاحظ التغيرات المهمة على الكروموسومات والجينات عليها، حيث يتقاطع الكروماتيدين غير الشقيقين في نقاط تسمى التصالبات Chiasmata .

وتتم عن طريقها عملية العبور Crossing Over، إذ يتم فيها تبادل أجزاء



شكل (١٢) عملية العبور في زوج من الكروموسومات المتماثلة

الكروماتيدين المتقاطعه التي تحمل جينات محددة، لهذا السبب تختلف الأمشاج الناتجة وراثياً فيما بينها، وتعرف هذه العملية بعملية العبور الوراثي .

– ما أهمية عملية العبور الوراثي للكائن الحي؟

الطور الاستوائي الأول : Metaphase 1

لاحظ الشكل (١١ – جـ) . ماذا حدث للكر وموسومات؟

تتخذ أزواج الكروموسومات المتماثلة أماكن لها في منتصف الخلية في مجموعتين متقابلتين، وتصل ألياف المغزل بين المريكزات من جهة وسنترومير الكروموسومات من جهة أخرى .

الطور الانفصالي الأول : Anaphase I

ينفصل كل كروموسوم عن نظيره في كل زوج متماثل، ويتجه نحو القطب المقابل (بفعل حركة ألياف المغزل في هذا الاتجاه)، ويظل كروماتيدا كل كروموسوم متصلين بالسنترومير. الشكل (١١ – د) .

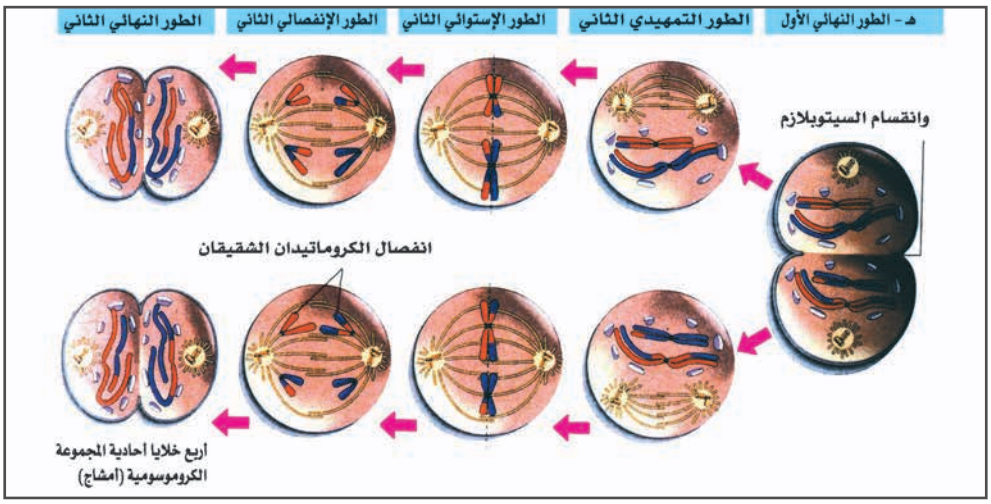
الطور النهائي الأول : Telephase 1

يبدأ ظهور الغشاء النووى حول كل نواة، وتختفي ألياف المغزل، ويظهر أخدود الانقسام Cleavage Furrow كبداية لانقسام السيتوبلازم، ينتج عن ذلك خليتان تحتوي نواة كل منهما على نصف العدد الأصلي من الكروموسومات (1N) . غير أن الكروموسومات لا تحمل بالضبط نفس التكوين، لماذا؟ لاحظ الشكل (١٣–هـ) . وفي أغلب الأحيان لاتنفصل الخليتان وإنما تبدأن مباشرة الانقسام المنصف الثاني .

– ما سبب عدم دخول نواتي الخليتين الناتجتين طوراً بينياً؟

أطوار الانقسام المنصف الثاني: Meiosis Phase (II)

تمر الخليتان الناتجتان من الانقسام المنصف الأول بأطوار مشابهة للانقسام المتساوي مع بعض الاختلافات. تتبع هذه الأطوار في الشكل (١٣).



شكل (١٣) أطوار الانقسام المنصف الثاني

- ما سبب عدم حدوث العبور للكروموسومات أثناء الطور التمهيدي الثاني في الانقسام المنصف الثاني؟

لاحظ عدم تكوين وحدات الرباعي في هذا الطور مما يؤدي إلى عدم حدوث عملية العبور. كما ينشأ عن الانقسام المنصف الثاني أربع خلايا تحتوي كل منها على نصف العدد الأصلي من الكروموسومات للخلية الأم، لتكون كل خلية من هذه بعد اكتمال نموها وتمايزها مشيجاً يكون مذكراً أو مؤنثاً حسب الجنس.

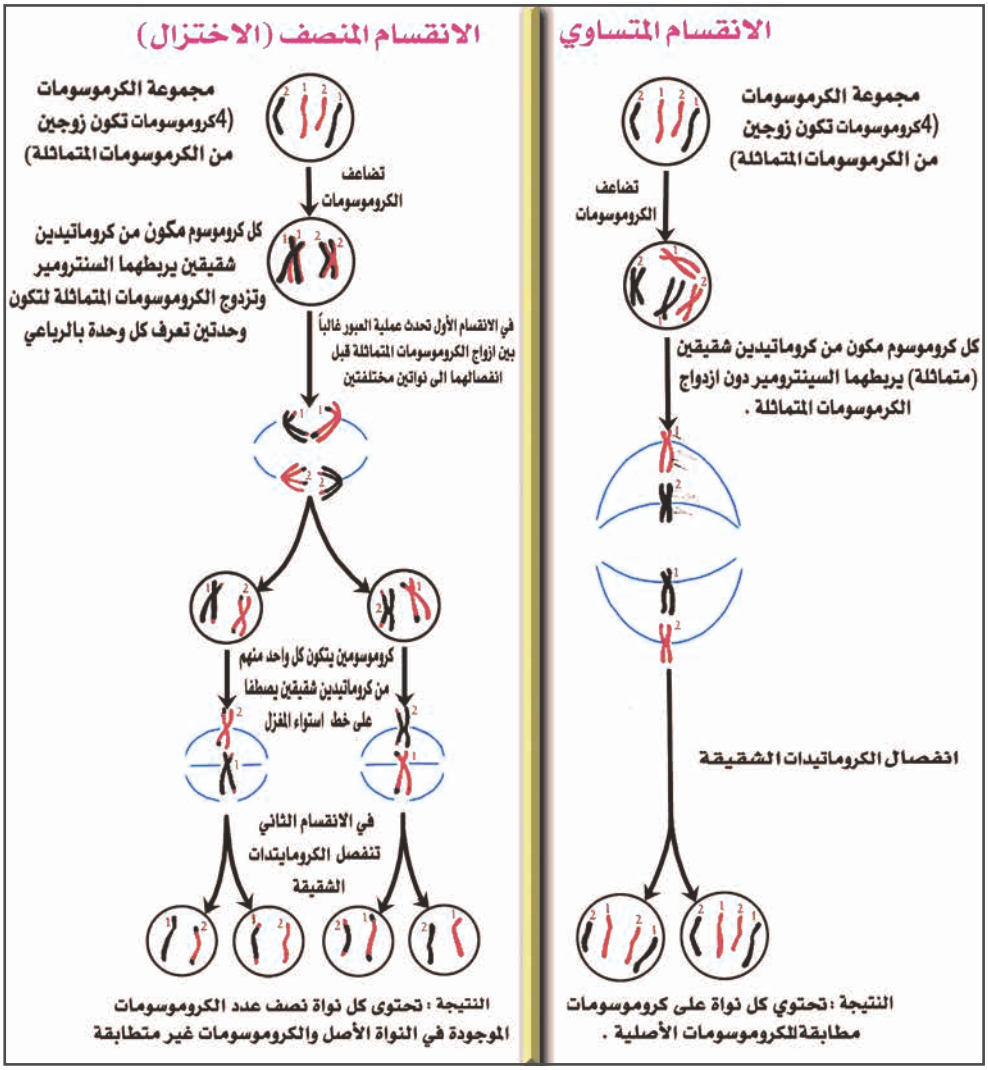
نشـــاط (٢)

نفذ هذا النشاط الخاص بدراسة الانقسام المنصف في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

مقارنة الانقسام المتساوي والمنصف

- بماذا يختلف الانقسام المتساوي عن الانقسام المنصف؟

ادرس الشكل (١٤) الذي يبين مقارنة بينهما، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه.



شكل (١٤) مقارنة بين الانقسام المتساوي والمنصف

١ – أي من الانقسامين ينتج عنه أنوية تحوي نصف عدد الكروموسومات الأصلية؟

٢ – ما الفرق بين الانقسام المتساوي والمنصف من حيث :

أ – تكوين وحدات الرباعي .

ب– الكروموسومات في الطور الانفصالي (المنصف الأول، والمتساوي) .

تقويم الوحدة

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على الإجابة عن الأسئلة الآتية :

١ – أي من الآتي يحدث قبل، وأيهما يحدث بعد في دورة الخلية .

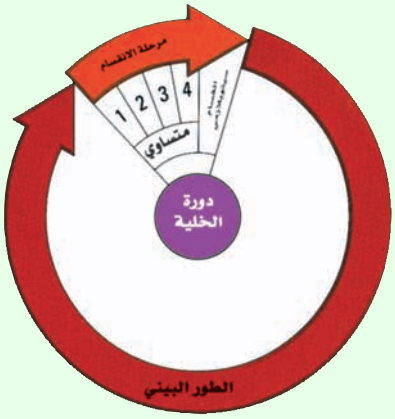
أ – ازدواج الكروموسومات المتماثلة .

ب– العبور الوراثي .

جـ – الانقسام السيتوبلازمي .

د – تضاعف عدد الكروموسومات .

٢ – تمعن الشكل المجاور، الذي يبين دورة خلية جنين أحد الحيوانات، ثم أجب عن الأسئلة الآتية :



أ – اكتب الأعداد النسبية التي تمثل الطور الانفصالي، والنهائي .

ب– صف ما يحدث في الطور البيني .

جـ– وضح ماذا يحدث أثناء الانقسام السيتوبلازمي .

٣ – ادرس الشكل المجاور وحدد العمليات التي يتم فيها ما يأتي :

أ – الانقسام المنصف .

ب– تحـــويل العـــدد أحـــادي الكروموسومات إلى العدد ثنائي الكروموسومات .

جـ – الانقسام المتساوي .

٤–علل ما يأتي :

أ – يؤدي الانقسام المتساوي إلى إنتاج تراكيب جديدة من الكروموسومات المتماثلة .

ب – ثبات كمية DNA في الخلية رغم انقسامها .

جـ – قدرة الخلايا السرطانية على غزو الأنسجة الأخرى .

٥ – قارن بين كل اثنين مما يأتي :

أ – الانقسام المتساوي والمنصف من حيث النواتج التالية :

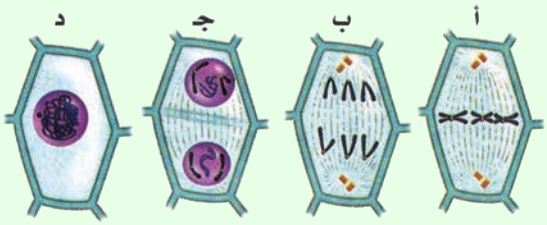
– عدد الخلايا . – نوع الخلايا .

– عدد الكروموسومات ونوعية الجينات « مقارنة بالخلية الأم » .

ب – الخلية الطبيعية والخلية السرطانية من حيث :

– حجم النواة – القدرة على الانقسام بعد الانفصال .

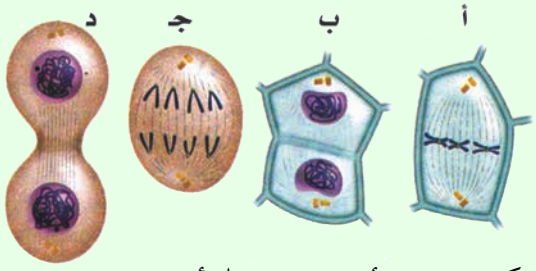
٦ – الشكل أدناه يبين (4) أطوار انقسام الخلية . اكتب أمام حرف كل طور العنوان الصحيح : التمهيدي، الاستوائي، الانفصالي، النهائي .



٧ – الشكل أدناه يمثل خلية نباتية وأخرى حيوانية أثناء الانقسام الخلوي .

أ – حدد أي منهما خلية نباتيه وأي منهما خلية حيوانية؟ معللاً إجابتك .

ب– سَمِّ أطوار الانقسام الخلوي لكل منهما .



٨ – خلية الإنسان تحتوي على (46) كروموسوم، أوجد عدد ما يأتي :

أ – الوحدات الرباعية التي تظهر في الطور التمهيدي الأول أثناء تكوين الأمشاج المذكره .

ب– الكروموسومات التي تتجه الى كل من القطبين نهاية الانقسام المنصف الثاني .

٩ – ما أهمية ما يأتي :

أ – تنصيف عدد الكروموسومات في الكائنات الحية التي تتكاثر جنسياً .

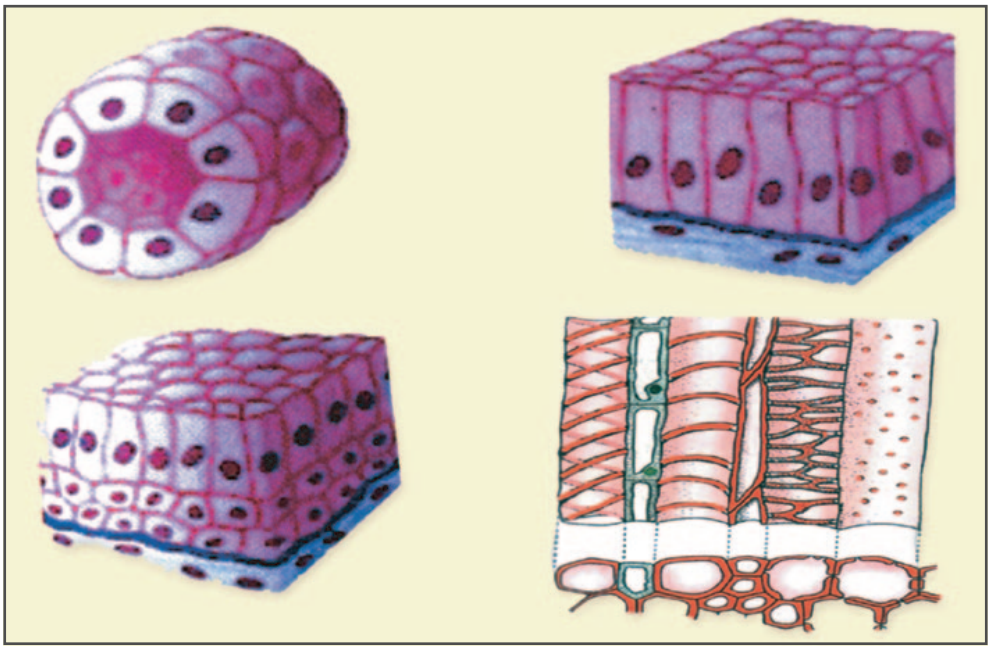
ب – الانقسام المتساوي في الكائن الحي عديد الخلايا .

١٠– اشرح كيف أن عملية ازدواج الكروموسومات المتماثلة تؤدي إلى الاندماج الوراثي مبيناً إجابتك بالرسم .

الوحدة الثانية

الأنسجة : Tissues

قال تعالى: ﴿... فَكَسَوْنَا الْعِظَامَ لَحْمًا ثُمَّ أَنشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ﴾ [سورة المؤمنون: آية ١٤].



أهداف الوحدة

يتوقع منك بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن :

١ – تُعرِّف الأنسجة .

٢ – تُصنِّف الأنسجة في جسم الكائن الحي .

٣ – تُوضِّح مميزات كل نوع من أنواع أنسجة الكائن الحي .

٤ – تربط بين تركيب ووظيفة الأنسجة الحيوانية .

٥ – تُصنِّف الأنسجة النباتية من حيث الشكل والوظيفة .

٦ – تربط بين تركيب ووظيفة الأنسجة النباتية .

الأنسجـــة : Tissues

– كيف تبدأ حياة الكائن الحي؟

عرفت سابقاً أن الكائنات الحية إما وحيدة الخلية أو عديدة الخلايا . وكثير من الكائنات عديدة الخلايا تبداء حياتها بخلية واحدة هي البويضة المخصبة، وتنقسم هذه الخلية عدة انقسامات متتالية لتكوِّن عدداً كبيراً من الخلايا التي تنظم في ثلاث طبقات . فما هي؟ تعرف هذه الطبقات بالطبقات الأولية وهي :

١ – طبقة خارجية : إكتوديرم . Ectoderm

٢ – طبقة وسطى (وسطية) : ميزوديرم . Mesoderm

٣ – طبقة داخلية : إندوديرم . Endoderm

وتتمايز الخلايا فيما بعد لتكون مجموعات من الخلايا المتخصصة . لماذا؟

تشكل كل مجموعة من هذه الخلايا ما يسمى بالنسيج (Tissue) . فما هو النسيج؟

النسيج : هو مجموعة من الخلايا المتشابهة في المنشأ والتركيب والشكل وتؤدي وظيفة معينة .

– هل تتشابه جميع الأنسجة في جسم الكائن الحي؟

– بماذا تختلف الأنسجة عن بعضها البعض في جسم الكائن الحي؟

تختلف الأنسجة عن بعضها من حيث أنواع الخلايا وتركيبها وكمية المادة الخلالية (بين الخلوية) فيها ووظائفها . وأنسجة الكائنات الحية إما أنسجة حيوانية أو أنسجة نباتية .

الأنسجة الحيوانية

تقسم الأنسجة الحيوانية إلى أربع أقسام، هي :

أولاً : الأنسجة الطلائية: Epithelium Tissues

تعرفت في دراستك السابقة على بعض أنواع الأنسجة في جسم الإنسان .

– اذكر بعض أنواع الأنسجة وأماكن وجود كل نوع؟

تغطي الأنسجة الطلائية السطوح الخارجية للكائنات الحية كالجلد، وتبطن الأعضاء والتجاويف الداخلية كالأمعاء والأوعية الدموية، وتشكل الأنواع المختلفة من الغدد كالبنكرياس والغدد اللعابية والغدة الدرقية والغدد العرقية.

- ما الصفات المميزة للأنسجة الطلائية؟

تشترك الأنسجة الطلائية في عدة صفات، منها:

١- تتكون من صف واحد من الخلايا في الأنسجة البسيطة ومن عدة صفوف من الخلايا في الأنسجة المركبة.

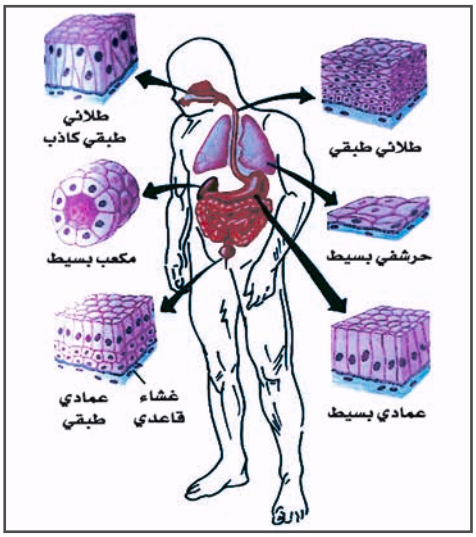
٢- خلاياها متراصة ولا توجد بينها مسافات بينية (المادة بين الخلوية التي تربط بين خلاياها قليلة جداً).

٣- تستند خلاياها على غشاء قاعدي

٤- تغطي السطوح الخارجية مثل الجليد وتبطن الأعضاء المختلفة والغدد والقنوات.

٥- لا تحتوي هذه الأنسجة على أوعية دموية بين خلاياها، ويتم تبادل المواد الغذائية والفضلات بخاصية الانتشار عبر الأنسجة المجاورة.

٦- لها القدرة على الانقسام لتعويض خلاياها التي تموت أو تتلف أثناء أدائها وظائفها المختلفة.



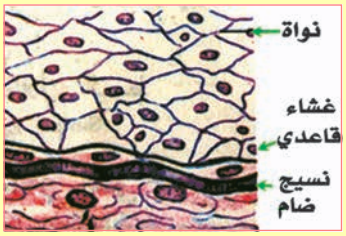
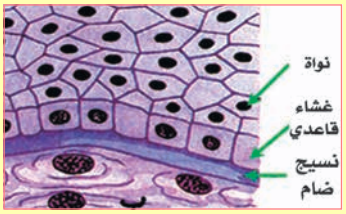
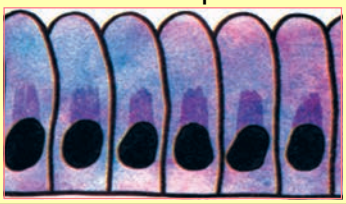
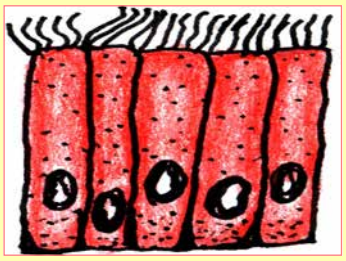
شكل (١) مواقع الأنسجة الطلائية في جسم الإنسان

وتصنف الأنسجة الطلائية تبعاً لتركيبها وعدد طبقات الخلايا المكونة لها وحسب شكل هذه الخلايا إلى مجموعتين: الأنسجة الطلائية البسيطة والأنسجة الطلائية المركبه وهناك نوعاً ثالثاً من الأنسجة الطلائية وهي الأنسجة الانتقالية.

١- الأنسجة الطلائية البسيطة : SimpIe Epithelial Tissues

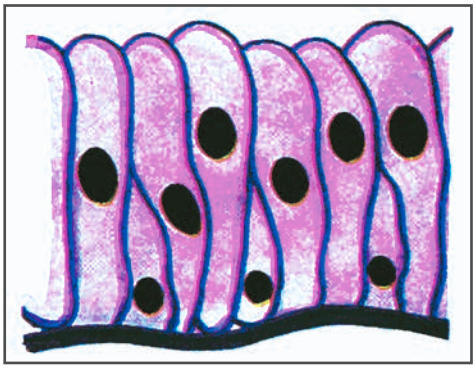
تتكون من طبقة واحدة من الخلايا وتنقسم إلى عدة أنواع مختلفة، تبعاً لشكل الخلايا المكونة لها. كما سيتضح من خلال الجدول (١) الذي يبين أنواع الأنسجة الطلائية البسيطة وأماكن وجودها. لاحظ أشكال الأنسجة المختلفة ثم قارن بينها من حيث الترابط بين الشكل والوظيفة لكل نسيج.

جدول (١) أنواع الأنسجه الطلائية البسيطة

نوع النسيج الطلائى وشكله	وصف خلايا النسيج		مكان وجود النسيج
	شكل الخلية	شكل النواة وموقعها	
١ – طلائي حرشفي : Squarnous Epithelium 	– صف واحد من الخلايا متعددة الأضلاع غير منتظمة الشكل .	– مستديرة أو بيضاوية . – مركزية أولا مركزية .	– جهاز الدوران حيث تبطن الأوعية الدموية وغشاء التامور . – الحويصلات الهوائية في الرئتين – محفظة بومان، أغشية المفاصل، الحجرة الأمامية للعين وفي بطانة الخد .
٢ – طلائى مكعب : Cuboidal Epithelium 	– صف واحد من الخلايا المكعبة . – ارتفاع الخلية يساوي عرضها .	– كروية الشكل في وسط الخلية .	– يوجد في الغدد القنوية مثل : الغدد الدمعية، والغدد العرقية، والغدد اللعابية . وفي الغدد الصماء كالغدة الدرقية . كما يوجد في الأنابيب البولية للكلية .
٣ – طلائى عمودي : Cobumnar Epithelium 	– صف واحد من الخلايا العمودية التي تتميز بأن ارتفاعها أكبر من عرضها .	– بيضاوية الشكل – تقع قرب الغشاء القاعدي .	– يوجد في الأماكن التي تتم فيها عمليات إفراز كما في معدة الإنسان أو في أماكن الامتصاص مثل بطانة الأمعاء الدقيقة . – يساعد في عملية امتصاص المواد الغذائية وفي عملية الإفرز .
٤ – العمودي المهدب : Ciliared Epihelium 	– خلايا عمودية تحمل جوانبها الحرة زوائد بروتوبلازمية صغيرة متحركة تعرف بالأهداب تتحرك في آنٍ واحد بصور منتظمة .	– مستديرة أو بيضاوية الشكل تقع قرب الغشاء القاعدي .	– في بطانه الرحم، قناتي فالوب – بطانه المريء والرئتين والنسيج المبطن لتجويف الأنف لطرد الأجسام الغريبة. – يعمل على دفع المواد الغذائية أو على دفع مواد أخرى مثل البويضات من القنوات التناسلية .

وهناك نوع آخر من الأنسجة الطلائية البسيطة يسمى الطلائي الطبقي الكاذب: (Pseudostratified Epithelium).

لاحظ الشكل (٢) الذي يوضح شكل الخلايا التي تبدو مرتبة في عدة طبقات إلا أنها جميعاً ترتكز على الغشاء القاعدي، ولكنها تختلف في أطوالها فلا يصل بعضها إلى سطح النسيج، كما أن نوى هذه الخلايا تكون في عدة مستويات فتظهر كأنها عدة طبقات وتبطن هذه الأنسجة قنوات بعض الغدد مثل الغدة النكفية. وقد تنتهي الأطراف الحرة للخلايا في هذا النسيج بأهداب وتوجد مثل هذه الأنسجة مبطنة للقصبة الهوائية.



شكل (٢) نسيج طلائي طبقي كاذب

نشـــاط (٣)

نفذ النشاط الخاص بدراسة الأنسجة الطلائية البسيطة في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

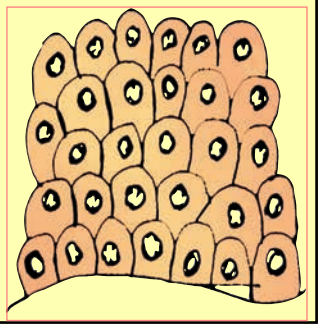
٢- الأنسجة الطلائية المركبة: Stratified Epithelial Tissues

- ما الفرق بين الأنسجة الطلائية البسيطة والأنسجة الطلائية المركبة؟

تتكون هذه الأنسجة من عدة صفوف من الخلايا (عدة طبقات من الخلايا)، وتكون خلايا الصف القاعدي مكعبة الشكل كبيرة النواة وكثيفة السيتوبلازم. وتقوم بالانقسام وتسمى الخلايا المولدة (Germinafive Cells) وتتخذ الصفوف العليا من الخلايا أشكالاً مختلفة وقد تموت وتصبح متقرنة عند السطح.

ولهذه الأنسجة أنواع مختلفة نلاحظها في الجدول (٢) والذي يوضح أنواع الأنسجة الطلائية المركبة وأشكال الخلايا فيها ومكان وجود النسيج. ادرس الجدول (٢) كي تربط بين شكل الخلايا في الأنسجة المختلفة والوظيفة التي تقوم بها.

جدول (٢) أنواع الأنسجه الطلائية المركبة

نوع النسيج الطلائى وشكله	وصف خلايا النسيج		مكان وجود النسيج
	شكل الخلية	شكل النواة وموقعها	
١- الحرشفي الطبقي: Stratified squamous	– تتكون الطبقة المولدة فيه من خلايا مكعبة أما الخلايا التي تنشأ عنها فيتغير شكلها بسبب ضغط الخلايا المتكونة في أسفل فتصبح حرشفية كلما ابتعدت عن الطبقة المولدة.	– بيضاوية كبيرة غنية بالكروماتين والخلايا العليا المتعددة الأسطح لها نوى مستديرة.	– يوجد في السطوح المعرضة للاحتكاك مثل الجلد وبطانة الجزء العلوي من المريء – تنقسم خلايا الطبقة القاعدية الملامسة للغشاء القاعدي.
٢- العمودي الطبقي: Stratified Coloumnar	– عدة صفوف من الخلايا ترتكز على غشاء قاعدي ويكون شكل الخلايا في الطبقة الخارجية عمودية. – بعضها يوجد بها أهداب على الحافة الحرة لخلايا الطبقة الخارجية.	– مستديرة في الطبقات القاعدية وبيضاوية في الطبقات السطحية العمودية.	– يوجد في بطانة القنوات الإفرازية وبعض الأعضاء الإخراجية وفي القناة الأنفية الدمعية. – وبعض الأعضاء التناسلية مثل الوعاء الناقل.
٣- المكعب الطبقي: Stratified Cuboidal Epithelium 	– عدة طبقات من الخلايا تكون الطبقة الداخلية فيها عمودية قصيرة والطبقة الخارجية خلايا مكعبة والطبقات المحصورة فيها تتكون من خلايا متعددة الأضلاع.	– مستديرة توجد مركزياً.	– تبطن القنوات الإفرازية الكبيرة لبعض الغدد اللعابية والبنكرياسية والقنوات الدمعية.

٣- الأنسجة الطلائية الانتقالية : Transitional Epithelium

يتكون هذا النسيج من عدة صفوف من الخلايا المكعبة ذات القابلية للانقباض والانبساط، وتظهر خلايا الطبقة الخارجية منها محدبة. وتكثر في مثل هذا النسيج المادة بين الخلوية التي تسمح بانزلاق الخلايا فوق بعضها أثناء الانقباض والانبساط. ويبطن هذا النسيج المثانة البولية والحالب.

نشـــاط (٤)

نفذ النشاط الخاص بالأنسجة الطلائية المركبة (الطبقية) في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

وظائف الأنسجة الطلائية :

يمكن تصنيف الأنسجة الطلائية تبعاً لوظائفها إلى الأنواع الآتية :

١ – الأنسجة الطلائية الواقية أو الغطائية وتعمل على تغطية ووقاية الجسم وأعضائه المختلفة، كالتي تكون بشرة الجلد والطلائية التي تبطن الأوعية الدموية.

٢ – الأنسجة الطلائية الغدية (أو الإفرازية)، وتشمل الأنسجة التي تحورت خلاياها لتؤدي وظيفة غدية أو إفرازية وتكون هذه الأنسجة الغدية، وهي نوعان :

أ – الغدد ذات الإفراز الداخلي (الغدد الصماء) : ليس لها قنوات وتمر إفرازاتها من الخلايا إلى الدم أو اللمف مباشرة مثل : الغدة الكظرية والغدد الدرقية.

ب– الغدد ذات الإفراز الخارجي أو القنوات : لها قنوات تنقل إفرازاتها، وهي أنواع عديدة، مثل غدة البنكرياس والكبد.

تلاؤم تركيب الأنسجة الطلائية البسيطة مع وظائفها :

خلق الله سبحانه وتعالى الأنسجة ومنها الطلائية في أجسامنا وجعل لكل نسيج وظيفة معينة فكيف تتلاءم هذه الأنسجة مع وظائفها؟

تعرفت على بعض وظائف النسيج الطلائي البسيط وهي : الامتصاص كما في الأمعاء والإفراز كما في الغدة الدرقية، والترشيح كما في محفظة بومان في الكلية، وتكوين الخلايا التناسلية كما في الخصية والمبيض. وهذه الوظائف تتطلب أن يكون

النسيج ذا طبقة واحدة كما في الأنسجة الطلائية البسيطة لتكون أكثر فعالية للقيام بتلك الوظائف.

– كيف تتلاءم الأنسجة الطلائية المركبة مع وظائفها؟

للأنسجة الطلائية الطبقية وظائف منها: الحماية للأنسجة التي تقع تحتها وتعويض ما يتلف من الخلايا المختلفة، لذلك تتركب هذه الأنسجة من عدة طبقات ترتكز على طبقات قاعدية لحماية ما تحتها من أنسجة كما أن لها القدرة على الانقسام لتعويض الجسم ما يخسره وما يتلف من خلاياه نتيجة الاحتكاك الدائم بالمؤثرات البيئية المختلفة أثناء أداء وظائفها.

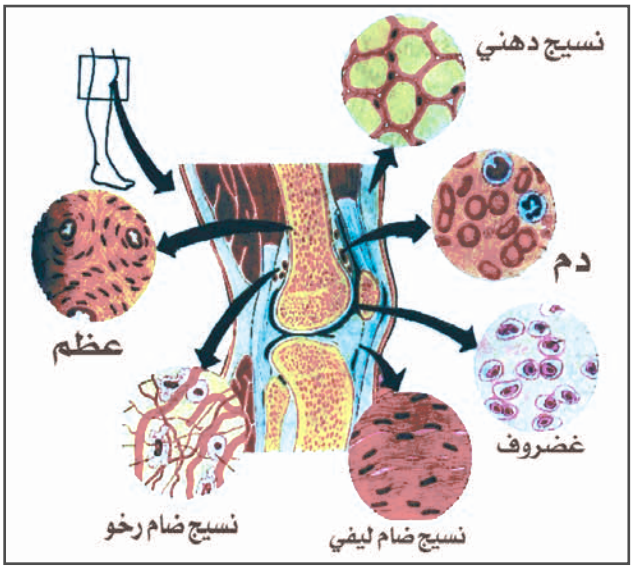
ثانياً: الأنسجة الضامة (الرابطة): Connective Tissues

– لماذا سميت هذه الأنسجة بالضامة أو الرابطة؟

تعمل الأنسجة الضامة أو الرابطة بصورة أساسية على ربط ودعامة الأنسجة المختلفة، مثل ربط العضلات بالعظام.

انظر الشكل (٣)، ولاحظ مواقع الأنسجة الضامة المختلفة في الجسم.

وبعكس ما هو في الأنسجة الطلائية ذات الخلايا المتراصة، تكون خلايا الأنسجة الضامة متباعدة وتنتشر في مادة بينية تتألف من شبكة من الألياف المطمورة في مادة متجانسة القوام والتي قد تكون سائلة، كما في بلازما الدم أو جيلاتينية، كما في الغضروف أو صلبة، كما في العظم. وفي أغلب الحالات تفرز المادة البينية من قبل خلايا خاصة من نفس نوع النسيج الضام.



شكل (٣) مواقع الأنسجة الضامة في جسم الإنسان

الصفات العامة للأنسجة الضامة :

١ – تنشأ في الطبقة الوسطى أي الميزودرم .

٢ – لا تستقر خلاياها على غشاء قاعدي .

٣ – المادة بين الخلوية فيها متسعة وتتكون من مادة خلالية صلبة أو سائلة أو جلاتينية .

وتصنف الأنسجة الضامة الرابطة حسب المادة البينية (المادة التي بين الخلوية) إلى ثلاثة أنواع هي على النحو الآتي :

١ – الأنسجة الضامة الأصلية : Connective Tissues Proper

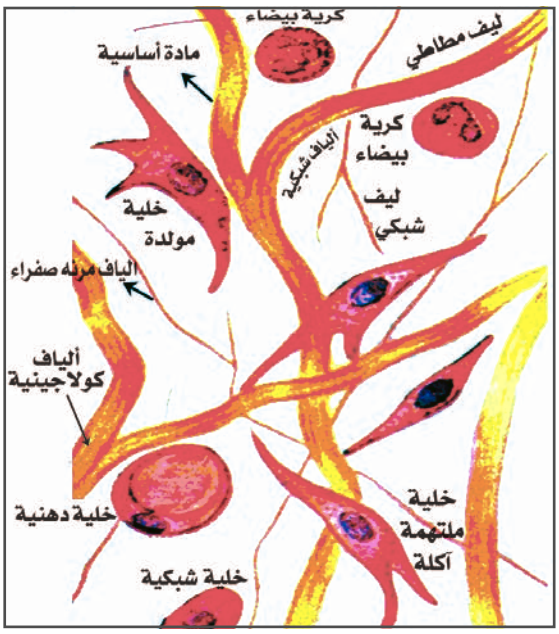
خلايا هذه الأنسجة ذات أشكال مختلفة يوجد بها ألياف كولاجينية تكون على هيئة حزم غير متفرعة أو متشابكة تسمى بالألياف البيضاء (White Fibres)، وألياف مرنة (Elastic Fibres) تتكون من مادة الإستين المرنة وتكون مفردة ومتفرعة وتعرف بالألياف الصفراء (YeIIow Fibres) .

وتتميز هذه الأنسجة باحتوائها كمية كثيرة من المادة بين الخلوية . وتكاد توجد هذه الأنسجة في جميع أجزاء الجسم . وأنواع الأنسجة الرابطة الأصلية، هي :

أ) النسيج الضام الفجوي أو الخلالي : Aredar Connective Tissue

يوجد هذا النوع بين الجلد والأنسجة التي أسفله ويعمل على ربط النسيج الطلائي بالأنسجة التي تقع أسفله مباشرة كما يعمل على تثبيت الأعضاء في مواقعها المختلفة والإحاطة بها، كما يوجد في المساريقا التي توجدفي الأحشاء في أماكنها وأيضاً في الطبقات الرقيقة المحيطة بالأوعية الدموية .

لاحظ الشكل (٤) الذي يمثل تركيب النسيج الضام الفجوي، والذي يتكون من ألياف غير كثيفة



شكل (٤) النسيج الضام الفجوي

وغير منتظمة وخلايا مختلفة والمادة الخلالية وفيرة وتوجد الألياف بشكل مجموعات تحصر بينها فجوات، وهي :

١. **الألياف البيضاء**: تتكون من مادة بروتينية تسمى كولاجين (Collagen) وتفرز من خلايا خاصة تسمى الخلايا الليفية أليافعة، تتميز هذه الألياف بقوة تحمل عالية وقدرتها على مقاومة التمزق عندما تُشد طولياً.

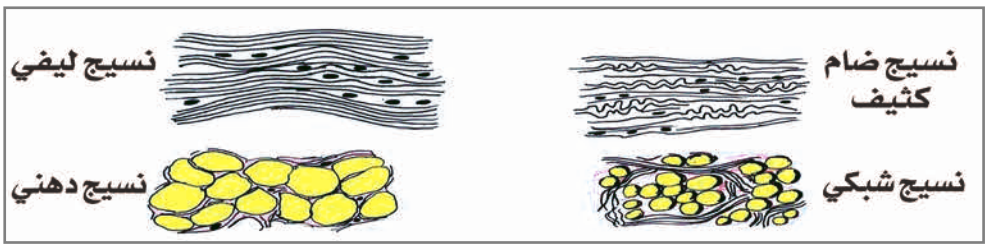
٢. **الألياف الصفراء**: تتكون من مادة بروتينية تسمى الإستين (Elastin) وهي على شكل خيوط طولية ورفيعة وتبدو صفراء اللون وتتفرع وتلتقي ببعضها ولا تُكون حزماً، بل تكون منفردة وفي اتجاهات مختلفة وتعطي مرونة عالية للنسيج الضام. تلاحظ ذلك عندما تضغط بأطراف أصابعك على راحة يدك. ما دور الألياف الصفراء في إعادة الجلد إلى وضعه الأصلي؟

٣. **الألياف الشبكية**: هي ألياف رفيعة جداً، قليلة المرونة، متفرعة ومتشابكة وأقل انتشاراً من الأنواع الأخرى من الألياف. وتكثر في الأغشية القاعدية التي تربط النسيج الطلائي بالأنسجة المجاورة له، كما توجد في الأعضاء الليمفية، مثل الطحال واللوزتين.

توجد في النسيج الضام الفجوي (الرخو) أنواع مختلفة من الخلايا مثل الخلايا الأكولة Macrophages التي تساهم في الدفاع عن الجسم، والخلايا الصارية Mast Cells التي تساعد في إنتاج الهيبارين اللازم لمنع تجلط الدم، والخلايا الليفية أليافعة Fibrocytes وتفرز البروتينات التي تتكون منها الألياف، والخلايا الصبغية Pigment Cells ويحتوي سيتوبلازم هذه الخلايا على حبيبات صبغية خاصة تتكون من مادة الميلانين Melanin، وخلايا البلازما PIasma Cells وتلعب دوراً في إنتاج الأجسام المضادة حيث أنها تزداد في بعض الحالات المرضية، والخلايا الدهنية Fat Cells وهي مخزون من المواد الدهنية داخل السيتوبلازما.

ادرس الجدول (٣) ولاحظ الشكل (٥) الذي يمثل بعض الأنسجة الضامة، ثم أجب عن الأسئلة :

- لماذا يُسمى النسيج الضام الكثيف بهذا الاسم؟
- ما الفرق بين النسيج الضام الكثيف المنتظم وغير المنتظم؟
- ما العلاقة بين تركيب النسيج والوظيفة التي يقوم بها؟



شكل (٥) بعض أنواع الأنسجة الضامة

جدول (٣) بعض أنواع الأنسجة الضامة

نوع النسيج الضام	وصف النسيج	مكان وجوده وعمله
الليفي : Fibrous Connective	– قوي وغير مرن يحتوي على ألياف بيضاء تغلب على الألياف الصفراء . – تتكون المادة البينية من جلايكوبروتين .	– يُكون الأوتار التي تربط نهايات العضلات بالعظام .
المرن : Elastic Connective	– يحتوي على ألياف صفراء فقط ذو مرونة عالية .	– في الأعضاء التي تحتاج إلى بعض المرونة كالشرايين والأوعية الدموية .
الشبكي : Reticular Connective	– يحتوي على قليل من حزم الألياف البيضاء القصيرة وعلى مادة خلالية متسعة تكثر بها الخلايا اللمفية، حيث هذه الخلايا كثيرة التفرع تتقاطع تفرعاتها مكونة شكلاً شبكياً .	– يوجد في الطحال ونخاع العظام .
الدهني : Adipose Connective	– تكثر فيه الخلايا الدهنية وتتقارب في كثافة، لايحتوي على ألياف .	– يوجد تحت الجلد ويعمل كمادة عازلة للحرارة في الجسم . – يعتبر مخزناً لمواد غنية للطاقة وماصاً للصدمات . – كما يعمل كحماية لبعض الأعضاء المهمة، مثل الكلية وكرة العين .
الكثيف : Dense Connective	– يتميز بوفرة الألياف وقلة عدد الخلايا في المادة الخلالية . – يوجد نوعان له حسب ترتيب الألياف والخلايا : أ – نسيج ضام كثيف منتظم : كما في أدمة الجلد تُرتب فيه الألياف بانتظام . ب – نسيج ضام كثيف غير منتظم : ترتب فيه الألياف والخلايا بشكل غير منتظم .	– يكون الأوتار التي تربط العضلات مع العظام أو الأربطة التي تربط العظام ببعضها، كما يوجد في الجلد .

ب) النسيج الضام الهيكلي: Skeletal Connective Tissue

– ما المقصود بالأنسجة الهيكلية؟، وما أنواعها؟

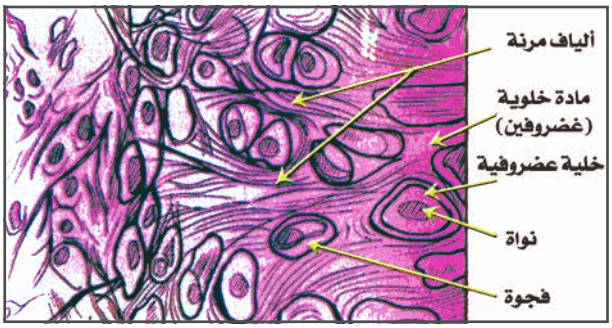
تُشكل الأنسجة الهيكلية الدعامة الأساسية للجسم وتثبت عليها العضلات لذا تتميز بأن المادة البينية لها صلبة كما في العظام أو هلامية، كما في الغضاريف لتحافظ على شكل محدد للجسم. وتقسم هذه الأنسجة حسب طبيعة مادتها البينية إلى قسمين (الغضاريف – العظام).

١. **الغضاريف** Cartilage: يتكون الغضروف من:

– خلايا مولدة للغضروف والتي تفرز حولها مادة الغضروف وهي مادة كولوجينية متصلبة.

– خلايا وألياف ومادة خلالية.

ومن خواص الغضروف أن المادة الخلالية فيه ليس لها شكل معين، والخلايا الغضروفية نفسها تقع في فجوات ولا يحتوي على أوعية دموية ويكون الغضروف محاطاً بغشاء يسمى الغشاء الغضروفي وهو شبه صلب، نصف شفاف وأقل صلابة من العظم وتُعرف الخلايا المكونة لهذا النسيج بالخلايا الغضروفية.



شكل (٦) النسيج الغضروفي

لاحظ الشكل (٦) الذي يبين تركيب الغضروف.

– ما شكل الخلايا المكونة للغضروف، وأين توجد؟

– ما أنواع الغضاريف؟ وما وظائفها؟

ادرس الجدول (٤) ولاحظ الشكل (٧) الذي يمثل أنواع الغضاريف في جسم الإنسان، ستجد أن هناك ثلاثة أنواع من الغضاريف، وهي:

١ – غضاريف زجاجية.

٢ – غضاريف مرنة.

٣ – غضاريف ليفية.

شكل (٧) أنواع الغضاريف

جدول (٤) خصائص الغضاريف

نوع الغضروف	مكونات الغضروف وصفاته	وجوده وعمله
١ – **الزجاجي (الشفاف) :** Ltyaline Cartilage	– أكثر أنواع الغضاريف وجوداً خاصة عند الثديات، حيث يشكل معظم هيكل أجنتها . – المادة الخلالية رائقة ولا تحتوي على ألياف .	– في القصبة الهوائية والغضروف السيفي الذي يكون جزءاً من القص . – عند نهايات العظام الطويلة يحمي العظام من التآكل بفعل الاحتكاك . – يكون الهيكل الجنيني الذي يحل محله الهيكل العظمي في الحيوان أليافع .
٢ – **المرن :** Elastic Cartilage	– يحتوي على الألياف الصفراء المرنة – يحاط بطبقة ضامة تحتوي على أوعية دموية .	– في صيوان الأذن وغضروف الأنف وبعض غضاريف الحنجرة .
٣ – **الليفي :** Fibrous Cartilage	– تكثر فيه الألياف البيضاء في المادة الخلالية . – يعتبر نموذجاً وسطاً بين الغضروف الزجاجي والوتر أو الرباط .	– في الأماكن التي تتطلب صلابة ومرونة مثل الأقراص الغضروفية بين الفقرات .

– ما الفرق بين الغضاريف المختلفة (الزجاجية، المرنة، الليفية) من حيث التركيب والوظيفة؟

نشـــاط (٥)

نفذ النشاط الخاص بالأنسجة الهيكلية في كتاب الأنشطة والتجارب العملية .

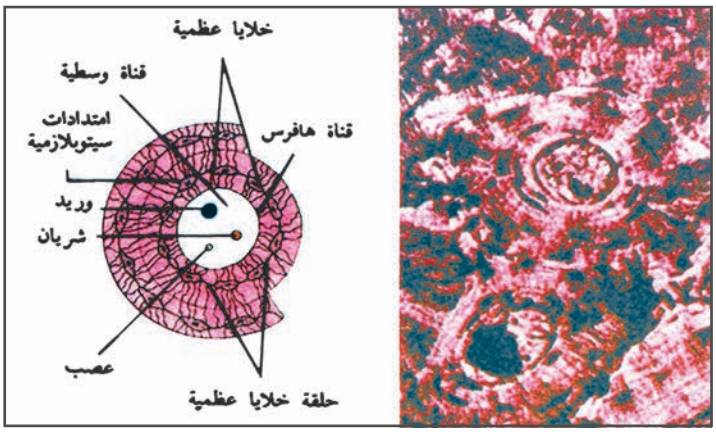
٢ . العظام: Bones

- يعتبر النسيج العظمي من الأنسجة الدعامية، حيث يشكل القسم الأكبر من هيكل الفقاريات، كما يقوم بحماية أهم أعضاء الجسم من الصدمات الضارة. حيث تحيط عظام الجمجمة بالدماغ وتحيط الفقرات بالنخاع الشوكي ويحيط القفص الصدري بالرئتين والقلب.
- ويتميز العظم بأن المادة الخلالية فيه متكلسة وصلبة، ويعود ذلك لوجود أملاح الكالسيوم والفوسفور في هذه المادة. كما توجد في المادة الخلالية الألياف البيضاء لتعطي العظم دعماً إضافياً.

يوجد نوعان من العظام هما: العظم الكثيف والعظم الإسفنجي. فما الفرق بينهما؟

● **العظم الكثيف**: Compact Bone

لاحظ الشكل (٨) الذي يمثل تركيب العظم الكثيف، حيث يتميز هذا النوع بحلقات اسطوانية من المادة الخلالية المتكلسة والمحيطة بقنوات هافرس (Haversion Canals) نسبة إلى مكتشفها، وتربط بينها قنوات جانبية تسمى قنوات فولكمان، وتسمى هذه القنوات وما يحيط بها من خلايا جهاز هافرس (Haversian System)، وتوجد بين هذه الأنظمة خلايا عظمية متفرقة تسمى بمجموعها أنظمة لاهافرسية (Non Haversian System)، وتحتوي قنوات هافرس على أوعية دموية وأعصاب لتغذية النسيج العظمي.

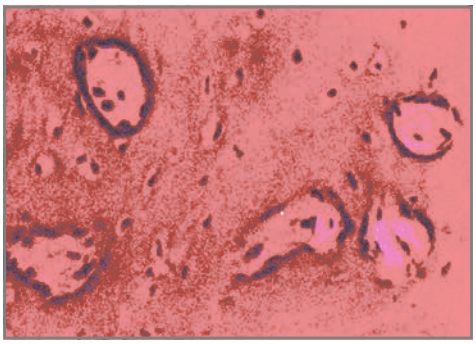


شكل (٨) العظم الكثيف

تترسب أملاح الكالسيوم والفوسفور بالإضافة إلى مواد عضوية أخرى في الأجزاء البينية للخلايا العظمية مما يزيد من صلابتها، بعد ذلك

تتوقف الخلايا المولدة للعظم عن تكوين مادة العظم وتسمى عندئذ بالخلايا العظمية الناضجة وتتصل الخلايا العظمية مع بعضها بواسطة قنيات متشعبة في التجاويف المحيطة بها .

