

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

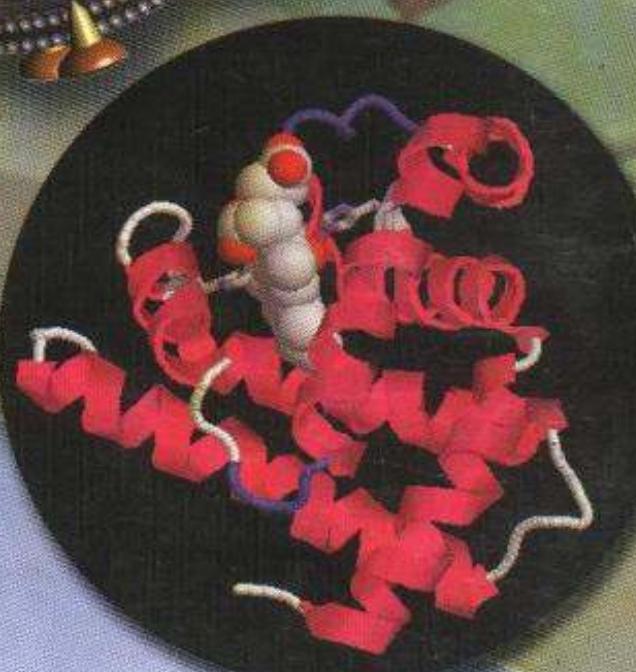
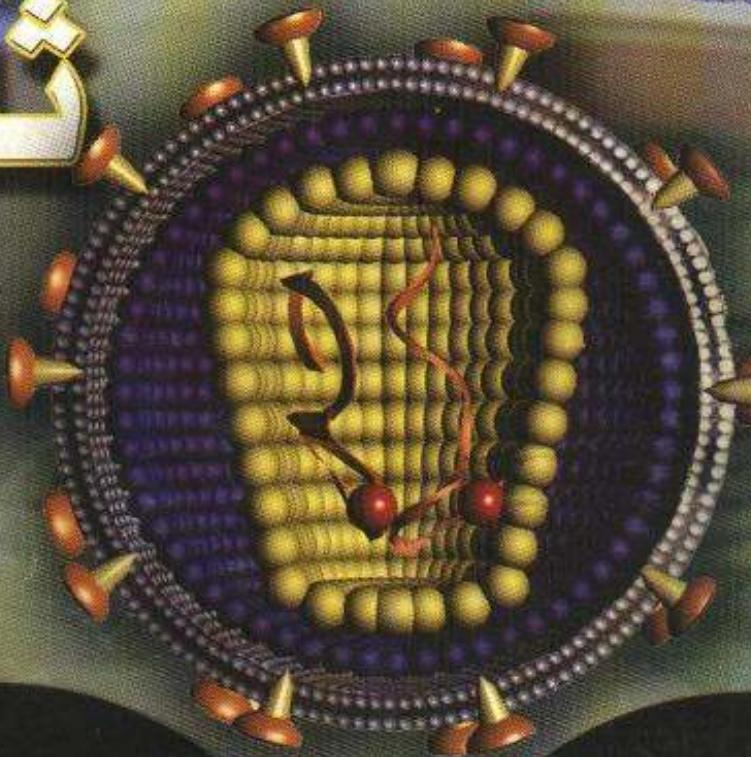
وزارة التربية الوطنية

علوم الطبيعة والحياة

3

ثانوي

شعبة العلوم التجريبية



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التربية الوطنية

كتاب علوم الطبيعة والحياة

شعبة العلوم التجريبية

السنة الثالثة ثانوي

إشراف
بوشlagم عبد العالي

تأليف

الدكتور كاملي عبد الكريم	بوشlagم عبد العالي
أستاذ بيوكيمياء بالمدرسة العليا للأساتذة	مفتش التربية والتكوين
الأستاذ بوزكرييا نصر الدين	عمر عاصر
أستاذ جيولوجيا بالمدرسة العليا للأساتذة	مفتش التربية والتكوين
بوشريط (بن يمينة) فتيحة	براهمي محمد
أستاذة تعلم ثانوي	أستاذ تعلم ثانوي

الإعداد التقني: عبد الرحيم موساوي

الديوان الوطني للمطبوعات المدرسية 2007-2008

قام بالمسح الإلكتروني والتحويل إلى ملف من نوع PDF
الاستاذ: سراج الجمعي



الطبعة الأولى

2008 - 2007

MS : 1309/07

ردمك : 978-9947.20.524.2 : ISBN

رقم الإيداع القانوني : Dépot légal 122 - 2007

المقدمة



نضع هذا الكتاب بين أيدي تلاميذنا بالمرحلة النهائية من التعليم الثانوي (شعبة العلوم التجريبية) كأداة تعليمية تساهم ضمن باقي الوسائل التعليمية في تحقيق الأهداف المتواخدة من تدريس مادة علوم الطبيعة والحياة.

أعد هذا الكتاب تجسيداً للمنهاج الرسمي الجديد المسطر لإصلاح التعليم الثانوي في مرحلته النهائية، والذي يهدف أساساً إلى تزويد التلميذ بالأسس العلمية الضرورية لتابعة دراسته في التعليم العالي بنجاح، وفق منهج علمي يتماشى مع قدرات وميول التلميذ، كما يهدف إلى تزويد التلميذ بثقافة علمية عامة ضرورية، تجعل المتعلم قادراً على اتخاذ مواقف وقائية للحفاظ على الصحة، مع الاهتمام بهدف حمايتها والحفظ عليها، واكتسابه مواقف عقلانية في مواجهة بعض الظواهر الطبيعية، وبالتالي الوصول به إلى مشاركة فعالة في حوارات حول المواضيع العلمية المعاصرة.

لقد حرصنا في هذا الكتاب على أن تكون المضامين العلمية والمنهجية والبيداغوجية المعالجة فيه تتماشى مع المقاربة بالكافاءات، حسب ما هو وارد في منهاج الرسمي الجديد، تسمح المقاربة في هذا المستوى التعليمي باكتساب التلميذ كفاءات جديلة، تهدف إلى تطوير الفكر العلمي، إلى جانب تدعيم الكفاءات المكتسبة خلال هذا التطور في التعليم، بالتحكم في المسعى العلمي عن طريق طرح اشكاليات والسعى حلها.

ويهمنا ونحن نقدم هذا الكتاب الإشارة إلى المسعى التعليمي الذي اعتمدناه في هذه الأداة، حيث تساهم منهجية الطرح في مضامينه في جعل التلميذ قطباً فاعلاً في عملية التعلم، فالمقاربة الجديلة تدعو المتعلم إلى بناء معارفه بنفسه، من خلال آداء النشاطات المقترحة لمعالجة الاشكاليات العلمية المطروحة للدراسة، ومناقشة الأفكار

بتقديم الحجج والمبررات، وفق منهجية يكون التلميذ فيها عنصرا فعالا ضمن المسار التعليمي، بتوجيهه من الأستاذ فالللميذ وفق هذا المسعى هو المهندس الذي يشيد صرح معارفه بنفسه.

لقد صمم هذا الكتاب ليتناول بالدراسة ثلاثة مجالات، يندرج تحت كل مجال عدة وحدات مفاهيمية، وكل وحدة تضم عدة نشاطات عملية، أو عملية وثائقية، أو وثائقية داعمة ومعززة، من الصعب تحقيقها بنشاطات عملية، وتحتل المقاربة التجريبية مكانة هامة في جزء البيولوجيا، حيث قدمت نشاطات باستعمال تقنيات الإعلام والاتصال منها التجريب المدعم بالحاسوب، والنماذج التي تتجلّى في بعض الظواهر البيولوجية والبيولوجيا.

كما أن المسار التعليمي خلال مختلف النشاطات مدعم بأسئلة متنوعة وهادفة لاستغلال الوثائق المقترحة لبناء المعرفات التي تُجنبى في نهاية الوحدة في شكل حصيلة معرفية.

ولم ننس عند إعداد هذا الكتاب أهمية العمل الفردي الذاتي الذي قدم على شكل تمارين الذي يسمح للللميذ بتقييم مدى تحصيله للمعرفات وبناء الكفاءات، بالاختبار مكتسباته المعرفية، والعمل على استثمارها كموارد لادماج المكتسبات.

يأمل فريق التأليف أن يكون هذا العمل المتواضع مفيدا يؤدى الغرض من المجازة، وأن يجد تلاميذنا، وأساتذتنا الكرام في هذا الكتاب ما يحقق طموحاتهم في وسيلة تعليمية تعلمية تلبي اشغالاتهم.

والله ولي التوفيق

المؤلفون

فهرس الكتاب

الصفحة	العنوان		
3	المقدمة		
5	فهرس الكتاب		
10	I- تركيب البروتين	المقدمة الأولى	
11	1. تذكير بالكتسبات		
12	2. مقر تركيب البروتين		
16	3. استنساخ المعلومات الوراثية الموجودة على مستوى ADN		
20	4. الترجمة		
24	5. مراحل الترجمة		
39	II- العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين	المقدمة الثانية	
40	1. تمثيل البنية الفرعية للبروتين		
42	2. مستويات البنية الفرعية للبروتينات		
46	3. العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين		
57	III- النشاط الإنزيمي للبروتينات	المقدمة الثالثة	
58	1. مفهوم الإنزيم وأهميته		
60	2. النشاط الإنزيمي وعلاقته ببنية الإنزيم		
67	3. دراسة تأثير تغير درجة pH الوسط على نشاط الإنزيم		
68	4. دراسة تأثير تغيرات درجة الحرارة على نشاط الإنزيم		
73	IV- دور البروتينات في الدفاع عن الذات	المقدمة الرابعة	
74	1. تذكير بالكتسبات		
76	2. الذات واللادات		
85	3. الجزيئات الدافعية في الحالة الأولى		
87	4. المعدن المناعي		
92	5. مصدر الأجسام المضادة		

الصفحة	العنوان		
97	6. العناصر الداعمة في الحالة الثانية		
98	7. طرق تأثير المماوىات LT		
100	8. مصدر المماوىات LT		
107	9. سبب فقدان المناعة المكتسبة		
127	V - دور البروتينات في الاتصال العصبي	البروتينات في الاتصال العصبي	
128	1. تذكير بالاكتسبات		
130	2. آلية النقل الشبكي		
138	3. كمون الراحة		
142	4. كمون العمل		
148	5. آليات الإدماج العصبي		
154	6. تأثير المخدرات على مستوى المشابك		
174	I - آليات تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة	التحول الطاقة	
175	1. تذكير بالاكتسبات (شروط عملية التركيب الضوئي وظاهراته)		
177	2. مقر عملية التركيب الضوئي - ما فوق البنية الخلوية للصانعة الخضراء -		
180	3. تفاعلات المرحلة الكيموضوئية		
192	4. تفاعلات المرحلة الكيموهيوبئية		
205	II - آليات تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية إلى ATP	الطاقة في العضويات	
206	1. تذكير بالاكتسبات		
207	2. مقر الأكسدة التنفسية		
210	3. التحلل السكري		
213	4. مراحل تفكيك حمض البيروفيك (الأكسدة التنفسية)		
215	5. الفسفرة التأكسدية		
218	6. آليات تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في وسط لا هوائي		

الصفحة	العنوان	المادة الثالثة	
227 228	III- تحويل الطاقة على المستوى ما فوق البنية الخلوية - التحولات الطاقوية على المستوى الخلوي		
237 238 240 248	I- النشاط التكتوني للصفائح 1. تحديد الصفائح التكتونية 2. حركات الصفائح التكتونية 3. الطاقة الداخلية للكرة الأرضية	المادة الأولى	
259 260 266 274	II- بنية الكورة الأرضية 1. الموجات الزلزالية 2. التركيب الكيميائي لصخور القشرة الأرضية والمعطف (البرنس) 3. خذجة البنية الداخلية للكرة الأرضية	المادة الثانية	
287 288 290 294 302 307 316 319 323	III- النشاط التكتوني والبيئات الجيولوجية المرتبطة به 1. الظواهر المرتبطة بالبناء (خصائص الظاهرات وسط محيطية). 2. المغماطية وتشكل اللوح الخطي. 3. تشكل التضاريس المميزة للظاهرة وسط محيطية. 4. الظواهر المرتبطة بالغوص. 5. اختفاء اللوح الخطي والظواهر المرتبطة بالغوص. 6. التضاريس الناجمة عن التصادم. 7. شواهد التقلص 8. شواهد محيط قديم	المادة الثالثة	بيان الثالث: التكتونية العامة

المجال

1

الشخص

ظهر مرض جنون البقر (مرض الأنسجة العصبية الإسفنجية للبقر Encéphalopathie Spongiforme Bovine) في بريطانيا في منتصف الثمانينات وأدى إلى خسائر كبيرة في الثروة الحيوانية، حيث تم التخلص من أعداد كبيرة منها بالحرق للحد من انتشار المرض. تتميز الأبقار المصابة بعدم قدرتها على التحكم في توازنها، وحركتها، ثم تفقد العديد من الوظائف الأخرى وينتهي الأمر بموتها. عند فحص الأنسجة العصبية المركزية تبين وجود ثقوب فيها مما يعطيها شكل الإسفنج. يعود سبب المرض إلى تغير في بنية أحد البروتينات، مما يؤثر على بروتينات أخرى، ويؤدي إلى تخريب الخلايا العصبية. فبعض أنواع البروتينات تفقد بنيتها لأساب لا تزال مجهرولة وتصبح ضارة ومعدية تسمى ببريونات prions، مما يتبع عن ذلك أمراض خطيرة، منها مرض جنون البقر. تحصل العالم Stanley Prusiner على جائزة نوبل للطب سنة 1996 لاكتشافه هذا النوع من البروتينات.

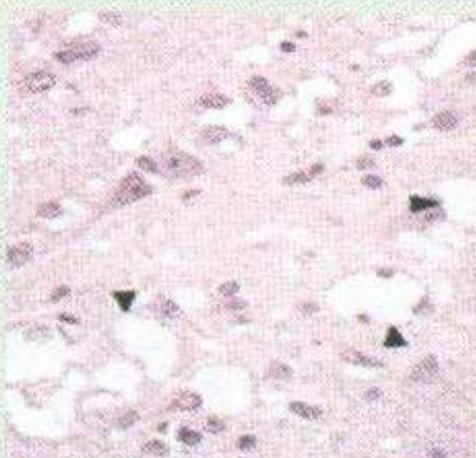
يعتقد أن أمراض خطيرة تصيب الإنسان، مثل الشلل الرعائي (Parkinson)، ومرض الزایمر (Alzheimer)، تنتج من خلل في بنية البروتينات، ثم تجمعها على شكل ألياف في الأنسجة العصبية، مما يؤدي إلى تخريبها تدريجياً.

- فما هي البروتينات وكيف يتم تركيبها؟ ما الذي يحدث للبروتين ليتحول إلى ببريونات prions؟
- كيف تستطيع القيام بوظائف مختلفة ومتعددة، مثل ضمان الاتصال العصبي، والدفاع عن الذات، وإنتاج الطاقة وغيرها؟

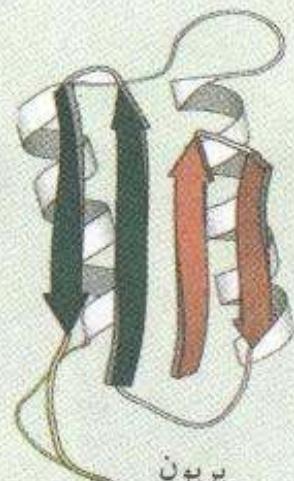
وحدات المجال:

1. تركيب البروتين.
2. العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين.
3. النشاط الإنزيمي للبروتينات.
4. دور البروتينات في الدفاع عن الذات.
5. دور البروتينات في الاتصال العصبي.

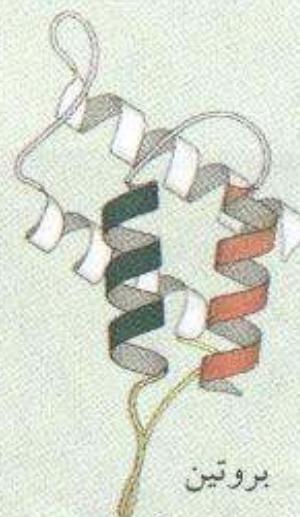
الوظيفي للبروتينات



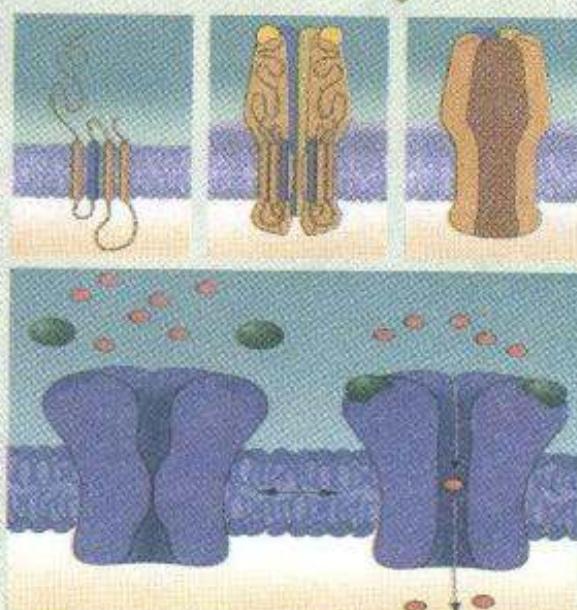
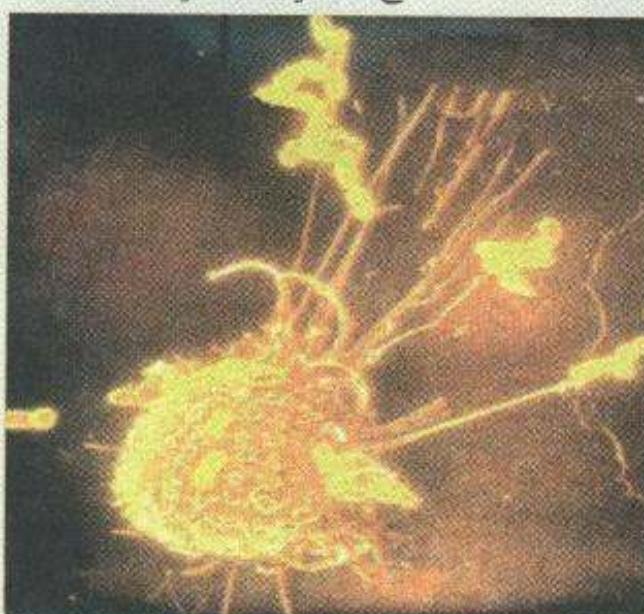
نسج عصبي إسفنجي (مصاب)



بريون



بروتين



الوحدة 1

تركيب البروتين

تقوم العنكبوت بإنتاج كميات معتبرة من الخيوط لبناء بيتها الذي يقوم في آن واحد بدور المصيلة لإصطياد فريستها. تتكون خيوط العنكبوت أساساً من بروتين يدعى الفبرولين. لا تقتصر العنكبوت على إنتاج بروتين الفبرولين، وإنما تقوم بتصنيع عدّ كبير من البروتينات داخل خلاياها مثلها في ذلك مثل باقي الكائنات الحية الحيوانية والنباتية والدقائق.

كيف تتمكن الكائنات الحية من تركيب البروتين؟ وما هي الأدوار التي تقوم بها البروتينات في الكائنات الحية؟



عناصر الوحدة

1. تذكير بالكتسبات.
2. مقر تركيب البروتين.
3. استنساخ المعلومات الوراثية الموجوة على مستوى الـ ADN.
4. الترجمة.
5. مراحل الترجمة.

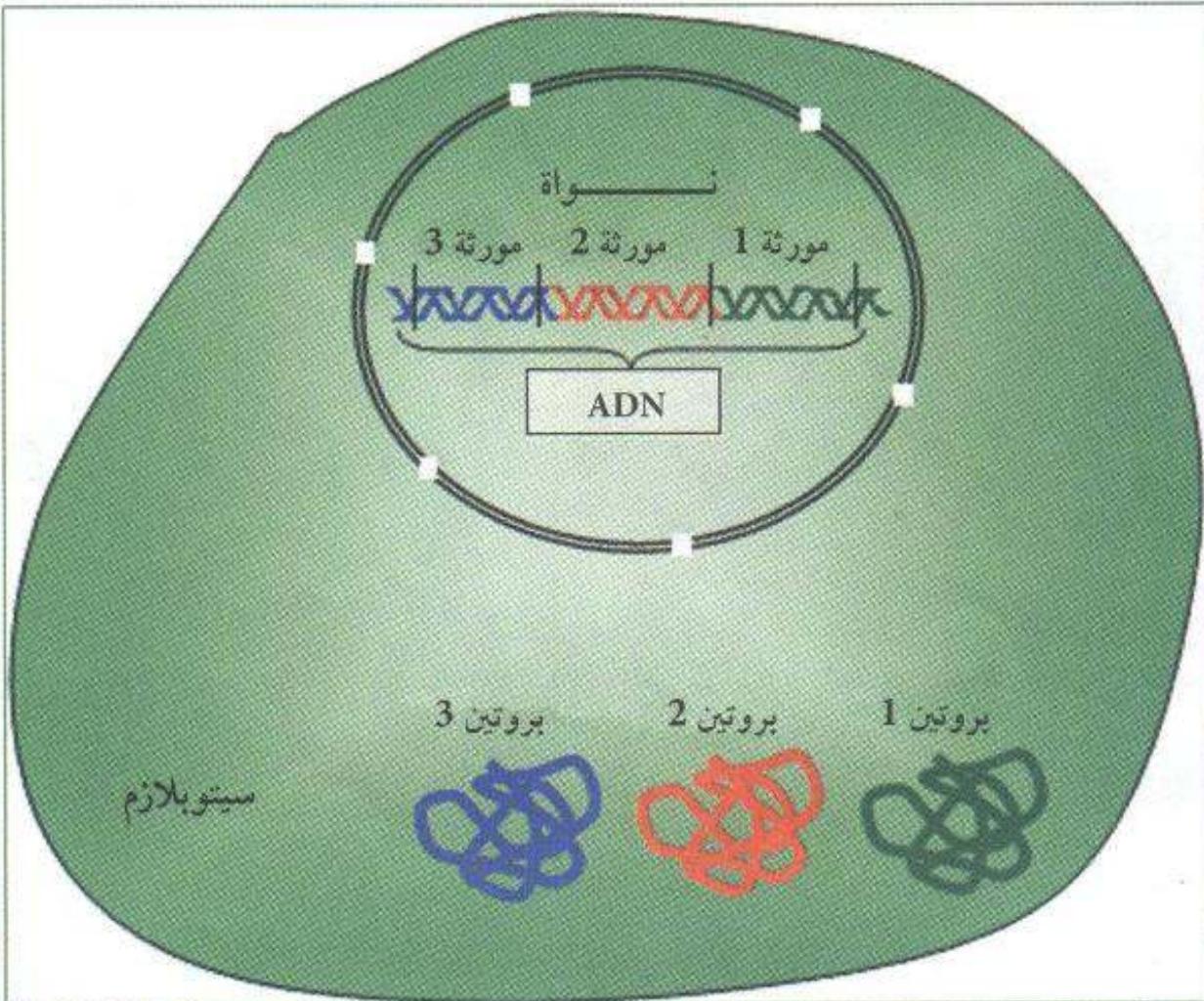
النشاط 1

تذكير بالمكتسبات

تعرفت سابقا على أن جزئية الـ ADN تتوارد في النواة، وهي التي تحمل المعلومات الوراثية، بينما تتوارد البروتينات في السيتوبلازم.

» فما هي العلاقة بين المورثات المتواجدة في الـ ADN وبروتينات السيتوبلازم؟

لاظهار هذه العلاقة نقدم الوثيقة التالية:



(الوثيقة 1)

من خلال تحليل الوثيقة (1) ومعارفك السابقة استنتج:

1. دعامة المعلومات الوراثية.
2. مفهوم التعبير المورثي.

النشاط 2

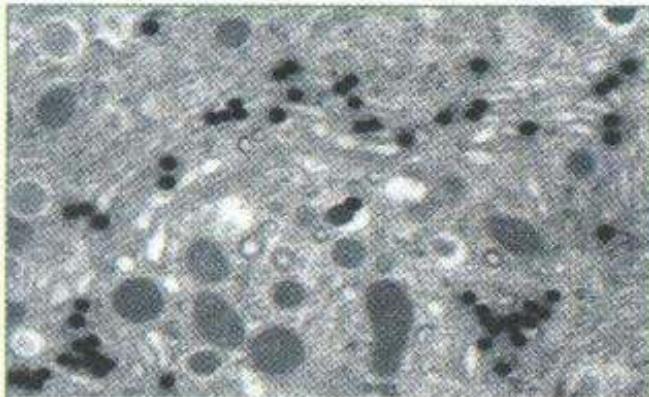
مقر تركيب البروتين

من المعروف أن البروتينات هي جزيئات حيوية هامة تقوم بأدوار متعددة في الكائنات الحية، وأن الخلايا الحية تتميز بقدرتها على تركيب البروتينات التي تحتاج إليها لأداء وظائفها المختلفة.

﴿ فما هو مقر تركيب البروتين داخل الخلية؟ ﴾

١ إظهار مقر تركيب البروتين

لغرض تحديد مقر تركيب البروتين داخل الخلية تم تحضير الخلايا العنقودية للبنكرياس في وسط يحتوي على أحاضن أمينية موسومة بعناصر مشعة. بعد مضي فترة قصيرة (٣ دقائق) وعن طريق تقنية التصوير الإشعاعي الذاتي تم الكشف عن موقع البروتينات المشعة، الوثيقين (١ و ٢) تبين ذلك.

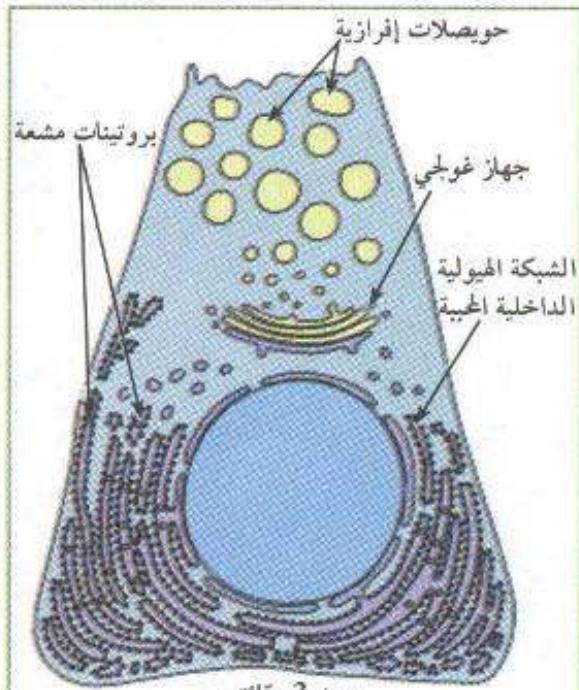


صورة بالمجهر الإلكتروني لجزء من خلية حيوانية معالجة بتقنية التصوير الإشعاعي الذاتي لإظهار موقع البروتينات المشعة المتشكلة حديثاً انطلاقاً من أحاضن أمينية موسومة.

(الوثيقة ٢)

معلومات مفيدة

تقنية التصوير الإشعاعي الذاتي: تقنية تسمح بالحصول على صور للعينات على فيلم الأشعة السينية أو سائل مستحلب حساس للضوء يحتويان على ملح بروميد الفضة (AgBr). تصدر العينات المشعة (الموسومة بعنصر مشع) أشعة (β أو γ) تؤدي عند اصطدامها بالفيلم أو المستحلب إلى ترسب شوارد الفضة التي تظهر بعد التحبيب في شكل بقع سوداء تزداد شدتها بزيادة مقدار الإشعاع في العينة. تستعمل هذه التقنية للكشف عن موقع وجود الإشعاع في خلية أو جزء من خلية أو عضو كامل. يمكن كذلك بواسطة هذه التقنية تتبع مسار المركبات المشعة المتكونة داخل الخلية.



بعد ٣ دقائق

رسم تخطيطي لخلية البنكرياس المتحصل عليها من التجربة السابقة (تظهر موقع وجود الإشعاع باللون الأحمر)

(الوثيقة ١)

- ما هي المعلومة التي يمكن استخلاصها من تحليل الوثيقتين (١) و (٢) حول مقر تركيب البروتين؟ عمل إجابتكم؟

٢ انتقال المعلومات الوراثية

يمكن التوصل إلى أن المعلومات الوراثية المتواجدة في النواة تشرف على تركيب بروتينات في السيتوبلازم من خلال مكتسباتك حول مقر المعلومات الوراثية وما توصلت إليه في التجربة السابقة حول مقر تركيب البروتين.

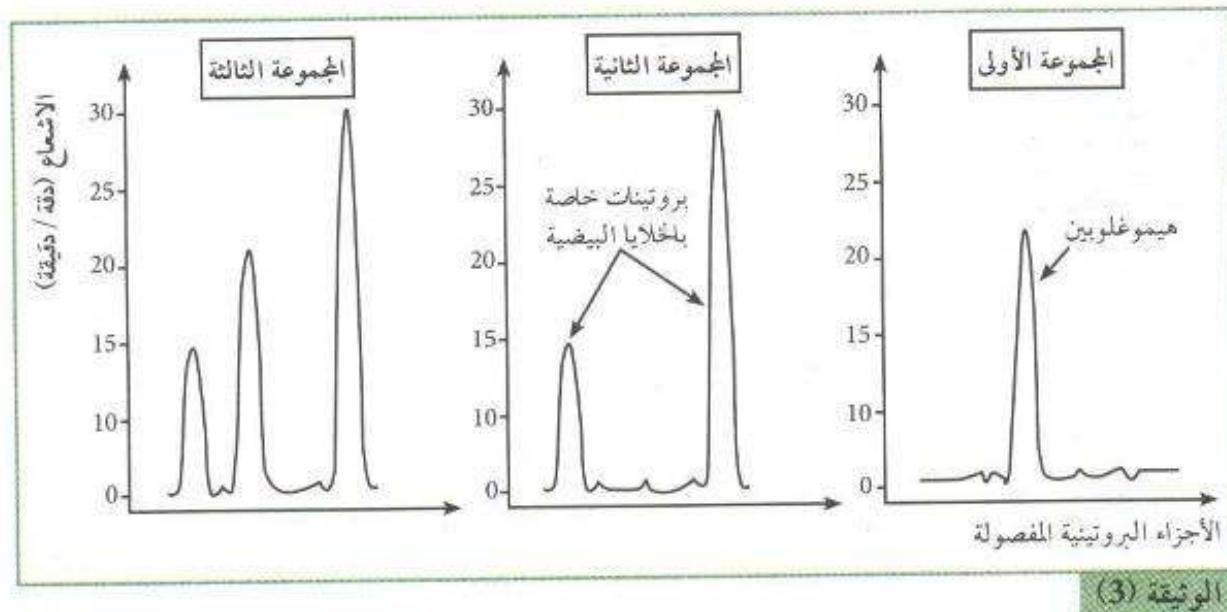
- اقترح فرضية أو فرضيات توضح كيف يتم ذلك.

⇨ التحقق من الفرضيات:

لغرض التتحقق من صحة إحدى الفرضيات قمنا بإجراء تجربة وضعت فيها 3مجموعات من الخلايا في وسط يحتوي على أحاضن أمينية موسومة بنظير مشع. المجموعة الأولى: الخلايا الأصلية لكرات الدم الحمراء للأرنب والتي لها القدرة على تركيب الهيموغلوبين.

المجموعة الثانية: الخلايا البيضية للضفدع.
المجموعة الثالثة: الخلايا البيضية للضفدع محقونة بـ ARN الذي تم عزله وتقطيه من الخلايا الأصلية لكرات الدم الحمراء للأرنب.

تم استخلاص وفصل البروتينات التي أدمجت الأحاضن الأمينية المشعة بواسطة تقنية التسجيل اللوني (الクロماتوغرافي) وتحديد مواضعها وكمية الإشعاع فيها بتقنية خاصة. نتائج التجربة موضحة في الوثيقة (3).



1. حل الوثيقة (3)؟ لماذا تستخلص؟
2. علل سبب استعمال اليوراسيل المشع؟

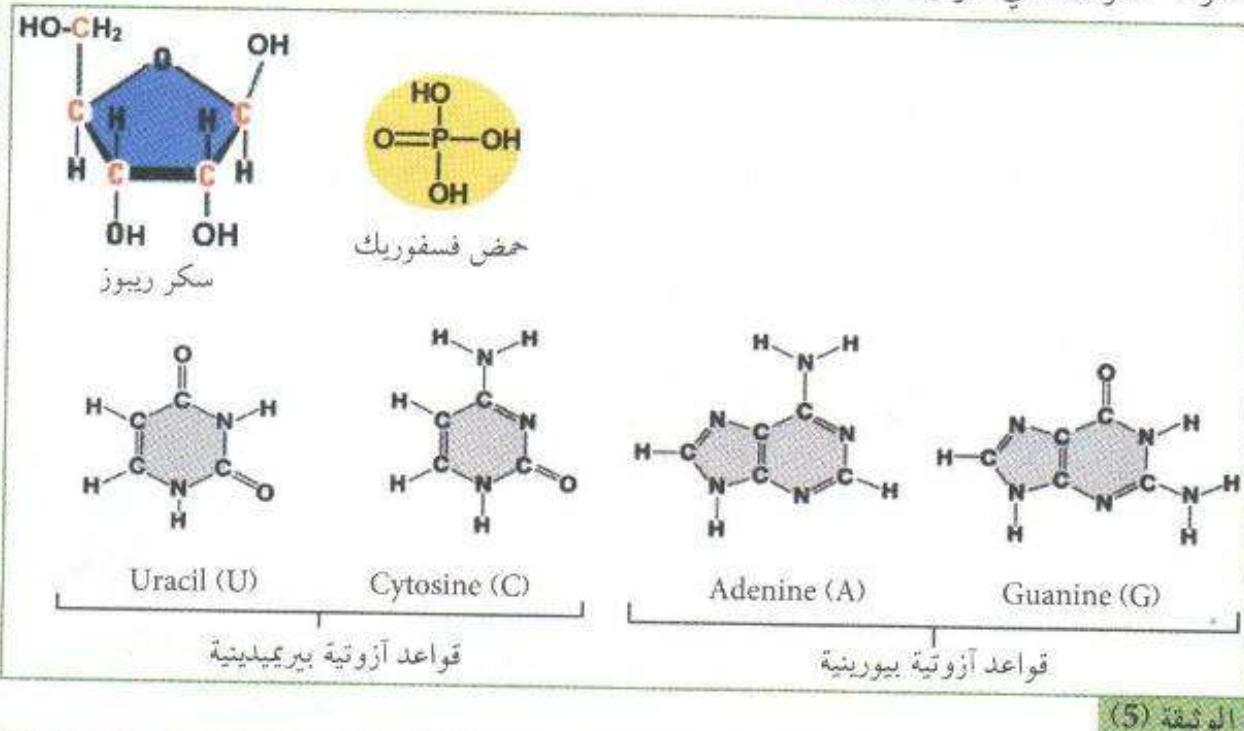


تم في تجربة أخرى تحضين خلايا حيوانية لفترة قصيرة في وسط يحتوي على اليوراسيل المشع ثم حولت الخلايا إلى وسط به يوراسييل عادي وتركت لفترة أطول. نتائج التصوير الإشعاعي الذاتي في الحالتين موضحة في الوثيقة (4).

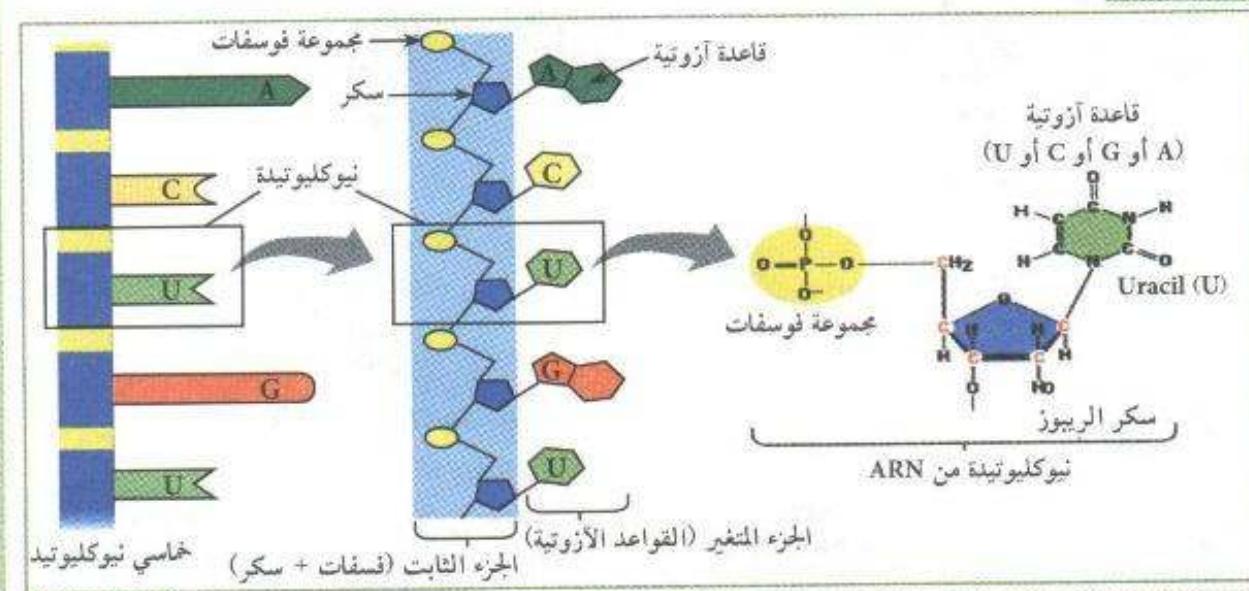
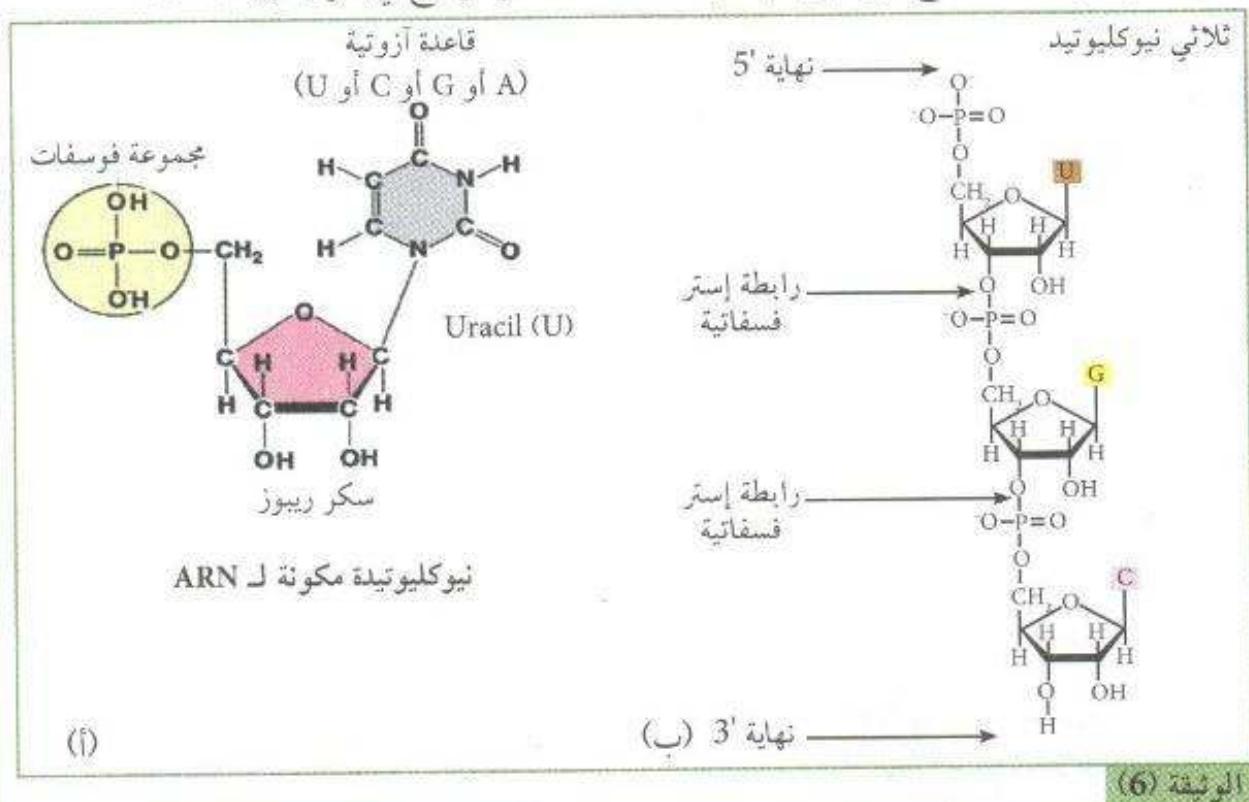
- ما هي المعلومة الإضافية المستخلصة من تحليل الوثيقة (4)؟
- هل تحققت إحدى الفرضيات المطروحة سابقاً؟ وضح ذلك.
- اقترح تسمية مناسبة لهذا الـ ARN من خلال الدور الذي يقوم به؟

③ المكونات الكيميائية لجزيء الـ ARN

بيّنت نتائج الإماهة الكلية لعينة من ARN باستعمال القاعدة NaOH وفي شروط تجريبية محلدة وجود المكونات الموضحة في الوثيقة (5).



كما بينت نتائج الإマهـة الـخـزـيـة لـجزـيـء الـARN باستـعـال الإـنـزـيمـات المـتـخـصـصـة من نـوـع وجود نـيوـكـلـيوـتـيدـات وـقـطـع نـيوـكـلـيوـتـيدـيـة قـلـيلـة التـعـدـد كـمـا هو مـوـضـعـ فيـ الوـثـيقـتين (6, 7).



استغلال الوثائق (7)

- إنطلاقاً من معطيات الوثيقة (5) إستخلاص التركيب الكيميائي للـ ARN.
- بالإعتماد على الصيغتين أ وب من الوثيقة (6) ومعطيات الوثيقة (7)، مثل كيفية الانتقال من الـ نـيوـكـلـيوـتـيدـة الـحـرـة إـلـى سـلـسـلـة مـن الـنـيوـكـلـيوـتـيدـات؟

النشاط 3

استنساخ المعلومات الوراثية الموجودة على مستوى الـ ADN

لفرض نقل نسخة من المعلومات الوراثية من النواة إلى السيتوبلازم تحتاج الخلية إلى استنساخ المعلومات الوراثية الموجودة على مستوى جزيئه الـ ADN (مورثة واحدة أو أكثر) لنقلها إلى السيتوبلازم في صورة الـ ARN.

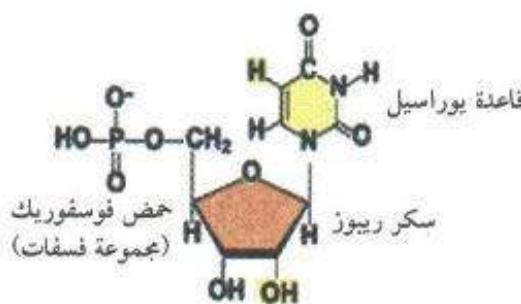
◀ فكيف تتم عملية استنساخ المعلومات الوراثية؟

لإظهار ذلك ننجز الدراسة التالية:

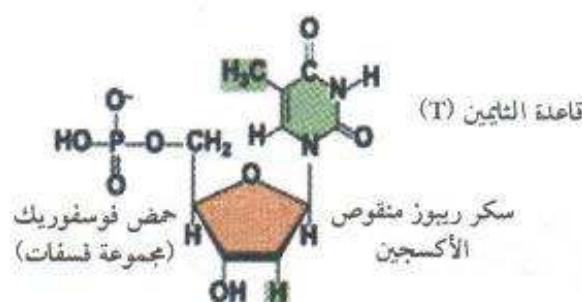
❶ مقارنة بين الـ ADN والـ ARN

توضح الوثيقة (1) أهم الفروق بين جزيئ ADN (تم التعرف عليها في السنة الثانية ثانوي) وجزيء ARN.