- **العظم الإسفنجي** : Spongy Bone

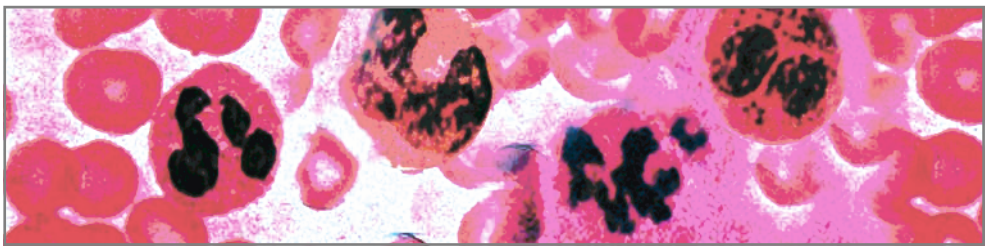


شكل (٩) صور تُبين تركيب العظم الإسنفجي

لاحظ الشكل (٩) والذي يبين تركيب العظم الإسفنجي، ويوجد العظم الإسفنجي في رؤوس العظام الطويلة كالفخذ والكتف، ويتكون من صفائح عظمية غير منتظمة عبارة عن كتل مستقلة بين النسيج العظمي تتخللها تجاويف واسعة تمتلا بنخاع العظم الأحمر الذي يكون كريات الدم ورغم عدم احتواء العظم الإسفنجي قنوات هافرس إلا أن سطحه الخارجي يتكون من عظم كثيف يحتوي قنوات هافرس، وبذلك تكون جميع العظام تحتوي على نوعي العظام الإسفنجي والكثيف معاً .

جـ) الأنسجة الوعائية : Vessel Tissue

تشمل الأنسجة الوعائية الدم واللمف . والدم شكل من أشكال النسيج الضام مادته الخلالية سائلة تعرف بالبلازما وتحتوي على خلايا أوكريات دموية (الحمراء والبيضاء) وبعض الأجسام المغزلية (الصفائح الدموية)، شكل (١٠) .



شكل (١٠) الأنسجة الوعائية

وقد تعرفت في دراستك السابقة عن الدم ومكوناته المختلفة ووظائفه، كما درست أهمية اللمف وتركيبه، فما الفرق بين الدم واللمف من حيث التركيب والوظيفة؟

- ما العلاقة بين نخاع العظم والدم؟

يوجد نوعان من نخاع العظم في الجسم (الأحمر والأصفر) ويُكون النخاع الأحمر كريات الدم، بينما يختص النخاع الأصفر بخزن المواد الليبيدية أو الدهنية، ويتكون نخاع العظم من نسيج ضام شبكي يحتوي على خلايا دهنية وخلايا آكلة وبعض الخلايا الأخرى التي تشترك في تكوين كريات الدم الحمراء.

بعد الولادة تقل كمية النخاع الأحمر تدريجياً إلى أن يقتصر وجوده على رؤوس العظام الطويلة والضلوع والفقرات، بينما يظهر النخاع الأصفر في تجاويف العظام الطويلة.

ثالثاً: الأنسجة العضلية: Muscular Tissues

تكون هذه الأنسجة عضلات الجسم وتتركب من وحدات بسيطة تسمى الخلايا أو الألياف العضلية (Muscular Fibres) والتي تمتاز بقدرتها على الانقباض والانبساط لتأمين الحركة عند الكائن الحي وتختلف الخلايا العضلية عن بقية خلايا الجسم في أن معظم السيتوبلازما فيها متحورة إلى خيوط منقبضة تُعرف بالليفات العضلية (Myofibrils) وتكون موازية للمحور الطولي لليفة العضلية أما بقية السيتوبلازمة فتعرف بالساركوبلازمة.

وتعتبر العضلات أكثر الأنسجة انتشاراً في جسم الإنسان إذ تشكل حوالى ٤٠٪ من وزن الجسم وتقسم العضلات حسب الخواص الشكلية والوظيفية إلى نوعين مختلفي المنشأ:

١ – عضلات ملساء: وهي عبارة عن ألياف غير مخططة ولا إرادية، شكل (١١).

٢ – عضلات مخططة: وتقسم وظيفياً إلى نوعين:

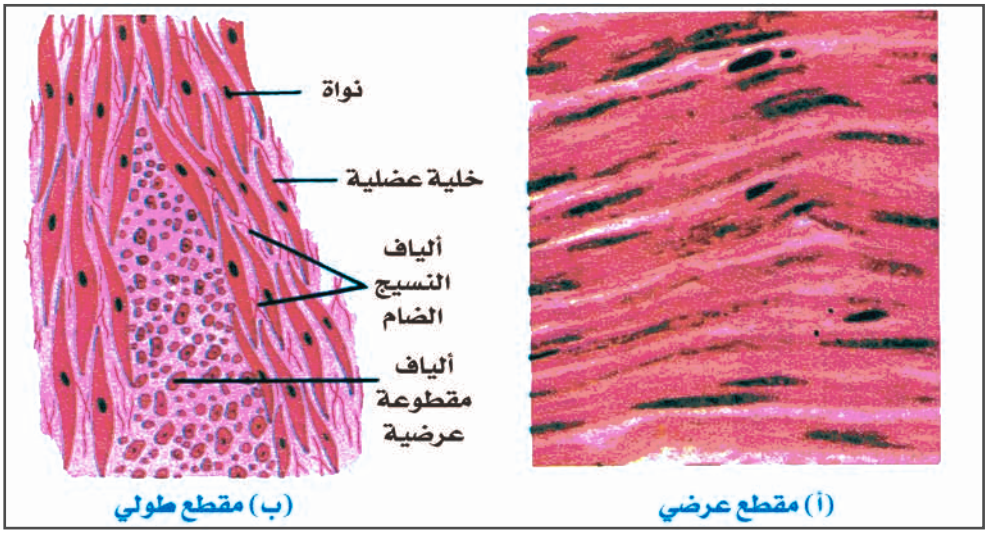
أ – عضلات مخططة هيكلية: وهي عضلات إرادية.

ب– عضلات مخططة قلبية: وهي عضلات لا إرادية.

والجدول (٥) يوضح مواصفات العضلات الملساء (غير المخططة).

جدول (٥) مواصفات العضلات الملساء (غير المخططة)

نوع العضلة	مكوناتها	نوع الحركة	وجودها
العضلات الملساء (غير المخططة) : Smoth or Unstriated Muscles	– الليفة العضلية رفيعة ممدودة ومدببة الطرفين . – تحتوي على عدد من الليفات العضلية وكمية قليلة من السيتوبلازم (السباركوبلازمة) وتحتوي على نواة بيضية الشكل في الوسط . – توجد الألياف منفردة كالجلد . – وقد توجد موزعة بشكل شبكي كالأعضاء التنفسية . – وقد تكون بشكل طبقات عضلية سميكة كالقناة الهضمية .	لا إرادية	– في الجهاز البولي التناسلي والجهاز التنفسي وفي جدران الأوعية الدموية . – في الجلد . – في الأعضاء التنفسية . – في القناة الهضمية، والمعدة والأمعاء .

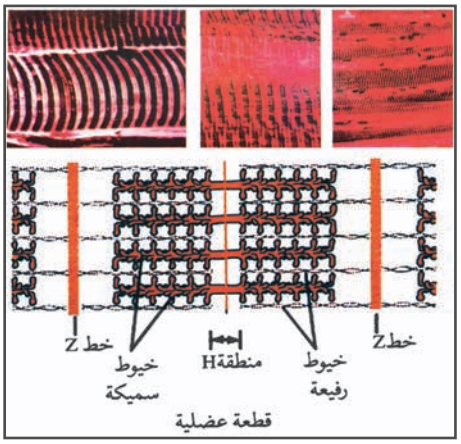


شكل (١١) عضلات ملساء

- يختلف طول الألياف غير المخططة في أجزاء الجسم المختلفة (الأوعية الدموية، جدار الأمعاء، ورحم الأنثى) .
- لاتحتوي الليفة على الأشرطة القاتمة والأشرطة المضيئة كما هو الحال في العضلات المخططة، لذلك توصف بأنها ملساء .

وأما العضلات المخططة Striatel Muscles

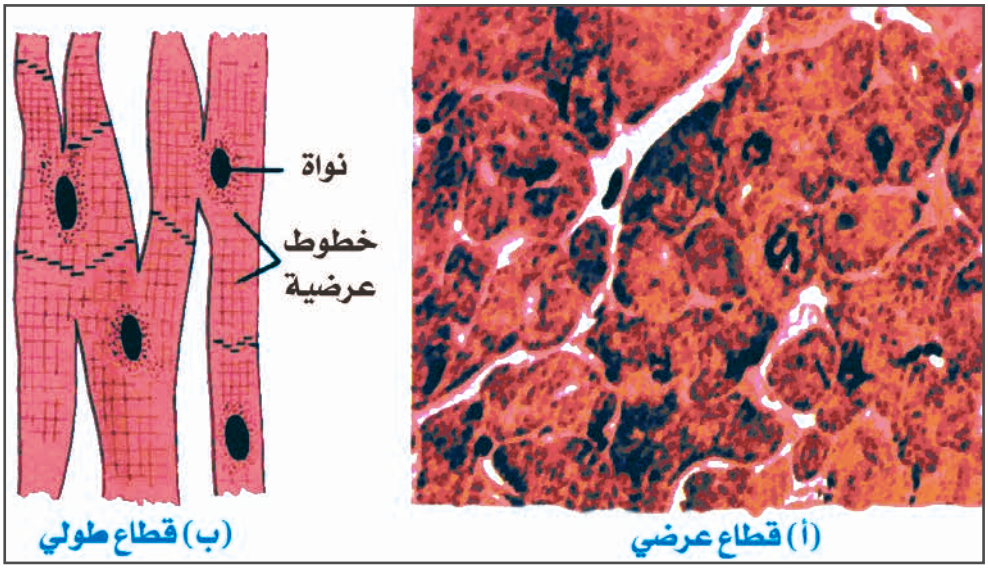
وهي إما مخططة هيكلية أو مخططة قلبية. والجدول (٦) يوضح مواصفاتها. وسميت العضلات المخططة الهيكلية بهذا الاسم لاتصالها بالهيكل العظمي بواسطة الأوتار وهي تساعد في حركة أجزاء الجسم كالأطراف والجذع، شكل (١٢). بينما توجد العضلات المخططة القلبية في القلب، شكل (١٣).



شكل (١٢) عضلات مخططة

جدول (٦)

نوع العضلة	مكوناتها	نوع الحركة	وجودها وعملها
العضلات المخططة أو الهيكلية	– مدمج خلوي يتألف من ليفات عضلية محاطة بنسيج رابط يسمى الغشاء العضلي. – نوى متعددة توجد على سطح المدمج الخلوي – ميتوكوندريا كثيرة. – تتكون كل ليفة عضلية من مواد بروتينية على هيئة نوعين من الخيوط مرتبة بنظام متبادل. أ – خيوط رفيعة من بروتين الأكتين (Actin) ب – خيوط سميكة من بروتين الميوسين (Myosin) – ترتبط الألياف العضلية المخططة ببعضها بنسيج ضام لتكون حزماً. – ترتبط هذه الحزم ببعضها لتكون عضلات الجسم المعروفة.	إرادية	– في أجزاء الجسم كالأطراف والجذع. – عضلات الجسم – الفك – الرأس.
العضلات القلبية	– تتركب من ألياف عضلية مخططة عرضياً. – أليافها أقصر من الألياف الهيكلية. – تحتوي على نواة واحدة فقط. – الألياف القلبية محاطة بصفيحة لحمية. – تنقبض وتنبسط بانتظام مدى الحياة. – مخططة ولكن الأشرطة المعتمة والمضيئة فيها أقل وضوحاً من الألياف في العضلات الهيكلية.	لا إرادية	– لا إرادية في القلب فقط



شكل (١٣) العضلات القلبية

نشـــاط (٦)

نفذ النشاط الخاص بالأنسجة العضلية في كتاب الأنشطة والتجارب العملية .

رابعاً: الأنسجة العصبية : Nervous Tissues

للأنسجة العصبية أهمية كبيرة في ربط وظائف الجسم المختلفة وهي تكون شبكة تقوم بربط أجزاء الجسم المختلفة ببعضها، لأنها المسؤولة عن تسلم المنبهات المختلفة سواء من البيئة المحيطة بالجسم أو من داخل الجسم، والاستجابة لها من أعضاء الجسم المختلفة .

يتكون النسيج العصبي من خلايا عصبية تسمى العصبونات (Neurons) والألياف العصبية (Nervous Fibres)، والأعصاب (Nerves)، وتنشأ الأنسجة العصبية من طبقة الإكتودرم . وستدرس هذا النوع من الأنسجة بالتفصيل في العام القادم إن شاء الله .

الأنسجة النباتية : Plant Tissues

- مِمَ تتكون الأنسجة النباتية؟

تتكون الأنسجة النباتية من خلايا متشابهة في الشكل والتركيب والوظيفة. وعلى الرغم من أن الخلايا النباتية تنفصل عن بعضها بواسطة الجدار الخلوي (Cell Wall) المكون من السيليلوز، إلا أن البروتوبلازم فيها متصل مع بعضه بروابط بروتوبلازمية تساعد في الاتصال بين الخلايا لتؤدي وظائفها الحيوية، كما أن للجدارالخلوي في النسيج النباتي وظيفة أخرى تعرفت عليها في دراستك السابقة للخلية. فما هي؟

- مِمَ تنشأ أنسجة النباتات الوعائية؟

تنشأ أنسجة النباتات الوعائية من الأنسجة الإنشائية الابتدائية أثناء النمو الجنيني ثم تبدأ بالتخصص مكونة أنواعاً متباينة من الأنسجة المستديمة.

تقسم الأنسجة النباتية إلى نوعين رئيسين هما:

أولاً: الأنسجة الإنشائية (الجنينية) : Meristematic Tissues

لاحظ الجدول (٧) الذي يبين صفات الأنسجة الإنشائية وأماكن وجودها في النبات ووظائفها الأساسية.

جدول (٧) صفات الأنسجة الإنشائية وأماكن وجودها ووظائفها الأساسية

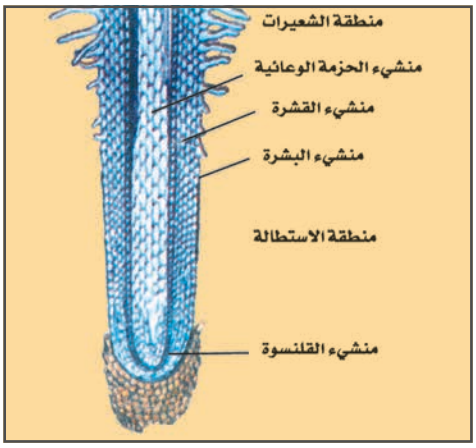
النسيج الإنشائي	تكوينه	وجوده	وظيفته
- أول الأنسجة التي تتكون في النبات - تنشأ منها أنواع الأنسجة الأخرى.	- خلايا صغيرة متراصة رقيقة الجدار، كثيفة السيتوبلازم، أنويتها كبيرة. - لا يوجد فيها فجوات عصارية أو بلاستيدات.	- في القمم النامية للجذور والسوق النباتية - داخل الحزم الوعائية بين الخشب واللحاء - في اللحاء الخارجي للأشجار والشجيرات.	- الانقسام المستمر. - يساعد في نمو الساق في السُمك. - يساعد في تكوين الفلين. - يعوض مايتلف من اللحاء الخارجي للأشجار.

تنقسم الأنسجة الإنشائية إلى نوعين هما :

١- الأنسجة الإنشائية الابتدائية : Primary Meristems

توجد هذه الأنسجة في الجنين كله وفي القمم النامية للجذور والسوق وفي بدايات الأوراق والأزهار، شكل (١٤) .

عند دراسة مقطع طولي في قمة الجذر تلاحظ ان النسيج الإنشائي في الجذر يتميز بمميزات محددة ، كما هو موضح في الجدول (٨) .



شكل (١٤) مقطع طولي للقمة النامية في الجذر

جدول (٨)

النسيج الإنشائي	وصف خلايا النسيج	الوظيفة
١ – مرستيم البشرة(منشئ البشرة) Dermatogen ٢ – مرستيم القشرة (منشئ القشرة) Periblem ٣ منشئ الحزمة الوعائية المرستيم الأساسي Plerome ٤ – منشئ القلنسوة ومرستيم القلنسوة (Calyptrogen)	– يتكون من صف واحد من الخلايا تحيط بقمة الجذر أو الساق . – يتكون من عدة طبقات من الخلايا المرستيمية . – يتكون من عدة طبقات وتكون وسط النسيج الإنشائي في قمة الجذور والسوق – خلايا تحيط بالقمة النامية للجذر	– يكون البشرة في السوق والجذور – تكون القشرة في الجذور والسوق – تكون خشب الحزم الوعائية ولحاءها – تحمي القمة النامية من التآكل والاحتكاك عند اختراق الجذر النامي للتربة .

نشـــاط (٧)

نفذ النشاط الخاص بالأنسجة الإنشائية في النبات في كتاب الأنشطة والتجارب العملية .

٢ – الأنسجة الإنشائية الثانوية : Secondary Meristems

هي الأنسجة التي تقوم ببناء الأجزاء الثانوية من جسم النبات وتنشأ من خلايا مستديمة يعاودها النشاط والقدرة على الانقسام. وهي تنشق من أنسجة مختلفة منها :

أ – **أنسجة إنشائية ابتدائية** : هي أنسجة فقدت نشاطها الانقسامي لفترة ثم عادت وزاولته من جديد، مثل الكامبيوم الحزُمي في السوق النباتية البالغة التي تمر بمرحلة التغلظ الثانوي حيث تنقسم خلاياه لتكون اللحاء والخشب الثانويين.

ب– **أنسجة مستديمة** : هي أنسجة فقدت قدرتها على التخصص وعادت إلى حالتها الجنينية الأولى، مثل الكامبيوم بين الحزمي الذي ينشأ من الخلايا المستديمة في الأشعة النخاعية والتي تنقسم في مرحلة التغلظ الثانوي ليتكون الخشب واللحاء الثانويين.

– ما مدى التلاؤم بين شكل الأنسجة الإنشائية ووظائفها؟

– ما أهمية الأنسجة الإنشائية النباتية؟

تستطيع الإجابة إذا لاحظت أماكن وجود هذه الأنسجة ووظائفها ومميزات خلاياها في الشكل السابق.

وتعمل الخلايا الإنشائية على نمو النبات لقدرتها على الانقسام، كما في الجذور والسوق النباتية النامية. كما أن أماكن وجودها في القمم النامية يساعد على النمو الطولي ووجودها بين خشب الحزُم الوعائية ولحائها لتكون خشباً ولحاء ثانويين يساعد على النمو العرضي. وحتى يتلاءم شكل الخلايا مع مهمة القيام بعملية الانقسام الخلوي المستمر بأقل مدة ممكنة فقد خلقت الخلايا مكعبة الشكل وأغشيتها رقيقة تسهل عملية الانقسام المستمر لها.

ثانياً: الأنسجة المستديمة Permanent Tissues

– ما المقصود بالأنسجة المستديمة؟

– ما الذي يميزها عن الأنسجة الإنشائية؟

هي أنسجة مكونة من خلايا توقف فيها الانقسام الفعال وأصبحت متميزة بطريقة تتلاءم مع التخصص الوظيفي لها. وتختلف درجات التميز في الأنسجة والخلايا المستديمة تبعاً لنوع النسيج.

وهي أنسجة تنشأ من الأنسجة الإنشائية وتكون أعضاء النبات المختلفة، وتتميز بخلايا كبيرة ناضجة فقدت قدرتها على الانقسام ولها أنوية صغيرة وسيتوبلازم قليل

وفجوة عصارية كبيرة ولبعضها جدار سميك متغلظ .

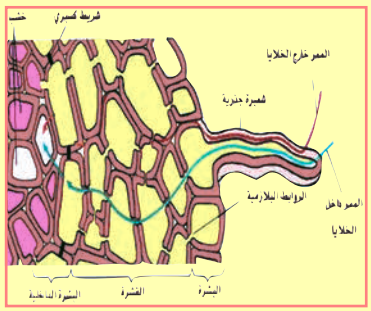
وتختفي المحتويات الحية لبعضها ولايبقى إلا الجدار الخلوي متغلظاً وغير حي .

ويمكن تقسيم الأنسجة المستديمة إلى نوعين من الأنسجة :

١ – الأنسجة المستديمة البسيطة :

تتكون من خلايا ذات تركيب وعمل متشابه، كما يوضحها الجدول (٩) .

الجدول (٩) ملاءمة نسيج البشرة للوظائف التي يقوم بها

النسيج المستديم البسيط وشكله	ملاءمة الشكل للوظيفة التي يقوم بها النسيج	أماكن وجودها تبعاً لوظيفتها
١ – البشرة : 	– طبقة واحدة من الخلايا الحية . – قد تكون مغطاه بطبقة من مادة شمعية تقلل من تبخر الماء وتدعى الأدمة أو الكيوتكل فقد تكون سميكة جداً . – تكون الخلايا فيها عدسية الشكل ذات فجوات خلوية كبيرة وتكون الأدمة ضيقة جداً أو معدومة . يحتوي النسيج على ثغور توجدبين خليتين حارستين . – توجد شعيرات وزوائد نباتية على سطوح بعض الأعضاء النباتية للقيام بالامتصاص، أو أشواك في بعض النبات للحماية .	– تغطي الجذور والسوق والأوراق والأزهار . – في النباتات الصحراوية . – كما في النباتات الهوائية . – في الشعيرات الجذرية

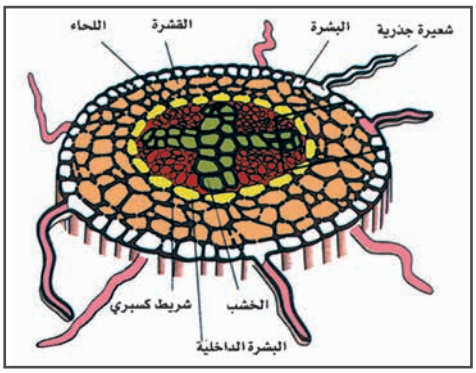
ادرس الجدول (٩) الذي يوضح مدى ملاءمة نسيج البشرة للوظائف التي يقوم بها .

وقد عرفت سابقاً تركيب الثغور وتركيب الشعيرات الجذرية، شكل (١٥) .

– فما وظيفة الخلية الحارسة؟ وكيف يتلاءم تركيبها مع وظيفتها؟

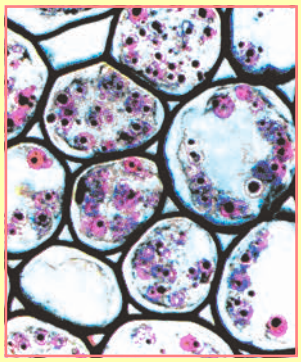
– كيف تختلف عدد الثغور وأماكن وجودها في النبات في البيئات المختلفة؟

– ما مدى ملاءمة تركيب الشعيرات الجذرية مع وظيفتها التي تقوم بها؟



شكل (١٥) قطاع عرضي يوضح الشعيرات الجذرية

جدول (١٠) مواصفات النسيج البرنشيمي

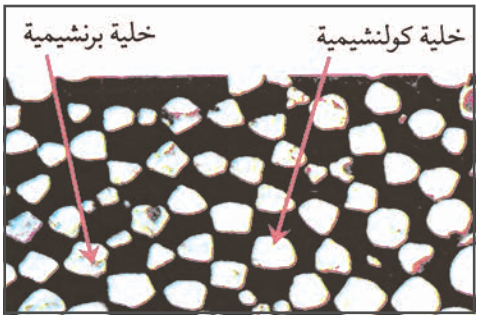
النسيج المستديم وشكله	ملاءمة الشكل للوظيفة التي يقوم بها النسيج	أماكن وجودها تبعاً لوظيفتها
٢- القشرة: 	– خلاياه حية توجد بينها مسافات بينيةُ جُدرها أولية رقيقة، وعدم وجود جُدر ثانوية، فجواتها العصارية كبيرة ومحاطة بطبقة رقيقة من السيتوبلازم لامتصاص الماء وتخزينه. – قد تحتوى على بلاستيدات خضراء أو ملونة أو عديمة اللون. – شكل الخلايا مضلعة غالباً. – يقوم بوظيفة تخزين الغذاء والماء	– في الأوراق والسوق والجذور – النسيج العمادي في الورقة (النسيج المتوسط) – في الجذور

١ – ادرس الجدول (١٠) وبين مميزات النسيج البرنشيمي؟

٢ – ما وظائف النسيج البرنشيمي؟

٣ – كيف يتلاءم تركيب النسيج مع وظائفه المختلفة؟

٣ – النسيج الكولنشيمي (الأنسجة الدعامية) Collenchyma Tissuess



شكل (١٦) النسيج الكولنشيمي

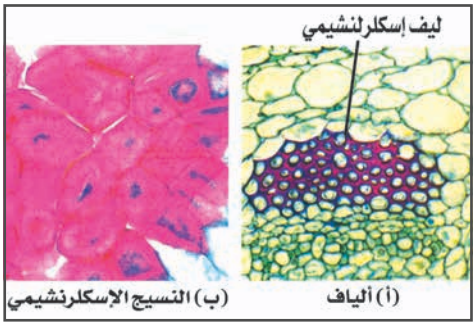
لاحظ الشكل (١٦) والذي يبين تركيب النسيج الكولنشيمي نلاحظ ان خلايا هذا النسيج حية مستطيلة نسبياً وجذرها غير منتظمة التغلظ يكون التغلظ بارزاً في الزوايا، حيث تتلاقى الخلايا المتجاورة.

توجد هذه الأنسجة بالقرب من سطح الأعضاء النباتية، لماذا؟ وتزيد نسبة التغلظ في هذه الأنسجة عند النباتات التي تتعرض للرياح الشديدة أثناء نموها.

تتكيف هذه النباتات مع وظيفتها وهي الدعامة، حيث تتغلظ الجُدر للنباتات وتكون خلاياها متراصة، صلبة في الأعضاء البالغة ومرنة في الأعضاء النامية، حيث تتكيف مع مراحل النمو المختلفة في أعضاء النباتات.

٤- الأنسجة الإسكلرنشيمية (الخشبية) Sclerenchyma Tissues

تمتاز خلايا هذه الأنسجة بوجود جُدر ثانوية متغلظة بشكل واضح وبها مادة اللجنين (Lignin)، ونتيجة التغلظ فإن بروتوبلازمها يموت (الخلايا البالغة لاتحتوي على أية مادة حية)، وتتميز خلايا هذه الأنسجة إلى نوعين، شكل (١٧).



شكل (١٧) النسيج الإسكلرنشيمي

أ - **الخلايا الحجرية**: خلايا اسكلريدية (ScIerids) غير منتظمة الشكل، والجدر الثانوية فيها متغلظة، وغالباً تمتلئ تجاويف الخلايا بالمواد المترسبة امتلأ كلياً. وتوجد في قشرة الجوز وفي أجزاء البذور الصلبة ويلاحظ أيضاً في البنية التركيب الرملية لثمرة الكمثرى نتيجة لوجود تجمعات صغيرة من الخلايا الحجر ية.

ب- **الألياف**: خلايا مستطلية مدببة الطرفين على شكل حُزم داخل القشرة وفي أنسجة الخشب واللحاء وحول الحزم الوعائية. وهي تعطي الدعم لأعضاء النبات ضد المؤثرات الداخلية والخارجية دونما ضرر بالخلايا الضعيفة ذات الجُدر الرقيقة، ويستخدم في تصنيع الحبال وأنسجة القماش كألياف نبات القنب الذي تصنع منه أكياس تعبئة السكر وغير ذلك.

٥ - الأنسجة الفلينية: Cork Tissues

خلايا هذه الأنسجة مغلظة ومنضغطة، ذات جدر ثانوية، سميكة، مشبعة بمادة شمعية تسمى السوبرين (Suberin)، وغير منفذة للسوائل والغازات.

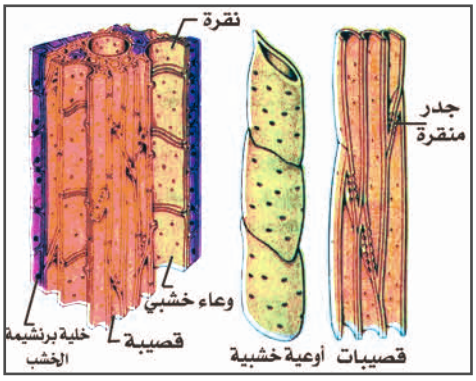
نشـــاط (٨)

نفذ النشاط الخاص بالأنسجة الدائمة البسيطة في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

ثالثاً: الأنسجة المستديمة المركبة (الوعائية): Vascular Tissues

هي أنسجة ناقلة تمتد على هيئة حزم وعائية منتشرة في جميع أجزاء النبات، وتشمل:

أ) نسيج الخشب Xylem :



شكل (١٨) تركيب نسيج الخشب

ويتكون من العناصر الوعائية وألياف وخلايا إسكليريدية وخلايا برنشيمية. ويقوم بنقل الماء والمواد الذائبة فيه من الجذر إلى أجزاء النبات العليا، كما يقوم بتدعيم النبات. وتنقل القصيبات والأوعية الماء والأملاح ويتم ذلك النقل بين القُصيبات عبر النقر الموجودة في الجدران، أما الأوعية فيتم النقل فيها بالصفائح المثقبة.

لاحظ الشكل (١٨)، ستجد نسيج الخشب يتركب مما يأتي:

١ – الأوعية (Vessels).

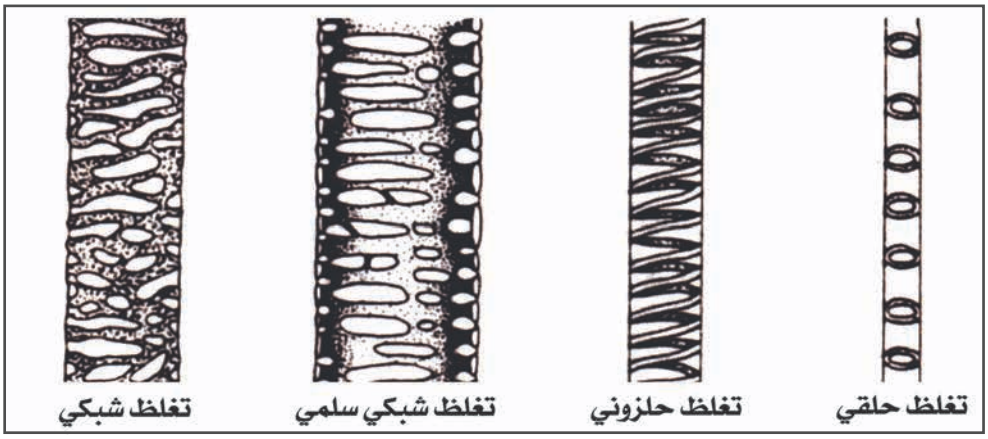
٢ – القصيبان (Tracheids).

٣ – برنشيم الخشب.

٤ – الألياف.

وقد درست سابقاً تركيب نسيج الخشب ووظائفه المختلفة في وحدة النقل في الكائنات الحية، فما الفرق بين الأوعية الخشبية والقصيبات من حيث التركيب والوظيفة وفي الشكل (٢٢) تلاحظ أن خلايا الأوعية تترتب ترتيباً طولياً متراصاً فوق بعضها وتتغلظ جدرانها. وتسمى الأوعية التي تتكون وتنضج في أول عمر النبات الخشب الأولى (Protoxylem) وهي أقل قطراً من أوعية الخشب التالي (Metaxylem)، وتتغلظ جدران هذه الأوعية فالخشب الأولي يتغلظ لولبياً (Spiral) أو حلقياً (Annular)، أما الخشب التالي فيتغلظ سلمياً (Sclariform) أو شبكياً (Reticulate).

لاحظ الشكل (١٩) لتتعرف على أنواع التغلظ في الخشب.



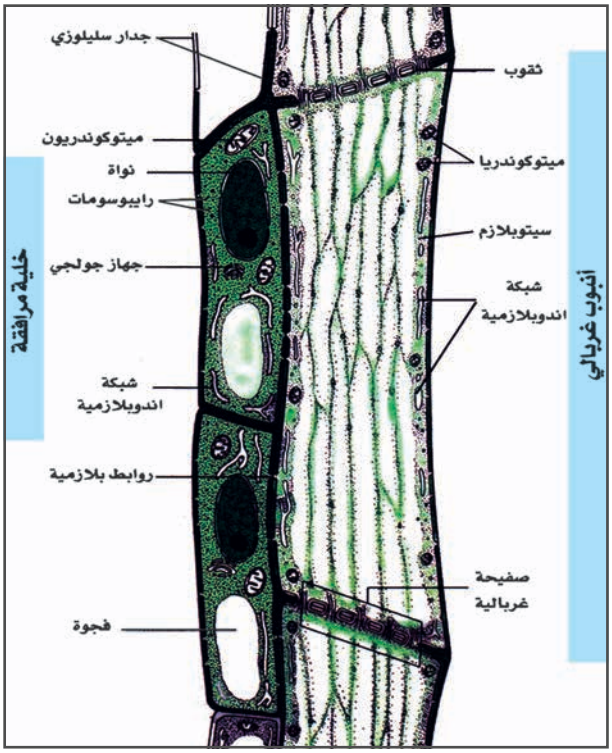
شكل (١٩) تغلظات أوعية الخشب

ب نسيج اللحاء Phloem :

ويقوم بنقل العصارة الناضجة إلى أجزاء النبات المختلفة ويتكون في النباتات مغطاة البذور، من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وخلايا برنشيمية وألياف .

أما في معراة البذور فيتكون من خلايا غربالية وألياف وخلايا برنشيمية وخلايا البومينية (زلالية)، لاحظ الشكل (٢٠) لتتعرف على تركيب اللحاء في مغطاة البذور .

– ما أهمية الخلايا المرافقة؟



شكل (٢٠) قطاع طولي في تركيب نسيج اللحاء

قضية للمناقشة :

يتلاءم تركيب الأنسجة الوعائية مع وظائفها المختلفة . وضح ذلك .

تقويم الوحدة

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على الإجابة عن الأسئلة الآتية :

السؤال الأول : اختر إجابة صحيحة واحدة من بين البدائل التي تلي كل فقرة فيما يلي :

١- تتميز الأنسجة الضامة الهيكلية بأن مادتها الخلالية :

أ) صلبة ب) سائلة جـ) جيلاتينية د) شفافة

٢- يوجد النسيج الضام الفجوي بين :

أ) الدم واللمف ب) العظام والغضاريف

جـ) الجلد والأنسجة التي تحته . د) الاكتوديرم والاندوديرم .

٣- أي من التالية تفرزها الخلايا الصارية :

أ) الميلانين ب) الهيبارين جـ) الاستين د) الكولوجين .

٤- تنشأ الأنسجة المستديمة في النباتات الوعائيه من الأنسجة :

أ) الإنشائية الابتدائية ب) البرنشيمية جـ) الدعامية د) الكلونشيمية .

٥- تتميز الأنسجة البرنشيمية النباتية بأن خلاياها :

أ) مستديره ومتراصة ب) مغطاة بطبقة شمعية

جـ) يوجد بينها مسافات بينية د) غير منتظمة التغلظ .

٦- أي من التالية ليس من مكونات الأنسجة الضامة :

أ) الحرشفي الطبقي ب) الليفي د) الشبكي هـ) المرن .

٧- تعتبر الغضاريف من الأنسجة :

أ) الطلائية ب) الدعامية جـ) العصبية د) الحرشفية

٨- أي من التالية يبطنها النسيج الطلائي الانتقالي :

أ) المثانة البولية والحالب ب) الجلد جـ) بطانه الخد د) الأوعية الدموية .

س٢ : وضح المقصود بكل مما يأتي :

١- النسيج .

٢- الأنسجة الرابطة (الضامة) .

٣- الأنسجة الإنشائية الابتدائية .

٤- الأنسجة الطلائية .

٥- الأنسجة المستديمة .

السؤال الثالث : ضع بين القوسين أمام العبارات في القائمة (أ) الرقم المناسب من القائمة (ب) :

القائمة (أ)	القائمة (ب)
( ) تقسم الأنسجة الضامة الهيكلية حسب مادتها الخلالية إلى .	١ – الأنسجة العضلية .
( ) معظم السيتوبلازمة فيها متحورة إلى ليُيفات .	٢ – الخشب واللحاء .
( ) توجد في القمم النامية للجذور والسوق وفي بدايات الأوراق والأزهار .	٣ – الأنسجة الهيكلية .
( ) أنسجة ناقلة تمتد على هيئة حُزم منتشرة في جميع أجزاء النبات .	٤ – العظام والغضاريف .
( ) تتصل بالهيكل بواسطة الأوتار .	٥– الأنسجة الإنشائية الابتدائية .
	٦– الأنسجة الطلائية .
	٧– الغدد ذات الإفراز الداخلي .

السؤال الرابع : قارن بين كل من :

١– الأنسجة الطلائية والأنسجة الضامة من حيث التركيب والوظيفة .

٢– الألياف البيضاء والألياف الصفراء من حيث التركيب والوظيفة .

٣– نسيج البشرة ونسيج القشرة في النباتات الوعائية من حيث التركيب والوظيفة .

السؤال الخامس : علل ما يأتي تعليلاً علمياً دقيقاً :

١ – تزداد أعداد خلايا البلازما في بعض الحالات المرضية .

٢ – المادة الخلالية في العظام صلبة متكلسة .

٣ – يغطى المحور والزوائد الشجيرية بالغمد النخاعي .

٤ – توجد الأنسجة الإنشائية في القمم النامية في النبات .

السؤال السادس : وضح بالرسم تركيب كلٍ من :

١ – أنواع الأنسجة الطلائية

٢ – القمة النامية في الجذر موضحاً فيها أنواع الأنسجة المختلفة .

السؤال السابع : عدد كلاً من :

١ – وظائف الأنسجة الطلائية . ٢ – أنواع الأنسجة الضامة .

٣ – أنواع الخلايا في النسيج الضام الفجوي .

السؤال الثامن : بين علاقة نخاع العظم بالدم .

السؤال التاسع : اشرح مدى ملائمة الأنسجة في جسم الكائن الحي للوظائف التي تقوم بها ؟

الوحدة الثالثة

الدعامة والحركة
Support and Locomotion

قال تعالى: ﴿ لَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنسَانَ فِي أَحْسَنِ تَقْوِيمٍ ﴾ [سورة التين: آية ٧].

أهداف الوحدة

يتوقع منك بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن :

١- تُوضِّح مفهوم الدعامة والحركة في الكائن الحي .

٢- تُبيِّن أهمية الدعامة والحركة للكائن الحي .

٣- تُوضِّح آلية الحركة في الكائنات وحيدة الخلية .

٤- تُوضِّح وسائل الدعامة وطرق الحركة في النبات وتعدد العوامل المؤثرة في هذه الحركة .

٥- تَتَتبَّع التطور في أعضاء الحركة وأجهزتها عند الكائنات الحية .

٦- تشرح طرق الدعامة والحركة في الحيوان .

٧- تُبيِّن تركيب جهاز الدعامة في الإنسان .

٨- تُوضِّح العلاقة بين الجهاز العضلي والجهاز الحركي في الإنسان .

الدعامة والحركة : Support and Locomotion

- ما الجهاز المسؤول عن تدعيم جسمك وحركة أعضاءه؟
- ما أهمية الدعامة والحركة للكائنات الحية؟
- ما الفرق بين الدعامة والحركة؟

لقد تبين لك مما سبق أن الخلية وحدة تركيب الكائن الحي، وأن الكائن الحي إما يتكون من خليه واحدة مثل الأميبيا واليوجلينا، وهي كائنات صغيرة الحجم وغالباً ما تفتقر إلى أي نوع من أنواع التركيب الدعامي، أو يتكون من عدد كبير من الخلايا مثل النبات والحيوان فتلاحظ مثلاً أنَّ سوق النباتات تتمايل وتنثنى بتأثير الرياح ولاتنكسر حتى ولو كانت محملة بالثمار. لماذا؟

- ما سبب عدم تكتل أجزاء جسم الحيوان فوق بعضها مهما كانت لينة؟

يحتاج كل كائن حي كبير الحجم سواء كان نباتاً أو حيواناً إلى وسيلة تدعم جسمه وإلا فَقَدَ شكله وأصبح كتلة من الخلايا، والهيكل أحد أشكال هذا الدعم فهو يزود الحيوان والنبات بإطار صلب يمنحه شكل عام ثابت ويمكنه من الحركة.

- اذكر أمثلة لصور الحركة في الكائنات الحية؟
- ما الفرق بين الحركة الداخلية والخارجية للكائن الحي؟

الحركة من صفات الكائن الحي ولاتتم إلا بوجود الطاقة التي يحصل عليها الكائن من الغذاء. وجميع الكائنات الحية لها القدرة على الحركة بصورة أو بأخرى. ومن صور الحركة مثلاً الحركة الموضعية مثل حركة البروتوبلازم داخل الخلية الحيوانية والنباتية، أو حركات بعض أعضاء الكائن الحي كحركة الأمعاء الدودية ودقات القلب في الحيوان. وكذلك انفتاح الثغور وانغلاقها، وتفتح البراعم والأزهار، وانقباض الأوراق وانبساطها في النبات.

وقد تكون الحركة انتقالية فأغلب الحيوانات تستطيع أن تتحرك وتنتقل من مكان إلى آخر وكذا بعض الكائنات وحيدة الخلية مثل البراميسيوم التي تسبح بأهدابها في الماء.

- ما المقصود بالحركة؟ ولماذا تعد الحركة من العمليات الحيوية الهامة في الكائن الحي؟

الحركة هي مقدرة الكائن الحي على تغيير مكانه في الوسط الذي يعيش فيه إما بالانتقال كلية أو بتغيير موضع جسمه أو بعض أعضائه.

- ما سبب اتساع دائرة انتشار الحيوانات الطائرة والسابحة؟

أهمية الحركة للكائن الحي.

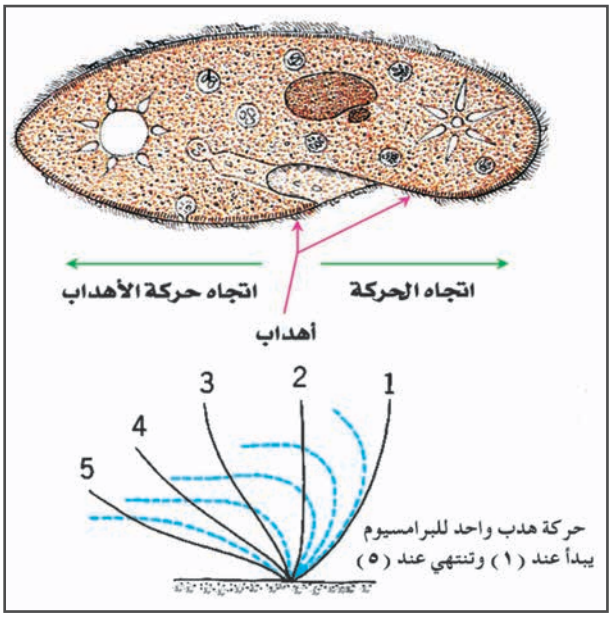
تحتاج الحيوانات للحركة للبحث عن الطعام أو المأوى أو التزاوج أو اللعب واللهو أو لحماية نفسها من الأعداء أو لاستجابة لمؤثر خارجي. وتبرز أهمية الحركة في أنها وسيلة من وسائل الانتشار لتأمين بقاء النوع وضمان التوازن الحيوي واستمرارية الحياة. أما الحركة في النبات فهي محدودة للغاية كونه ذاتي التغذية.

الدعامة والحركة في الكائنات وحيدة الخلية

- ما الدعامة التي توجد في الكائنات وحيدة الخلية؟
- كيف تتحرك الكائنات وحيدة الخلية؟

معظم الكائنات وحيدة الخلية ليس لها دعامة، إلا أن قليلاً منها تمتلك أنماطاً مختلفة من تركيبات الحماية والدعامة الخارجية أو الداخلية فمثلاً يحاط البراميسيوم بالأهداب Pellicle التي تعطيه الشكل العام، انظر شكل (١).

والأهداب عضيات حية ثابتة تستخدم في حركة الكائن الحي وانتقاله من مكان إلى آخر. كما أن بعض الكائنات وحيدة الخلية تتحرك إما بالأقدام الكاذبة كما في الأميبا أو بالأسواط كما في اليوجلينا.



شكل (١) الدعامة والحركة في البراميسيوم

نشـــاط (٩)

نفـذ هذا النشـاط الخـاص بالحـركـة في الكائـنات وحـيـدة الخلية الموجـود في كتاب الأنشطة والتجارب .

الدعامة والحركة في النبات Support and Locomotion in plant

- ما الوسائل التي يعتمد عليها النبات في الدعامة؟
- مِمَ يتكون جهاز الدعامة في النبات؟

الدعامة في النبات : Support in plant

يحتوي النبات على وسائل وأجهزة دعامية تحافظ على شكله وتدعمه وتقيه وتحميه من عوامل البيئة المختلفة التي تؤثر عليه كالرياح . ومن وسائل الدعم التي تتوفر للنبات :

١- وسيلة الدعم الفسيولوجية :

ضغط السوائل داخل النبات يؤدي إلى امتلاء الخلية وانتفاخها (ضغط الامتلاء)، وهذه العملية عبارة عن دعامة تعطي النبات شكلاً محدداً وتحميه من بعض المؤثرات الخارجية، حيث إن قلة نسبة الماء داخل الخلايا يؤدي إلى ارتخاء النبات وذبوله .

٢ - وسيلة الدعم التركيبية :

- ما وظيفة الأنسجة النباتية؟

درست سابقاً أنَّ جسم النبات يتركب من خلايا حية يترسب في جدر بعضها مواد مثل البكتين والسليلوز واللجنين لتكوين الأنسجة الدعامية المسئولة عن شكل النبات ووقايته من عوامل البيئة، والأنسجة الدعامية هي :

أ - النسيج الكولنشيمي : Collenchyma

يترسب في جدر خلايا هذا النسيج مادة البكتين والسليلوز المرنة حيث تساهم في دعم الأجزاء النباتية الغضة المعرضة للانثناء مثل الأوراق وسيقان بعض النباتات .

ب - النسيج الإسكلرنشيمي : Sclerenchyma

يتكون هذا النسيج من خلايا(الألياف والخلايا الحجرية والأسكلوريدات) حيث تترسب مادة اللجنين في جدر الخلايا المكونة لهذا النسيج لتكسبها صلابة وقوة

ويوجد النسيج الإسكلرنشيمي في القشرة وفي غمد الحزم الوعائية، ومع نسيج الخشب واللحاء في النباتات المسنة حيث يسهم في دعم النبات.

– بماذا يختلف النسيج الإسكلرنشيمي عن باقي الأنسجة النباتية؟

جـ- نسيج الخشب : Xylem

– ما وظيفة نسيج الخشب؟

يعتبر نسيج الخشب الذي يتكون من الأوعية الخشبية والقصيبات جهاز الدعامة الأساسي في النبات نظراً لأن معظم خلايا هذا النسيج ذات جدر ملجننة تساهم في دعم النبات وحمايته من عوامل الشد والضغط المختلفة إلى جانب وظيفة النقل. وتختلف توزيع الأنسجة الدعامية في أجزاء النبات حسب نوع القوى (شد، ضغط) التي يتعرض لها العضو، فقد تكون على هيئة كتل صماء في مركز العضو الذي يقاوم الشد كما في الجذر أو على هيئة اسطوانة تحت البشرة لمقاومة الضغط كما في الساق.

– ما دور مادة اللجنين الموجودة في نسيج الخشب؟

نشـــاط (١٠)

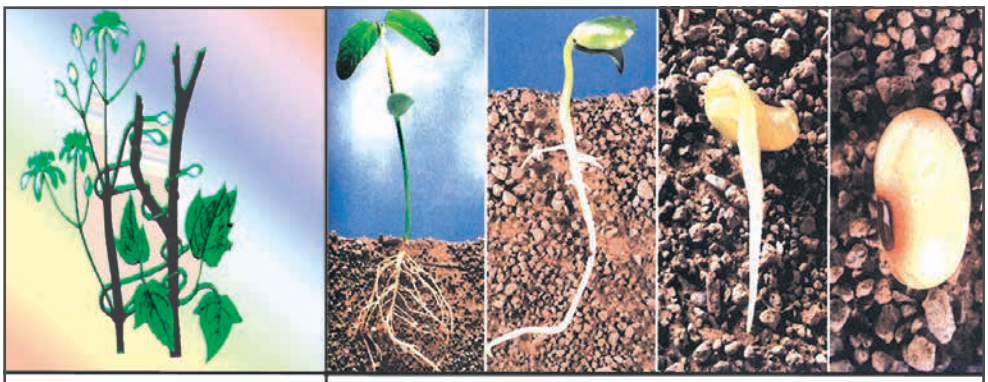
نفذ هذا النشاط الخاص بالدعامة في النبات الموجود في كتاب الأنشطة والتجارب.

الحركة في النبات : Locomotion in plant

– اذكر أهم حركات النبات؟

حركة النبات أقل وضوحاً من حركة الحيوان وهي حركة موضعية يظل عندها أصل النبات ثابت، وتظهر الحركة في بعض أجزاء النبات نتيجة نمو الأعضاء كالساق والجذور والأوراق والبراعم والأزهار، كما في الشكل (٢)، أو نتيجة الاستجابة لبعض المؤثرات الخارجية مثل ضوء الشمس، أو الداخلية مثل الهرمونات، كحركة الجذر إلى أسفل بعيداً من الضوء باتجاه الجاذبية الأرضية، واتجاه حركة الساق إلى أعلى نحو الضوء عكس اتجاه الجاذبية الأرضية، أو نحو الدعامة التي يتسلق عليها النبات. الشكل (٢). ما أهمية ذلك؟

وتكون الحركة واضحة في بعض النباتات مثل النباتات الطافية. لماذا؟



المحاليق في نبات الياسمين البري	الحركات الناتجة عن نمو الجذر والساق (نبات الفول)

شكل (٢)

الدعامة والحركة في الحيوان Support and Locomotion in Animal

- ما الذي يساعد في تدعيم جسم الحيوان؟
- ما الفرق بين الهيكل الداخلي والهيكل الخارجي؟

الدعامة في الحيوان : Support in Animal

تزداد الحاجة للهيكل الدعامي كلما زاد حجم الحيوان حيث تبرز أهمية الهيكل في الحيوان في تقويم الجسم وحمايته، كما يساعد على حركة الحيوان التي تعتمد على حركة أجزاء الهيكل، مثل حركة العظام والعضلات الهيكلية المتصلة بها، وذلك بانقباض هذه العضلات وانبساطها، والتي تعمل على ضمان وسهولة الحركة. والدعامة الحيوانية إما أن تكون عبارة عن هيكل خارجي كما في الحشرات أو هيكل داخلي وخارجي كما في الإنسان، والجدول (١) يوضح الفرق بينهما.

جدول (١) مقارنة بين الهيكل الخارجي والهيكل الداخلي

هيكل خارجي	هيكل داخلي
– يوجد خارج سطح الجسم أو قريباً منه. – مثل الجُليد في المفصليات أو القشور في الأسماك أو الريش في الطيور أو الجلد في الإنسان – تتصل العضلات بسطحه الداخلي. – ينشأ من الطبقة الخارجية الأكتوديرم. – وظيفته حماية الحيوان من الصدمات الميكانيكية.	– يوجد داخل الجسم ويحاط بالأنسجة الرخوة واللينة. – مثل الهيكل الغضروفي في الأسماك الغضروفية أو الهيكل العظمي في الإنسان. – تتصل العضلات بسطحه الخارجي. – ينشأ من الطبقة المتوسطة (الميزوديرم) – وظيفته حماية الأعضاء والأجهزة من الصدمات الخارجية

أما الحركة فهي أحد أنشطة حياة الكائنات الحيوانية والنباتية، إلا أن الحركة في الحيوان يمكن تمييزها بسهولة، كما أنها تتنوع وتزداد وضوحاً وتكون هادفة في الكائنات الراقية، لتمكِّن الحيوان من أداء وظائفه.

– لماذا تكون حركة الحيوان غالباً سريعة وواضحة، بينما حركة النبات بطيئة وغير واضحة؟

ويمكن توضح الدعامة والحركة في الحيوانات = اللافقارية والفقارية كما يأتي:

أ) الدعامة والحركة في الحيوانات اللافقارية

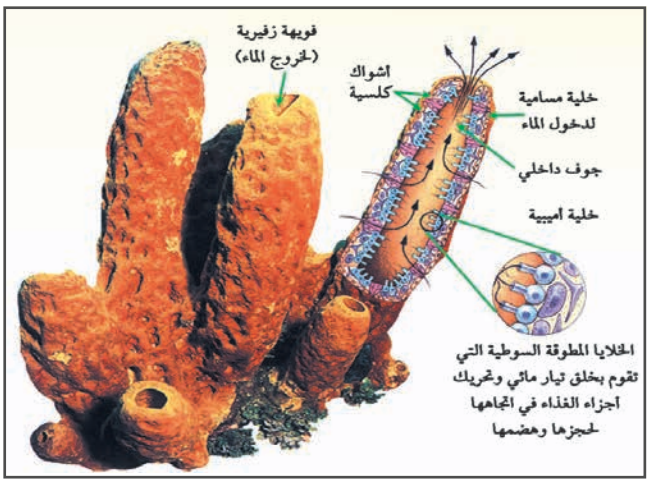
١ – الدعامة والحركة في المساميات:

– لماذا سميت الإسفنجيات بالمساميات؟

عرفت سابقاً أن الإسفنج يتكون من أجزاء منفصلة إلى حدٍ ما، غير مترابطة كونه مستعمرة مفككة. استعن بالشكل (٣) لتتعرف على هيكل وحركة الإسفنج لاحظ أنَّ هيكله يتكون من أشواك كلسية، أو سيليكية، أو من مادة قرنية، وتوجد داخل المادة الهلامية، وتعمل على دعم وحماية الحيوان.

– قارن بين يرقة الإسفنج والطور اليافع من حيث الحركة.

الإسفنج حيوان ثابت في مكانه، لا ينتقل إلا في مراحله اليرقية، حيث تسبح اليرقة في الماء بواسطة الأهداب. أما الطور اليافع فلا يحتوي على أنسجة أو أعضاء خاصة بالحركة ولكن الخلايا المتجولة بالهلام المتوسط، تتحرك حركة أميبية، كما تعمل حركة أسواط الخلايا المطوقة على دخول تيار الماء وخروجه. إضافة إلى الحركة المحدودة، التي تقوم بها الخلايا المسامية التي تسهم في فتح وغلق المسامات في الإسفنج، انظر شكل (٣).



شكل (٣) تركيب الإسفنج

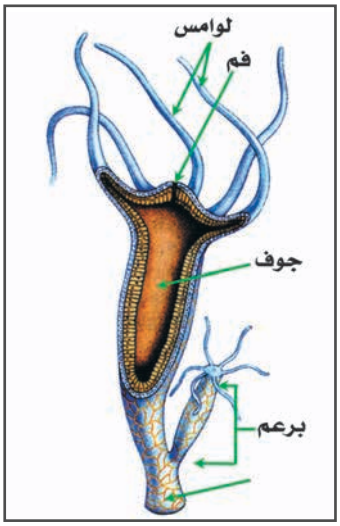
نشـــاط (١١)

نفذ هذا النشاط الخاص بالدعامة في الإسفنجيات الموجود في كتاب الأنشطة والتجارب .

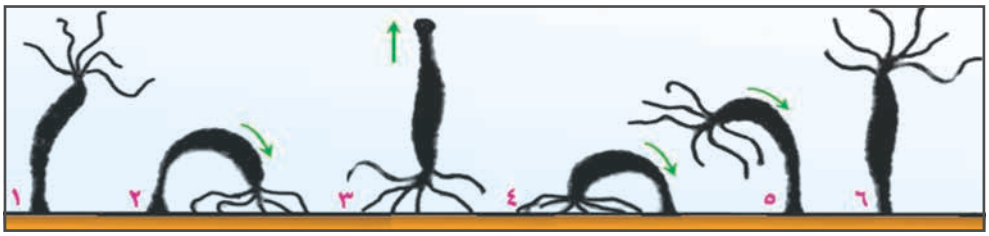
٢ – الدعامة والحركة في الجوفمعويات :

– ما وظيفة الخلايا العضلية في الهيدرا؟

يعتبر الهلام المتوسط (الميزوجليا)، بمثابة الدعامة في هذه الحيوانات، حيث تنغرس فيه الزوائد العضلية للخلايا الطلائية، كما في الهيدرا، شكل (٤) . وتتميز الخلايا العضلية بقدرتها على الانقباض والانبساط، لذا فهي المسئولة عن حركة الحيوان، حيث تعمل على تمدد وانقباض الحيوان بشكل واضح وعلى انتقاله من مكان لآخر عن طريق السباحة أو الزحف أو الشقلبة، شكل (٥) .



شكل (٤) تركيب الهيدرا



شكل (٥) حركة الهيدرا (الشقلبة)

٣ – الدعامة والحركة في المفصليات :

– ما الذي يغطي جسم الصرصور؟ وما فائدته؟

تتميز المفصليات بوجود هيكل خارجي يتكون من طبقة سميكة من الجُليد الذي تفرزه منطقة البشرة . والجليد عبارة عن مادة ميتة، يتخلص منها الكائن الحي على فترات باستمرار من أجل عملية النمو المستمرة .

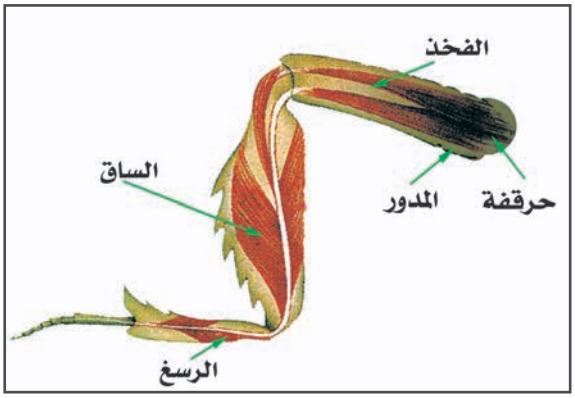
وتحتوي المفصليات على عضلات، إضافة إلى الهيكل الكيتيني المتمفصل التي تظهر به أعضاء الحركة الحقيقية وهي الزوائد المفصلية والأجنحة . وتؤدي الزوائد المفصلية أدواراً مختلفة كالحركة على الأسطح الصلبة، أو السباحة في الماء، أوالتغذية، أو للحفر، أو للتعلق . . . الخ .

أعضاء الحركة في الحشرات :

أ – الأرجل :

– ما الميزة التي عملت على انتشار الحشرات في جميع أرجاء الأرض؟

تتكون الرجل في الحشرات (الجراد) . كما في شكل (٦) من خمسة أجزاء هي :



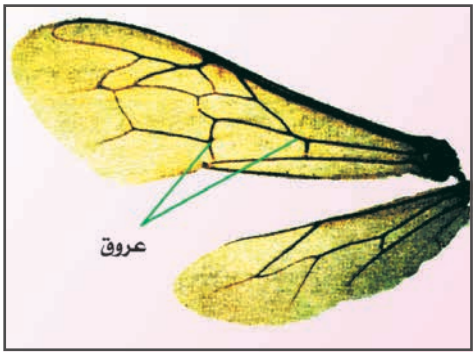
شكل (٦) رجل الجرادة

١ . الحرقفة تتصل بالجسم ٢ . المدور ٣ . الفخذ ٤– الساق ٥ . الرسغ .

ب– الأجنحة :

عبارة عن امتدادت رقيقة من جدار الجسم، كما في شكل (٧)، وتتكون من طبقتين مدعمتين بشبكة من أنابيب كيتينية مجوفة تمتد بينهما تعرف بالعروق .

وأرجل وأجنحة الحشرات مكنتها من المشي والطيران بحركة سريعة . وتطير معظم الحشرات عمودياً بطريقة مباشرة حيث تقوم الحشرة بتحريك أجنحتها من خلال إصدار ضربات سريعة متوالية تؤدي إلى ارتفاع الحشرة مباشرة عند الطيران .



شكل (٧) جناح جرادة

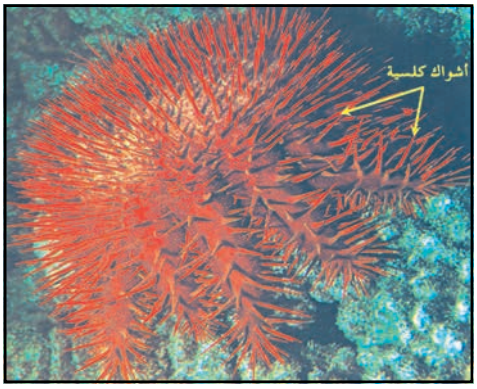
٤ – الدعامة والحركة في الجلد شوكيات :

للجلد شوكيات مثل نجم البحر هيكل خارجي مكوناً من كربونات الكالسيوم، إضافة إلى هيكل داخلي كلسي ينشأ من طبقة الميزوديرم، وهذه الميزة هي إحدى الأسباب التي جعلت الجلد شوكيات في قمة رقي الحيوانات اللافقارية .

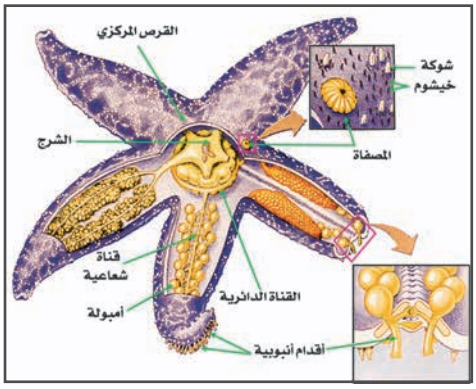
– ما دور الجهاز الوعائي المائي في نجم البحر؟

– مِمَ يتكون الجهاز الوعائي المائي؟

تتحرك الجلدشوكيات بواسطة الجهاز الوعائي المائي، انظر شكل (٩)، لاحظ أن هذا الجهاز يتكون من مصفاة وقناة دائرية حول الفم الذي يخرج منها خمس قنوات شعاعية، ويخرج من كل قناة صفان من القنوات الجانبية، ويخرج من كل قناة جانبية قدم أنبوبي .



شكل (٨) نجم البحر



شكل (٩) الجهاز الوعائي المائي لنجم البحر

ب) الدعامة والحركة في الحيوانات الفقارية:

– ما الحركات التي تقوم بها الحيوانات الفقارية؟

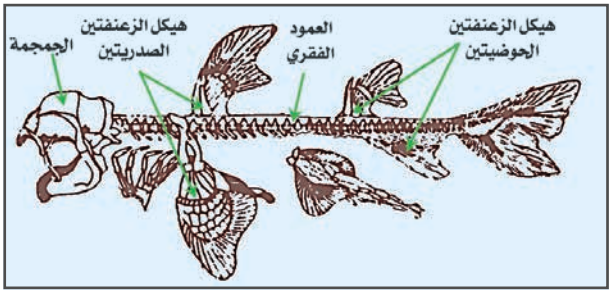
للحيوانات الفقارية هيكل داخلي، يتكون من مادة غضروفية، كما في الأسماك الغضروفية، أو من مادة عظمية، كما في الأسماك العظمية، والبرمائيات، والزواحف والطيور، والثدييات، إضافة إلى العضلات التي تعمل مع الهيكل على إحداث الحركة الأساسية للفقاريات، ومن أمثلة الدعامة والحركة في الحيوانات الفقارية ما يأتي .

١ – الدعامة والحركة في الاسماك الغضروفية :

يتكون الهيكل الداخلي الغضروفي كما في الشكل (١٠)، الذي يمثل الدعامة في هذه الأسماك من:

– الجمجمة التي تحيط بالمخ وأعضاء الحس.

– العمود الفقري الذي يتكون من سلسلة من الفقرات ويحيط بالحبل الشوكي.



شكل (١٠) الهيكل الغضروفي في كلب البحر « سمكة غضروفية »

- الحزام الصدري، ويتصل به هيكل الزعنفتين الصدريتين.
- الحزام الحوضي، ويتصل به هيكل الزعنفتين الحوضيتين.

تلاءمت الأسماك مع الحياة المائية، وحدثت بها تحورات عدة، وساعدتها على المعيشة والحركة في الماء، مثل الزعانف التي تحركها العضلات، وتستخدم السمكة الزعانف في الحركة إلى الأمام والخلف ولأعلى وأسفل، إضافة إلى التوازن. كما يوجد الثقبان البطنيان اللذان يتصلان بتجويف الجسم في الأسماك الغضروفية، ويعملان على هبوط وصعود السمكة وذلك بإدخال وإخراج الماء تماماً كما تفعل الغواصة.

ويشبه الهيكل العظمى في الأسماك العظمية كما في سمك الديرك الهيكل الغضروفي من حيث التركيب والوظيفة، ويتكون الهيكل الخارجي في الأسماك الغضروفية من قشور سنية تنشأ من طبقة الأدمة.

نشـــاط (١٢)

نفذ هذا النشاط الخاص بالدعامة في الأسماك الغضروفية الموجود في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

قضية للمناقشة :

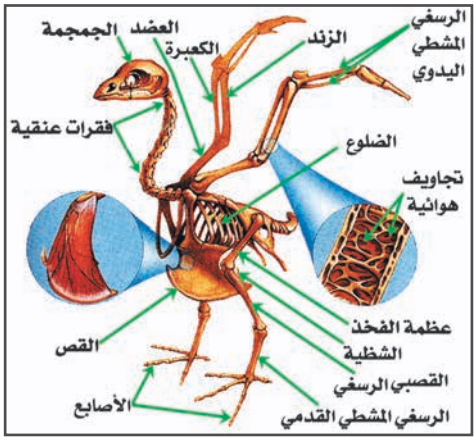
بين كيف تستطيع الضفدعة الحركة على اليابسة والماء.

٢ - الدعامة والحركة في الطيور:

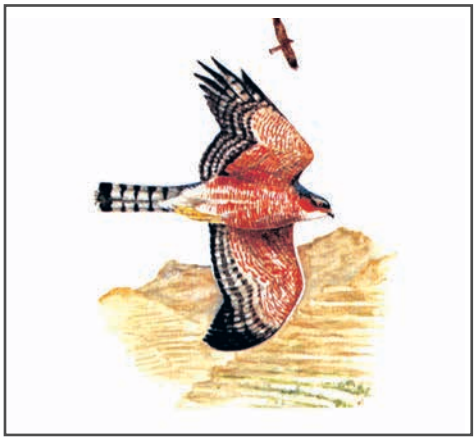
انظر الشكل (١١)، لاحظ أنّ الهيكل الداخلي للطيور يتكون من عظام قوية رقيقة، خفيفة الوزن، يحوي معظمها تجاويف هوائية تساعدها على الطيران. وعظمة القص في الطيور تكون كبيرة، لأنها تحمل العضلات المحركة للأجنحة، وعظام الطرف الأمامي تحورت بشكل يساعد الطيور على الطيران، كما في شكل (١٢).

- ما التحورات التي ساعدت الطيور على عملية الطيران؟.

والهيكل الخارجي في الطيور عبارة عن قشور قرنية تغطى منقار وقدم الطائر ومخالبه، إضافة إلى الريش وتقوم بتكوين هذه المشتقات بشرة الجلد.



شكل (١١) الهيكل العظمي في الحمامة



شكل (١٢) حركة جناح الطيور أثناء الطيران

نشـــاط (١٣)

نفذ هذا النشاط الخاص بالدعامة في الحمامة الموجود في كتاب الأنشطة والتجارب .

قضية للمناقشة :

اكتب تقريراً عن تعدد بيئات الثدييات وتلائمها، من حيث الحركة مع تلك البيئات التي تعيش فيها .

٣ – الدعامة والحركة في الإنسان :

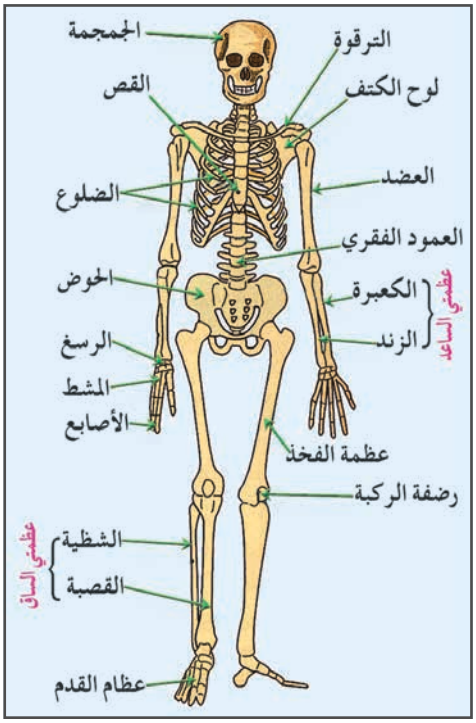
يتكون الهيكل الداخلي في الإنسان من عظام تعمل على تدعيم الأنسجة والأعضاء الرخوة تدعيماً يجمع بين الصلابة والمرونة، ويتكون الهيكل العظمى في الإنسان البالغ من (٢٠٦) عظمة، بينما تبلغ عضلاته أكثر من (٦٠٠) عضلة وتمثل أكثر من ٤٠٪ من وزن الجسم . وتتصل العظام ببعضها البعض بمفاصل تسهل حركة أجزاء الجسم، وتتم حركة أي جزء من الجسم بواسطة العضلات، كما تعمل العضلات مع الهيكل على اتزان الجسم وبقائه معتدلاً .

أ) الدعامة في الإنسان :

– ما أقسام الهيكل الداخلي للإنسان؟

– ما وظيفة كل قسم منها؟

استعن بالشكل (١٣) لتتعرف على الهيكل الداخلي للإنسان . لاحظ أنّ الهيكل الداخلي للإنسان يتكون من قسمين هما :



شكل (١٣) الهيكل العظمي للإنسان

١- **الهيكل المحوري** Axial Skeleton ، ويتكون من :

أ – الجمجمة (Skull) : وتتركب من صندوق من العظام المسننة والمتداخلة مع بعضها والذي تحيط بالدماغ إضافة إلى عظام الوجه .

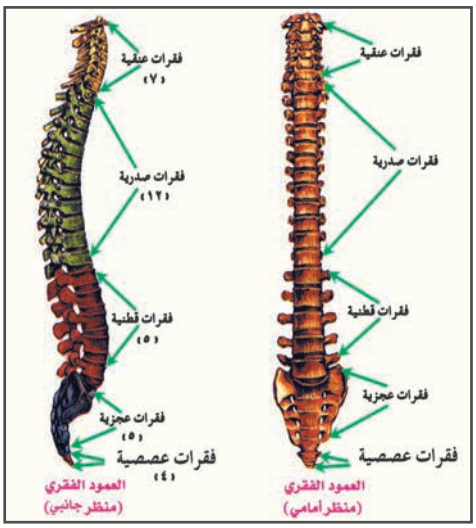
قضية للمناقشة :

عظام جمجمة الطفل حديث الولادة طرية ومتباعدة قليلاً، ما أهمية ذلك بالنسبة للأم والطفل في أثناء الولادة وبعدها؟

ب– العمود الفقري : Vertebral Column

– ما عدد الفقرات التي يتكون منها العمود الفقري؟ انظر الشكل (١٤) لاحظ أن العمود الفقري يتكون من :

– (٧) فقرات عنقية يرتكز عليها الرأس .
– (١٢) فقرة صدرية تتصل بها الضلوع الجانبية .
– (٥) فقرات قطنية .
– (٥) فقرات عجزية .
– (٤) فقرات عصعصية ملتحمة مع بعضها .



شكل (١٤) العمود الفقري

– ما الفرق بين الفقرات المتحركة والملتحمة؟

توجد وسادة مرنة بين كل فقرتين متتاليتين، مكونة من نسيج غضروفي تعمل على تسهيل إنثناء الفقرات وحركتها، وتساعد العمود الفقري على تحمل الضغط الواقع عليه.

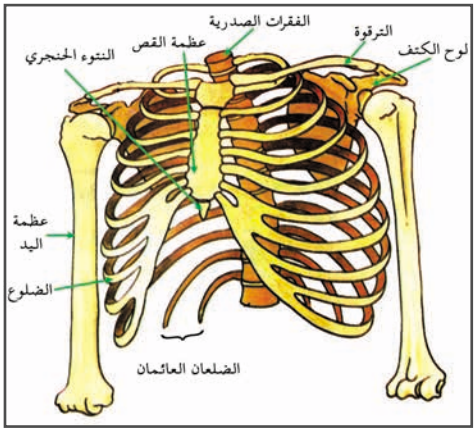
قضية للمناقشة :

اكتب تقريراً عن مرض الانزلاق الغضروفي (الديسك بر ولابس)
Disc Prolapse

جـ– القفص الصدري Rib Cage :

استعن بالشكل (١٥) تلاحظ أنّ القفص الصدري يتكون من الفقرات الصدرية خلفاً، ومن عظام القص أماماً، ومن ١٢ عشر زوجاً من الضلوع.

– كم زوجاً من الضلوع متصل بعظمة القص من الأمام؟



شكل (١٥) عظام القفص الصدري في الإنسان

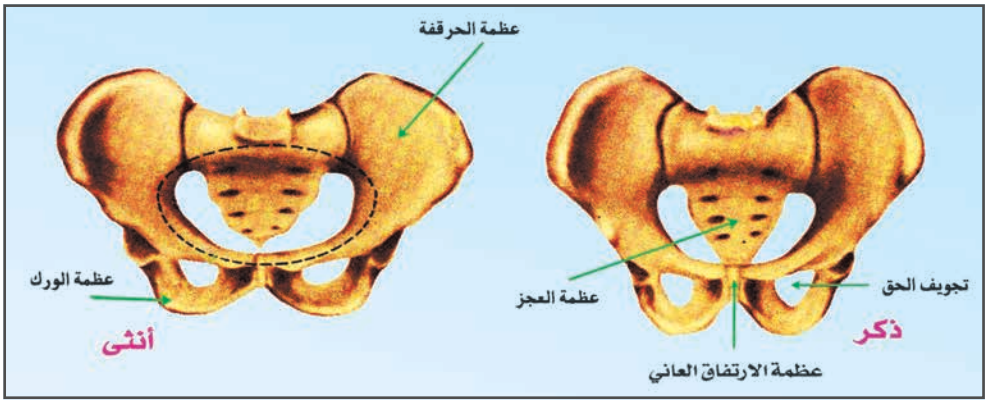
٢– الهيكل الطرفي : Appendiculur Skeleton

ويتكون من :

أ – الحزام الصدري Pectoral Girdle : استعن بالنموذج أو اللوحة الخاصة بالهيكل العظمي لاحظ أن الحزام الصدري يتكون من نصفين متشابهين، ويتكون كل منهما من عظمة اللوح Scapula من الخلف والترقوة Clavicle من الأمام.

– كيف يساعد عظم اللوح في تحريك الذراع؟

ب– حزام الحوض Pelvic Girdle : تلاحظ في شكل (١٧) أن الحزام الحوضي يتكون من نصفين متشابهين، ويتركب كل منهما من الحرقفة والورك والعانة.



شكل (١٦) الحزام الحوضي

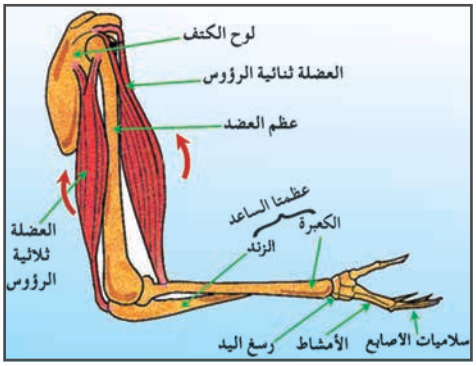
– لماذ يكون الحوض في الأنثى أوسع منه في الرجل؟

جـ– الأطراف العلوية : Upper Limbs وتتكون من عظام الذراعين.

– ما دور المفاصل في تحريك الذراع؟

انظر شكل (١٧)، تلاحظ أنّ كل ذراع يتكون من العظام الآتية :

– العضد.
– الساعد الذي يتكون من الزند والكعبرة.
– الرسغ.
– اليد، وتتكون من الأمشاط وسلاميات الأصابع.



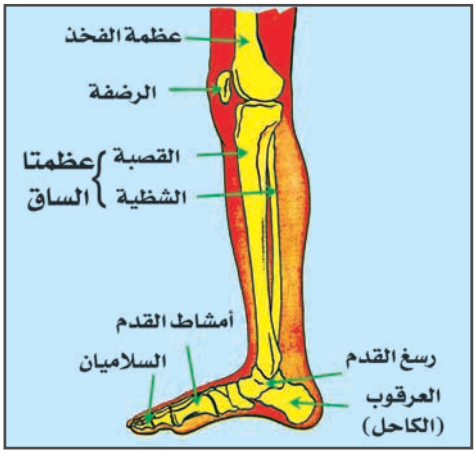
شكل (١٧) عظام الذراع

– لماذا يختلف الإبهام في الإنسان عن باقي الأصابع؟

د – الأطراف السفلية Lower Limbs

يتكون كل طرف من العظام الآتية :

– الفخذ وهو أطول عظم في الجسم.
– الساق ويتركب من القصبة والشظية.
– العرقوب (الكاحل).
– القدم ويتركب من المشط وسلاميات أصابع القدم، كما في شكل (١٨).



شكل (١٨) عظام الطرف السفلي

والجلد والشعر والأظافر عبارة عن هيكل الإنسان الخارجي وينشأ من بشرة الجلد .

نشـــاط (١٤)

نفذ هذا النشاط الخاص بالدعامة في الإنسان الموجود في كتاب الأنشطة والتجارب .

وظائف الهيكل العظمي :

إضافة إلى وظائف الهيكل العظمي في الدعم والحركة فإنه يقوم بالآتي :

- حماية بعض الأعضاء الهامة بالجسم فالجمجمة تحمي المخ، والعمود الفقري يحمي الحبل الشوكي، والقفص الصدري يحمي القلب والرئتين .
- تخزين الأملاح : تخزن العظام الأملاح خاصة أملاح الكالسيوم والفسفور الضرورية لتفاعلات الجسم الحيوية :
- تكوين خلايا الدم : يقوم نخاع العظم بتكوين خلايا الدم الحمراء والبيضاء .

ب – الحركة في الإنسان :

يتكون الجهاز الحركي في الإنسان من العضلات التي ترتبط وظيفتها بالحركة، التي قد تكون إرادية مثل حركة الرجلين أو الذراعين أو اللسان، أو حركة لا إرادية مثل حركة القلب والمعدة والأمعاء وغيرها .

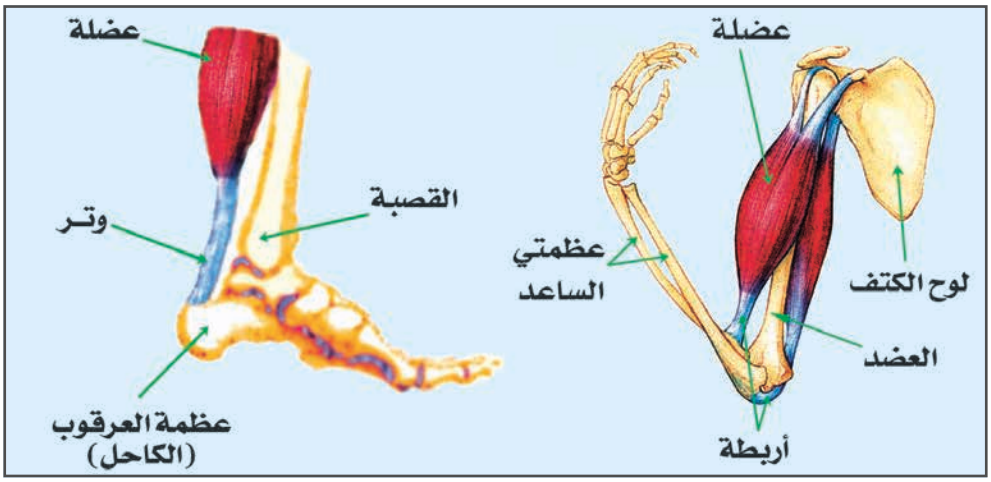
ويصل النسيج العضلي قمة التخصص في الثدييات، حيث تعتمد الحركة في الفقاريات على تكامل ثلاثة أجهزة رئيسية هي :

- الجهاز الهيكلي الذي يمثل الدعامة الأساسية للأطراف المتحركة .
- الجهاز العضلي الذي يعمل على حركة الأطراف بانقباض وانبساط بعض العضلات .
- الجهاز العصبي الذي يصدر الأوامر للعضلات كي تقوم بعملية الانقباض أو الانبساط .

ما أهمية العضلات ؟

العضلات عبارة عن أنسجة متخصصة بالانقباض والانبساط التي تساعد على حركة المواد، والسوائل في جسم الكائن الحي، أو على أنتقاله من مكان لآخر . ولكي

تؤدي العضلات دورها في انتقال الكائنات الحية من مكان إلى آخر لابد لها من سطح ترتكز عليه، وكلما كان السطح صلباً وثابتاً ومتمفصلاً كلما زاد ذلك من فعالية العضلات، وتؤدي عملها بإحكام واتقان، فالعضلات الهيكلية أو المخططة. (SKeletal (Striated) Muscles) تنمو بجانب العظام وترتبط بالهيكل العظمي بواسطة نسيج ليفي يعرف بالأوتار، كما في شكل (١٩).



شكل (١٩) ربط وتثبيت العضلات الهيكلية بالعظام

ويتصل بكل عضلة عصب حسي وآخر حركي، فالأعصاب هي المسئولة عن التحكم في الحركات الإرادية الصادرة من المفاصل المتحركة مثل العضلات التي تحرك الأطراف والرأس وغيرها.

بينما توجد العضلات اللا إرادية الملساء في بعض الأعضاء مثل القناة الهضمية والأوعية الدموية والمثانه البولية والجلد وغيرها. ما أهميتها؟

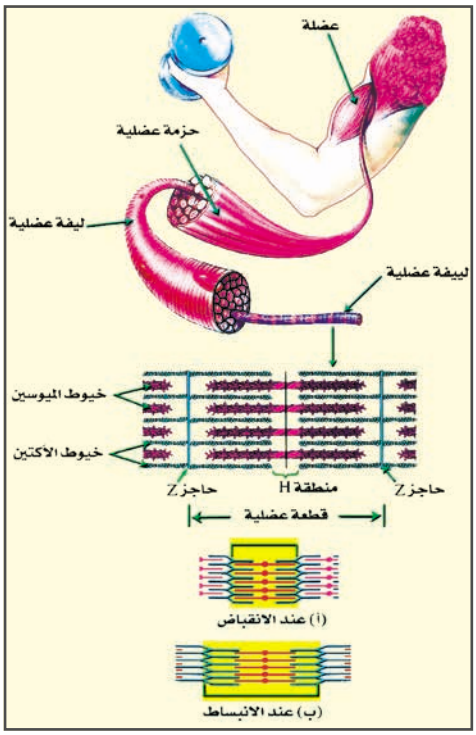
آلية انقباض العضلة : Mechanism of Muscle Contraction

- كيف تعمل العضلات؟ ما مصدر الطاقة اللازمة لانقباض العضلة؟

لقد وضع العالمان البريطانيان هكسلي (Huxely) وهانسون(Hanson) فرضية الخيوط المنزلقة للعضلات المخططة في أثناء الانقباض والراحة. ادرس الشكل (٢٠) ولاحظ ترتيب خيوط الميوسين والأكتين فعندما تنقبض العضلة المخططة تنزلق خيوط الأكتين الرفيعة بين خيوط الميوسين السميكة داخل الليفة بفعل الروابط العرضية،

وينتج عن ذلك اقتراب حاجزاً (Z) من بعضهما، وتضيق المنطقة شبه المضيئة (H)، وتقصر طول القطعة العضلية، ويزداد سمكها محدثة الانقباض العضلي . وعندما تنبسط العضلة المخططة يتباعد حاجزاً (Z) عن بعضهما، وينتج عن ذلك ابتعاد خيوط الأكتين عن خيوط الميوسين، ويقل سمك القطعة العضلية ويزداد طولها، محدثة الانبساط العضلي، وتعود المناطق المعتمة وكذا المناطق المضيئة في الليفة العضلية إلى مكانها السابق .

وتحتاج الآلية السابقة إلى طاقة تحصل عليها العضلة من مركب ثلاثي فوسفات الادينوزين (A.T.P) . وتعتبر الكربوهيدرات المصدر الرئيسي للطاقة، وكذا الدهون ولكن بدرجة محدودة .



شكل (٢٠) الانقباض العضلي

وللحصول على الطاقة لابد من توفر الأكسجين اللازم لإنتاجها وعندما لاتحصل العضلة على القدر الكافي من الأكسجين يحدث تنفس لاهوائي (Anaerobic Respiration) لفترة قصيرة، وينتج عن ذلك حامض اللاكتيك (Lactic Acid) الذي يتراكم في العضلات مسبباً لها التعب أو الاجهاد العضلي، ويتخلص الجسم من حامض اللاكتيك بالطرق الآتية :

١ – أكسدته إلى حامض البيروفيك بواسطة الأكسجين .

٢ – تحويله إلى جليكوجين في الكبد .

٣ – تفاعله مع بيكربونات الصوديوم الموجود في بلازما الدم مكوناً لكتات صوديوم تطردها الكليتان إلى خارج الجسم مع البول .

نشـــاط (١٥)

نفذ هذا النشاط الخاص بانقباض العضلة المخططة الموجود في كتاب الأنشطة والتجارب .

تقويم الوحدة

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على الإجابة عن الأسئلة الآتية :

س١ : علل لما يأتي :

أ – تغلظ أوعية الخشب بمادة اللجنين .

ب– عدم وجود دعامة داخلية في معظم صور الحياة الدنيا .

جـ– لا تقتصر وظيفة الهيكل العظمي على دعامة جسم الإنسان .

س٢ : أجب عن الأسئلة الآتية :

أ – ما أهمية الحركة للكائن الحي؟

ب– وضح كيف تتم الحركة في الهيدرا؟

جـ– ما أنواع الحركة في النبات؟

د – قارن بين النسيج الكولنشيمي والإسكلرنشيمي من حيث التركيب والوظيفة .

هـ– تكلم عن الهيكل الدعامي في الأسماك الغضروفية، الجلد شوكيات، الطيور مع الرسم .

و – مِمَ يتركب الجهاز الهيكلي المحوري؟

ز – ما أهمية وجود القرص الغضروفي بين كل فقرتين متتاليتين؟

ح– صف تركيب القفص الصدري في الإنسان .

ط– مِمَ تتكون عظام الذراع؟

ي– تكلم عن الاجهاد العضلي .

ك– اشرح الية انقباض العضلات .

ل– اشرح العلاقة بين وجود الهيكل وبين الحركة في الحيوان .

م– ما مصادر الطاقة المستهلكة أثناء نشاط العضلات؟

الوحدة الرابعة

العمليات الحيوية في الحيوان والنبات

قال تعالى: ﴿ إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴾ [سورة القمر: آية ٤٩].

أهداف الوحدة

يتوقع منك بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

١ – تُحَدِّد الطريقة التي تصنع به النباتات غذاءها.

٢ – تعرف المعادلة الكيميائية التي تلخص عملية البناء الضوئي.

٣ – تُفرِّق بين الكائنات ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية.

٤ – تعرف المواد التي تشكل غذاء الإنسان والحيوان.

٥ – تعرف التحولات التي تحدث في أجسام الكائنات الحية للحصول على الطاقة.

٦ – تعرف الخطوات الكيميائية التي تلخص عملية احتراق الغذاء في جسم الكائن الحي لإنتاج الطاقة.

العمليات الحيوية

لاشك أنك تتذكر كيف تحصل الكائنات الحية على غذائها. فالنبات يصنع غذاءه بنفسه من مواد أولية بسيطة يمتصها من التربة ومن الهواء فيحولها إلى مواد أكثر تعقيداً باستخدام الطاقة الضوئية من الشمس. أما الإنسان والحيوانات المختلفة، فتحصل على غذائها من مصادر نباتية وحيوانية متنوعة.

- ماذا تسمي الكائنات التي تصنع غذاءها بنفسها Autotroph؟
- ماذا تسمي الكائنات التي تحصل على غذائها من مصادر أخرى Heterotroph؟
- ما اسم العملية التي يصنع بواسطتها النبات غذاءه؟
- ما اسم العملية التي تصنع بواسطتها البكتيريا غذاءها؟

لقد سبق لك دراسة التركيب الخارجي للنبات، وعلمت أن جسم النبات يتألف من الساق، والجذور، والأوراق، وتكون الأوراق خضراء اللون عادة وذلك لاحتوائها على البلاستيدات الخضراء.

- ما أهمية البلاستيدات الخضراء للنبات؟

ترجع أهمية البلاستيدات الخضراء في أنها تمثل المصنع الذي يتم فيه عملية التمثيل الضوئي، والذي يعد من أهم العمليات الحيوية في حياة الكائنات الحية.

وتعرف مجمل العمليات الحيوية التي تحدث في جسم الكائن الحي باسم الأيض، (Metabolism)؛ وتقسم هذه العمليات إلى:

١- عمليات البناء Anabolism : وفيها يتم تكوين مواد معقدة التركيب من مواد بسيطة، ومثال ذلك تكوين النشأ في النبات من جزيئات سكر بسيطة أو تكون البروتينات من حموض أمينية بسيطة.

٢- عمليات الهدم Catabolism : وهي عمليات تفكيك المواد المعقدة وتحويلها إلى مواد بسيطة التركيب يستخدمها الكائن الحي في إنتاج الطاقة الضرورية لحياته، ومثال ذلك: تحويل النشأ إلى سكريات بسيطة، واستخدام هذا السكر في تحرير الطاقة التي يستخدمها الكائن الحي لأداء عمل معين، وستتعرف على تفاصيل هذه العمليات لاحقاً.

عليك أن تدرك أن جميع العمليات الحيوية تحدث داخل جسم الكائن الحي عن طريق تفاعلا ت بيوكيميائية ويساعد في إتمام هذه التفاعلات مركبات عضوية خاصة تنتجها خلايا جسم الكائن الحي نفسه، تسمى الإنزيمات Enzymes . وكما عرفنا فإن عملية البناء الضوئي تعد من أهم العمليات الحيوية في حياة الكائنات الحية.

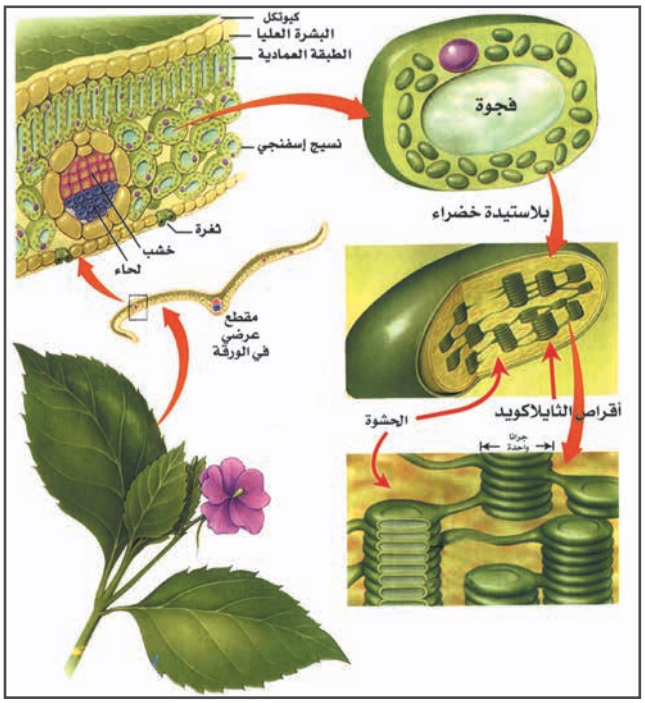
عملية البناء الضوئي : Photosynthesis

وينتج عن عملية البناء الضوئي في النباتات تكوين مركبات كربوهيدراتية تحتوي على كميات عالية من الطاقة.

قضية للمناقشة :

هناك عملية بناء أخرى تحدث في بعض الكائنات الدقيقة كالبكتيريا ابحث في الكتب المتوفرة في مكتبة المدرسة واكتب تقريراً عن هذه العملية.

تحدث عملية البناء الضوئي في الكائنات التي توجد في خلاياها مادة الكلوروفيل، كالنباتات والطحالب الخضراء وبعض أنواع البكتيريا، انظر إلى الشكل (١) الذي يبين موقع البلاستيدات الخضراء داخل الورقة النباتية، وكذلك التركيب الدقيق للبلاستيدة الخضراء، حيث أن استيعابك للشكل سيساعدك في فهم خطوات البناء الضوئي لاحقاً.

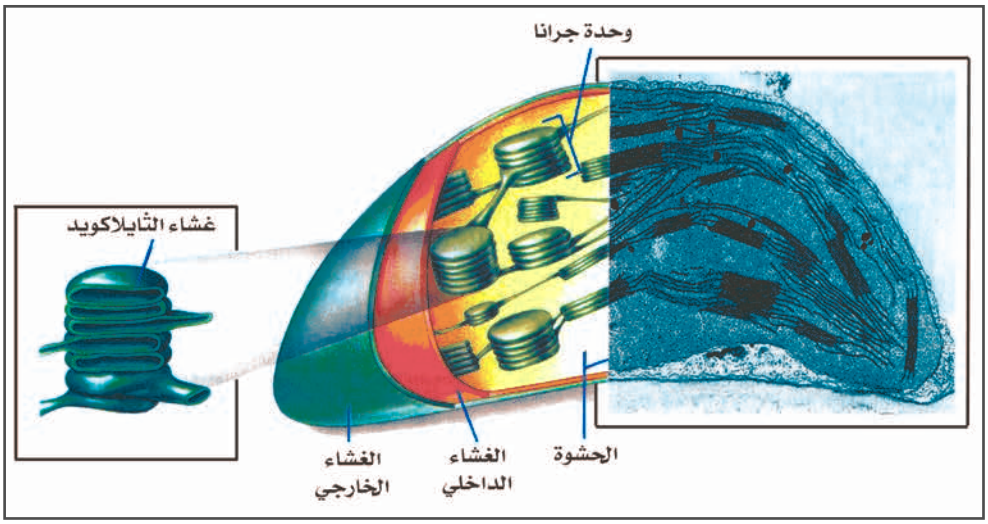


شكل (١) موقع البلاستيدات الخضراء داخل الورقة النباتية وتركيبها الدقيق

تركيب البلاستيدات الخضراء:

عندما تفحص مقطعاً عرضياً لورقة نبات، ستشاهد البلاستيدات الخضراء في خلايا النسيج الوسطي للورقة، شكل (٢)، ويوجد في كل من هذه الخلايا عدد من البلاستيدات تتراوح بين ٢٠ إلى ١٠٠ بلاستيدة خضراء.

لاحظ أنك لن تتمكن من رؤية التفاصيل الدقيقة لهذه البلاستيدات، إلا أن المجهر الإلكتروني يبين أنها محاطة بغشاء مزدوج، وأن الجزء الوسطي فيها، والذي يعرف باسم الحشوة Stroma مليء بسائل يحتوي على معظم الإنزيمات الضرورية لإنتاج المواد الكربوهيدراتية. يوجد داخل الحشوة كذلك مجموعة من التراكيب الغشائية المترابطة مع بعضها تسمى صفائح الثايلاكويد Thylakoid Membranes والتي يوجد بداخلها تجاويف بها سائل يحتوي على إنزيمات أيضاً، وتترتب هذه الصفائح فوق بعضها في مواقع معينة من البلاستيدة مكونة تراكيب تسمى الجرانا Grana (مفردها Granum).



شكل (٢) التركيب الدقيق للبلاستيدة الخضراء

نشـــاط (١٦)

نفذ هذا النشاط الخاص بالتعرف على تركيب الورقة النباتية في كتاب الأنشطة والتجارب.

خطوات البناء الضوئي:

إن عملية البناء الضوئي عبارة عن تفاعلات تؤدي إلى قيام خلايا الورقة النباتية بتحويل الطاقة الضوئية من الشمس إلى طاقة كامنة يخزنها النبات في الروابط الكيميائية، ويتم ذلك باستخدام مواد أولية بسيطة هي الماء وثاني أكسيد الكربون، ويمكن تلخيص عملية البناء الضوئي بالمعادلة الآتية:

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

ثاني أكسيد الكربون — ماء — كلوروفيل — سكر جلوكوز — أكسجين — ماء

ولتوضيح كيفية تكون سكر الجلوكوز في هذه العملية يحدث الآتي:

أ – يفقد الماء بعضاً من ذرات الهيدروجين، فيؤدي ذلك إلى تحرر الأكسجين (بعملية الأكسدة).

ب– يكتسب ثاني أكسيد الكربون الهيدرجين الذي فقده الماء فيختزل مكوناً السكر.

ولكن في الواقع لا تكون العملية بهذه البساطة، فهي تتطلب خطوات عديدة تتضمن تفاعلات أكسدة واختزال تحدث في نوعين من التفاعلات، هما:

أولاً: تفاعلات تعتمد على الضوء Light-dependent reactions

وتعرف أيضاً بالتفاعلات الضوئية ويحدث خلالها تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية كما يأتي:

١ – يمتص الكلوروفيل الضوء من أشعة الشمس.

٢ – يقوم هذا الضوء بشطر جزيئات الماء .

٣ – تنتقل الإلكترونات والهيدروجين إلى مركب يسمى (فوسفات نيكوتين أمايد أدنين ثنائي النيوكليوتيد) ويرمز له بالحروف $NADP^+$.

٤ – يكتسب هذا المركب الإلكترونات المشحونة بالطاقة ويخزنها.

٥ – يتحرر الأكسجين الناتج من انشطار الماء وينطلق إلى خارج النبات عن طريق الثغور الموجودة على الأوراق، وهذا يفسر توافر الأكسجين خلال ساعات النهار بكميات كبيرة في الغابات والحدائق، حيث تكون الأشجار كثيفة.

٦ – بعد ذلك يختزل مركب $NADP^+$ إلى NADPH.

٧ – كذلك يتكون مركب أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP بإضافة مجموعة فوسفات (p) إلى مركب أدينوسين ثنائي الفوسفات ADP الموجود أصلاً في الخلايا.

يمكن تلخيص الخطوات أعلاه بأن التفاعلات المعتمدة على الضوء تعمل على تحويل الطاقة الضوئية أو الشمسية إلى طاقة كيميائية بهيئة مركبين هما (NADPH) و (ATP) يستعملها النبات لاحقاً.

لاحظ أنه أثناء هذه التفاعلات لا تنتج أي مادة كربوهيدراتية.

ثانياً: تفاعلات تثبيت الكربون Carbon fixation reactions

وتسمى أيضاً التفاعلات اللاضوئية أو الظلامية.

تعرف هذه التفاعلات أيضاً باسم دورة كالفن Calvin Cycle نسبة إلى العالم ميلفين كالفن Melvin Calvin الذي تمكن مع زملائه من توضيح خطوات هذه التفاعلات، وكان ذلك أواخر عام ١٩٤٠م؛ وتحدث هذه التفاعلات على النحو الآتي:

١ – تبدأ التفاعلات بإدماج غاز ثاني أكسيدالكربون الممتص من الجو مع جزيئات عضوية موجودة في البلاستيدات الخضراء وتسمى هذه الخطوة (تثبيت الكربون).

٢ – يختزل الكربون الذي تم تثبيته إلى مركبات كربوهيدراتية، وذلك بإضافة بعض الإلكترونات.

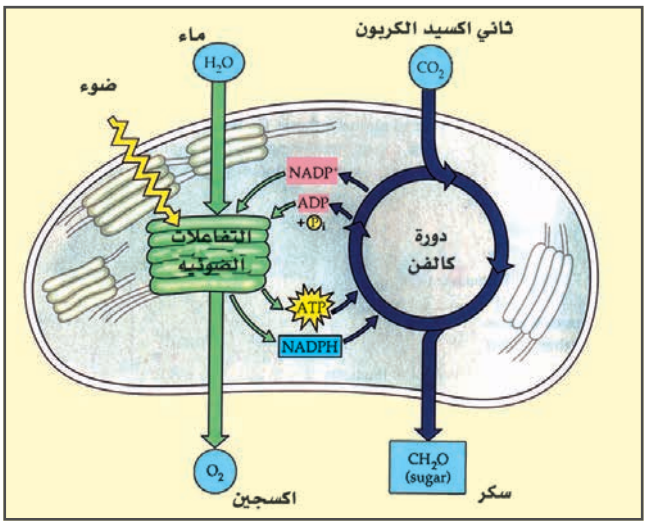
من المؤكد أن هذه العمليات تحتاج إلى طاقة لإتمامها والتي تحصل عليها الخلية من (NADPH) و (ATP) اللذين تم تكوينهما أثناء الخطوتين ٦ و ٧ من التفاعلات المعتمدة على الضوء.