نيوكليوتيد من الـ ARN



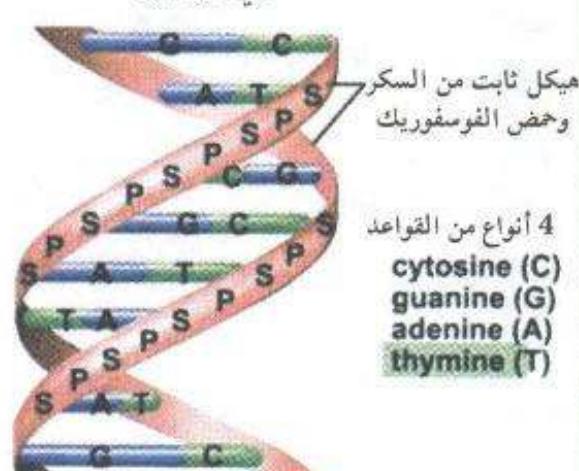
نيوكليوتيد من الـ ADN



ADN خط



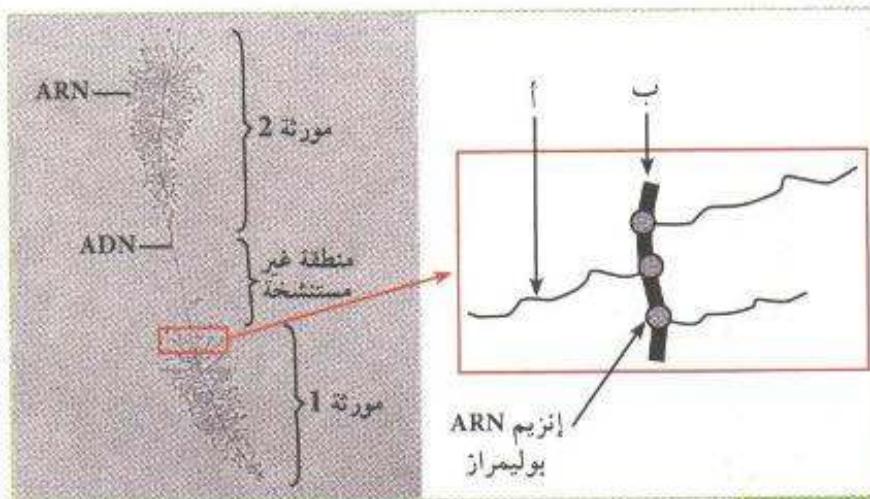
ADN خط



الوثيقة (1)

- لخص في جدول أهم الفروق بين جزيئ ADN وجزيء ARN؟

٢ ملاحظة عملية الاستنساخ بالمجهر الإلكتروني



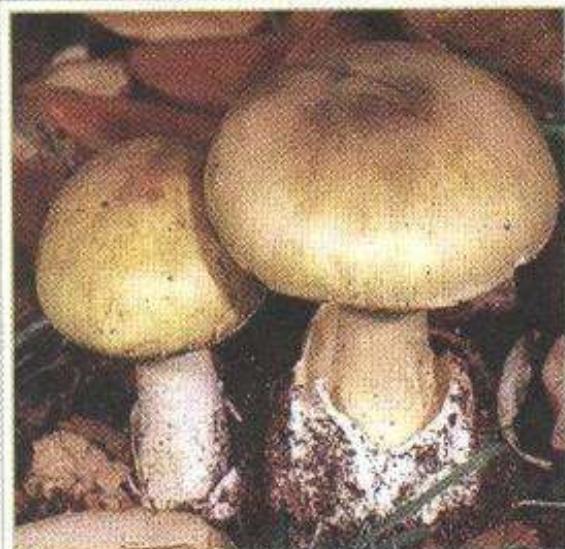
الوثيقة (2) صورة بالمجهر الإلكتروني مع رسم تفسيري لجزء منها توضح ظاهرة الاستنساخ المتعدد في الخلية البيضية للصفد.

توضح الوثيقة (2) صورة بالمجهر الإلكتروني بتكبير قوي حدوث عملية الاستنساخ بالإضافة إلى رسم تخطيطي توضيحي مكبر للجزء المؤطر من الصورة.

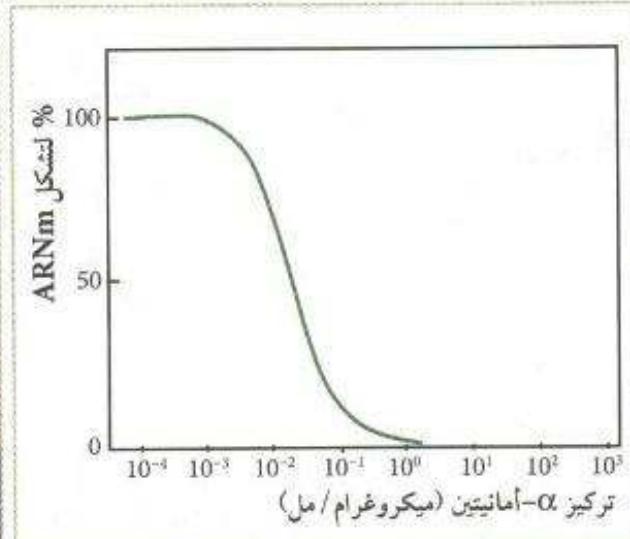
1. من تحليل صورة المجهر الإلكتروني حدد أجزاء الاستنساخ مع التعليل؟
2. لماذا تمثل العناصر A وب؟

٣ إظهار دور إنزيم ARN بولимерاز

لإظهار دور الإنزيم ARN بولимерاز، تم في تجربة استعمال مركب α -أمانيتين المستخرج من الفطر السام المعروف باسمه العلمي *Amanita phalloides* (هذا المركب هو مثبط نوعي لإنزيم ARN بولимерاز). نتائج التجربة وصورة للفطر السام موضحة في الوثيقة (3).



الفطر السام *Amanita phalloides*

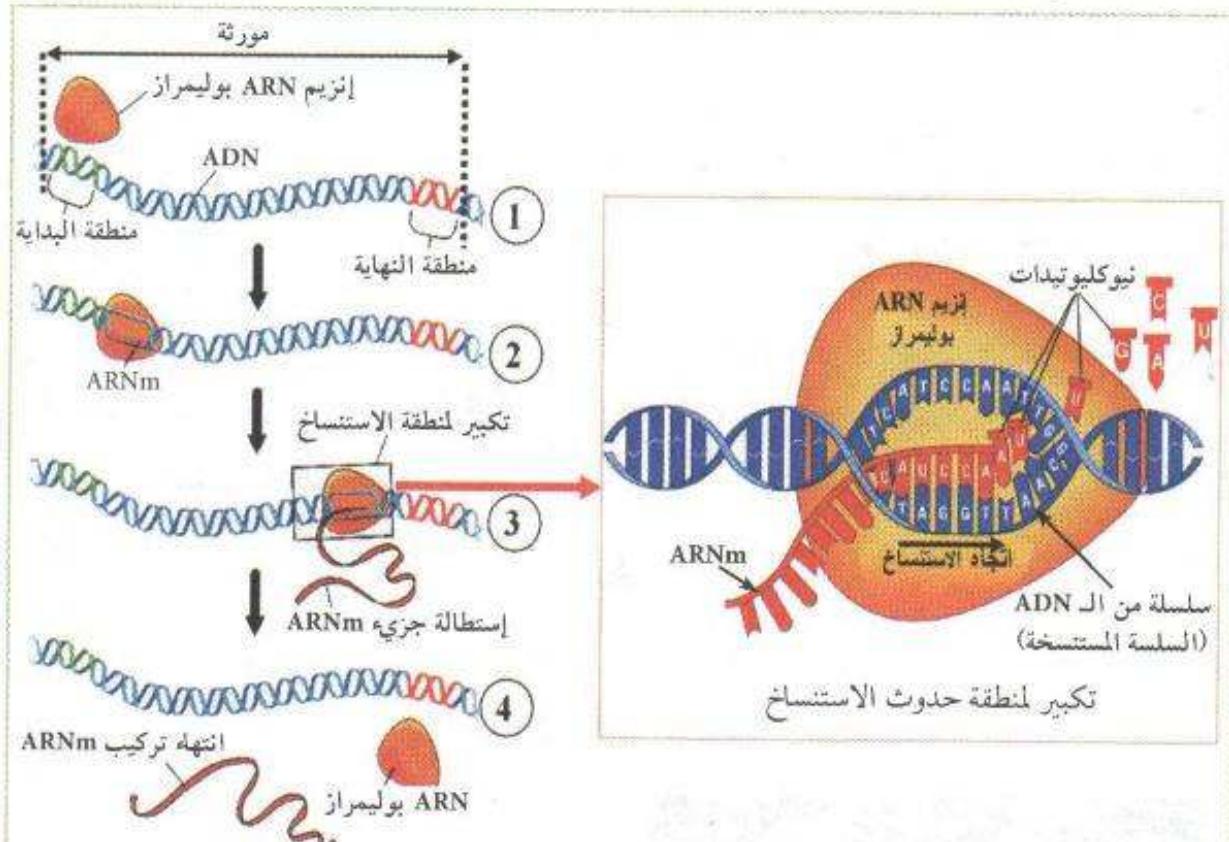


الوثقة (3)

- ماهي المعلومة التي يمكن استخراجها من تحليل المنهج؟

٤ تفاصيل حول حدوث عملية الاستنساخ

توصلت الدراسات العديدة والأبحاث العلمية إلى اكتشاف العديد من التفاصيل حول كيفية حدوث عملية الاستنساخ، الوثيقة (4) توضح بعض هذه التفاصيل.



1. استخرج العناصر الضرورية لحدوث عملية الاستنساخ؟

2. حدد مراحل حدوث عملية الاستنساخ؟ مع التعليل؟

3. لخص في نص علمي كيفية حدوث عملية الاستنساخ؟

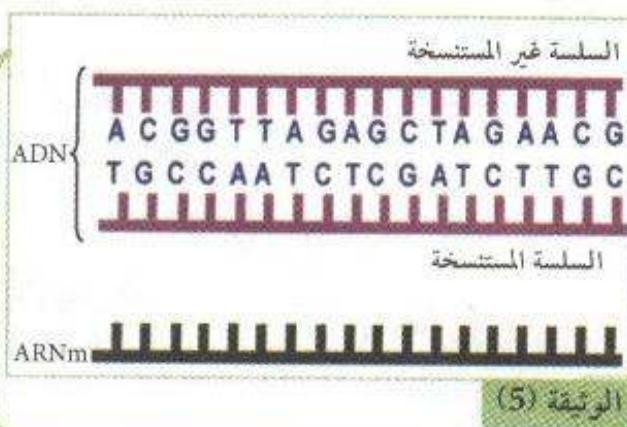
٥ العلاقة بين ADN و ARNm المستنسخ

توضح الوثيقة (5) قطعة من جزء الـ ADN وقطعة الـ ARNm الناتجة منها بعد الاستنساخ.

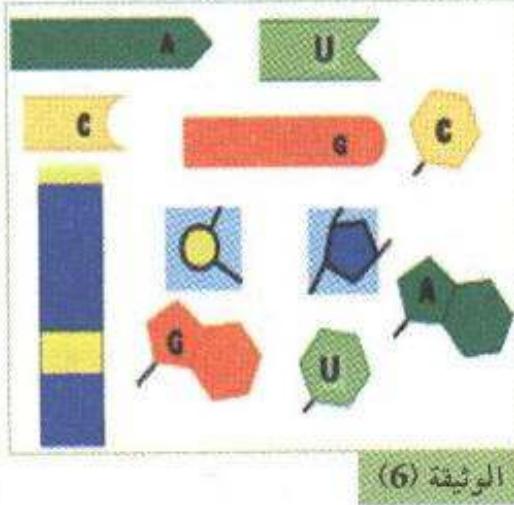
استغلال الوثائق:

1. بالاستعارة بالوثيقة (4) حدد تتابع القواعد على سلسلة الـ ARNm في الوثيقة (5).

2. استنتج العلاقة بين الـ ADN والـ ARNm.



٦ نبذة اصطناع جزيئه الـ ARNm

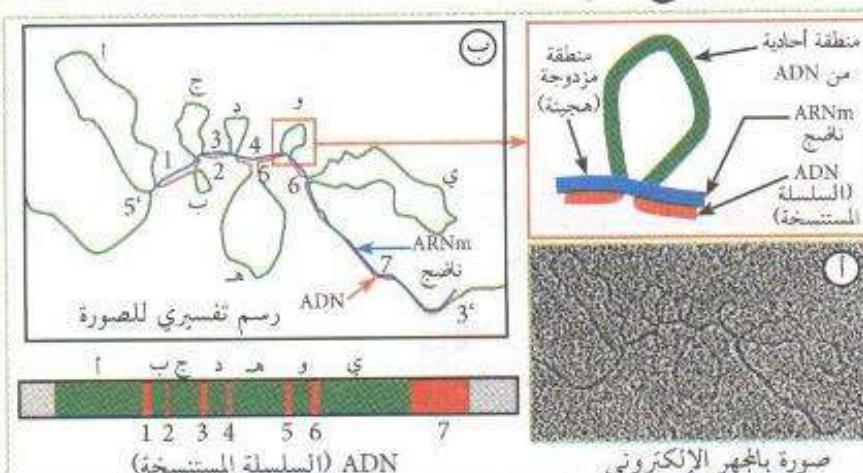


يجري هذا النشاط في المخبر باستعمال وسائل ومواد بسيطة (ورق مقوى بألوان مختلفة، مقص، غراء، كرات بألوان مختلفة، أسلاك). حيث يقوم التلاميذ بإنتاج نماذج للعناصر الداخلية في تركيب الـ ADN والـ ARNm باستعمال المواد المذكورة وابتكار طريقة سهلة لربطها مع بعض لإنتاج سلسلة. تترك الحرية للتلاميذ في اقتراح النماذج المناسبة التي تتوافق مع المعرف المبنية سابقاً المتعلقة بـ:

- بنية الـ ADN والـ ARNm.
- طريقة التكامل بين قواعد الـ ADN والـ ARNm.
- آلية حدوث عملية الاستنساخ.

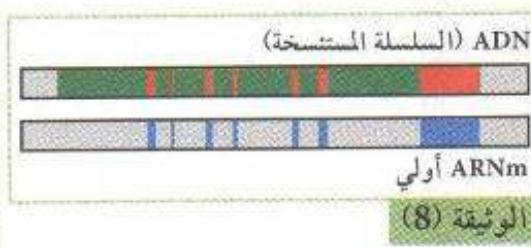
يمكن الاستعانة بالوثيقة (6) في كيفية اختيار نماذج النيوكليوتيدات المتكاملة.

٧ نضج الـ ARNm بعد انتهاء الاستنساخ



تظهر أشكال وصورة المخبر الإلكتروني الموضحة في الوثيقة (7) نتائج التهجين الجزيئي في المخبر بين سلسلة ADN المستنسخة (على مستوى مورثة واحدة) وسلسلة ARNm الناضجة منها المستخلصة من الهيولى ARNm (ناضج) في خلية حقيقة النواة. بينما بينت المقارنة بين سلسلة ADN المستنسخة ARNm الناتج منها بعد الاستنساخ مباشرة (ARNm أولي) النتائج الموضحة في الوثيقة (8). نتائج التهجين المتحصل عليها عند بدائيات النواة مثل البكتيريا لم تثبت وجود الظاهرة الموضحة في الوثيقة (7). الأرقام من 1 إلى 7 تشير إلى المناطق المزدوجة بينما تشير الأحرف من (أ) إلى (ي) إلى المناطق الأحادية.

صورة بالمخبر الإلكتروني



استغلال الوثائق:

1. قارن بين طول الـ ARNm وسلسلة الـ ADN في الوثيقة (7). ماذا تستنتج؟

2. بين كيفية الانتقال من الـ ARNm أولي إلى الـ ARNm ناضج. ماذا تستنتج؟

3. ماذا تمثل إذا القطع الممثلة بالأرقام والقطع الممثلة بالأحرف في الوثيقة (7)؟

النشاط 4

الترجمة

يحتاج تركيب البروتين في الخلية على شكل تتابع لأحماض أمينية إلى ترجمة نسخة من المعلومات الوراثية المحمولة على جزء ARNm (الشفرة الوراثية) والتي تمثل في تتابع للقواعد الأزوتية.

﴿ فكيف تتم ترجمة الشفرة الوراثية إلى بروتين؟ ﴾

١ الشفرة الوراثية

ت تكون الشفرة الوراثية الممثلة في تتابع القواعد (لغة نوية) من 4 أحرف وهي: A, G, C, U. تتكون اللغة الثانية (اللغة البروتينية) من 20 كلمة، عبارة عن 20 حمض أميني مكونة لبروتينات. عند ترجمة معلومات من لغة إلى أخرى تحتاج عادة إلى الاستعانة بقاموس يعطي لكل كلمة من اللغة الأولى ما يقابلها في اللغة الثانية.

❖ الإشكالية الأولى: ما هو عدد الأحرف في كل كلمة من اللغة النوية وعدد الكلمات التي يمكن تشكيلاً لتغطية كلمات اللغة البروتينية؟

أ) عدد الإحتمالات:

• الإحتمال الأول: كلمات

نوية من حرف واحد.

• الإحتمال الثاني: كلمات

نوية من حرفين.

• الإحتمال الثالث: كلمات

نوية من 3 أحرف.

1. ما هو عدد الكلمات النوية

المتشكّلة في كل احتمال؟

2. ما هو الإحتمال الصحيح؟

عمل إجابتك؟

ب) جدول الشفرات

الوراثية:

توضّح الوثيقة (1) جدول

الرموز والأحماض الأمينية

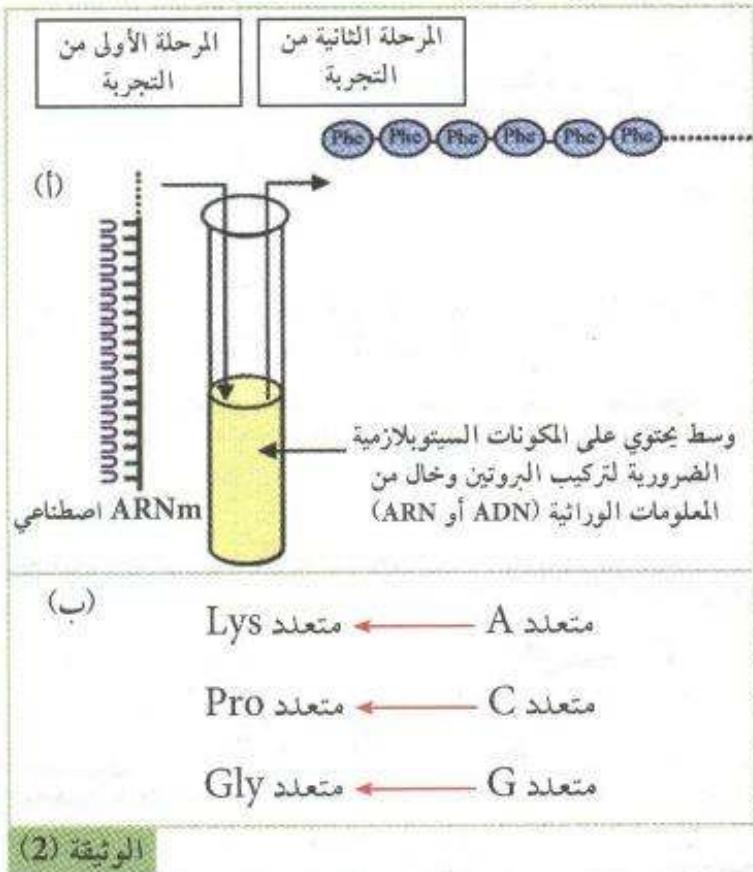
التي تقابلها.

القاعدة الثانية				
U	C	A	G	
UUU UUC UUA UUG	UCU UCC UCA UCG	UAU UAC UAA UAG	UGU UGC UGA UGG	Phenylalanine (Phe) Leucine (Leu)
CUU CUC CUA CUG	CCU CCC CCA CCG	CAU CAC CAA CAG	CGU CSC CGA CGG	Serine (Ser) Stop Tryptophan (Trp)
AUU AUC AUA AUG	ACU ACC ACA ACG	AAU AAC AAA AAG	AGU AGC AGA AGG	Isoleucine (Ile) بروتين العذق (بروتين العذق) Methionine (Met)
GUU GUC GUA GUG	GCU GCC GCA GCG	GAU GAC GAA GAG	GGU GGC GGA GGG	Valine (Val) Alanine (Ala) Aspartic acid (Asp) Glutamic acid (Glu)
				Glycine (Gly)

الوثقة (1)

- بالاعتماد على نتائج الجدول علل الفرق في عدد الكلمات بين اللغتين.
- هل يمكن أن يكون للكلمة الواحدة من اللغة البروتينية عدة مرادفات في اللغة النوية؟ تعرف على مختلف الاحتمالات من الجدول.
- هل لكل الكلمات في اللغة النوية معنى في اللغة البروتينية؟ علل.

❖ الإشكالية الثانية: كيف تم فك رموز الشفرة الوراثية:



في بداية السبعينيات قام العالم Nirenberg بإجراء تجربة مشهورة تم فيها إضافة 20 نوع من الأحماض الأمينية إلى وسط يحتوي على المكونات السيتوبلازمية الضرورية لتركيب البروتين وخل من المعلومات الوراثية (ARN أو ADN). أضيف لهذا الوسط الـ ARNm إصطناعي مكون فقط من قواعد اليوارسيل (متعدد U). أظهرت النتائج تشكل سلسلة متعدد بيتيد مكونة فقط من الحمض الأميني فينيلalanine (Phe). Phenylalanine (Phe) بنفس الطريقة أجريت تجارب أخرى تم في كل مرة استعمال الـ ARNm إصطناعي من نوع آخر (متعدد الأدينين أو متعدد السيتوزين... الخ)، نتائج التجارب موضحة في الشكلين (أ و ب) من الوثيقة (2).

- إشرح كيف يتم فك رموز الشفرة الوراثية اعتماداً على معطيات الوثيقة (2).
- ماذا يمكنك استنتاجه من ذلك؟
- شكل باستعمال قطعة ARNm من اقتراحك، متعدد بيتيد مكون من 10 أحماض أمينية مستعيناً بجدول الشفرة الوراثية

٢ تحليل مقارن لتابع نيوكلويوتيدات وتتابع أحماض أمينية باستعمال برنامج Anagène

تم باستعمال برنامج Anagène الحصول على نتائج تحويل تتابع نيوكلويوتيدات في مستوى الـ ADN (الناففة العلوية) إلى تتابع للنيوكلويوتيدات على مستوى الـ ARN ثم إلى تتابع لأحماض أمينية على مستوى سلسلة ببتيدية (الوثيقة 3).

كما تختوي الوثيقة (4) على نتائج مقارنة تتابع نيوكلويوتيدات في مورثتين للسلسلة β للهيموغلوبين إحداها طافرة تم إجراءها باستعمال نفس البرنامج.

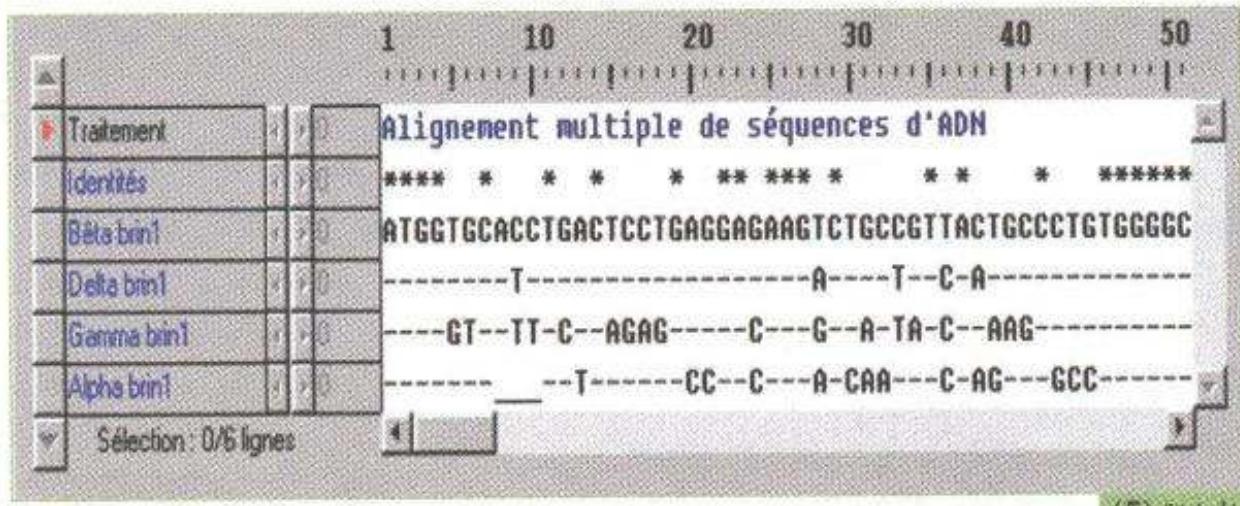
الوثيقة (3)

الوثيقة (4)

٣ استغلال الوثائق:

- هل تتوافق نتائج الوثيقة (3) مع ما توصلت إليه سابقا حول طريقة تحويل المعلومات الوراثية في عملية الاستنساخ والترجمة؟ مع التعليل.
- بماذا تفيد مقارنة تتابع النيوكلويوتيدات لمورثات مختلفة والموضحة في الوثيقة (4)؟

يمكن باستعمال البرنامج Anagène إجراء مقارنة متعددة لعدد من قطع ADN (مورثات) أو قطع من ARN أو سلاسل ببتيدية. تظهر نتائج المقارنة أماكن ونسب التشابه والاختلاف في التتابع. كما يمكن إجراء المقارنة بين بروتينات لها نفس الوظيفة لكنها من كائنات مختلفة. توضح الوثيقة (5) نتائج مقارنة جزء من سلسلة ADN لأربعة مورثات خاصة بالسلسل الببتيدية لبروتين الهيموغلوبين في المراحل الجنينية وبعد الولادة. مناطق التشابه بين السلاسل الأربع موضحة بإشارة (*) بينما الإشارة (-) تظهر التشابه مع السلسلة الأصلية (الأولى).



الوثيقة (5)

- أحسب النسبة المئوية للتشابه بين أجزاء كل من المورثات (Delta, Gamma, Alpha) مع جزء المورثة (Beta). لماذا تستنتج ؟

معلومات مفيدة

التعريف بالبرنامج: Anagène هو برنامج يستعمل أساساً لعرض ومقارنة تتابع النيوكليوتيديات في ARN أو ADN أو تتابع الأحماض الأمينية في بروتين. كما يستعمل كذلك لإجراء الاستنساخ من ADN إلى ARN وإجراء الترجمة من ARN إلى سلسلة ببتيدية. يحتاج المستعمل إلى الحصول على البرنامج والحصول على الملفات التي تحتوي على المعلومات الخاصة بتتابع النيوكليوتيديات (بعضها موجود مع البرنامج)، عادة ما تتوفر المعلومات في صورة ADN ليس تحويلها ومقارنتها باستعمال البرنامج، يمكن الحصول على نسخة مجانية محدودة الاستعمال للتجرب من الموقع التالي: <http://www.cndp.fr/svt/anagene/accueil.htm>. بينما تابع النسخة الكاملة.

برنامج Anagène ليس البرنامج الوحيد في هذا المجال لكنه يتميز بكونه أسهل في طريقة الاستعمال خاصة في مستوى التعليم الثانوي.

النشاط 5

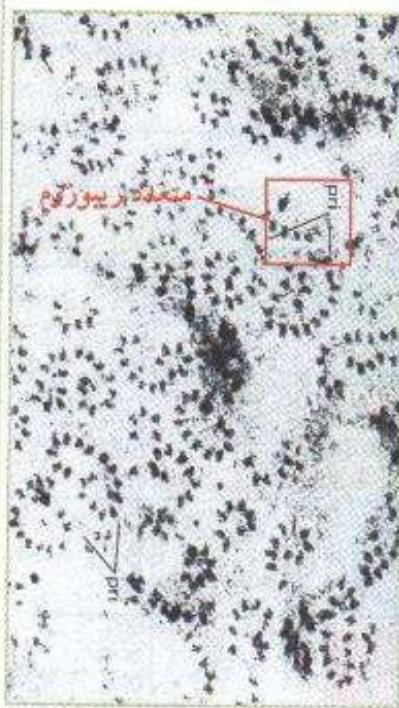
مراحل الترجمة

يتم تركيب البروتين (كما رأينا سابقا) في الهيولى، لكن الهيولى تحتوي على تراكيب عضيات كثيرة ومتعددة.

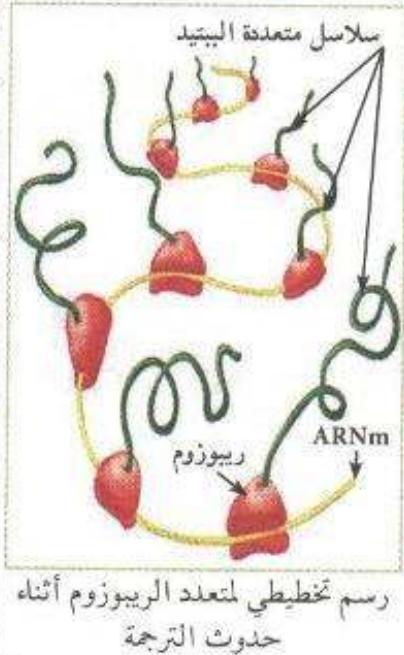
☞ فلما تم تركيب البروتين في الهيولى؟ وما هي التراكيب التي تسهم في هذه العملية؟ وما هي مراحل حدوثها؟

١ مقر تركيب البروتين في الهيولى

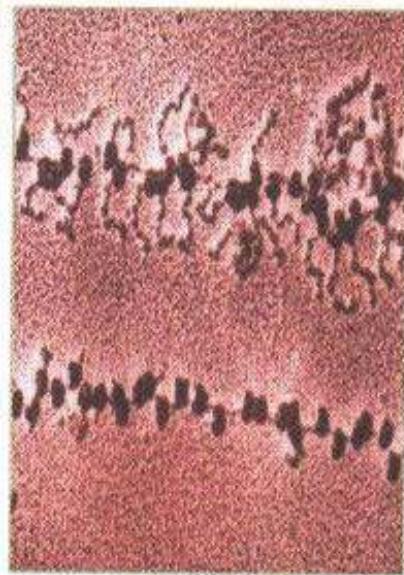
تم عن طريق التصوير الإشعاعي الذاتي تحديد مقر تركيب البروتين في هيولى الخلية بعد حقنها بأحاضن أمينية موسومة بنظير مشع. كما تم بالجهر الإلكترونيأخذ صور بتكبير قوي لموقع تركيب البروتين النتائج موضحة في الوثيقة (١).



صورة اشعاع ذاتي توضح عملية الترجمة



رسم تخطيطي لمتعدد الريبوزوم أثناء حدوث الترجمة



صورة بالجهر الإلكتروني توضح عملية الترجمة

الوثيقة (١)

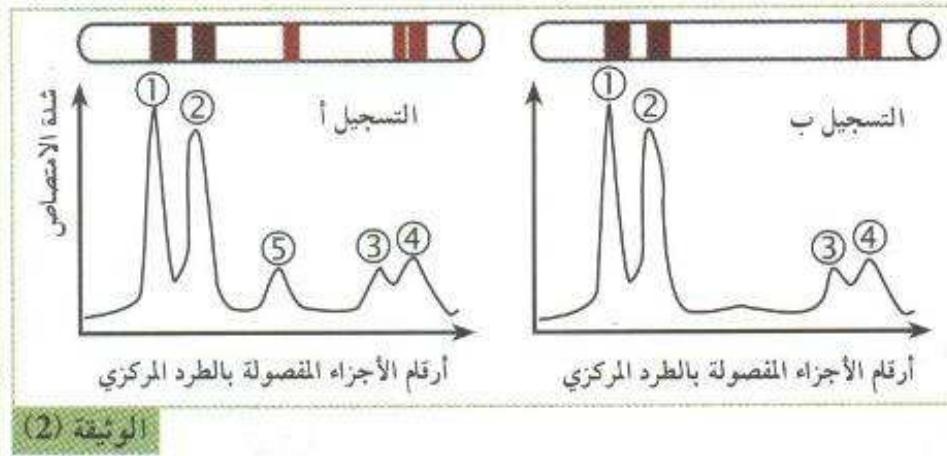
١. حدد العضيات المتداخلة في تركيب البروتين على مستوى الهيولى.
٢. عرف متعدد الريبوزوم.
٣. استنتج العلاقة بين متعدد الريبوزوم وكمية البروتين المصنعة.

٢ إثبات دور متعدد الريبيوزوم

تم في تجربة دراسة كمية البروتين المصنعة في مستخلص خلوي يحتوي على كل مستلزمات الترجمة في وجود متعدد الريبيوزوم حيث تم إضافة إنزيم ريبونيكلياز (إنزيم خاص يفكك الـ ARNm). أظهرت نتائج التجربة اختفاء متعدد الريبيوزوم وعدم تشكيل البروتين.

- ما هي المعلومة التي يمكن استنتاجها من نتائج التجربة فيما يخص دور متعدد الريبيوزوم؟

٣ أنماط الـ ARN الهيولية



تبين التجربة الموضحة في الوثيقة (2) فصل الأحاطن النوية الريبية (ARN) الهيولية بطريقة الطرد المركزي، وقياس كميتها أثناء فترة تركيب البروتين وخارج هذه الفترة، عن

طريق قياس شدة امتصاص الضوء (تردد شدة الامتصاص بزيادة الكمية). النتائج المتحصل عليها موضحة في الوثيقة (2).

كما أن دراسات أخرى حول خصائص الأنواع المختلفة من ARN الهيولية في الخلايا مكتوبة من الحصول على النتائج الموضحة في الوثيقة (3).

النوع	% من مجموع الـ ARN في الخلية	معامل الترسيب (S)	الوزن الجزيئي	النوع
الريبيوزومي ARNr	80	23	1.2×10^6	3700
		16	0.55×10^6	1700
		5	3.6×10^4	111
التايل	15	4	2.5×10^4	75
الرسول	5	مختلف	مختلف	مختلف

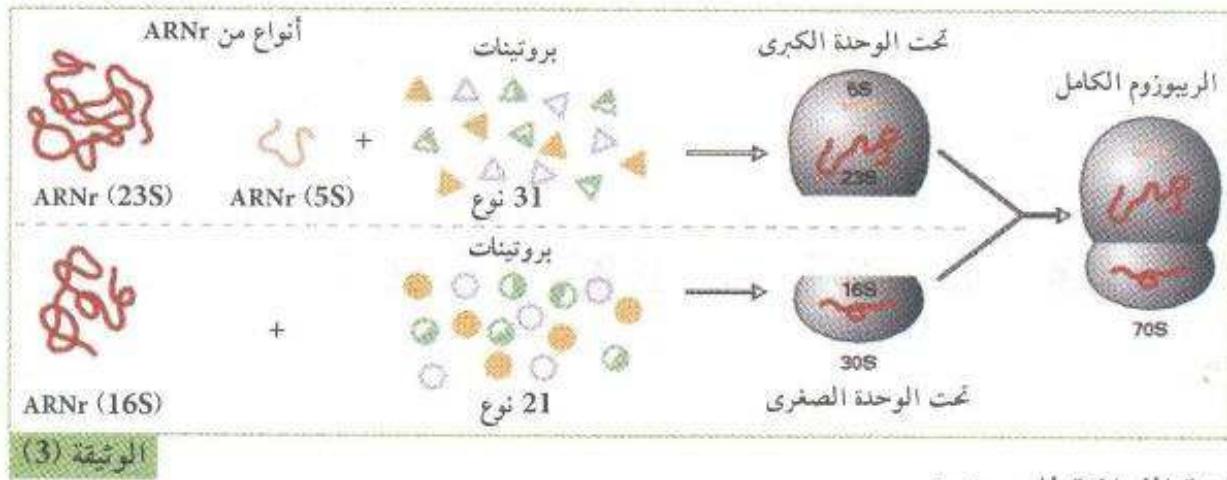
الوثيقة (3)

٤ استغلال الوثائق:

- قدم تحليلًا مقارنا للتسجيلين A وب؟ وماذا تستنتج؟
- بالاستعانة بمعطيات الوثيقة (4) حدد نوع الـ ARN في كل شوكة من الشوكلات الخمسة؟ على إجابتك؟
- لماذا يكون عدد النيوكليوتيديات في الـ ARNm مختلف؟

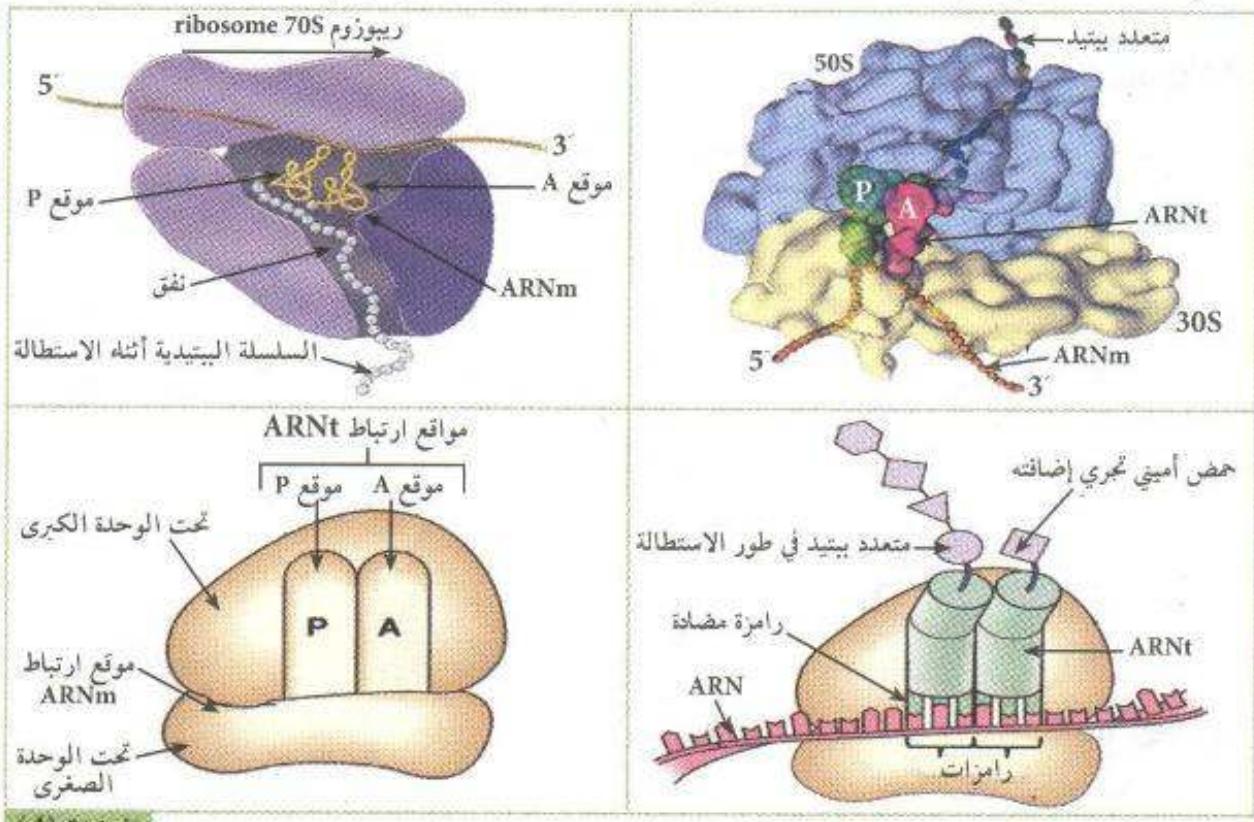
٤ بنية ومكونات الريبوزوم

سمحت الدراسات المنجزة على الريبوزومات في البكتيريا بالحصول على الأشكال الموضحة في الوثيقة (٣).



البنية الفراغية للريبوزوم:

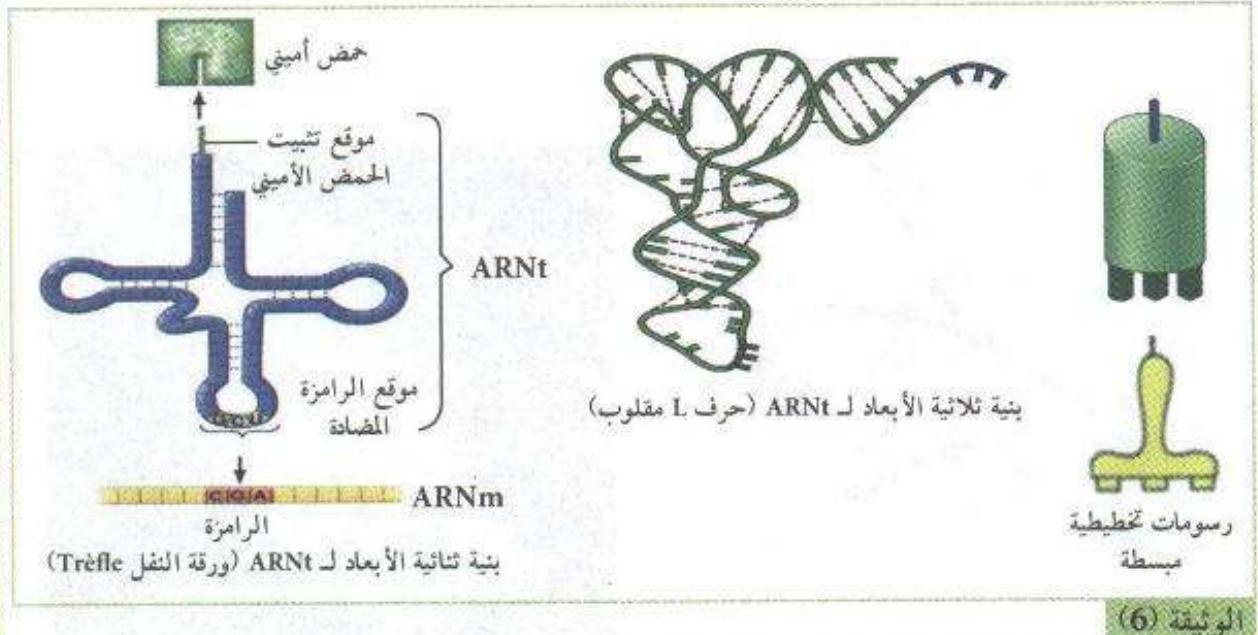
توصلت الأبحاث والدراسات المتقدمة أيضاً إلى تحديد البنية الفراغية للريبوزوم كما توضحه الوثيقة (٤).



بالاعتماد على معلومات الوثائق (٣ و ٤):

- استنتاج الطبيعة الكيميائية للريبوزوم.
- قدم وصفاً لبنية الريبوزوم.

توضح الوثيقة (6) البنية الفراغية لـ ARNt والأشكال المختلفة لتمثيل هذه البنية بصورة بسيطة.



- استغلال الوثائق:
- من خلال الأشكال الموضحة في الوثيقة (6) استنتج الخصائص المشتركة بين الصور المختلفة لتمثيل بنية ARNt؟
 - باستعمال البنية المختصرة لـ ARNt وبالاستعانة بجدول الشفرة الوراثية (الوثيقة 1 من النشاط 3)، أرسم بنية ARNt مع تحديد رمزه المضاد للأحماض الأمينية التالية: Val, His, Pro, Ala.

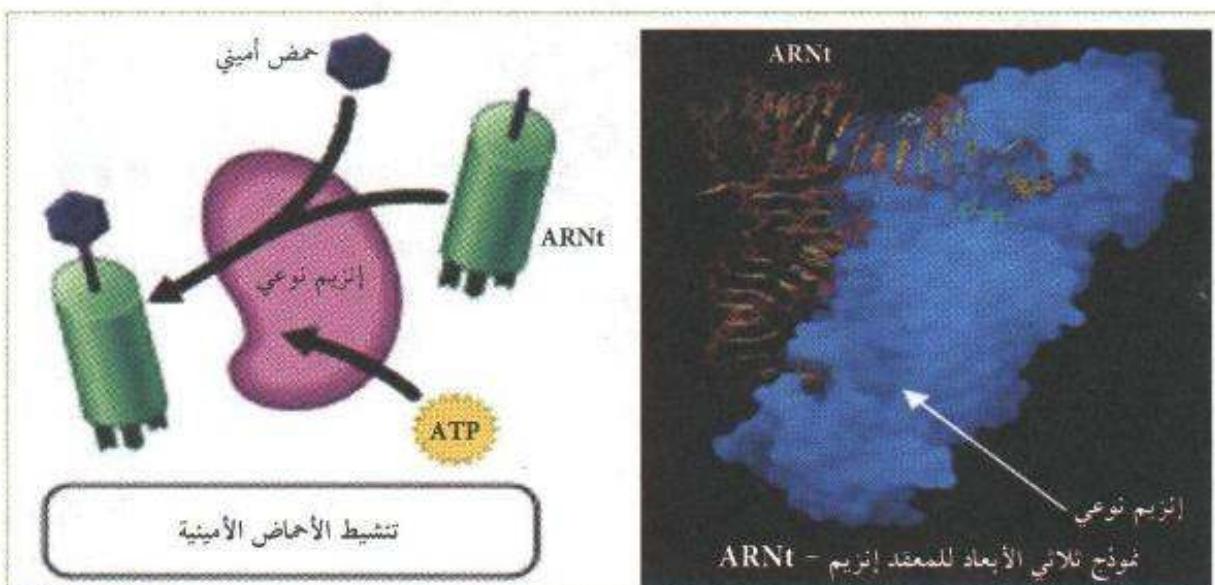
معلومات هامة



تقنية الطرد المركزي: تتم بواسطة جهاز مكون من عربك متصل بمحور يدور بسرعة مختلفة ويحمل عدداً من الأنابيب محبوبي بداخلها محليل براد فصل مكوناتها حسب الكثافة (النقل)، حيث تتجه الأجزاء الأكثر كثافة بسرعة أكبر نحو قاع أنابيب الطرد المركزي الذي يتواجد في محيط الدائرة أثناء الدوران. تستعمل هذه الطريقة لفصل مكونات الخلية وغير الخلية أو فصل مكونات الخلية بعد سحقها، كما تستعمل لفصل الجزيئات الكبيرة عن بعضها مثل فصل أنواع من البروتينات أو أنواع من الأحماض النوية حسب اختلاف كثافتها. وقد استعملت تاريخياً في فصل ADN عن الحفيف لإثبات التضاعف نصف المحافظ. ويستعمل معلم الترسيب (S) للدلالة على النقل نسبة إلى العالم Svedburg الذي اقترحها (كلما كان رقم (S) كبيراً كلما دل ذلك على زيادة في الكثافة وكلما اتجه بسرعة نحو قاع الأنابيب).