الغذاء والتمثيل الغذائي: Nutrients and Assimilation

تجدر الإشارة إلى أنه بالرغم من أن هذه التفاعلات لا تحتاج إلى الضوء لإتمامها، إلا أنها تحدث خلال ساعات النهار في معظم النباتات.

ويبين الشكل (٣) مسار التفاعلين المذكورين أعلاه داخل البلاستيدة الخضراء، وعلاقة كل من التفاعلين بالآخر.

يتضح لك بعد دراسة عملية البناء الضوئي أن النباتات كائنات ذاتية التغذية تصنع السكر في نهاية التفاعلات ويمثل السكر الناتج عن هذه العملية الغذاء الرئيسي للنبات. أما الإنسان والحيوانات، فكائنات غير ذاتية التغذية، تحصل على غذائها من مصادر نباتية وحيوانية مختلفة تتمثل بالكربوهيدرات والبروتينات والدهون، وفيما يلي نبذة عن هذه المواد.



شكل (٣) ملخص عمليات البناء الضوئي

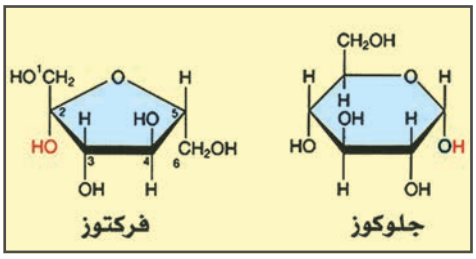
أولاً: الكربوهيدرات Carbohydrates

تمثل الكربوهيدرات المصدر الرئيسي للطاقة في النبات وكذلك في الحيوان، إضافة لذلك تدخل بعض أنواع الكربوهيدرات في تركيب أجسام النباتات والبكتيريا والفطريات. وتوجد الكربوهيدرات في ثلاثة أشكال، هي:

أ - السكريات الأحادية Monosaccharides

تسمى كذلك الكربوهيدرات أحادية التسكر.

يتألف السكر الأحادي من عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين بنسب ثابتة هي ١ : ٢ : ١ ويمكن تمثيل تركيب السكريات الأحادية بالصيغة $(CH_2O)_n$، حيث يمثل الحرف (n) رقماً من ٣ كما في الصيغة ($C_3H_6O_3$) إلى الرقم ٨ كما في ($C_8H_{16}O_8$) من أمثلة السكريات الأحادية الجلوكوز Glucose والفركتوز Fructose والرايبوز Ribose .



شكل (٤) تركيب كل من الجلوكوز والفركتوز

ويبين الشكل (٤) تركيب كل من الجلوكوز والفركتوز .

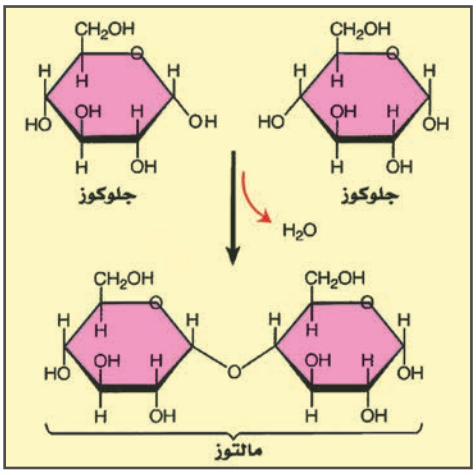
تحصل الكائنات الحية على كميات هائلة من الطاقة عند احتراق السكريات الأحادية في وجود الأكسجين، كما هو واضح في المعادلة التالية :

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{Energy}$$

سكر جلوكوز — أكسجين — ثاني أكسيد الكربون — ماء — طاقة

ب – السكريات الثنائية Disaccharides

تعرف هذه السكريات أيضاً باسم كربوهيدرات ثنائية التسكر، حيث يتألف جزيء السكر الثنائي من اتحاد جزيئين من السكريات الأحادية بعملية تسمى التكثيف Condensation . وفي هذه العملية يفقد الجزيئان ذرة أكسجين وذرتي هيدروجين (أي جزيء ماء) . ومثال ذلك اتحاد جزيء جلوكوز مع جزيء جلوكوز آخر لتكوين سكر الشعير الثنائي أو المالتوز Maltose كما هو واضح في الشكل (٥) .



شكل (٥) كيفية تكوين جزيء سكر ثنائي من اتحاد جزيئين من سكر أحادي

ومن الأمثلة الأخرى للسكريات الثنائية : سكر القصب أو السكروز Sucrose والذي يتكون من اتحاد جزيء جلوكوز مع جزيء فراكتوز، وكذلك سكر اللبن أو اللاكتوز Lactose ويتألف من جزيء جلوكوز مع جزيء

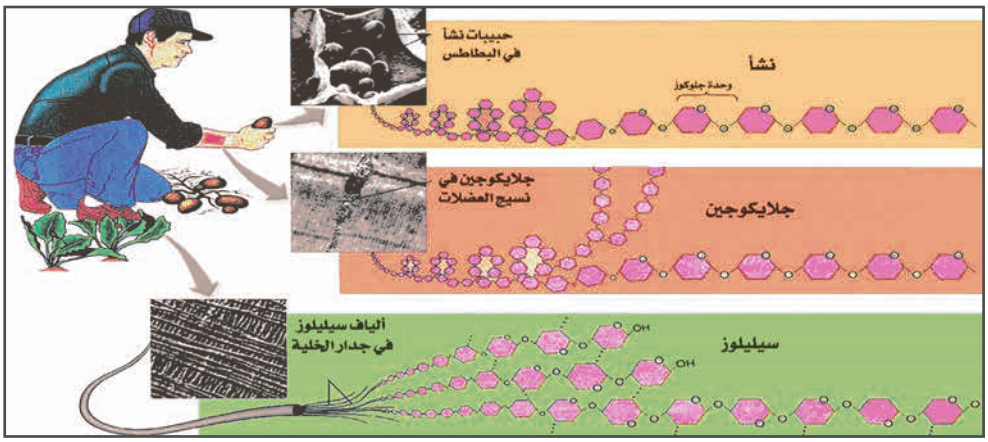
جلاكتوز Galactose وفي هذه الحالة أيضاً يفقد أحد الجزيئين ذرة هيدروجين ويفقد الآخر مجموعة OH بنفس الطريقة المبينة في الشكل (٥) .

حـ - السكريات العديدة Poeysaccharides

تسمى أيضاً الكربوهيدرات عديدة التسكر، وتتكون من ارتباط عدة جزيئات من السكريات الأحادية من نوع واحد أو أكثر بطريقة التكثيف أيضاً، بحيث تتكون في النهاية سلسلة طويلة من السكريات الأحادية المرتبطة معاً ومن أمثلة السكريات العديدة ما يأتي :

- النشأ Starch : وهو مادة تخزينية توجد في الخلايا النباتية وتعد مصدراً مهماً للطاقة في النبات .
- الجلايكوجين Glycogen : وهو أيضاً مادة تخزينية، ولكنه يوجد في خلايا الحيوانات وكذلك الإنسان، وهو كذلك مصدر مهم للطاقة .
- السليلوز Cellulose : وهو مادة تركيبية تدخل في تركيب جدر الخلايا النباتية .

تجدر الإشارة إلى أن الأنواع الثلاثه من السكريات العديدة المذكورة أعلاه (النشأ والجلايكوجين والسيليلوز) تتألف جميعاً من سلاسل من جزيئات سكر الجلوكوز، ولكنها تختلف عن بعضها في كيفية ارتباط هذه الجزيئات مع بعضها، ويوضح الشكل (٦) التركيب العام لسلسلة السكريات الأحادية لكل من هذه المواد وكذلك أماكن تواجدها .



شكل (٦) تركيب النشأ الجلايكوجين والسيليلوز

نشـــاط (١٧)

نفذ هذا النشاط الخاص بالكشف عن النشأ في درنة البطاطس في كتاب الأنشطة والتجارب .

ثانياً : الليبيدات Lipids

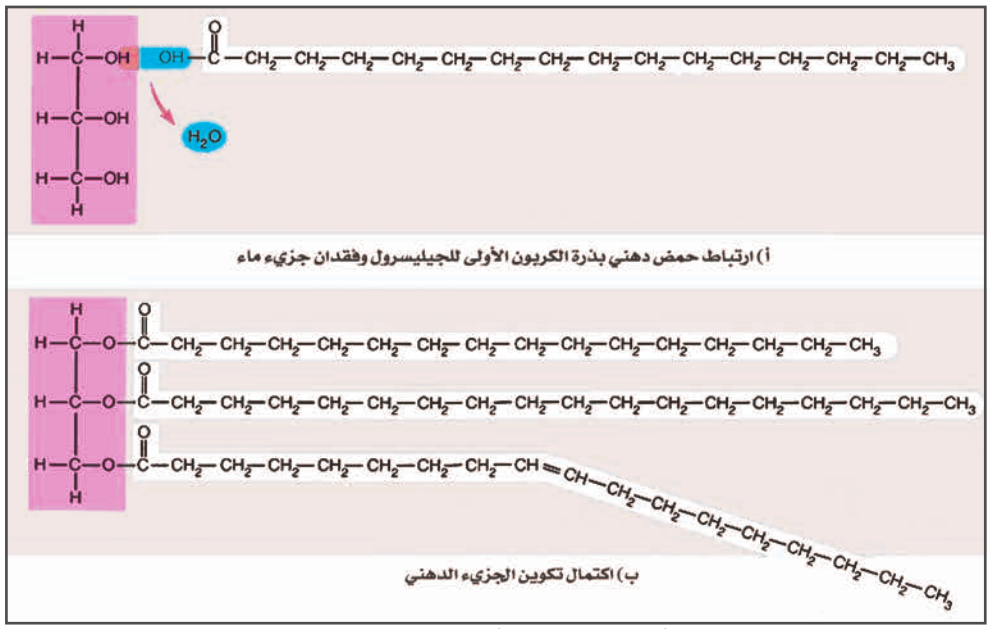
هي مركبات عضوية غير قابلة للذوبان في الماء، ولكنها تذوب في المذيبات العضوية كالبنزين والكلوروفورم. تشمل الليبيدات مواد مثل: الدهون Fats والزيوت Oils والتي تتكون من جزيئات تسمى الحموض الدهنية Fatty Acids ترتبط بالجليسيرول Glycerol.

خطوات تكوين الجزيء الدهني:

انظر الشكل (٧) ولاحظ أن المركب في الجهة اليسرى يمثل الجليسيرول وهو يتكون من ثلاث ذرات كربون ترتبط بها ذرات هيدروجين وأكسجين ، ويتم تكوين الجزيء الدهني وفق الخطوات الآتية:

١- في البداية يرتبط حمض دهني بذرة الكربون الأولى كما هو موضح في الشكل (٧- أ).
- كيف تم الارتباط، وماذا فقد كل من الجليسيرول والحمض الدهني؟
- كيف تقارن هذه العملية بارتباط جزيء سكر أحادي مع أخر لتكوين سكر ثنائي؟

٢- تتكرر هذه العملية مع ذرة الكربون الثانية فالثالثة لجزيء الجليسيرول بحيث يرتبط حمض دهني مع كل منها وفي النهاية يتكون الجزيء الدهني، كما هو مبين في الشكل (٧-ب).



شكل (٧) كيفية تكوين الجزيء الدهني

أهمية الليبيدات للكائنات الحية :

تختزن الليبيدات عموماً كمية كبيرة من الطاقة، وعند احتراقها تتحرر هذه الطاقة. فعند احتراق غرام واحد من مادة دهنية، مثلاً، يتحرر حوالي ٩٣٠٠ سعر حراري أو ٩,٣ كليو سعر مقارنة بحوالي ٣٣٩٠ سعر حراري تنتج عن احتراق غرام واحد من مادة كربوهيدراتية.

إن احتراق غرام واحد من مادة كربوهيدراتية تنتج حوالي ٤ سعرات، يقصد به ٤ كيلو سعرات حرارية.

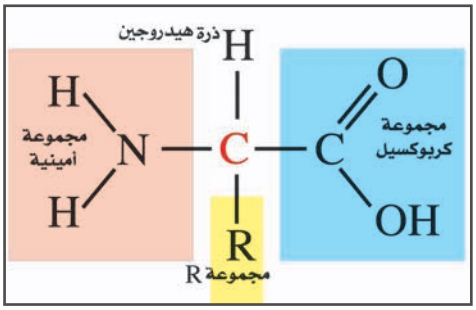
وتمثل بعض الليبيدات مادة تركيبية في أجسام الكائنات الحية مثل الليبيدات الفوسفاتية Phospholipids التي تكون جزءاً رئيسياً في تركيب الغشاء الخلوي.

ثالثاً : البروتينات Proteins

تتألف البروتينات من وحدات تسمى الحموض الأمينية Amino Acids التي تتكون بدورها من أربع وحدات تربط جميعها بذرة كربون مركزية، وهذه الوحدات هي :

- مجموعة أمينية Amino Group (NH_2)
- مجموعة كربوكسيل Carboxyl Group (COOH)
- ذرة هيدروجين Hydrogen Atom (H)
- ذرة أو مجموعة ذرات يرمز لها بالحرف (R)، شكل (٨).

هناك عدد كبير من الحموض الأمينية تتشابه جميعاً في المكونات الثلاثة الأولى ويكون الاختلاف في مجموعة R فقط. تجدر الإشارة إلى أن هناك أكثر من عشرين حمضاً أمينياً فقط تدخل في تركيب البروتينات الموجودة في أجسام الكائنات الحية، شكل (٨).



شكل (٨) التركيب العام لحمض أميني

نشـــاط (١٨)

نفذ هذا النشاط الخاص بالتعرف عن البروتينات في كتاب الأنشطة والتجارب.

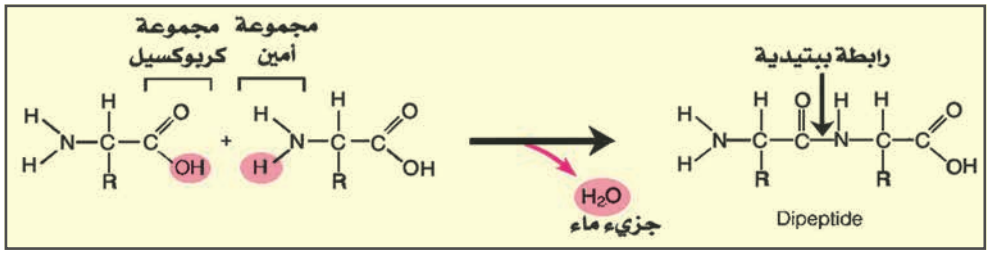
كيفية تكوين جزيء البروتين:

يتكون جزئ البروتين من ارتباط مجموعة من الحموض مع بعضها على النحو الآتي:

١ – يبدأ الارتباط بين حمضين أمينيين بحيث يفقد أحدهما (OH) من مجموعة الكربوكسيل ويفقد الحمض الأميني الآخر ذرة هيدروجين (H) من مجموعة الأمين التابعة له، شكل (٩).

٢ – ترتبط مجموعة (OH) مع ذرة الهيدروجين (H) مكونة جزئ ماء.

٣ – تتكون نتيجة ذلك رابطة بين الحمضين الأمينيين يطلق عليها اسم الرابطة الببتيدية Peptide Bond مكوناً الببتيد الثنائي Dipeptide ، والشكل (٩) يبين كيفية تكوين هذه الرابطة.

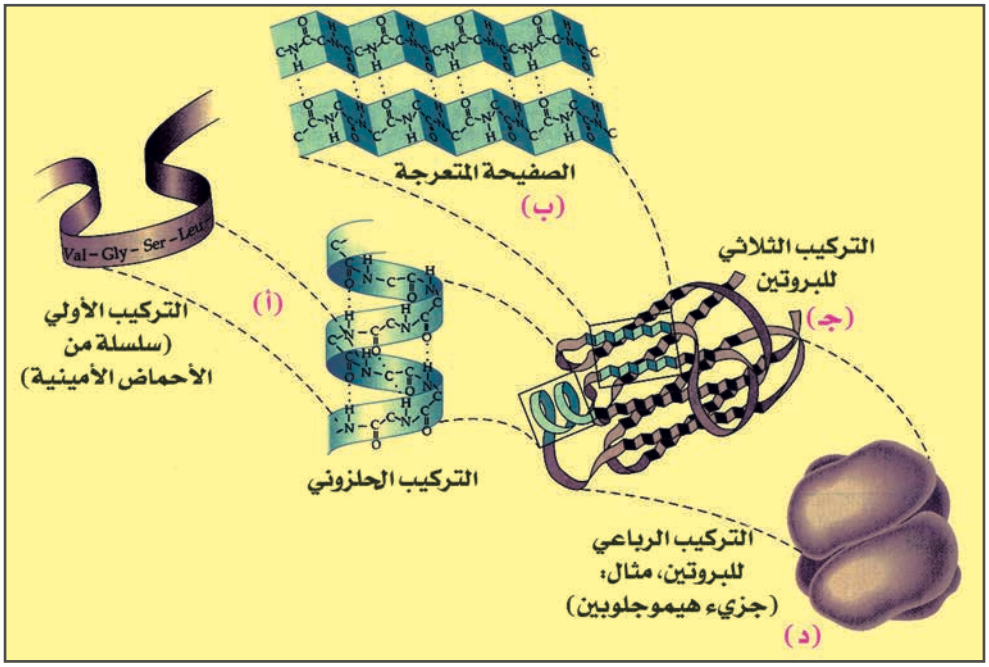


شكل (٩) تكوين الرابطة الببتيدية

تتكرر هذه العملية مكونة في النهاية سلسلة من الحموض الأمينية وتسمى هذه السلسلة عديد الببتيد Polypeptide .

ولكي يتحدد الشكل النهائي لجزيء بروتين معين، فإنه يمر بأربعة مستويات كما يأتي:

- في المستوى الأول تتكون سلسلة طويلة من الحموض الأمينية، يعرف هذا باسم التركيب الأولي للبروتين (Primary Structure)، شكل (١٠–أ).
- في المستوى الثاني يظهر البروتين إما بشكل صفيحة متعرجة أو بهيئة تركيب حلزوني وذلك نتيجة لتكوين روابط هيدروجينية بين الحموض الأمينية، فيتكون بذلك ما يعرف باسم التركيب الثنائي للبروتين Secondary Structure، شكل (١٠–ب).
- في المستوى الثالث يتضح الشكل العام للببتيد العديد وذلك بارتباط مجموعات (R) للحموض الأمينية مكونة سلاسل جانبية، فيتكون بذلك التركيب الثلاثي للبروتين Tertiary Structure ، شكل (١٠–جـ).
- في المستوى الرابع ترتبط وحدتان أو أكثر من وحدات التركيب الثلاثي فيتكون بذلك التركيب الرباعي للبروتين Quaternary Structure مثل جزيء الهيموجلوبين ، شكل (١٠–د).



شكل (١٠) المستويات الأربعة لتركيب البروتين

أهمية البروتينات :

للبروتينات أهمية في تركيب أجسام الكائنات الحية خاصة الإنسان والحيوان، وتوجد في أجسامنا أنواع مختلفة من البروتينات تؤدي وظائف مختلفة، هي :

أ – البروتينات التركيبية، Structural Proteins، وتدخل في تركيب العديد من الأنسجة أهمها العضلات Muscles .

ب– الهرمونات، Hormones، وهي مركبات لها دور هام في تنظيم سير العمليات الحيوية في أجسام جميع الكائنات الحية.

جـ – الإنزيمات Enzymes، وهي عوامل مساعدة في التفاعلات التي تحدث في جسم الكائن الحي.

د – البروتينات الناقلة Ttansport Proteirs، ومثالها الهيموجلوبين Hemoglobin الذي ينقل الأكسجين في الدم.

هـ – الأجسام المضادة Antibodies وهي بروتينات تقوم بالدفاع عن الجسم ومواجهة أية كائنات أو مواد ضارة تدخل إلى الجسم.

إنتاج الطاقة في الحيوان والنبات

تحتوي المركبات العضوية مثل الكربوهيدرات والدهون على طاقة عالية يمكن لخلايا الكائنات الحية أن تستفيد منها ، حيث تتحول المركبات المعقدة إلى مركبات بسيطة فتتحرر نتيجة لذلك كمية عالية من الطاقة، وتعرف هذه التفاعلات بعمليات الهدم Catabolism . وتحدث تفاعلات الهدم في أجسام الحيوانات والنباتات، وكذلك الإنسان بواسطة التنفس الخلوي الهوائي Aerobic Cellular Respiration، حيث يتفاعل الأكسجين مع المركبات العضوية والماء، وبوجود عوامل مساعدة تسمى الإنزيمات Enzymes، ويتحرر نتيجة لهذا التفاعل ثاني أكسيد الكربون والماء والطاقة، كما هو مبين في المعادلة الآتية :

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{الإنزيم}} 6CO_2 + 6H_2O + \text{Energy}$$

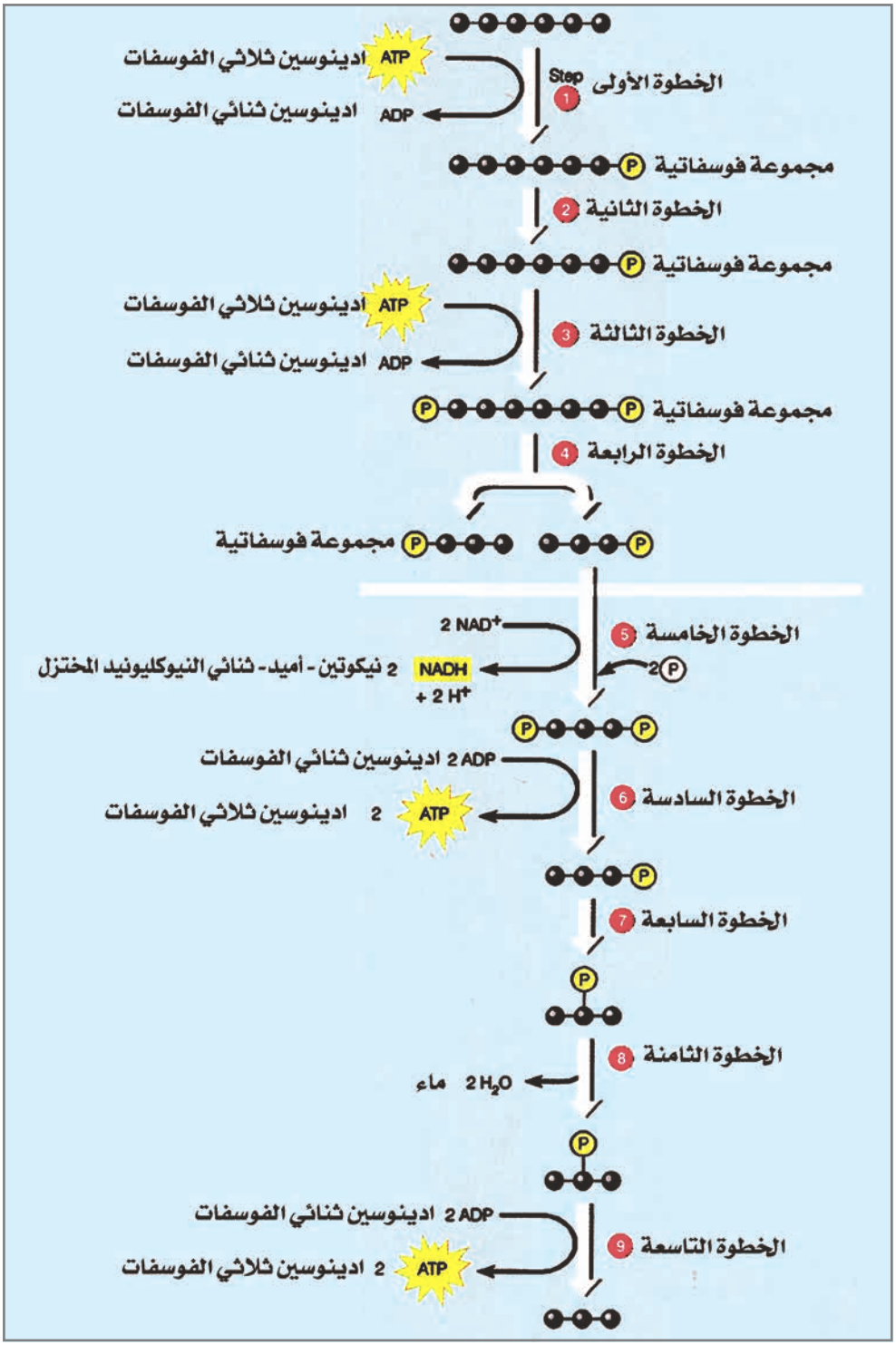
سكر جلوكوز — أكسجين — ماء — ثاني أكسيد الكربون — ماء — طاقة

– قارن هذه المعادلة بمعادلة البناء الضوئي، ماذا تستنتج؟

تبدأ تفاعلات إنتاج الطاقة في سيتوبلازم الخلية عادة، إلا أن معظم تفاعلات إنتاج الطاقة في الكائنات حقيقية الأنوية تحدث في الميتوكوندريا. تجدر الإشارة إلى أن الطاقة الناتجة من هذه التفاعلات لا تستعمل مباشرة من قبل الخلية أو الكائن الحي، وإنما تحولها الخلايا إلى مركب يسمى (أدينوسين ثلاثي الفوسفات) (ATP)؛ لذا يمكن اعتبار هذا المركب « وحدة الطاقة في الخلية الحية » ويتم إنتاج مركب (ATP) أثناء التنفس الخلوي في ثلاث عمليات هي :

أولاً : التحلل السكري Glycolysis

تحدث تفاعلات التحلل السكري في سيتوبلازم الخلية، حيث تبدأ بالجلوكوز وتنتهي بإنتاج جزيئين من حمض البيروفيك Pyruvic acid أو البيروفيت Pyruvate إضافة إلى محصلة نهائية من الطاقة تعادل وحدتي(ATP)، وتكتمل عملية التحلل السكري في خطوات متسلسلة، يمكن إيضاحها في الشكل (١١).



شكل (١١) خطوات التحلل السكري

ويمكن تتبع هذه الخطوات كما يأتي:

١ – تحدث خلال الخطوات من ١–٣ ثلاثة تفاعلات كيميائية لتحويل جزيء سكر «الجلوكوز» إلى جزيء «فركتوز ١، ٦ ثنائي الفوسفات». وكما يتضح في الشكل (١١) يبين السهمان المقوسان انتقال مجموعتي فوسفات من (ATP) فيكتسب بذلك طاقة عالية ويصبح بالتالي قابلاً لمزيد من التفاعل.

«فركتوز ١، ٦ ثنائي الفوسفات» هو سكر فركتوز ترتبط به مجموعتان من الفوسفات واحدة بذرة الكربون رقم (١) والأخرى بذرة الكربون رقم (٦).

٢ – في الخطوة ٤ ينشطر جزيء «فركتوز ١، ٦ ثنائي الفوسفات» وهو مركب ذوست ذرات من الكربون إلى مركبين وسطيين هما جزيئين من «٣– فوسفات الجليسير ألديهايد «PGAL». لاحظ أن الخطوات المذكورة أعلاه تشمل تفاعلات تحضيرية يتم خلالها خزن الطاقة في جزيئي PGAL اللذين يدخلان الخطوة رقم (٥) لبدء التفاعلات المنتجة للطاقة، ويمكن تلخيص التفاعلات حتى الخطوة رقم (٤) بالمعادلة الآتية:

$$\underset{\text{كولوكوز ذو ست كربونات}}{\text{Glucose}} + 2\,ATP \longrightarrow \underset{\text{مركب ذو ثلاث ذرات كربون}}{2\,PGAL} + 2\,ADP$$

٣ – في الخطوة رقم ٥ يحدث تفاعل أكسدة واختزال مولداً جزيئين من مركب NADH. ويبين السهم المقوس أن أكسدة PGAL يؤدي إلى انتقال ذرة هيدروجين إلى مركب NAD مؤدياً إلى اختزاله وتكوين NADH.

٤ – تتضمن الخطوات ٦–٩ إنتاج ٤ جزيئات من ATP وجزيئين من حمض البيروفيك Pyruvic Acid. ففي الخطوة ٦ تحدث فسفرة جزيئين من ADP (أي إضافة مجموعة فوسفات إلى كل منهما) لتكوين جزيئين من ATP.

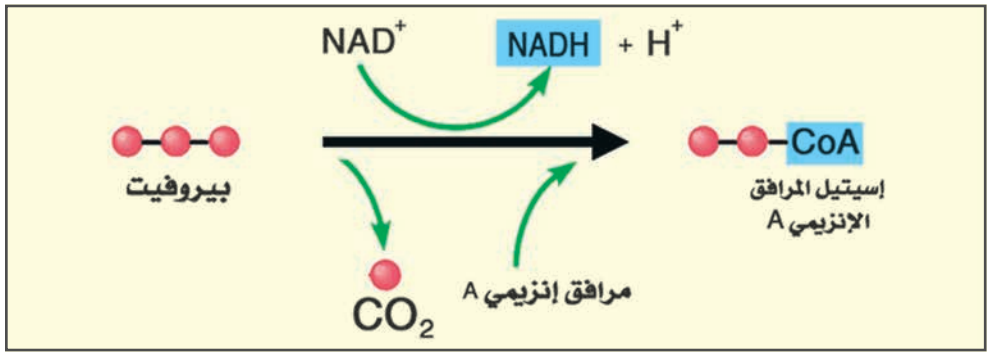
ويحدث نفس الشئ في الخطوة ٩، وينتج أخيراً جزيئان من حمض البيروفيك كما هو واضح في الشكل (١١).

ويمكن تلخيص ما حدث في الخطوات من ٦ إلى ٩ بالمعادلة الآتية:

$$\underset{\text{٣– فوسفات جليسيرالديهايد}}{2PGAL} + 2NAD + 4ADP \longrightarrow \underset{\text{حمض البيروفيك}}{\text{Pyruvic Acid}} + 2NADH + 4ATP$$

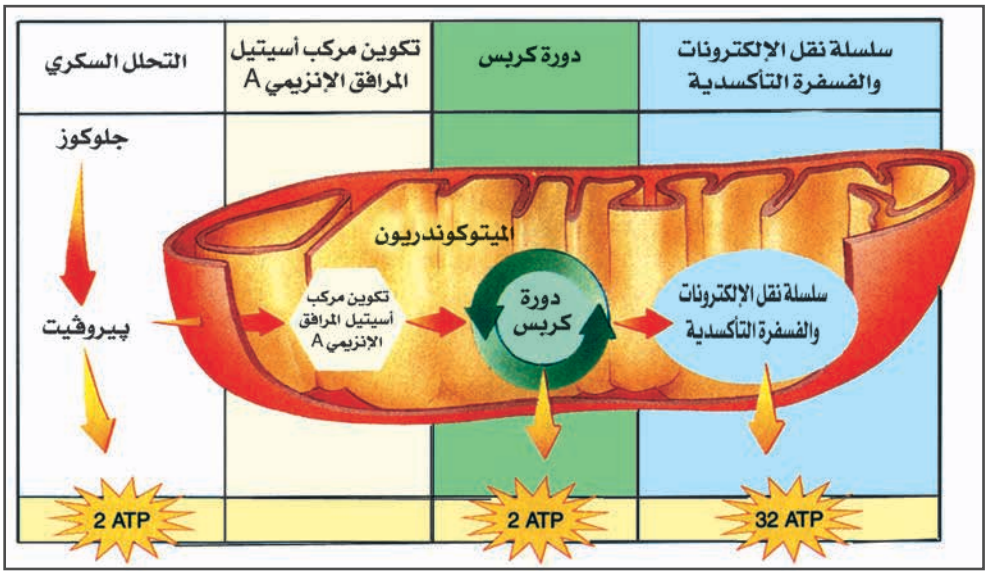
وكما ذكرنا سابقاً، تمثل وحدات (ATP) الطاقة الجاهزة لكي تستخدمها الخلية لإنجاز فعالياتها الحيوية المختلفة، أما جزيئات (NADH) فإنها تمر بسلسلة تفاعلات أخرى لاحقاً، ينتج عنها وحدات (ATP) أخرى.

تجدر الإشارة إلى أن جزيئي البيروفيت الناتجين في نهاية التحلل السكري يتحولان إلى مركب (أسيتيل المرافق الإنزيمي A)، كما هو واضح في المعادلة المبينة في الشكل (١٢).



شكل (١٢) تحول البيروفيت إلى أسيتيل المرافق الإنزيمي A

وبعد ذلك يدخل مركب أسيتيل المرافق الإنزيمي A إلى الميتوكوندريا لتبدأ دورة كربس، كما في الشكل (١٣).



شكل (١٣) الخطوات الرئيسية في عملية التنفس الهوائي لإنتاج الطاقة

ثانياً: دورة كربس Kribs Cycle

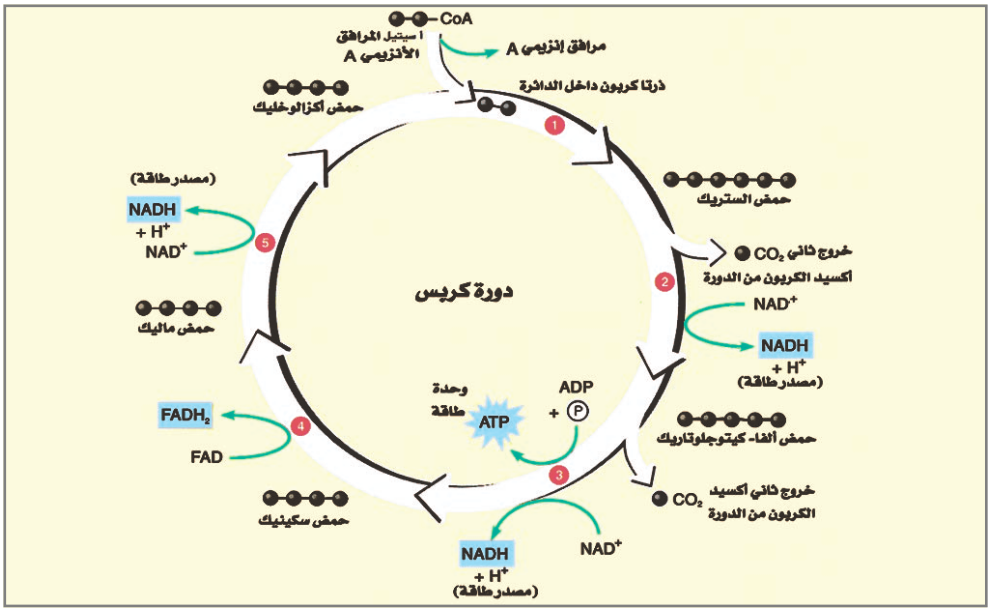
سميت هذه الدورة بهذا الاسم نسبة إلى العالم (هانز كربس) الذي اكتشف معظم خطواتها خلال الثلاثينات من القرن الماضي . تسمى هذه الدورة كذلك بدورة (حمض السيتريك) أو دورة (الكربوكسيل الثلاثية) .

تبدأ دورة كربس بدخول مركب(الأسيتيل) إلى الميتوكوندريا بعد أن ينفصل عنه المرافق الإنزيمي والذي يكون له دور في عمل الإنزيم الذي يساعد على دخول الأسيتيل إلى الدورة .

انظر إلى الشكل (١٤) الذي يلخص دورة كربس، ولاحظ أن كمية الطاقة الناتجة من هذه الدورة تكون أعلى بكثير مما ينتج في التحلل السكري حيث ينتج جزيئان من ATP بالإضافة إلى جزيئين من $FADH_2$ وستة جزيئات من NADH، علماً بأن المركبين الأخيرين يحتويان على كمية كبيرة من الطاقة يتم استخلاصها في الخطوة التالية وهي سلسلة نقل الإلكترونات .

تتبع الأرقام المحاطة باللون الأحمر ولاحظ ما يأتي :

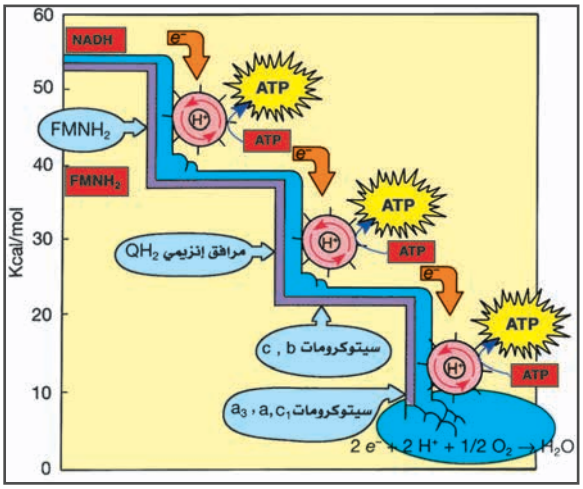
- في الخطوة (١) لاحظ أن مركب أسيتيل هو الذي يبدأ شرارة التفاعل .
- في الخطوتين (٢ و ٣) تنتج مركبات ATP و NADH وثاني أكسيد الكربون من خلال تفاعلات أكسدة واختزال .
- في الخطوتين (٤ و ٥) تنتج تفاعلات الأكسدة والاختزال مركبات $FADH_2$ و NADH



شكل (١٤) دورة كربس

ثالثاً: سلسلة نقل الإلكترونات والفسفرة التأكسدية :

يمكن تمثيل هذه الخطوة بشلال مؤلف من ثلاثة مدرجات، شكل (١٥) تحدث أثناء تدفقه عملية اقتران الإلكترونات (الناتجة من NADH و $FADH_2$ مع الأكسجين (من التنفس)، وينتج عن اقتران كل إلكترونين مع ذرة أكسجين واحدة وحدتان من ATP. تتضمن هذه التفاعلات مركبات عديدة، لامجال لذكرها هنا، إلا أنه يجب التأكيد على أن معظم الطاقة الناتجة من جزيء الجلوكوز بهيئة ATP، تنتج خلال هذه المرحلة، إضافة إلى إنتاج الماء من اتحاد الهيدروجين مع الأكسجين في نهاية المطاف.



شكل (١٥) سلسلة نقل الإلكترونات والفسفرة التأكسدية

ويمكنك التعرف على كمية الطاقة الناتجة من تحلل جزيء واحد من الجلكوز في نهاية الخطوات الثلاث من خلال دراستك للجدول الآتي.

نوع التفاعل	كمية الطاقة الناتجة
– محصلة عملية التحلل السكري	ATP 2
– محصلة الطاقة الناتجة من (NADH) المتكون أثناء التحلل السكري	ATP 6-4
– تحول جزيئين من البيروفيت إلى مركب أسيتيل المرافق الإنزيمي A جزيئين من (NADH)	ATP 6
– دخول أسيتيل المرافقة الإنزيمي A إلى الميتوكوندريا لبدء دورة كربس	ATP 2
– عمليات الفسفرة التأكسدية في خطوات سلسلة نقل الإلكترونات : من ستة جزيئات لـ (NADH).	ATP 18
– عمليات الفسفرة التأكسدية في خطوات سلسلة نقل الإلكترونات : من جزيئين لـ ($FADH_2$).	ATP 4
إجمالي وحدات (ATP) الناتجة من جزيء جلوكوز واحد	ATP 28-26

تقويم الوحدة

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على الإجابة عن الأسئلة الآتية :

١ – اكتب المعادلات الكيميائية التي تلخص العمليات الآتية :

أ – البناء الضوئي .

ب – أكسدة السكر لإنتاج الطاقة في الخلية .

جـ – تحول البيروفيت إلى اسيتيل المرافق الإنزيمي A .

٢ – اذكر ملخصاً يبين كمية الطاقة الناتجة في نهاية الخطوات المختلفة المتضمنة تحلل جزئي واحد من سكر الجلوكور .

٣ – عرف المصطلحات العلمية الآتية :

أ – Metabolism　　ب – Photosynthesis

جـ – Calvin Cycle　　د – Disaccharides

هـ – Phospholipid　　و – Peptide bond

ز – Antibodies　　حـ – Krebs Cycle

٤ – ارسم مقطعاً طولياً مجسماً للميتوكوندريا .

٥ – عدَّد الوظائف التي تؤديها البروتينات المختلفة للكائنات الحية .

٦ – اذكر ثلاثة أمثلة من الكربوهيدرات عديدة التسكر، واذكر أين يمكن أن تجدها في جسم الكائن الحي .

٧ – قارن بين الكربوهيدات والدهون من حيث كمية الطاقة التي ينتجها غرام واحد من كل منهما .

٨ – ضع دائر حول رمز الاجابة الصحيحة في كل مما يأتي :

أ – من الكربوهيدرات التركيبية في النبات ما يأتي :

– النشأ　　– السيليلوز

– الجلايكوجين　　– الليبيد الفوسفاتي

ب – أحد هذه المركبات يدخل في تركيب الدهون :

– الجليسيرول　　– الرابطة الببتيدية

– الرايبوز　　– الجلايكوجين

جـ – الناتج النهائي في خطوات التحلل السكري هو :

– سكر الجلوكوز – أستيل المرافق الإنزيمي A

– حمض البيروفيك – السكر العديد

د – في عملية البناء الضوئي يتم إنتاج المواد الكربوهيدراتية :

– خلال التفاعلات الضوئية – أثناء تفاعلات تثبيت الكربون

– خلال الخطوتين أعلاه معاً. – بعد انتهاء التفاعلين.

هـ– أحد هذه المركبات هو سكر ثنائي :

– مالتوز – جلايكوجين

– فركتوز – رايبوز

و – يتكون جزيء البروتين من وحدات تسمى :

– ببتيدات – حموض أمينية

– جلوكوز – هيموجلوبين

ز – من البروتينات الناقلة ما يأتي :

– الهرمونات – الإنزيمات

– الهيموجلوبين – الجلايكوجين

جـ – معظم الطاقة الناتجة من تحلل الجلوكوز تنتج :

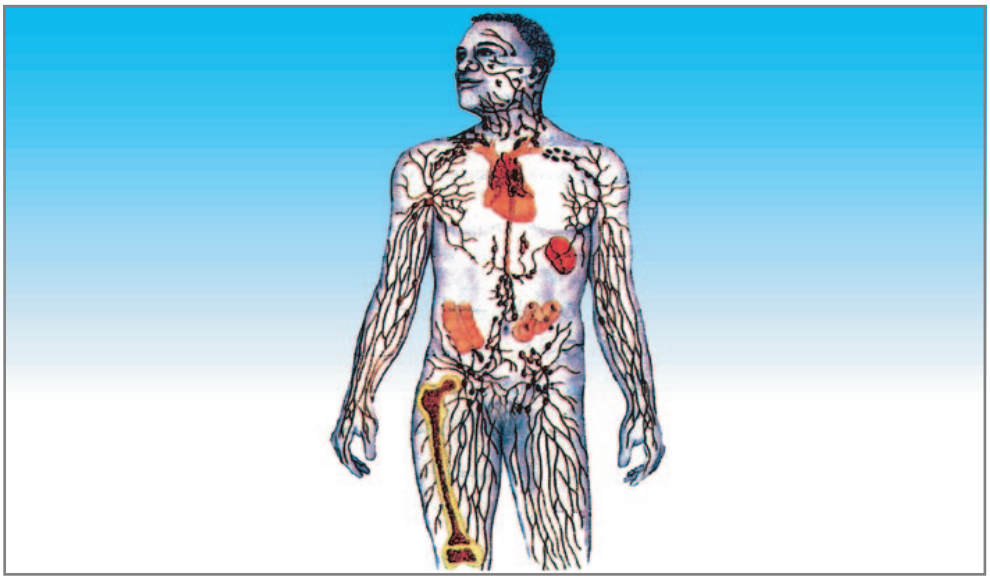
– أثناء دورة كربس – أثناء البناء الضوئي

– أثناء سلسلة نقل الإلكترونات – في نواة الخلية.

الوحدة الخامسة

المناعة Immunity

قال تعالى: ﴿ وَفِي أَنفُسِكُمْ أَفَلَا تُبْصِرُونَ ﴾ [سورة الذاريات: آية ٢١].



أهداف الوحدة

يتوقع منك بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن :

١- تَتَوصَّل إلى معرفة المقصود بالمناعة.

٢- تُوضِّح أنواع المناعة المختلفة.

٣- تستنتج العلاقة بين مولدات الضد، والأجسام المضادة.

٤- تشرح كيفية اكتساب الجسم المناعة ضد المرض.

٥- تُبيِّن أهمية اللقاحات والأمصال.

٦- تَتَعرَّف على بعض أمراض جهاز المناعة.

٧- تُوضِّح أهم مسببات اختلال جهاز المناعة.

٨- تذكر طرق تقوية جهاز المناعة.

المناعة والمرض

يتعرض كل إنسان لأمراض متنوعة خلال مراحل حياته المختلفة وبالرغم من أن بعض من يصابون بالأمراض تنتهي حياتهم نتيجة الإصابة بها إلا أن نسبة كبيرة من الأشخاص يتمكنوا من مقاومة هذه الأمراض بل واكتساب مناعة ضد بعضها .

- فما المقصود بالمناعة؟ وما علاقة اكتساب المناعة بالمرض؟
- كيف يعمل الجسم على مقاومة الأمراض المختلفة؟

قد يصاب الإنسان بالمرض نتيجة دخول كائنات دقيقة مثل البكتيريا أوالفيروسات أو الطفيليات لجسمه مسببة الأمراض المعدية المختلفة للإنسان وقد تكون سبب الإصابة بالمرض عوامل أخرى مثل سوء التغذية أوحدوث خلل في إفراز الغدد الصماء أوقصور في بعض وظائف الأعضاء الهامة في الجسم مثل القلب، الكبد، الرئتين، الكليتين، أونتيجة لتلوث البيئة أو لعوامل وراثية وهي أمراض غير معدية .

- فما المقصود بالأمراض المعدية والأمراض غير المعدية؟

يكون المرض معدياً إذا كان بالإمكان انتقاله من الشخص المريض إلى الآخرين من حوله بطرق عديدة منها :

١- الاتصال المباشر (فيروس الإيدز) أو غير مباشر مثل (فيروس الزكام) .

٢- استخدام أشياء ملوثة مثل الماء والطعام والأيدي الملوثة كما يحدث في حالة أمراض الإسهال وشلل الأطفال والديدان المعوية الطفيلية والزحار الأميبي والبلهارسيا وغيرها .

٣- بواسطة الحيوانات الناقلة للمرض مثل أنثى البعوض الناقلة لطفيل البلازموديوم المسبب لمرض الملاريا والحيوانات الناقلة لمرض الكلب عندما تعض الإنسان تنقل إليه مسببات المرض الموجودة في لعابها من خلال الجرح الذي تحدثه في الجلد .

قضية للمناقشة :

تنتشر في البيئة اليمنية الكثير من الأمراض التي تسبب أخطار كبيرة للفرد والمجتمع على السواء .

ناقش مع زملائك الأمراض المنتشرة في منطقتك وأسباب انتشارها، ثم اقترح حلولاً عملية لتجنب الإصابة بتلك الأمراض وانتشارها وكيفية القضاء عليها؟

وقد عُرف منذ زمن بعيد أن الإصابة بالمرض تؤدي إلى زيادة مقدرة الجسم على مقاومة المرض مستقبلاً أي اكتساب الجسم للمناعة ضد هذا المرض، فالشخص الذي كان يعيش بعد وباء معين مثل الجدري أو الكوليرا كان يقاوم هذا المرض أكثر من غيره عند تعرضه لنفس المرض مستقبلاً.

المناعة : Immunity

هي مقدرة الجسم على مقاومة الأمراض، ويختص في الدفاع عن جسم الإنسان جهاز متكامل خاص يسمى جهاز المناعة (Immune System) يقاوم المرض بوسائل مختلفة بشكل خطوط متتابعة ويعتبر الجهاز الليمفاوي أحد أجهزة الدفاع الهامة لحماية الجسم لاحتوائه على خلايا ليمفاوية وبلعمية متخصصة، وخطوط الدفاع في الجسم ضد الأمراض هي كما يأتي:

أولاً: خط الدفاع الأول:

خط دفاع عام ويشكل خط الدفاع الأول المقاومة الطبيعية أو المناعة الطبيعية للجسم ضد الأمراض والتي تتمثل بعدة وسائل، وهي مناعة طبيعية غير متخصصة بمرض معين أوبكتيريا أو فيروس، ولكنها وسائل مقاومة لأي كائن حي غريب يهاجم الجسم في أي لحظة ويتضمن هذا الخط الدفاعي آليات مختلفه هي:

١- الجلد والأغشية المخاطية:

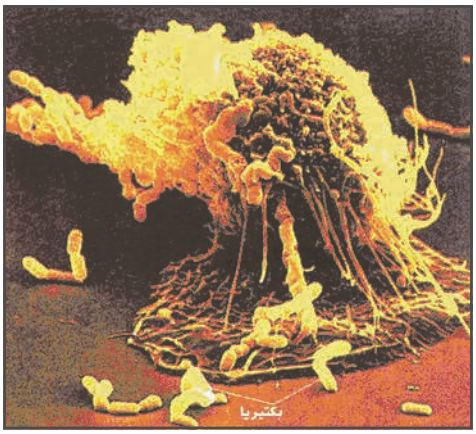
يُشكل الجلد بطبقاته الطلائية والغشاء القاعدي تحت هذه الطبقات وكذلك وجود الشعر وإفراز العرق حاجزاً مهماً يحمي الجسم ضد مسببات المرض. كما تُشكل الأغشية المخاطية المبطنة لكل أجهزة الجسم وكذلك وجود الخلايا المهدبة، وسائل دفاع هامة سواء للجهاز الهضمي أو البولي أو التناسلي. ويعمل اللعاب على حماية الجسم بسبب ارتفاع قلويته ووجود عدة إنزيمات ومواد محللة قاتلة للبكتيريا فيه، وعصارة المعدة يمكن أن تحمي القناة الهضمية من مسببات المرض بسبب تأثير الحمض المميت للبكتيريا، وتشكل الجفون والأهداب وسائل بسيطة تمنع دخول الأجسام الغريبة وتغسل الدموع المواد الغريبة الصغيرة. كما تُشكل الأغشية المخاطية المبطنة لكل أجهزة الجسم وكذلك وجود الخلايا المهدبة وسائل دفاع هامة سواء للجهاز الهضمي أو البولي أو التناسلي.