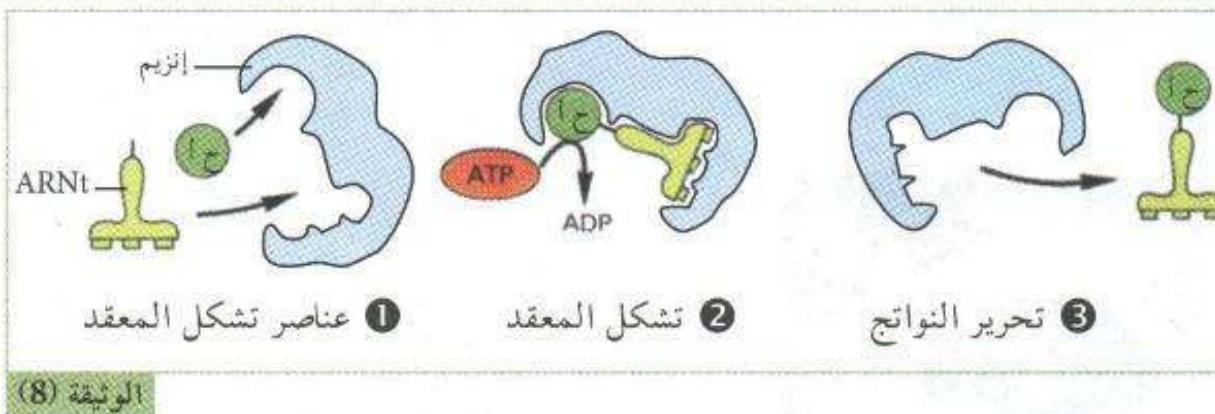
٦ تنشيط الأحماض الأمينية

تطلب عملية الترجمة ربط الحمض الأميني بـ ARNt الخاص به وهو ما يعرف بعملية تنشيط الأحماض الأمينية. توضح الوثيقة (7) آلية تنشيط الأحماض الأمينية في الميوبي إلى جانب البنية الفراغية للمعقد (إنزيم - ARNt).



الوثيقة (7)

يمكن توضيح مراحل تنشيط الحمض الأميني في الوثيقة (8)

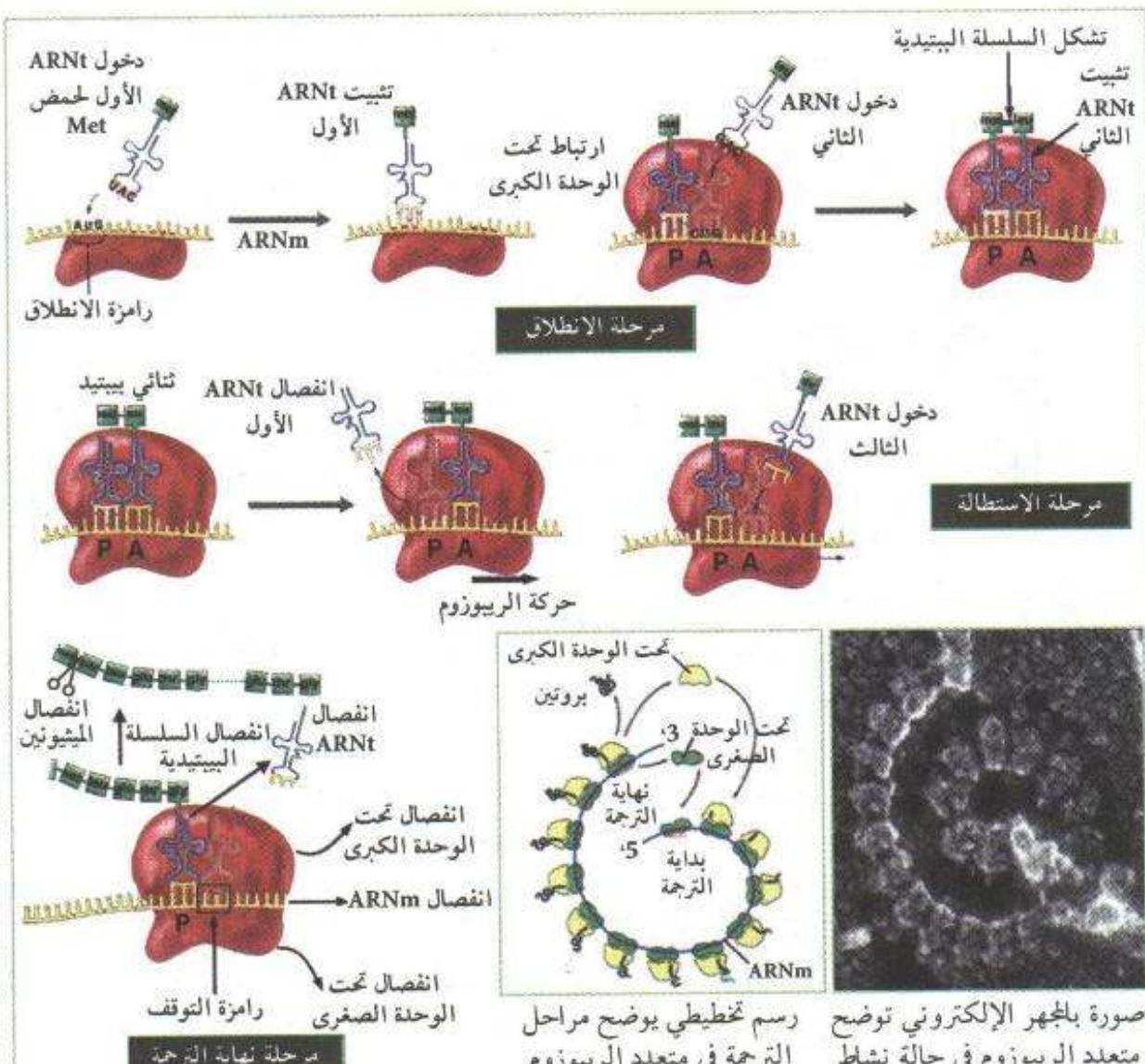


٧ استغلال الوثائق:

- استنتاج من خلال الوثائقين (7 و 8) العناصر الالزمة لتنشيط الأحماض الأمينية ودور كل منها؟

٧ مراحل حدوث الترجمة

توصلت الدراسات المختلفة في سنوات السبعينات إلى تحديد آليات حدوث عملية الترجمة والمراحل المختلفة لحدوثها كما هو موضح في الوثيقة (٩).



الوثيقة (٩)

استغلال الوثائق:

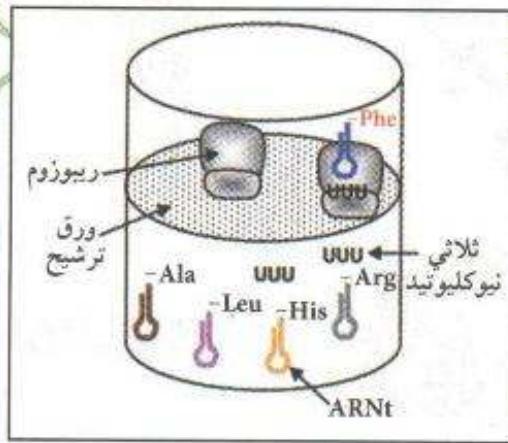
من خلال الوثيقة (٩):

1. استنتاج العناصر الضرورية لانطلاق عملية الترجمة؟
2. حد الظواهر التي تحدث في نهاية الترجمة.
3. صُف في نص علمي مراحل الترجمة.

٨ نبذة لمرحلة الترجمة

يجري هذا النشاط في المخبر باستعمال وسائل ومواد بسيطة (ورق مقوى بألوان مختلفة، مقص، غراء، كرات بألوان مختلفة، أسلاك.....) حيث يقوم التلاميذ بإنتاج نماذج للعناصر الداخلة في عملية الترجمة (ريبيوزومات، ARNm، ARNt، أحماض أمينية ... الخ) وتركيبها لإنتاج نماذج توضح مراحل عملية الترجمة. النماذج المنجزة تتفق مع المعرف المبنية سابقاً والتي تخص:

- بنية ARNt.
- بنية الريبيوزوم.
- بنية ARNm.
- آلية حدوث الترجمة.



فك رموز الشفرة الوراثية:

تمثل الوثيقة التالية سلسلة التجارب التي قام بها العالم Marshall Nirenberg ومساعدوه في 1964 تم فيها تحضير 20 مستخلص بكتيري يحتوي كل منها على 20 نوع من ARNt مرتبطة بـ 20 نوع من الأحماض الأمينية واحد منها مشع (لون أحمر). تمت إضافة ثلاثي نيوكليلوتيد واحد من نفس النوع إلى كل مستخلص. عند الترشيح عبر ورق نتروسللوز تعبّر ARNt المرتبطة بالأحماض الأمينية كما تعبر ثلاثيات النيوكليلوتيد الحرة بينما لا يمكن للريبيوزومات العبور نظراً لحجمها الكبير سواء كانت هذه الريبيوزومات حرة أو مرتبطة مع ARNt وثلاثي النيوكليلوتيد. وجود الإشعاع على ورق الترشيح يدل أن ثلاثي النيوكليلوتيد قد ارتبط بالريبيوزوم وARNt ومنه يمكن تحديد الحمض الأميني المُوافق لثلاثي النيوكليلوتيد المستعمل. تم تكرار التجربة مع تغيير نوع النيوكليلوتيد الثلاثي من بين الاحتمالات الأخرى الممكنة.

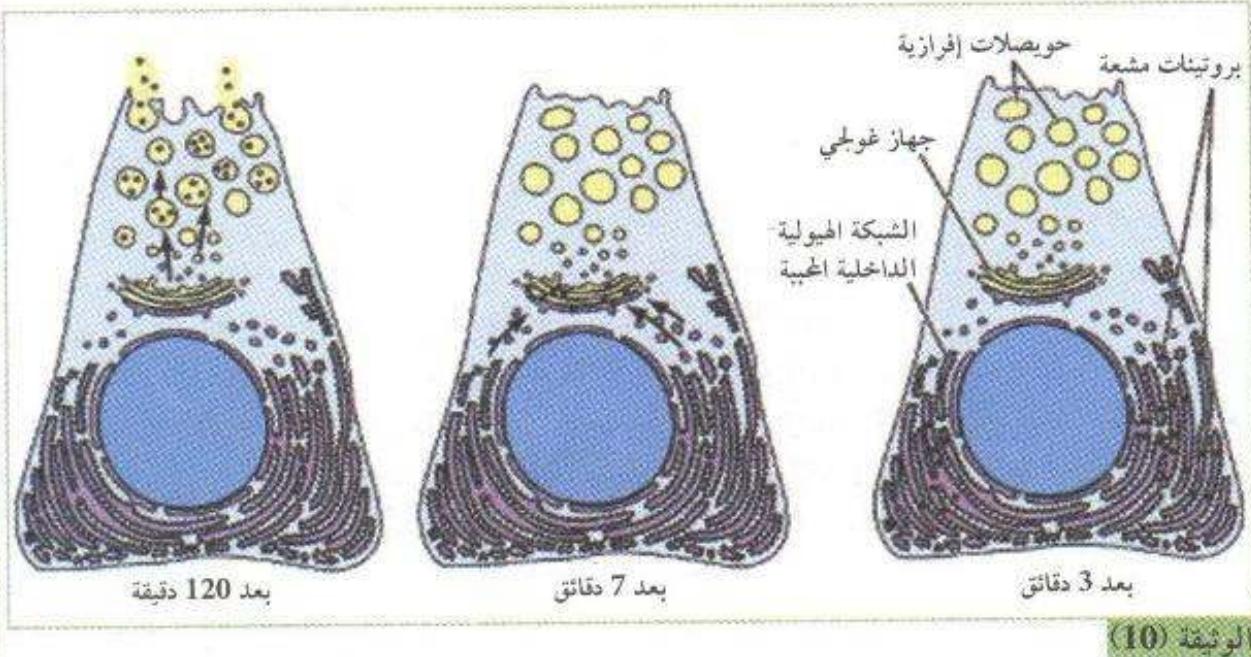
* انطلاقاً من المعرف المبنية في النشاطات السابقة أخذ رسمياً خطيطياً تحوصل فيه عملية تركيب البروتين

٩ مصير البروتين بعد تركيبه

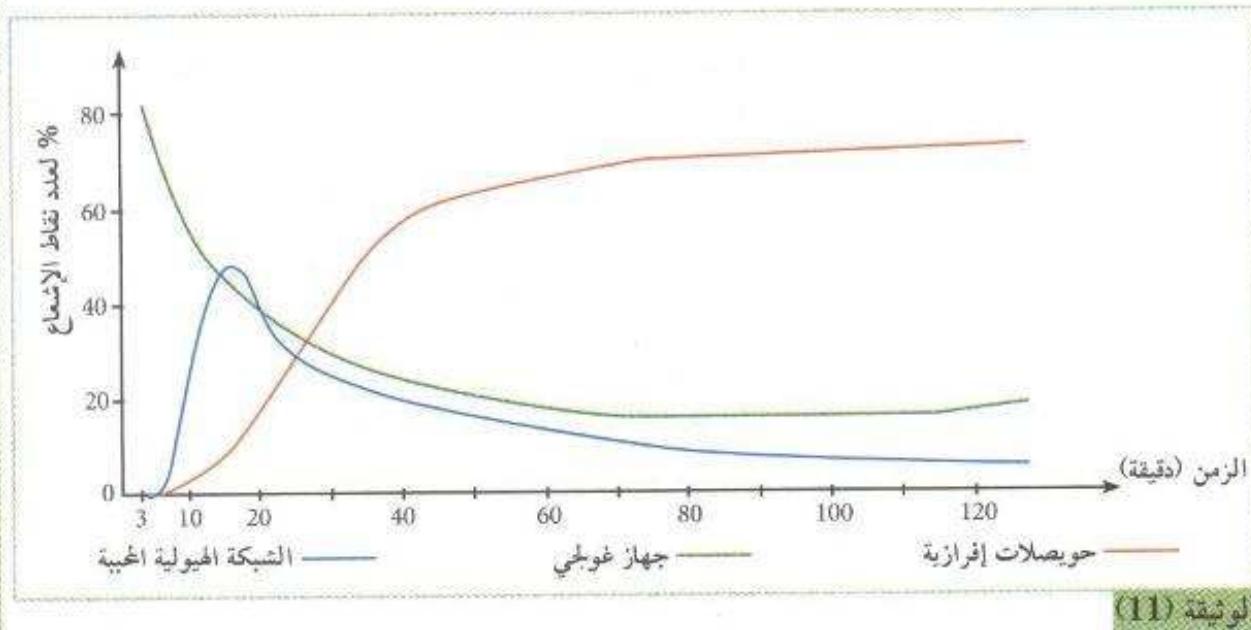
بعد الإنتهاء من تركيب البروتين على مستوى الريبيوزومات وبعد نضجه يتم توجيهه نحو المكان الذي سوف يقوم فيه بأداء وظيفته داخل أو خارج الخلية.

لإظهار مصير أحد أنواع البروتينات التي يتم تركيبها في مستوى الخلايا العنقودية للبنكرياس تم في تجربة تحضين قطع من نسيج بنكرياس لمدة 3 دقائق في وسط يحتوي على الحمض الأميني لوسين Leucine المشع، حولت القطع بعد ذلك إلى وسط به أحماض أمينية عادية وتم التخلص من كل اللوسين المشع المتبقى. ثم أخذ عينات من النسيج بعد فترات متفاوتة من التحضين واغفت التصوير الإشعاعي الذاتي لتحديد أماكن وجود الإشعاع داخل وخارج الخلايا النتائج موضحة في

الوثيقة (10). كما توضح الوثيقة (11) التمثيل البياني للنتائج الكمية لنسبة النقاط السوداء (نقاط الإشعاع) في 3 مناطق مختلفة من الخلية مقارنة بالعدد الكلي لنقاط الإشعاع في الخلية.



الوثيقة (10)



الوثيقة (11)

استغلال الوثائق:

1. من خلال تحليل صور الوثيقة (10) والرسم البياني للوثيقة (11) حدد ترتيب العضيات الخلوية التي يتواجد فيها البروتين؟
2. ما هو الغرض من تواجد البروتين في كل عضية؟

الحصيلة المعرفية

النشاط ①: التذكير بالملكتسبات

تتوارد جزيئة ADN داخل النواة (عند حقائق النواة) وتحمل هذه الجزيئه المعلومات الوراثية لتركيب بروتين. تكون المعلومات الوراثية منظمة في صورة مورثات يؤوي التعبير عنها إلى تركيب بروتينات وهي مصدر النمط الظاهري للفرد.

النشاط ②: مقر تركيب البروتين

يتم تركيب البروتين في الهيولى باستعمال المعلومات الوراثية المتواجدة في النواة. لذلك يحتاج التعبير المورثي في الخلية إلى نقل نسخة من هذه المعلومات الوراثية الخاصة بمورثة واحدة أو أكثر في صورة جزيئة تنتهي إلى نوع ثانٍ من الأحماض النوويه يعرف بالحمض الريبي النووي ARN.

يتكون الـ ARN عموماً من سلسلة واحدة من متعدد النيوكليوتيديات. تتكون كل نيكليوتيدية من اتحاد قاعدة آزوتية وسكر ريبوز وحمض الفسفوريك (مجموعة فسفات). يتواجد في ARN أربعة أنواع من القواعد الآزوتية هي: الأدينين والغوانين والسيتوزين والبوراسيل (A, C, G, U). تعتبر قاعدة U مميزة لـ ARN، لذلك تستعمل عادة لتمييز ARN الحتوي على قاعدة T بدل U.

يتم التعبير عن المعلومات الوراثية التي توجد على مستوى جزيئه الـ ADN في مرحلتين: مرحلة الاستنساخ (عند حقائق النواة) تتم في النواة، ومرحلة الترجمة تتم في الهيولى.

النشاط ③: استنساخ المعلومات الوراثية الموجودة على مستوى الـ ADN

يتم فيها تركيب جزيئة ARNm في النواة ثم تخرج بعد ذلك إلى الهيولى لغرض نقل نسخة من المعلومات الوراثية من النواة إلى الهيولى. يتم الإستنساخ بواسطة إنزيم نوعي يدعى ARN بوليمراز. يمكن لعدة إنزيمات من ARN بوليمراز أن تستنسخ مورثة واحدة في آن واحد مما يسرع من عملية الإستنساخ. تمر عملية الإستنساخ بثلاثة خطوات وهي:

أ) الانطلاق: وفيها يربط الإنزيم ARN بوليمراز بمنطقة بداية المورثة ويقوم بفتح سلستي ADN بعد تكسير الروابط الهيدروجينية. يبدأ الإنزيم بقراءة تتابع القواعد على إحدى سلستي ADN وربط النيوكليوتيديات المواتقة لها لتركيب سلسلة من ARN. تعرف سلسلة ADN التي يتم استنساخها بالسلسلة المستنسخة.

ب) الاستطالة: وفيها ينتقل الإنزيم ARN بوليمراز على طول المورثة لقراءة المعلومات على جزء ADN وربط تيوكلويوتيدات ARN وفق تتابعها في سلسلة ADN.

ج) النهاية: وفيها يصل الإنزيم إلى نهاية المورثة حيث تتوقف استطالة ARNm الذي ينفصل عن ADN وينفصل الإنزيم وتلتاحم سلستي ADN من جديد.

يدعى ARNm الناتج بعد الاستنساخ مباشرة بـ ARN ماقبل الرسول premessenger أو ARNm الأولي، حيث يتم في النواة حذف بعض القطع منه ليتحول إلى ARNm ناضج أقل طولاً. يخرج ARNm الناضج من النواة إلى الهيولى لغرض الدخول في المرحلة الثانية من عملية تركيب البروتين وهي مرحلة الترجمة.

تعرف القطع الممزوجة من ARNm الأولى بالقطع غير الدالة Introns (لأنها لا تترجم إلى أحاسيس أمينية) بينما تسمى القطع المتبقية الموجودة على ARNm الناضج بالقطع الدالة Exons (لأنها تترجم إلى أحاسيس أمينية). هذه الظاهرة غير موجود في الخلايا أوليات النواة مثل البكتيريا وهي موجودة فقط في الخلايا الحقيقية النواة.

النشاط ④: الترجمة

يتم فيها التعبير عن تتابع النيوكليوتيدات على ARNm (الشفرة الوراثية أو اللغة النووية) إلى تتابع أحاسيس أمينية في شكل سلسلة ببتيدية (لغة البروتينية).

وحدة الشفرة الوراثية هي الرامزة والتي تتكون من تتابع لثلاثة نيوكلويوتيدات تشفّر حمض أميني واحد في البروتين. عدد الرامزات الثلاثية المتكونة انتلاقاً من 4 أنواع من القواعد هي 64 رامزة يقابلها 20 حمض أميني في البروتينات.

تشفر 61 رامزة من مجموع 64 لأحاسيس أمينية. بعض الأحاسيس الأمينية تشفّر بأكثر من رامزة واحدة (رامزتان أو 3 أو 4 أو 6) ماعدا الميثيونين Met والتربيوفات Trp اللذان يتم تشفيرهما برامزة واحدة فقط. حيث تشفّر AUG للميثيونين وهي أول رامزة يتم ترجمتها لذلك تسمى رامزة الانطلاق. كما تشفّر الرامزة UGG للحمض الأميني التربوفان.

يتم ربط الأحاسيس الأمينية لتشكيل سلسلة ببتيدية على مستوى الريبيوزومات التي تكون عادة متجمعة في وحدة واحدة تدعى متعدد الريبيوزوم أو البوليزوم polysome. حيث تسمح القراءة المتزامنة لنفس ARNm من طرف عدة ريبوزومات بزيادة كمية البروتينات المصنعة.

تطلب عملية الترجمة كذلك تدخل نوع آخر من ARN يدعى ARN الناقل أو ARNt الذي يقوم بنقل الأحاسيس الأمينية من الميلو إلى الريبيوزومات. يتكون ARNt من سلسلة واحدة من متعدد نيوكلويوتيد تلف لتأخذ شكلًا محدداً (شكل ورقة القلم أو شكل حرف L مقلوب). يتضمن جزء ARNt موقعين هما دور مباشر في عملية الترجمة: موقع ارتباط الحمض الأميني وموقع الرامزة المضادة Anticodon.

تعرف عملية ربط الحمض الأميني بـ ARNt الخاص به بعملية تنشيط الحمض الأميني وتطلب تدخل إنزيم نوعي وطاقة في صورة ATP.

تعتبر الريبيوزومات مقر تركيب البروتين وتتكون في أوليات النواة مثل البكتيريا من تحت وحدتين: تحت وحدة صغيرة وتحت وحدة وكبيرة. تتكون كل تحت وحدة من نوع آخر من الحمض الريبي النووي يدعى ARN الريبيوزومي (ARNr) بالإضافة إلى عدد من البروتينات.

يحتوي الريبيوزوم على موقعين لتشبيت ARNt: موقع الحمض الأميني (موقع A) وموقع الببتيد (موقع P). كما يحتوي الريبيوزوم على نقطتين في تحت الوحدة الكبيرة لخروج السلسلة الببتيدية ونقطة بين تحت الوحدتين لتوضع ARNm يسمح بإنزلاق وتنقل الريبيوزوم على خيط ARNm.

النشاط ⑤: مراحل الترجمة

تتضمن الترجمة 3 خطوات وهي:

أ) الانطلاق: وتطلب ارتباط ARNm بتحت الوحدة الصغرى للريبيوزوم وتوضع ARNt الخاص بالحمض الأميني ميثيونين Met على رامزة الإنطلاق AUG في ARNm في الموقع P للريبيوزوم. يتم تعرف ARNt

على الرامزات الثلاثية الموجودة على ARNm عن طريق الرامزة المضادة. ترتبط تحت الوحدة الكبرى وبشكل بذلك معقد الإنطلاق. يتم توضع ARNt الحامل للحمض الأميني الثاني في الموقع A للريبوزوم وفق الرامزة الثانية على جزيء ARNm. يتم تكوين الرابطة البييدية بين الحمض الأميني الأول والثاني بتدخل إنزيمات خاصة وطاقة. ينفصل الحمض الأميني الأول عن ARNt الذي ينفصل بدوره عن الموقع P للريبوزوم.

ب) الإسطالة: ينتقل الريبوزوم خطوة واحدة (رامز واحدة على الـ ARNm) مما يؤدي إلى توفر ARNt الحامل لثاني البييد في الموقع P ويصبح الموقع A فارغاً لاسقبال ARNt الحامل لحمض أميني آخر حيث تبدأ دورة جديدة تؤدي إلى ربط حمض أميني ثالث وهكذا تستطيل السلسلة البييدية بمقدار حمض أميني واحد في كل خطوة (دورة).

ج) النهاية: وفيها يصل الريبوزوم إلى رامزة التوقف (UGA، UAA أو UAG) على جزيء الـ ARNm عندما تنفصل السلسلة البييدية المكونة وينفصل الـ ARNt الأخير وتنفصل تحت وحدتي الريبوزوم بعضهما.

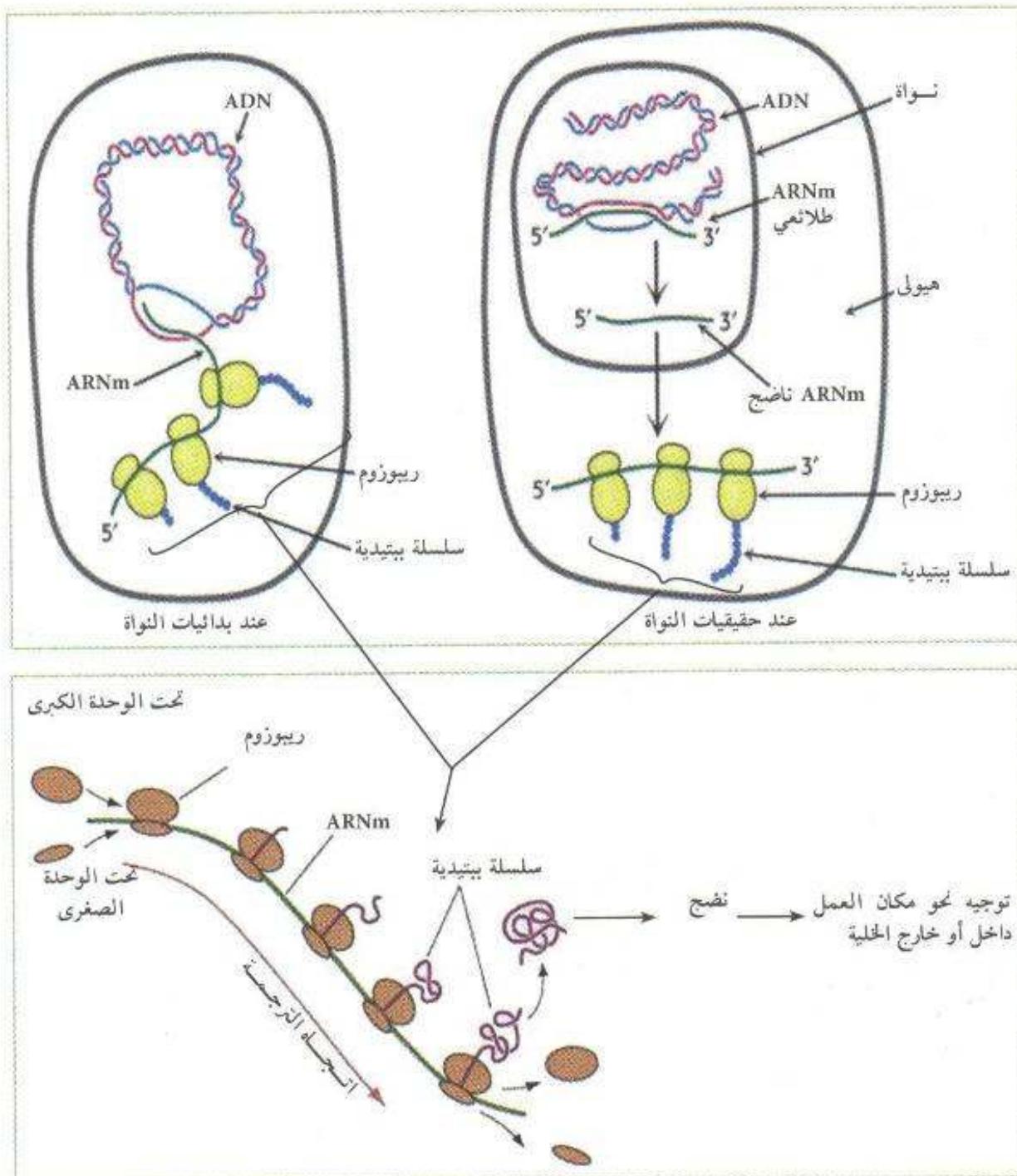
يمكن لهذا الريبوزوم أو لريبوزوم آخر أن يعيد الدورة وينطلق في تشكيل سلسلة بييدية أخرى. مصير البروتين بعد تركيبه: يتم تركيب البروتين على البوليزوم الذي يتواجد في الهيولى أو متصل بالشبكة الهيولية. حيث ينطوي البروتين بعد تركيبه وينتصج ويوجه نحو المقر الذي يؤدي فيه وظيفته داخل أو خارج الخلية.

ومن أمثلة البروتينات المصنعة التي يتم توجيهها خارج الخلية هي البروتينات الإفرازية كالأنسولين والكازين. حيث تدخل بعد تركيبها إلى الشبكة الهيولية الفعالة تنتقل بعدها عن طريق الحويصلات إلى جهاز غولي ومنها إلى الحويصلات الإفرازية التي تنتقل إلى الغشاء الهيولي وتندمج معه لمحرر محتوياتها خارج الخلية.

يتم تركيب البروتين في أوليات النواة مثل البكتيريا في مرحلتين تتمان في نفس المكان (العدم وجود نواة واضحة الأحدود) وفي آن واحد. لذلك يمكن للمرحلة الثانية (الترجمة) أن تنتطلق قبل انتهاء المرحلة الأولى (الاستنساخ). عند حقيقيات النواة مثل الإنسان والحيوان والنبات ، لا يمكن للمرحلتين حدوث في مكان واحد وفي آن واحد نظراً لوجود غشاء نووي يفصل النواة عن الهيولي.

مخطط تحصيلي

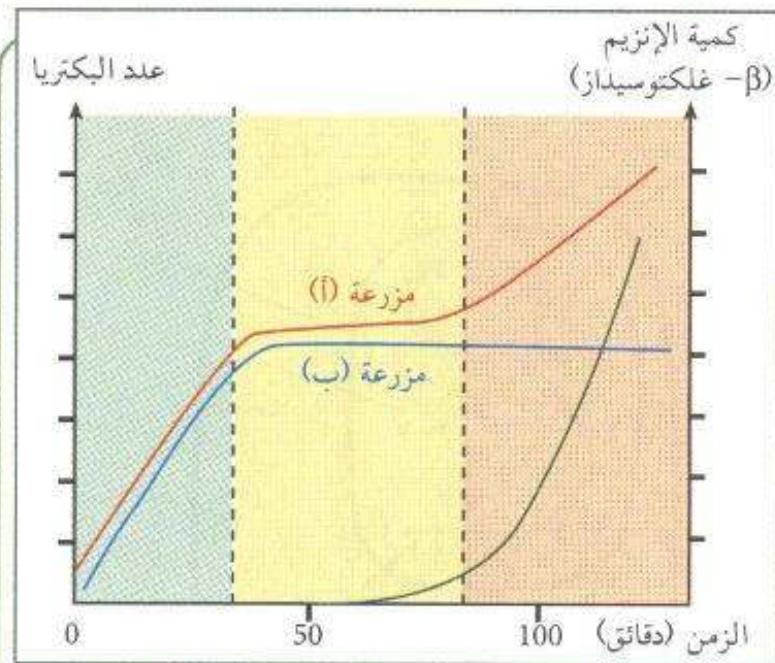
مخطط تحصيلي لعملية تركيب البروتين



رسم تخطيطي يلخص مراحل الترجمة

استثمر مهاراتي وأوظف قدراتي

التمرين 1

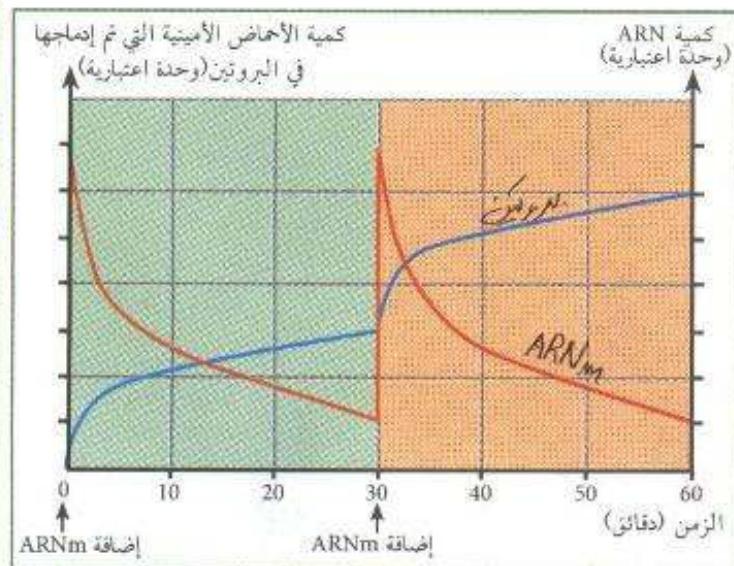


تمت تنمية سلالتين من البكتيريا، إحداهما طافرة تتنمي لنفس النوع، في مزرعتين (أ و ب) يحتويان نفس المغذيات (أملاح معدنية + كمية محدودة من الغلوكوز واللكتوز). بعد مدة من الزمن تم قياس عدد البكتيريا في المزرعتين (أ و ب) كما تم قياس كمية إنزيم اللكتاز (β -غلوكوسيداز). لم يلاحظ ظهور الإنزيم إلا في المزرعة (أ). نتائج التجربة موضحة في منحنى الوثيقة.

1. حل المنحنيات؟

- قلم تفسيراً لتطور عدد البكتيريا في المزرعتين.
- اقتراح فرضية تربط فيها بين النتائج المتحصل عليها والتعبير المورثي (الاستنساخ).
- ماذا تتوقع أن يكون شكل المنحنيات في حالة وجود الغلوكوز فقط بكمية غير محدودة، إنجز المنحنيين.

التمرين 2



في أنبوبة اختبار محتوية على العناصر الضرورية لتركيب البروتين (استخلصت وفصلت من بكتيريا)، تم إضافة أحماض أمينية موسومة بعنصر مشع وكميات قليلة من ARN عند الزمن 0 و 30 دقيقة. تم قياس بعد ذلك كمية ARN وكمية الإشعاع في البروتينات عن طريق ترسيبها بتقنية خاصة حيث تبقى الأحماض الأمينية الحرة طافية. النتائج موضحة في منحنى الوثيقة.

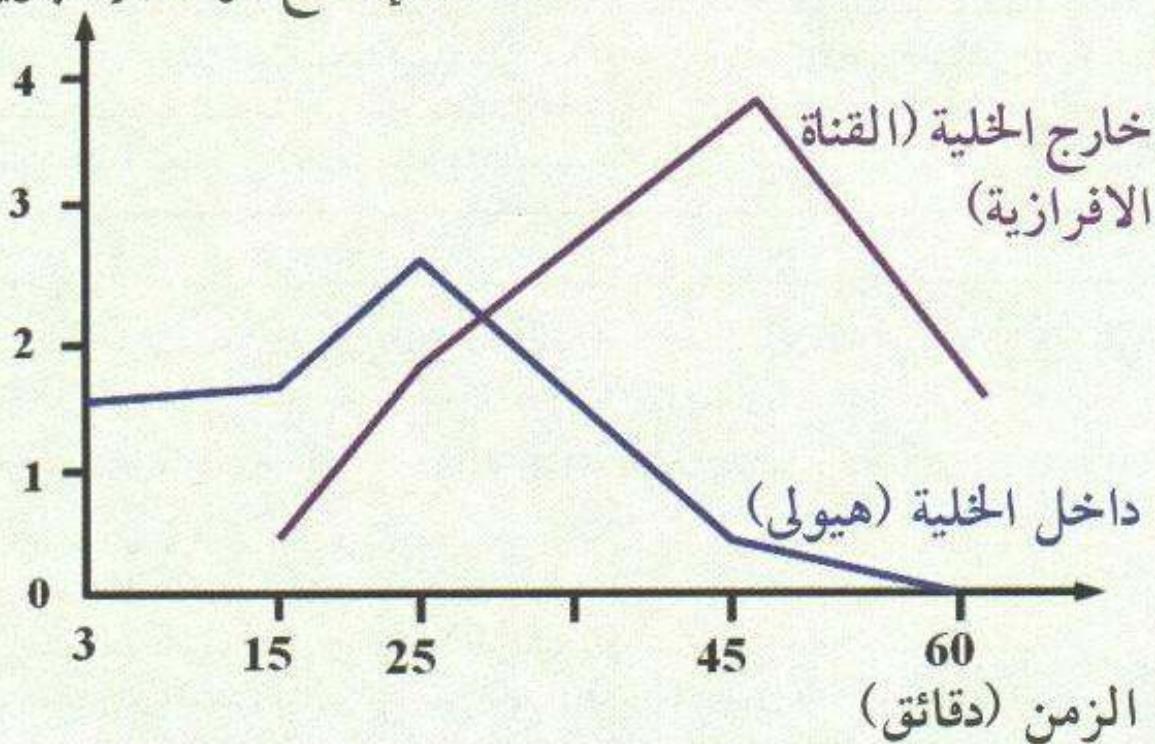
1. حل المنحنيات. ماذا تستخلص فيما يخص دور جزيئة ARN؟

- تبين نتائج التجربة إحدى خصائص جزيئه ARN ما هي؟ علل إجابتك؟
- علم عدم إمكانية تركيب البروتين من طرف خلية متزوجة النواة إلا لفترة دقائق معدودة فقط؟

التمرين 3

يتم إفراز الخليب من طرف الغدد اللبنية عند الثديات التي تقوم بتركيب البروتين الكازين المتواجد في الخليب. لدراسة آلية تركيب الكازين في الغدد الثدية، تم وضع نسيج من الغدد الثدية للنوعجة في وسط يحتوي على لوسين مشع لمدة 3 دقائق حولت بعدها إلى وسط يحتوي على أحاضن أمينية غير مشعة. أخذت عينات من النسيج في الفترات الزمنية التالية: 3, 15, 25, 45, 60 دقيقة. قياس شدة الإشعاع داخل إحدى الخلايا موضحة في منحنى الوثيقة التالية، كما يوضح الجدول المولالي تتابع النيوكلويوتيدات في جزء من مورثة الكازين في السلسلة غير المستنسخة عند النوعجة والبقرة.

شدة الإشعاع (وحدة اعتبارية)



GCC	CTT	GTT	CTT	AAC	TTA	CAA	CAT	CCA	تابع القواعد عند النوعجة
TCC	CTC	AAT	CTT	AAT	TTG	CAA	CAT	CCA	تابع القواعد عند البقرة

1. مثل تتابع الأحماض الأمينية في جزء من البروتين لكل من النوعجة والبقرة، اعتماداً على المعلومات المقدمة وجدول الشفرات الوراثية.
2. قارن تتابع الأحماض الأمينية في كازين كل من النوعجة والبقرة، ماذا تستنتج؟
3. علل بدقة نتيجة المقارنة.
4. حلل المنحنى، ماذا تستنتج فيما يخص تطور الإشعاع؟

التمرين 4

عزلت مورثة خاصة لبروتين غشائي يعمل في البرامسيوم (كائن أحادي الخلية) ثم أدخلت إلى خلية أرنب لكي تقوم بتركيب هذا البروتين. أظهرت النتائج أن خلايا الأرنب لا يمكنها تصنيع البروتين الكامل ولكن قطع بببتيدية قصيرة فقط. محاولة تفسير النتائج قام الباحثون بدراسة تتبع القواعد في جزء من السلسلة المستنسخة تقع في بداية المورثة فكانت النتائج كالتالي:

TAT TTC TCC ATG CCG CTC ATT GGT GCA CGA

1. باستعمال جدول الشفرات الوراثية، وضع لماذا لا تستطيع خلايا الأرنب تركيب البروتين الكامل؟
2. اقترح فرضية لتفسير السبب؟
3. عند مقارنة مكونات البروتين المصنوع في خلايا البرامسيوم مع القطع الببتيدية المصنعة في خلايا الأرنب تبين أن بروتين البرامسيوم يحتوي على عدد أكبر من الحمض الأميني غلوتامين (Gln). هل يمكن تدقيق الفرضية السابقة على ضوء هذه المعلومات؟
4. ما هي القاعدة العامة التي تخالفها نتائج هذه الدراسة؟

التمرين 5

يحتوي أحد بروتينات الإنسان على 302 حمض أميني تم عزل سلسلة ADN في جزء من بداية المورثة للسلسلة غير المستنسخة الخامدة للمعلومات الوراثية لهذا البروتين:

GGTATGATCCAGCAAACCTAACGATGTAACAACCTCCGCACGTAGGCATAACG

1. حدد بداية المنطقة الرامزة للمورثة.
2. استخرج السلسلة المستنسخة.
3. مثل تتبع النيوكليوتيدات في ARNm الحامل للمعلومات الخاصة بجزء البروتين المصنوع.
4. باستعمال جدول الشفرات الوراثية، حدد تتبع الأحماض الأمينية في هذا الجزء من البروتين.
5. تم عزل بروتين ناتج من طفرة على هذه المورثة أين تم استبدال Arg ب Ser، ما هو موقع الطفرة على المورثة التي أدت إلى هذا التغير في تتبع الأحماض الأمينية؟
6. في مرض ورائي لا يتم تصنيع هذا البروتين وإنما جزء صغير منه يحتوي على 3 أحماض أمينية فقط، فسر سبب عدم تركيب البروتين الكامل.

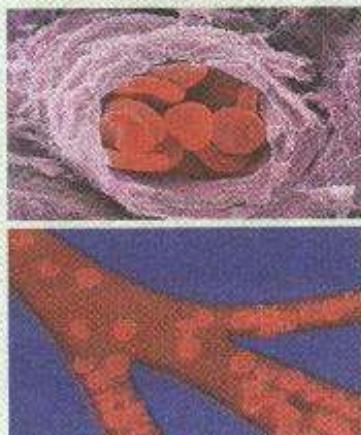
الوحدة 2

العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين

قام أستاذ بنسخ الصورة الموضحة في الأسفل من مجلة علمية تم فيها تناول أحد الأمراض الوراثية والمتمثل في فقر الدم المتجلبي (Drepanocytose)، قرر الأستاذ عرضها على التلاميذ لمناقشتها محتواها، اكتشف أن معظم التلاميذ توصلوا إلى كتابة العبارة التالية: "اختلاف التركيب يقابل اختلاف في الشكل".

كما أن التلاميذ تكثروا من تفسير أحد الأسباب المؤدية للوفاة اعتماداً على بعض صور الوثيقة التي تبين تدفق كريات الدم الحمراء داخل الأوعية. قرر بالتشاور مع التلاميذ وضع عناصر لبحث يهدف إلى ربط العلاقة بين البنية الفراغية ووظيفة البروتينات مثلاً فيما يلي:

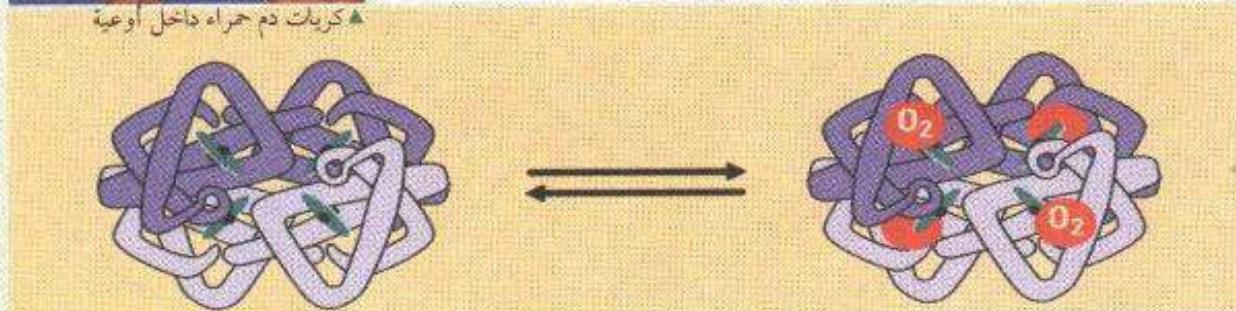
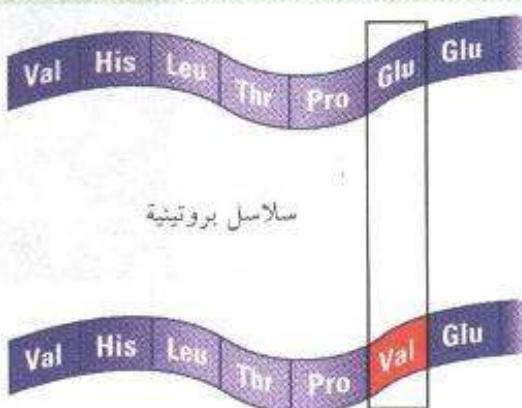
- كيفية تثيل البنية الفراغية للبروتينات.
- مستويات البنية الفراغية للبروتين.
- العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين.