وتعتبر عملية التبول من العمليات الأساسية لتنقية الجهاز البولي التناسلي من

الأجسام الغريبة ويساعد التركيب التشريحي للأنف والحنجرة ونوعية الخلايا المهدبة على اصطياد وطرد الأجسام الغريبة أو مسببات المرض المحتمل دخولها مع هواء الشهيق.

٢- خلايا الدم البيضاء «البلعمية» الأكولة: Phagocytic White blood cells

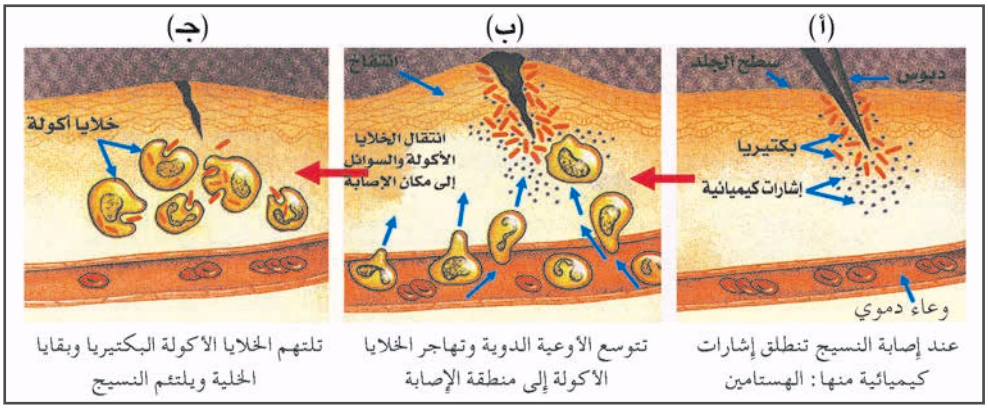
إذا تمكنت مسببات المرض من تخطي الحواجز السابقة، تقوم بعض أنواع من خلايا الدم البيضاء بمهاجمة مسببات المرض وتبتلعها لذا تسمى بالخلايا الأكولة (Phagocytic) وهي خلايا غير متخصصة في عملها، وتشمل أنواعاً: منها الخلايا البيضاء المتعادلة والخلايا الوحيدة وخلايا بلعمية كبيرة قادرة على التجول في السائل بين النسيجي، شكل (١)، وذلك لابتلاع البكتيريا بواسطة زوائد سيتوبلازمية عديدة. وتوجد خلايا ليمفاوية طبيعية القتل (خلايا راصدة) (Natural Killer Cells) تتعرف على أية مواد غير طبيعية داخل الجسم وتقضي عليها. ويعتقد أن لها دوراً هاماً في رصد الخلايا السرطانية التي قد تتكون فجأة في الجسم فتقضي عليها مباشرة.



شكل (١) خلية بلعمية

٣- الالتهاب Inflammation

يمثل الالتهاب الموضعي استجابة عامة للأنسجة التي تُصاب بتلف كما في حالة الجروح. ويمكن ملاحظة الالتهاب من خلال وجود انتفاخ واحمرار حول منطقة الإصابة بجرح وارتفاع درجة حرارتها.



شكل (٢) عملية الالتهاب

انظر الشكل (٢) تلاحظ مراحل عملية الالتهاب التي تتم كما يأتي :

أ – تفرز الخلايا التالفة نتيجة جرح مثلاً مادة كيميائية تحذيرية تسمى الهيستامين التي تزيد من نفاذية جدران الشعيرات الدموية القريبة من الجرح .

ب– تعمل مادة الهيستامين على إرتخاء العضلات الملساء فتتسع الأوعية الدموية مما يساعد على انتقال خلايا الدم البيضاء البلعمية إلى مكان الإصابة .

جـ– تلتهم الخلايا البلعمية (الأكولة) البكتيريا والمواد الغريبة التي تدخل عبر الجروح .

٤– البروتينات الوقائية : Antimicrobial Proteins

تشمل نوعين رئيسين من البروتينات :

أ– البروتينات المتممة : Complement Proteins

يطلق عليه النظام المتمم Complement System، لأنها تُتمم عمل آليات الدفاع الأخرى ويحدث تفاعلاً متسلسلاً عند تحفيز إحدى بروتينات هذه المجموعة؛ بحيث يؤدي كل بروتين في السلسلة إلى تحفيز بروتين آخر حسب تسلسل محدد سابقاً .

– كيف تعمل بروتينات المُتممة؟

تعمل بروتينات المتممة وفق الآلية الآتية :

١ . تحفز تحلل البكتيريا والفطريات الغازية للجسم .

٢ . ترتبط بسطح الخلية المصابة فتساعد الخلايا الأكولة في التعرف على الكائن الحي المسبب للمرض .

٣ . تُطلق مواد كيميائية تجذب الخلايا الأكولة نحو النسيج المصاب .

ب– الإنترفيرونات : Interferons

هي بروتينات تفرزها الخلايا المصابة بالفيروسات، وهي وسيلة دفاع غير متخصصة تهيئ الخلايا السليمة لمقاومة الفيروسات تُفرز في الجسم بكميات ضئيلة جداً .

والجدول (١) يوضح المقارنة بين بروتينات المتممة، والإنترفيرونات .

جدول (١) مقارنة بين أنواع البروتينات الوقائية

البروتينات الوقائية	نوعها	مكان إنتاجها	عملها
المتممة	سلسلة من البروتينات	الكبد وخلايا بلعمية تجري في الدم	– تعمل على إحداث تفاعل متسلسل ينتج عنه انفجار وتحلل خلية الكائن مسبب المرض كالبكتيريا.
الإنترفيرونات	مواد بروتينية تفرزها الخلايا المصابة بالفيروسات	الخلايا المصابة بالفيروسات وتنتقل مع الدم لتثبت على مواقع خاصة في الغشاء الخلوي للخلايا السليمة المجاورة.	– تهيء الخلايا السليمة لمقاومة الفيروسات. – تحث الخلايا السليمة على إفراز مواد بروتينية تمنع تكاثر الفيروسات بشكل عام.

ثانياً: خط الدفاع الثاني (الخاص): Specific defence

المناعة المتخصصة (أو المناعة النوعية):

وتسمى بالمناعة المكتسبة وهي المناعة التي ينتجها الجسم لمقاومة مرض محدد بذاته.

– ما الذي يحدث إذا تمكن أحد مسببات المرض من التغلب على مكونات خط الدفاع العام؟

– كيف يقاوم الجسم ذلك الكائن الغريب عنه الذي تمكن من الدخول للجسم؟

– يبدأ الجسم عند دخول أحد مسببات المرض باستخدام وسائل دفاعية خاصة بكل نوع من أنواع مسببات المرض وتشكل هذه الوسائل جهاز المناعة في الجسم (Immune System) ويضم جهاز المناعة:

١– الخلايا الليمفاوية.

٢– الخلايا الوحيدة النواة Monocytes .

٣– الأعضاء الليمفاوية كالطحال والغدة الزعترية والغدد اليمفاوية ونخاع العظم.

وللجهاز الليمفاوي دور هام في إنتاج المناعة المتخصصة.

وتحدث استجابة جهاز المناعة في حالة وجود جسم غريب يسمى مولدالضد (Antigen) فما المقصود بمولد الضد؟ وما المقصود بالاستجابة المناعية؟

مـولد الضـد: هي مـادة بروتينيـة أوعـديدة التـسكر توجـد في البكتـيـريا والفيـروسات وفي الخلايا السـرطانية والمواد الغريبـة عن الجسـم تسبب تحـفيز استـجابة مناعيـة متخصـصة ضدها، بإنتاج مواد تسمى الأجسام المضادة (Anti bodies) ، بينما الاستجابة النوعية هي النشاط الذي يقوم به جهاز المناعة في جسم الإنسان.

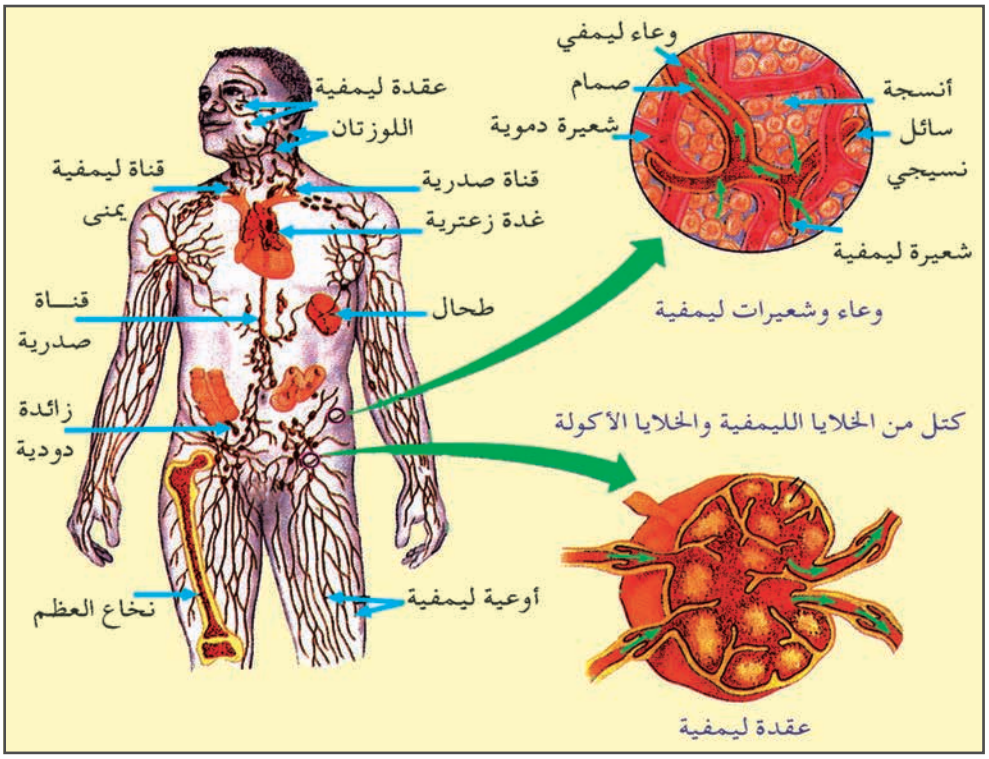
جهاز المناعة : Immunity System

يتكون جهاز المناعة مما يأتي :

الجهاز الليمفاوي : Lymphatic System

– مم يتكون الجهاز الليمفاوي؟ وما هي وظيفته؟

انظر الشكل (٣) الذي يبين مكونات الجهاز الليمفاوي ومواقعها في الجسم.



شكل (٣) تركيب الجهاز الليمفاوي في الإنسان

وقد تعرفت في دراستك السابقة على مكونات الجهاز الليمفاوي، وهي :

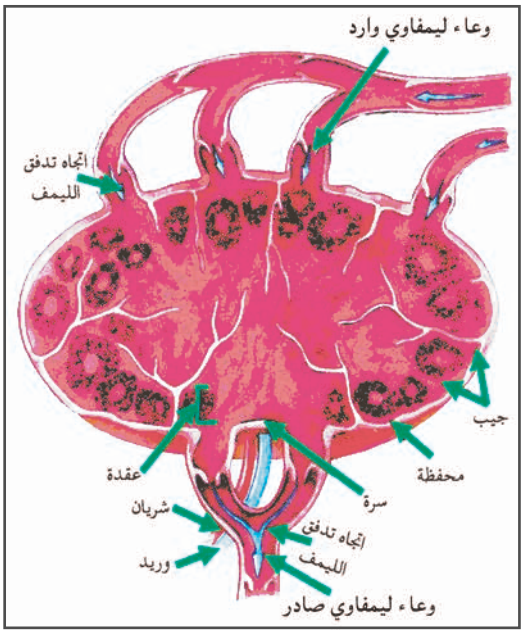
١ – الأوعية الليمفاوية :

– أين توجد الأوعية الليمفاوية؟

٢- الأعضاء الليمفاوية Lymphoid Organs : وتتكون مما يأتي :

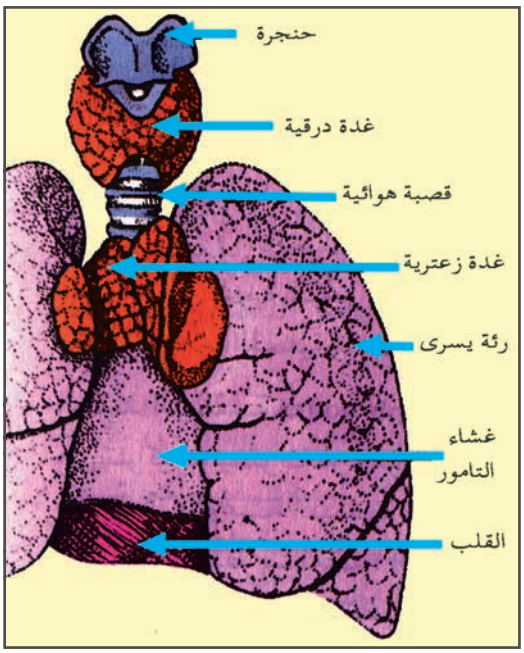
أ - نخاع العظام : ويُعد مركزاً لإنتاج خلايا الدم الحمراء والبيضاء والخلايا الليمفية .

ب- العُقد الليمفاوية Lymph Nodes : ما العقدة الليمفاوية؟ وأين توجد؟ العقد اللمفاوية هي تراكيب كروية أو بيضاوية تنتشر على طول الأوعية الليمفاوية تتكون من عدة جيوب ممتلئة بالخلايا الليمفاوية والخلايا البلعمية الكبيرة، شكل (٤)، وتعمل على تنقية الليمف من مسببات الأمراض والخلايا التالفة .



شكل (٤) تركيب العقدة الليمفية

جـ- الغدة الزعترية (الثيموسية) Thymus gland : وتقع خلف عظمة القص وعلى امتداد القصبة الهوائية، شكل (٥)، وهي غدة صماء تفرز هرمون الثيموسين الذي ينظم بناء المناعة في الجسم (يساعد هذا الهرمون على تمايز الخلايا الليمفاوية من نوع (T) .



شكل (٥) موقع الغدة الزعترية

د – الطحال Spleen : يُعد أكبر الأعضاء الليمفاوية ويقع خلف المعدة وتحت الحجاب الحاجز ويشبه في تركيبة العقد الليمفاوية. ويقوم الطحال بخزن الدم لمواجهة حالات انخفاض ضغط الدم أوعند الحاجة إلى مزيد من الأكسجين، كما تحتوي الجيوب في الطحال على الخلايا البلعمية الكبيرة التي تقوم بعمل مشابه لعملها في العُقد الليمفاوية.

وأهم وظائف الجهاز الليمفاوي وهي:

١– تجميع الليمف الراشح بين أنسجة الجسم بوساطة الأوعية الليمفاوية وإعادته إلى الدورة الدموية.

٢– تساعد الأوعية الليمفاوية الدقيقة في خملات الأمعاء على امتصاص الدهون ونقلها إلى الدورة الدموية.

٣– يقوم بدور رئيسي في الدفاع عن الجسم ضد الأجسام الغريبة.

– ما سبب حدوث تورم تحت الإبط والاحساس بالألم في نفس الموضع نتيجة الإصابة بجرح أو حدوث التهاب؟

ويقوم الجهاز الليمفاوي بوظيفة المناعة المتخصصة عن طريق :

١ – تكوين أجسام مضادة Antibodies.

٢ – إفراز سموم ليمفاوية Lympho Toxins .

٣ – الرفض الخلوي Cell Rejection .

أنواع الخلايا الليمفاوية :

تعتبر الخلايا الليمفاوية نوع من خلايا الدم البيضاء غير المحببة تتجول في الدورة الدموية والليمفاوية وتتجمع في بعض الأعضاء الليمفاوية وأصلها هو نخاع العظام وهي تشكل ١٪ من مجموع خلايا الجسم في الإنسان البالغ.

– ما أنواع الخلايا الليمفاوية؟

هناك نوعان من الخلايا الليمفاوية:

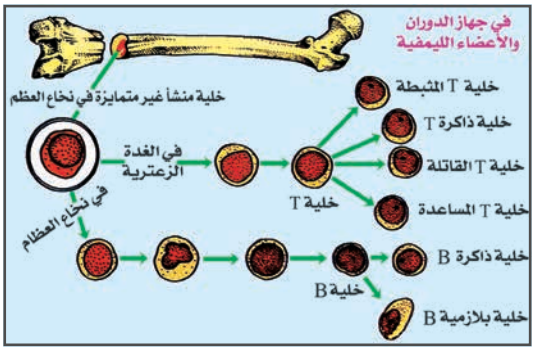
١– خلايا من نوع B- Cells (B) (خلايا بائية).

٢– خلايا من نوع T- Cells (T) (خلايا تائية).

ينشأ كلا النوعين من انقسام خلية كبيرة في نخاع العظم تسمى خلية المنشأ، الخلية الجذعية Stem cell كما في الشكل (٦).

انظر الشكل (٦) ولاحظ أن هناك نوعين رئيسيين من الخلايا الليمفاوية .

- ما نوع الخلية التي تتمايز في نخاع العظم؟ ومانوع الخلية التي تتمايز في الغدة الزعترية؟



شكل (٦) أنواع الخلايا الليمفاوية

- اذكر أنواع الخلايا الناتجة من انقسام الخلايا (T)؟
- ما أنواع الخلايا الناتجة من انقسام الخلايا (B)؟
- ما الفرق بين الخلايا (T) والخلايا (B)؟

تلاحظ من خلال الشكل (٦) أن هناك أربعة أنواع ناتجة من انقسام الخلايا (T) وهناك نوعان من الخلايا ناتجة من انقسام الخلايا (B).

والجدول (٢) يوضح الفرق بين النوعين من الخلايا .

جدول (٢) الفرق بين الخلايا (T) والخلايا (B)

الخلايا (T)	الخلايا (B)
– تتمايز في الغدة الزعترية (الثيموسية) بتأثيرهرمون ثيموسين . – تُشكل (٧٠–٨٠٪) من الخلايا الليمفاوية . – ترتبط بمسببات المرض التي تحمل مولدات الضد مثل البكتيريا كما ترتبط بخلايا العائل التي أصيبت بالفيروسات وتؤدي إلى تمزيق أغشيتها وتحطيمها وقتل مابها من فيروسات . – تفرز بعض خلايا (T) مواد بروتينية تؤدي إلى اجتذاب الخلايا الأكولة نحو الأنسجة الملتهبة للقضاء على مسببات الالتهاب .	– تتمايز في كبد الجنين . – تُشكل من (٣٠–٢٠٪) من الخلايا الليمفاوية . – تتفاعل مع مسببات المرض وماعليها من مولدات الضد بطريقة غير مباشرة حيث، يقوم بإفراز بروتينات كروية (Globulins) تُدعى الأجسام المضادة . وهذه تدور مع سوائل الجسم وتتفاعل بشكل محدد مع مولدات الضد . – تشل عمل مسببات المرض التي تحمل مولدات الضد بطرق مختلفة .

ومن خلال الشكل (٦) والذي يوضح أنواع خلايا (T)، خلايا (B) تلاحظ أن هناك أنواع مختلفة ناتجة عن انقسام خلايا (T)، والجدول (٣) يوضح أنواع الخلايا (T) والوظيفة لها.

جدول (٣) أنواع الخلايا (T) ووظائفها في الدفاع عن الجسم

نوع الخلية الناتجة من انقسام خلايا (T)	الوظيفة
١- القاتلة: Killer Cell	- تهاجم مباشرة الخلية التي أصيبت بمسببات المرض، وتقاوم الأنسجة المزروعة وتسبب رفضها كما تهاجم الخلايا السرطانية والفيروسية وتقاتلها.
٢- المساعدة: Helper-T-cell	- تساعد الخلايا الليمفاوية نوع (B) على الانقسام والتمايز إنتاج الأجسام المضادة.
٣- المثبطة: Supprssor-T-cell	- تعمل على إبطاء أو منع الاستجابات المناعية.
٤- خلايا الذاكرة: Memory-T-cells	- تستجيب بسرعة كبيرة لدخول الجسم الغريب نفسه إذا دخل مرة ثانية.

كما يُبين الجدول (٤) أنواع الخلايا (B) ووظائفها في الدفاع عن الجسم.

جدول (٤) أنواع الخلايا (B) ووظائفها في الدفاع عن الجسم

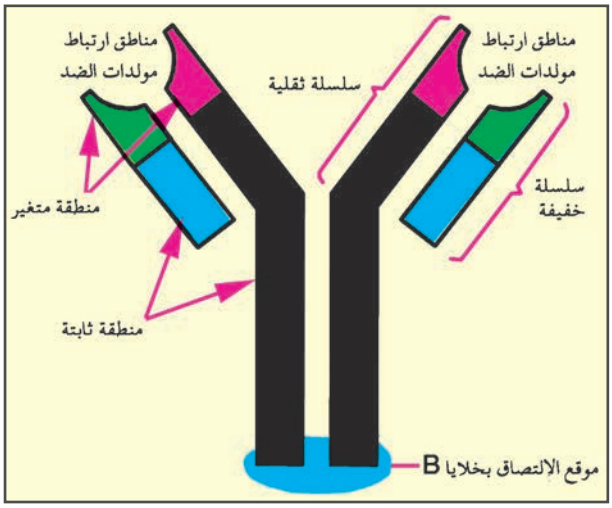
أنواع الخلايا (B)	الوظيفة
١- خلية بلازمية B: Plasma Cell.	- تُنتج الأجسام المضادة استجابة لدخول جسم غريب.
٢- خلايا الذاكرة B: Memory B.cells.	- يتم إنتاجها عند مقابلة أي جسم غريب دونما مواجهة وتتجول في سوائل الجسم.
	- تستجيب بسرعة كبيرة لدخول الجسم الغريب نفسه مرة ثانية.

تقاوم الخلايا الليمفاوية ومنها خلايا B مسببات المرض وما تحمله من مولدات الضد بإفراز الأجسام المضادة. فما المقصود بالأجسام المضادة؟

الأجسام المضادة: Antibodies

مواد بروتينية متخصصة تدعى الجلوبيولينات المناعية (Immuno Globulins) تفرزها خلايا (B) استجابة لوجود مولد ضد(جسم غريب) فتتفاعل معه مما يؤدي إلى وقف عمل مسببات المرض التي تحمل مولد الضد، وتعرف الأجسام المضادة بالرمز (1g) وهي توجد على أسطح الخلايا (B)، كما توجد سابحة في الدم والأنسجة الليمفاوية.

انظر الشكل (٧) الذي يُبين تركيب الجسم المضاد تلاحظ أن له بُنية هندسية خاصة أساسية تتألف من أربعة سلاسل عديدة الببتيد تنتظم على شكل الحرف (Y) تشكل سلسلتين ثقيلتين (الأكبر)، وسلسلتين خفيفتين (الأصغر) متماثلتين ترتبط ببعضها بواسطة روابط ثنائية، وتعرف السلسلتان الأكبر حجماً بالثقيلة وهي ثابتة التركيب بينما يتغير تركيب الحموض الأمينية المكونة للجزء العلوي من كل سلسلة مما يعطي الجسم المضاد قدرة على الارتباط بنوع معين من مولدات الضد يشبه في تركيبه الجزء العلوي من كل ذراع من أذرع الجسم المضاد.



شكل (٧) تركيب الجسم المضاد

أنواع الأجسام المضادة:

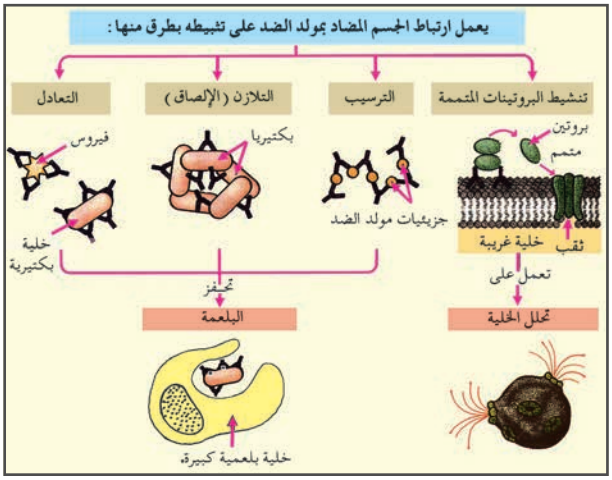
تفرز الخلايا الليمفاوية من نوع (B) خمسة أنواع من الأجسام المضادة، تشترك جميعها في أنها بروتينات كروية متخصصة يطلق عليها البروتينات الكروية المناعية.
Immuno giobulins (1g) وقد ميزها العلماء باستخدام أحرفاً معينة هي:
(1gA , 1gM , 1gG , 1gE , 1gD) وأغلب الأجسام المضادة وجوداً في الدورة الدموية هو: (1gG).

ويوضح الجدول (٥) أنواع الأجسام المضادة وأماكن وجودها ووظائفها المختلفة.

جدول (٥) أنواع الأجسام المضادة وأماكن وجودها ووظائفها المختلفة

نوع الجسم المضاد	أماكن وجوده	وظائفه
1gA	– الدموع، المخاط، اللعاب، الدم، الليمف.	– يوفر حماية للأنسجة المخاطية ويهاجم الكائنات الدقيقة وإفرازاتها.
1gE	– الخلايا الصارية والخلايا القاعدية.	– هو الجسم المضاد المسؤول عن تفاعلات الحساسية.
1gM	– الدم والليمف.	– يوجد بوفرة عند تعرض الجسم للمرة الأولى لمولدات الضد ويعمل كأجسام مضادة لمولدات الضد في فصائل الدم (ABO).
1gG	– الدم، الليمف، السائل النسيجي.	– الجسم المضاد الرئيسي في الدورة الدموية يهاجم الكائنات الدقيقة وسمومها.
1gD	– الدم، الليمف، سطح خلايا (B).	– مستقبلات لمولدات الضد على الأغشية لتنشيط خلايا (B).

ادرس المخطط الآتي شكل (٨)، ولاحظ كيف تعمل الأجسام المضادة للقضاء على مسببات المرض والأجسام الغريبة؛ حيث أن الأجسام المضادة تنتقل في الدم وسوائل الجسم الأخرى وعند وجود أي مولد للضد موافق لها تلتحم به التحاماً وثيقاً بسبب تركيبها المميز وتشكل مركباً يتألف من الجسم المضاد ومولد الضد ويؤدي ذلك إلى تفاعلات حيوية تنتهي بتدمير مولد الضد أو تحيده بطرق مختلفة.



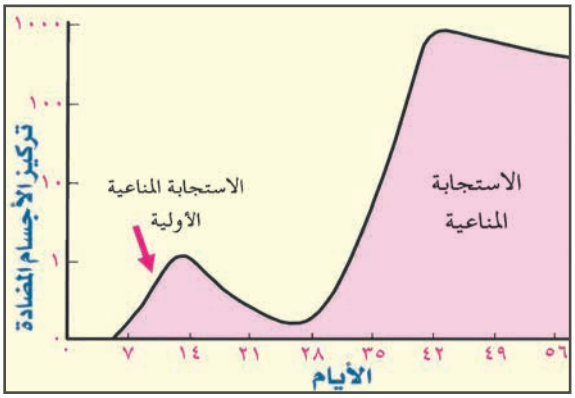
شكل (٨) كيفية عمل الأجسام المضادة

– ما الطرق التي يقوم بها الجسم المضاد للقضاء على مسببات المرض؟
– كيف يتم تحلل الخلية لمولدالضد المهاجمة؟
– كيف تتم عملية البلعمة للبكتيريا؟

وقد عرفت مما سبق أن هناك نوعاً من خلايا (B) يعرف بخلايا الذاكرة وإذا تعرضت هذه الخلايا لمولد الضد مرة ثانية فإنها تنقسم بسرعة كبيرة لتكوين أعداد كبيرة من الخلايا البلازمية التي تفرز أجساماً مضادة بكميات كبيرة للنوع نفسه من مولد الضد .

كما أن خلايا الذاكرة من نوع (T) تكون أعداد كبيرة من خلايا (T) التي تساعد في التخلص من مولد الضد . وهذا ما يحدث عندأخذ الجرعات المتعددة من اللقاح .

انظر الشكل (٩) تلاحظ ما يحدث إذا اعطيت جرعة ثانية من مولد الضد نفسه فإن كمية الأجسام المضادة التي يفرزها الجسم تزيد عن المرة الأولى وتكون الاستجابة المناعية سريعة في الحالة الثانية وهو مايسمى الاستجابة المناعية الثانوية .



شكل (٩) الاستجابة المناعية

وتختلف عن الاستجابة الأولية بكيمة الأجسام المضادة وسرعة إفرازها .

عمل جهاز المناعة:

- كيف يتمكن الجسم من مقاومة مسببات المرض (مولدات الضد)؟
- وكيف تحدث الاستجابة المناعية؟

عند دخول مولدات الضد الغريبة عن الجسم يحفز الجسم على مقاومتها لتحدث الاستجابة المناعية، ويتم ذلك بأن تتعاون ثلاثة أنواع من الخلايا هي :

١- الخلايا الأكولة البلعمية . ٢- الخلايا (B) البائية . ٣- الخلايا (T) التائية .

ويتم تكوين الاستجابة المناعية وفق الخطوات الآتية والموضحة في الشكل (٩) :

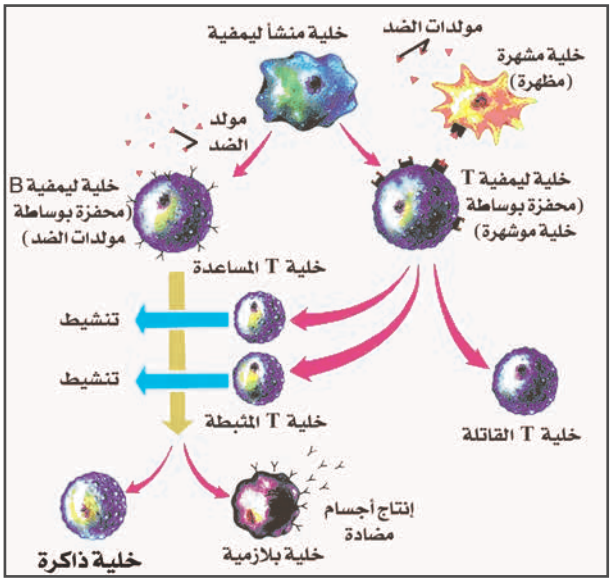
١- فعند دخول الجسم الغريب تبدأ الخلايا الأكولة بالتهامه .

٢- تظهر مولدات الضدفية على الغشاء الخلوي لها .

٣- ترتبط خلايا من نوع (T) المساعدة بمولد الضد على الخلايا الأكولة .

٤- ترتبط مستقبلات خاصة في خلايا من نوع (B) بكل من مولد الضد وخلايا (T) وهذا يحفز الخلايا (B) على إفراز الأجسام المضادة . لاحظ الشكل (١٠) .

٥- تفرز خلايا (T) المساعدة مواد تُسمى ليمفوكاينات Lymphokines تحفز خلايا (B) على إنتاج أجسام مضادة وعلى الانقسام لإعطاء خلايا بلازمية تنتج أجساماً مضادة وخلايا ذاكرة تدور في الدم وتتنبه عند دخول مولد الضد نفسه إلى الجسم مرة أخرى.



شكل (١٠) عمل جهاز المناعة

- هل يبقى إفراز الأجسام المضادة مستمراً؟

عند توفر كمية من الأجسام المضادة للقضاء على مولدات الضد تقوم خلايا (T) المثبطة بوقف عمل خلايا (B) لإنتاج الأجسام المضادة.

منذ متى يبدأ جهاز المناعة العمل؟ وهل يعمل بنفس الكفاءة دائماً؟

يبدأ عمل جهاز المناعة منذ اليوم الثامن لإخصاب البويضة لتتمكن البويضة المخصبة من الانغراس في جدار رحم الأم، بحيث لاتُعامل على أنها تحمل مولدات ضد غريبة؛ ويعتقد أن الخلايا الجنينية تقوم بتثبيط الاستجابة النوعية. في الرحم عن طريق منع تكون الليمفوكاينات التي تنبه خلايا (B).

ويكون عمل جهاز المناعة في الإنسان الطبيعي بشكل مستمر. ولكن تضعف المناعة تدريجياً مع التقدم في العمر؛ حيث لوحظ أن الغدة الزعترية تصبح أصغر حجماً مع التقدم في السن، لذا فإن من المتوقع حدوث نقص في وظائف هذه الخلايا.

كما أن انتشار السرطان في كبار السن أكثر منه في الصغار دليل على ضعف جهاز المناعة المسؤولة عن مكافحة الخلايا السرطانية.

اللقاحات والأمصال :

ما المقصود باللقاح؟

- لماذا ينبغي تطعيم الأطفال ضد الأمراض القاتلة؟

تستخدم اللقاحات لاكساب الجسم مناعة نشطة ضد مسببات أمراض شلل الأطفال والحصبة والتيتانوس والدفتريا والسعال الديكي، والسل والتهاب الكبد البائي. وقد أدى اكتشاف الإنسان لآلية الدفاع في الجسم وكيفية اكتسابه للمناعة النوعية للأمراض المختلفة إلي التوصل إلى إنتاج اللقاحات والأمصال لاكساب الإنسان المناعة دون الإصابة بالمرض. وتنتج المناعة النشطة في الجسم بعدة طرق منها:

١- قتل البكتيريا أو الفيروس المسبب لمرض معين بمواد كيميائية ثم تحقن هذه البكتيريا أو الفيروسات كانتيجينات في دم الشخص فتنتج بذلك أجسام مضادة لهذا المرض في دم ذلك الشخص.

٢- حقن الجسم بالبكتيريا أو الفيروسات المضعفة بعد زرعها عدة مرات في وسط صناعي أوحي فتتولد في الجسم أجسام مضادة.

٣- حقن الجسم بإنتيجينات تسمى توكسويد (Toxoids) وهي عبارة عن سموم مخففة تجمع من مزارع البكتيريا بعد معالجتها بمواد كيميائية لإضعافها وعند حقن هذه المواد في الجسم تنتج الأجسام المضادة للسموم (Antitoxin) وتستعمل هذه الطريقة مع بعض أنواع البكتيريا التي تفرز السموم داخل الجسم مثل بكتيريا الدفتيريا؛ حيث تقوم الأجسام المضادة للسموم بإتلاف السموم وإبطال مفعولها.

وقد تكون اللقاحات منفردة أي لكل مرض لقاحاً خاصاً منفرداً ويوجد لقاح مشترك لأكثر من مرض يعرف باللقاح الثلاثي وهو فعال للوقاية من الدفتيريا والسعال الديكي والكزاز (التيتانوس).

الأمصال:

يحقن المصل المضاد في دم الشخص الذي يحتاج لمناعة عاجلة ضد مرض معين يكون قد أصيب به الشخص مثل داء الكلب أو التيتانوس أو في حالة انتشار وباء بين الناس، حيث تقوم الجهات الصحية بإعطاء المواطنين أجساماً مضادة جاهزة على هيئة حقنة تدعى المصل (Serum) ويعطى الشخص مناعة جاهزة مؤقتة تعرف بالمناعة السالبة وتكون المناعة هنا فورية ولكنها سرعان ما تفقد، وذلك لأنه لم يدخل أي

انتيجين إلى دم الشخص ولم تتشكل في دمه أجساماً مضادة جديدة، والجدول (٦) يوضح الفرق بين اللقاح والمصل.

جدول (٦) اللقاحات والأمصال

وجه المقارنة	اللقاحات (الطعوم)	الأمصال
– طبيعة كل منها. – نوع المناعة والوقاية. – تكوين ذاكرة عند الحقن في الجسم. – المناعة المكتسبة.	– انتيجينات ضعيفة تعطى وقاية. – مناعة قصيرة أو طويلة (مناعة نشطه الأمد). – يستطيع تكوين ذاكرة لدى جهاز المناعة. – نشطة.	– أجسام مضادة جاهزة. – تعطى وقاية سريعة مؤقتة. – لا تكون ذاكرة لدى جهاز المناعة. – مناعة سالبة.

نشاط منزلي

اكتب تقريراً حول جهود التلقيح في منطقتك.

أنواع المناعة التي يكتسبها الإنسان:

أولاً: مناعة طبيعية

مثل المناعة ضد أمراض معينة كالمناعة ضد الطاعون البقري وهي مناعة غير نوعية وغير متخصصة تعمل على حماية الجسم من البكتيريا، ويبدأ عمل هذه المناعة منذ الولادة.

ثانياً: المناعة المكتسبة

هي تلك المناعة التي يكتسبها الفرد أثناء نموه فقد يكتسبها أثناء وجوده داخل الرحم عن طريق المشيمة أو عن طريق الرضاعة أوعن طريق التعرض للأمراض المختلفة والشفاء منها. وقد يكتسبها الفرد عن طريق حُقن اللقاحات البكتيرية أوالفيروسية أوعن طريق الأمصال. وتمتاز المناعة المكتسبة عن المناعة الطبيعية بأنها نوعيه ومتخصصة ضد مسببات أمراض محددة. وتنقسم إلى نوعين:

١- **مناعة مكتسبة فعالة**: وهي المناعة التي يقوم فيها الجسم بدور إيجابي وفعال في تكوين الأجسام المضادة النوعية ضد مسببات المرض أوالسموم أو اللقاحات المحقونة بأنواعها المختلفة، وتنقسم المناعة المكتسبة الفعالة إلى:

أ - **مناعة مكتسبة فعالة طبيعية**: وهي تحدث كرد فعل طبيعي للجسم لحمايته بعد الإصابة بالمرض بحيث لايصاب به مرة أخرى.

ب- **مناعة مكتسبة فعالة اصطناعية**: مثل ما يحدث عند حقن الجسم بأنواع مختلفة من اللقاحات من مسببات المرض الميتة أو الحية المضعفة، مثل: لقاح شلل الأطفال، واللقاح الثلاثي.

٢- **مناعة مكتسبة غير فعالة**: وهي المناعة التي لا يقوم الجسم بأي دور في تكوين الأجسام المضادة إنما يتلقاها طبيعياً مثل المناعة التي يكتسبها الطفل من أمه بعد الولده، أو عن طريق الأمصال الوقائية، وتمتاز بأنها مناعة فورية في الجسم وتستخدم كطريقة وقائية سريعة أو علاجية في حالات الأوبئة أو الجروح.

الأمراض المرتبطة بجهاز المناعة

ويمكن تقسيم الأمراض المرتبطة بجهاز المناعة إلى قسمين، هما:

ا - أمراض تنتج عن الجهاز المناعي:

إن الزيادة في إنتاج الأجسام المضادة أكثر من حاجة الجسم يؤدي إلى أمراض خطيرة ومختلفة. وهنا تكمن قدرة الله عزوجل في إيجاد التوازن في عمل ونشاط خلايا جهاز المناعة. فإذا زادت عن حد معين تتوجه لتدمير خلايا الجسم بدلاً من تدمير الميكروبات والعوامل الخارجية، ومن هذه الأمراض التي تحدث نتيجة ذلك:

أ - **مرض المايلوما** Myeloma : وهو نوع من أنواع سرطان الدم الذي تقوم فيه الخلايا الليمفاوية من نوع (B) بإنتاج كميات كبيرة من أضداد الأجسام ويصحب ذلك ضعف في خلايا نخاع العظام مع أنيميا (Anaemia) وتورم في عظام القفص الصدري ويؤدي إلى الوفاة.

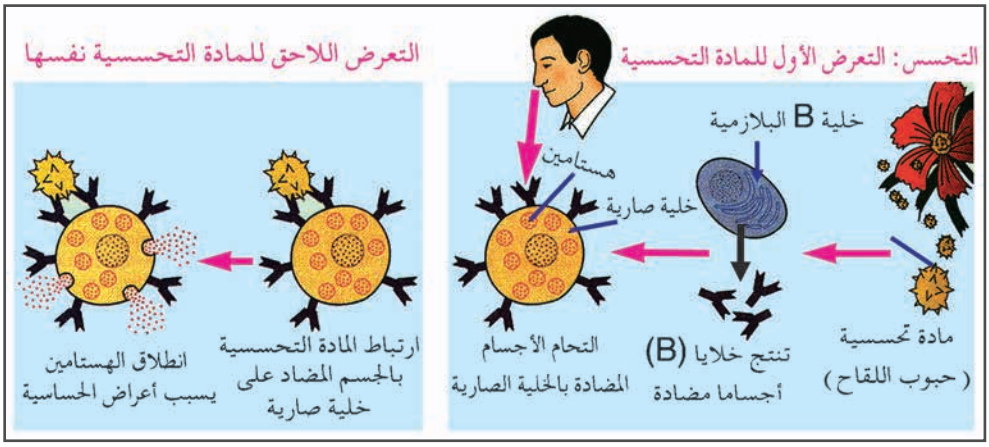
ب- يمكن لأضداد الأجسام التي تتحد مع الانتيجينات وتشكل أجساماً مركبة (Immune Complex) وترسبها في أنسجة الجسم أن يؤدي إلى أمراض مختلفة مثل الالتهابات المزمنة للكلى ومرض الروماتويد.

جـ- **أمراض المناعة الذاتية ضد الجسم** Autoimmune disease : حيث يقوم جهاز المناعة بإنتاج أجسام مضادة ضد مولدات الضد العائدة لخلايا الجسم نفسه

باعتبارها خلايا غريبة عنه، مما ينتج عن ذلك أمراض خطيرة مثل أن يُكَوِّن الجسم أحياناً أجساماً مضادة ضد مستقبلات الناقل التشابكي أستيل كولين الموجود على غشاء الخلية العضلية المخططة لمنع الخلية العضلية من الانقباض والانبساط مما يجعل حركة الفرد عسيرة، وقد يُكون أحياناً أجساماً مضادة للغمد الميليني للألياف العصبية مثل مرض التصلب المتضاعف الذي تصحبه اضطرابات عصبية عضلية.

د - **رفض الأنسجة المزروعة** Tissue Rejection: عند زراعة عضو معين في شخص مريض مثل الكلى أو الكبد فإن جهاز المناعة يقوم بتعرف مولدات الضد الموجودة على خلايا هذا العضو، فإذا كانت معظم مولدات الضد في العضو المزروع شبيهة بتلك الموجودة في خلايا الجسم فإن جهاز المناعة لايُكون أجساماً مضادة للعضو المزروع، أما إذا اختلفت مولدات الضد للعضو المزروع فإن الجسم يُكون أجساماً مضادة لذلك العضو ويؤدي ذلك إلى رفضه ومهاجمته مما يؤدي إلى فشل عملية زراعة ذلك العضو، ويمكن السيطرة إلى حد كبير على رفض الأنسجة المزروعة من قبل جهاز المناعة بوساطة أدوية تثبط عمل جهاز المناعة.

هـ- **الحساسية** Allergy : يتعرض الفرد من البيئة الخارجية إلى مواد متنوعة ليست مسببات مرضية ولكنها تسبب له الحساسية مثل الغبار وحبوب اللقاح وبعض الأطعمة كالحليب والبيض والسمك وبعض المواد الكيميائية والعقاقير كالبنسلين والكودايين؛ حيث يحدث أحياناً أن تسبب تفاعلاً يدعى تفاعل الحساسية لبعض الأشخاص؛ حيث تشكل هذه المواد مولدات ضد تستثير استجابة مناعية ترافقها أعراض مختفة منها العطس والسعال وكثرة الإفرازات المخاطية واحمرار العين وصعوبة في التنفس فكيف يحدث تفاعل الحساسية؟ انظر الشكل (١١) الذي يوضح كيفية حدوث تفاعل الحساسية لدى التعرض لأي سبب للحساسية.



شكل (١١) مراحل التفاعل التحسسي

ويمر تفاعل الحساسية بمرحلتين:

أ- التعرض للمادة التحسسية والتي تؤدي إلى إنتاج أجسام مضادة لمولدات الضد.

ب- تلتصق الأجسام المضادة بنوع من الخلايا الصارية والأجسام المضادة الناتجة التي التصقت بالخلايا الصارية، وتشكل مستقبلات لمولدات الضد للارتباط بها في حالات التعرض لنفس المادة التحسسية.

يؤدي إطلاق مادة الهستامين من الخلايا الصارية إلى أعراض الحساسية وقديكون تفاعل الحساسية موضعياً أو شاملاً في الجسم كله، وتعالج الحساسية الخفيفة بالمضادات الهستامينية التي تبطل أو تُحيد التأثيرات الجانبية للمادة المثيرة للحساسية.

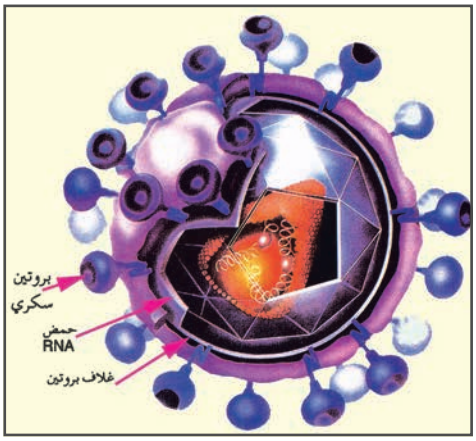
٢- أمراض تصيب الجهاز المناعي :

إلا أن جهاز المناعة قد يتعرض لأمراض تضعف من فاعليته وتعمل مثل هذه الأمراض وأهمها مرض الإيدز على تدمير جهاز المناعة مما يجعل الجسم عرضة للإصابة بالأمراض المختلفة.

مرض نقص المناعة المكتسبة (الإيدز) (AIDS) (HIV)

مصطلح الإيدز AIDS هو اختصار للأحرف الأولى من الاسم الطبي للمرض باللغة الإنجليزية Acguired Immune Deficiency Syndrome وترجمته بالعربية متلازمة المناعة المكتسب، وتعني كلمة متلازمة: مجموعة من الأعراض الناتجة عن أمراض مختلفة ومترابطة تظهر معاً.

وسميت نقص المناعة المكتسبة لتمييزها عن مرض نقص المناعة الوراثي الذي يظهر في بعض الأفراد عند ولادتهم. أي أن نقص المناعة ناتج عن الإصابة بالمرض وليس لأسباب وراثية.



شكل (١٢) تركيب فيروس الإيدز

ويُعرف الفيروس المسبب للإيدز اختصاراً بفيروس (HIV).

- **مسبب المرض:**

فيروس وبائي تم تشخيص أول حالات المرض عام ١٩٨١م، وتم التعرف عليه لأول مرة عام ١٩٨٣م، من قبل الدكتور (مونتانيه) وزملائه في فرنسا.

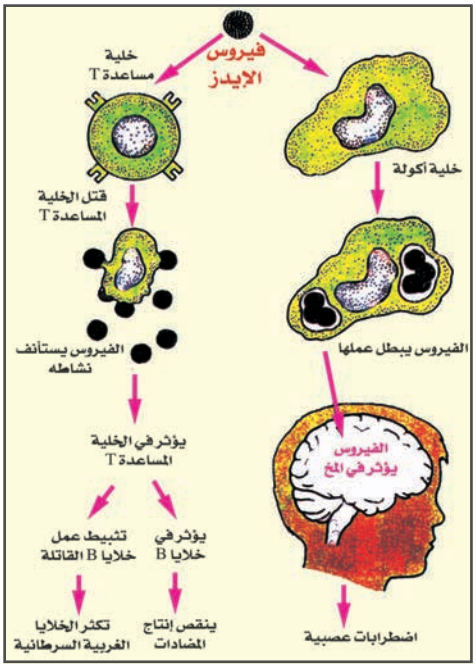
لاحظ الشكل (١٢) الذي يبين تركيب الفيروس ولاحظ وجود الغلاف البروتيني الذي يحيط بالحمض النووي (RNA) والبروتينات السكرية التي تلعب دوراً هاماً في تثبيت الفيروس بخلية العائل؛ حيث يدخل الفيروس إلى الجسم فيستهدف الخلايا التائية المساعدة التي بموتها يصاب الجهاز المناعي كله بالشلل فيدخل سيتوبلازم الخلية ويتكاثر فيها ويدمرها وتنتقل الفيروسات الجديدة الناتجة المهاجمة إلى خلايا تائية أخرى حتى تقضي على الجهاز المناعي.

طرق انتقال فيروس الإيدز:

يوجد الفيروس في سوائل الجسم وبخاصة الدم، والسائل المنوي والإفرازات المهبلية وتحدث العدوى عند مايدخل الفيروس في الدم بطرق عديدة منها:

- نقل الدم الملوث بالفيروس.
- استخدام الإبر الملوثة كمتعاطي المخدرات.
- الانتقال من الأم المصابة إلى الجنين.
- الانتقال من الأم المصابة إلى طفلها مع الحليب أثناء الرضاعة.
- استخدام الشفرات الملوثة والأدوات الحادة الملوثة بفيروس المرض.

- الاتصالات الجنسية مع شخص مصاب بالمرض، وقد يمر الفيروس بفترة حضانة قد تصل إلى عدة سنوات. وتبدأ أعراض المرض عندما يهاجم فيروس الإيدز الخلايا الأكولة ويبطل عملها ويدفعها للضرر بالخلايا الأخرى في الجسم وهو يهاجم خلايا (T) المساعدة ويقتلها، شكل (١٣)، مما يؤثر في عمل جهاز المناعة بصورة حادة؛ حيث يؤدي إلى تثبيط عمل الخلايا (T) المساعدة وبالتالي على خلايا (B) وخلايا (T) القاتلة، وبذلك يصبح الجسم فريسة لإصابة بأمراض مُعدية أخرى عديدة فقد يصاب الجسم بأمراض بكتيرية خطيرة مثل التهاب الرئة وبأنواع معينة من السرطانات النادرة التي تصيب الأوعية الدموية في الجلد والأعضاء الداخلية نتيجة لعجز جهاز المناعة.



شكل (١٣) أثر فيروس الإيدز على الجهاز المناعي

وتظهر أعراض عامة مثل الحمى والإسهال والهزال وتضخم الغدد الليمفية والتهابات الرئة والسحايا والسرطان وتنتهي بالموت.

تعتبر الوقاية أفضل الطرق لتجنب الإصابة لهذا المرض القاتل الذي تتضاعف به الإصابة كل عام في كل بقاع الأرض.