كريات دم حمراء داخل أوعية



شكل كرات الدم الحمراء



النشاط 1

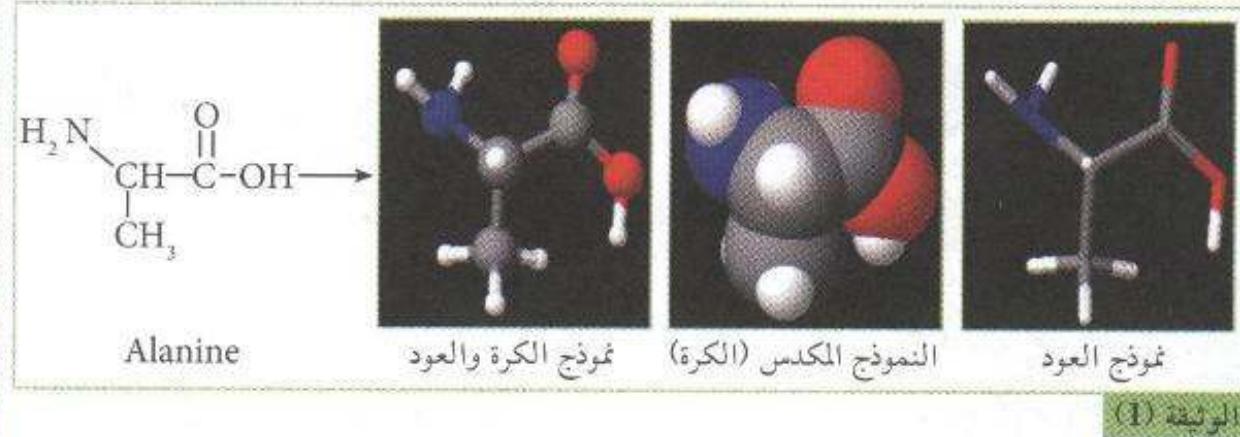
تمثيل البنية الفراغية للبروتين

تأخذ البروتينات بعد تركيبها على مستوى الريبيوزومات بنيات فراغية محددة ومعقدة ليتم بعدها توجيه هذه البروتينات نحو المكان الذي تؤدي فيه وظيفتها المحددة داخل أو خارج الخلية.

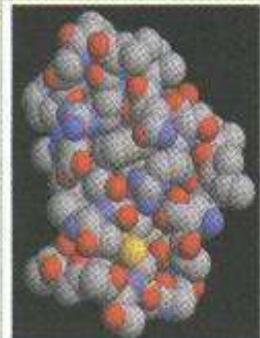
﴿ فكيف يمكننا تمثيل البنية الفراغية للبروتين؟ وما هي ميزات هذه البنية؟ ما هي الوحدات الداخلة في تركيب البروتين وما هي ميزاتها؟ ما هي العلاقة بينها وبين الوظيفة التي يقوم بها البروتين؟ ﴾

١ تمثيل البنية الفراغية للبروتينات

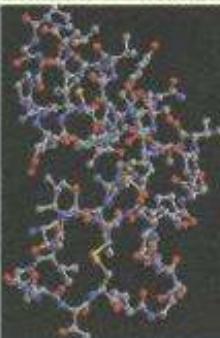
أ) تمثيل البنية الفراغية للجزيئات البسيطة:
يمكن تمثيل البنية الفراغية بجزيء بسيط مثل حمض أميني بعلة طرق (نمذاج) منها نمذاج العود ونمذاج الكرة والعود Boules et bâtonnets ونمذاج المكبس (الكرة) Sphères. يمكن للنمذاج أن يركب باستعمال أجزاء صلبة من البلاستيك أو الخشب أو على شاشة الكمبيوتر باستعمال برامج محاكاة خاصة والذي يمثل أكثر الطرق استعمالاً في الوقت الحالي. تمثل الوثيقة (1) طرق مختلفة لتمثيل بنية حمض أميني الألين Alanine.



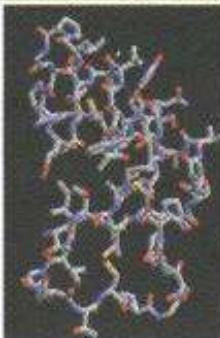
ب) تمثيل البنية الفراغية للجزيئات الكبيرة:
يحتاج تمثيل البنية الفراغية للجزيئات الكبيرة مثل البروتين باستعمال نفس النمذاج السابقة بالإضافة إلى نمذاج آخر أكثر فائدة في توضيح جوانب من البنية الفراغية للبروتين مثل البنيات الثانوية α و β ومناطق الانعطاف. فالنمذاج الشريطي مثلاً هو الأكثر استعمالاً لأنّه يظهر لنا بوضوح البنيات الثانوية ومناطق الانعطاف ويسمح لنا بمقارنة البنيات الفراغية للبروتينات. تمثل الوثيقة (2) طرق مختلفة لتمثيل بنية بروتين.



نموذج المكبس



نموذج الكرة والعود



نموذج العود



نموذج الشريط السميك
(كاريكاتور)



الوثيقة (2)

في النموذج الشريطي Rubans أو الشريطي السميك Caricatures يتم تمثيل البنية الثانوية الحلزونية α عادة في شكل شريط حلزوني بلون أحمر بينما يتم إظهار البنية الثانوية β عادة في شكل مسطح بلون أصفر أو أزرق وقد يكون في شكل سهم لتحديد الاتجاه وتمييز البنية β المتوازية والمتعاكسة. يتم إظهار المناطق البنية (مناطق الانعطاف) بلون أبيض في شكل خيط سميك عادة.

② استعمال الكمبيوتر في دراسة بنية البروتينات

إن استعمال الكمبيوتر في تمثيل البنية الفراغية للبروتينات يسمح لنا بتغيير طريقة التمثيل (النموذج) وباستعمال نموذجين في آن واحد بسهولة مما يمكننا من ملاحظة الفائدة من استعمال كل منها. كما يسمح لنا بإجراء دراسة مفصلة لبنية البروتين وتحديد موقع الأحماض الأمينية داخل البنية الفراغية وربط العلاقة بين موقع الحمض الأميني والبنية الفراغية. كما تسمح بتحديد الموقع الفعال وطريق ارتباط البروتين أو الإنزيم بمادة التفاعل. الوثيقة (3) هي تمثيل لبنيات ثانوية α و β ومناطق انعطاف باستعمال برنامج راستوب أو راسهول.



بنيات ثانوية β



بنيات حلزونية α



بنيات α و β

الوثيقة (3)

- باستعمال برنامج راستوب (Rastop) باستغلال المعلومات السابقة حاول أن تستخرج معلومات حول مزايا كل نموذج في دراسة البروتينات

النشاط 2

مستويات البنية الفراغية للبروتينات

تتميز البنية الفراغية للبروتينات بتعقيدها وصعوبة تمثيلها بطريقة صحيحة لذا قسمت إلى مستويات بنائية متدرجة التعقيد.

ـ> فما هي مستويات تعقيد البنية الفراغية للبروتين؟

نظراً لتعقيد البنية الفراغية للبروتينات قام العلماء بوصف أربعة مستويات بنوية متدرجة في تعقيدها، وهذه المستويات البنوية هي:

1 البنية الأولية

وهي تتابع الأحماض الأمينية مرتبة بروابط بيتدية لتكون سلسلة بيتدية.

Ala - His - Gly - Ser - Leu - Glu - Arg - Val - Asp - Cys - Ser - Val

○ حرف أميني



— رابطة بيتدية

البنية الأولية

لوبيقة (1)

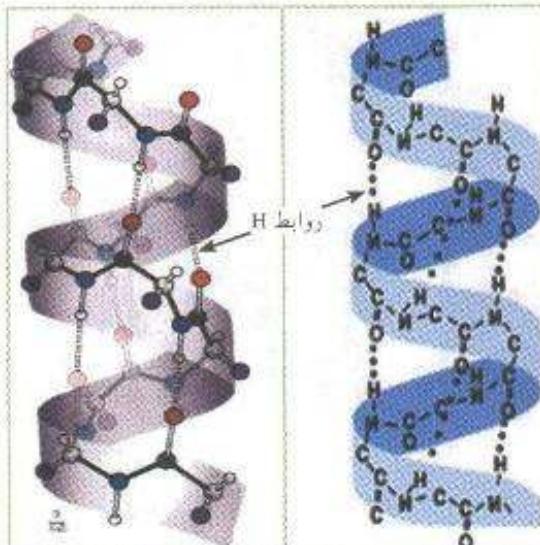
2 البنية الثانوية

وهي انطواء السلسلة البيتدية ذات البنية الأولية لتكوين بنيات ثانوية في مناطق محددة من السلسلة البيتدية، ويعزى في البنية الثانوية نوعين من الأشكال:

البنية الحليزونية α : وهي انطواء السلسلة البيتدية في مناطق محددة لتأخذ الشكل الحليزوني.

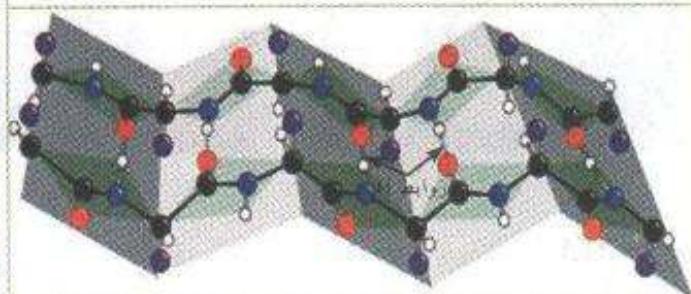
البنية الثانوية β : وهي انطواء السلسلة البيتدية في مناطق محددة لتأخذ شكل الوريقات المطوية.

تحافظ البنيات الثانوية على تمسكها بواسطة روابط هيدروجينية بين جموعات CO و NH للروابط البيتدية.



بنيات حليزونية α لوبيقة (2)

بالإضافة إلى البنيات الثانوية α و β يلاحظ في السلسلة البيتدية وجود مناطق بينية ليس لها أشكال فراغية محددة هي التي تسمح للسلسلة البيتدية بأن تأخذ البنية الثالثية.



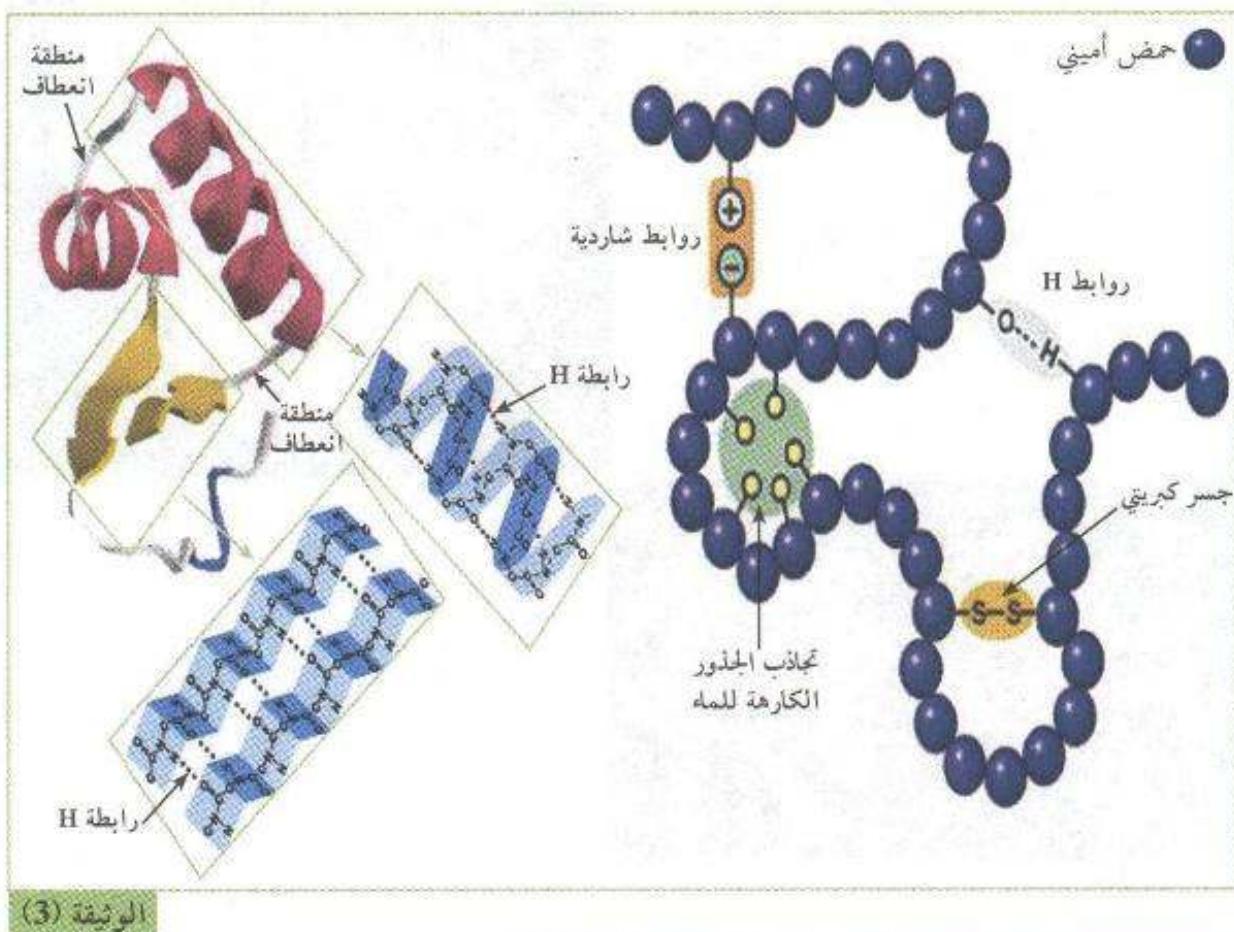
بنية ثانوية β

٣ البنية الثالثية

وهي انطواء السلسلة البيئية المحتوية على عدد من البنيات الثانوية والمناطق البنية. يحدث الانطواء في مستوى المناطق البنية لذلك يطلق عليها اسم مناطق الانعطاف. تمثل هذه المناطق مفاصل تسمح للسلسلة البيئية بالانطواء لتأخذ بنية ثالثية محددة. قد تحتوي البنية الثالثية على بنية ثانوية حلزونية فقط أو وريقات β فقط أو خليط من بنيات α و β بنسب وتوزيع مختلف من بروتين آخر.

تحافظ البنية الثالثية على استقرارها بوجود أربع أنواع من الروابط هي:

1. الروابط الهيدروجينية بين الوظائف الكيميائية للجذور R.
2. الروابط الملحية (الشاردية) بين الجموعات الكيميائية السالبة والموجبة في الجذور R.
3. تداخل (تجاذب) الجذور الكارهة للماء.
4. الجسور الكبريتية الناتجة بين جذرين لحمضين من نوع Cys.

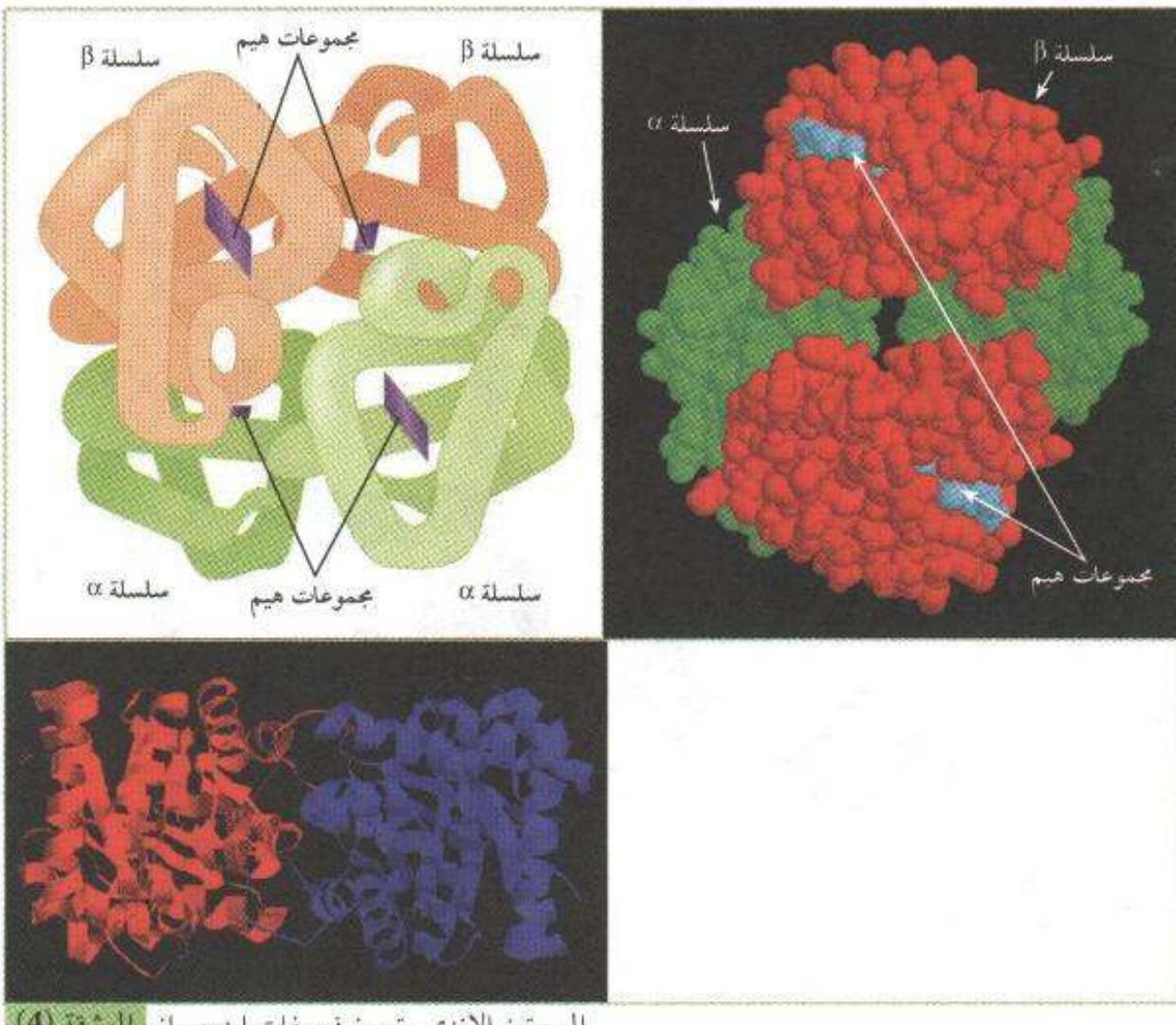


٤ بالاعتماد على المعطيات والوثائق السابقة:

1. استخلص كيف تتطور البنية الأولية إلى بنية ثانوية.
2. لماذا تتميز البنية الثالثية عن البنية الثانوية؟

٤ البنية الرابعة

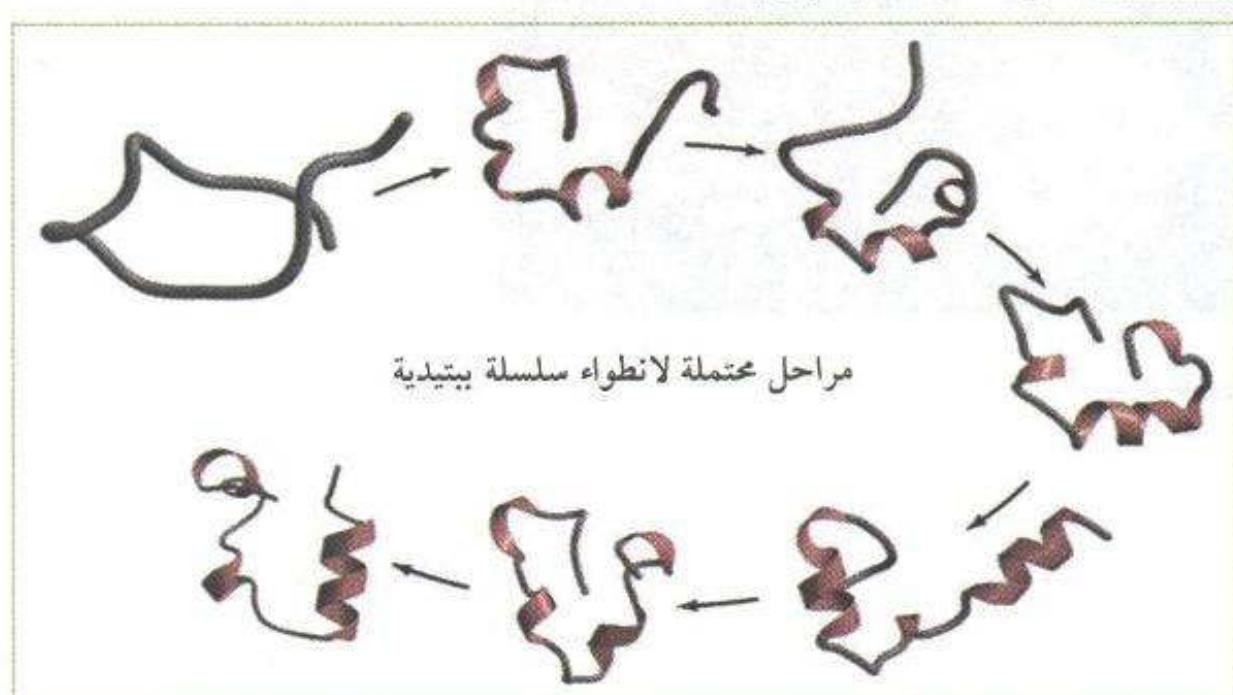
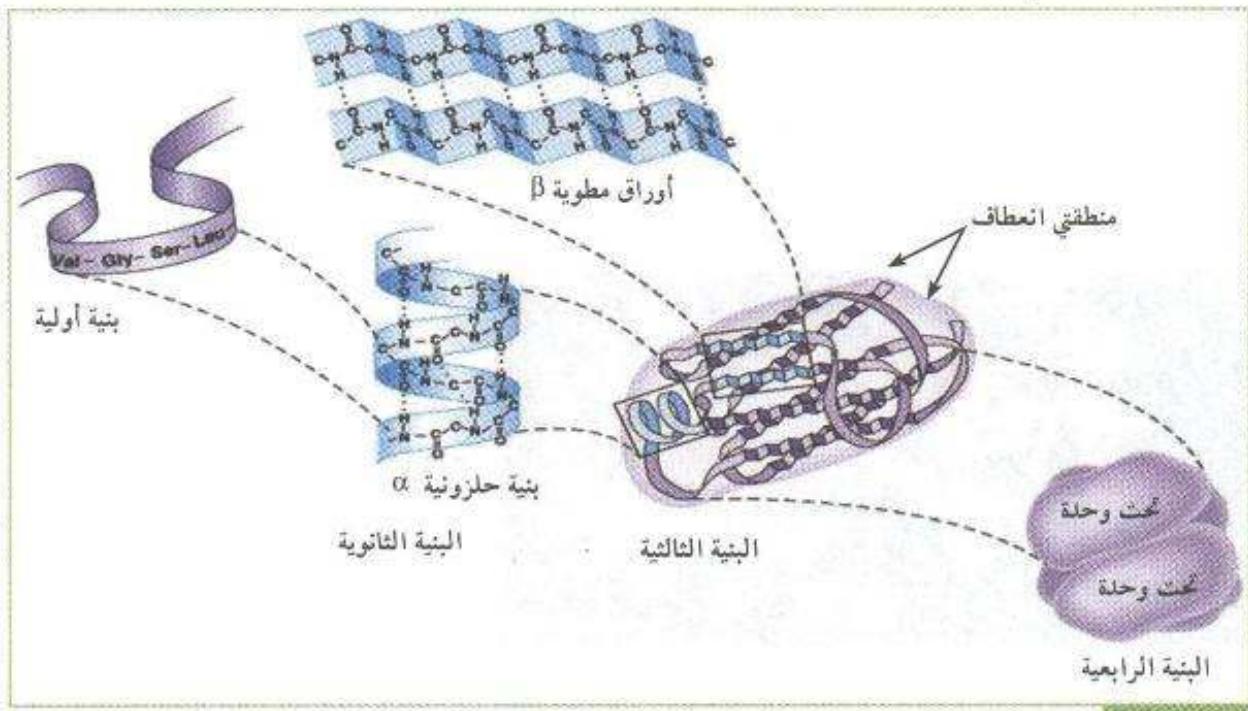
وهي تجمع لسلسلتين بيتيديتين أو أكثر لكل منها بنية ثالثة. وتسمى كل سلسلة بيتيدية ضمن البنية الرابعة تحت الوحدة. تتماسك تحت الوحدات فيما بينها بروابط ضعيفة عادة مثل الروابط الهيدروجينية والكارهة للماء والشاردية. تتواجد هذه البنية في قسم من البروتينات مثل الهيموغلوبين (٤ تحت وحدات) سلسلتان من نوع α ، وسلسلتان من نوع β ، والبروتين الإنزيمي تريوز فوسفات إيزوميراز (TPI) الذي يتكون من سلسلتين بيتيديتين (تحت وحدتين).



تعتبر البنية الرابعة أكثر البنيات تعقيداً، علل ذلك.

٥ مستويات البنية الفراغية للبروتينات والعلاقة بينها

يمكن تمثيل المستويات الأربعه والعلاقة بينها كما هو موضح في الوثيقة (5)، بينما تمثل الوثيقة (6) المراحل المحتملة التي قد تمر بها السلسلة البيئية للوصول إلى البنية الفراغية الصحيحة.



- حدد أدنى وأقصى عدد من تحت الوحدات في البنية الرابعة، مع التعليل.

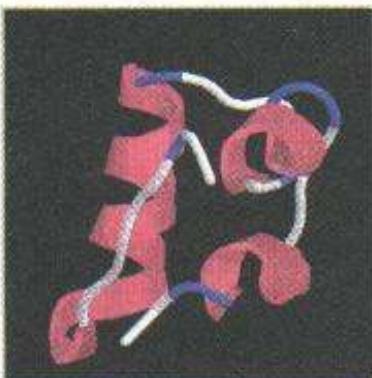
النشاط 3

العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين

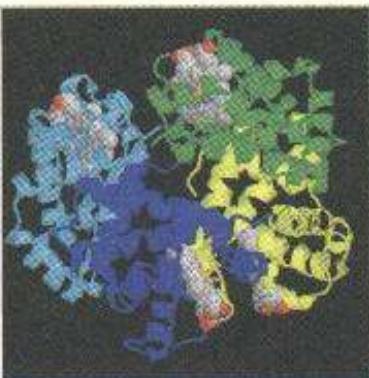
تأخذ البروتينات بنيات فراغية متنوعة تختلف من بروتين لآخر، كما تقوم البروتينات بأداء أدوار مختلفة في الخلايا الحية.

ما هي العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين؟

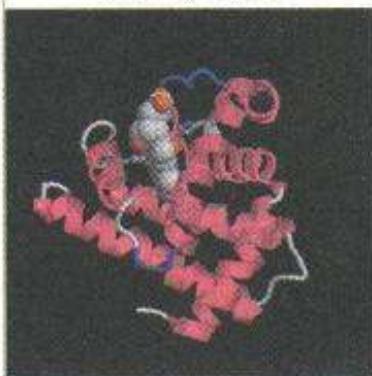
❶ أمثلة عن البنية الفراغية لبعض البروتينات المشهورة



هرمون الإنسولين



الميوجلوبين (خضاب الدم)



الميوغلوبين (خضاب العضلة)



إنزيم الليزوzym

الوثيقة (1)

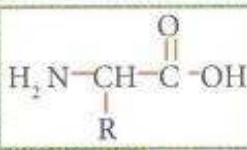
باستعمال برنامج راستوب (برنامج كمبيوتر متخصص في حاكمة البنية الفراغية للجزيئات) قمنا بتمثيل البنية الفراغية لأربعة أنواع من البروتينات في شكل صور ثابتة موضحة في الوثيقة (1).

1. من خلال التحليل المقارن لبنية البروتينات الأربع الموضحة في الوثيقة (1) استخرج أوجه التشابه والاختلاف في بنيتها؟
2. اقترح فرضية تفسر اختلاف البنية الفراغية للبروتين؟

❷ الأحماض الأمينية

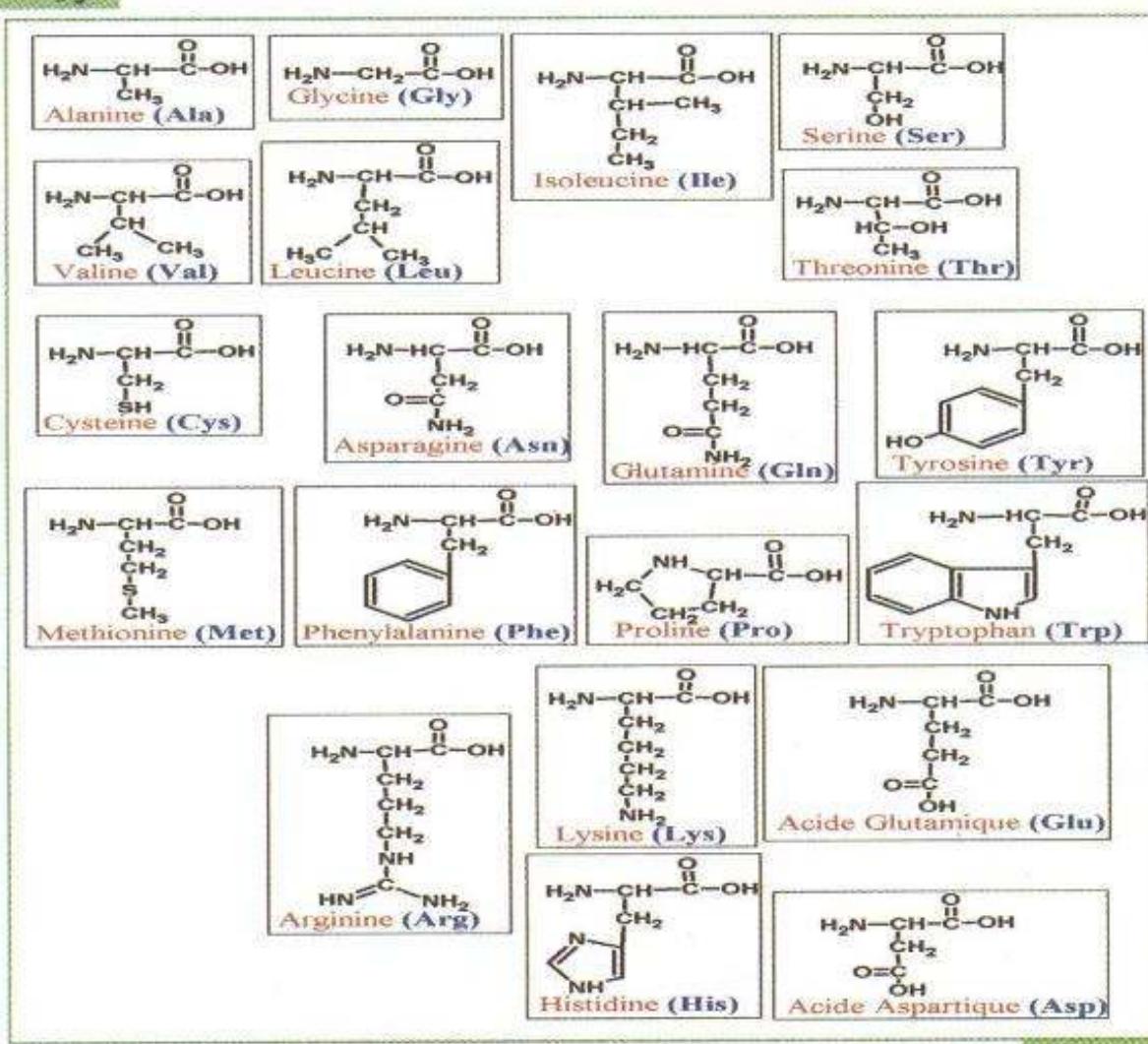
من خلال دراستنا لموضوع الوراثة في السنة الثانية وأالية تركيب البروتين في الوحدة السابقة تبين لنا أن لكل بروتين تتابع وعدد من الأحماض الأمينية خاص وميز تحده طبيعة المعلومات الوراثية على مستوى المورثة.

للتحقق من الفرضية أو الفرضيات السابقة تحتاج إلى معرفة ميزات وخصائص الأحماض الأمينية التي قد تسمح لها بتحديد البنية الفراغية للبروتين.



الوثيقة (2)

الأحماض الأمينية هي مركبات عضوية صيغتها العامة موضحة في الوثيقة (2). كما بينت التحاليل الكيميائية الخاصة بنوع الأحماض الأمينية المكونة للبروتينات وجود عشرون (20) نوعاً من الأحماض الأمينية موضحة في الوثيقة (3).



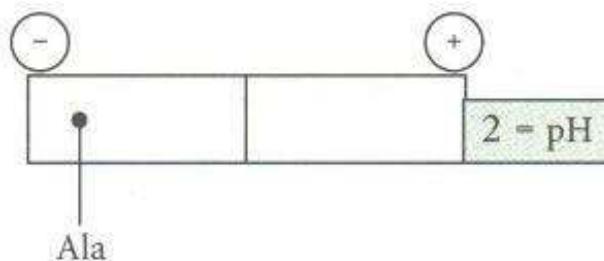
الوثيقة (3)

استغلال الوثائق:

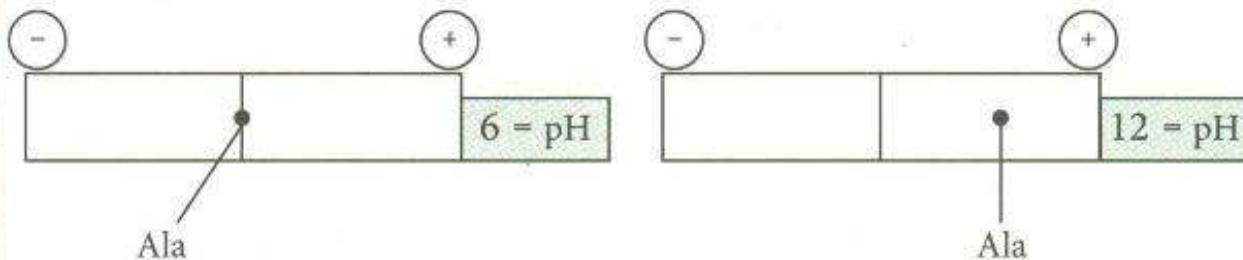
1. قدم تعريفاً للحمض الأميني من خلال صيغته الكيميائية العامة (الوثيقة 2)؟
2. تعرف على أبسط وأعقد حمض أميني في الوثيقة (3)؟
3. قارن بين جذري الحمضين الأمينيين Thr و Ser ؟
4. تعرف على الأحماض الأمينية الكبريتية والعطرية؟
5. حدد الأحماض الأمينية ذات الجذر الحامضي والقاعدي؟
6. يصنف Ala ضمن الأحماض الأمينية المتعدلة، علل ذلك؟
7. اعتماداً على الجزء المغير (R)، إقترح إذا تصنيفاً للأحماض العشرين؟

٣ سلوك الأحماض الأمينية في الوسط

لغرض تحديد شحنة الحمض الأميني لأنين Ala تم وضع قطرة من محلول الحمض الأميني في منتصف شريط ورق الترشيح في جهاز الهجرة الكهربائية Electrophorèse عند pH = 2 بعد انتهاء مدة الفصل كانت النتيجة كما يلي:



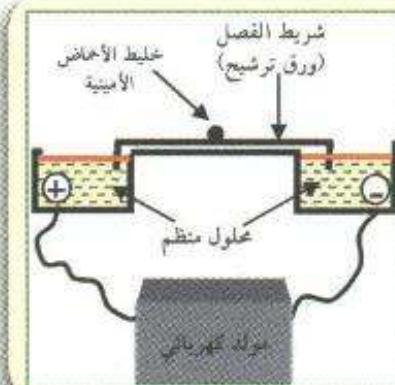
تم تكرار التجربة السابقة عند pH = 6 ثم عند pH = 12، النتائج موضحة في الوثيقة.



٤ استغلال الوثائق:

١. فسر نتائج الهجرة الكهربائية للحمض الأميني Ala ؟ ماذا تستنتج ؟
٢. إذا علمت أن pH = 6 تمثل نقطة التعادل الكهربائي (pHi) لحمض Ala وأن صيغته عند هذه النقطة تكون: $\text{H}_3\text{N}^+ - \overset{\text{O}}{\underset{\text{R}}{\text{C}}} - \text{O}^-$ مثل صيغة الحمض الأميني Ala عند قيم pH = 2 و 12 ؟
٣. استخرج قاعدة تسمح بتحديد شحنة الأحماض الأمينية بمقارنة قيمة pH مع قيمة pHi ؟
٤. بمقارنة صيغة الحمض الأميني عند قيم pH السابقة حدد سلوك Ala في الوسط ذو pH = 12 ؟

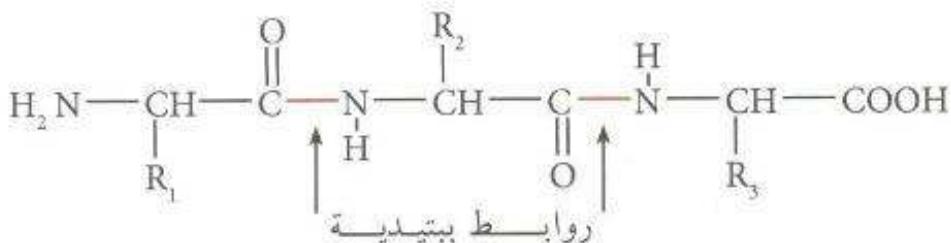
معلومات مفيدة



- جهاز الهجرة الكهربائية: جهاز يسمح بفصل المركبات المشحونة (أحماض أمينية أو بروتينات مثلاً) وفق شحنتها. حيث يتم وضع خليط من الأحماض الأمينية على شريط الفصل (ورق ترشيح أو مادة هلامية) المتصل بمجرفين يحتوي كل منهما على محلول منظم ذو pH محدد كما تحتوي كل حجرة على قطب كهربائي سالب أو موجب متصلين بمولد كهربائي.
- الأحماض: هي تلك المركبات التي لها القدرة على تحرير بروتونات H^+ .
- القواعد: هي تلك المركبات التي لها القدرة على اكتساب بروتونات H^+ .

٤ تشكل الرابطة البيتينية

مثل الوثيقة التالية سلسلة بيدينية مكونة من إتحاد 3 أحاسض أمينية مرتبطة بروابط بيدينية (ثلاثي بيدين).



استغلال الوثائق:

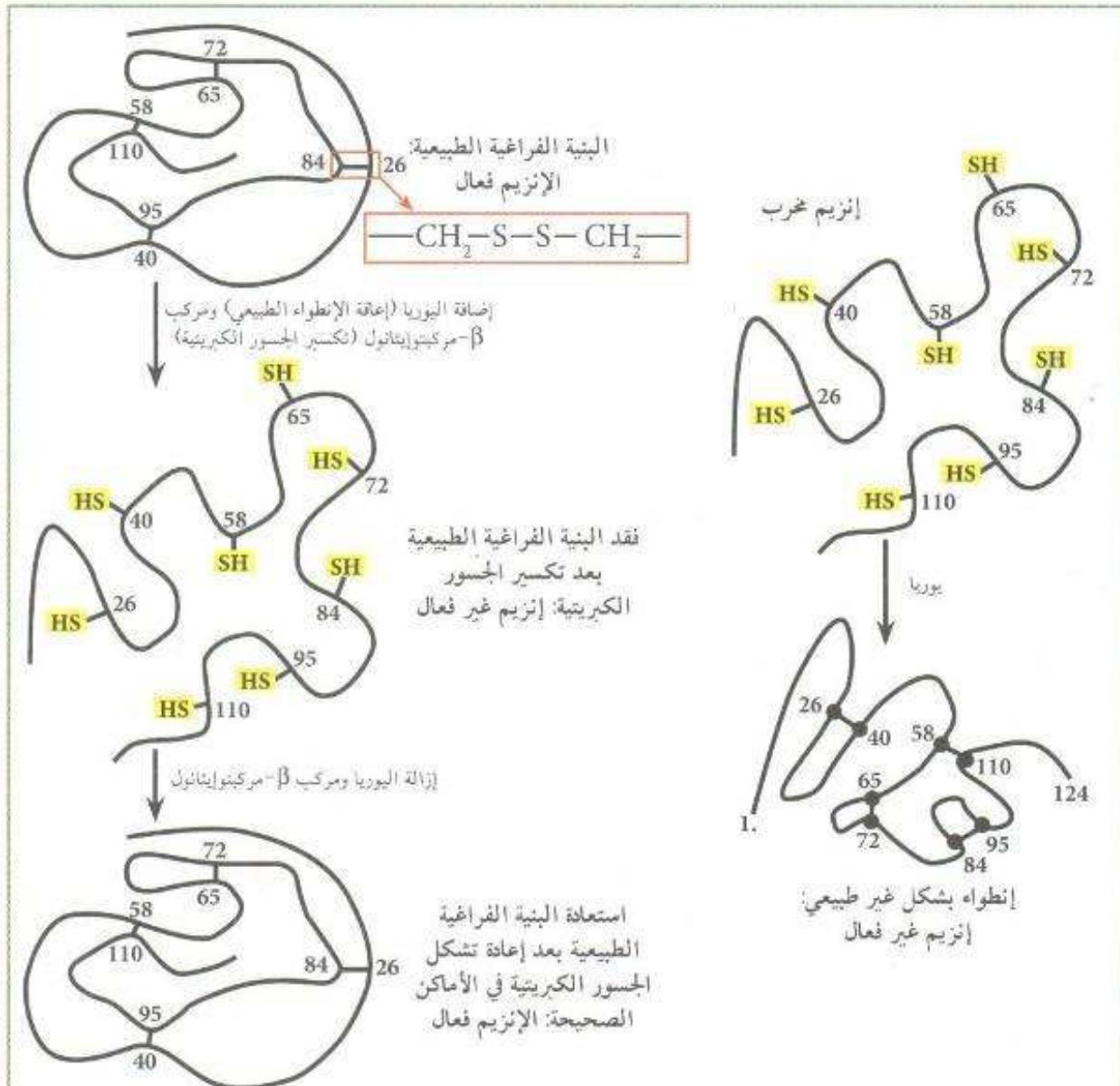
1. مقارنة صيغة البيتين الثالثي الموضحة في الوثيقة والصيغة العامة للأحاسض الأمينية التي تعرفت عليها سابقا، استنتج كيفية تشكل الرابطة البيدينية؟
2. ما هي أنواع الوظائف الكيميائية المشاركة في تكون هذه الرابطة؟
3. باستعمال الصيغة العامة لحمض أميني، شكل رباعي البيدين انطلاقاً من ثلاثي البيدين الموضح في الوثيقة؟
4. ما هو عدد الوظائف الكربوكسيلية والأمينية الحرة في ثلاثي ورباعي البيدين؟ هل يتأثر عدد هذه الوظائف بطول السلسلة البيدينية؟

٥ العلاقة بين البنية ثلاثية الأبعاد ووظيفة البروتين

لدراسة هذه العلاقة قام العالم Anfinsen بإجراء تجربة على إنزيم ريبونيوكليلاز باستعمال مادتين β -مركتوبإيثانول (تعمل على تحليل الجسور الكبريتية) واليوريا (تعمل على إعاقة الإنطواء الطبيعي للبروتين)، مراحل التجربة موضحة في الجدول وفي الوثيقة (4).

النتيجة	المعاملة	المراحل
فقدان البنية الفراغية (تخريب): إنزيم غير فعال	ريبونيوكليلاز + اليوريا + مركب β -مركتوبإيثانول	الأولى
استعادة البنية الفراغية الطبيعية: إنزيم فعال	إزالة اليوريا ومركب β -مركتوبإيثانول	الثانية
بنية فراغية غير طبيعية (تشكل الجسور في غير الأماكن الصحيحة): إنزيم غير فعال	ريبونيوكليلاز خرب + يوريا	الثالثة

يمكن تلخيص مراحل التجربة ونتائجها في الرسومات التخطيطية الموجة:



الوثقة (4)

استغلال الوثائق:

- بالإعتماد على الصيغ المفصلة للأحماض الأمينية، ماذا تمثل الأرقام داخل بنية البروتين؟
- من خلال نتائج التجربة استنتج دور تتابع ونوع الأحماض الأمينية في تحديد البنية الفراغية ووظيفة البروتين؟ علل الإجابة؟
- هل تأكيدت من صحة الفرضية أو الفرضيات السابقة؟

استعمال برنامج Rasstop :Rastop

مقدمة: Rasstop هو أحد البرامج المستعملة في عرض البنية الفراغية للجزيئات وخاصية البروتينات. تم تطويره انطلاقاً من البرنامج الأصلي Rasmol أو Raswin الذي أنشأه الباحث Roger sayle في 1992 سنة

يتميز Rasstop بسهولة استعماله نظراً لاحتواه على الأوامر في شكل أقونات على تافنة العرض خلافاً لبرنامج Rasmol الذي يجب فيه كتابة معظم الأوامر في تافنة خاصة تدعى تافنة الأوامر. بالإضافة إلى ذلك فإن البرنامج Rasstop يقدم الأوامر باللغة الفرنسية.

البرنامج متوفّر مجاناً على شبكة الإنترنت ويمكن تحميله من هنا موقع منها: <http://www.inrp.fr> بعد تحميل البرنامج وتنبيهه لحتاج إلى تحميل الملفات الخاصة بالبروتينات التي تزيد عرض بيتهما الفراغية توفر هذه الملفات (ملف لكل بروتين) مجاناً في بنوك معطيات خاصة أهمها تلك معلومات البروتين PDB أو Protein Data Bank أو اختصاراً على الموقع <http://www.rcsb.org/pdb>

من الصعب على المبتدأ تحديد نوع البروتينات والحصول عليها من البنك نظراً لكتلة المعلومات فيه وتشعبها لذلك يتم عادة إنشاء بنوك معلومات مبسطة وختصرة لغير اخص تعليمية تحتوي على عدد محدود جداً من البروتينات حسب المنهج والبرنامج الدراسي يمكن تحميل بعض هذه البروتينات من الموقع: www.ens-kouba.dz/arabic/rastop.htm الذي تم إنشاؤه حديثاً لفائدة أساتذة وطلبة السنة النهائية.