وقد تضافرت الجهود للقضاء على هذا المرض الخطير؛ حيث حاول العلماء إيجاد علاج فعال له وقد نجح هذا الاتجاه جزئياً بإنتاج مادة قادرة على إيقاف تضاعف المادة الوراثية للفيروس من الارتباط بخلية (T) المساعدة.

وهناك محاولات لإيجاد لقاح ضد هذا المرض، وقد فشلت كل الجهود حتى الآن في إنتاج لقاح، وذلك لأن بروتينات غلاف هذا الفيروس – خلافاً للعديد من

الفيروسات التي أنتج لها لقاحات – ذات معدل عال من الطفرات؛ حيث أن سلالات جديدة من الفيروس تنشأ باستمرار.

يجب أن تتخذ احتياطات للوقاية من المرض مثل فحص القادمين إلى البلاد للتأكد من خلوهم من فيروس الإيدز ونشر الوعي الصحي والديني وتعريف الناس بمخاطر الإيدز، التشدد في التأكد من خلو عينات الدم المتوفرة في بنك الدم من فيروس الإيدز، عقد ندوات ومؤتمرات محلية وإقليمية ودولية لمكافحة هذا المرض، عزل المصابين عزلاً تاماً لمنع تسريبهم المرض للغير.

نشـــاط (١٩)

- اجمع بعض النشرات والملصقات التثقيفية الصحية بشأن مرض الإيدز. واستعن بها في تصميم ملصق لنشر التثقيف الصحي بين طلاب المدرسة يمكن أن يوضح أخطار مرض الإيدز، والصقه في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.
- اقترح حلولاً عملية لمكافحة مرض الإيدز، ودوِّنها في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

تنشيط جهاز المناعة:

يؤدي قصور جهاز المناعة إلى إصابة الجسم بإمراض مختلفة مثل أمراض الجهاز التنفسي والأورام الخبيثة؛ حيث استغلت وسائل عديدة لتنشيطها جهاز المناعة منها:

١ – استعمال مركبات كيميائية مشابهة في تركيبها للميكروبات مثل الميوراميل ودايتابيد لكنها لم تعطي النتيجة المطلوبة.

٢– استخدام بعض الأدوية المستعملة لعلاج أمراضاً مختلفة؛ حيث اعتقد أنها قد تؤدي إلى تنشيط جهاز المناعة مثل عقار الليفاميول المستعمل في علاج الديدان المعوية ولا تعتبر العلاج المثالي أو الشافي في حالة قصور المناعة.

٣– بدأ العلماء يفكرون باستعمال المركبات البروتينية الناتجة عن خلايا جهاز المناعة وخاصة (T- cells) فقد استعمل عامل التحول (Transfer factor) لمدة طويلة ولم يكتب له النجاح، وهذا العامل عبارة عن خلاصة الخلايا الليمفاوية. وكذلك فقد تم استعمال إفرازات الخلايا الليمفاوية من نوع (T) بعد تنشيطها

بواسطة انتيجينات معينة ومن هذه الإفرازات الانترلوكين، والانترفيرون والنتائج الأولية لهذين المركبين وخاصة الانتروفيرون مشجعة جداً ويبشر بأمل كبير في علاج مرض الإيدز والأورام الخبيثة.

يقول الباحثون أن التنشيط الفعال والمفرط والطويل الأمد لجهاز المناعة ربما كان أحد أقوى الأسباب لحدوث السرطان؛ حيث يؤدي ارتفاع درجة نشاط المناعة في الجسم ولفترة زمنية طويلة إلى التهاب في الأنسجة وهذا النوع من الالتهابات ربما لعب دوراً في تطور ونمو بعض حالات السرطان المختلفة.

إلا أن الإنسان يمكن أن يستعين بالتغذية الجيدة وخاصة الخضروات والفواكه في زيادة فاعلية جهازه المناعي وقد اتضح من البحوث والدراسات المختلفة أن تناول وجبات غذائية محتوية على العناصر المطلوب والتي تمد الجسم بالألياف والمعادن والفيتامينات تساعد على تقوية نظام المناعة في الجسم.

تقويم الوحدة

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على الإجابة عن الأسئلة الآتية :

السؤال الأول : اختر إجابة صحيحة واحدة من بين البدائل التي تلي كل فقرة فيما يأتي :

١- أي من التالية من أنواع الخلايا الليمفاوية :

أ) خلايا (B) . ب) خلايا الدم الحمراء . جـ) الصفائح الدموية . د) الخلايا الأكولة .

٢- أي من التالية يعتبر من خط الدفاع الثاني :

أ) الجلد والأغشية المخاطية . ب) البروتينات المتممة .

جـ) الخلايا الليمفاوية . د) خلايا الدم البيضاء .

٣- فيروس الإيدز يهاجم أحد أنواع الخلايا التالية :

أ) (B) البلازمية . ب) (T) المساعدة . جـ) الدم الحمراء . د) (T) القاتلة .

٤- أي من الخلايا الآتية تنتج الأجسام المضادة .

أ) الخلايا المتبطة من نوع (T) . ب) الخلايا الذاكرة .

جـ) الخلايا البلازمية . د) الخلايا المساعدة من نوع (T) .

٥- أي من التالية من مكونات جهاز المناعة :

أ) الخلايا الليمفاوية . ب) بلازما الدم . جـ) البروتينات الوقائية . د) الإنزيمات المحللة .

٦- أكثر الأجسام المضادة في الدورة الدموية هو :

أ) 1gM . ب) 1gA . جـ) 1gG . د) 1gD .

٧- أي المواد التالية تفرزها الخلايا الصارية :

أ) الانترفيرون . ب) الهستامين . جـ) المضادات الحيوية . د) البنسلين .

السؤال الثاني : ضع بين القوسين أمام العبارات في القائمة (أ) الرقم المناسب من القائمة (ب) .

القائمة (أ)	القائمة (ب)
( ) عملية يتم فيها اتساع الأوعية الدموية وإفراز الهستامين .	١- الانترفيرونات .
( ) تمنع تكاثر الفيروسات في الخلايا غير المصابة .	٢- الجهاز الليمفي .
( ) يقوم بدور رئيسي في الدفاع عن الجسم .	٣- خلايا (T) الذاكرة .
( ) تستجيب بسرعة كبيرة لدخول الجسم الغريب مرة ثانية .	٤- الالتهاب .
( ) تنتج الأجسام المضادة استجابة لدخول جسم غريب للجسم .	٥- اللقاحات .
( ) انتيجينات ضعيفة تعطي وقاية للجسم .	٦- الطحال .
	٧- خلايا بلازمية (B) .
	٨- نخاع العظم .

السؤال الثالث: وضح المقصود بكل مما يأتي:

١- المناعة المكتسبة. ٢- الانتروفيرونات. ٣- الليمفو كاينات. ٤- خلايا (T) المثبطة.

السؤال الرابع: قارن بين كلاً من:

١- خلايا (T) خلايا (B) من حيث المنشأ ومكان التمايز الوظيفة.

٢- خط الدفاع العام وخط الدفاع الخاص من حيث سبب التسمية.

٣- المصل واللقاح من حيث المكونات والاستخدام.

٤- الاستجابة المناعية الأولية والاستجابة الثانوية من حيث المفهوم.

٥- مولد الضد والجسم المضاد من حيث: الطبيعة الكيميائية. - مكان الوجود والإفراز. - الوظيفة في جسم الإنسان.

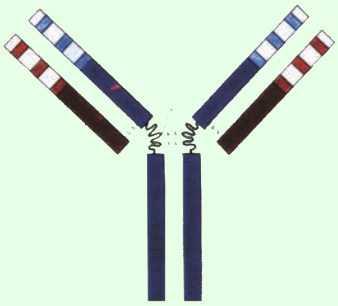
السؤال الخامس: علل ما يأتي تعليلاً علمياً دقيقاً:

١- يشكل الجلد حاجزاً طبيعياً لحماية الجسم.

٢- يتميز جهاز المناعة بنوع من الذاكرة المناعية.

٣- تقوم خلايا (T) المثبطة بوقف عمل خلايا (B).

السؤال السادس: أجب عن الأسئلة الآتية:



١- تعرف الشكل المقابل واكتب اسمه؟

٢- ما نوع الروابط التي تربط بين هذه السلاسل؟

٣- اكتب البيانات كاملة على الشكل؟

٤- اذكر الوظائف التي يقوم بها؟

السؤال السابع: عدد كلاً من:

١- أنواع خلايا (T) ووظائفها.

٢- أنواع الأمراض المرتبطة بجهاز المناعة.

٣- طرق انتقال فيروس الإيدز.

٤- طرق تقوية جهاز المناعة.

السؤال الثامن: ناقش الآتي:

١- إن إصابة كبار السن بأمراض السرطان أعلى منها في الصغار؟

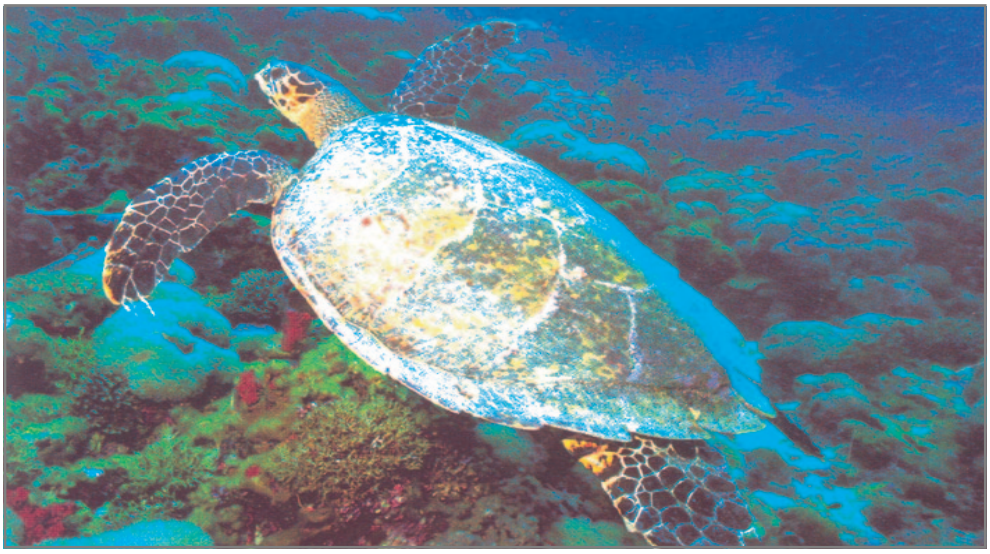
٢- العلاقة بين مسببات المرض وجسم الكائن الحي هي علاقة طفيل بعائلة؟

٣- أهم مسببات اختلال جهاز المناعة.

الوحدة السادسة

البيئة والأنظمة البيئية
Environment and Ecosystems

قال تعالى: ﴿وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ ﴿١٩﴾﴾ (سورة الحجر).



أهداف الوحدة

يتوقع منك بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن :

١ – تُبيِّن المقصود بكل من : البيئة – النظام البيئي – السلسله الغذائية – الشبكة الغذائية – هرم الطاقة – الدورة البيوجيوكيميائية للعنصر.

٢ – تَتَعرَّف على خصائص النظام البيئي ومكوناته الحية وغير الحية.

٣ – تُبيِّن خطوات سريان الطاقة في النظام البيئي.

٤ – تصف دور كل من المنتجات والمستهلكات والمحللات في النظام البيئي.

٥ – تُوضِّح المستودعات التي تنتقل بينها عناصر الكربون والنيتروجين.

٦ – تُوضِّح الدورات البيوجيوكيميائية لعنصري الكربون والنيتروجين.

٧ – تقارن بين ما يحدث في تثبيت النيتروجين وتحريره.

٨ – تستنتج العوامل المؤثرة في الإنتاجية الابتدائية.

البيئة والنظام البيئي

ازداد اهتمام الحكومات والشعوب بالبيئة في عصرنا الحالي، وخاصة بعد ظهور كثير من المشكلات البيئية التي تؤثر على الحياة والتوازن بين مكوناتها.

– ما المقصود بالبيئة Environment؟

يطلق لفظ البيئة على مجموع الظروف والمكونات والعوامل التي تتفاعل معها الكائنات الحية في وسط معين، وتؤثر في العمليات التي تقوم بها. وقد يكون هذا الوسط أرض يابسة أو ماء أو هواء. ويتفاعل الكائن الحي مع مكونات وظروف الوسط مثل درجة الحرارة والرطوبة والطاقة (الغذاء)، وبالمقابل يؤثر هذا الكائن الحي على هذا الوسط عن طريق الفضلات التي يلقيها وغيرها من المخلفات.

وأما علم البيئة Ecology فهو أحد فروع علم الأحياء ويعنى بدراسة النباتات والحيوانات والإنسان وغيرها من الكائنات، وما يحدث من علاقات وتفاعل بينها، وهي مشتقة من الكلمات اليونانية Oikos وتعني البيت والكلمة Logos وتعني العلم، وفي الوقت الحالي تعني جميع العلاقات بين الكائنات الحية من جهة وبيئتها من جهة أخرى.

وقد كان للعرب والمسلمين إسهامات في علم البيئة قبل هذه التسمية. ومن العلماء العرب والمسلمين، الذين كانت لهم إسهامات في علم البيئة الأصمعي والجاحظ وأبو حنيفة الدينوري وابن جلجل وغيرهم، وأول من أبرز كلمة البيئة من العرب هو المجريطي (٩٥٠–١٠٠٨م) في كتابه «فن الطبيعيات وتأثير النشأة والبيئة على الكائنات الحية).

– مافروع علم البيئة؟

لعلم البيئة فروع عديدة منها؟

١ – علم البيئة النباتي Plant Ecology.

٢ – علم البيئة الحيواني Animal Ecology.

٣ – علم بيئة الكائنات الدقيقة Microbial Eccology.

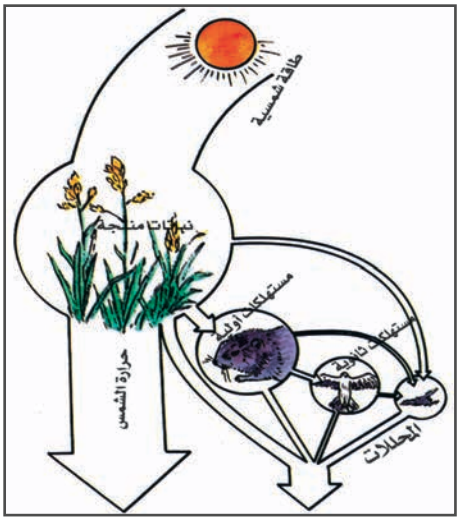
٤ – علم البيئة الإنساني Human Ecology.

ويعتمد علم البيئة على غيره من العلوم، أنه مرتبط بكل فروع علم الأحياء والعلوم الأخرى مثل الإحصاء والحاسوب والجغرافيا وعلم المناخ وغيرها من العلوم.

نشـــاط (٢٠)

نفذ النشاط الخاص بالبيئة والأنظمة البيئية في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

النظام البيئي ECOSYSTEM



شكل (١) نظام بيئي

لاحظ الشكل (١). ماذا يمثل؟

- ما أهمية الشمس للنباتات؟
- وما أهمية التربة والماء والهواء للكائنات الحية؟

يمثل الشكل (١) نظاماً يتضمن كائنات حية متنوعة. ما العملية التي تقوم بها النباتات لصنع غذائها؟

- ما أهمية الطاقة الشمسية لذلك؟

إن النظام الذي يوضحه الشكل يسمى النظام البيئي Ecosytem. والنظام البيئي: عبارة عن مساحة من وسط معين وما تحتوي من مكونات حية وأخرى غير حية يتفاعل بعضها مع البعض الآخر، ومن خلال هذا التفاعل يتم تبادل العلاقات بينها تأثيراً وتأثراً وفق نظام متوازن توازناً ديناميكياً، حتى تؤدى دورها في استمرار الحياة. هذا التفاعل يتم تبادل العلاقات بينها تأثيراً وتأثراً وفق نظام متوازن توازناً ديناميكياً، حتى تؤدى دورها في استمرار الحياة.

- كيف يتكون النظام البيئي؟

انظر المخطط في الشكل (٢)، ولاحظ أن النظام البيئي يمثل أحد مستويات الحياة الطبيعة.

شكل (٢) تسلسل مستويات الحياة

وينتج عن تفاعل مجتمع الكائنات الحية مع العوامل غير الحية في الوسط المحيط به، كما نلاحظ أن المنطقة السفلى تتبع مجال علم البيئة في حين تمثل العليا مجال فروع علم الأحياء.

مكونات النظام البيئي: Components of Ecosystem

١ – المكونات الحية Biotic: مستعيناً بالشكل (١)، ادرس الجدول (١) الذي يبين المكونات الحية في النظام البيئي وبعض خصائصها، وأجب عن الأسئلة التي تليه.

جدول (١) المكونات الحية في النظام البيئي وبعض خصائصها

المكونات الحية		الأمثلة	الخصائص
المنتجات: Producers		– النباتات الخضراء. – الطحالب. – الهائمات النباتية. – في البيئة المائية Phytoplanktons	– تستعمل الطاقة الشمسة لصنع الغذاء بعملية البناء الضوئي.
المستهلكات Consumers	**الأولى (أكلة الأعشاب):** primary	– الحشرات، الأرانب، الأغنام.	– تتغذى على النباتات.
	الثانية (أكلة اللحوم): Secondary	– الثعالب، الأسود.	– تتغذى بالافتراس على حيوانات أخرى.
	الطفيليات: Parasites	– اذكر أمثلة على ذلك.	– تتطفل على كائنات أخرى تأخذ منها الغذاء وتسبب لها أضراراً مختلفة.
	الحيوانات الكانسة: Scavengecs	– بعض الحشرات والديدان المختلفة والكلاب والضباع وبعض الطيور الجارحة.	– تأكل رمم الحيوانات والنباتات.
المحللات: Decomposers		– بعض البكتريا والفطريات.	– تقوم بتحليل الفضلات وبقايا الكائنات الميتة، للحصول على الطاقة، وبهذا تعمل على تدوير هذه المواد بتحويلها من مواد عضوية إلى مواد غير عضوية ضمن النظام البيئي، يستخدمها النبات الأخضر عند صنع الغذاء.

- سَمِّ المكونات الحية في النظام البيئي .
- صنف هذه المكونات تبعاً لنوع التغذية، ثم علل إجابتك .
- ما الدور التي تقوم به المحللات للحفاظ على توازن النظم البيئية؟

تلاحظ من الجدول (١) أن المستهلكات تشمل الحيوان والإنسان، وسميت بهذا الاسم؛ لعدم قدرتها على صنع غذائها .

٢ - المكونات غير الحية Abiotic :

لاحظ الجدول (٢) الذي يوضح المكونات غير الحية، وأجب عن الأسئلة التي تليه .

جدول (٢) المكونات غير الحية في النظام البيئي وبعض خصائصها

المكونات		الخصائص
الماء		- يسخن ويبرد ببطء عكس اليابسة بسبب حرارته النوعية العالية . - يسمح نفاذ الأشعة الضوئية ذات الأطوال الموجية المختلفة . لهذا تتعرض الطبقات المائية في بيئة بحرية مثلاً، لكميات مختلفة من الأشعة . - يشذ عن باقي السوائل في كثافته فعندما يبرد إلى أقل من ٤مْ فإن الطبقات السطحية تبرد إلى ٣مْ ويزداد حجمها وتقل كثافتها فتظل في الأعلى . وهكذا حتى اذا وصلت إلى الصفر تجمد السطح إلى عمق محدود ويبقى الماء في الأسفل في درجة ٤مْ .
الهواء	الأكسجين	- تحتاجه معظم الكائنات في عملية التنفس .
	ثاني أكسيد الكربون	- تحتاجه النباتات الخضراء في عملية البناء الضوئي .
	النيتروجين	- تثبته أنواع من البكتريا ليدخل في تكوين البروتينات .
الضوء		- شدة الإضاءة : تؤثر على معدل عملية البناء الضوئي وتوزيع النبات حسب البيئات المختلفة . - الفترة الضوئية تؤثر على عملية الإزهار والإثمار في النبات، وفترة سكون البذور وهجرة الطيور .
درجة الحرارة		- انخفاض درجة الحرارة تؤدى إلى نقصان معدل النشاطات الحيوية للكائن الحي، والهجرة . - ارتفاع درجة الحرارة تؤدي إلى هجرة بعض الأحياء واختباء بعض الحيوانات أثناء النهار .
التربة		- تزويد النباتات بما تحتاجه من الماء، والأملاح المعدنية الذائبة، والمواد العضوية .

- ما المواد العضوية وغير العضوية المكونة للنظام البيئي؟
- سَمِّ العوامل الفيزيائية في هذا النظام. ما تأثير خصائصها على الكائن الحي؟
- فسر العبارة التالية: الماء أفضل من اليابسة للحياة.
- ما مصادر الأملاح المعدنية والمواد العضوية في التربة؟

لاحظ أن كل نظام بيئي سواء كان برياً أم مائياً يتكون من المواد الأساسية الآتية:

أ – المواد اللاعضوية، مثل: الماء، وثاني أكسيد الكربون، والأكسجين، والنيتروجين.

ب – المواد العضوية، مثل: الحموض الأمينية، والكربوهيدات.

جـ – العوامل الفيزيائية، مثل: الطاقة، ودرجة الحرارة، والرياح.

أنواع النظم البيئية:

١ – النظام البيئي الطبيعي:

يستمدالطاقة من الشمس، كما في المحيطات والغابات وغيرها.

٢ – النظام البيئي البشري:

المصدر الأساسي للطاقة فيه هي الطاقة الشمسية، إضافة إلى المصادر الأخرى للقيام بالنشاطات المختلفة مثل الزراعة.

٣ – النظام البيئي الصناعي:

ويتم فيه استخدام مصادر طاقة أخرى غير الطاقة الشمسية، مثل: البترول والمعادن والفحم والطاقة النووية.

أمثلة لنظم البيئة الطبيعية

أولاً: البركة كنظام بيئي: The pond Asaguatic Ecosystem

لاحظ الشكل (٣) الذي يوضح البركة ومكوناتها البيئية.

إذا أخذنا عينة من ماء البركة أو تربة من قاعها وفحصنا مكوناتها، ما الذي ستجده فيها؟ سيتبين لك فوراً أن هذه العينات عبارة عن خليط من كائنات نباتية وحيوانية ومركبات عضوية وغير عضوية، وهناك صعوبة في فصل هذه المكونات. وهذا يدل على التلاحم بين مكونات هذا النظام البيئي والتفاعل الستمر بينها، وأهم هذه المكونات:

شكل (٣) بركة مياه عذبة كنظام بيئي

أ – **المكونات غير الحية**: Abiotic

ادرس الجدول (٣). ستجد أن هناك جزءاً بسيطاً من هذه المواد يكون ذائباً في الماء وجاهزاً للامتصاص من قبل الكائنات النباتية في البركة والجزء الأكبر يكون مُدخراً وغير جاهز للامتصاص كمواد صلبة أو غيرها.

جدول (٣) المكونات غير الحية في البركة

المواد العضوية	المواد غير العضوية	العوامل الفيزيائية
– الحموض الأمينية – الكربوهيدرات	– الماء – ثاني أكسيد الكربون – الأكسجين – النيتروجين	– الطاقة الشمسية – درجة الحرارة – الجاذبية . . . الخ

ب – **المكونات الحية** Biotic.

ادرس الجدول (٤) وتعرف على هذه المكونات وخصائصها.

جدول (٤) المكونات الحية في البركة

المكونات الحية		الأمثلة	الخصائص	
المنتجات: Producers		النباتات الخضراء	– لها جذور تصل قاع البركة وتتثبت فيها. – تنمو في المياه الضحلة التي يصل إليها ضوء الشمس.	تستعمل الطاقة الشمسية لصنع الغذاء بعملية البناء الضوئي
		الهائمات النباتية	– كائنات ذاتية التغذية صغيرة مثل الطحالب وتعتبر مصدراً للغذاء الأساسي في الأنظمة البيئية المائية خاصة. (البحيرات العميقة والمحيطات).	
		Phytoplanktons	– توجد في الطبقات العليا من الماء التي يصلها الضوء.	
المستهلكات Consumers	الأولى	الهائمات الحيوانية Zooplanktons	– عالقة في الماء وتتغذى على الهائمات النباتية.	
		حيوانات سابحة وأخرى قاعية	– تتغذى على النباتات الجذرية في البركة.	
	الثانية	آكلات اللحوم	– تعتمد في غذائها على التهام المستهلكات الأولى.	
المحللات: Decomposers		البكتريا، وبعض الفطريات، وبعض السوطيات الأولية	– تتركز في تربة القاع، وتتجمع بأعداد هائله على الكائنات الميتة.	

نشـــاط (٢١)

نفـذ هذا النشـاط المتـعلق بـدراسـة البـركـة كنظام بيـئي مـائي في كـتـاب الأنشطة والتجارب العملية.

ثانياً: المرعى كنظام بيئي بري: The Meadow as an Ecosystam

بالرغم من اختلاف المرعى عن البركة في مظهرهما، إلا أنه بتحليل المكونات إلى وظائفها البيئية ستجد بأن لديهما نفس مكونات النظام البيئي مع اختلاف الأنواع التي تقطن كل نظام. بيئي وأهم مكونات المرعى:

١- المكونات غير الحية والتي تشمل:

أ- المواد غير العضوية:

- سَمِّ بعض هذه المواد؟ اذكر مواداً فيها من مكونات الهواء الجوي؟

نجد أن النتـرات والفـوسـفـات من مكونات التـربة في المراعي وكـذلك المواد النيتروجينية التي تعد من مكونات الهواء الجوي.

ب- المواد العضوية:

- سَمِّ بعض هذه المواد.

توجد مواد كثيرة منها مثل الدهون، والمواد الدبالية (مخلفات المواشي)، وهي مواد عضوية معقدة غير متحللة تحللاً كاملاً وتعد من مكونات التربة الهامة.

جـ- العوامل الفيزيائية.

- اذكر هذه العوامل؟

٢- المكونات الحية وتشمل:

أ- **المنتجات** Producers

تتكون غالباً من نباتات لها جذور، وهي حشائش وأعشاب وشجيرات وأشجار، ويظهر الكساء الخضري بوضوح في حالة المرعى، مُمثلاً بالأشجار والشجيرات والأعشاب بعكس النظام البيئي المائي، حيث لا ترى بوضوح الكائنات المنتجة والمتكونة غالباً من الهائمات النباتية (الدياتومات واليوجلينا والطحالب الخضراء) والتي غالباً تتكون من خلية واحدة أو مستعمرة أو خيوط من الخلايا، حيث تكون

الكتلة الحيوية في النظام البيئي البري أكبر من الكتلة الحيوية للمنتجات في النظام البيئي المائي، بسبب المكونات الخشبية في النظام البري وبالمقابل نجد أن أنقسام الكائنات المنتجة في النظام البيئي المائي أسرع من الكائنات البرية.

ب - المستهلكات : Conssumers :

وتنقسم إلى نوعين:

- **المستهلكات الأولية**: وهي حشرات وديدان وأرانب وفئران تتغذى مباشرة على النبات.
  - قارن ذلك بالمستهلكات الأولية في النظام البيئي المائي.
- **المستهلكات الثانية**: وهي كائنات حيوانية، تشمل القنافذ والطيور والثعالب والثعابين وتتغذى على المستهلكات الأولية، وقد تكون هناك مستهلكات ثالثة، كالصقور والنسور التي تعتمد في غذائها على المستهلكات الثانية.

جـ - المحللات : Decomposers

وتقوم هذه الكائنات بتحليل الفضلات وبقايا الكائنات الميتة للحصول على الطاقة، وبهذا تعمل على تدوير هذه المواد بتحويلها من مواد عضوية إلى مواد غير عضوية بسيطة ضمن النظام البيئي، ويستخدم النبات الأخضر من جديد هذه المواد في صنع الغذاء، وتستمر هذه العملية المتوازنة حتى يرث الله الأرض ومن عليها مصداقاً لقوله تعالى: (ومنها خلقناكم وفيها نعيدكم ومنها نخرجكم تارة أخرى).

نشـــاط (٢٢)

نفذ النشاط الخاص بالمقارنة بين المنتجات في نظامين بيئيين بري ومائي في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

تدفق الطاقة في النظام البيئي Energy FIow in Ecosystem

– ما الطاقة؟ وما مسارها في النظام البيئي؟

تعتمد الحياة على الطاقة بأنواعها المختلفة، فأنت تستمد طاقتك من غذائك، والسيارة تستمد طاقتها من الوقود (البنزين) . وللطاقة القدرة على التحول من حالة إلى أخرى .

– اذكر أمثلة لتحويل الطاقة من حالة إلى أخرى؟

ويمكن تصنيف الطاقة إلى الطاقة المتجددة، كالطاقة الشمسية والطاقة غير المتجددة، كالطاقة الناتجة من الوقود الأحفوري كما البترول والفحم الحجري .

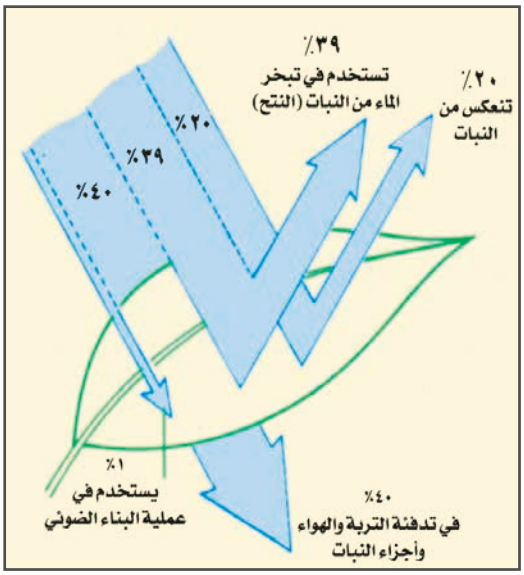
سلوك الطاقة في النظام البيئي

تمثل الشمس المصدر الرئيسي للطاقة في النظام البيئي، فمنها تنتج طاقة الكتلة الحيوية، وطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية، فالشمس المصدر الدائم المجاني للضوء والدفء في هذا الكوكب .

– ما سلوك الطاقة الشمسية التي تصل إلى الأرض؟

انظر الشكل (٤) الذي يبين سلوك الطاقة الشمسية التي تسقط على أرض عشبية؟ لاحظ أن سلوك هذه الطاقة يكون على النحو الآتي :

- ٢٠٪ ينعكس من النبات .
- ٣٩٪ تستخدم في تبخر الماء من النبات (النتح) .
- ٤٠٪ يستخدم في تدفئة التربة والهواء وأجزاء النبات
- ١٪ تستخدم في عملية البناء الضوئي وصنع الغذاء في النبات .

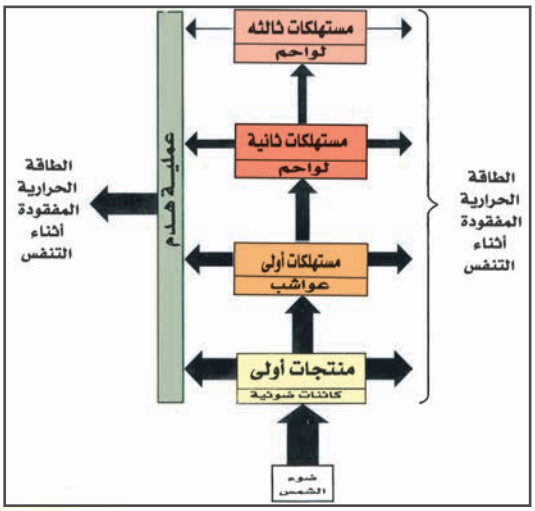


شكل (٤) امتصاص الطاقة الشمسية بواسطة النباتات

- كيف تحدث عملية البناء الضوئي؟ وما أهميتها للكائنات الحية؟
- كيف تنتقل الطاقة داخل النظام البيئي؟

لاحظت سابقاً أن جزء بسيطاً من الطاقة الضوئية التي تمتصها النباتات الخضراء تتحول إلى غذاء ينتجه النبات (طاقة كيميائية) .

انظر الشكل (٥) الذي يبين سلوك هذه الطاقة في المستويات الغذائية المختلفة، حيث حجم السهم يدل على كمية الطاقة .



شكل (٥) انتقال الطاقة الضوئية

وكما تلاحظ أن النباتات (المنتجات) تستخدم معظم الطاقة في أنشطتها الحيوية المختلفة، بينما تخزن بقية الطاقة في أعضاءها وهذه الكمية من الطاقة تتوفر للعواشب (المستهلكات الأولى) ثم تتدفق إلى المستهلكات الثانية .

- ماذا يحدث للطاقة التي تحصل عليها المستهلكات الأولى؟

إن جزءاً منه تفقدها في الفضلات التي تطرحها على شكل براز وبول، ولكن معظم الطاقة التي تحصل عليها تستخدم في عمليات حيوية داخل أجسامها، ولاتخزن سوى قدر ضئيل، وهذا القدر هو ما تأخذه المستهلكات الثانية، ويحدث للطاقة فيها كما في المستهلكات الاولى، وهكذا تنتقل الطاقة إلى المستهلكات الثالثة .

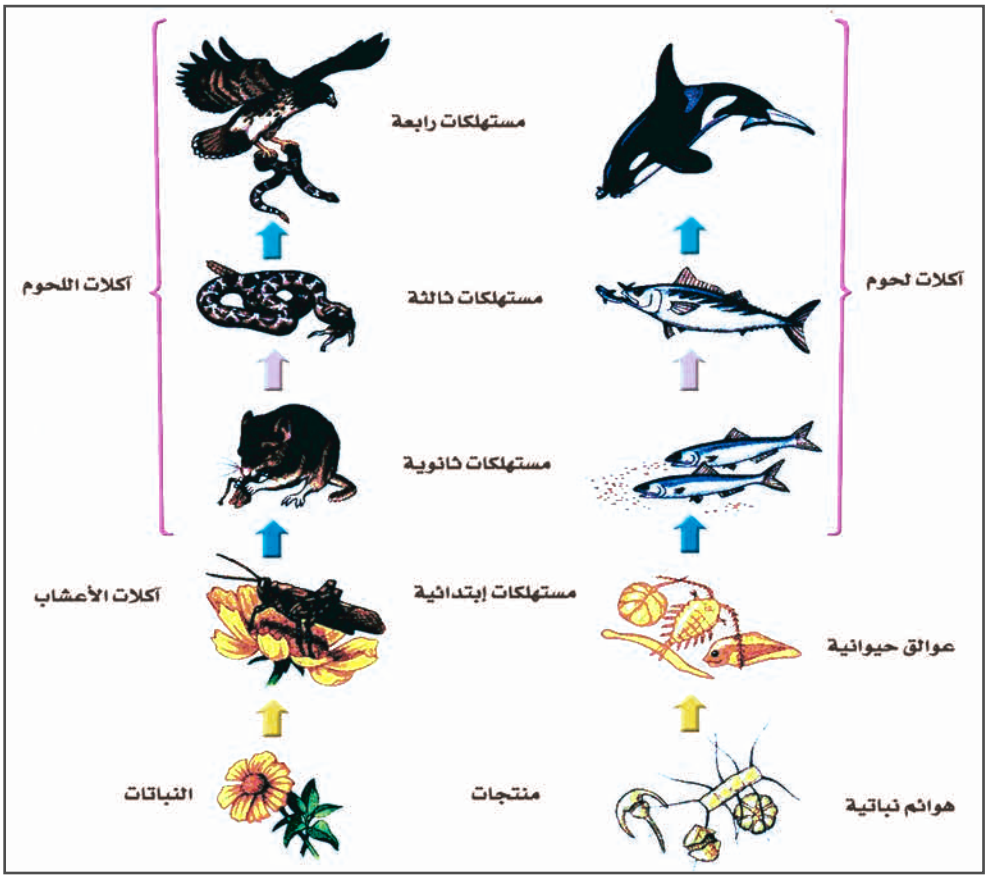
- ماذا تستنتج من ذلك؟

إن كمية الطاقة لاتنتقل كاملة في كائن حي إلى آخر، إذ أن جزءً منها يشكل في الكائن الحي أثناء نموه أو أثناء أنشطته الحيوية لهذا تجد أن كمية الطاقة تقل بالتدريج كلما ابتعدنا عن النبات المنتج .

السلاسل الغذائية والشبكات الغذائية: Food Chain and Food Webs

عرفت أن هناك تمريراً للطاقة (المادة العضوية) من المنتجات إلى المستهلكات؛ بحيث إن كل كائن حي من المستهلكات يتغذى على غيره .

– ما الذي ينتجه هذا التتالي في العلاقات الغذائية؟



شكل (٦) سلسله غذائية برية ومائية

نتيجة هذا التتالي يشكل ما يسمى بالسلسلة الغذائية .

– ما أنواع السلاسل الغذائية؟

لاحظ الشكل (٦) وتعرف على أمثلة منها .

تسمى السلاسل التي تبدأ بالنبات الأخضر ثم العاشبات ثم اللاحمات بالسلاسل الغذائية الرعوية Grazing Food Chains ، فبعد موت النباتات والحيوانات تتفتت

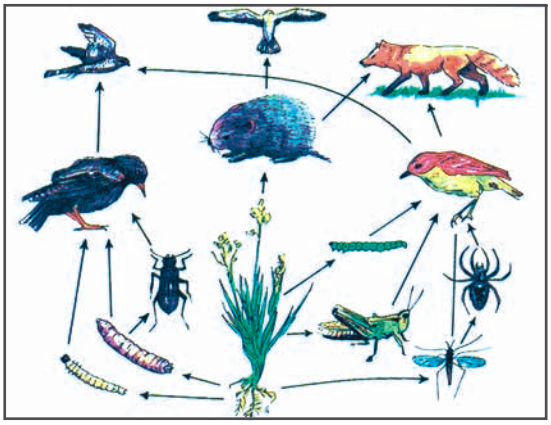
بقاياها ويختلط الفتات بالتربة في النظام البيئي، أوتتساقط القطع المفتتة إلى قاع البحر والبحيرات في النظام البيئي المائي. وفي كل حالة تشكل سلسلة غذائية فتاتية.

مثال للسلسلة الغذائية البرية:

فتات كائنات ميتة ← ديدان أرض ← عصافير ← ثعابين ← صقور.

أما النوع الثالث من السلاسل الغذائية ويدعى بالسلسلة الغذائية الطفيلية، مثلا: فأر – برغوث– أوليات. وعادة تبدأ السلسلة الرعوية بالأصغر حجماً ثم بالأكبر فالأكبر، بينما السلسلة الغذائية الطفيلية على العكس من ذلك حيث تبدأ بالأكبر حجما وتنتهي بالأصغر. وغالباً تتداخل السلاسل الغذائية فيما بينها.

فماذا تسمى عندما تتداخل مع بعضها البعض؟ تدعى السلاسل الغذائية المتداخلة بالشبكة الغذائية.



شكل (٧) شبكة غذائية في نظام بيئي

انظر الشكل (٧)، لاحظ أن أساس السلسلة الغذائية المنتجات ثم المستهلكات الأولية العديدة والمختلفة ثم المستهلكات الثانية، وعند موت كل كائن ينتهي بالمحللات، وهذا ما يعرف بالشبكة الغذائية Food Webs.

هرم الطاقة

اتضح لك أن الطاقة تسير في طريق مفتوح إذ تدخل إلى الكائنات الحية (في السلسلة الغذائية) ثم تخرج منها ثانية ولا تعود إليها، بل يجب تعويضها من أشعة الشمس مرة أخرى.

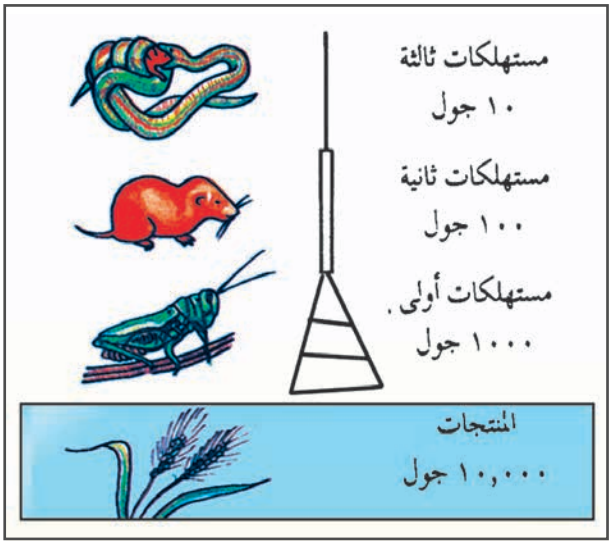
– كيف يمكن تمثيل ذلك؟

يمثل ذلك بما يعرف بهرم الطاقة. انظر الشكل (٨)، ولاحظ معدل سريان الطاقة مع معدل الإنتاج عند كل من المستويات الغذائية المتعاقبة.

– ما معدل انتقال الطاقة من المستوى الغذائي الأدنى (القاعدة) إلى مستوى الغذائي

الأعلى على التوالي؟

لاحظ أن هذا المعدل ثابت ويساوي ١٠٪ تقريباً، من الطاقة في المستوى الغذائي السابق، فالحيوانات آكلات الأعشاب (المستهلكات الأولى) تحصل علي ١٠٪ فقط من الطاقة التي يحصل عليها النبات من الشمس، وتحصل اللواحم على ١٪ من الطاقة التي يحصل عليها النبات من الشمس وهكذا. لاحظ أن الطاقة في هذا الهرم تتناقص تدريجياً (تناقصاً نسبياً) من القاعدة إلى القمة.



شكل (٨) هرم الطاقة

- ماذا تعني وحدة الطاقة (جول)؟

نشـــاط (٢٣)

نفذ النشاط الخاص بتحديد موضع الإنسان في هرم الطاقة في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

الإنتاجية البيئية Productivity

يرتبط مفهوم الإنتاجية البيئية بشكل أساسي بالكائنات الحية المنتجة، التي تستخدم في الغالب البناء الضوئي في توفير الطاقة وتخزينها في شكل مواد عضوية. تسمى كمية المواد المختزنة في أنسجة الكائنات الحية المنتجة بالإنتاجية الابتدائية Primary Productivity.

- فما هي الإنتاجية الابتدائية؟

لتتعرف على ذلك لا بد أن تميز بين نوعين من الإنتاجية الابتدائية، وهما:

١ - **الإنتاجية الابتدائية الإجمالية** Gross Primay Productivity: وتعني الإنتاج الكلي للمادة العضوية في وحدة مساحة ووحدة زمن بما فيها الطاقة المستنفذة على شكل تنفس. أي أن هذه الإنتاجية عبارة عن معدل عمليات البناء الضوئي في مساحة معينة وفي زمن معين.

٢ - **الإنتاجية الابتدائية الصافية** Net Primary Prouctivity : وهي مقدار المادة العضوية المخزونة في أنسجة المنتجات والتي زادت عن احتياج هذه الكائنات الحية (النباتات) اللازم للتنفس والقيام بالعمليات الحيوية.

الإنتاجية الابتدائية الصافية = الإنتاجية الابتدائية الإجمالية – معدل الطاقة المستهلكة في التنفس للكائن الحي المنتج.

- ما طرق قياس الإنتاجية الابتدائية؟

تقاس الإنتاجية الابتدائية بعدة طرق، منها:

١ – الحصاد وحساب الكتلة الحيوية المنتجة.

٢ – قياس ثاني أكسيد الكربون الداخل في عملية البناء الضوئي. كيف يتم ذلك؟

٣ – قياس الأكسجين الناتج من عملية البناء الضوئي. كيف يتم ذلك؟

وفي كل هذه الطرق تحتسب الإنتاجية لمساحة محدودة وفي زمن محدد.

- ما العوامل المؤثرة على الإنتاجية وتعمل معاً في زيادة أو انخفاض هذه الإنتاجية؟

من أهم هذه العوامل المؤثرة على الإنتاجية:

أ – الضوء Light ، وبدونه لايتم البناء الضوئي ولاتكوّن إنتاجية ابتدائية. والضوء متوفر على اليابسة ماعدا في المناطق القريبة من قطبي الكرة الأرضية، فكمية الضوء تقل كلما اتجهنا عكس منطقة خط الاستواء. وفي البيئة المائية تزيد الإنتاجية في الطبقات العليا والقريبة من السطح وتقل كلما اتجهنا إلى الأعماق، حيث ينعدم الضوء.

ب – مدى توفر المغذيات النباتية وخصوصاً أملاح النيتروجين والفوسفور وغيرها.

جـ– درجة الحرارة Temperature: ، لكل كائن حي مدى حراري يستطيع

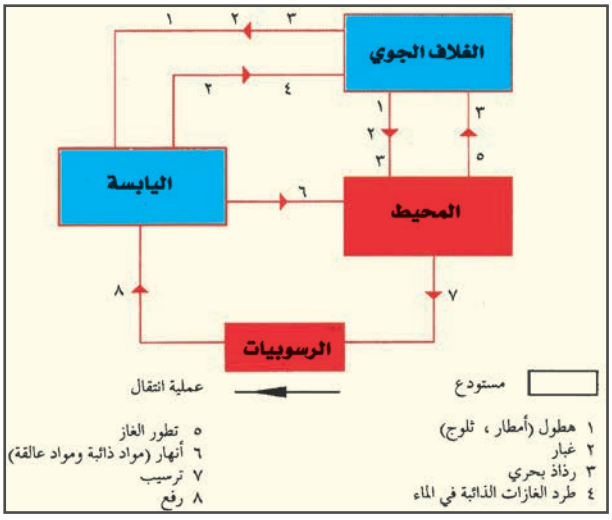
العيش فيه، فإذا زادت أو انخفضت درجة الحرارة عن الحد المعلوم للكائن المعني فإن نشاطه يقل وقد يموت، وهكذا تسلك المنتجات نفس المسلك.

د – معدل هطول الأمطار. فكلما زاد معدل هطول الأمطار ولم تقتصر على موسم معين زادت الإنتاجية بشكل عام، بشرط توافر العوامل البيئية الأخرى اللازمة للنبات ليقوم بعملية البناء الضوئي والإنتاج للغذاء.

الدورات البيوجيوكيميائيه Bio-Geo-ChemicaI Cycles

تحتاج الكائنات الحية ومنها الإنسان إلى عناصر مختلفة لبناء أجسامها منها ما يحتاجها الجسم بكميات كبيرة نسبياً مثل الكربون والأكسجين والهيدروجين والنيتروجين والفوسفور والكبريت، وهناك عناصر ضرورية يحتاجها الكائن الحي بكميات ضئيلة مثل الصوديوم والبوتاسيوم والمنجنيز والكالسيوم والحديد والماغنسيوم والكلور واليود والكوبالت والبورون، وتوجد هذه العناصر كأملاح في الصخور أو في التربة تكونت بفعل عوامل التعرية وتحلل أجسام الكائنات الحية، ومنها مايوجد مذاب في الماء أو توجد كغازات في الهواء الجوي.

انظر الشكل (٩) وتعرف على المستودعات التي توجد فيها العناصر والعمليات التي تربط بينهما، وتنتقل هذه العناصر من المكونات غير الحية (التربة والماء) إلى المكونات الحية (النباتات ثم الحيوانات). وبعد موت هذه الكائنات تعود ثانية إلى المكونات غير الحية للنظام البيئي. وهذه الدورات تسمى البيوجيوكيميائية. وتعني كلمة Bio الحياة، بينما تعنى كلمة Geo المكونات غير الحية من تربة وماء وصخور، وتعني كلمة ChemicaI العناصر



شكل (٩) مستودعات العناصر والعمليات الرابطة

الناتجة عن التفاعل بين المكونات الحية وغير الحية. ولكن ما الذي يؤدي إلى حركة العناصر عبر هذه المستودعات ضمن دورة منتظمة.

إن استمرار العمليات المسئولة عن ذلك تعمل على تدوير العناصر عبر هذه المستودعات بشكل مستمر، فمثلاً عمليات البناء الضوئي تحتاج إلى طاقة شمسية وأملاح معدنية وماء وثاني أوكسيد الكربون، وبدونها تتوقف هذه العملية، وعملية الاحتراق تحتاج إلى الأكسجين، وبغياب الأكسجين تتوقف عملية الاحتراق.

دورات العناصر The Cycle of Elements

- هل معدل سرعة العناصر في الدوران من مستودع إلى آخر متساوٍ أم مختلف؟

لاحظ الشكل (٩)، نجد أن انتقال العناصر مثلا بين مستودع المحيط أو المستودع الجوي، سنجد أنها سريعة نسبياً. لماذا ؟ ولكن انتقال المواد من المستودع الرسوبي (المواد المطمورة من سطح الأرض إلى مستودع اليابس (سطح الأرض) تحتاج إلى وقت طويل.

- ماذا نستنتج من ذلك؟

تتوقف سرعة دوران العناصر من مستودع إلى آخر وفقاً لطبيعتها في البيئة، فإذا كانت العناصر في حالة غازية في الهواء الجوي أو مذابة في الماء، فالدورة أسرع غالباً، مثل دورة الماء، والأكسجين وثاني أكسيد الكربون (دورات غازية)، أما دورات العناصر المخزونة في رسوبيات القشرة الأرضية فتسير ببطء، مثل دورة الفوسفور والكبريت (دورات رسوبية).

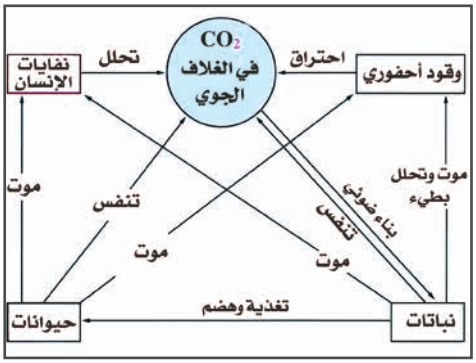
- كيف يدور الماء في الطبيعة؟

دورة الكربون Carbon Cycle

يوجد الكربون في الغلاف الجوي على شكل غاز CO_2 أو مذاباً في الماء على شكل HCO^-_3 و CO_3^{2-} وفي خلايا الكائنات الحية، وفي المادة العضوية، كما يوجد في الغلاف الصخري كما في الصخور الجيرية ($CaCO_3$)، وقد يترسب على شكل مواد عضوية غير متحللة في قيعان المستنقعات والبيئات المائية لتكون بعد مدة كبيرة الوقود الأحفوري (الفحم الحجري، البترول، الغاز الطبيعي).