بعد تحميل برنامج Rasstop وتنبيهه قم بتشغيله عن طريق النقر مرتين على أيقونة التشغيل. تحت قائمة

الملفات fichiers أضغط على فتح Ouvrir ثم اخْيِر المكان الذي وضعت فيه ملفات البروتينات التي تم تحميلها. يمكنك عن طريق البرنامج Rasstop دراسة البنية الفراغية للبروتينات وذلك عن طريق:

1. تدوير الجزيئة في كل الاتجاهات.
2. تغيير نموج العرض.
3. تغيير اللون.
4. معرفة عدد وتتابع الأحماض الأمينية.
5. اختبار حمض أميني أو بنيّة تانوية أو قطعة بنتيدية.
6. تحديد جزء من البروتين.
7. تحديد الموقع الفعلى.

يمكن إيجاد تطبيقات تعلمية باستعمال البرنامج Rasstop في نفس الموقع السابق: www.ens-kouba.dz/arabic/rastop.htm

الحصيلة المعرفية

النشاط ①: تمثيل البنية الفراغية للبروتين

- يمكن تمثيل البنية الفراغية للبروتين باستعمال برنامج Rastop للحصول على عدة نماذج منها:
- نموذج الكرة الذي يوضح أنواع الذرات المكونة للبروتين وحجم الجزيئ
 - النموذج الشريطي الذي يوضح البنيات الثانوية ومناطق الانعطاف.

النشاط ②: مستويات البنية الفراغية للبروتين

قام العلماء بتقسيم البنية الفراغية للبروتينات إلى أربعة مستويات بنوية متدرجة في تعقيدها بدأية من البنية الأولية ثم الثانية ثم الثالثة وصولاً إلى البنية الرابعة التي تعتبر المستوى الأكثر تعقيداً في بنية البروتينات.

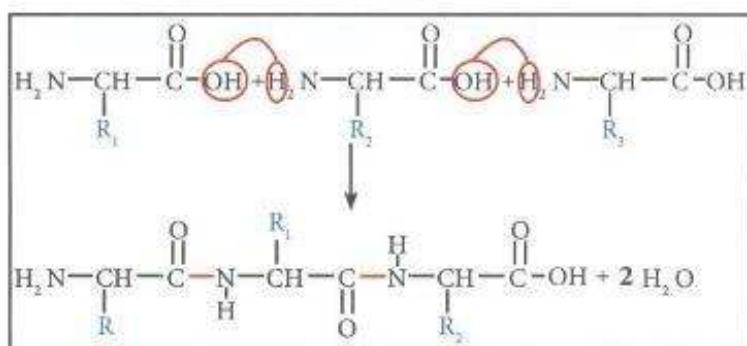
النشاط ③: العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين

تحتفل البروتينات فيما بينها في عدد ونوع وتتابع الأحماض الأمينية، كما تظهر البروتينات بنيات فراغية مختلفة. تنشأ البنية الفراغية للبروتين نتيجة انطواء السلسلة الببتيدية وفق مستويات وقواعد محددة، وتظهر نتيجة الانطواء أشكال محددة مثل البنية الحلزونية α والأورق المطوية β بالإضافة إلى مناطق الانعطاف التي ليس لها أشكال هندسية محددة.

تتكون البروتينات من الحداد عند من الأحماض الأمينية بروابط ببتيدية. والأحماض الأمينية هي مركبات عضوية تحتوي على مجموعة كربوكسيلية (-COOH) ومجموعة أمينية (-NH₂) متصلتين بذرة كربون α التي تتصل بدورها بجزء R (سلسلة جانبية) مختلف تركيبه من حمض أميني لآخر. يدخل في تركيب البروتينات 20 حمض أمينياً مختلف فيما بينها في نوع الجذر (السلسلة الجانبية). تقسم الأحماض الأمينية حسب نوع الجذر إلى:

- أحماض أمينية حامضية تتميز بوجود مجموعة حمضية إضافية في الجذر R وهي: Glu وAsp.
 - أحماض أمينية قاعدية تتميز بوجود مجموعة قاعدية إضافية في الجذر R وهي: Lys وHis.
 - أحماض أمينية متعادلة تتميز بعدم وجود مجموعة حمضية أو قاعدية في الجذر R وهي 15 حمض أمينياً المتبقية.
- تقسم الأحماض الأمينية المتعادلة بدورها حسب نوع الوظائف الموجودة في الجذر إلى كحولية وكبريتية وعطرية واليفاتية ... وغيرها.

تسلك الأحماض الأمينية سلوك الأحماض (تحرر بروتونات H^+) في الوسط القاعدي بينما تسلك الأحماض الأمينية سلوك القواعد (تكتسب بروتونات H^+) في الوسط الحمضي، لذلك يطلق عليها اسم المركبات الأمفوتيرية (الحمقلية).



تختلف شحنة الحمض الأميني حسب pH الوسط. وتسمى درجة pH التي يكون عندها الحمض الأميني متعادل كهربائياً نقطة التعادل الكهربائي أو pH_i (pH_{isoélectrique}). يكون الحمض الأميني ذو شحنة سالبة إذا كان pH الوسط أعلى

من pH_i , ويكون الحمض الأميني موجب الشحنة إذا كان pH الوسط أقل من pH_i للحمض الأميني. ترتبط الأحماض الأمينية المتتالية في السلسلة البيئية بروابط تكافؤية تدعى الروابط البيئية. وتشمل الرابطة من تفاعل مجموعة الكربوكسيل (COOH) لحمض أميني مع مجموعة أمين (NH_2) لحمض أميني آخر مع خروج جزيئة ماء بينهما.

تحتوي السلاسل البيئية مهما كان طولها على مجموعة أمينية في بداية السلسلة تسمى الطرف الأميني ومجموعة كربوكسيلية في نهاية السلسلة تسمى النهاية الكربوكسيلية. يبدأ قراءة تتبع الأحماض الأمينية في السلسلة البيئية دائماً من الطرف الأميني الذي يكتب عادة على اليسار وينتهي التتابع بالنهاية الكربوكسيلية التي تكتب عادة على اليمين.

تعتمد الخصائص الكهربائية والأمفوريرية للبيتين والبروتينات على نوع الجذور الحامضية والقواعدية التي تكتسب البروتين شحنات موجبة أو سالبة إضافية.

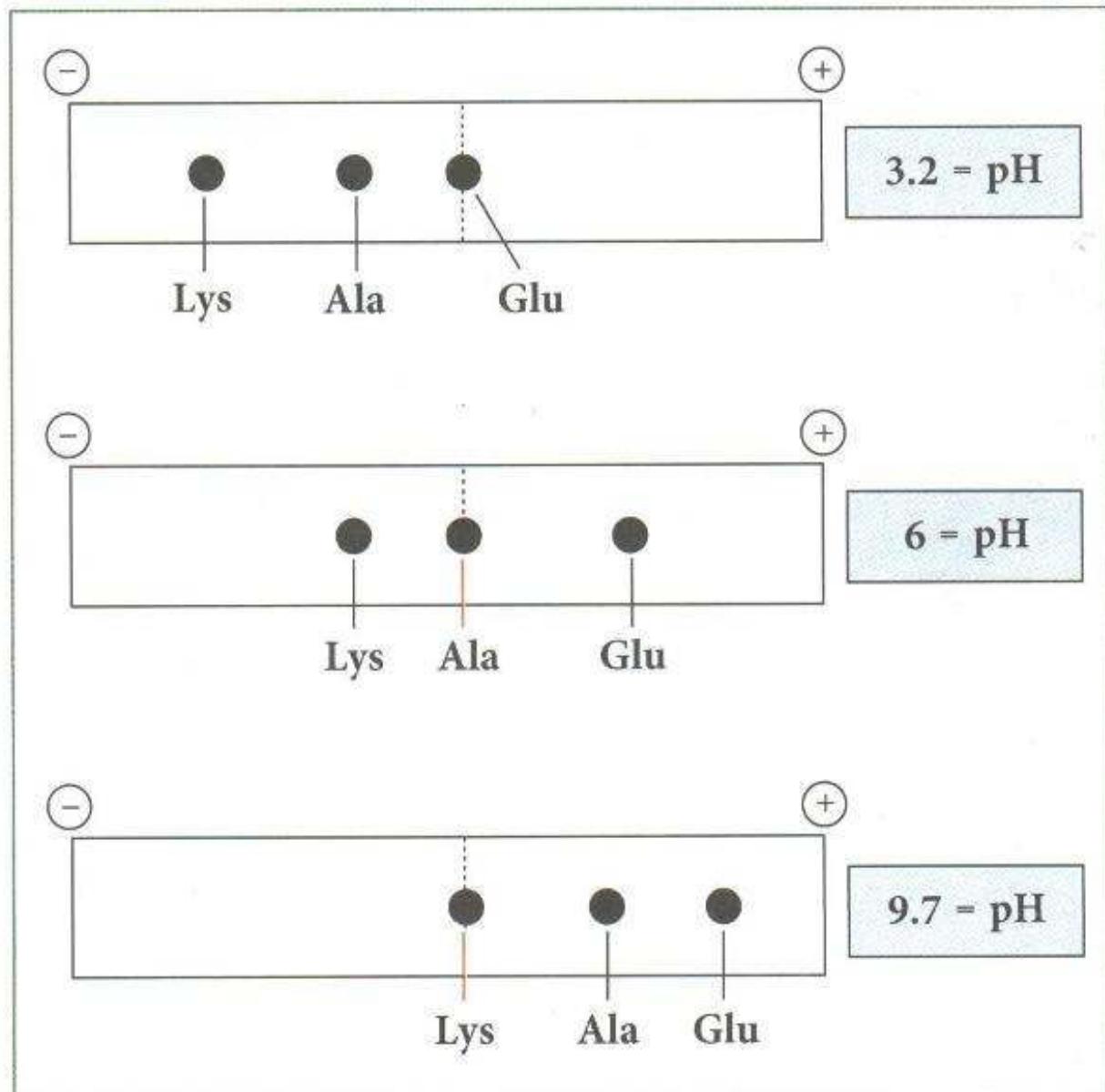
تحافظ البروتينات على بنياتها الفراغية المحددة نتيجة لعدد من الروابط التي تنشأ بين المجموعات الكيميائية المتواجدة في جذور الأحماض الأمينية في موقع محدد. تؤدي الاحفاظة على البنية الفراغية للبروتين إلى الحفاظة على وظيفة البروتين.

يؤدي تفكك هذه الروابط (الجسور الكبيرة، الروابط الهيدروجينية والشاردية) باستعمال عوامل فيزيائية مثل الحرارة أو كيمائية مثل الأحماض والقواعد وبعض المركبات الكيميائية إلى تغير في البنية الفراغية (تخريب البروتين). يمكن للبروتين أن يستعيد بنائه الطبيعية وبالتالي وظيفته الحيوية ويسمى التخريب في هذه الحالة عكسي. وقد لا يستعيد البروتين بنائه الفراغية بعد التخريب لذلك يسمى في هذه الحالة تخريب غير عكسي.

أستثمر معايير وأوظف قدراتي

التمرين 1

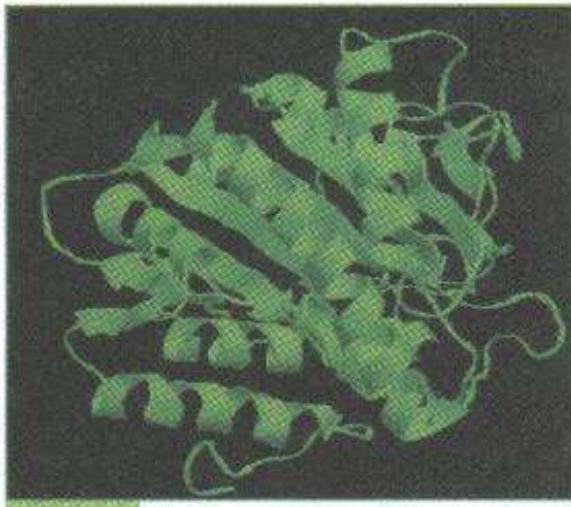
لغرض مقارنة سلوك 3 أحاسض أمينية في الجل الكهربائي عند درجات pH مختلفة، تم وضع خليط من 3 أحاسض أمينية في منتصف شريط الهجرة الكهربائية، أجري بعد ذلك فصل هذه الأحاسض عند درجات pH مختلفة، نتائج الفصل موضحة في الوثيقة.



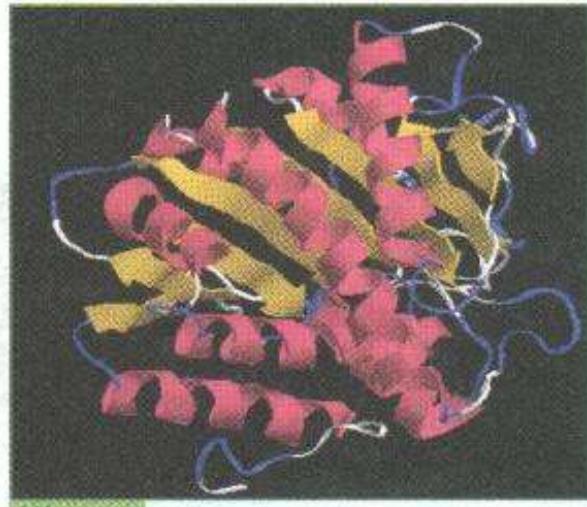
- حل نتائج التجربة؟ استنتاج قيم pHi للأحاسض الأمينية الثلاثة.
- قارن قيمة pHi للأحاسض الأمينية الثلاثة. ماذا تستنتج؟
- علل اختلاف مسافة الهجرة بين Lys و Ala عند $pH = 3.2$ ؟
- مثل الصيغة الكيميائية المفصلة للـ pHi عند نقطة pH لـ Lys و Glu بالإستعانة بالوثيقة السابقة ؟

التمرين 2

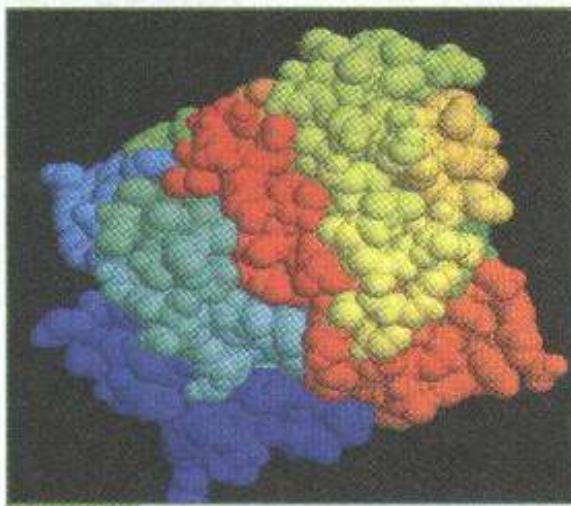
مثل الوثيقة (1) البنية فراغية لإنزيم (كريبوكتي بيتيداز)، باستعمال برنامج راستوب. وإذا اعتبرنا الوثيقة (1) هي وضعيّة انطلاق، (حيث أن ملف البروتين يتواجد في الموقع: www.ens-kouba.dz/arabic/rastop.htm)



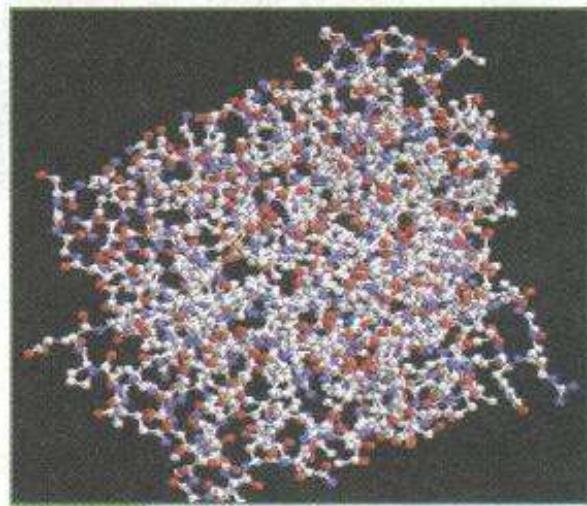
الوثيقة (2)



الوثيقة (1)



الوثيقة (4)

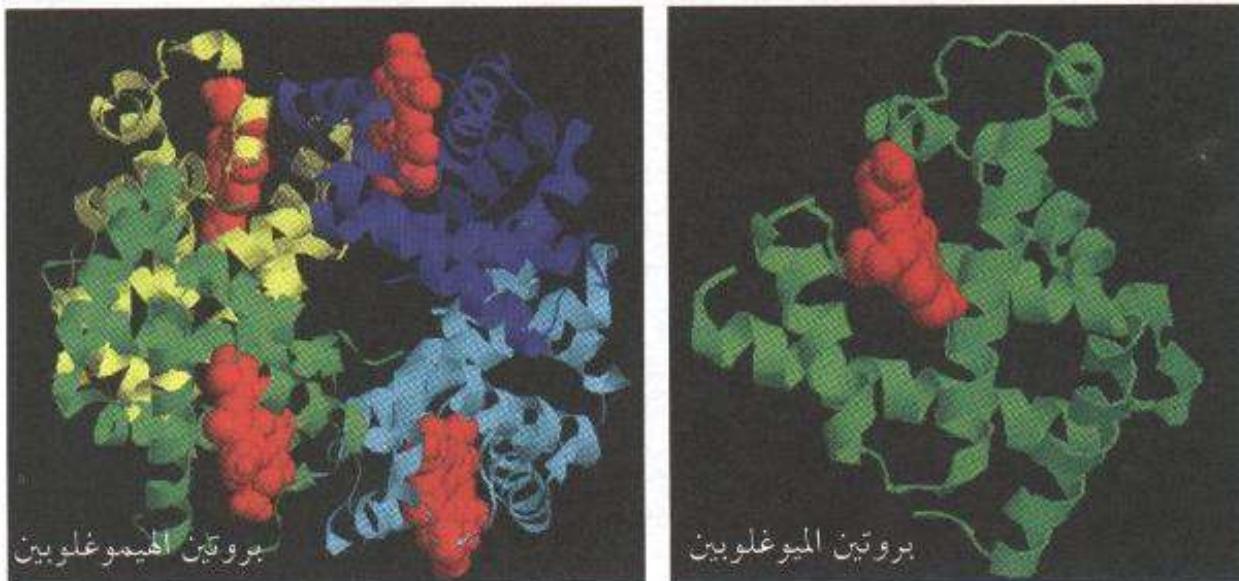


الوثيقة (3)

1. باستعمال برنامج راستوب حاول الحصول على الوثائق (2, 3, 4).
2. ضع عنوانا لكل وثيقة من الوثائق الأربعة.
3. باستعمال برنامج راستوب حاول الإجابة على الأسئلة التالية:
 - ما هو عدد الأحماض الأمينية في هذا البروتين؟
 - ما هو الحمض الأميني الأول والأخير في السلسلة البيتدية؟
 - حدد أحماض السيستين وعدد الجسور الكبريتية؟
 - ما هي أنواع البنى الثانوية؟ وما هو عددها في السلسلة البيتدية؟
 - استنتاج الوظيفة التي يقوم بها هذا الإنزيم

التمرين 3

عند انتهاء الدرس الخاص ببنية ووظيفة البروتينات سأ الأستاذ عن سبب اللون الأحمر في العضلات، فأجابه الأستاذ أن ذلك يعود إلى وجود بروتين ذو لون أحمر يدعى خضاب العضلة أو الميوغلوبين الذي يتواجد كذلك بصورة كبيرة جداً في حيوان بحري هو الحوت. هذا البروتين يشبه في بعض جوانبه بروتين آخر ذو لون أحمر متواجد في الدم يدعى خضاب الدم أو الهيموغلوبين. طلب الأستاذ من التلاميذ إجراء بحث يحاولون من خلاله التعرف أكثر على هذه البروتينات. قام التلاميذ بإجراء البحث وتحصل أحدهم على الصورتين التاليتين:



- باستعمال برنامج راستوب والبروتينات الموجودة في الموقع: www.ens-kouba.dz/arabic/rastop.htm وبالبحث عن المعلومات في شبكة الإنترنت حاول الإجابة على الأسئلة التالية:
1. أختر نفس الرسومات التي تحصل عليها التلميذ.
 2. حدد عدد الأحماض الأمينية في الميوغلوبين والهيموغلوبين.
 3. قارن بين تتابع الأحماض الأمينية العشرة الأولى في السلسلة البيئية للميوغلوبين وكل سلسلة من سلاسل الهيموغلوبين.
 4. حدد نوع البنى الثانية في السلسلة البيئية.
 5. حدد الجزء المسؤول عن اللون الأحمر في البروتينين، ما هي طبيعته الكيميائية؟
 6. ما هي وظيفة الميوغلوبين والهيموغلوبين؟
 7. علل تواجد الميوغلوبين في العضلات، وتواجده في حيوان الحوت بكميات كبيرة.

المَدِرِّسَةُ ٤ ص ٢٠٣

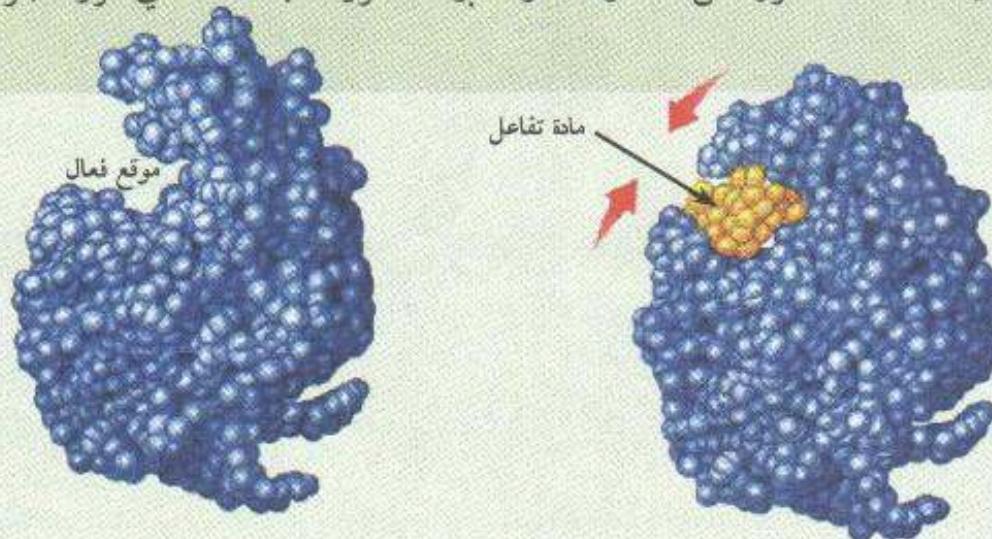
الوحدة 3

النشاط الإنزيمي للبروتينات

تعرض أحد تلاميذ القسم لحمى شديدة ألمته الفراش، وعرضت حياته للخطر، مما دفع أحد زملائه المقربين منه ليفكر باهتمام شديد عن خطر ارتفاع درجة حرارة الجسم فوق 42°C، تشاور مع أحد زملائه في القسم وقرر البحث في الأنترنت عن السر في ذلك، فوجدا أن أحد الأسباب يتعلق بتعطل عمل الإنزيمات، وكانت دهشتهما كبيرة عندما توصلا إلى أن كل نشاطات الجسم مرتبطة بعمل الإنزيمات. استهواهما البحث فقررا التعمق أكثر للوصول إلى إجابة لاشكالية يمر حلها حتما بالوصول إلى:

- مفهوم هذه الجزيئات البروتينية، والتي تختلف أدوارها باختلاف المواد التي تؤثر عليها.
- ما هي خصائص هذه الجزيئات وشروط عملها.

أخذ التلميذان هذه الصورة من الأنترنت واعتبراهما محورا للبحث الذي قررا اجراءه حول الموضوع.



شكل عناصر الوحدة

1. مفهوم الإنزيم وأهميته.
2. النشاط الإنزيمي وعلاقته ببنية الإنزيم.
3. دراسة تأثير تغير درجة pH الوسط على نشاط الإنزيم.
4. دراسة تأثير تغيرات درجة الحرارة على نشاط الإنزيم.

النشاط 1

مفهوم الإنزيم وأهميته

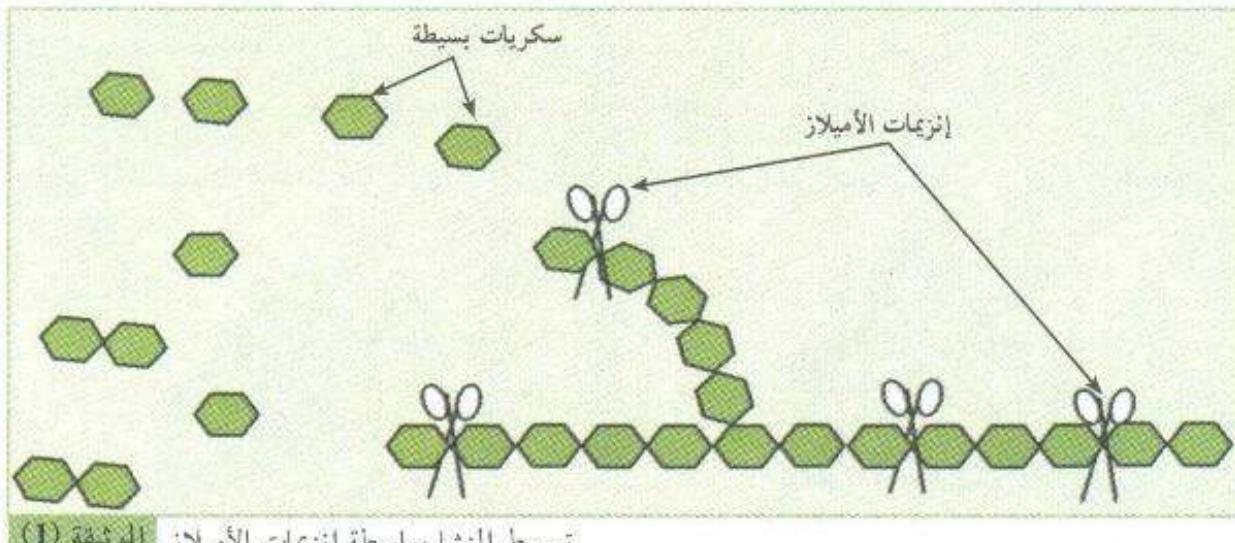
تؤدي الإنزيمات دوراً فعالاً في حياة الكائنات الحية نظراً للوظائف العديدة التي تقوم بها، وتختلف أدوارها باختلاف المواد التي تؤثر فيها.

ما هو مفهوم الإنزيم؟ وما هو تأثيره على النشاطات الأيضية؟

١ تذكر بالكتيبات

يتناول الإنسان الأغذية عن طريق الفم في صورة معقدة عادة، بينما يتم امتصاصها على مستوى الأمعاء في صورة بسيطة. يتم تبسيط المواد الغذائية بواسطة إنزيمات هاضمة متواجدة في الأنابيب الهضمي ابتداءً من الفم للمعدة ثم الأمعاء الدقيقة. تقوم الإنزيمات الهاضمة بتسريع التفاعلات الكيميائية لتبسيط الغذاء.

يتميز عمل الإنزيمات بالتنوع حيث تؤثر إنزيمات الأميلاز مثلاً على النشا والبروتياز على البروتينات والليبياز على الدهن، مخطط الوثيقة (١) يوضح تمثيل بسيط لتبسيط النشا.



1. باستغلال معلومات الوثيقة (١) استنتاج نواتج تحلل النشا مبرزاً دور الإنزيمات في ذلك.
2. قدم إذا تعريفاً بالإنزيم.

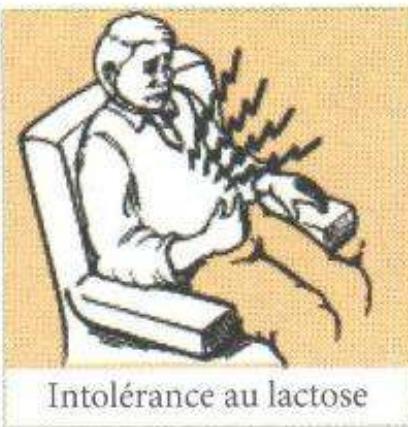
٢ عواقب غياب أو نقص إنزيم على النشاطات الأيضية

لتوضيح عواقب غياب نشاط الإنزيمات نستعرض الحالتين المرضيتين التاليتين:

الحالة الأولى:

فحص الطبيب شخصاً يعاني من الأعراض التالية: ألم في المعدة، تقيؤ، إسهال وغازات. عند سؤال

المريض تبين للطبيب أن هذه الحالة تتكرر بعد ساعة إلى ساعتين من تناول حليب أو مشتقاته.



طلب الطبيب من الشخص المريض عدم تناول غذاء فيه حليب أو مشتقاته لمدة أسبوع ثم الذهاب بعدها إلى المخبر لإجراء تحاليل طبية.

في اليوم الثامن ذهب المريض إلى المخبر صبحاً قبل تناول الطعام. أخذت عينة من دم المريض لقياس نسب السكر في الدم فوجد أنها في حالة طبيعية، قدم بعد ذلك للمريض محلولاً من سكر اللكتوز. وبعد حوالي ساعتين تم قياس نسبة الغلوكوز في الدم من جديد فلم يلاحظ أي ارتفاع، لكن المريض أحس بأعراض تشبه أعراض تناول الحليب، وقد أوضحت نتائج التحاليل على البراز وجود هوصلة عالية مع انطلاق غاز الهيدروجين من فم المريض.

أخذ المريض نتيجة التحاليل إلى الطبيب. وبعد إطلاع الطبيب على نتائج التحاليل تبين للطبيب أن المريض يعاني من مرض يسمى عدم تحمل اللكتوز . Intolérance au lactose .
الم حالة الثانية:

يعاني بعض الأطفال بعد الولادة من أمراض تسمى أمراض تخزين الغليكوجين أو Glycogénose حيث توجد عدة أنواع من هذا المرض منها I . Glycogénose type I .

أهم أعراض المرض هي تضخم الكبد Hépatomégalie بسبب تراكم الغليوجين داخل الكبد وزيادة حجم الكلى ونقص السكر في الدم بالإضافة إلى أعراض أخرى كثيرة. أسباب هذا المرض وراثية ناتجة في أكثر الحالات عن غياب نشاط إنزيم Glucose-6-phosphatase بسبب طفرة على مستوى المورثة. يعتبر G-6-Ph إنزيم أساسى في تحويل الغلوكوز-6-فسفات إلى غلوكوز داخل خلايا الكبد ، هذا التحويل ضروري لخروج الغلوكوز من الكبد لنقله إلى الأعضاء الأخرى.

1. اقترح فرضية لتفسير سبب المرض في الحالة الأولى ؟

2. هل يوجد علاج لهذه الحالة ؟

3. هل يؤدي المرض في الحالة الثانية إلى ارتفاع أو انخفاض نسبة الغلوكوز في الدم ؟ علل إجابتك

النشاط 2

النشاط الإنزيمي وعلاقته ببنية الإنزيم

الإنزيمات هي بروتينات ذات بنية ووظيفة محددة وتعمل على تحفيز التفاعلات الإنزيمية.

ـ فما هي خصائص الإنزيم التي تمكّنه من القيام بهذا الدور؟ وكيف يمكن قياس نشاطه؟

١ إظهار النشاط الإنزيمي عن طريق التجارب الاعتيادية

رقم الأنابيب	وجود الغلوكوز
الأنبوب 1	+ بعد عدة أيام
الأنبوب 2	++ بعد دقيقة
الأنبوب 3	+++ بعد دقيقة
الأنبوب 4	---

(الويفقة 1) + تدل على وجود الغلوكوز
- تدل على عدم وجود الغلوكوز

ـ الإماهة الإنزيمية للسكروز:
 تستطيع خلايا الخميرة (فطر أحادي الخلية) النمو والتكاثر في وسط يحتوي على السكروز عن طريق إفراز إنزيم إلى الخارج يقوم بإمداد السكروز إلى غلوكوز وفركتوز. تقوم الخميرة بامتصاص السكريات الناتجة من الإماهة لاستعمالها كمصدر للطاقة. لإثبات وجود النشاط الإنزيمي في الوسط الذي تنمو فيه الخميرة تقوم بإجراء التجربة التالية.

المواد المطلوبة:

- محلول الخميرة (100 غ / لتر ماء) محضر قبل إجراء التجربة.

- 20 مل محلول السكروز 0.1 مول / ل يوزع على 4 أنابيب مختلفة:
 الأنابيب الأولى: 2 مل من محلول السكروز فقط.

الأنابيب الثاني: 2 مل محلول سكروز + 2 مل محلول الخميرة.

الأنابيب الثالث: 2 مل من محلول السكروز + 2 مل من راشح محلول الخميرة.

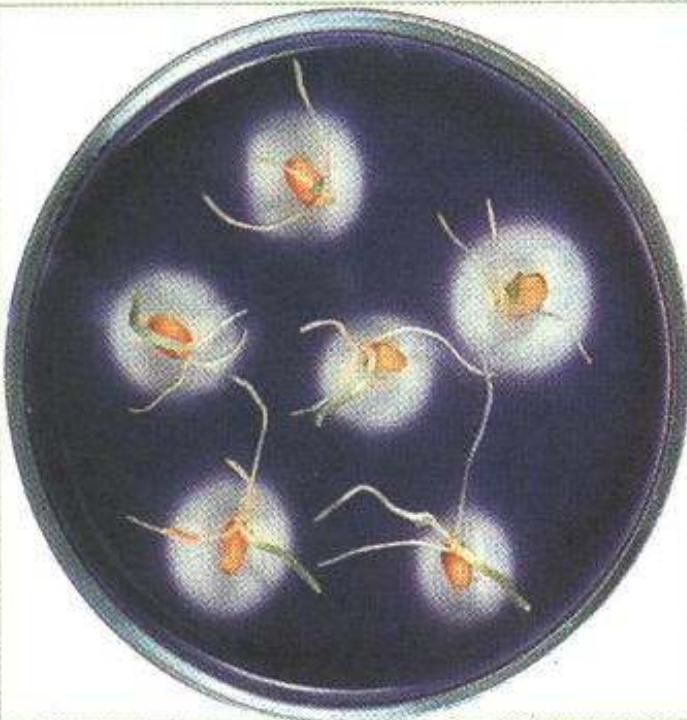
الأنابيب الرابع: 2 مل من محلول السكروز + 2 مل راشح محلول الخميرة بعد تسخينه لدرجة الغليان.

توضع الأنابيب الأربع في حمام مائي عند 30° م تقربيا. تقوم بالكشف عن وجود الغلوكوز في محلول بعد مرور فترات زمنية مختلفة، نتائج التجربة موضحة في الجدول.

كما لوحظ أن ترك الأنابيب الأولى لفترة طويلة (عدة أشهر) يؤدي إلى إماهة كاملة السكروز.

٢ استغلال نتائج التجربة:

- ـ ماذا تستخلص من مقارنة النتائج التجريبية في الأنابيب 1 و 2 ؟
- ـ ما هي المعلومات الإضافية المستخلصة من نتائج الأنابيب 3 و 4 ؟



الوثيقة (2)

بـ- التجربة الثانية: إظهار النشاط الإنزيمي في بذور القمح
عند إنبات بذور القمح تم إماهة النشا المدخل في البذرة إلى سكريات بسيطة يستعملها الجنين (الرشيم) للنمو. تتم عملية الإماهة بعد تشرب البذرة للماء. لغرض تحديد ناتج الإماهة وإثبات تدخل الإنزيمات في عملية الإماهة تقوم بإجراء التجربة التالية:

المرحلة الأولى: يتم ملأ طبق بتري بمادة الجيلوز الممزوجة بالنشاء يتم قطع بذور القمح في طور الإناثش إلى نصفين طوليا ثم توضع على طبقة الجيلوز (الوجه المقطوع إلى أسفل) كما في الوثيقة. بعد عدة أيام يتم سكب محلول اليود على طبقة الجيلوز.

نتائج الإختبار موضحة في الوثيقة (2)

المرحلة الثانية: يتم نزع الجيلوز الموجود على نصف البذرة ووضعه في أنبوبة إختبار ثم تتم إضافة محلول فهلنخ مع التسخين. يلاحظ ظهور راسب أحمر آجروي.

المرحلة الثالثة: يتم سحق بذور قمح في طور الإناثش في ماء مقطر. يترك الخليط لمدة 30 دقيقة ثم يرشف في أنبوبة اختبار يضاف حجم من الراشح إلى محلول نشا. بعد عدة دقائق يتم إضافة محلول اليود. لا يلاحظ وجود اللون الأزرق البنفسجي.

٣ استغلال نتائج التجارب:

1. علل عدم تلوّن المناطق القريبة من نصف البذرة باللون الأزرق في التجربة الأولى؟
2. فسر نتائج المراحلين 1 و 2 ؟
3. لماذا تستخلص من نتائج المرحلة 3 ؟

② قياس النشاط الإنزيمي عن طريق التجربة المدعوم بالحاسوب ExAO

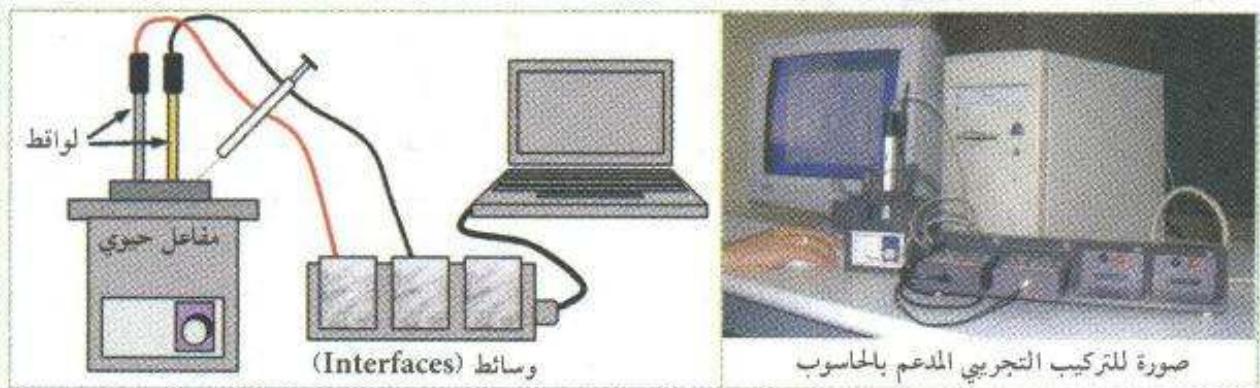
في هذه الحالة يتم الاستعانة بتركيب تجاري مرتبط بالحاسوب. ويضم التركيب التجاري عادة المكونات الموضحة في الوثيقة (2) (قد يختلف شكل وعدد المكونات حسب نوع الشركة المنتجة):

1) المفاعل الحيوي (Bioréacteur) وهو الجزء الذي يتم فيه التفاعل وتم فيه القياسات ويحتوي على وعاء لإجراء التفاعل توضع فيه المحلول والمادة المتفاعلة والإنزيم. يزود الوعاء بمكان لحقن المواد المراد إضافتها للتفاعل مثل الإنزيم أو مواد التفاعل أو مواد تؤثر على التفاعل وغيرها. يكون الوعاء عادة محكم الغلق خاصة في التفاعلات التي يتم فيها قياس تركيز الغازات (الأكسجين أو ثاني أكسيد الكربون).

2) مسبار أو لاقط (Sonde) يمكنه الكشف عن مادة معينة في الوعاء وقياس تركيزها بصورة مستمرة. لذلك يختلف نوع اللاقط حسب نوع التفاعل المراد إجراءه ونوع المادة المتفاعلة أو الناتجة المراد قياسها. قد يستعمل لاقط آخر أو لاقطين أحدهما خاص بالحرارة والأخر خاص بدرجة pH وذلك لمتابعة تغيراتهما أثناء حدوث التفاعل.

3) وسائل Interfaces لربط اللاقط أو اللواقط بالحاسوب.

4) حاسوب مزود ببرنامج خاص Logiciel يسمح بحساب وعرض النتائج على شاشة الحاسوب على شكل منحنيات.



1. باستغلال المعلومات السابقة والمعلومات المفيدة حدد مميزات التجارب العادية باستعمال ExAO

ExAO

2. يتطلب التفاعل أثناء استعمال ExAO متابعة تغيرات pH الوسط ودرجة الحرارة، علل ذلك.

معلومات مفيدة

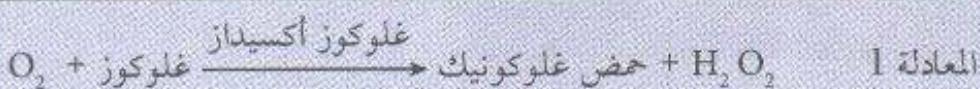
اللاظط أو المسبار هو أهم مكون في التركيب التجاري المدعوم بالحاسوب ويوجد عدة أنواع من اللواقط أهمها لاقط الأكسجين ولاقط خاص بشدة اللون. يعتبر لاقط الأكسجين من أهم اللواقط المستعملة نظراً لتنوع استعمالاته في قياس نشاط الإنزيمات وفي قياس النشاط التنفسى وشدة التركيب الفضلى. يستعمل لاقط الأكسجين لقياس النشاط الإنزيمي فقط في الحالات التي يتم فيها طرح أو استهلاك للأكسجين. مزايا استعمال التجربة المدعوم بالحاسوب في قياس نشاط الإنزيمات مقارنة بالتجربة الاعتيادية:

1. يسمح بالقياس السريع للمواد المتفاعلة أو الشواتج بدقة.
2. يسمح لنا بمتابعة سير التفاعل على شاشة الحاسوب بصورة حظرية (آنية). لا نتظر إنتهاء التجربة للحصول على النتائج.
3. يسمح لنا بمتابعة تأثير إضافة مركبات أو تغيرات في شروط التفاعل مباشرة.
4. يسمح بالحفظ على النتائج في ذاكرة الحاسوب للرجوع إليها في أي وقت ومقارنتها مع النتائج الأخرى. كما يمكن إجراء رسم للمتحنى في نفس المعلم للتجربة السابقة لعرض المقارنة.

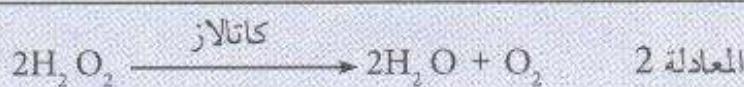
٣ دراسة حركة التفاعلات الإنزيمية عن طريق التجرب المدعى بالحاسوب

Experimentation Assistée par Ordinateur (ExAO)

لدراسة حركة التفاعلات الإنزيمية وقع الاختيار على إنزيم غلوکوز أكسيداز (GO) كمثال للدراسة. يقوم هذا الإنزيم كوسيلط لتنشيط التفاعل التالي:

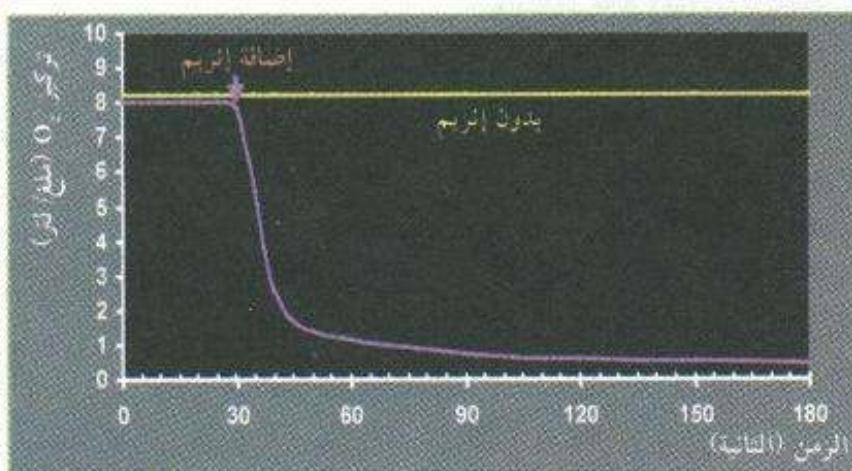


وقع الاختيار على هذا الإنزيم نظراً لإمكانية متابعة هذا التفاعل عن طريق التجرب المدعى بالحاسوب باستعمال لاقط الأكسجين لأن التفاعل يؤدي إلى استهلاك الأكسجين. يمكننا اختيار إنزيم catalase لنفس الغرض، حيث يقوم هذا الإنزيم بتحفيز التفاعل التالي:



باستعمال إنزيم غلوکوز أكسيداز GO تم إجراء سلسلة من التجارب عن طريق ExAO كما يلي:
التجربة ١:

دراسة تغيرات تركيز الأكسجين بدلاًلة الزمن في غياب وفي وجود الإنزيم: ثبتت الدراسة باستعمال محلول غلوکوزي (مادة التفاعل) بتركيز محدد وفي درجة حرارة ثابتة (٣٧°C) وعند درجة pH ثابتة (7). بعد وضع عناصر التفاعل في المفاعل يتم تشغيل التركيب التجاريبي ويبدأ التسجيل على شاشة الحاسوب بعد تشغيل البرنامج. عند زمن ز = 30 ثانية من انطلاق التسجيل يتم حقن تركيز ثابت من الإنزيم GO. يتم إجراء نفس التجربة السابقة بدون حقن للإنزيم. النتائج المتحصل عليها ممثلة في الوثيقة (3).