– كيف ينتقل الكربون من مستودع إلى آخر ضمن النظام البيئي؟

تلاحظ من الشكل (١٠) أن دورة الكربون تبدأ بتثبيت النباتات الخضراء (المنتجات) ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي في عملية البناء الضوئي وتحويله إلى مركبات عضوية، ويحصل الحيوان على الكربون عن طريق النباتات. تتأكسد المواد العضوية داخل الكائن الحي في عملية التنفس ليحصل على الطاقة اللازمة التي يحتاجها.



شكل (١٠) دورة الكربون في الطبيعة

– فكيف يعود عنصر الكربون إلى الغلاف الجوي؟

يرجع عنصر الكربون إلى الغلاف الجوي عن طريق عمليات تنفس الكائنات الحية واحتراق الوقود وتحلل أجسام الكائنات الحية بعد موتها وتحلل إفرازاتها وفضلاتها.

يعتقد العلماء هذه الايام أن المعدل السنوي لدرجة حرارة الكرة الأرضية في ازدياد.

– ما سبب زيادة هذا المعدل السنوي لدرجة الحرارة في العالم؟

إن تدخل الإنسان في زيادة نسبة الكربون في الغلاف الجوي مشكلة من المشكلات الرئيسية التي تعاني منها البيئة عالمياً، بسبب احتراق الوقود واحتراق الغابات، الذي رفع نسبة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، مما أحدث ظاهرة الاحتباس الحراري. ويعتقد أن هذه الظاهرة تؤدي إلى زيادة المعدل السنوي لدرجة الحرارة في العالم.

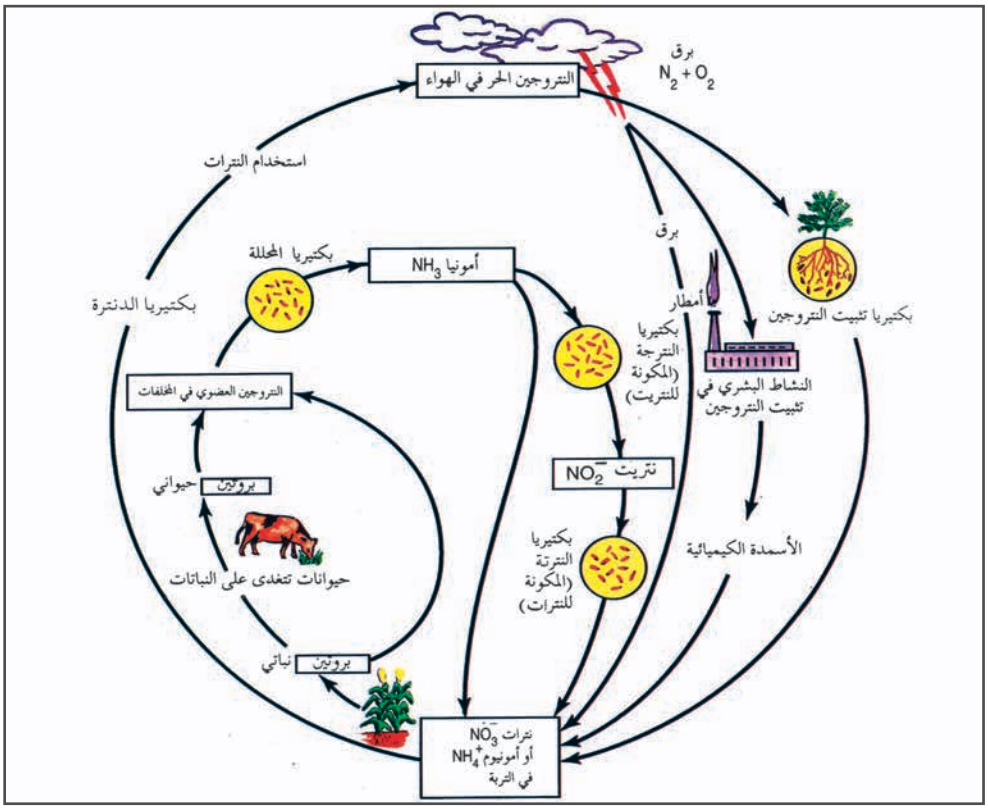
دورة النيتروجين Nitrogen Cycle

لاشك أنك تدرك أهمية النيتروجين في تركيب البروتينات والحموض النووية في أجسام الكائنات الحية. ما نسبة النيتروجين في الهواء الجوي؟

يشكل النيتروجين ٧٨٪ من الهواء الجوي، إلا أنه لايتفاعل مع عناصر أخرى بشكل مباشر ولا تستطيع الكائنات الحية (المنتجات والمستهلكات) الاستفادة منه إلا إذا تحول إلى مركبات أخرى، وتسمى هذه العمليات بتثبيت النيتروجين.

- كيف يتم تثبيت نيتروجين الهواء الجوي؟

ادرس الشكل (١١) الذي يبين مخططاً لدورة النيتروجين .



شكل (١١) مخطط لدورة النيتروجين

من خلال الشكل (١١) ستجد أن طرق تثبيت النيتروجين هي :

١ - طرق طبيعية : وتتم عبر :

أ - **التثبيت الفيزيائي** : وتنتج عن تأثير البرق في تأيين غاز النيتروجين (N_2) الذي يتحول إلى نترات NO_3 وتتساقط مع الأمطار على التربة والمياه السطحية .

ب - **التثبيت الحيوي** Biofixation : ويتم بواسطة البكتيريا والطحالب والفطريات البكتيريا الزرقاء Cyanobactria (في العقد الجذرية للبقوليات) حيث يتم تحويل النيتروجين الجوي الخامل إلى مركبات تستطيع النباتات الإستفادة منها مثل : أملاح الأمونيوم NH_4^+ والنترات NO^-_3 ، التي تعد أهم مصدر نيتروجين للنبات لسهولة امتصاصها من التربة .

٢- **طرق ناتجة عن النشاطات البشرية:** وتشمل عمليات احتراق الوقود الأحفوري وتصنيع الأسمدة النيتروجينية (تحويل النيتروجين إلى مركبات كيميائية) التي يسهل امتصاصها من قبل النباتات. وبالرغم من المشاكل البيئية والصحية التي تسببها هذه الأسمدة، إلا أنها ساعدت على ارتفاع الإنتاج الزراعي في العالم.

لاحظ أن دورة النيتروجين تمر عبرالخطوات الآتية:

أ – يمتص النباتات الخضراء للنيتروجين القابل للذوبان بصورة نترات وأمونيوم، حيث تستخدم في بناء الحموض الأمينية والبروتينات والحموض النووية.

ب– تخزن كبروتينات أو حموض نووية داخل النبات.

جـ– تتحول إلى بروتينات حيوانية من خلال استهلاك الحيوان والنبات.

د – تتحلل إلى مركباتها الأولية في دورة التحلل عند موت الكائنات الحية أو تحلل إفرازاتها.

هـ– وأثناء هذه الدورة وفي وجود الأكسجين تتأكسد الأمونيا إلى نيتريت NO^-_2 والتي تتأكسد بدورها إلى نترات NO^-_3 يمتصها النبات من جديد.

وتسمى كل هذه العمليات السابقة بالنترتة (Nitrification) .

وقد لاتصل دورة النيتروجين إلى مرحلة بناء البروتينات وذلك عند عدم توافر الأكسجين، حيث تختزل النترات إلى نتريت ومن ثم إلى غاز النيتروجين الذي يعود إلى الهواء الجوي، وتسمى هذه العملية بعملية انتزاع النيتروجين أو الدنترة (Denitrification) ويقصد بها عكس عملية النترتة.

نشـــاط (٢٤)

نفذ النشاط الخاص بتأثير الدورات البيوجيوكيميائية في النظام البيئي في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

تقويم الوحدة

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على الإجابة عن الأسئلة الآتية :

١ – املأ الفراغات الآتية بما يناسبها من كلمات :

أ – للضوء فعالية للإنتاجية الابتدائية في الطبقات ..... من النظام البيئي البحري .

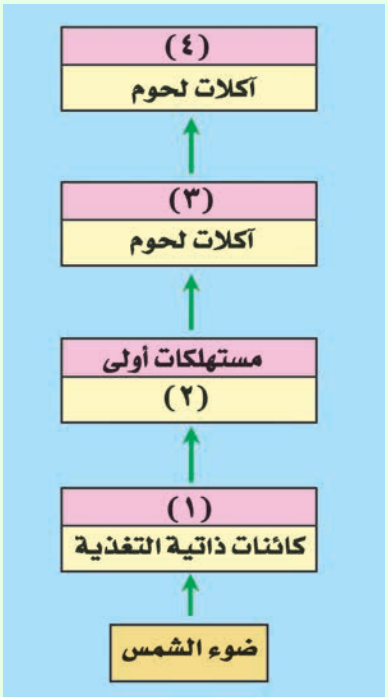
ب– يحتاج الكائن الحي إلى بعض العناصر الضرورية بكميات أكبر مثل : ..... و ..... و ..... .

جـ– تبدأ السلاسل الغذائية الرعوية بـ ..... وتنتهي بـ ..... .

د – يمكن تصنيف الطاقة إلى طاقة ..... وطاقة ..... .

هـ– تشمل المكونات الفيزيائية للنظام البيئي ..... ، ..... .

٢ – أمعن النظر في الشكل المجاور، ثم أجب عن الأسئلة التالية :



أ – الشكل يوضح تركيب ..... ، ..... .

ب– اكتب البيانات المرقمة من (١–٤) .

حـ – أي الكائنات الحية تحصل على طاقة عالية وأيهما تحصل على طاقة ضئيلة إلى ماذا تلجأ الأخيرة للحصول على طاقة أكثر؟

د – لماذا تتناقص الطاقة أثناء مسارها في هذا التركيب؟

هـ – ما المصدر الرئيسي للطاقة في هذه الكائنات؟

٣ – اذكر الطرق التي يعود بها ثاني أكسيد الكربون إلى الهواء الجوي؟

٤– علل كلاً مما يأتي تعليلاً علمياً:

أ – ارتفاع نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو.

ب– تكون الوقود الأحفوري في قيعان البيئات المائية.

جـ– استمرار العنصر بالتحرك عبر المستودعات ضمن الدورة.

٥– ما ذا تعني المصطلحات التالية:

أ – النظام البيئي ب– هرم الطاقة جـ– الدورة البيوجيوكيميائية للعنصر.

د– البيئة هـ– الاحتباس الحراري و – الطاقة.

٦– قارن بين كل مما يلي:

أ – الإنتاجية الكلية والصافية، من حيث المعني.

ب– النترتة والدنترة، من حيث: ظروف توفر الأكسجين، العملية الكيميائية، نوع البكتريا والمادة الناتجة.

جـ– الدورة الغازية والدورة الرسوبية للعناصر، من حيث سرعة دوران العناصر من مستوى إلى آخر. اذكر مثالين في كل حالة.

د – المنتجات في المرعى والبركة (كنظامين بيئيين)، من حيث: الأنواع، الكتلة الحيوية، سرعة التجدد والانقسام.

٧– اشرح طرق تثبيت النيتروجين.

٨– صمم مخططاً من إنتاجك لسلوك (الطاقة في النظام البيئي، محدداً عليه النسبة في هذه المكونات.

٩– رتب مستويات الحياة التالية: جهاز، جماعه، مجتمع، خلية، نظام بيئي، عضو، نوع، نسيج، فرد.

١٠– بين دور الإنسان في اختلال دورة النيتروجين، والأضرار المترتبة على ذلك.

١١– ارسم ما يلي:

أ – دورة النيتروجين، مبيناً عليها المراحل المختلفة.

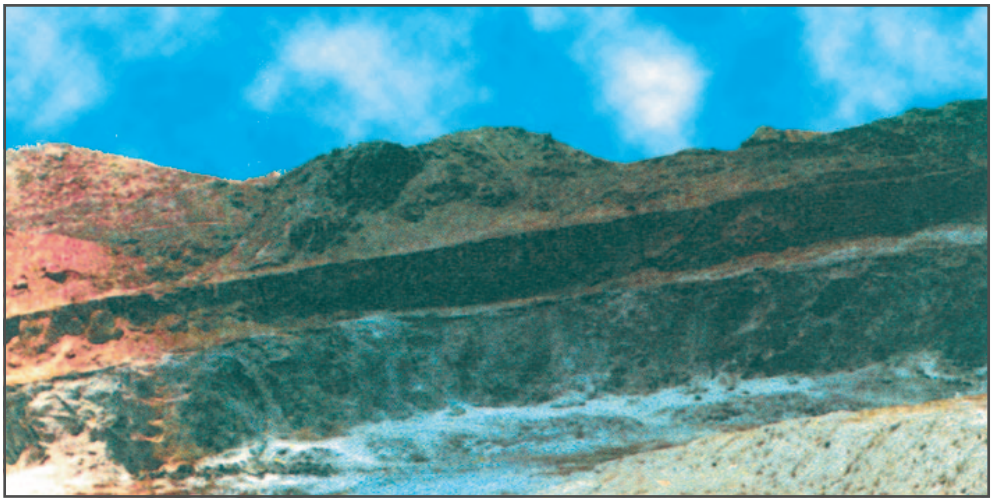
ب – شكلاً لدورة الكربون، موضحاً مساراتها المختلفة.

الوحدة السابعة

الجيولوجيا

المعادن والصخور Minerals & Rocks

قال تعالى: ﴿ أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُّخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بِيضٌ وَحُمْرٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ ﴾ [سورة فاطر: آية ٢٧].



أهداف الوحدة

يتوقع منك بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

١- توضح المقصود بالمفاهيم الآتية: المعدن – الصخر – البَلّورة – التحول – التربة.
٢- تبين الخواص الطبيعية للمعادن.
٣- تصنف الصخور النارية حسب تركيبها الكيميائي ونسيجها.
٤- تحدد عوامل تحول الصخور وأنواع الصخور الناتجة عن التحول.
٥- تصف الأنواع المختلفة من الصخور الرسوبية في الطبيعة.
٦- تميز بين الصخور النارية والمتحولة والرسوبية.
٧- توضح العوامل المؤثرة في تشكيل التربة.
٨- تتعرف على بعض المعادن والصخور الاقتصادية في اليمن.

المعادن والصخور Minerals & Rocks

معظم الأشياء من حولنا أصلها من صخور القشرة الأرضية. فمثلاً الزجاج وحجارة البناء والخزف والملح والفخار، والمعادن كالألومينيوم والحديد والنحاس وغيرها، كلها مواد أشتقت من الصخور، وهذا يعني أن الصخور مزيج من معادن مختلفة، بينما المعدن يتكون من عنصر أو أكثر من العناصر الكيميائية، أي أن المعادن هي الوحدة الأساسية لتكوين الصخور.

- فكيف تتكون الصخور والمعادن ؟
- وكيف يمكن التمييز بينها ؟

المعادن Minerals

إن ما يجعل المعادن مختلفة عن بقية أشكال المادة توافر مجموعة خصائص في المعدن، هي كما يأتي:

١ - **المعدن مادة تتكون بصورة طبيعية**: فالمعادن تأتي من القشرة الأرضية ولا تصنع في المختبر أو المصنع، فالزجاج والإسمنت ليست معادن، لأنهما يصنعان من مواد أصلية تأتي من المعادن.

٢ - **يتكون المعدن من عنصر أو مركب كيميائي غير عضوي**: أي غير مكون من مواد عضوية (نباتية أو حيوانية) فالفحم الحجري ليس معدناً، لأنه يتكون من بقايا نباتية.

٣ - **المعدن مادة صلبة**: فالجما مادة طبيعية توجد في الأرض، لكنها ليست معدناً، لأنها غير صلبة.

٤ - **المعدن مادة لها تركيب كيميائي محدد**: فالمعدن دائماً يحتوى على نفس العناصر وبنفس النسبة.

٥ - **المعدن مادة لها تركيب بلوري منتظم**: فالزجاج الطبيعي ليس معدناً، لأنه غير متبلور.

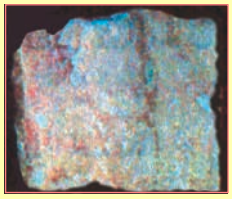
المعدن: عنصر أو مركب كيميائي طبيعي غير عضوي يوجد في حالة صلبة متجانسة لها تركيب كيميائي محدد وتركيب بلوري منتظم.

التركيب المعدني :

عرفت أن كل معدن له تركيب كيميائي محدد، وعلى الرغم من ذلك هناك تشابهات عامة كثيرة بين معظم المعادن، فمثلاً كثير من المعادن تحتوي على عناصر السليكون والأكسجين لتكون فئة السيليكات (SiO_2) وتسمى معادن السيليكات، وبنفس الطريقة بعض المعادن تحتوي على عناصر الكربون والأكسجين لتكون فئة الكربونات (CO_3) وتسمى معادن الكربونات . . وهكذا .

ادرس الجدول (١) ولاحظ تصنيف المعادن على أساس تركيبها الكيميائي إلى فئات رئيسية متشابهة في بعض الخواص .

جدول (١) تصنيف المعادن كيميائياً على أساس الشق الحمضي

السيليكات سيليكون + أكسجين + معدن أو أكثر	**الكربونات** كربونات + معدن أو أكثر	**الأكاسيد** أوكسجين + معدن أوكثر	**الكبريتات** كبريتات + معدن أوكثر
مثل : الكوارتز (SiO_2) 	مثل : الكالسيت ($CaCO_3$) 	مثل : الكورندم (Al_2O_3) 	مثل : الجبس ($CaSO_4 .2H_2O$) 
الكبريتيدات كبريت + معدن أو أكثر	**الهاليدات** كلور أو فلور + معدن أو أكثر	**الفوسفات** فوسفات+ معدن أو أكثر + OH	**المعادن العنصرية** العنصر فقط (المعدن)
مثل : الجالينا (Pb_5) 	مثل : الهاليت ($NaCl$) 	مثل : الأباتيت $[Ca5(PO_4)(F,Cl, OH)]$ 	مثل : الماس (C)

الخواص الطبيعية للمعادن :

– كيف تتعرف على المعادن؟

بالنظر إلى خصائص المعادن السابق ذكرها، نستطيع أن نقرر أن بعضاً منها كالشكل البلوري والتركيب الكيميائي المحدد أمور يصعب تحديدها والتعرف عليها

دون الاستعانة بتقنيات وأجهزة معقدة، إلا أن هناك خصائص طبيعية (فيزيائية) يسهل التعرف عليها، ومن أهمها ما يأتي:

أولاً: الخواص الضوئية Optical Properties:

هي الخواص التي تنتج عن سقوط الضوء على المعدن مثل: اللون، والبريق، والمخدش، والشفافية، ويمكن توضيح كل خاصية منها كما يأتي:

١- اللون Colour: أول ما يمكن ملاحظته عن المعادن هو لونها، إذ توجد معادن لها ألوان مميزة ثابتة مثل: الكبريت أصفر اللون، والكالسيت أبيض اللون عادة، والهيماتيت أحمر اللون، واليبريت (كبريتيد الحديد) لونه أصفر نحاسي، والأزوريت (كربونات النحاس القاعدية) لونه أزرق، أما الملاكيت (كربونات النحاس المائية) فأخضر اللون. ولكن هذه الخاصية أقلها استخداماً في التعرف على المعادن، لأن كثيراً من المعادن لها ألوان متشابهة مثل الجرافيت والماجنتيت، كلاهما أسود اللون، والكوارتز والكالسيت والجبس وجميعهما بيضاء اللون، ثم أن المعدن الواحد يمكن أن يوجد بألوان عديدة بسبب ما يحويه من شوائب مثل الكوارتز. فمنه الأبيض المعتاد والشفاف والدخاني والأحمر والأصفر والبنفسجي، كما في الشكل (١).

شكل (١) ألوان مختلفة للكوارتز

٢- البريق Lustre: هو المظهر الذي يبديه سطح المعدن نتيجة لانعكاس الضوء عليه، وهو من الصفات ذات الأهمية في تمييز المعادن، ويتوقف بريق المعدن من حيث نوعه وشدته على نوع ومقدار الانعكاسات الضوئية على سطحه، شكل (٢).

شكل (٢) للمعادن درجات متفاوتة من البريق

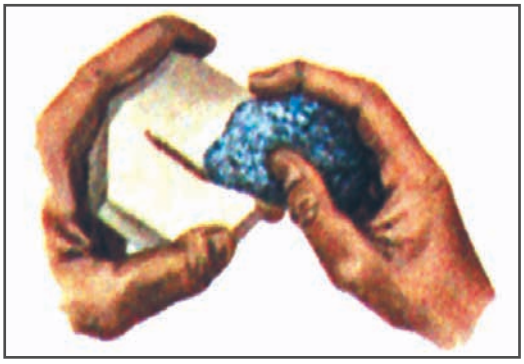
ويقسم بريق المعادن إلى نوعين:

أ - **بريق فلزي**: كما في المعادن المعتمة ذات المظهر البراق كالجالينا والذهب والفضه والبيريت وغيرها.

ب- **بريق لا فلزي**: كما في المعادن الشفافة والمعادن الفاتحة اللون، ويشمل: البريق الزجاجي كما في الكوارتز والكالسيت، والبريق الماسي الذي يشبه بريق الماس (زجاجي براق) والبريق الصمغي أو الشمعي كما في الكبريت، والبريق اللؤلؤي كما في التلك، والبريق الحريري كما في الجبس الليفي وبعض أنواع الأسبستوس، والبريق الترابي أو الأرضي كما في الكاولين.

٣ - المخدش أو المحك Streak:

هو لون مسحوق المعدن الناعم الذي يلتصق على سطح قطعة بيضاء خشنة من الخزف (لوحة المخدش)، عندما يستخدم في حك قطعة المعدن عليها، كما في الشكل (٣).



شكل (٣) استخدام لوحة المخدش في حك المعدن

ويكون مخدش المعدن عادة مشابهاً للونه الأصلي، وقد يختلف عنه تمام الاختلاف. فمثلاً لون معدن البيريت (كبريتيد الحديد) أصفر نحاسي، ولكن مخدشة أسود مخضر، ومعدن الليمونايت (أكسيد حديد) لونه بني غامق، إلاَّ أن لون مسحوقه أصفر (أي أن لون المسحوق يختلف عن لون المعدن وهو كتلة متماسكة)، ويتميز لون المخدش أنه ثابت في المعادن التي لا يتغير لونها لتغير نوع أو كمية الشوائب بها، وبذلك فهو إحدى الخواص التي يمكن الاعتماد عليها في التعرف على المعادن.

٤- الشفافية Transparency: هي قدرة شريحة رقيقة من المعدن على إنفاذ الضوء، وتقسم المعادن على أساسها إلى:

أ - معادن شفافة تسمح برؤية الأجسام خلالها، مثل الجبس والكالسيت.

ب – معادن نصف شفافة يمكن رؤية الأجسام من خلالها بغير وضوح مثل، معدن الفلوريت.

جـ – معادن معتمة لايمكن رؤية الأجسام خلالها، مثل معدن الهيماتيت.

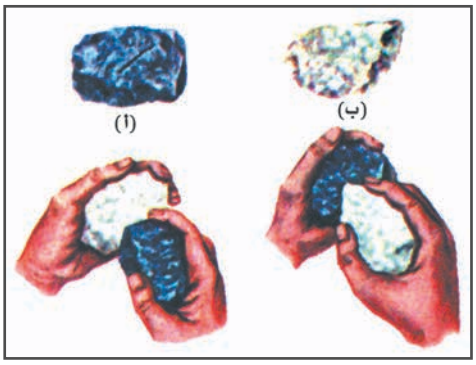
ثانياً: الخواص التماسكية : Cohensive Properties

تتوقف الخواص التماسكية للمعدن على التركيب البلوري، أي على التركيب الذري الداخلي، وقوى الربط بين الأيونات أو الذرات المكونة لبلورات المعدن، ولذا كانت هذه الخواص ثابتة ومميزة للمعدن الواحد، وتختلف من معدن لآخر باختلاف التركيب البلوري للمعدن.

ومن الخواص التماسكية الهامة التي يمكن بواسطتها التعرف على المعادن ما يأتي:

١- الصلادة أو القساوة Hardness :

هي مقدار مقاومة المعدن للخدش (التآكل). وهي أكثر الخصائص الطبيعية استخداماً في التعرف على المعادن، وهي خاصية نسبية يمكن تحديدها بحك معدن معلوم الصلادة بأخر مجهول الصلادة أو العكس، كما في الشكل (٤)، أو باستخدام أدوات اختبار معروفة الصلادة لظفر الإنسان الذي تقدر صلادته بـ ٢,٥، أو بقطعة نقود معدنية

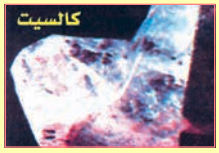
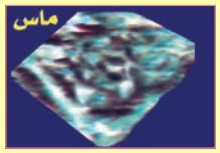


شكل (٤) خدش معدن بآخر

حيث تقدر صلادتها بـ ٣، أو نصل سكين وصلادتها ٥,٥، أو بقطعة من زجاج وصلادته ٥,٥، أو بمبرد من الصلب وصلادته ٦,٥. ولكن اتفق على استعمال مقياس خاص لتقدير صلادة المعدن تقديراً نسبياً وبالأرقام، يعرف بمقياس «موهس» للصلادة Mohs Scale of Hardness.

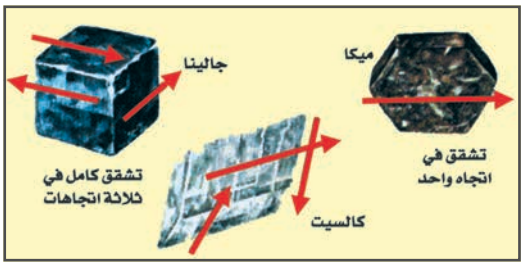
ادرس الجدول (٣) ولاحظ أن المقياس يبدأ بالمعدن الأقل صلادة وهو معدن التلك وصلادته ١، وينتهي بمعدن أكثر صلادة وهو الماس الذي تقدر صلادته بـ ١٠.

جدول (٣) مقياس موهس لصلادة المعادن

درجة الصلادة	المعـــدن	الاختيار	درجة الصلادة	المعـــدن	الاختيار
١		يخدش بأظفر الإصبع بسهولة	٦		يخدش بقطعة زجاج بصعوبة
٢		يخدش بأظفر الإصبع بصعوبة	٧		يخدش بمبرد حديدي
٣		يخدش بقطعة نقود معدنية	٨		يخدش بالكورندم
٤		يخدش بسكين بسهولة	٩		يخدش بالماس
٥		يخدش بسكين بصعوبة	١٠		لا توجد أداة اختبار

٢- التشقق أو الانفصام Cleavage : هو خاصية الكسر على سطح بلوري معين (أي في اتجاهات منتظمة ثابتة) إذا ما طرقت طرقاً خفيفاً. وينتج عن تشقق المعادن سطوحاً مستوية ناعمة تعرف بمستويات التشقق أو الانفصام.

ويحدث الانفصام في اتجاه أو اثنين أو ثلاثة أو أكثر، والمعدن الذي يمتاز بالتشقق يمكن فصله في اتجاه يوازي اتجاهات التشقق إلى أجزاء عديدة. وخير مثال معدن الميكا، حيث يوجد اتجاه واحد للتشقق الكامل وينفصل المعدن إلى صفائح رقيقة، كما في الشكل (٥).



شكل (٥) تشقق المعدن إلى صفائح

وقد يوجد أكثر من اتجاه لمستويات التشقق فمعدن الهاليت، والجالينا، من المعادن التي تتشقق بلوراتها تشققاً كاملاً في ثلاثة اتجاهات توازي أوجه المكعب، بحيث تعطي سطوحاً ملساء براقة (أي أنها تنفصل على هيئة مكعبات) .

٣- المكسر Fracture : هو شكل السطح الناتج عند كسر عينة من المعدن في اتجاهات أخرى غير مستويات التشقق، ويكون الكسر إما محارياً يشبه خطوط النمو في صدفة المحار، مثل مكسر الكوارتز والصوان والأوبسيديان، كما في الشكل (٦)، أو مستوياً أو مسنناً (متعرجاً) . والمعادن التي ليست لها خاصية الانفصام تنكسر في اتجاهات غير محددة وتكون أسطحها غير ملساء بعكس الانفصام الذي تتميز سطوحه بأنها ملساء، لأنها تنكسر على سطوح محدودة بسبب بيئة المعدن البلورية .

شكل (٦) مكسر محاري

نشـــاط (٢٥)

نفذ النشاط الخاص بالتعرف على خواص بعض المعادن في كتاب الأنشطة والتجارب العملية .

ثالثاً : الوزن النوعي Specific Gravity :

هو نسبة وزن حجم معين من مادة إلى وزن حجم مساوٍ له من الماء المقطر عند درجة ٤ مئوية . فمثلاً إذا كانت كتلة مادة ما أربعة أضعاف كتلة حجمه من الماء، فإن وزنه النوعي يساوي أربعة، وقد وجد أن الوزن النوعي لمعظم المعادن تتفاوت من ٢- ٥ جم / سم٣، وستتعرف أكثر على الوزن النوعي في مقرر الفيزياء إنشاء الله .

رابعاً : قابلية التأثير بالمغناطيس :

هناك بعض المعادن التي تنجذب إلى المغناطيس الكهربائي القوي إذا قربت منه، في حين أن بعض المعادن تتنافر مع المغناطيس القوي . فمن المعادن التي تنجذب إلى المغناطيس جميع معادن الحديد، منها الهيماتيت، والماجنتيت والألمنيت ($FeTiO_3$)، بينما معدن الكالسيت والزيركون والكوارتز تتنافر مع المغناطيس القوي .

خامساً : خواص حسية :

كاللمس، والرائحة، والمذاق . فمعدن التلك صابوني الملمس، ومعدن البيريت له رائحة كبريتية، إذا سخن، ومعدن الهاليت طعمه مالح .

الصخـــــور Rocks

- ما المقصود بالصخور ؟ ، وما أنواعها الرئيسية؟

تلاحظ حولك الصخور المتنوعة والتي تختلف من مكان إلى آخر في اللون والصلابة وحجم البلورات أو الحبيبات المكونة لها، ويرجع هذا إلى الاختلاف في التركيب المعدني والكيميائي للصخور، وظروف نشأتها .

والصخر : هو مادة طبيعية صلبة غير متجانسة تتكون من معدنين أو أكثر بنسب مختلفة . ونظراً لكثرة أنواع الصخور فقد تم تصنيفها حسب طرق نشأتها وظروف تكونها إلى ثلاث مجموعات كبرى هي :

أولاً : الصخور النارية : Igneous Rocks

هي الصخور التي تكونت من تجميد وتبلر المجما (صهير سيليكاتي) في باطن الأرض أو من تجمد اللافا على سطح الأرض، وتعتبر الصخور النارية الأساس الذي تكونت منه جميع أنواع الصخور، وهي أنواع كثيرة تختلف في التركيب المعدني والكيميائي وحجم حبيبات معادنها (النسيج) .

التركيب المعدني للصخور النارية :

تختلف الصخور النارية اختلافاً كبيراً فيما بينها في تركيبها المعدني، إذا أن كل صخر يتركب من عدد من المعادن تختلف في نوعها ونسبتها عن معادن الصخر الآخر ويتوقف هذا الاختلاف على التركيب الكيميائي للصهير الذي تكون منه .

وتتكون الصخور النارية من نوعين من المعادن :

أ - **معادن أساسية** Essential Minerals :

يتوقف عليها خواص الصخور وتصنيفها، وتوجد بكميات كبيرة، وتضم :

- معدن الكوارتز (ثاني أكسيد السليكون) .

- معادن الفلسبار، وتشمل معادن الفلسبارات البوتاسية، مثل معدن الأرثوكليز والميكروكلين وتركيبهما (سيليكات الألومينيوم والبوتاسيوم)، والفلسبارات البلاجيوكليز (سيليكات الألومينيوم والبوتاسيوم والكالسيوم).
- معادن الميكا، ومن أهمها، معدن البيوتيت (سيليكات الألومينيوم والبوتاسيوم) ويتميز بلونه الغامق، ومعدن المسكوفين (سيليكات الألومينيوم والبوتاسيوم)، الذي يتميز بلونه الفاتح.
- معادن الأمفيبول، أهمها معدن الهورنبلند (سيليكات معقدة للكالسيوم والماغنيسيوم و الحديد والألومينيوم).
- معادن البيروكسين، وأهمها معدن الأوجيت (سيليكات الكالسيوم والصوديوم والماغنيسيوم والحديد والألومينيوم).
- معادن الأوليفين (سيليكات الماغنيسيوم والحديد).

ب- معادن إضافية Accessory Minerals :

توجد بكميات قليلة ولا تؤثر في خواص الصخور وتصنيفها من أهمها : الأباتيت (فوسفات وكلوريد الكالسيوم) والزيركون (سيليكات الزيركونيوم)، والمينيت (أكسيد التيتانيوم والحديد)، وكوراندم (أكسيد الألومينيوم) وماجنتيت (أكسيد الحديد المغناطيسي).

التركيب الكيميائي للصخور النارية :

يتوقف التركيب المعدني للصخور النارية بصفة أساسية على التركيب الكيميائي لمادة المجما فإذا كانت غنية بالسيليكا فإن الصخر الناتج سوف يحتوي على معادن غنية بالسيليكا، مثل معدن الأرثوكليز، والبلاجيوكليز الصودي بالإضافة إلى الكوارتز.

أما إذا كانت المجما فقيرة بالسيليكا فإن الصخر الناتج سوف يحتوي على معادن فقيرة بالسيليكا، مثل معدن الأوليفين والبلاجيوكليز الكلسي، ولا يحتوي على الكوارتز، وقد اتخذت نسبة ثاني أكسيد السيليكون (السليكا) في الصخر أساساً لتقسيم الصخور كيميائياً إلى الأنواع الآتية :

١- الصخور الحمضية Acid Rocks :

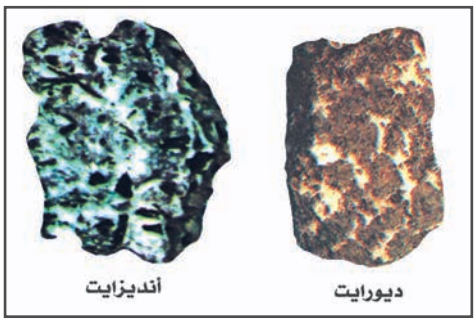
وهي الصخور التي تحوي نسبة من السيليكا أكثر من ٦٦٪ ولذا تكون فاتحة اللون

وخفيفة الوزن النوعي، كما تحتوي على معادن الأرثوكليز والبلاجيوكليز (الفلسبار) والكوارتز بكثرة، وقليل من المعادن الحديدومغنسية، مثل الميكا السوداء. ومن أمثلة الصخور الحمضية الجرانيت والريولايت، شكل (٧).

شكل (٧) بعض الصخور الحمضية

٢- الصخور المتوسطة Intermediate Rocks:

وهي الصخور التي تحوي نسبة من السيليكا تتراوح بين ٥٥ و ٦٠٪، كما تحتوي على نسبة متوسطة من المعادن الحديدومغنسية، مثل الهورنبلند، وكذلك الفلسبار دون الكوارتز، وتتميز بلون أغمق من الصخور الحمضية أي متوسط، والوزن النوعي المتوسط، من أمثلتها صخور: الديورايت والأنديزيت، شكل (٨).

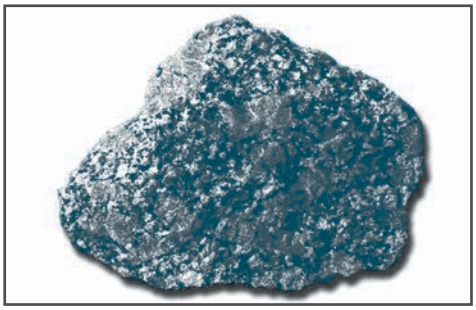


شكل (٨) بعض الصخور المتوسطة

٣- الصخور القاعدية Basic Rocks:

هي الصخور التي تحتوي نسبة من السيليكا تتروح بين ٤٥ و ٥٥٪ ولا تحتوي على الكوارتز ولونها أغمق ويميل إلى السواد، وثقيلة الوزن النوعي نسبياً، وتحتوي على نسبة عالية من المعادن الحديدومغنسية، مثل الأوليفين والأوجيت وعلى نسبة متوسطة من البلاجيوكليز. ومن أمثلتها صخور: الجابرو، والبازلت، شكل (٩).

شكل (٩) بعض الصخور القاعدية


شكل (١٠) صخر البريدوتيت فوق القاعدي

٤ - الصخور الفوق قاعدي Ultra - Basic Rocks :

هي الصخور التي تقل فيها نسبة السيليكا عن ٤٥٪ وتتكون أساساً من المعادن الحديدومغنسية مثل الأوليفين والأوجيت، وتتميز بلونها الأسود والوزن النوعي الثقيل، ومن أمثلتها صخور البريدوتيت شكل (١٠) .

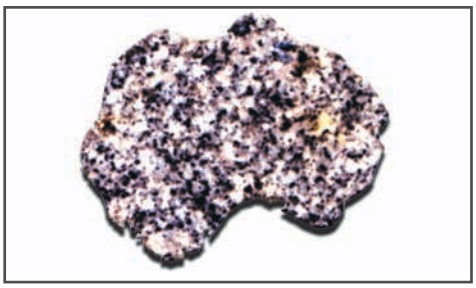
النسيج في الصخور النارية Texture :

يقصد به الحجم النسبي لبلورات المعادن المكونة للصخر وشكلها وطريقة ترتيبها . والنسيج خاصية هامة في التعرف على نوع الصخر الناري « سطحي أو جوفي » وطريقة تكونه، لأن نسيج الصخر يتوقف على سرعة تبريد الصهير الذي تكون منه الصخر وسرعة التبريد تتوقف على المكان الذي يتم فيه التبريد .

فعندما تتبلور المجما على أعماق بعيده من سطح الأرض فإن الصهير يبرد ببطء شديد جداً وتتمكن بلورات معادن الصخور من أن تنمو وتكبر في الحجم، أما إذا خرجت المجما إلى سطح الارض أو بالقرب من السطح فإنها، تبرد بسرعة وتكون صخوراً ذات بلورات دقيقة الحجم . ولذلك تقسم الصخور النارية بالنسبة لحجم بلوراتها إلى قسمين رئيسيين هما :

١ - صخور ذات نسيج مرئي Phaneritic Texture :

عندما تتم عملية التبلور ببطء في الأعماق تتكون صخور خشنة الحبيبات أو ذات بلورات ترى بالعين المجردة، ويسمى النسيج الناتج عن ذلك بالنسيج المرئي، ومن أمثلته الجرانيت، انظر الشكل (١١) .

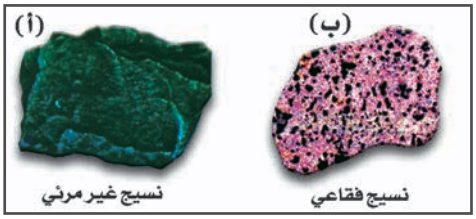


شكل (١١) نسيج مرئي في الجرانيت

٢ - صخور ذات نسيج غير مرئي Aphaneritic Texture :

ويتميز نسيج هذه الصخور بأن بلوراته ذات حجم دقيق لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة، كما في الشكل (١٢-أ) . وقد تحتوي الصخور ذات الأنسجة غير المرئية على فجوات كروية الشكل أو بيضوية نتيجة للنشاطات الغازية أثناء التبلور، وإذا ما أصبح المظهر العام للصخر بهذا الشكل سمي النسيج نسيجاً إسفنجياً أو فقاعياً Vesicular Texture شكل (١٢-ب)، وكلا النوعين (ذو الحبيبات

الدقيقة وذو النسيج الفقاعي) يميزان الصخور البركانية، مثل: البازلت، وحجر الخفاف [البيومس Pumice فاتح اللون، أو سكوريا Scoria غامق اللون].



شكل (١٢) صخور نارية ذات نسيج غير مرئي

نشـــاط (٢٦)

نفذ النشاط الخاص بكيفية تكون الصخور النارية في كتاب الأنشطة والتجارب.

ثانياً: الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks

الصخور الرسوبية هي الصخور التي تنشأ عند تعرض الصخور السابقة التكون لعوامل تفتيت طبيعية وكيميائية؛ ونتيجة لذلك تتفكك هذه الصخور –وقد تتحلل–، ثم تنقل وتترسب، ثم تتماسك. وتبدأ عملية تكون الصخور الرسوبية في الوقت الذي تبدأ فيه عوامل التعرية الطبيعية، مثل: الفروق بين درجات الحرارة بين الليل والنهار، والأمطار، والرياح، والجليد، والعوامل الكيميائية في نحت وتفتيت الصخور الصلدة. ثم يأتي دور الأنهار والرياح وتيارات المحيطات في عملية نقل هذه الفتات الصخرية إلى أماكن الترسيب، حيث تتجمع وتبدأ الطبقات السفلية في التراص. ومع مرور الزمن تبدأ عملية التصلد أو التصخر بتلاحم الفتات الصخري، نتيجة لضغط الطبقات التي تعلوها مما يؤدي إلى تكوُّن الصخور الرسوبية.

مميزات الصخور الرسوبية:

تتميز الصخور الرسوبية بما يأتي:

١ – غالباً توجد في شكل طبقات متتالية، كما في الشكل (١٣).

٢ – تحتوي على الحفريات وهي بقايا وآثار الكائنات الحية سواء الحيوانية أو النباتية المتحجرة (أي أنها تحتوي أدلة عما حدث في الماضي على سطح الأرض).

شكل (١٣) طبقات صخور رسوبية

٣ – لهـــا بعض الظواهر الخـــاصـــة كالتموجات الصغيرة والتي غالباً تظهر على سطح الصحاري الرملية بفعل الرياح وكذلك شقوق الطين التي نراها إذا ما جفت السطوح الطينية بفعل حرارة الشمس، شكل (١٤) .

شكل (١٤) بعض الظواهر الخاصة بالصخور الرسوبية

٤ – ليست متبلورة إنما تتكون من دقائق (حبيبات) متلاحمة .

ويهمنا أن نعرف أن الكثير من الصخور الرسوبية تعتبر ذا فائدة اقتصادية، فبعضها يحتوي على مصادر الطاقة مثل النفط والغاز، وبعضها الآخر يشكل خامات للحديد والألومينيوم والنحاس وغيرها، كما أنها مصادر أساسية لمواد البناء .

نشـــاط (٢٧)

نفذ النشاط الخاص بكيفية تكون الصخور الرسوبية في كتاب الأنشطة والتجارب العملية .

تصنيف الصخور الرسوبية :

تصنف الصخور الرسوبية حسب طريقة تكوينها وظروف نشأتها إلى قسمين رئيسيين هما :

أولاً : الصخور الرسوبية الفتاتية Clashc Sedimentary Rocks

وهي الصخور المكونة من قطع مفتتة من صخور سابقة، نقلت وترسبت دون أن يحدث لها أي تحلل كيميائي، وعلى الرغم من إمكانية احتواء هذا النوع من الصخور على فتات من أنواع صخرية مختلفة إلا أن المعادن الطينية والكوارتز هي المكونات الأساسية لها . كما أنها تحتوي على معادن شائعة، منها الفلسبار و الميكا وغيرها .

ويمكن تمييز ثلاثة أنواع رئيسية من الصخور الرسوبية الفتاتية حسب حجم الحبيبات المكونة لها، كما هو مبين في الجدول (٤)، وستلاحظ أن حدود كل فئة حجميه تشكل نوعاً من الصخور الفتاتية .

جدول (٤) تصنيف الصخور الفتاتية

حدود الفئة (مم)	اسم حبة الفتات	اسم الفتات أو الراسب	اسم الصخر	النسيج
أكبر من ٢٥٦ ٢٥٦–٦٤ ٦٤–٤ ٤–٢	Boulder جلمود Cobble حصاة كبير Pebble حصاة Granuler حبيبة	(حصى) حصباء Gratvele	صخور كبيرة الحبيبات، مثل: بريشيا كونجلوميرات	خشن
٢- $\frac{١}{١٦}$	Sand رمل	Sand رمل	 حجر رملي	متوسط
$\frac{١}{١٦}$ - $\frac{١}{٢٥٦}$	Silt غرين Clay طين	Mud طين	صخور دقيقة الحبيبات، مثل: حجر طيني طفل	ناعم

وتلعب التيارات المائية والهوائية دوراً بارزاً في تصنيف أنواع الفتات الصخري. فكلما زادت سرعة التيار زادت مقدرته على حمل فتات كبير الحجم. فمثلاً تنقل الحصباء (الحصى) بواسطة مياه الأنهار أو الانزلاقات الأرضية، أما الرمال فيلزم لنقلها طاقة أقل بكثير، وعندما تقل سرعة التيار في النهر يبدأ الفتات بالترسب مبتدءاً بالفتات الأكبر، ويليه الأصغر فالأصغر، أما الطين فيترسب في أجواء مائية راكدة.

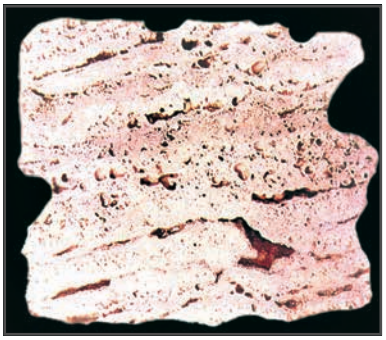
ثانياً: الصخور الرسوبية اللافتاتية (Nonclastic Sedimentary Rocks)

وينقسم هذا النوع من الصخور إلى نوعين، هما:

١- **صخور رسوبية لا فتاتية كيميائية**: وتتكون هذه الصخور نتيجة لبخر السوائل في المحاليل الملحية، وترسب المواد المعدنية منها والمعدن الذي يترسب أولاً هو المعدن الأقل ذوباناً، أما المعدن الأكثر ذوباناً فيترسب في المرحلة النهائية. وعلى أساس التركيب المعدني يمكن تمييز ثلاث أنواع من الصخور الرسوبية الكيميائية:

أ - **صخور رسوبية كيميائية جيرية**: وتتكون نتيجة ترسيب كربونات الكالسيوم من المحاليل الجيرية (كربونات الكالسيوم الهيدروجينية)، ومن أهم الصخور الجيرية الكيميائية ما يأتي:

١. **الحجر الجيري** Limestone: وهو من أكثر أنواع الصخور الرسوبية شيوعا بعد الصخور الطينية والحجر الرملي. ويتكون في غالبيته من كربونات الكالسيوم، ومن أنواعه الترافرتين (Travertine) وهو الرواسب الذي تتكون حول الينابيع الحارة. كما في شكل (١٥)، وكذلك الإستلاكتايت والاستلاجمايت (الصواعد والهوابط) وهي أعمدة جيرية تتكون في الكهوف نتيجة لتحلل كربونات الكالسيوم الهيدروجينية (بيكربونات الكالسيوم) بالحرارة، شكل (١٦).



شكل (١٥) صخر الترافرتين

شكل (١٦) صواعد وهوابط جيرية

٢. **الدولوميت** Dolomite: ويتكون من كربونات الكالسيوم وكربونات الماغنيسيوم نتيجة لإحلال عنصر الماغنيسيوم محل الكالسيوم في الصخور الجيرية، كما في شكل (١٧). وتوجد الصخور الجيرية في مناطق متعددة في اليمن منها: عمران، المهرة وحضرموت، والشحر، وتهامة، وتعز.

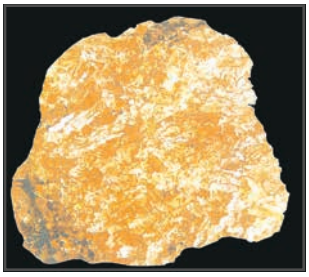
شكل (١٧) صخر الدولوميت

ب- **صخور رسوبية كيميائية سيليكية**: تتكون من ترسب السيليكا (SiO_2) من المحاليل المائية الحارة، مثل صخر الصوان (Chert)، وهناك أنواع كثيرة من صخر الصوان الذي يتميز بقساوته، فهو يخدش السكين والزجاج ولا يتفاعل مع (HCl)، شكل (١٨).

شكل (١٨) صخر الصوان

جـ- **المتبخرات** Evaporites: وهي صخور رسوبية نتجت بفعل تبخر المحاليل الملحية في البحيرات والبحار حسب درجة ذوبانها في الماء بالترتيب الآتي:

١. **الجبس** Gypsum: وهو من الصخور الملحية التي تترسب بكميات ضخمة نتيجة تبخر مياه البحيرات والبحار المقفلة وخاصة عندما يتبخر ٣٧٪ من مائها، ويتكون من كبريتات الكالسيوم المائية كما في شكل (١٩)، ويوجد في مناطق عديدة من اليمن مثل الصليف حيث يكون مرافقاً للملح الصخري.



شكل (١٩) جبس

٢. **الأنهيدريت** Anhydrite: (كبريتات كالسيوم لامائية) ويتكون مع الصخور الملحية الأخرى كالجبس وملح الطعام ويوجد عاده على شكل طبقات متبادلة مع طبقات الجبس لذا يعتقد أن الجبس تكون من الأنهيدريت بعد اتحاده بالماء، شكل (٢٠).

شكل (٢٠) أنهيدريت

٣. **الملح الصخري** Rock Salt: ويتكون في حالته النقية نتيجة ترسيب كلوريد الصوديوم من مياه البحيرات المالحة بسبب البخر الشديد، خاصة عندما يتبخر أكثر من ٩٠٪ من ماء البحيرات، بعد ترسب أملاح الكبريتات كالجبس والأنهيدريت؛ لذا فإن طبقات الملح الصخري توجد

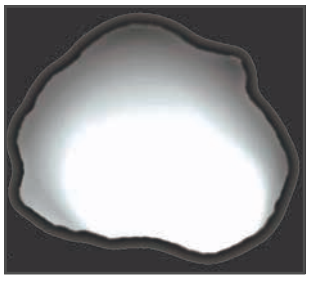
عادة فوق طبقات الأنهيدريت والجبس، ويوجد في مناطق الصليف، واللحية، ومأرب، شكل (٢١).