الوثقة (3)

٣ استغلال الوثائق:

- حل وفسر المحنين بالاعتماد على معادلة التفاعل ١
- استنتاج دور الإنزيم في هذا التفاعل؟

التجربة 2:

دراسة تغيرات تركيز الأكسجين بدلالة الزمن بعد حقن كمية صغيرة من مادة التفاعل (الغلوکوز) باستعمال تركيز مخلد من الإنزيم ثابتة = 7. تم حقن كمية متساوية من الغلوکوز عند الزمنين ز1 وز2 تم حقن نفس الكمية من الغلوکوز. النتائج ممثلة في الوثيقة (4).



الوثيقة (4)

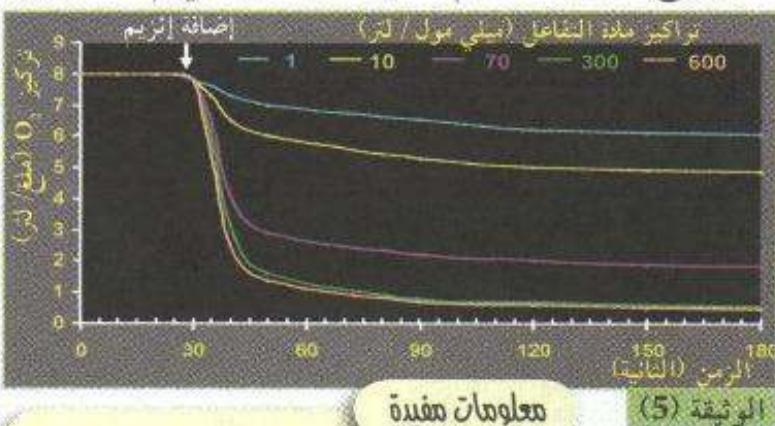
استغلال الوثائق:

- حلل وفسر المنحنى بعد الحقن الثاني؟
- ما هي المعلومة الإضافية التي يمكن استنتاجها حول عمل الإنزيم؟

التجربة 3:

دراسة تغيرات السرعة الابتدائية للتفاعل الإنزيمي ($V_i = \text{vitesse initiale}$) بدلالة تركيز مادة التفاعل (الغلوکوز).

تم في هذه الحالة إجراء سلسلة من 5 تجارب تم في كل تجربة استعمال نفس التركيز من الإنزيم وتركيز متغيرة من مادة التفاعل (الغلوکوز) في كل تجربة (1, 10, 70, 300, 600 ميكرومول من S/لتر). تم إجراء التجارب الخمسة عند نفس درجة الحرارة (37°C) وعند نفس درجة pH (7). نتائج التجارب الخمسة ممثلة في منحنيات الوثيقة (5). كما يوضح الجدول (1) قيم السرعة الابتدائية التي تم استخراجها من معطيات الوثيقة (5).



معلومات مفيدة

الوثيقة (5)

تركيز S (ملغ/ل/دقيقة)	سرعة التفاعل V_i (ملغ/ل/دقيقة)
1	3.6
10	9.6
70	28.8
300	34.8
600	34.8

الجدول (1)

استغلال الوثائق:

- أرسم منحنى تغيرات سرعة التفاعل بدلالة تركيز مادة التفاعل باستعمال المعطيات في الجدول (1)؟ حلل المنحنى الناتج؟ ماذا تستنتج؟
- اقترح فرضية أو فرضيات لتعديل تغيرات سرعة التفاعل الإنزيمي في التراكيز المرتفعة لمادة التفاعل؟

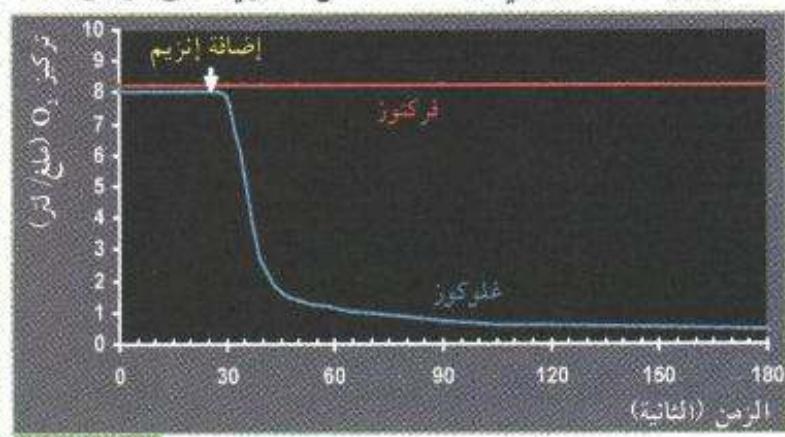
سرعة التفاعل V (Vitesse): هي الزيادة في تركيز ناتج التفاعل P (Produit) أو الانخفاض في تركيز مادة التفاعل S (Substrat) في وحدة الزمن (دقيقة عادة). في حالة إنزيم GO يتم قياس الانخفاض في تركيز الأكسجين لأن الأكسجين يستهلك أثناء التفاعل.

S أو مادة التفاعل (ركبة) Substrat -

E أو الإنزيم Enzyme -

P أو ناتج Produit -

التجربة 4: دراسة تغيرات تركيز الأكسجين بدلالة الزمن في وجود الغلوكوز أو الفركتوز. أخذت في هذه المرة تجربتين تم في كل منها قياس تغيرات تركيز الأكسجين في وسط التفاعل المحتوي على تركيز ثابت من الإنزيم GO بالإضافة إلى سكر الغلوكوز أو الفركتوز في درجة حرارة ثابتة (37°C) وعند درجة pH ثابتة (7). النتائج مماثلة في الوثيقة (6).

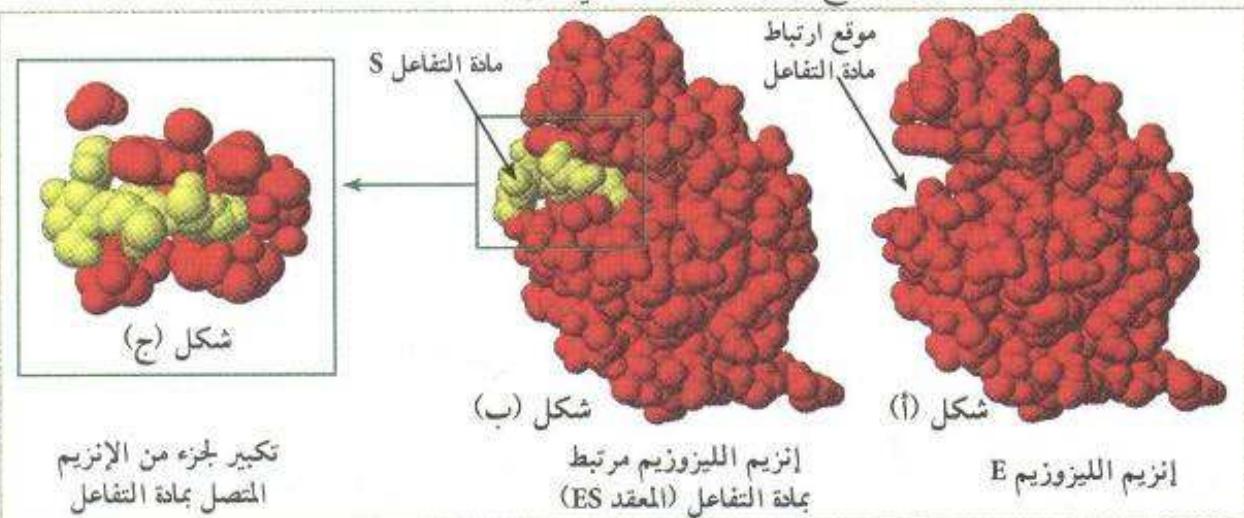


الوثيقة (6)

- فسر عدم استهلاك الأكسجين في حالة الفركتوز؟ لماذا تستخرج فيما يخص علاقة الإنزيم بمادة التفاعل؟

٤ النماذج الجزيئية للإنزيم ومادة التفاعل

تم عن طريق برنامج راستبون تمثيل البنية الفراغية لإنزيم الليزوzym E في غياب مادة التفاعل وفي وجودها ES فتحصلنا على النماذج الجزيئية الموضحة في الوثيقة (7).



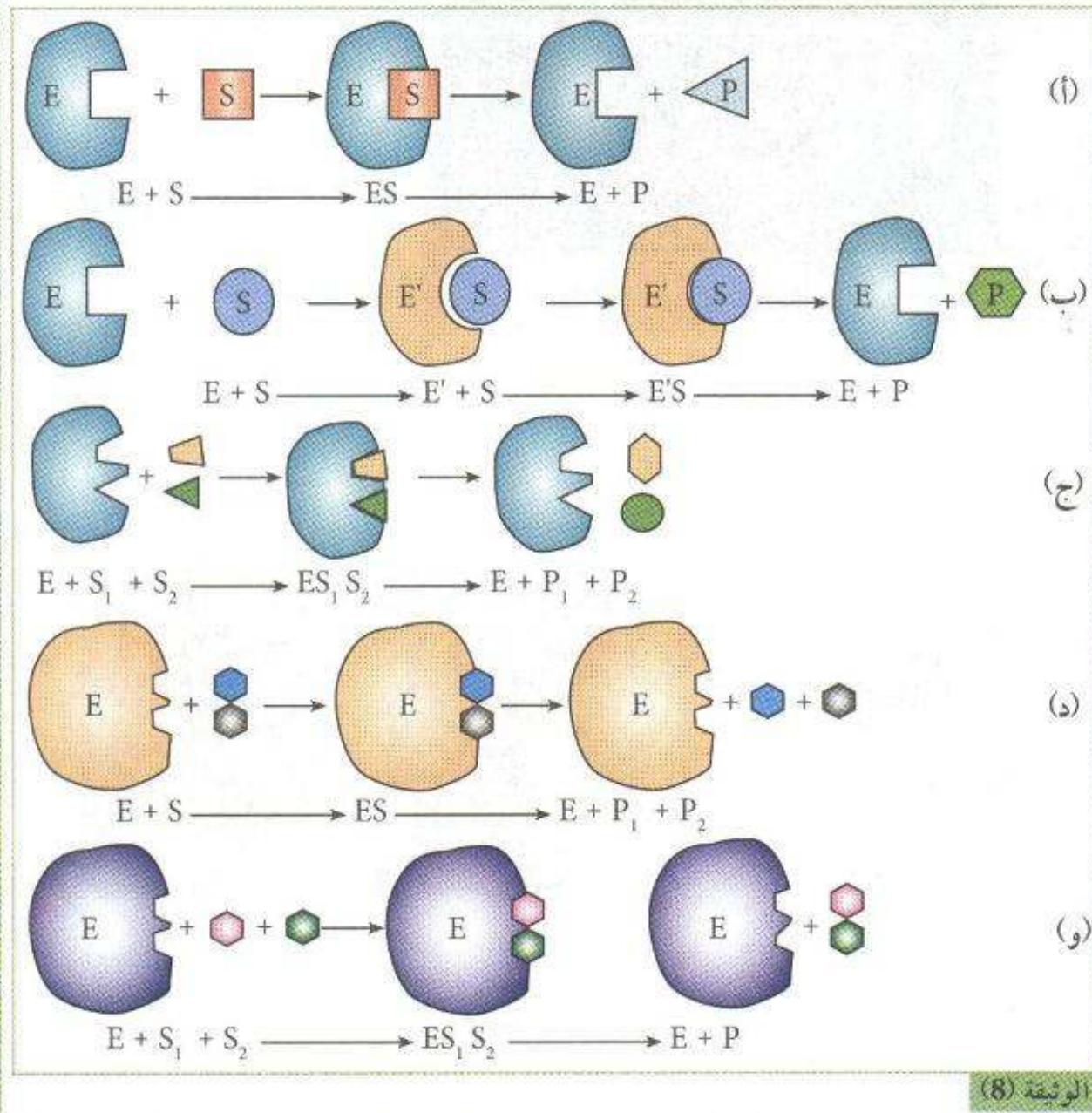
الوثيقة (7)

٥ استغلال الوثائق:

- ماذا تستخرج فيما يخص العلاقة بين البنية الفراغية لإنزيم ومادة التفاعل انطلاقاً من الشكلين (ب) و(ج) من الوثيقة (7)؟
- ما هي العلاقة بين أشكال الوثيقة (7) ونبات سرعة التفاعل عند التراكيز العالية لمادة التفاعل في التجربة 3؟
- هل تأكّدت إحدى الفرضيات المقترحة سابقاً؟
- اقترح تسمية لموقع ارتباط مادة التفاعل مع الإنزيم؟

٥ العلاقة بين الإنزيم ومادة التفاعل

لتوسيع أكثر للعلاقة بين الإنزيم ومادة التفاعل في الحالات المختلفة نقترح الأشكال الموضحة في الوثيقة (٨).



الوثيقة (٨)

استغلال الوثائق:

- قارن شكل الإنزيم ومادة التفاعل في الشكلين (أ) و(ب) من الوثيقة (٨) قبل وبعد الإرتباط؟
ماذا تستنتج؟
- بالعتماد على نواتج التفاعلات لكل إنزيم حدد نوع التفاعل الذي يقوم به الإنزيم في الحالات (ج)، (د)، (هـ)؟ ما هو نوع التفاعل الذي ينتمي إليه إنزيم GO وCatalase؟ علل ذلك.

النشاط 3

دراسة تأثير تغيرات درجة pH الوسط على نشاط الإنزيم

يتأثر نشاط الإنزيمات بشروط الوسط الذي يعمل فيه الإنزيم، من بين هذه الشروط درجة حموضة الوسط.

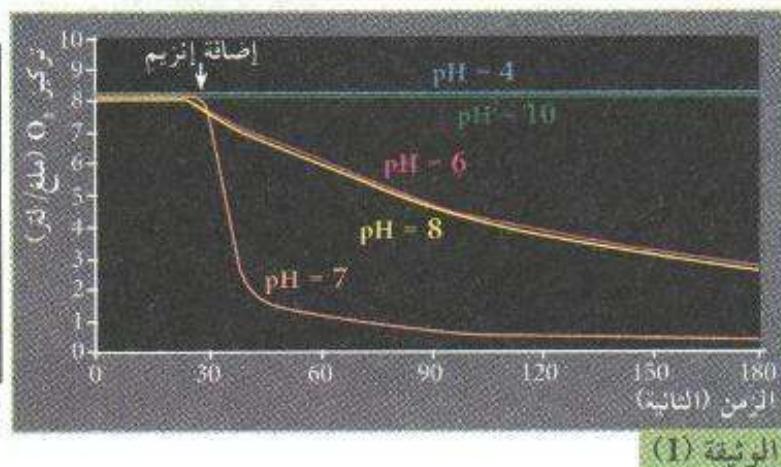
ـ كيف تؤثر درجة الحموضة على نشاط الإنزيمات؟

تأثير تغيرات درجة pH

تم في هذه الحالة إجراء سلسلة من 5 تجارب حيث في كل تجربة استعمل نفس التركيز من الإنزيم ونفس التركيز من مادة التفاعل وفي كل تجربة تغير درجة pH (4, 6, 7, 8, 10). أجريت التجارب الخمسة في نفس درجة الحرارة (37°C). نتائج التجارب الخمسة ممثلة في الوثيقة (1).

pH	(ملغ/ل/دقيقة) Vi
4	0
6	3.6
7	33.6
8	3.6
10	0

ـ السرعة الابتدائية = Vi



- ـ حلل المحننات ثم استنتج تأثير pH على نشاط الإنزيم؟
- ـ أرسم محنن تغيرات سرعة التفاعل بدالة درجة pH؟ ماذا تستنتج فيما يخص العلاقة بينهما؟
- ـ من خلال معارفك السابقة حول بنية وخصائص البروتين إقترح تفسيراً لأآلية تأثير pH على نشاط الإنزيم؟

دراسة تأثير تغيرات درجة الحرارة على نشاط الإنزيم

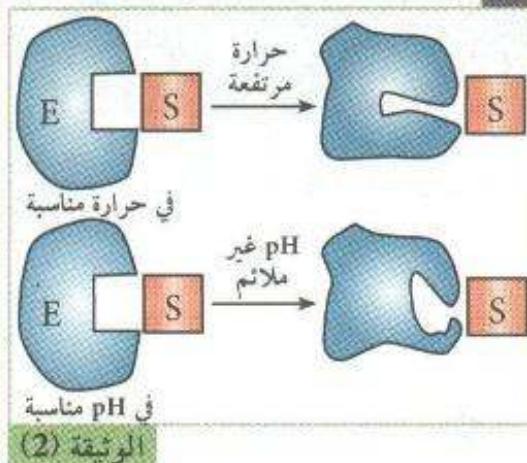
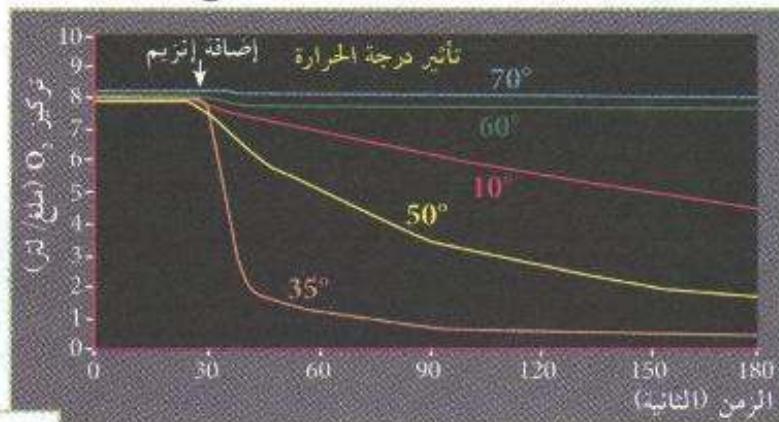
يتأثر نشاط الإنزيمات بعوامل الوسط والتي من بينها درجة الحرارة.

ـ فكيف تؤثر درجة الحرارة على نشاط الإنزيمات

تأثير تغيرات درجة الحرارة

تم في هذه الحالة إجراء سلسلة من 5 تجارب حيث في كل تجربة استعمل نفس التركيز من الإنزيم ونفس التركيز من مادة التفاعل وفي كل تجربة يتم تغيير درجة الحرارة (10, 35, 50, 60, 70)، اجريت التجارب الخمسة في نفس درجة pH (7). نتائج التجارب الأربع ممثلة في الوثيقة (1).

درجة الحرارة	(ملغ/ل/دقيقة) Vi
10	2.40
35	33.96
50	6.00
60	0.72
70	0.36



- C استغلال المواقف:
- حلل النتائج ثم استنتج تأثير الحرارة على نشاط الإنزيم؟
 - أرسم منحنى تغيرات سرعة التفاعل بدلالة درجة الحرارة؟ ممّا تستنتج فيما يخص العلاقة بينهما؟
 - من خلال معارفك السابقة حول بنية ومكونات البروتين إقترح تفسيراً لآلية تأثير الحرارة على نشاط الإنزيم؟

يمكن حوصلة تأثير الحرارة المرتفعة ودرجة الحموضة غير المناسبة على الإنزيم في الرسم التخطيطي الموضح في الوثيقة (2).

ـ حدد أوجه التشابه والاختلاف في تأثير كل من الحرارة وpH على نشاط الإنزيم.

* انطلاقاً من المعارف المبنية ومعارفك الخاصة أكتب نصا علمياً تلخص فيه أهمية التعرف على خصائص الإنزيمات وشروط عملها مبرزاً العلاقة بينها وبين ضمان شروط صحيحة لحياة أطول.

الحصيلة المعرفية

النشاط ①: مفهوم الإنزيم وأهميته

الإنزيمات هي بروتينات تعمل على تسريع التفاعلات الكيميائية في شروط محللة وتميّز بتأثيرها النوعي الموجه مادة التفاعل (الركيزة) وهي لا تستهلك أثناء التفاعل.

النشاط ②: النشاط الإنزيمي وعلاقته ببنية الإنزيم

يمكن إظهار وجود النشاط الإنزيمي في الخلايا النباتية أو الحيوانية بالتجربة الاعتيادية كما يمكن قياس نشاط الإنزيم بدقة ويسرعة بالاستعانة بالتجربة المدعوم بالحاسوب.

يتم تحديد نشاط الإنزيم من خلال قياس الانخفاض في تركيز مادة التفاعل S المتتحول إلى ناتج P أو الزيادة في تركيز الناتج المتكون نتيجة لحدوث التفاعل. يمكن حساب سرعة التفاعل من خلال تغيرات تركيز S أو P في وحدة الزمن. يتم بعد ذلك رسم منحنيات سرعة التفاعل بدلاله تركيز مادة التفاعل أو شروط الوسط. من خلال التجربة المدعوم بالحاسوب يمكن الاستنتاج أن التفاعل يتم بسرعة كبيرة في وجود الإنزيم بينما يتم ببطء شديد أو لا يتم تماماً في غياب الإنزيم. كما يعمل الإنزيم غالباً على نوع واحد من مادة التفاعل كما أن الإنزيمات تقوم بعملها دون أن تتأثر أو تستهلك أثناء التفاعل.

يعتمد التأثير النوعي للإنزيم ومادة التفاعل على تشكيل معقد إنزيم-مادة التفاعل ES. تكون أثناء تشكيل المعقد روابط ضعيفة انتقالية بين مادة التفاعل ومنطقة صغيرة من الإنزيم تعرف بالموقع الفعال.

يكون شكل الموقع الفعال مكملاً لشكل مادة التفاعل، وقد يحدث هذا التكامل عند اقتراب مادة التفاعل حيث تحفز الإنزيم على تغيير بنائه الفراغية فيصبح الموقع الفعال مكملاً لشكل مادة التفاعل: التكامل الحفز Adaptation induite.

إن التكامل بين الموقع الفعال ومادة التفاعل يحدث نتيجة لتوضع الجموعات الكيميائية مادة التفاعل في المكان المناسب مع الجموعات الكيميائية لجذور بعض الأحماض الأمينية في الموقع الفعال للإنزيم.

تقوم الإنزيمات بتنشيط أنواع مختلفة من التفاعلات منها: تفاعلات تفكك (تبسيط) أو تركيب أو تحويل مادة أو مواد التفاعل. قد تكون للإنزيم الواحد مادة تفاعل واحدة أو مادتين أو أكثر.

النشاط ③: دراسة تأثير تغيرات درجة pH على نشاط الإنزيم

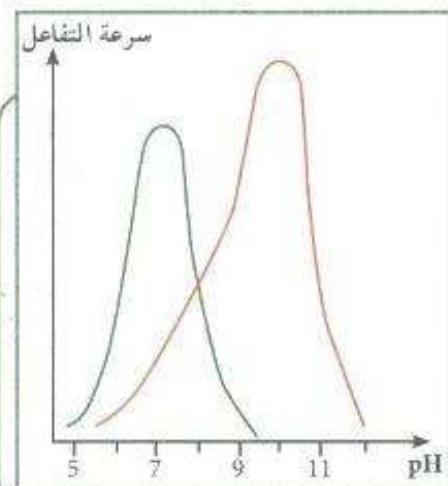
لكل إنزيم درجة pH مثلى يكون عندها نشاط الإنزيم أعظمياً. تؤثر درجة حموضة الوسط على شحنة الجموعات الكيميائية الحرة في جذور الأحماض الأمينية وخاصة تلك الموجودة في الموقع الفعال للإنزيم مما يمنع حدوث التكامل بين الجموعات الكيميائية للإنزيم في الموقع الفعال والجموعات الكيميائية مادة التفاعل. يبلغ نشاط الإنزيم أقصاه عند درجة pH معينة تسمى pH المثلى (مختلف من إنزيم لأخر).

النشاط ④: دراسة تأثير تغيرات درجة الحرارة على نشاط الإنزيم

تؤثر درجة الحرارة على نشاط الإنزيم. ينخفض نشاط الإنزيم عند انخفاض درجة الحرارة ويتوقف النشاط كلياً وبصورة عكssية عند الحرارة المنخفضة بسبب قلة حركة الجزيئات.

عند الحرارة المرتفعة يبدأ تخرُب الإنزيم (بسبب تكسير بعض الروابط المخافضة على بنية الفراغية). تفقد الإنزيمات بنيتها الفراغية الصحيحة بصورة غير عكssية (تخرُب) عند الحرارة المرتفعة وت فقد بالتالي نشاطها. يبلغ نشاط الإنزيم أقصاه عند درجة حرارة معينة تسمى الحرارة المثلثي (37°C عند الإنسان).

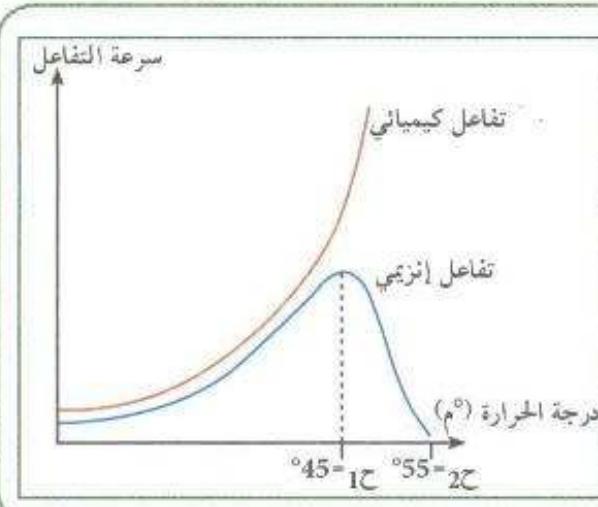
استئم معارف وأوظف قدراتي



التمرين 1

أعطت دراسة تأثير درجة pH على نشاط إنزيمين هما: monoamine oxydase و amylase. النتائج الموضحة في الوثيقة.

- حلل المنحنين ثم حدد pH المثلث لكل إنزيم. ماذا تستنتج؟
- من خلال النتائج المتوصل إليها خص في بضعة أسطر تأثير تغير pH على نشاط الإنزيمات؟



دراسة حرارية تفاعلات إنزيمي وتفاعل كيميائي أعطى النتائج الممثلة في الوثيقة.

- قارن سرعة التفاعل في الحالتين، ماذا تستنتج حول مميزات التفاعل الإنزيمي؟
- ماذا تمثل درجات الحرارة 45°C و 55°C على المنحنى؟
- لخص في بضعة أسطر تأثير الحرارة على النشاط الإنزيمي مع التعليل؟

التمرين 3

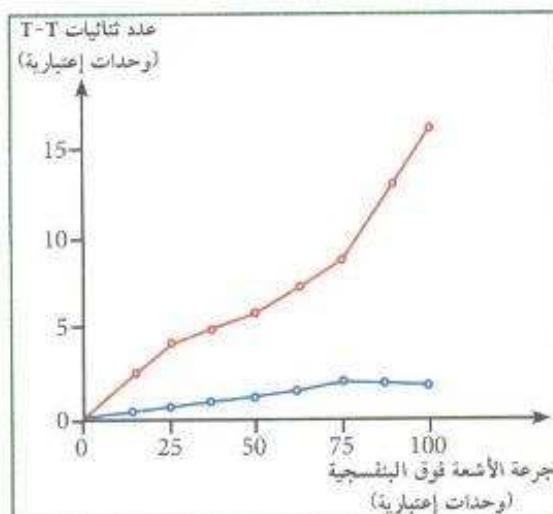
يبدأ هضم البروتينات المتواجدة في الغذاء على مستوى المعدة، حيث تقوم خلايا جدار المعدة بتركيب إنزيمات تسمى (ببسينات) وإفرازها في لعنة المعدة في صورة خاملة تحول بعد إفرازها إلى حالة نشطة. يقوم إنزيم الببسين بتفكيك الرابطة البيتايدية عند مواضع محددة (عند Tyr و Phe) في عصارة المعدة ذات pH الحامضي ($\text{pH} = 2$). لذلك تتفكك السلسلة البيتايدية إلى قطع بيبيدية وليس إلى أحاضن أمينية. يستمر هضم البروتينات في الإثنى عشر بواسطة إنزيمات أخرى مثل إنزيم trypsin الذي يفكك الرابطة البيتايدية عند الحمض الأميني Lys وعند Arg حيث يكون $\text{pH} = 6.5$.

- استخرج من هذا النص العلمي بعض خصائص الإنزيم؟
- ما هو ناتج معاملة البيتايد التالي بإنزيم ببسين وإنزيم تربسين؟ قارن نواتج التحلل في الحالتين؟
Ala-Gly-Tyr-Arg-Ser-Phe-Glu-Val-Lys-Leu

- ما هي احتمالات نواتج التحلل لكل إنزيم؟

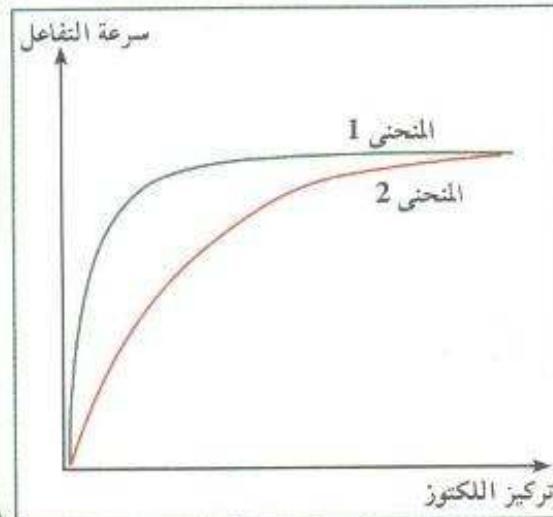
التمرين 4

مرض البقع البنية المعروف بـ Xeroderma pimentosum هو مرض وراثي يتميز بظهور بقع بنية على جلد المريض. المعطيات التالية تقدم لنا بعض المعلومات حول ظهور المرض: حيث تقوم الأشعة فوق البنفسجية UV بتغيير تركيب ADN بتكوين رابطة بين قاعدتين T-T (T-T) وهو ما يعرف بثنائي ثائين في نفس السلسلة مما يعيق عمل الخلايا ويؤدي إلى موتها.



- يتم تعريض خلايا الجلد من شخص مريض وشخص سليم بجرعات متزايدة من الأشعة فوق البنفسجية لمدة 24 ساعة. ثم يقاس بطرق خاصة عدد ثنائيات T-T المشكّلة. النتائج موضحة في منحني الوثيقة الموجية.
- عند دراسة نشاط الإنزيمات في النوعين من الخلايا تبين غياب نشاط أحد الإنزيمات عند الأشخاص المصابين، هذه الإنزيمات معروفة بإزالة تصليح الخلل في ADN.
- كيف تظهر البقع البنية على جلد الشخص المصاب؟
 - لماذا لا تظهر البقع عند الشخص السليم رغم تعرضه للأشعة فوق البنفسجية؟
 - استخلص من النتائج قاعدة هامة تخص سلامة المعلومات الوراثية؟

التمرين 5



- يقوم إنزيم المليكتاز بإيماهة سكر اللكتوز إلى غلوکوز + غلکكتوز. تم قياس السرعة الإبتدائية لتفاعل الإيماهة بدلالة تركيز اللكتوز في غياب مركب ثيولكتوز (المنحني 1) وفي وجوده (المنحني 2). النتائج موضحة في الوثيقة.
- حلل المحنين. استنتاج تأثير إضافة ثيولكتوز على نشاط الإنزيم.
 - قدم تفسيراً لأآلية تأثير مركب ثيولكتوز إذا علمت أن صيغته: $(C_{12}H_{22}O_{10}S)$ قريبة جداً من صيغة اللكتوز $(C_{12}H_{22}O_{11})$.

التمرين 6

خيرة الخبز هي كائن حي أحادي الخلية له عدة استعمالات في الحياة اليومية. لغرض تحديد المركبات التي تستعملها الخميرة كمصدر للطاقة نجري التجارب التالية:

التجربة 1: يتم سحق كتلة من الخميرة في الماء المقطر باستعمال هاون يوضع بعدها المستخلص في 3 أنابيب اختبار:

الأنبوب (أ): حجم من المستخلص + حجم من السكروز.

الأنبوب (ب): حجم من المستخلص + حجم من المالتوز.

الأنبوب (ج): حجم من المستخلص + حجم من ماء مقطر.

يتم الكشف عن الغلوكوز في الأنابيب الثلاثة.

النتائج موضحة في جدول الوثيقة (1).

- حلل النتائج المبينة في الجدول، ماذا تستنتج؟

الأنبوب	ج	ب	أ
الكشف عن الغلوكوز	-	+	+

(+) موجود (-) غير موجود

الوثيقة (1)

التجربة 2 : ترك الخميرة في ماء مقطر لمدة ساعة ثم ترشح ويتم توزيع الراشح على ثلاثة أنابيب كال التالي:

الأنبوب أ1: حجم من الراشح + حجم من محلول السكروز

الأنبوب ب1: حجم من الراشح + حجم من محلول المالتوز

الأنبوب ج1: حجم من الراشح + حجم من ماء مقطر

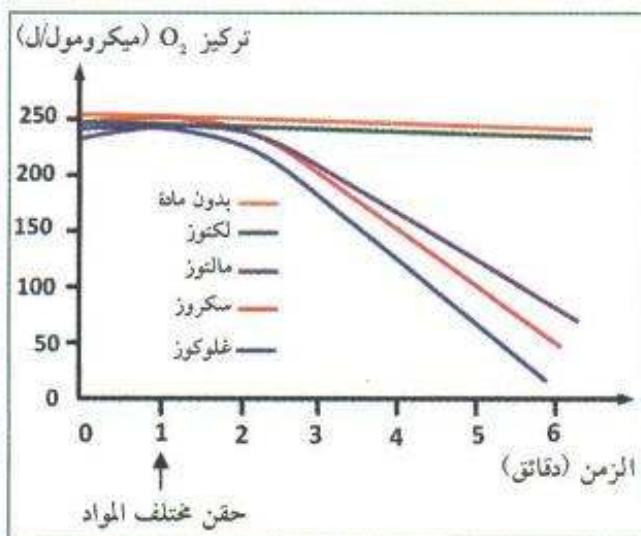
يتم الكشف عن الغلوكوز في الأنابيب الثلاثة

النتائج موضحة في جدول الوثيقة (2).

- قارن نتائج التجارب 1 و 2، ماذا تستنتج؟

الأنبوب	ج1	ب1	أ1
الكشف عن الغلوكوز	-	-	+

الوثيقة (2)



الوثيقة (3)

تجربة 3: باستعمال تركيب تجاري مدعم بالحاسوب ExAO يتم قياس تركيز O_2 في وسط تضاف إليه خلايا الخميرة ويتم اختبار تأثير إضافة عدد من المواد الغذائية إلى الوسط. نتائج التجربة موضحة في منحنى الوثيقة.

1. ما هي أهمية إجراء تجربة بدون إضافة أي مادة تفاعل؟

2. ما هي العلاقة بين نتائج التجربة 3 وقابلية الخميرة على استعمال المادة الغذائية السكرية؟

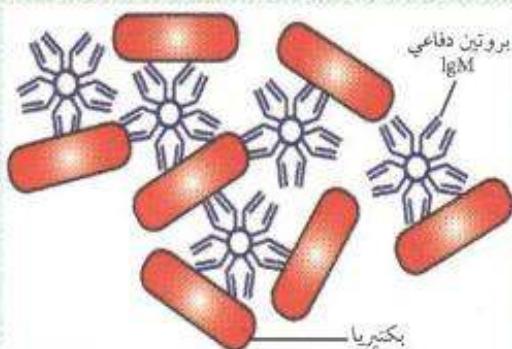
الوحدة

4

دور البروتينات في الدفاع عن الذات

تعرض العضوية للغزو الخارجي من طرف أجسام غريبة، فتظهر عليها أعراض غير طبيعية نتيجة السموم التي تسببها الأجسام الغازية، لكن سرعان ما تستعيد نشاطها بفضل الجهاز المناعي الذي له القدرة على معرفة الذات واللادات (الأجسام الغريبة)، وتلعب البروتينات المناعية في هذا المجال دوراً أساسياً.

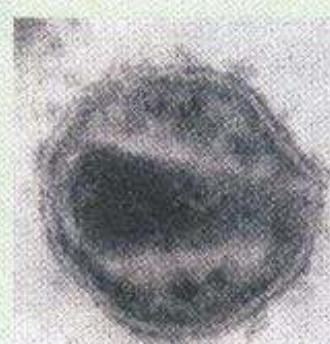
كيف تميز العضوية بين الذات واللادات (الأجسام الغريبة)؟ ما دور البروتينات المناعية في التعرف على اللادات والقضاء عليها؟ كيف تتم الإستجابة المناعية؟ ما هي الآثار الناجمة عن عجز الجهاز المناعي؟



خلية لمفاوية (1) تهلك خلية مصابة بفيروس (2)



رسم تخطيطي لفيروس VIH
المسبب للسيدا



صورة بال المجهر الإلكتروني لفيروس
VIH المسبب للسيدا

عناصر الوحدة

1. تذكير بالملكتسبات
2. الذات واللادات
3. طرق التعرف على محددات المستضد
4. العقد المناعي
5. مصدر الأجسام المضادة
6. طرق تأثير اللمفويات LT
7. مصدر اللمفاوية LT
8. سبب فقدان المناعة المكتسبة

تذكير بالمكتسبات

يصادف الجسم الغريب عند عاولة اختراقه للعضوية أو دخوله لها خطوط دفاعية تعمل على إقصائه قبل الوصول إلى الوسط الداخلي حيث في كل مرة يتدخل نوع معين من الخلايا أو الجزيئات التي تواجهه لتنقضي عليه.

ـ فما هي مختلفة هذه الخطوط الدفاعية؟ وما هي العناصر المتدخلة في كل خط؟

١ـ الحواجز الطبيعية ضد العناصر الغريبة

وصول العنصر الغريب إلى الوسط الداخلي للعضوية يتطلب اختراق حواجز طبيعية التي تعمل على منع وصوله، واحتراقه للعضوية يؤدي إلى مواجهته بخط دفاعي ثالث.
يمثل جدول الوثيقة (١) الخطوط الدفاعية الطبيعية الثلاثة التي تستعملها العضوية ضد كل جسم غريب:

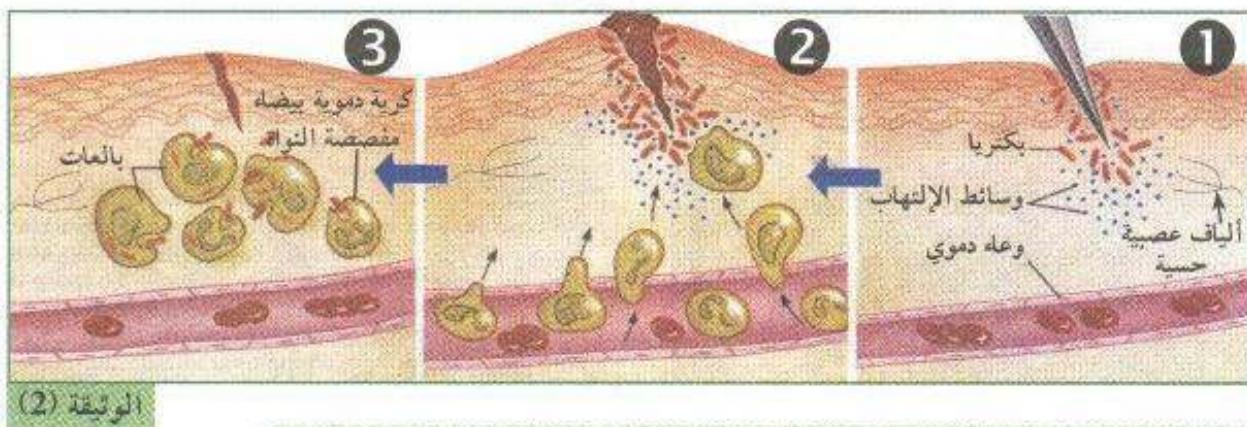
نوع الدفاع II	نوع الدفاع I	
الخط الدفاعي الثالث	الخط الدفاعي الثاني	الخط الدفاعي الأول

(الوثيقة ١)

- بناءً على معلوماتك في السنة الرابعة متوسط والمعطيات السابقة، املأ الجدول بوضع العناصر المناسبة التي تتدخل في كل خط دفاعي.
- قدم تسمية لألية الدفاع (I وII).

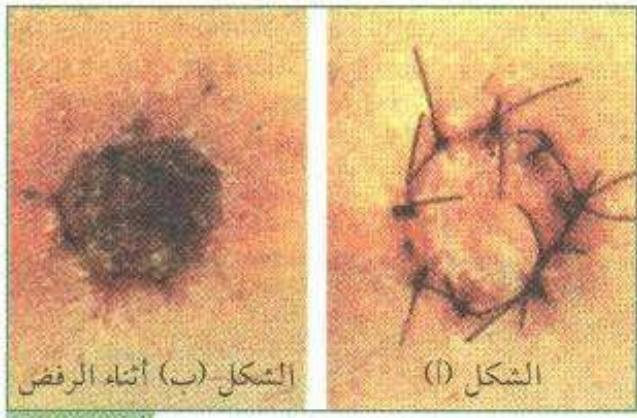
٢ـ أمثلة عن بعض التفاعلات الدفاعية

المثال الأول: تمثل الوثيقة (٢) التفاعلات الالتهابية التي تتم في أحدى الخطوط الدفاعية السابقة إثر وخز أصبع بشوكة ملوثة، حيث يلاحظ بعد مدة من الوخز انتفاخ،ارتفاع درجة الحرارة،احمرار وألم على مستوى الأصبع. الأشكال الثلاثة التالية تمثل مقاطع نسيجية على مستوى الأصبع ملاحظة في أزمنة مختلفة.



الوثيقة (2)

- قارن بين الشكلين (1 و2)، ثم بين الشكلين (2 و3). ماذا تستخلص؟



الوثيقة (3)

المثال الثاني: تمثل الوثيقة (3) زراعة جلد شخص (س) (المعطي) للشخص (ع) (المستقبل) حيث الشكل (ا) يبين حالة الطعم (الجلد المزروع) في الأيام الأولى من الزرع، بينما الشكل (ب) يمثل نفس الطعم بعد إثنى عشر يوما.

- بالاعتماد على النتيجة الملاحظة في الشكل (ب) من الوثيقة (3)، بين سبب رفض الطعم.

* بناءً على ما جاء في هذا النشاط، لخص في نص علمي كيف تتصدى العضوية لختلف الأجسام الغريبة.

النشاط 2

الذات واللادات

يتتبه الجهاز المناعي بدخول جسم غريب إلى العضوية، ويتم هذا بفضل بعض جزيئات الغشاء الهيولى الذي يحد كل خلية من خلايا العضوية، حيث يراقب ويعرف على العناصر والجزيئات الغريبة التي تزيد إختراقه.

- » فيما تمثل الجزيئات الغشائية التي تكتسب الغشاء خاصية التعرف على اللادات؟
- » كيف تتوضع هذه الجزيئات في الغشاء؟ وما هي طبيعتها الكيميائية؟

↳ دور الغشاء الهيولى في التعرف على اللادات:

١ تجربة الوسم المناعي



الوثيقة (١)

تمثل الوثيقة (١) نتيجة تقنية الوسم المناعي، ممثلة في حضن خلية لفاؤية مع أجسام مفلورة للبروتينات.

بالاعتماد على هذه النتيجة:

١. حدد مناطق مركز التفلور.
٢. لماذا تستخلص من هذه النتيجة؟

٢ بنية الغشاء الهيولى بالمجهر الإلكتروني

بين المجهر الإلكتروني لقاطع رقيقة في أغشية مثبتة برابع أوكسيد الأوسميوم (OsO_4)، الذي يتثبت على الأقطاب الحادة للماء للفسوليبيدات والبروتينات، (الصورة المبينة بالوثيقة ٢).

ب بينما يبين جدول الوثيقة (٣) نتائج التحليل الكيميائي لأغشية كريات الدم الحمراء المعزولة.



الوثيقة (٢)

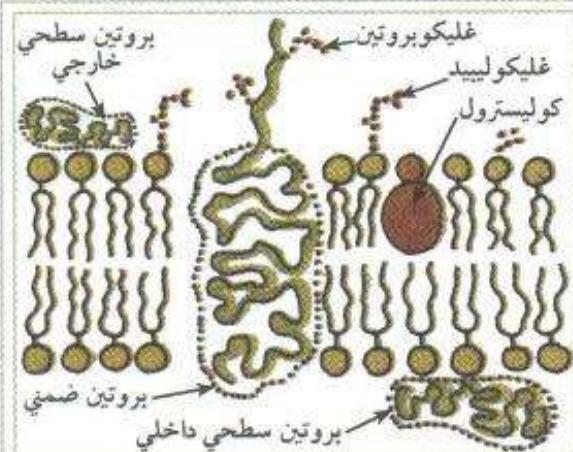
مكونات الغشاء	النسبة المئوية
البروتينات	%60
الدهن	%40

الوثيقة (٣)

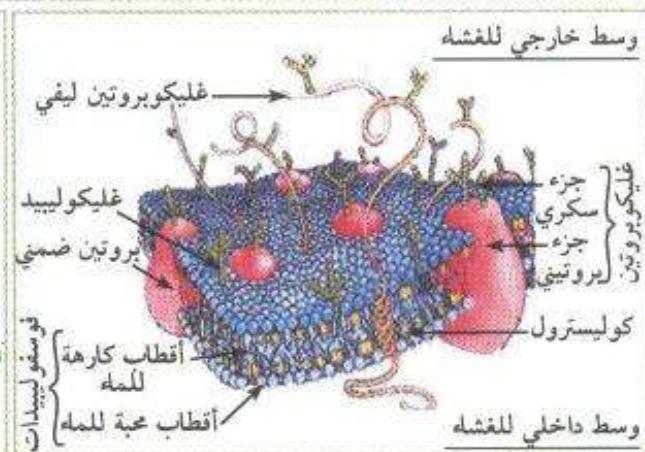
١. صُف مظهر الغشاء انطلاقاً من الوثيقة (٢).
٢. حلل نتائج جدول الوثيقة (٣)، لماذا تستخرج؟

٣ البنية الجزيئية للغشاء الهيولي

- لمعرفة كيفية توضع الجزيئات الغشائية السابقة وخصائصها نقدم لك الوثائق التالية:
- تبين الوثيقة (4) توضع الجزيئات الكيميائية في الغشاء الهيولي حسب النموذج الفسيفسائي المائع.
 - الشكل (أ): نموذج ثلани الأبعاد.
 - الشكل (ب): مقطع للغشاء.
 - بينما الوثيقة (5) فهي تبين رسومات تخطيطية لتجربة التهجين الخلوي لتحديد الخاصية الفزيائية التي تتميز جزيئات الغشاء.