شكل (٢١) ملح صخري

٤. **الرواسب الملحية البوتاسية**: وهذه تترسب بعد ملح الطعام لأنها شديدة الذوبان في الماء، وتوجد هذه الرواسب عادة مختلطة مع الملح الصخري كشوائب فيه، أو تتكون في طبقات رقيقة تعلو طبقات الملح الصخري.

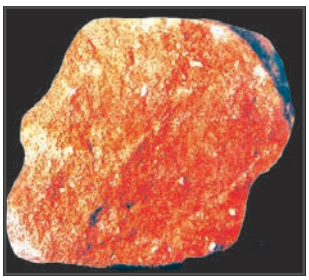
٢- **صخور رسوبية لافتاتية عضوية**: وهي الصخور الرسوبية التي تكونت من تراكم أو تحلل بقايا الكائنات الحية الحيوانية والنباتية التي تماسكت على هيئة صخور نتيجة للضغط الواقع عليها من ثقل الرواسب التي تعلوها، ومن أمثلتها:

أ - **الحجر الجيري العضوي** Organic Limestone: وهو أهم الصخور الجيرية وأكثرها انتشاراً ويتكون من تراكم قشور وأصداف وهياكل الحيوانات وبعض النباتات البحرية بعد موتها، ويمثل ٩٠٪ من الحجارة الجيرية الرسوبية، ومن الأنواع الصخرية الجيرية الحجر الجيري الصدفي والحجر الجيري المرجاني والحجر الطباشيري Chalk الذي يتميز بلونه الأبيض ونعومة ملمسه، ويتكون في مياه البحار العميقة نتيجة لتراكم هياكل الحيوانات الأولية وحيدة الخلية المعروفة بالفورامنيفرا، كما في شكل (٢٢).


شكل (٢٢) حجر طباشيري

ب - **الرواسب الكربونية** Carbonaceous Deposits: ومن أمثلتها: الفحم الحجري أو الأنثراسيت Anthracite، وهو صخر أصم أسود اللون، يتكون في غالبيته من بقايا نباتات دفنت في الأعماق وتحولت إلى فحم حجري، وتتراوح نسبة الكربون فيه بين ٩٠٪ إلى ٩٥٪ ويحترق بلهب قليل الدخان، شكل (٢٣).

شكل (٢٣) فحم حجري



شكل (٢٤) فوسفات

جـ- صـخـور الفـوسـفـات Phosphate Rocks :

وهي صـخـور رسـوبـيـة تتكـون من فـوسـفـات الكالسـيـوم ومـواد أخـرى نشـأت بفـعـل تراكم عظام حيوانات بحرية، كما في شكل (٢٤)، وتستـعـمل كـسـمـاد بـعـد تحـويلهـا إلى سـوبر فوسفات بحيث تصبح قابلة للذوبان في الماء.

نشـــاط (٢٨)

نفذ النشاط الخاص بتصنيف الصخور الرسوبية والتعرف عليها في كتاب الأنشطة.

ثالثاً: الصخور المتحولة Metamorphic Rocks

وهي الصـخـور التي تنتج عن تحـول الصـخـور النارية و الرسـوبـيـة والمتحـولـة بفـعـل تغيرات طبيعية وكيميائية كالضغط والحرارة والنشاط الكيميائي للسوائل، ونتيجة لذلك يحصل تغيرات في الخواص الطبيعية والكيميائية والمعدنية لهذه الصخور.

- فما تعريفك للتحول؟

يمكنك تعريف التحول بأنه التغير الذي يطرأ على نسيج الصخر أو تركيبه المعدني أو كليهما وهو في الحالة الصلبة، ويتكون الصخر المتحول نتيجة إعادة تبلور للصخور لتعطي معادن تتناسب مع الحرارة والضغط، وإعادة ترتيب نسيج الصخر بحيث يؤدي إلى تكوين الصخور المتحولة، وتتميز هذه الصخور بالآتي:

١ – تتألف من حبيبات بلورية متفاوتة الحجم ومتنوعة في الشكل والتركيب.

٢ – تكون بنية الصخور المتحولة إما بشكل صفائح مكدسة متداخلة وإما بشكل طبقات تبدو وكأن فيها عروقاً متتالية.

٣ – لا تحتوي على أحافير حيوانية أو نباتية، لأنها تزول من الصخور الرسوبية التي تتحول حين تعرضها للحرارة والضغط.

٤ – توجد عادة في الطبيعة بين الصخور النارية والصخور الرسوبية .

٥ – تحتوي على معادن خاصة مميزة لها، مثل التلك والكيانيت.

عوامل التحول:

هناك عوامل مختلفة تؤثر مجتمعة أو منفردة على الصخور أثناء تحولها.

- ما العوامل التي تؤثر في تحول الصخور؟
- ما دور كل عامل منها في عملية التحول؟

ويمكن تحديد عوامل التحول ودور كل منها، كما يأتي:

١- **الحرارة**: تعتبر الحرارة من أهم عوامل التحول، والتحول بواسطة الحرارة يتم بالقرب من سطح الأرض عندما تخترق الماجما الصخور في طريقها نحو السطح، أي عندما يتم دفن الصخور القريبة من السطح في الأعماق، حيث تزداد درجة الحرارة بازياد العمق. ويتلخص دور الحرارة في إحداث التحول في مقدرتها على إضعاف الروابط الكيمائية بين الأيونات والذرات وبالتالي تسهيل انتقال أيون ما من معدن لمعدن أخر، وبالتالي تكوين معادن جديدة هي معادن الصخر المتحول.

٢- **الضغط**: يزداد بزيادة العمق نتيجة لثقل الصخور وفعل الجاذبية، ويكون في الأعماق الكبيرة منتظماً أومتساوياً من جميع الجهات ويعمل على تغيير الحجم. أما في الأعماق الأقل فإن الضغط يحدث تغيرات في بنية الصخور، فتصبح متحولة. ويتلخص دور الضغط في إحداث التحول في إنتاج معادن جديدة ذات حجوم أقل من حجوم معادن الصخر الأصلي.

٣- **النشاط الكيمائي للسوائل**: يعتبر الماء أكثر السوائل النشطة كيمائيا، إذ أنه يتسرب إلى الفراغات البينية (بين الحبيبات الصخرية)، كما يوجد كمكوِّن رئيسي لمعادن بعض الصخور، ومع ارتفاع درجة الحرارة والضغط يعمل الماء كوسط ناقل إذ تنتقل بواسطته بعض الأيونات من معدن إلى آخر.

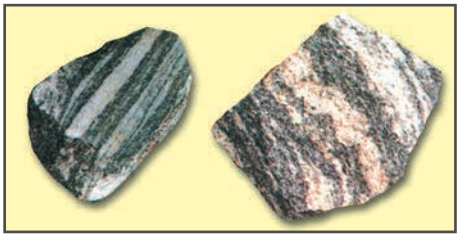
تصنيف الصخور المتحولة:

تصنف الصخور المتحولة وفقا لأشكال نسيجها الصخرى إلى مجموعتين أساسيتين، هما:

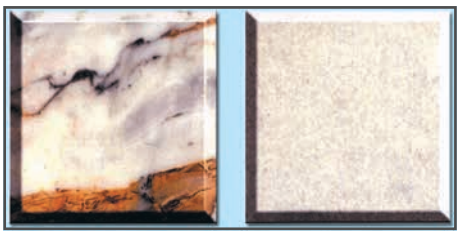
١- **الصخور المتورقة** Foliated Rocks: وتضم صخوراً رقيقة الطبقات، وتتكون نتيجة لارتفاع درجة حرارة الصخور المصحوب بالضغط الذي قد يكون شديداً فتتسطح البلورات وتفقد شكلها البلوري الخارجي وتتخذ نسيجاً رقائقياً

مثل الشست (Schist) المتحول من الصخر الطيني، والأردواز (Slate) المتحول من صخر الطفل (الغضار)، كما في شكل (٢٥). وقد لا يكون الضغط المصاحب شديداً، مما يجعل بعض البلورات تتخذ هذا الشكل الرقائقي، وهي عادة الأقل صلابة، والبعض يحتفظ نوعاً ما بشكله الأصلي، كما في صخور النايس (Gneiss) المتحول من صخر الجرانيت، شكل (٢٦).

شكل (٢٥) صخو متورقة


شكل (٢٦) صخر النايس

٢ – **الصخور غير المتورقة Nonfoliated Rocks**: وهي الصخور التي لا يظهر أي أثر للضغط عليها فيبدو نسيجها أشبه بالصخور النارية، إلا أن تأثير العوامل الأخرى كالحرارة والسوائل النشطة كيميائياً ينعكس على تركيبها بحيث يمكن التعرف عليها بسهولة، ومن أمثلتها: الرخام (Marble) المتحول من الحجر الجيري شكل (٢٧)، والكوارتزيت (Quartzite) المتحول من الحجر الرملي شكل (٢٨)، وصخر الهورنفلس (Homfels) المتحول من الصخور الطينية .


شكل (٢٧) الرخام

شكل (٢٨) الكوارتزيت

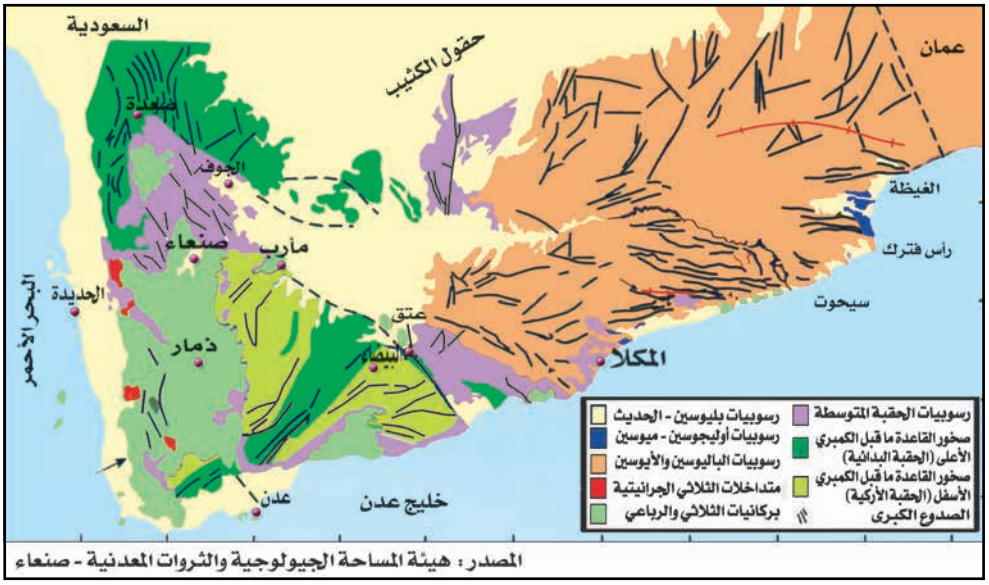
نشـــاط (٢٩)

نفذ هذا النشاط الخاص بتصنيف الصخور المتحولة والتعرف عليها في كتاب الأنشطة.

المعادن والصخور الاقتصادية في اليمن

تتمتع اليمن بوجود عدة وحدات صخرية مناسبة لتركيز عناصر لمعادن مختلفة. وعلى الرغم من وجود بعض الدراسات الاقتصادية لبعض الوحدات الصخرية إلا أن هناك أجزاء كبيرة من البلاد مازالت معادنها وصخورها غير مدروسة أو معروفة، ولم تستغل اقتصادياً بعد.

انظر الخريطة الموضحة في الشكل (٢٨)، ولاحظ الألوان التي تبين الوحدات الصخرية المختلفة، وأنواعها، وزمن تكونها، وأماكن توجداها .



شكل (٢٨) خريطة جيولوجية لليمن

وتنقسم المعادن والصخور الصناعية في اليمن إلى قسمين، هما :

أولاً : رواسب الخامات الفلزية Metalic Ore Deposits

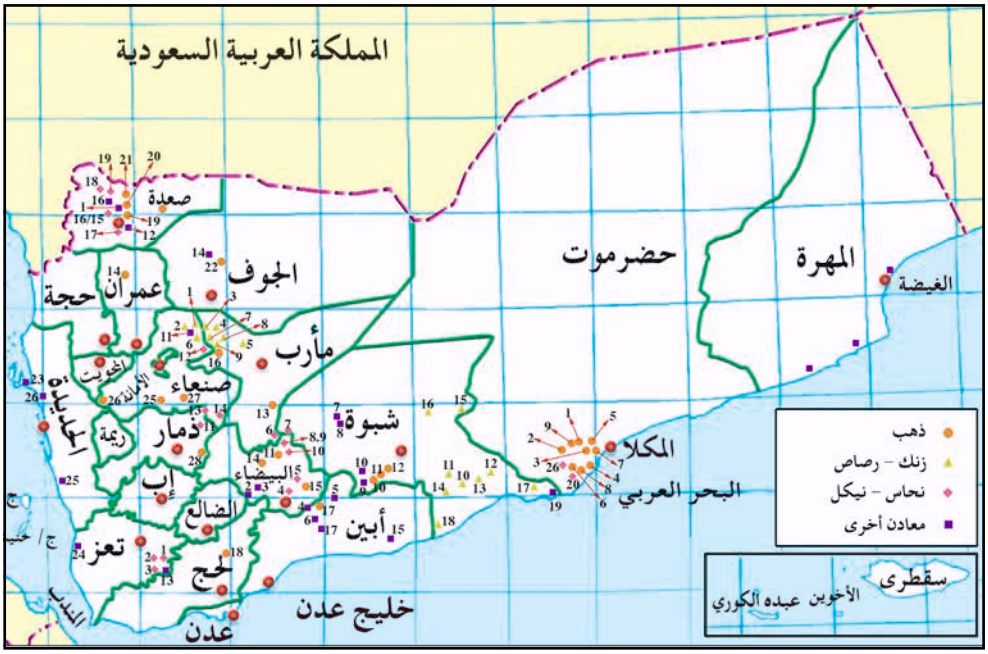
- ما المعادن الفلزية؟، ولماذا سميت بالفلزية؟

إنها الرواسب التي تحتوي على معدن أو أكثر سواء كانت المعادن حرة منفردة (Native) أو أكاسيد أو كربونات أو كبريتات أو غيرها،بحيث يمكن استخلاص فلز أو أكثر منها، ومن أمثلتها معدن المالاكيت ومعدن الأزيوريت واللذان يستخلص منهما

فلز النحاس، ومعدن الهيماتيت الذي يستخلص منه فلز الحديد، ومعدن الجالينا الذي يستخلص منه فلز الرصاص. وتتواجد هذه الفلزات في تجمعات موضحة كما يأتي:

١ - **تجمعات النحاس - النيكل - الكوبلت**: انظر الخريطة في الشكل (٢٩) وتعرف منها على أماكن وجود النحاس والنيكل. ستلاحظ أنها توجد في صخور المنطقة الجنوبية (جنوب تعز) والمنطقة الجنوبية الشرقية (البيضاء). حيث تتركز في نطاق الحامورة – الشقات– المنارة، ونطاق جبل الهتاري، ونطاق وادي الزبيرة (جنوب تعز) ومنطقة جبل المعادن، ومنطقة الفضحة (شعب البير، وشعب كوبرا، ومهده، وشمال وجنوب المصنعة) في البيضاء. ويوجد النحاس –النيكل مرافقاً لصخور مختلفة من أهمها الصخور القاعدية التابعة لعصر ما قبل الكمبري، وفي الصخور المتحولة عروق (المرو) والكوارتز المتداخلة مع النيس والجرانيت وغيرها، كما يوجد النحاس والنيكل والكوبلت في هذه الصخور على شكل معدن الملاكيت الأخضر والأزيوريت الأزرق اللون، والكلوفليت (CuS) والكالكوسيت (Cu_2S) وغيرها. ويوجد على شكل كتلي متناثر في الصخر أو في شكل عروق. أما تقديرات احتياطي الخام الأولية فقد قدر بحوالى ٤,٤٦٤,٠٠٠ طن من الخام، على أساس ٨,٣٢٪ نحاس و ٧٢,٠٪ نيكل في المنطقة الجنوبية (الحامورة).

٢- **تجمعات الحديد**: يوجد الحديد في البيضاء ومحافظة صعدة، وتشير الدراسات إلى تواجد ما يزيد من ثمانية مواقع لتمعدنات الحديد في البيضاء من أهمها صباح، وأشعب، وجبل المعادن والهج وحنكة علي وغيرها، أما في محافظة صعدة فإن أهم المواقع هي: جبل المائدة، وقدامي، جبل القرن، وجبل عبلة، وجبل أيوب، انظر الخريطة في الشكل (٢٩). وهناك نوعان من رواسب الحديد أولهما النوع الرئيسي الذي يتواجد على هيئة نطاقات متبادلة من معادن الماجنتيت والهيماتيت ذات تراكيز متفاوتة ومتداخلة مع صخور الرخام. ويعتبر هذا النوع من أصل رسوبي متحول مصاحب لصخور بركانية متوسطة. أما النوع الثاني من رواسب الحديد فتتواجد مصاحبة لمتداخلات صخور الديوريت المتوسطة والدقيقة الحبيبات، ويتواجد الخام على هيئة عدسات متبادلة مع معادن الأبيدوت ($Ca_2(Al.Fe)_3\ (OH)(SiO_4)_3$) والماجنتيت.



شكل (٢٩) خريطة لأماكن تواجد المعادن الفلزية

الـذهب	معادن أخرى	
ويوجد في حوالي ٢٨ موقع أهمها: في حضرموت وصعده، والبيضاء، والجوف، وشبوة.	١- المسنة (Fe)	١٣ - حيفان (Mo)
زنك- رصاص	٢ - سبأ (Fe)	١٤ - وادي هنية (W)
ويوجد في حوالى ١٨موقع أهمها في شبوة والجوف.	٣ - ثمانية معادن أخرى في البيضاء	١٥ - أحور (U)
النحاس - النيكل	٤ - مكيراس (Fe)	١٦ - وادي مروان/النشور (U)
ويوجد في حوالى ٢٦ موقع أهمها في تعز والبيضاء وحضرموت.	٥ - ريدات (Fe)	١٧ - لودر (REE)
	٦ - ماجل (Fe)	١٨ - ريدات (رمل /Ti-Fe)
	٧ - صربان (W)	١٩ - السفال (رمل /Ti-Fe)
	٨ - القفية (W)	٢٠ - سيحوت (رمل /Ti-Fe)
	٩ - مجب (W)	٢١ - القاعدة (رمل /Ti-Fe)
	١٠ - صبحان (W)	٢٢ - قشن (رمل /Ti-Fe)
	١١-جبل الصعدي(W-sn)	٢٣- الصليف (رمل /Ti-Fe)
	١٢ - جبل قهللة (Sn)	٢٤ - وادي رسيان (رمل/Ti-Fe)
		٢٥ - الطياف (رمل /Ti-Fe)
		٢٦ - العرق (رمل /Ti-Fe)

وقد اشتهرت مدينة صعدة بإخراج الحديد بكميات اقتصادية، حيث لعبت دوراً هاماً في صناعة الأسلحة والسيوف منذ التاريخ القديم، ومازالت آثار التعدين باقية حتى الآن فيها. ويوجد الحديد متكوناً من خليط من معادن الهيماتيت والجوتيت الناتجة عن عملية الأكسدة المستمرة لكتلة البيريت والبيروتيت المتواجدة في صخور ما قبل الكمبري.

٣- **تمعدنات القصدير والتنجستن**: يوجد معدن القصدير (الكاستريت SnO_2) بنسبة متوسطة ٠,٠٠٥ ٪ في جبل قهلله الواقع على بعد ١,٥ كم شرق مدينة صعدة، في عروق المرو والفلسبار، وعلى هيئة حبيبات تشبه بيض الحمام. كما توجد تمعدنات القصدير والتنجستن والفراميث ($(Fe,Mn)WO_4$) في بعض المناطق الشمالية من اليمن ضمن صخور الجرانوديوريت مثل منطقة برط، ووادي أم ليلة، ووادي مروان وغيرها، انظر الخريطة شكل (٢٩).

٤ - **الذهب**: انظر الخريطة شكل (٢٩) وتعرف منها على أماكن تواجد الذهب. تلاحظ أن الذهب يتواجد في مناطق عديدة من أهمها المناطق القديمة في شمال مدينة صعدة (مثل وادي مروان)، والمناطق الجنوبية الشرقية (مثل وادي مدن بحضرموت)، والشمالية الشرقية (مثل حبل المعادن والفضحة، والجوف). ويتواجد الذهب مصاحباً لترسبات معادن فلزية أخرى، مثل النحاس على شكل بلورات دقيقة في صخور عروق المرو المتواجدة على هيئة عدسات منضغطة في الصخور البركانية – المتحولة والصخور الرسوبية – المتحولة (حزام صعدة) وفي صخور الأوفوليت (منطقة شرق الحزم)

٥ - **تجمعات الرصاص - الزنك - (الفضة)**: تتواجد تمعدنات الرصاص والزنك في الصخور الرسوبية المتحولة التابعة لحقب ما قبل الكمبري في المنطقة الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية من اليمن في مواقع عديدة، انظر الخريطة شكل (٢٩) وتعرف منها على أماكن تواجد تمعدنات الرصاص والزنك.

ثانياً: الرواسب المعدنية اللافلزية (الصخور والمعادن الصناعية)

تشمل هذه المجموعة جميع صخور القشرة الأرضية التي يمكن أن يستخدمها الإنسان في أنشطته المختلفة مثل الصناعة أو البناء أو الزراعة. ويستثنى من ذلك خامات المعادن الفلزية.

- فكيف نفرق بين الخامات الفلزية والصخور الصناعية؟

الصخور الصناعية يستعملها الإنسان مباشرة أو بعد تنقيتها وتركيزها بطرق فيزيائية بسيطة مثل التكسير والطحن والغسل والفرز ونحو ذلك. بينما الخامات الفلزية تحتاج إلى عمليات صهر وتفاعلات كيميائية، والتي تكون أحياناً معقدة لاستخلاص الفلزات منها، وأهم هذه الخامات المعدنية اللافلزية في اليمن هي:

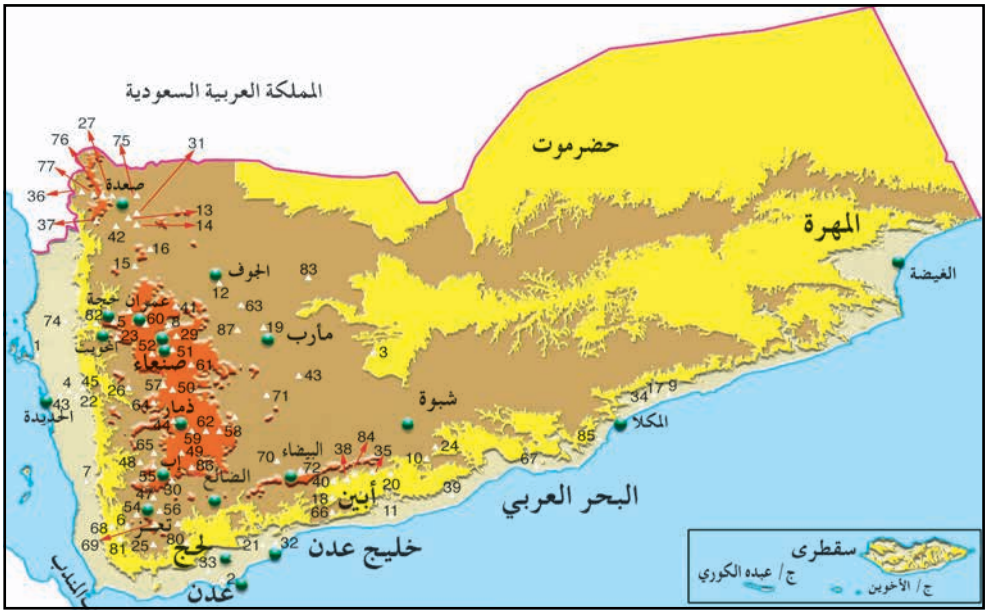
١- الملح الصخري ($NaCl$) : ويعد من الخامات الصناعية الهامة ويوجد على هيئة بلورات أو كتل حبيبية متبلور ويترسب من مياه البحار المغلقة ضمن الطبقات الرسوبية، ويكون مصاحباً للجبس والأنهيدريت والأطيان أو الحجر الرملي.

- أين يوجد الملح الصخري في اليمن ؟

ويقدر احتياطي الملح الصخري في اليمن بأكثر من ٣٠٠ مليون طن ونقاوته تقدر بحوالي ٩٨٪ ويستغل الملح من منجمي الصليف محلياً ويصدر كميات كبيرة منه إلى الخارج. ويوجد الملح في الطبيعة على هيئة قبة ملحية تعلوها رواسب الجبس والأنهيدريت والحجر الرملي المحمر، كما في الصليف شكل (٣٠)، وهي تتبع عصر الميوسين.

شكل (٣٠) منجم ملح الصليف

انظر إلى الخريطة في الشكل (٣١)، وتعرف منها على الأماكن التي يوجد بها الملح الصخري. ستلاحظ أن الملح الصخري يتكشف في مناطق عديدة مثل: الصليف، جبل قمة واللحية (الحديدة)، وصافر (مأرب)، وبيحان (شبوة).



شكل (٣١) خريطة لأماكن تواجد المعادن اللافلزية

١- الصليف- ملح وجبس
٢ - خور مكسر- ملح
٣ - شبوة- ملح
٤ -باجل- إسمنت
٥ - عمران - إسمنت
٦ -المفرق- إسمنت
٧ - حيس - جبس وطين
٨ - الخلقة - جبس
٩ - غيل باوزير - جبس
١٠ - ميفعة - جبس
١١- أحور- جبس
١٢ - القناوص - جبس
١٣ - وادي لاعة - حجر جيري
١٤ - وادي مذهب- حجر جيري
١٥- خمر- حجر جيري
١٦- وادي شرس - حجر جيري
١٧- عبدالله غريب- حجر جيري
١٨ - أم قوس - حجر جيري
١٩ - جبل البلق - حجر جيري
٢٠ - وادي مرك - حجر جيري
٢١- با تيس - حجر جيري
٢٢ - جبل السلفية- حجر جيري
٢٣- ذيبان - رمل السيلكان
٢٤- حبان - كوارتزايت
٢٥ - جبل المنصورة - حجر رملي
٢٦ - وادي عكبرة - حجر رملي
٢٧ - جبل دلعان - حجر رملي
٢٨ - سيلة بله - كوارتزايت
٢٩ - منطقة صنعاء - معادن الطين
٣٠ - إب - معادن الطين
٣١ - صعدة - معادن الطين
٣٢- لكيدة - معادن الطين
٣٣- لحج - معادن الطين
٣٤ - فلة السفلى - معادن الطين
٣٥ - مودية - معادن الطين
٣٦ - مدك - كوارتز وكاولين
٣٧ - حيران - فلسبار ، بجماتيت
٣٨ - مودية - لسبار ، بجماتيت
٣٩ - عرقة - فلورايت
٤٠ - جبلي باريت
٤١ - مسريق - تلك
٤٢ - حريب - تلك
٤٤- ذمار - طف واجنمبرايت
٤٥- مناخة - طف واجنمبرايت
٤٦ - الراهدة - طف واجنمبرايت
٤٧- القاعدة - طف واجنمبرايت
٤٨ - دلما - طف واجنمبرايت
٤٩ -عباصر - طف واجنمبرايت
٥٠ - زراجة - طف واجنمبرايت
٥١ - صنعاء - طف واجنمبرايت
٥٢ - الرضمة - طف واجنمبرايت
٥٣ - الخشم - طف واجنمبرايت
٥٤- حبيل جبر- بازلت
٥٥ - المخادر- طف واجنمبرايت
٥٦ - مقصصة - بازلت
٥٧- معبر- بازلت
٥٨ - مصبانة - بازلت
٥٩ - ورقه - بازلت
٦٠ - الرونة - بازلت
٦١- جحانة - بازلت
٦٢ - أماكن متعدده ذمار-بيومس ورماد بركاني
٦٣ - الخشب - بيومس ورماد بركاني
٦٤ - دوعان - بيومس ورماد بركاني
٦٥ - بناء / هلايل- بيومس ورماد بركاني
٦٦- شقرة - بيومس ورماد بركاني
٦٧- بير علي- بيومس ورماد بركاني
٦٨- وادي العقمة - جرانيت
٦٩- جبل سورق - جرانيت
٧٠ - الحيكل - جرانيت
٧١- السوادية - جرانيت
٧٢ - المحرق- جرانيت
٧٣ - بيرندي - جرانيت
٧٤ - الدهنة - جرانيت
٧٥ - السويدة - جرانيت
٧٦ - جبل عبلة - جرانيت
٧٧ - غلف - جرانيت
٧٨ - جبال الاسود - جرانيت
٧٩- النقب - جرانيت
٨٠ - شبان / وادي مقصب - رخام
٨٢ - جبل أبو جنب / وادي شرس رخام
٨٢ - جبال الثانية - رخام
٨٤ - القرية- رخام
٨٥ - الفوه - رخام
٨٦ - دمث - ترافرتين
٨٧- مأرب - ترافرتين

وأهم استعمالات الملح الصخري أنه يستخدم:

- كملح للطعام وفي حفظ الأغذية ومعالجة المياه.
- إنتاج الصوديوم والكلور والصودا الكاوية.
- في صناعة البلاستيك والورق والمنظفات والزجاج والسراميك.
- في حفر آبار النفط.

٢- الجبس ($CaSO_4 .2H_2O$): وهو معدن طبيعي يتكون من كبريتات الكالسيوم المائية، ويتميز ببياض لونه، وإمكانية تحويله إلى عجينة باريس (Plaster of Paris) وذلك بإزالة الجزء الأكبر من ماء التبلور عند تسخينه إلى درجة تتراوح بين ١١٠- ١٢٠درجة مئوية، كما يتميز بقلة قساوته (صلابة ٢)، مما يجعله سهل الطحن وبذا يسهل تصنيعه، ويستخدم الجبس في:

- أغراض التشييد وأعمال النقوش والديكور.
- الأغراض الطبية لعمل جبائر كسور العظام.
- صناعة الإسمنت، حيث يضاف مطحوناً وناعماً بنسبة (٣ -٥ ٪) كمادة مبطئة لعملية تصلب الإسمنت.
- صناعة السيراميك وكمادة مالئة في صناعة الورق والدهانات.
- معالجة بعض أنواع التربة للتخلص من ملوحتها بإضافة الجبس الخام إليها.

- أين يوجد الجبس في اليمن؟

انظر إلى الخريطة شكل (٣١) وتعرف منها على أماكن وجود الجبس، ستلاحظ أن الجبس يوجد في مناطق كثيرة، أهمها: الغراس، بيت دحرة، والخلقه، وبنى ستر والمحاجر (صنعاء)، والكنائس (مأرب)، كما يوجد بسماكات كبيرة في أحور والمحفد (أبين)، وفي الرضوم (شبوة)، وفي غيل باوزير وغبر الحفارة (حضرموت)، وفي المهرة، أما في الصليف فيوجد مصاحباً للملح، ويقدر احتياطي الجبس في اليمن بأكثر من ١٦٠ مليون طن.

شكل (٣٢) معدن الزيولايت

٣- معادن الزيولايت: وهو عبارة عن (سيليكات الألومينيوم والصوديوم والكالسيوم المائية). انظر إلى الصورة شكل (٣٢)، ستجد أن المادة البيضاء فيها تمثل طف بركاني (رواسب بركانية)

يغلفها معدن الزيولايت الأبيض، ويحوي الزيولايت حوالي ٤٠ نوعاً من المعادن التي تتكون نتيجة التجوية الكيميائية للطف البركاني، ويتميز معدن الزيولايت بخفة وزنه وهشاشته ووجود فراغات وقنوات متصلة كثيرة به، وهو ذو ألوان مختلفة فمنه: البرتقالي، والأصفر الفاتح، والأخضر الفاتح، وعديم اللون، أو الأبيض.

كما يتميز بمقدرته العالية على استبدال الأيونات الموجبة من المحاليل، وعلى امتصاص الغازات والماء. ويستخدم في صناعة الإسمنت الخفيف الوزن، وصناعة المنظفات، والصابون، والورق، والمطاط، وتغذية الحيوانات، والطيور، وفي تحسين التربة – كسماد بطيء التحرير–، وحافظ للرطوبة، وفي معالجة الفضلات الذرية والمعدنية، والمياه العادمة، وتنقية الغازات، وتنقية وترشيح المياه، والتجفيف، والتخلص من الروائح الكريهة.

– أين يوجد الزيولايت في اليمن؟

انظر إلى الخريطة شكل (٣١) وتعرف منها على أماكن وجود الزيولايت.

– ما نوع الصخور التي تتوافر في تلك الأماكن؟

وتوجد معادن الزيولايت ضمن صخور مجموعة بركانيات اليمن في صخور الطف (Tuff) (وهي رواسب بركانية ذات تركيب بازلتي) والرماد البركاني المصاحبة لصخور الزجاج البركاني.

ويتكشف الزيولايت في مناطق أهمها: العدنة، والبرح (تعز)، والقاعدة، والقبة (إب)، ومارية، والجبة، وحبل هداد، والحداء، والكولة (ذمار). ويقدر احتياطي الزيولايت بأكثر من ٥٠٠ مليون متر مكعب.

٤– الرمل الزجاجي:

– من أي المعادن تصنع الأدوات الزجاجية التي نستعملها كثيراً في حياتنا اليومية؟

عادة ما يصنع الزجاج الشفاف والملون أساساً من الرمل الزجاجي الأبيض النقي بالإضافة إلى معادن الدولوميت والفلسبار والصودا (كربونات الصوديوم)، وكبريتات الصوديوم، والحجر الجيري. والرمل الزجاجي يدخل في الصناعة لأن صفاته الكيميائية والفيزيائية مناسبة لهذه الصناعة، ويتميز الرمل الزجاجي بخصائص فيزيائية أهمها:

أ – يتكون أساساً من معدن الكوارتز، حيث تصل نسبته إلى حوالي ٩٩ ٪ في الرمل.

ب– تتميز حبيباته بقساوتها (٧ بمقياس موهس) وخمولها كيميائياً، ولذا يمكن استعماله كمادة صاقلة (صنفرة) وفي قوالب سبك المعادن، وكمرشحات في تنقية المياه ومعالجة المياه العادمة.

جـ- معدن الكوارتز يتركب من أكسيد السليكون وتصل نسبته في الرمل إلى أكثر من ٩٨٪ وهذه النسبة العالية تجعله يستخدم في صناعة الأنواع المختلفة من الزجاج، والألياف الزجاجية، وسليكات الصوديوم، واستخراج عنصر السليكون. ويستخدم الكوارتز أيضاً في تحضير مواد كيميائية متعددة، إذ يدخل في صناعة كربيد السليكون (SiC) الذي يعتبر من الخامات الأساسية للسيراميك المتطور.

د - تمتاز حبيباته بأنها بيضاء نقية، لذا يطحن ناعماً ويستخدم كمادة مالئة في صناعة الدهانات والمطاط وغيرها، كما يستخدم كمواد ركام في مجال الإنشاءات.

- أين يوجد الرمل الزجاجي في اليمن؟

تأمل الخريطة شكل (٣١) وتعرف علي أماكن وجود الرمل الزجاجي، ستلاحظ أنه موجود بكميات كبيرة في مناطق متعددة من اليمن، مثل: منطقة حبان (أبين)، ومنطقة ثقبان، ووادي ظهر (صنعاء)، ومنطقة المنصورة (تعز)، ومنطقة أكبرة، وبني عوير، وجبل براش، وجبل دلعان، وجبل عبلة، ووادي حرد (صعدة)، وجبل الضامر (الحديدة)، وسيلة بله (لحج). ويقدر احتياطي الرمل الزجاجي بأكثر من ١٦٠ مليون متر مكعب.

شكل (٣٣) وراسب رمل الزجاج (حبان)

ويوجد الرمل الزجاجي في اليمن على هيئة طبقات سميكة كتلية، شكل (٣٣) تقع ضمن رواسب الباليوزيك المتمثلة بمكون الوجيد ورواسب الميزوزويك المتمثل بمجموعتي كحلان والطويلة، كما في منطقة حبان، بسماكات كبيرة. كما يوجد رمل الزجاج في المناطق الصحراوية أيضاً.

٥ - الحجر الجيري والدولوميت: تعتبر صخور الحجر الجيري (كربونات الكالسيوم) والدولوميت (كربونات الكاسيوم والماغنيسيوم) من أهم وأكثر الصخور الرسوبية انتشاراً في الجمهورية اليمنية، لما تحتويه من خامات اقتصادية ولما تتميز به صخورها من خصائص كيميائية وفيزيائية تجعلها من أهم المواد الخام المستخدمة بشكل واسع في الصناعات المختلفة والبناء، حيث يستخدم في:

أ – الأعمال الإنشائية: كأحجار بناء وزينة (الأحجار المصقولة)، وكركام للطرق وفي الخلطات الإسمنتية، وفي صناعة النورة (الجير).

ب– صناعة الإسمنت والجير المطفأ ($Ca(OH)_2$) الذي يستخدم في تحضير كثير من الكيماويات مثل الصودا الكاوية، كما يدخل في صناعات متعددة.

جـ– في صناعات الدهانات والإسمنت الأبيض، ويستخدم الحجر الجيري عالي النقاوة ذو اللون الأبيض.

د – صناعة المطاط والبلاستيك والفولاذ وصهر الفلزات.

هـ– كمواد حشو (مالئات) في صناعة الورق وبعض الأدوية.

– أين توجد الصخور الجيرية في اليمن؟

انظر إلى الخريطة شكل (٣١) وتعرف منها على أماكن تواجد الصخور الجيرية. تلاحظ أنها تتكشف في أماكن عديدة من اليمن، من أهمها: الجنادب، وبيت مران (صنعاء)، وخمر (عمران)، وبرط (الجوف)، وجبل العرف، والبرح (تعز)، وجبل البلق القبلي والأوسط والشرقي (مأرب)، وبني عوير (صعدة)، وجبل الضامر، وجبل فلافلة، وجبل ضريمة، وجبل طويل، وجبل السلفية (الحديدة)، وبويش، وفوه، والمكلا، وبروم، ورأس الخا، والمعرق، (حضرموت)، وأم قوز، وباتيس، ووادي حطاط، ووادي بنا (أبين)، وجبل جبر، (لحج)، وأحور، (شبوة). ويقدر الاحتياطي من الحجر الجيري بحوالي ١٣ مليار متر مكعب.

٦– **أحجار البناء**: تمتاز الجمهورية اليمنية بوفرة حجارة البناء المتنوعة فيها، انظر الخريطة شكل (٣١) وتعرف منها على أماكن تواجد الصخور المستخدمة كأحجار بناء وزينة، ستلاحظ أنها تتواجد ضمن الأنواع الآتية:

أ – صخور القاعدة: في كتلتين رئيسيتين من اليمن هما: الكتلة الشمالية والشمالية الغربية (صعدة، الجوف وحجة) والكتلة الشرقية الجنوبية (مأرب، البيضاء، تعز، المكلا، شبوة). وتتكون هذه الصخور من الجرانيت، الجرانوديوريت، المجماتيت، النايس والرخام. ويعود تكوُّن هذه الصخور إلى ما قبل الكمبري، وتستخدم معظمها كأحجار بناء وزينة.

ب– الصخور الرسوبية: وتوجد في الجزء الشمالي من اليمن في صخور الوجيد الرملية (العصر الأردوفيشي)، وتتركز أساساً بالقرب من مدينة صعدة،

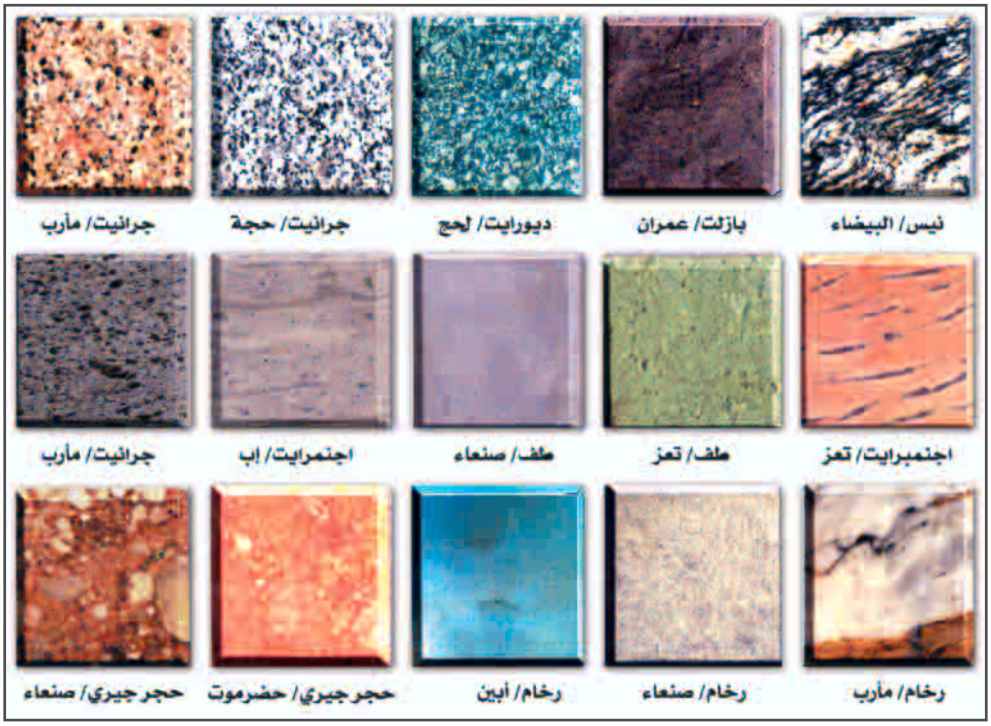
وتستخدم كأحجار بناء، كما تتكشف الصخور الرملية (الطباشيري – الثلاثي) لتغطي المناطق الغربية وبعض مناطق وسط اليمن وكذلك المناطق الشرقية. وتستخدم كأحجار بناء وزينة وفي صناعة الزجاج. أما الصخور الجيرية (الجوراسي – البليوسين) فتتكشف بصورة واسعة في اليمن حيث تغطي معظم المناطق الشمالية الغربية والشرقية وتستخدم كأحجار بناء وزينة، وتدخل في صناعة الإسمنت والجير المطفأ.

جـ – الصخور البركانية: وتتكشف صخور البركانيات الثلاثية لتغطي حوالى أكثر من ٥٠,٠٠٠ كم^{٢} متركزة في حقلين رئيسين من اليمن هما حقل صنعاء – تعز، وحقل شهارة، وتتكون من صخور البازلت، والاندزيت، التراكيت، الريولايت، الاجنمبرايت والطف (Tuff). وتشكل معظم هذه الصخور بألوانها المتعددة أكثر من ٨٥٪ من أحجار البناء المستخدمة في اليمن. أما صخور العصر الرباعي البركانية فتغطي مساحة أكثر من ١٠,٠٠٠ كم^{٢} في عدة حقول، أهمها: حقل مأرب – صرواح، حقل صنعاء – عمران، حقل ذمار – رداع، حقل عدن وحقل شقرة وبير علي. وتتكون هذه الصخور من طفوح بازلتية (خبث بركاني) بيوميس وزجاج بركاني. ويستخدم البازلت الفقاعي (المحتوى على فتحات في تزيين المباني، كما تستخدم معظم هذه الصخور في مواد البناء (في الخلطات الإسمنتية على شكل حصى) وفي رصف الطرق مع الإسفلت.

د – صخور الاجنمبرايت والطف: هي عبارة عن صخور بركانية حيث يتكون الطف (التف) في معظمة من رماد بركاني متماسك، بينما يتكون الاجنمبرايت من فتات وقطع الريوليت والزجاج البركاني الذي يتخذ أشكال الحواجز التي تفصل الفقاعات الغازية، وتعتبر هذه الصخور من أهم أحجار البناء في اليمن وأكثرها استخداماً، وذلك لتعدد ألوانها، حيث تختلف ألوانها من رمادي فاتح وأصفر إلى أصفر فاتح، وأحمر قرنفلي في صخور الاجنمبرايت، ورمادي فاتح، وأخضر إلى بني مشوب بالحمرة وبني مشوب بالخضرة في صخور الطف (التف). كما تتميز هذه الصخور بسهولة القطع والتشكيل. وتسمى هذه الأحجار بأسماء محلية، أي حسب المنطقة التي

يقطع منها . مثل العباصري نسبة إلى عباصر (ذمار) والقاعدي أو الحمراء نسبة إلى القاعدة (تعز) والمناخي نسبة إلى مناخة(صنعاء) والماوري نسبة إلى ماور (رداع) والضروب (إب) والثبري أو التعزي (ثبرة) . . . الخ .

لاحظ الصور شكل (٣٤)، تجد بعض عينات من أنواع صخور البناء والزينة المصقولة . مثل صخور الجرانيت والبازلت والنيس والرخام والحجر الجيري والطف والاجنمبرايت ومن مناطق مختلفة .



شكل (٣٤) عينات من صخور البناء والزينة في اليمن

تقويم الوحدة

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على الإجابة عن الأسئلة الآتية :

١- اكمل الجمل الآتية :

أ – المعادن الشفافة والمعادن الفاتحة تصنف تحت المعادن ذات البريق..... مثل معدن ..... .

ب– يتوقف بريق المعدن من حيث نوعه وشدته على نوع ومقدار..... .....

جـ– تتميز الصخور الحمضية بلونها ..... واحتوائها على نسبة عالية من ..... بينما تتميز الصخور القاعدية بلونها..... واحتوائها على نسبة عالية من ..... .

د – تصنف الصخور الرسوبية إلى قسمين رئيسين: صخور رسوبية..... وصخور رسوبية ..... .

هـ – تصنف الصخور المتحولة وفقاً لأشكال نسيجها الصخري إلى : صخور ..... وصخور ..... .

٢– علل كلاً مما يأتي تعليلاً علمياً :

أ – الصخور الجوفية تكون بلورات المعادن المكونة لها كبيرة الحجم والسطحية دقيقة

ب– لا يمكن الحصول على مخدش معدن الكوارتز بواسطة لوحة المخدش.

جـ– لا توجد الأحافير إلا في الصخور الرسوبية، وإن وجدت في الصخور المتحولة فإنها تكون مشوهة.

د – النسيج الزجاجي كصخر الأوبسيديان.

٣ – اختر الإجابة الصحيحة لكل عبارة من العبارات الآتية :

أ) مقدار مقاومة المعدن للخدش تسمى :

١ . مخدش المعدن ٢ . صلادة المعدن

٣ . التشقق أو الانفصام. ٤ . مكسر المعدن.

ب) يختلف الجابرو عن البازلت في :

١ . تركيبة المعدني ٢ . نسيجة الصخري.

٣ . تركيبه الكيميائي ٤ . كل ماذكر.

جـ) أحد الصخور التالية ليس صخراً رسوبياً فتاتياً :

١ . الكونجلوميرات ٢ . البريشيا

٣ . الغضار(الطفل) ٤ . الفوسفات

د) ما الصخور الذي يتكون في غالبيته من السليكا :

١ . الصوان ٢ . الجابرو

٣ . الجرانيت ٤ . « ١ و ٢ » معاً .

هـ) أهم عامل يتحكم في نسيج الصخر الناري هو عامل :

١ . الحرارة . ٢ . الضغط .

٣ . سرعة التبريد ٤ . « ١ و٢ » معاً .

و) أكثر المعادن انتشاراً في قشرة الأرض هي :

١ . الأكاسيد . ٢ . السيليكات . ٣ . الكربونات . ٤ . الكبريتات .

ز) أي العمليات التالية تؤدي إلى تصخر الراسب :

١ . التجوية . ٢ . التراص .

٣ . التلاحم . ٤ . كل من « ٢ » و « ٣ » .

ح) المادة اللاحمة في الحجر الرملي أحمر اللون عبارة عن :

١ . كربونات الكالسيوم . ٢ . أكاسيد الحديد .

٣ . مادة التلاحم ٤ . الطين .

ط) الأردواز صخر :

١ . ناري متصلب ٢ . رسوبي يتميز بوجود طبقات .

٣ . متحول بالحرارة ٤ . متحول بالحرارة والضغط .

٤- ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (✗) أمام العبارة الخطأ مع التصويب في كل مما يأتي :

( ) أ – يختلف التركيب المعدني للصهارة من بركان لآخر .

( ) ب– تحتوي الصخور الرسوبية أحافير حيوانية ونباتية .

( ) جـ– الكوارتزيت صخر متحول عن صخر جيري .

( ) د – نسبة السيليكا في صخر البازلت تزيد عن ٦٠٪ .

( ) هـ– المعدن الأساسي الذي تتكون منه الصخور الجيرية هو الكالسيت .

( ) و – تقسم المعادن على أساس الشق القاعدي وليس الحمضي، إلى مجموعات .

٥- ما الخصائص التي يجب توافرها في المادة لكي تسمى معدناً؟

٦- اذكر أهم الخواص الطبيعية التي تساعد في التعرف على المعادن؟

٧- وضح المقصود بكل من:- المعدن- الصخر- التحول.

٨- ما الفرق بين:

أ- صخر ناري جوفي وصخر ناري سطحي؟ مثل لذلك.

ب - المكسر والانفصام؟

جـ- صخر الشيست وصخر الكوارتزايت؟

د - خاصية المخدش واللون؟

٩- اذكر مثالاً لكل مما يأتي:

أ- صخر ناري حمضي جوفي. ب- صخر ناري متوسط جوفي.

جـ- صخر ناري قاعدي جوفي. د- صخر ذو نسيج فقاعي (إسفنجي).

١٠- ما الصفات التي تميز الصخور المتحولة عن غيرها من الصخور؟

١١- فيما يلي مجموعة من الصخور المتحولة، اذكر أنواع الصخور التي نشأت عنها محدداً العوامل التي أدت إلى تحول كل منها.

أ- صخر الكوارتزايت ب- الشيست جـ- صخر الرخام د- صخر النيس

١٢- ما الصفات التي تميز الصخور الرسوبية عن غيرها من الصخور؟

١٣- على أى أساس صنفت الصخور الرسوبية؟

١٤- اذكر أهم المعادن والصخور الصناعية في اليمن مشيراً إلى بعض أماكن تواجدها؟

١٥- ما هي الصخور الأكثر استخداما كأحجار بناء في بلادنا، ولماذا؟

تم الكتاب بحمد الله