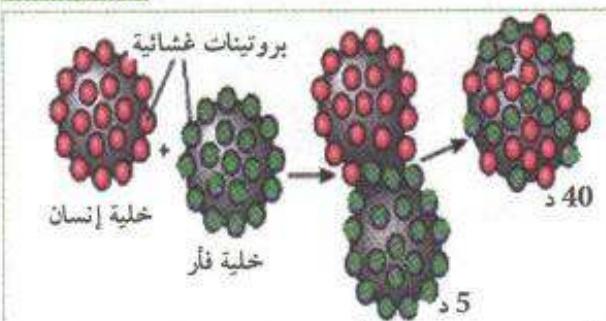


الشكل (ب)



الشكل (أ)

الوثيقة (4)



الوثيقة (5)

1. قدم وصفاً لموضع الجزيئات الكيميائية ضمن الغشاء إنطلاقاً من شكل الوثيقة (4).
2. حدد الجزيئات المميزة للسطح الخارجي للغشاء الهيولي إنطلاقاً من شكل الوثيقة (4).
3. قارن بين توزع الفلوره بعد 5 و 40 دقيقة الملاحظة في الوثيقة (5)؟ ماذا تستنتج؟
4. بالاعتماد على شكل الوثيقة (4) ونتائج تجربة الوثيقة (5)، علل تسمية النموذج المقترن بالنماذج الفسيفسائي المائع؟

معلومات مفيدة

التهجين الخلوي هو دمج خلتين من كائنين مختلفين مثل دمج خلية فار بخلية إنسان، يستعمل في ذلك تقنية خاصة بعد وسم الخلتين بالجسم مضادة خاصة، حيث تظهر فلوره خضراء للبروتينات الغشائية لخلية الفار وفلوره حمراء للبروتينات الغشائية لخلية الإنسان، فتنتزع خلية هجينة بها نواة فار ونواة بشرية، يتم الدمج باستعمال مادة كيميائية هي Dymethyl sulfoxide أو فيروس ساندای، ويسمح بمجهور الفلور من تحديد موضعها.

٤ الجزيئات الغشائية المتدخلة في التعرف على اللادات

يمكن التوصل إلى معرفة الجزيئات المكونة للغشاء والممثلة في: بروتينات سكرية (غликوبروتين)، بروتينات دسم (فوسفوليبيد)، دسم سكرية (غликوليبيد)، كوليسترول ...

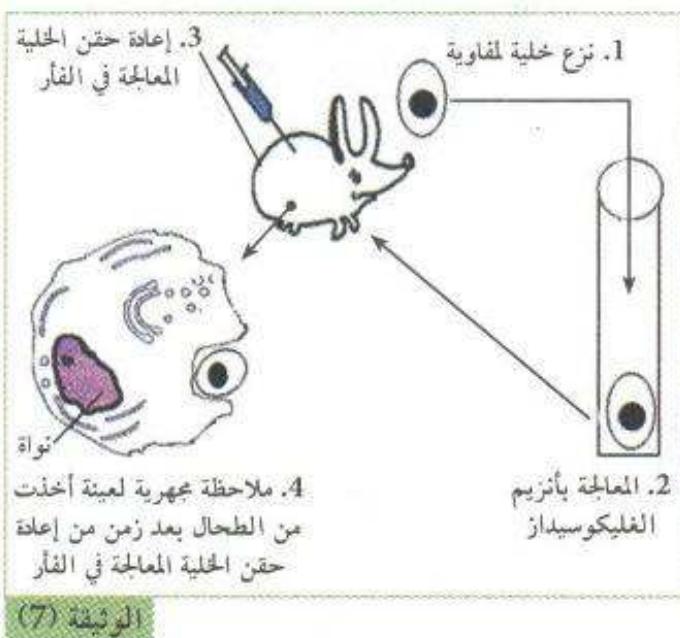
- من بين الجزيئات السابقة المكونة للغشاء، ما هي الجزيئات المسؤولة عن التعرف على اللادات؟
لإظهار ذلك نستعرض التجربتين التاليتين:

التجربة ١:

تبين الوثيقة (٦) صورة بالجهر الإلكتروني لخلية لمفاوية عواملت بتقنية خاصة، يمكن من خلالها ملاحظة الغликوبروتينات الغشائية.

التجربة ٢:

تم تخريب البروتينات السكرية الغشائية خلايا لمفاوية متزوعة من فأر بإنزيم الغليكوسيداز، ثم حقن هذه الخلايا في نفس الحيوان فللحظة بلعمنتها من طرف الخلايا البلعمية للفأر (الوثيقة ٧).

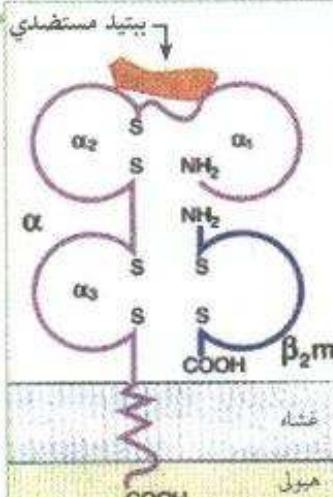


صورة بالجهر الإلكتروني لخلية المعاشرة (٦)
لمفاوية عواملت بتقنية خاصة حيث تبدو
الغликوبروتينات على سطح الغشاء بلون أسود.

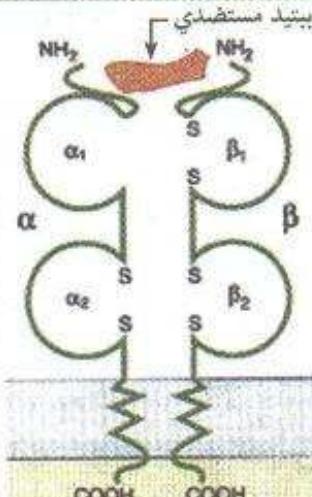
١. علل سبب بلعمة الخلية اللمفاوية في التجربة ٢ الوثيقة (٧) رغم أنها أخذت من نفس الحيوان.
٢. بالاعتماد على نتائج التجربة ١ الوثيقة (٦)، ونتائج التجربة ٢ للوثيقة (٧)، حدد الطبيعة الكميائية للجزيئات الغشائية المسؤولة عن التعرف على اللادات؟

عقد التوافق النسيجي (CMH):

يعتبر عقد التوافق النسيجي CMH مجموعة من المورثات تشرف على إنتاج بروتينات غشائية محددة للذات تدعى بالـ HLA عند الإنسان وهي تظهر على مستوى السطح الخارجي لأغشية خلايا العضوية ابتدءاً من الأسبوع السادس الجنيني وتبقى مدى الحياة وهي نوعين I HLA يتواجد



شكل (2): رسم تخطيطي بين بنية HLA I وبنية HLA II



شكل (1): رسم تخطيطي بين بنية HLA II وبنية HLA I

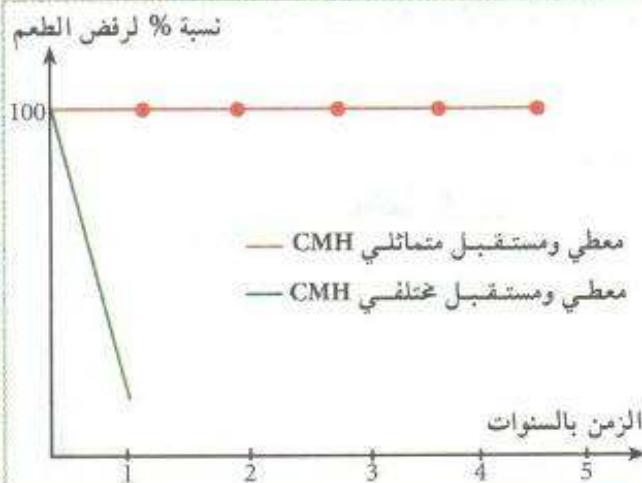
على غشاء كل خلية بها نوارة و HLA II يوجد على سطح بعض الخلايا اللمفاوية B والبلعميات الكبيرة.

* اعتماداً على بنية كل جزيئة HLA الموضحة في الشكلين (1) و(2) من الوثيقة (8) ومعنوماتك حول البروتينات قارن بين بنية كل جزيئة؟

الوثيقة (8)

CMH ملخص معقد ⑤

أظهرت النتائج السابقة أن نوافع الـ CMH هي الخدعة للذات، فما هي مميزات الـ CMH؟
تبين الوثيقة (9) نسبة رفض الطعام عند نفس المستقبل وعائد معين من الأفراد الملاحظ.



الوثيقة (9)

رقم التجربة	المعطي والمستقبل	النتائج
1	من فخذ الشخص إلى ذراعه	قبول الطعام
2	الفردان توهمان حقيقيان	قبول الطعام
3	فردان من نفس النوع لكن مختلفان وراثيا	التهاب واحمرار في مكان الزرع ورفض الطعام بعد 10 أيام

معلومات مفيدة

- يعتبر الـ HLA متخرج الـ CMH، حيث الـ CMH يكون على مستوى المورثات وتمثل معقد التوافق النسيجي Complex Majeur Histocompatibilité
- يتواجد الـ HLA على مستوى الجزيئات الغشائية لخلايا الإنسان Human Leucocyte Antigen

1. حلل معطيات الجدول والنتائج الموضحة في منحيبي الوثيقة (9)؟

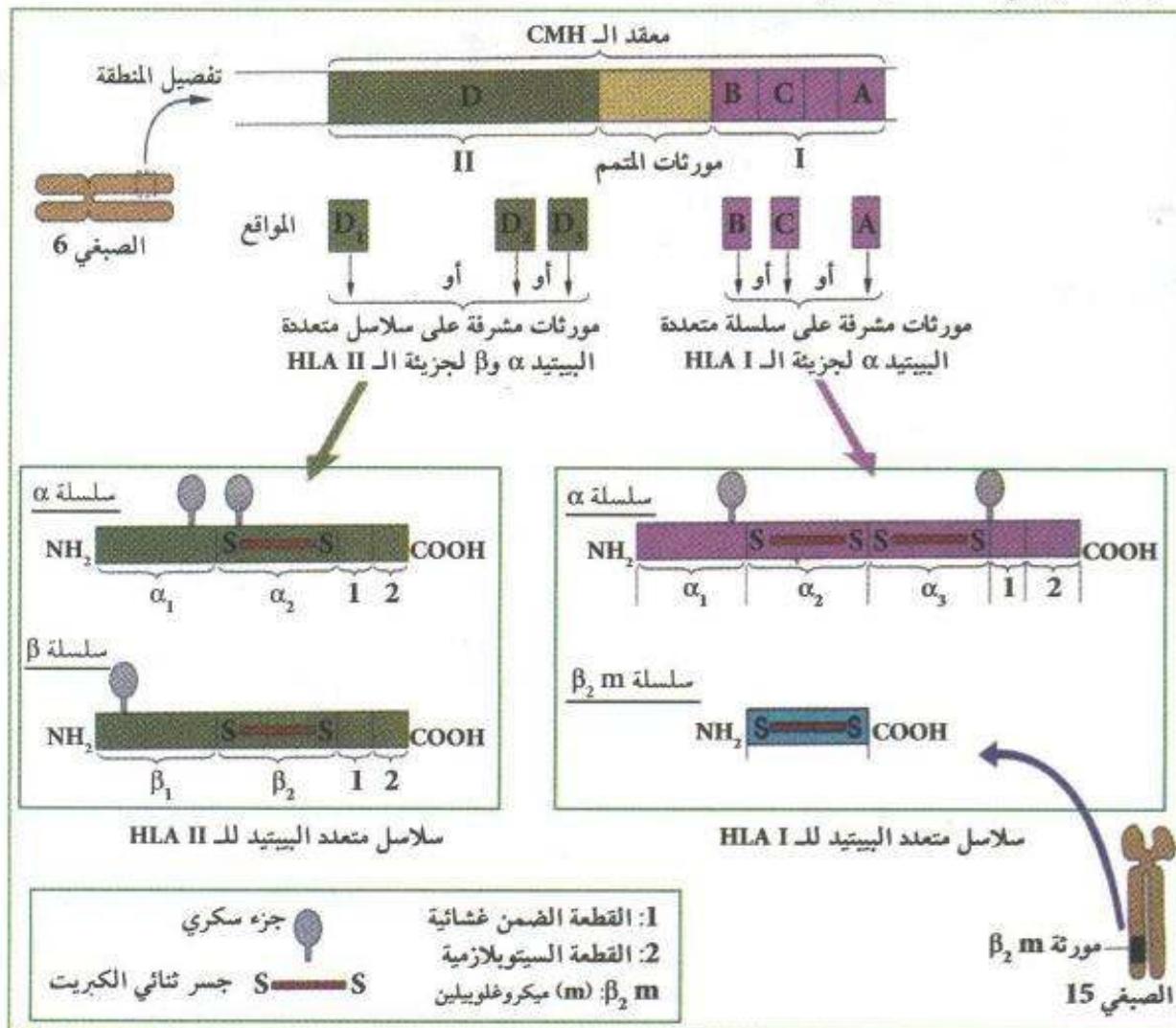
2. استخرج العلاقة بين رفض الطعام ومعقد التوافق النسيجي للمناجع والمستقبل؟

٦ تحديد المنشأ الوراثي للـ HLA عند الإنسان

عدد الأليلات	الموقع	CMH
25	A	
50	B	I
10	C	
45	D	II

لمعرفة سبب اختلاف الـ CMH الذي يؤدي إلى رفض الطعام تجريي الدراسة التالية:

- يوضح الجدول المقابل عدد الأليلات لكل مورثة.
- تبين الوثيقة (10) موقع مورثات الـ CMH على الصبغيات والجزيئات الناتجة عنها.



الوثيقة (10)

1. حدد المورثات التي تشرف على إنتاج جزيئات I و HLA II إنطلاقاً من الوثيقة (10)؟
2. فسر إختلاف جزيئات HLA من شخص لأخر معتمداً على معطيات الجدول والصفي رقم 6؟
3. ما هي المعلومة الإضافية التي تكمل تعريف الجزيئات الخدمة للذرات HLA؟
4. هل توصلت إلى معرفة سبب اختلاف الـ CMH وبالتالي رفض الطعام؟ اشرح ذلك.

* باستغلال المعلومات المتوصّل إليها قدم إذا تعرّفنا للذرات.

٧ مؤشرات الزمرة الدموية

تحتوي أغشية الكريات الحمراء على جزيئات تميز الزمرة ABO والريزوس.

أ) الزمرة الدموية ABO: تحدد الزمرة الدموية ABO بعاملة كريات دم حمراء بمصل يحتوي أجساما مضادة. يحدث ارتصاص بارتباط الأجسام المضادة بالمستضدات الغشائية المواقفة لها والمتواجدة على سطح غشاء الكريات الحمراء، فيؤدي إلى تجمعها بتشكيل معقدات. نتائج اختبار عينات من دم مأخوذ من أفراد مختلفة سمحت بإيجاز الجدول (1)، بينما الجدول (2) يوضح الأجسام المضادة المتواجدة طبيعيا في مصل دم كل زمرة (الوثيقة 11).

الزمرة	مصل به ضد AB	مصل به ضد A	مصل به ضد B
A			
B			
AB			
O			

الجدول (1) ►

الأجسام المضادة	الزمرة
ضد B	A
ضد A	B
لا شيء	AB
ضد A وضد B	O

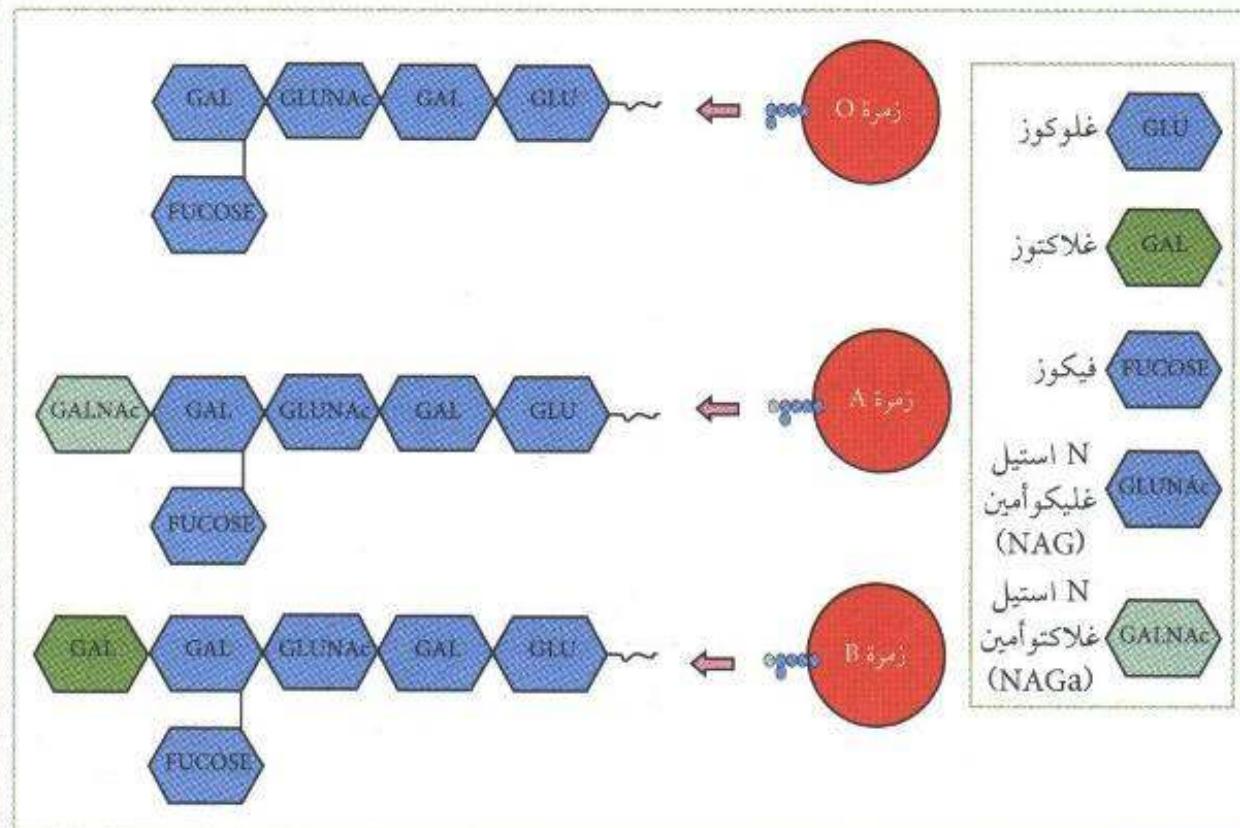
◀ الجدول (2)

(11) الوثيقة

- بالاعتماد على نتائج الجدول (1) استخلص المستضدات الغشائية لكل زمرة.
- مستعينا بجوابك السابق ومعطيات الجدول (2) استخرج خصائص كل زمرة.

ب) مقارنة بين المستضدات الغشائية في نظام الزمر الدموية :ABO

تعتبر المستضدات الغشائية للزمر الدموية جزيئات غليكوبروتينية، متواجدة على غشاء الكريات الحمراء، تحتوي نهايتها على جزء سكري نهايته مسؤولة على خصوصية كل زمرة. تبين الوثيقة (12) بنية السكر قليل التعدد لثلاث زمر مختلفه.



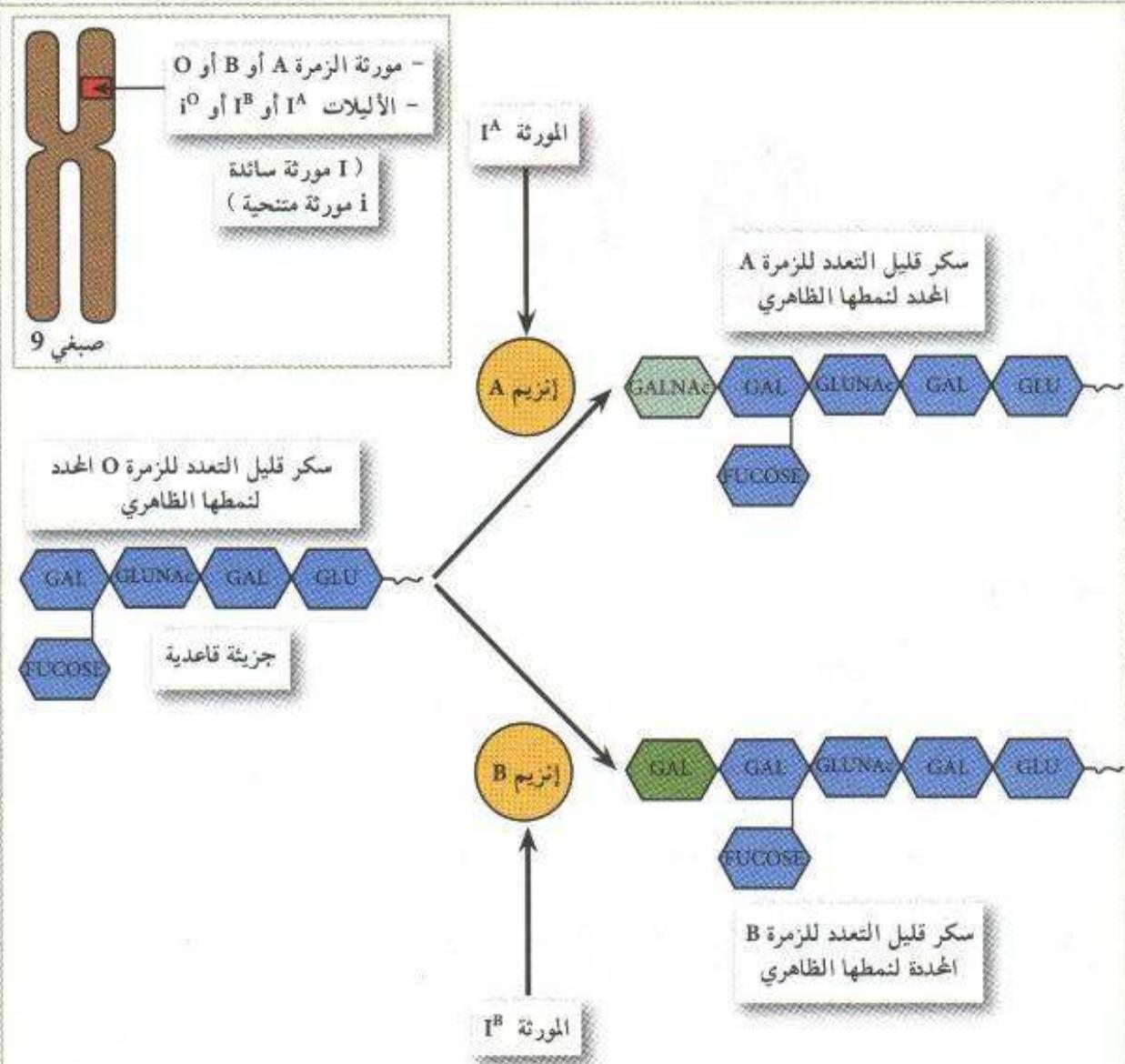
الوثيقة (12) بنية المستضدات الغشائية للزمر الدموية

- قارن بين مختلف الجزيئات الخديعة للزمر الدموية المعطاة في الوثيقة (12). ماذا تستنتج ؟
- بالربط بين نتائج الجدول (1) من الوثيقة (11) ومعضيات الوثيقة (12)، مثل جزيئات السكر قليلة التعدد المتواجد على سطح غشاء الكريات الحمراء من الزمرة AB.
- بالاعتماد على نتائج الوثيقة (11) وما توصلت إليه من دراسة الوثيقة (12)، مثل بخطط مبسط حالات التوافق بين المعطى والمستقبل للدم ؟

معلومات مفيدة

- الجسم المضاد المتواجد في البلازما يدعى بالراصة AGGLUTININE، بينما المستضد أو موئذ الضد المتواجد على غشاء الكريات الحمراء، فيدعى بمولد الراصة AGGLUTINOGENE.
 - عند نقل الدم نراعي عدم تلاقي نفس المستضد الغشائي للمعطي مع الجسم المضاد المافق له والمتواجد في بلازما المستقبل، علماً أن الأجسام المضادة المتواجدة في دم المعطي ذات تأثير مهم.

ج) التحديد الوراثي للزمر الدموية في النظام ABO
يمثل مخطط الوثيقة (13) المصدر الوراثي لخدارات الزمر الدموية في النظام ABO.



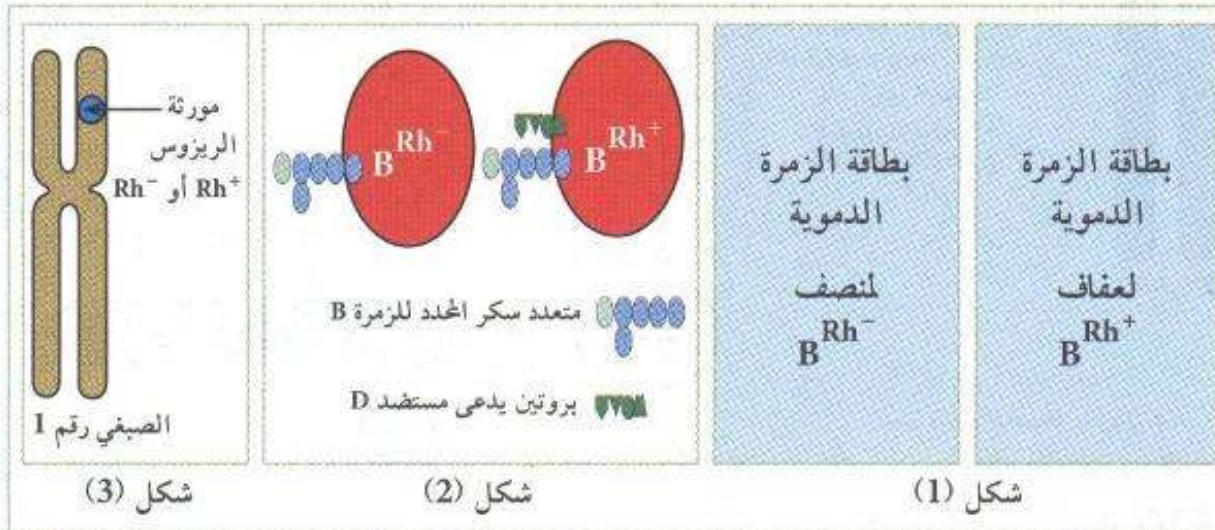
الوثيقة (13)

٣. بالاعتماد على معطيات الوثيقة (13):

١. حدد المصدر الوراثي للزمر الدموية المختلفة.
٢. إذا علمت أن لكل فرد مورثتان (واحدة متواجدة في الصبغي رقم 9 الآتي من الأم والثانية متواجدة في الصبغي رقم 9 الآتي من الأب)، وأن علاقة السيادة بين مورثات ABO هي A و B سائحتان على O ولا توجد سيادة بين A و B، استخرج العلاقة بين المورثة والنمط الظاهري لمختلف الزمر الدموية المدروسة.

ب) عامل الريزووس Rhesus للزمرة الدموية

تمثل الوثيقة (14) الشكل (1) بطاقة الزمرة الدموية لكل من عفاف ومنصف، بينما الشكل (2) يمثل رسم تخطيطي للمحددات الغشائية المتواجدة في كرياتهما الحمراء، أما الشكل (3) فهو يمثل مقرن مورثة الريزووس.



الوثيقة (14)

- بالاعتماد على معطيات الشكل (2) من الوثيقة (14)، قارن بين الزمرة الدموية لكل من عفاف ومنصف الموضحة في الشكل (1)، ماذا تستنتج؟
- لتحديد عامل الريزووس Rh نتبع نفس مبدأ تحديد الزمر في النظام ABO، إلا في الجسم المضاد المستعمل، اقترح إذن الإختبار الذي ممكن من معرفة ريزوس كل من عفاف ومنصف.
- ما هي المعلومات الإضافية التي يمكن استخراجها باستغلال معطيات الشكل (3)؟

* اعتماداً على النتائج المتوصل إليها في النشاط السابق (حول الذات)، قدم إذا تعريفاً للآذات.

معلومات هامة

نتائج تاريخية: في حدود 1940 قام العالم Landsteiner مكتشف الزمر الدموية (ABO) بمحقق كريات حمراء مأخوذة من قرد Maccacus Rhesus لأرنب، فلاحظ تشكيل أجسام مضادة Anti Rhesus جديدة في دم الأرنب تهاجم الكريات الحمراء للقرد ريزوس. منذ ذلك الوقت استعملت Rh^+ لتعيين الأشخاص الذين كرياتهم الحمراء تحتوي على المستضد D و Rh^- بالنسبة للأفراد ذوي كريات حمراء عديمة المستضد D.

طرق التعرف على محددات المستضد

تستجيب العضوية غالباً بإنتاج عناصر دفاعية مكثفة عند دخول جزيئات غريبة للعضوية، تعمل على إقصائها.

ـ فما هي بنية وطبيعة هذه العناصر التي تساهم في الدفاع عن الذات؟ وكيف تعرف على العناصر الغريبة التي أدت إلى إنتاجها؟

١- الحالة الأولى للدفاع عن العضوية

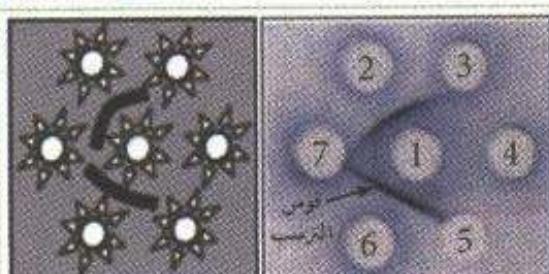
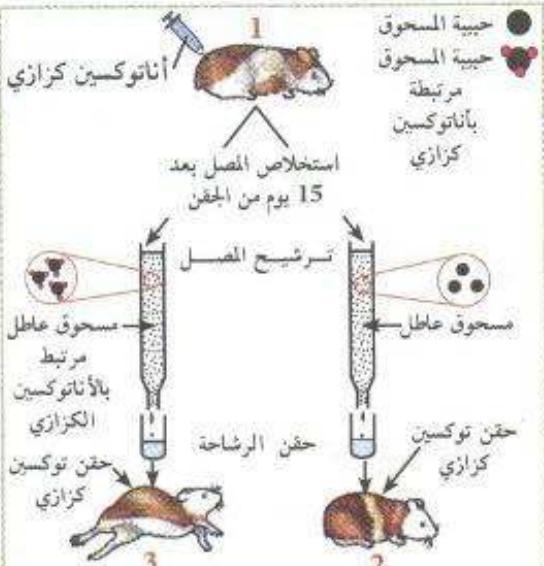
النشاط 3

الجزيئات الدفاعية في الحالة الأولى

١ إنتاج الجزيئات الدفاعية

مثل الوثيقة (١) نتائج تجريبية أجريت على حيوانات مخبرية (همستر)، بينما الوثيقة (٢) تبين نتائج تطبيق لاختبار Ouchterlony (تقنية الإنتشار المناعي) ورسم تخطيطي تفسيري لها.

حيث تحدث حفر في مادة الهمسراط (الجيلاز) وتوضع أجسام مضادة في حفرة مركزية ومستضدات مختلفة في 6 حفر محيطة، تنتشر هذه الجزيئات في الهمسراط، فيظهر راسب على شكل قوس يدل على ارتباط الأجسام المضادة مع المستضدات التي أدت إلى إنتاجها.



1. حفرة من الجيلوز بها مصل أرب ضد SAB
5. مصل الخنزير
2. نقى SAB
3. مصل حصان
6. مصل الثور
4. مصل الأرنب
7. مصل الماعز

تقنية الإنتشار المناعي ورسمها التفسيري الوثيقة (٢)

١. تسمح النتائج التجريبية الموضحة في الوثيقة (١)

باستخراج المعلومات التالية:

- ـ دخول جزيئات غريبة داخل العضوية يؤدي إلى إنتاج جزيئات دفاعية تنتقل في مصل الدم.
- ـ ترتبط هذه الجزيئات مع المستضدات التي حررت إنتاجها.

- علل هذه المعلومات من نتائج الوثيقة (١).

٢. باستغلال نتائج الوثيقة (٢)، علل ظهور الأقواس بين الحفرة ١ و ٢ وبين ١ و ٦ وعدم ظهورها بين الحفرة ١ وبقية الحفر الأخرى.

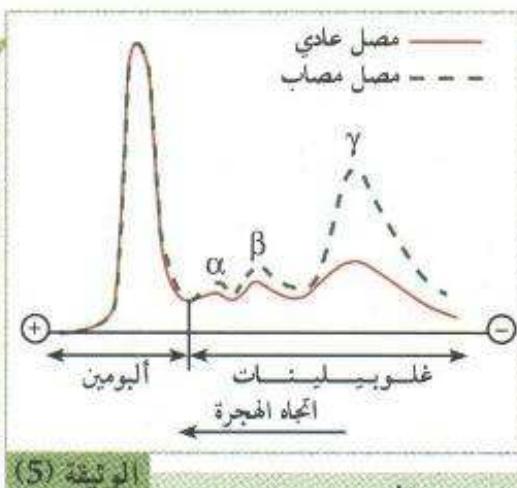
٣. ماذا تستنتج فيما يخص مميزات هذه الجزيئات؟

٤. اقترح رسم تخطيطياً تفسر به ما حدث في مستوى الراسب؟

* إذا علمت أن هذه الجزيئات الدفاعية تدعى بالأجسام المضادة، خص في بضعه أسطر ما يحدث داخل العضوية عند دخول جزيئات غريبة انطلاقاً من النتائج المتوصّل إليها من الوثيقتين (١ و ٢).

٢ طبيعة الأجسام المضادة

الوثيقة (5) تبين نتائج المجرة الكهربائية لمصل شخصين أحدهما سليم والأخر مريض.



الوثيقة (5)

١. قارن بين نتائج المجرة الكهربائية للجزيئات المصلية للشخصين، ماذا تستخلص ؟

٢. تعطى الجزيئات المفصولة في الوثيقة (5) تفاعلاً موجباً مع الكواشف اللوبيية للبروتينات.

أ) اعتماداً على معلوماتك صنف تجربة تسمح بتحديد الطبيعة الكيميائية للجزيئات المفصولة المميزة لمصل الشخص المريض.

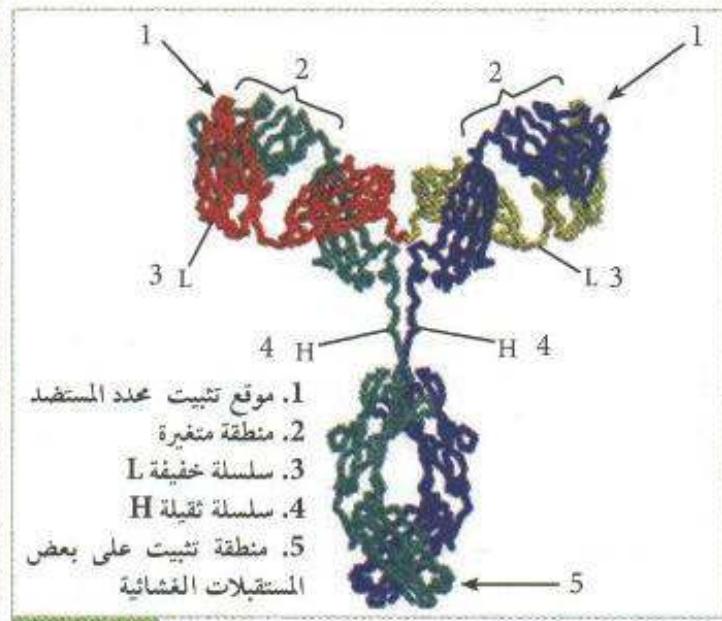
ب) بالاعتماد على ما توصلت إليه سابقاً، حدد بدقة الطبيعة الكيميائية للأجسام المضادة.

٣ بنية الجسم المضاد

تبين الوثيقة (6) النموذج الجزيئي ثلاثي الأبعاد للجسم المضاد.

٤ بالاعتماد على المعطيات السابقة وما تقدمه لك الوثيقة (6) من معلومات:

- صن في نص علمي بنية الجسم المضاد ثم مثله برسم تخطيطي مرافق بكل البيانات.



الوثيقة (6)

معلومات مفيدة

- المستضد: كل جسم غريب يدخل العضوية يختلف عنها وراثياً فيحرضها على استجابة مناعية.

- الأناتوكسين: هو عبارة عن سرور فقدت فعالياتها المرضية، ومحظوظ بقدرتها على توليد استجابة مناعية في العضوية.

- SAB: Bovine Serum Albumin (Bovine Serum Albumin) المصل الدم البقرى.

- يمكن رؤية البنية الفراغية للجسم المضاد باستعمال برنامج راسموس على الموقع www.ens-kouba.dz/arabic/rastop.htm

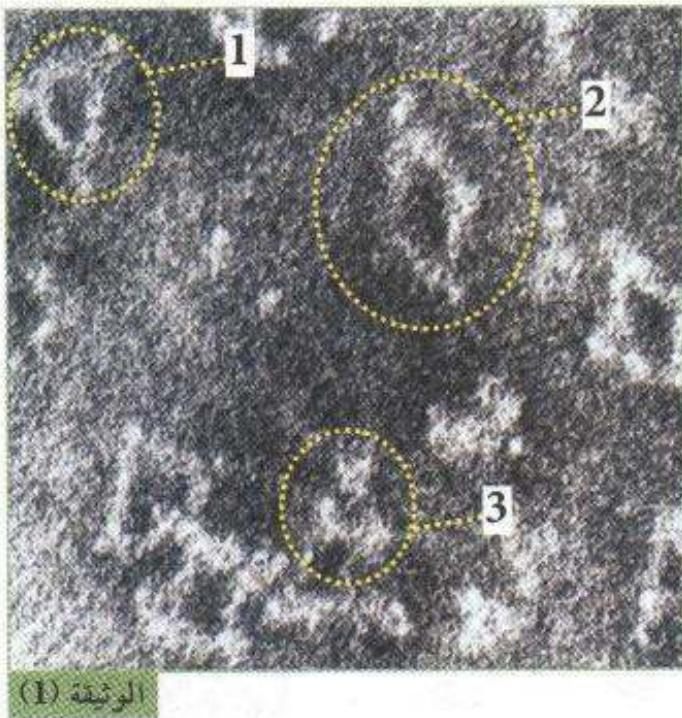
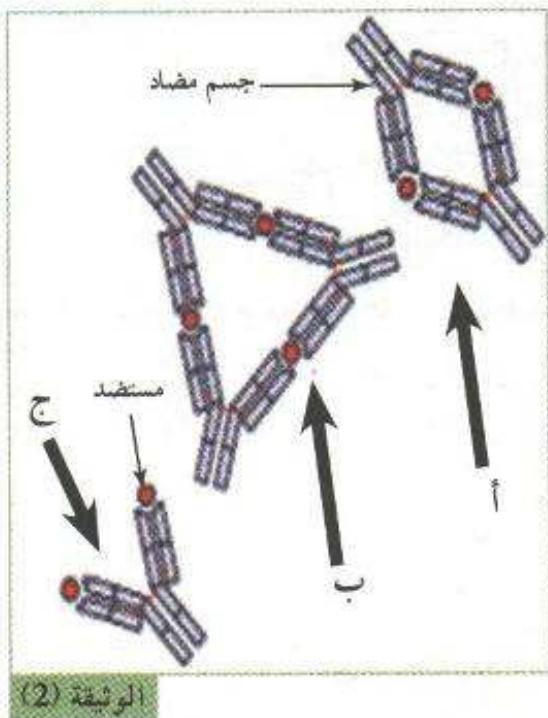
المعقد المناعي

الأجسام المضادة بروتينات دفاعية تمتاز بخصوصية وظيفية عالية تجاه المستضدات التي تغزو الوسط الداخلي.

﴿ فكيف تعمل هذه الجزيئات عالية التخصص؟ وما هي مميزاتها؟ ﴾

١ إظهار شكل المعقد المناعي

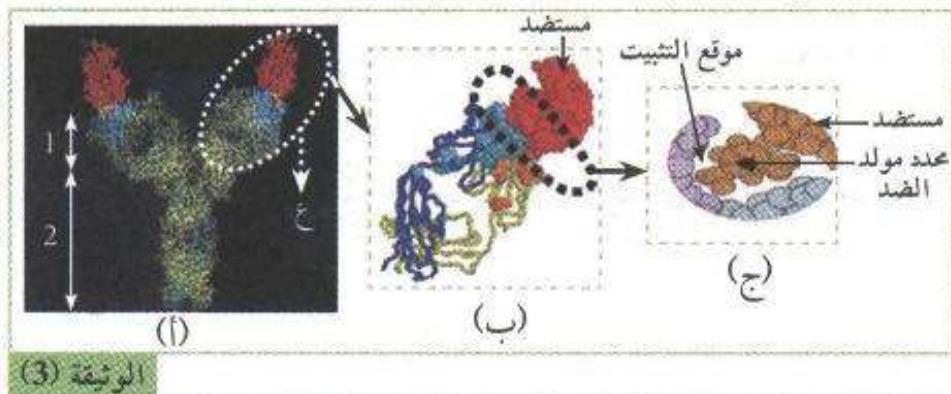
تمثل الوثيقة (1) صورة بال المجهر الإلكتروني لأشكال ناتجة عن تواجد أجسام مضادة نوعية مع مستضداتها بينما الوثيقة (2) فتتمثل رسم تخطيطي تفسيري لها.



1. اربط بين الأشكال أ، ب، ج من الوثيقة (2) مع ما يقابلها من الأشكال المرقمة من الوثيقة (1).
ثم قدم وصفا مختصرا لها معتمدا على الوثيقة (2) فقط؟
2. إذا علمت أن هذه الأشكال تمثل معقدات مناعية قدم إذا تعريفها.

٢ كيفية تشكل المعقد المناعي

لتوضيح كيفية تشكل المعقد المناعي الملاحظ في الوثيقة (1) نقدم لك أشكال الوثيقة (3) حيث تمثل



هذه الأشكال ما يلي:
 الشكل (أ) غرذج
 ثلاثي الأبعاد لمعقد
 جسم مضاد مستضد.
 الشكلين (ب وج)
 تفاصيل للجزء ع.

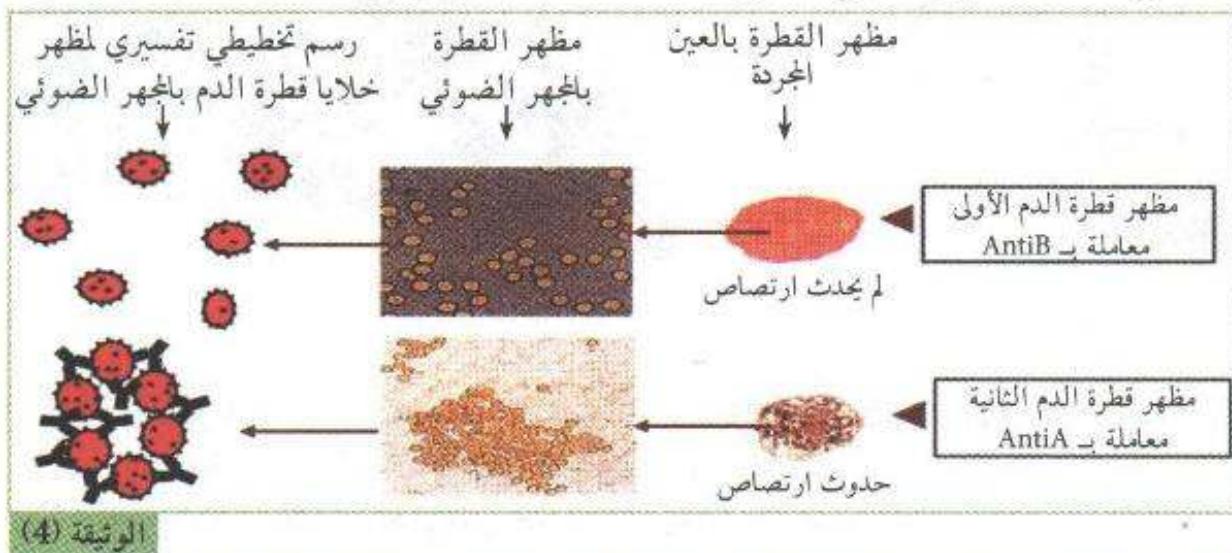
1. أكتب البيانات المرقمة 1 و 2 من الوثيقة (3).

2. بالاعتماد على الشكلين (أ وب)، سُمِّيَّ الجزء من الجسم المضاد المتدخل في تثبيت المستضد.
3. ما هي المعلومة الإضافية التي يقدمها لك الشكل (ج) فيما يخص تثبيت الجسم المضاد على المستضد؟

* باستغلال معطيات الوثيقتين (1 و3)، خص في نص علمي العلاقة بين الجسم المضاد والمستضد.

٣ مفعول الأجسام المضادة على مختلف المستضدات

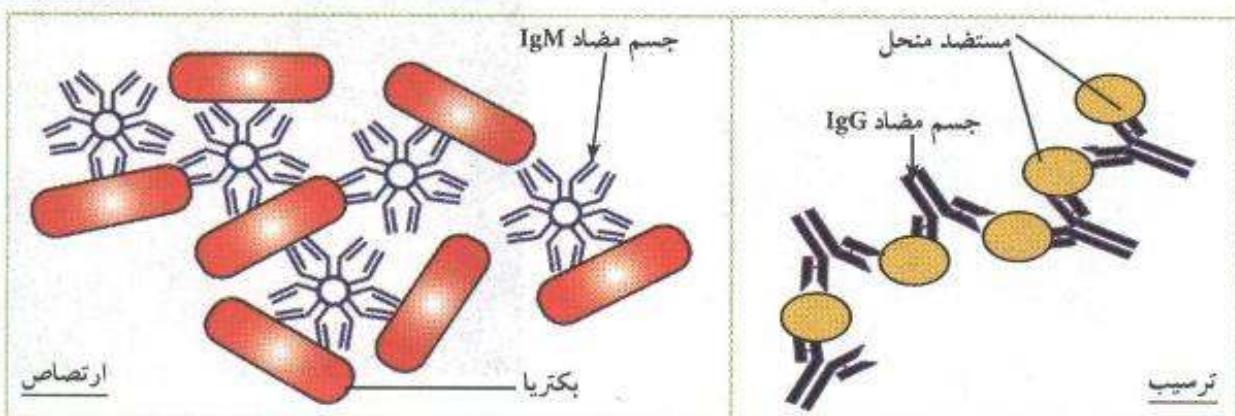
أ) الارتصاص: تمثل الوثيقة (4) نتائج تجريبية أخذت على قطرتي دم من الزمرة A مأخوذة من نفس الشخص معاملة بجسمين مضادين مختلفين.



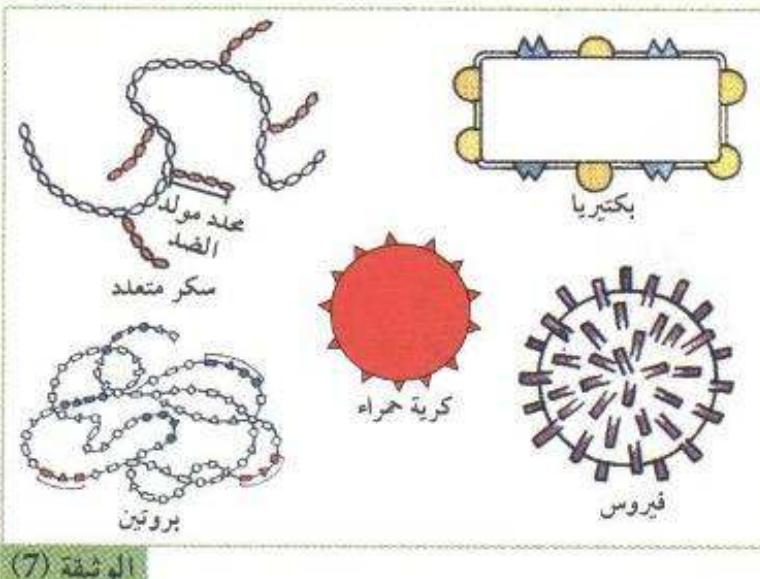
2. بالاعتماد على الرسومات التفسيرية علل عدم حدوث ارتصاص عند معاملة قطرة الدم ب أجسام مضادة AntiB.
3. صف إذا الارتصاص معتمدا على الرسم التفسيري.

التأثير البيولوجي	تأثير الجسم المضاد	المستضدات
إبطال مفعول الجزيئات ومنع انتشارها	ترسب	جزيئات منحلة
إبطال مفعول المستضد بالارتباط بمحدداته الشائنة ومنع تكاثره وانتشاره	ارتصاص	بكتيريا كريات حمراء غريبة

الوثيقة (5)



الوثيقة (6)



الوثيقة (7)

ب) تأثيرات أخرى للأجسام المضادة:

يلخص جدول الوثيقة (5) تأثير الأجسام المضادة على بعض المستضدات، أما الوثيقة (6) فتمثل تفسيرا لنتائج الجدول، بينما الوثيقة (7) تمثل أنواع مختلفة من المستضدات.

1. باستغلال معطيات جدول الوثيقة (5) والوثيقة (6)، قارن بين الترسب والإرتصاص.

2. حدد من الوثيقة (7) المستضدات التي تحدث ارتصاصا أو ترسبا مع الأجسام المضادة الموقعة لها. علل.

3. انطلاقا من نتائج جدول الوثيقة (5) هل يمكن أن نعتبر أن التأثيرات المختلفة للأجسام المضادة تؤدي إلى الإحتفاء الكلي للمستضد؟ علل.

معلومات مفيدة

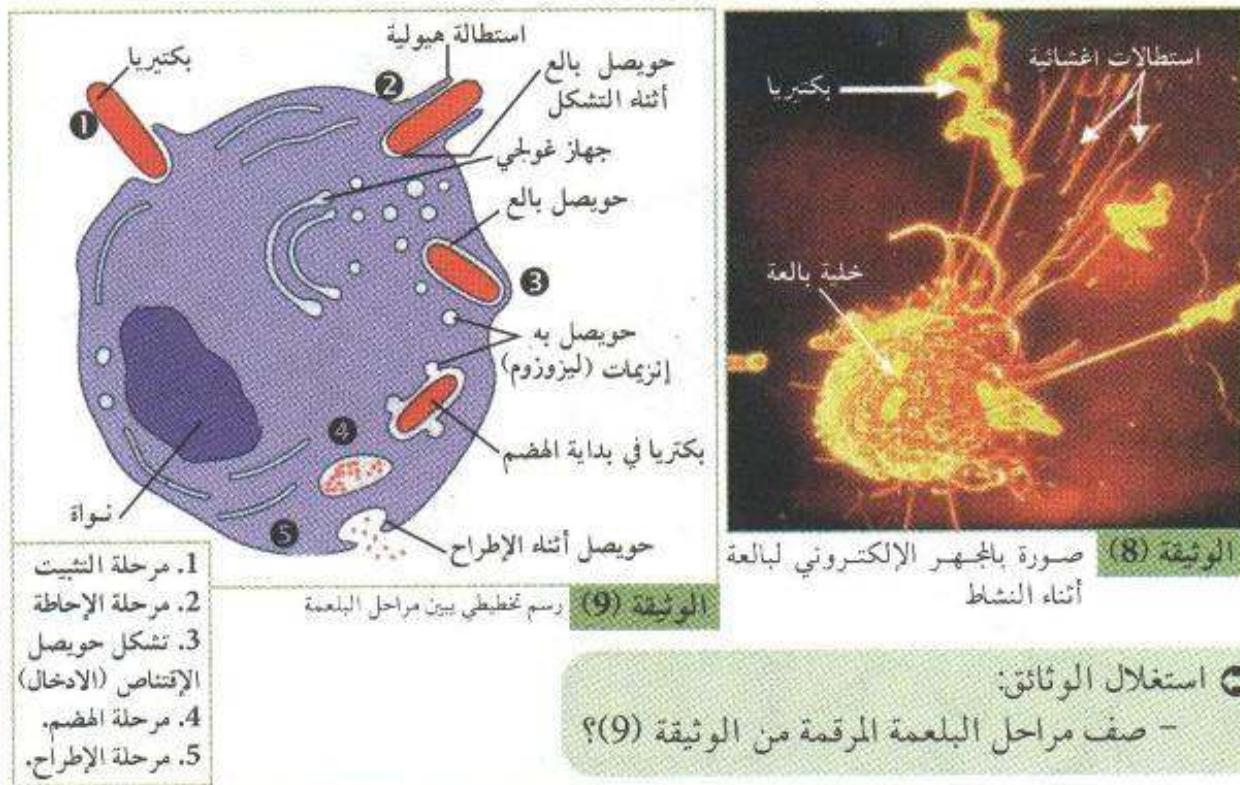
IgM و IgG : عبارة عن أجسام مضادة من نوع الغلوبولينات المنشائية.

ج) التخلص من المعدنات المناعية:

رغم تشكل المعقد المناعي الذي يربط المستضد إلا أن القضاء الكلي عليه يتطلب تدخل خلايا وجزيئات أخرى مسؤولة عن ذلك. لإظهار هذا التدخل نجري الدراسة التالية:

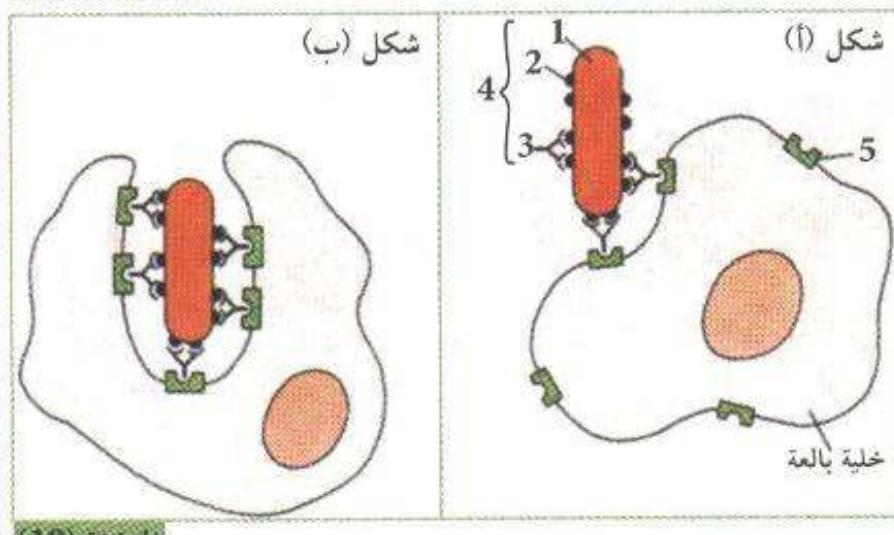
١) بـلـعـمـةـ المـعـقـدـ المـنـاعـيـ:

تمتاز البالعات بالقدرة على إدخال المستضدات داخل الهيولى لتفكيكها وهضمها، وتزداد سرعة إدخال المستضدات كلما تشكلت معقدات مناعية مع الأجسام المضادة. تمثل الوثيقة (8) بالعنة أثناء نشاطها، بينما تلخص الوثيقة (9) مراحل البلعمة.



ـ استغلال الوثائق:

- صف مراحل البلعمة المرقمة من الوثيقة (9)؟



- أكتب البيانات المرقمة من الوثيقة (10)؟
- سم ثم صف المراحلين الممثلتين بالشكل أوب؟
- بالاعتماد على الوثيقة (9) مثل برسم تخطيطي عليه كافة البيانات باقي مراحل بلعنة العقد المناعي الموضحة في الوثيقة (10).

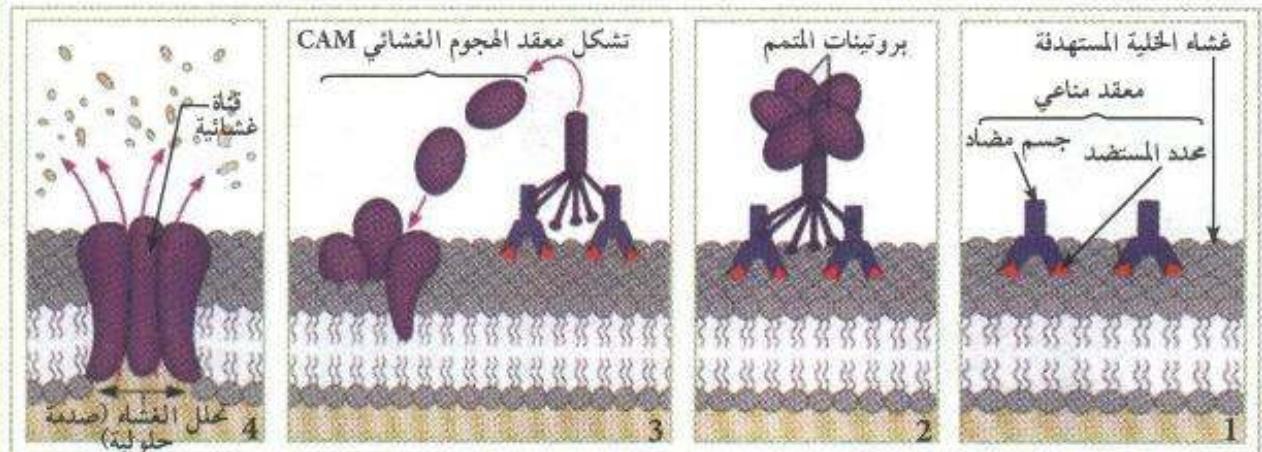
* يقول علماء المناعة أن "الارتصاص والترسب يسرعان عمل البالعات في اقتناص أكبر عند من المستضدات"، بناءً على ما تقدم بين صحة هذه المقوله.

2) تخريب المستضد بتدخل عناصر التتمم:

- التتمم جزيئات بروتينية يبلغ عددها 20 جزيئة:

عند تشكيل معقد مناعي تتشكل هذه الجزيئات تسلسلياً يؤدي في النهاية إلى تشكيل معقد الهجوم الغشائي CAM.

تبين أشكال الوثيقة (11) كيف يعمل المعقد المناعي على تنشيط التتمم وتشكل معقد الهجوم الغشائي، بينما الوثيقة (12) تبين صورة للقنوات الناتجة من معقد الهجوم الغشائي على غشاء كرية حراء.



الوثيقة (11)

- معتمداً على أشكال الوثيقة (11)، صف المراحل التي أدت إلى تشكيل القنوات الغشائية المبينة في الوثيقة (12).
- حدد دور هذه القنوات في تخريب الخلية المستهدفة

* لخص معتمداً على ما سبق عمل الأجسام المضادة اتجاه مختلف المستضدات ثم بين تدخل البالعات وعناصر التتمم في اقصاء اللادات.

صورة بأجهزه الإلكتروني الوثيقة (12)
لنوات ناتجة من تدخل معقد الهجوم الغشائي CAM في غشاء كرية حراء غربية

معلومات مفيدة

M - Membranaire A - Attaque C - Complexe :CAM

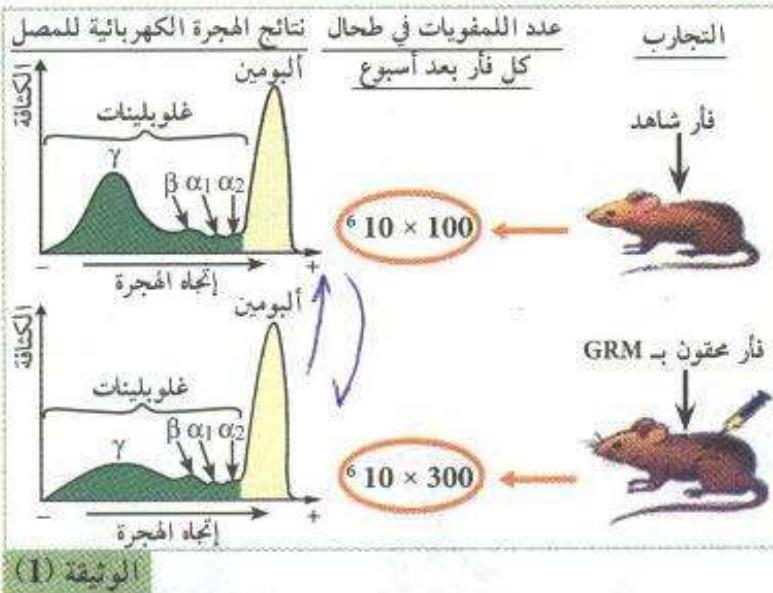
النهاية 5

مصدر الأجسام المضادة

يتطلب غزو العضوية من طرف المستضدات عدة خطوات لإنتاج الجزيئات الدفاعية، وهذا من لحظة انتقال الخلايا المتفاوية إلى تركيب وإفراز الأجسام المضادة.

◀ فما مصدر الأجسام المضادة؟ وكيف يتم انتقال الخلايا عند دخول مستضد إلى العضوية؟

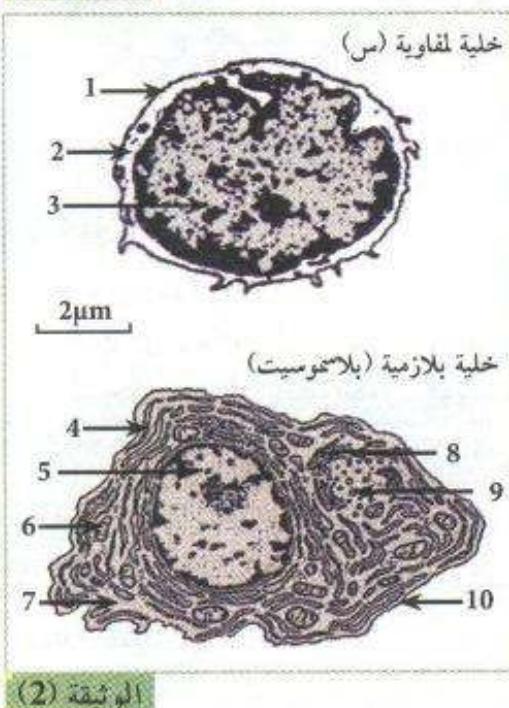
١ مصدر الأجسام المضادة



تمثل الوثيقة (1) نتائج تجريبية أُنجزت على فأرين الأول شاهد والثاني حقن بكتيريات حمراء للخرف، وبعد أسبوع تم إنجاز التحاليل التالية:

- تقدير كمي لعدد اللمفويات في طحل كل فأر.
- هرجة كهربائية لمصل كل فأر.

أما الوثيقة (2) توضح رسمنا تحطيطين ملاحظات مجهرية لخلايا أخذت من عينة لطحل الفأر المحقون.



١. اعتماداً على نتائج الوثيقة (1) استخرج التغيرات الملاحظة عند الفأر المحقون بالـ GRM مقارنة بالفأر الشاهد.

٢. أوجد علاقة بين حقن GRM والتغيرات الملاحظة عند الفأر المحقون انطلاقاً من معطيات الوثيقة (1).
٣. ضع البيانات المرقمة للوثيقة (2).

٤. باستغلال نتائج الوثيقة (1) وبالاعتماد على بنية الخلية في الوثيقة (2)، اقترح فرضيتين تبين فيما أي الخلية مصدر الأجسام المضادة (الغلوبيلينات) الملاحظة في الوثيقة (1)؟

٥. قدم الاستدلال الذي اعتمد عليه لاقتراح كل فرضية؟

② منشأ الخلايا المقاوية المنتجة للأجسام المضادة

ملاحظة سريرية: لوحظ عند التدبيبات أن أي خلل في نقي العظام يؤدي إلى تناقص كبير في الخلايا المقاوية وغالباً ما يكون متبعاً بعجز في تركيب الأجسام المضادة.

نتائج تجريبية:

المرحلة 1:

لخفن في وريد مجموعتين من الفئران 10^8 كريات حمراء أخذت من خروف GRM حيث:

- المجموعة الأولى R_1 : فئران شاهلة.

المجموعة الثانية R_2 : فئران من نفس السلالة عرضت 24 ساعة من قبل للأشعة X بأشعة 500 rads، وهي شدة كافية لتخريب كل خلايا نقي العظام.

المرحلة 2:

عرض مجموعة أخرى من الفئران R_3 من نفس السلالة للأشعة X بنفس الشدة السابقة وبعد ساعتين لخفن في أحد أورادتها الدموية 2.4×10^8 خلايا مقاوية حية ملحوظة من فار من نفس السلالة لم يسبق لخنه بالكريات الحمراء للخرف.

- بعد يومين لخفن الفئران R_3 بـ 10^8 كريات حمراء للخرف GRM.

الوثيقة (3) تبين نتائج قياس كمية الأجسام المضادة Anti-GRM في مصل المجموعات الثلاثة من الفئران $R_2 - R_1 - R_3$.

- ما هي المعلومات المستخرجة من الملاحظة السريرية؟
- حلل نتائج المنحنى، وما هي المعلومات التي يمكن استخراجها فيما يخص منشأ الخلايا المنتجة للأجسام المضادة؟

المرحلة 3:

أ) توضع الوثيقة (4) الخطوات التجريبية المنجزة على فأر S_1 .



- علل كل خطوة من الخطوات التجريبية (1, 2, 3, 4) الموضحة في الوثيقة (4).

ب) دراسة عينات من طحال الفار S_1 خلال الستة أيام بعد حقن التايمدين المشع مكنت من تتبع تطور الإشاعاع في الخلايا المقاوية، والخلايا البلازمية (بالاسموسيت)، كما لوحظ تزايد في كمية الأجسام المضادة ابتداءً من اليوم السادس في المصل.

النتائج موضحة في الوثيقة (5).

												اليوم السادس	اليوم الخامس	اليوم الرابع	اليوم الثالث	اليوم الثاني	اليوم الأول	الزمن
R	B	R	B	R	B	R	B	R	B	R	B							عدد الخلايا المشعة
-	+	++	-	+	++	-	-	++	-	-	++							كمية T المشع المدمج في الخلايا (س) للفار S_1
++				+				++										عدد الخلايا المنتجة للأجسام المضادة ضد الكراز عند الفار S_1
++				++				+										+ إشاعاع (عدة الخلايا المشعة) - غياب الإشاعاع
												B						التب الأبيض من الطحال
												R						التب الأحمر من الطحال

رسم تخطيطي يمثل بنية جزء من الطحال

- تسمح المعطيات والنتائج التجريبية الموضحة في الوثيقة (5) من إنجاز النص العلمي التالي:

"تنشأ الخلايا (س) الموضحة في الوثيقة (2) (الصفحة 92)، وتتضاعف في نقي العظام لذا نسميها لمفاويات LB، ثم تهجر إلى الأعضاء المحيطية للجهاز المناعي (طحال وعقد لمفاوية)، بوجود المستضد تتشظط LB فتقسم عدة انقسامات خيطية ليزداد عددها وجزء منها يتمايز ليعطي الخلايا البلازمية (بالاسموسيت) المسؤولة عن تركيب وإفراز الأجسام المضادة".

تعليقها من النتائج التجريبية	المعلومات المستخرجة
تشاوتضخ الخلايا LB في نقي العظام	LB في نقي العظام
تهجر LB نحو الأعضاء المحيطية (طحال مثلاً)	LB نحو الأعضاء المحيطية
تشتت بوجود مستضد	مستضد
تقسم عدة انقسامات	تقسم عدة انقسامات
تمايز إلى خلايا (بالاسموسيت) المركبة والمفرزة للأجسام المضادة	تمايز إلى خلايا (بالاسموسيت) المركبة والمفرزة للأجسام المضادة

1. بالاستعانة بالخطوات التجريبية الموضحة في الوثيقة (4) ونتائجها في الوثيقة (5) والنص العلمي، علل المعلومات الواردة في الجدول المقابل.

2. استخرج من جدول الوثيقة (5) معلومة إضافية فيما يخص مقر تكاثر (انقسام) LB وتمايزها.

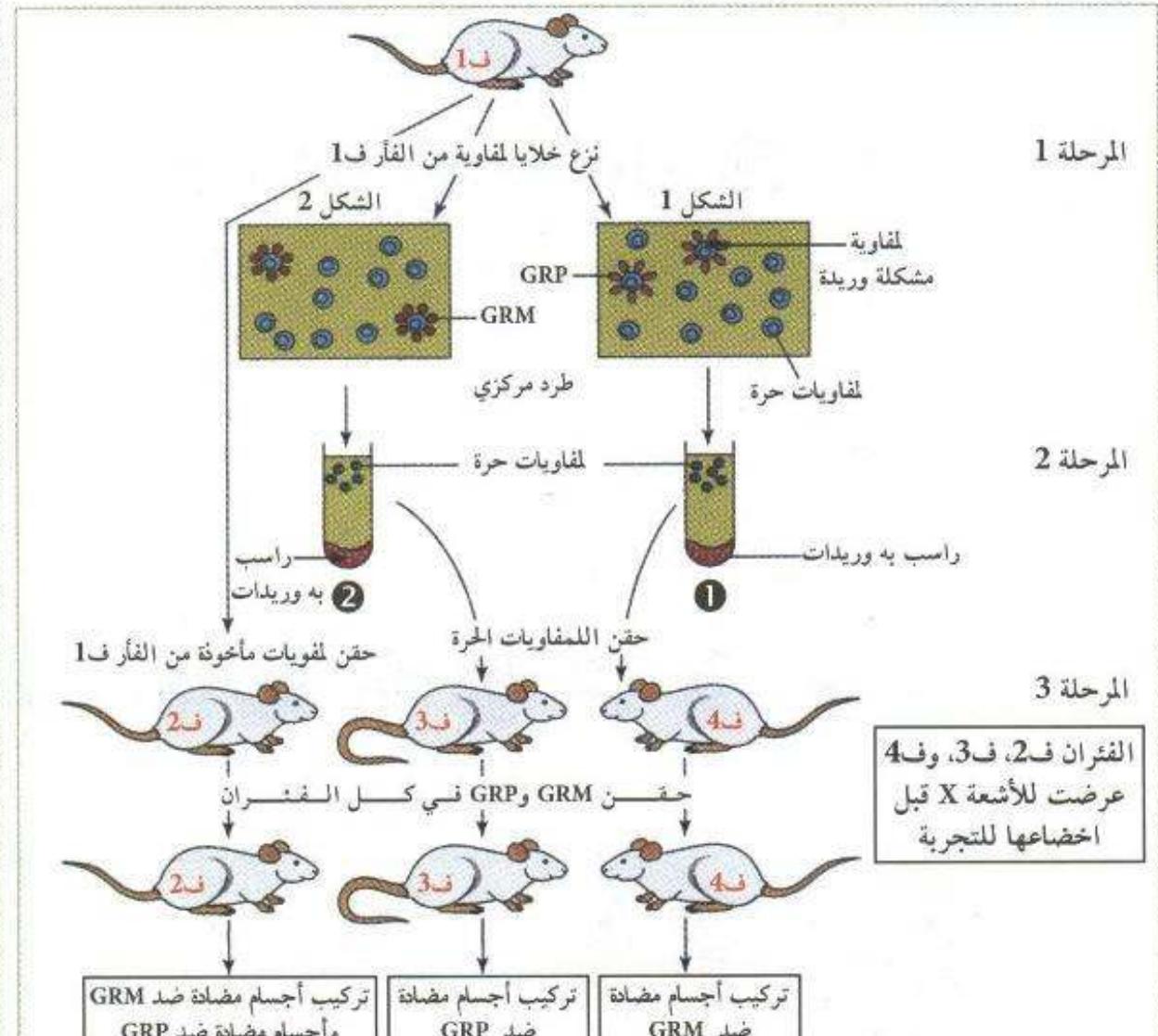
3. حدد الفرضية الصحيحة من بين الفرضيتين المعطاة في الجزء (1-4) من الصفحة 92.

معلومات مفيدة

- الطحال والعقد المقاوية أعضاء لمفاوية عبقرية غنية بالخلايا المقاوية التي تلعب دوراً أساسياً في التفاعلات المناعية النوعية.
- التمايز هو التخصص حيث تكتسب الخلية خصوصية بنوية، مثلاً عند تمايز LB تتطور عندها بنيات جديدة لتحول إلى بلسموسيت.

٣ آلية الانتقام التسليلي للمفاويات LB

(ا) لمعرفة آلية الانتقام التسليلي للخلايا المفاوية LB، نقدم نتائج تجريبية لراحل مختلف المجزت على فثran مثل ما هو موضح في الوثيقة (8).



الوثقة (8)

٤. بالاعتماد على النتائج السابقة:

١. ماذا تمثل GRP و GRM بالنسبة للفثran؟

٢. قدم تحليلاً مقارناً للنتائج التجريبية الممثلة بالشكليين (١ و ٢)، ماذا تستنتج؟

٣. اقترح فرضية تعلل تشكيل الوريدات في كل حالة.

٤. بالاعتماد على النتائج المبينة في المرحلة ٣، حدد نوع الخلية المفاوية المشكلة للوريدات مع التعليل.

٥. علل نتائج المرحلة ٣، ماذا تستنتج؟

معلومات مفيدة

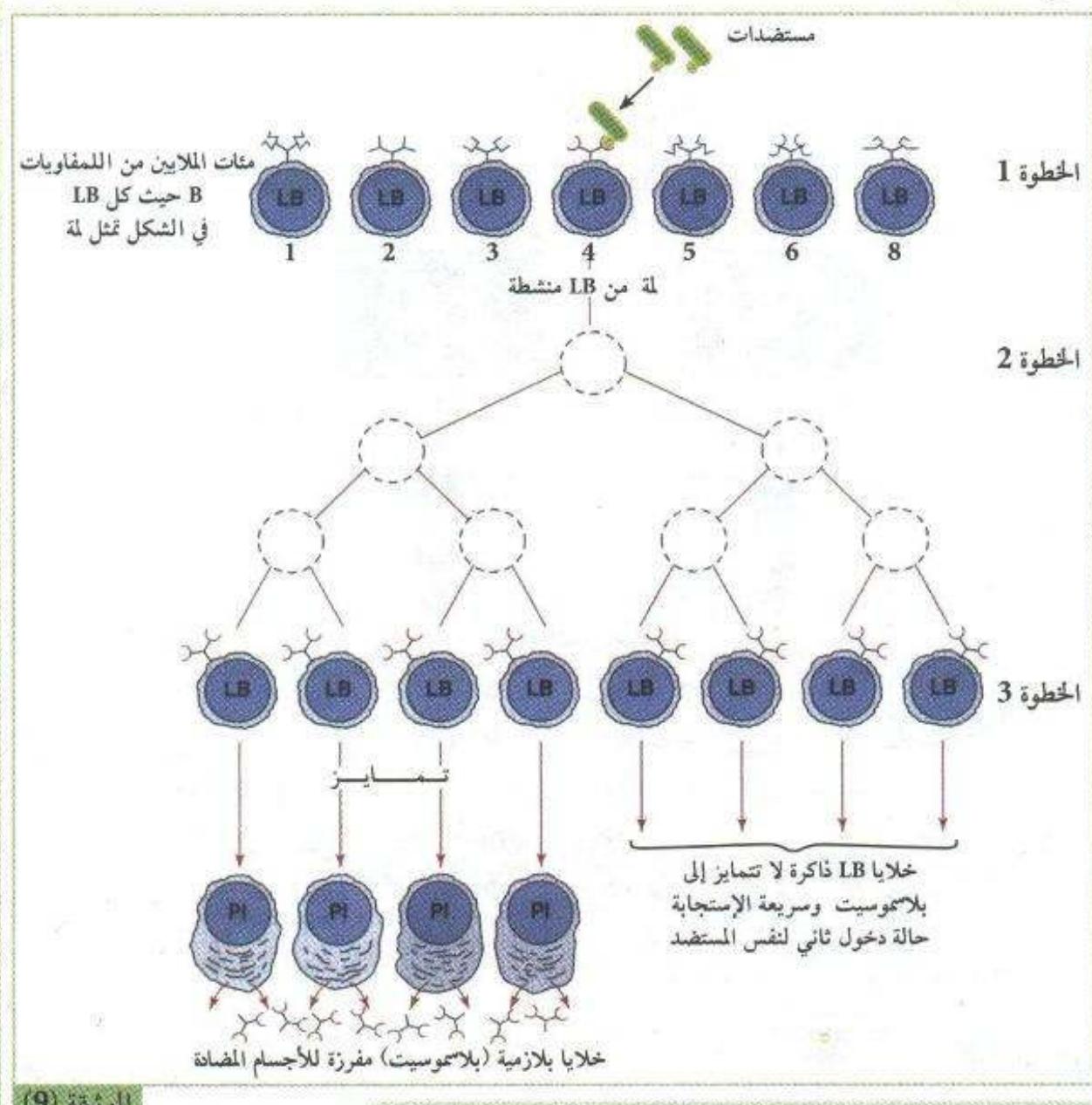
GRM: كريات دموعية حراء للخرف.

GRP: كريات دموعية حراء للدجاج.

الوريدات تشكل نتيجة تبكيت عده

كريات حراء على لفافية واحدة.

ب) تمثل الوثيقة (9) آلية الانتقاء التسليلي للمقاويات LB من لحظة دخول المستضد إلى العضوية حتى إنتاج الأجسام المضادة.



الوثيقة (9)

1. يؤدي التعرف على المستضد إلى انتخاب لمة من الخلايا LB، وضح ذلك بالاعتماد على معطيات الوثيقة (9).

2. هل تسمح لك هذه النتائج من التتحقق من الفرضية السابقة (السؤال 3 الصفحة 95)؟ وضح.

معلومات مفيدة

اللمة: هي مجموعة من الخلايا الناتجة من نفس الخلية الأصلية ونفس الخصائص البنوية والوظيفية.

* لاحرص في نص علمي الخطوات التي تمر بها الخلايا LB من لحظة التعرف على المستضد إلى إنتاج أجسام مضادة نوعية؟

II- الحالة الثانية للدفاع عن العضوية

تدعى المناعة التي تتدخل فيها الأجسام المضادة بالمناعة الخلطية، وتتمثل إحدى الحالتين للدفاع النوعي عن العضوية.

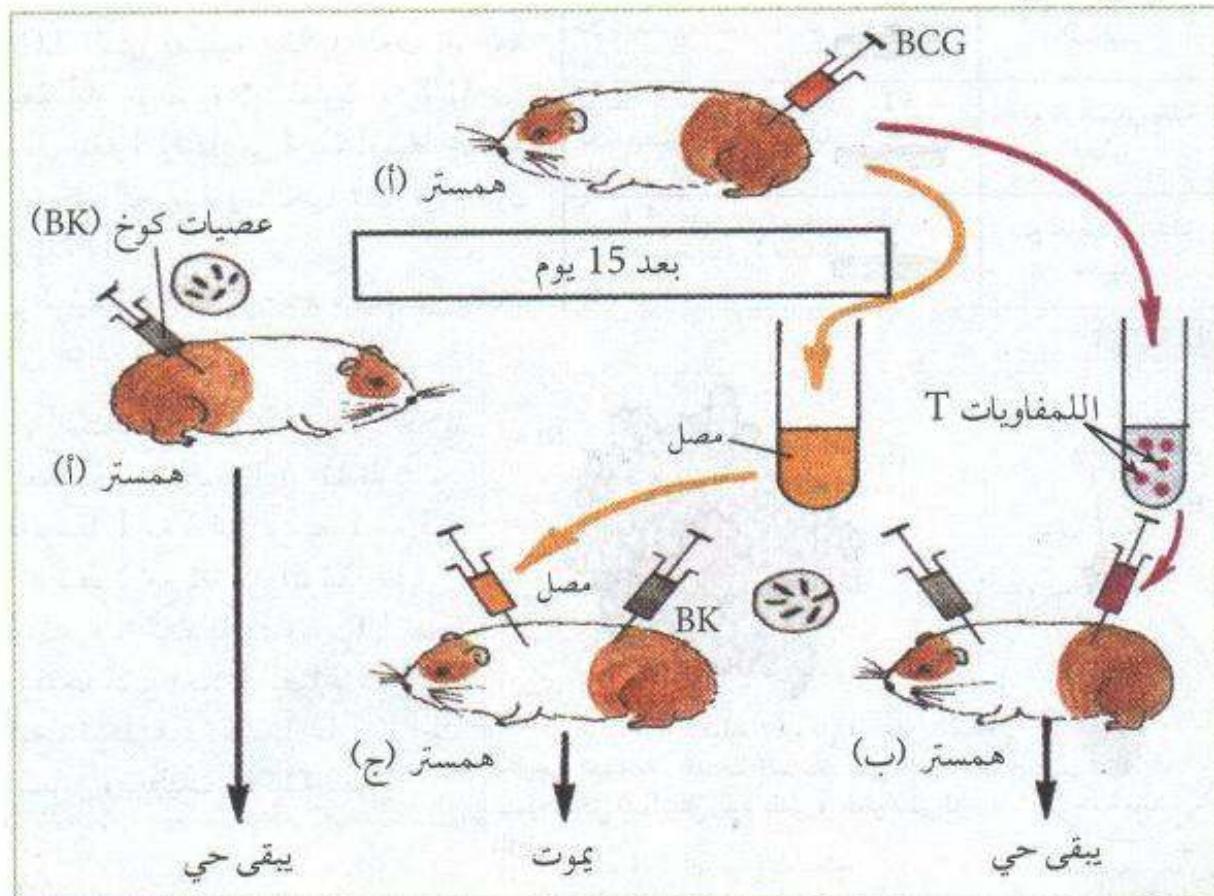
ـ> فما هي العناصر المتدخلة في الحالة الثانية للدفاع عن العضوية وطريقة تأثيرها ومصدرها؟

النشاط 6

العناصر الدافعية في الحالة الثانية

التعرف على عناصر الحالة الثانية للدفاع عن العضوية

لمعرفة نتائج آخر من الاستجابة المناعية النوعية، لحقق التجارب الموضحة في الوثيقة (10) على حيوانات الهمستر من نفس السلالة.



الوثيقة (10)

معلومات هامة

:Bacille de Calmette Guérin :BCG
عصيات كوخ غير معروفة.

1. فسر عدم موت الحيوانين (A و B) وموت الحيوان (ج).

2. استخرج نوع المناعة ضد السل انطلاقاً من نتائج الوثيقة (10).

طرق تأثير اللمفوبات LT

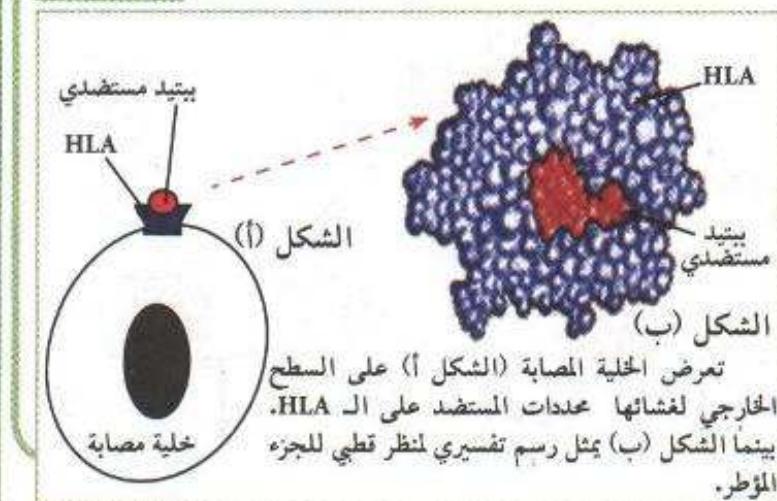
تبين في النشاط السابق وجود نوع آخر من الاستجابة تتدخل فيها خلايا لمفاوية LT وتمثل الحالة الثانية للدفاع النوعي عن العضوية.

كيف تتدخل الخلايا LT في القضاء على الخلايا المصابة؟

١ التعرف والقضاء على الخلايا المصابة

الوسط ١: علبة بترى بها خلايا عصبية للفار ١ مصابة بالفيروس LCM	LT ↓	٩٠% من الخلايا العصبية المصابة خربت
الوسط ٢: علبة بترى بها خلايا عصبية للفار ١ غير مصابة	LT ↓	عدم تخرّب الخلايا العصبية
الوسط ٣: علبة بترى بها خلايا عصبية للفار ٢ مصابة بالفيروس LCM	LT ↓	عدم تخرّب أي خلية عصبية
الوسط ٤: علبة بترى بها خلايا عصبية للفار ١ مصابة بفيروس آخر	LT ↓	عدم تخرّب أي خلية عصبية

الوثيقة (١)



الوثيقة (٢)

المرحلة ١: تجربة:
تؤخذ سلالتين من الفئران ١ و ٢ مختلفتين
الـ CMH، تعامل السلالة ١ بفيروس LCM الذي يصيب الخلايا العصبية، بعد سبعة أيام تؤخذ خلايا لمفاوية (LT_C) من طحل الفار ١ وتنتقل إلى أربعة أوساط مختلفة.
الشروط التجريبية ونتائجها ممثلة في جدول الوثيقة (١).
الوثيقة (٢): تظهر بيبيدي مستضلي مثبت على جزيئة HLA.

١. استخرج شرط تخرّب الخلايا العصبية من طرف LT_C، بمقارنة نتائج (الوسط ١ مع ٢)، (الوسط ١ مع ٣)، (الوسط ١ مع ٤) من الوثيقة (١).

٢. تعرف الخلايا لمفافية LT تعرفاً مزدوجاً على الخلايا المصابة فتخرّبها، كيف تؤكّد هذا اعتماداً على جوابك السابق ومعطيات الوثيقة (٢)؟

معلومات هامة

- خلية عارضة هي كل خلية قادرة على عرض جند الفرد على سطح غشائتها مع الـ CPA يرمز لها HLA
- LTc: خلية لمفافية سلمة...
- LCM: leucémie Myéloïde Chronique (Leucémie Myéloïde Chronique) LCM -

المرحلة 2:

لمعرفة تأثير المفاويات LT_C السامة على الخلايا المصابة، نقدم الوثائق التالية:

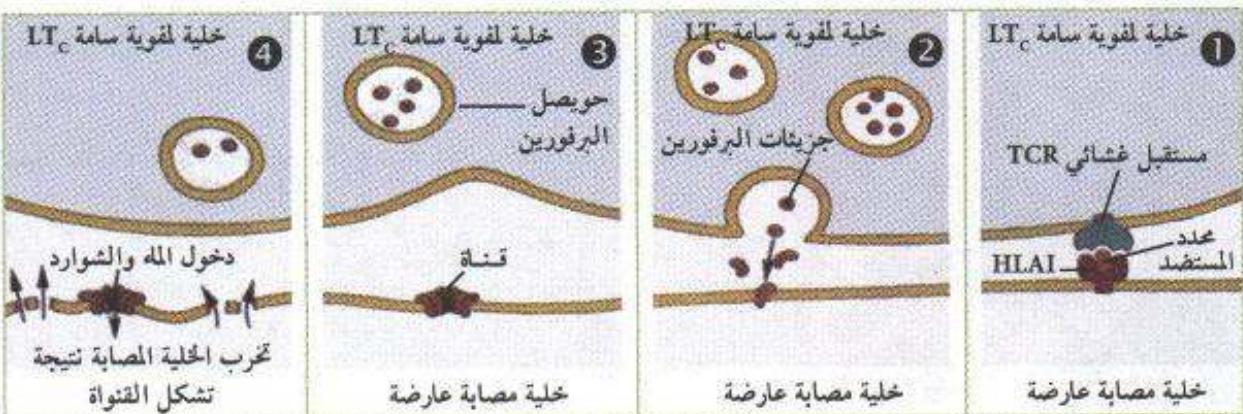
الوثيقة (3) المثلثة بالشكلين (أ و ب) تمثل صور مأخوذة بالبؤر الإلكتروني المساح للخلية المصابة LT_C تهاجم خلية مصابة مختلفة.

صور بالبؤر الإلكتروني النافذ للخلية المصابة خلية LT_C السامة



الوثيقة (3)

أما الوثيقة (4) فهي تمثل رسومات تخطيطية تفسيرية لراحل إقصاء الخلية المصابة.



الوثيقة (4) رسم تخطيطي يوضح المراحل التي أدت إلى تخريب الخلية المصابة

1. بالاعتماد على الشكلين (أ و ب) من الوثيقة (3) في ز₂ استخرج تأثير LT_C على الخلية المصابة.

2. بالاعتماد على معطيات الوثيقة (4)، فسر آلية عمل LT_C المؤدية إلى تخريب الخلية المصابة.

* تدعى المناعة التي تدخل فيها الأجسام المصادة بالمناعة ذات الوساطة الخلطية بينما المناعة التي تتدخل فيها الخلايا السامة LT_C فتدعى بالمناعة ذات الوساطة الخلوية، قارن بين هذين النوعين من المناعة من حيث إقصاء الالذات.

النشاط 8

مصدر المقاويات LT

تلعب الخلايا المقاوية السامة LTc كما رأينا سابقا دورا أساسيا في المناعة ذات الوساطة الخلوية للقضاء على الخلايا المصابة، بينما الخلايا المقاوية LB تلعب دورا أساسيا في المناعة ذات الوساطة الخلطية.

﴿فما مصدر الخلايا المقاوية السامة LTc ? وكيف يتم تحديد نوع الاستجابة المناعية؟﴾

❶ منشأ الخلايا المقاوية T واكتساب كفلتها

أ - فأر عديم الغدة التيموسية طبيعيا



ب - قبول زرع الطعم



الوثيقة (2)

يمثل جدول الوثيقة (1) نتائج تجريبية أخذت على مجموعة من الفئران، بينما الوثيقة (2) فتمثل نتائج زرع جلد جرذ لفأر عديم الغدة التيموسية طبيعيا الصورتين (أ و ب).

النتائج	المعالجة المنجزة على الفئران	الفئران
إنتاج للخلايا المقاوية T_B	عرضت الفئران للأشعة X ثم زرع لها نقي العظام	المجموعة 1
إنتاج للخلايا المقاوية B فقط	استؤصلت الغدة التيموسية لفئران ثم عرضت للأشعة X وبعد ذلك زرع لها نقي العظام	المجموعة 2
عدم إنتاج خلايا المقاوية B و T	استؤصلت الغدة التيموسية لفئران ثم عرضت للأشعة X وبعد ذلك زرع لها الغدة التيموسية	المجموعة 3

الوثيقة (1)

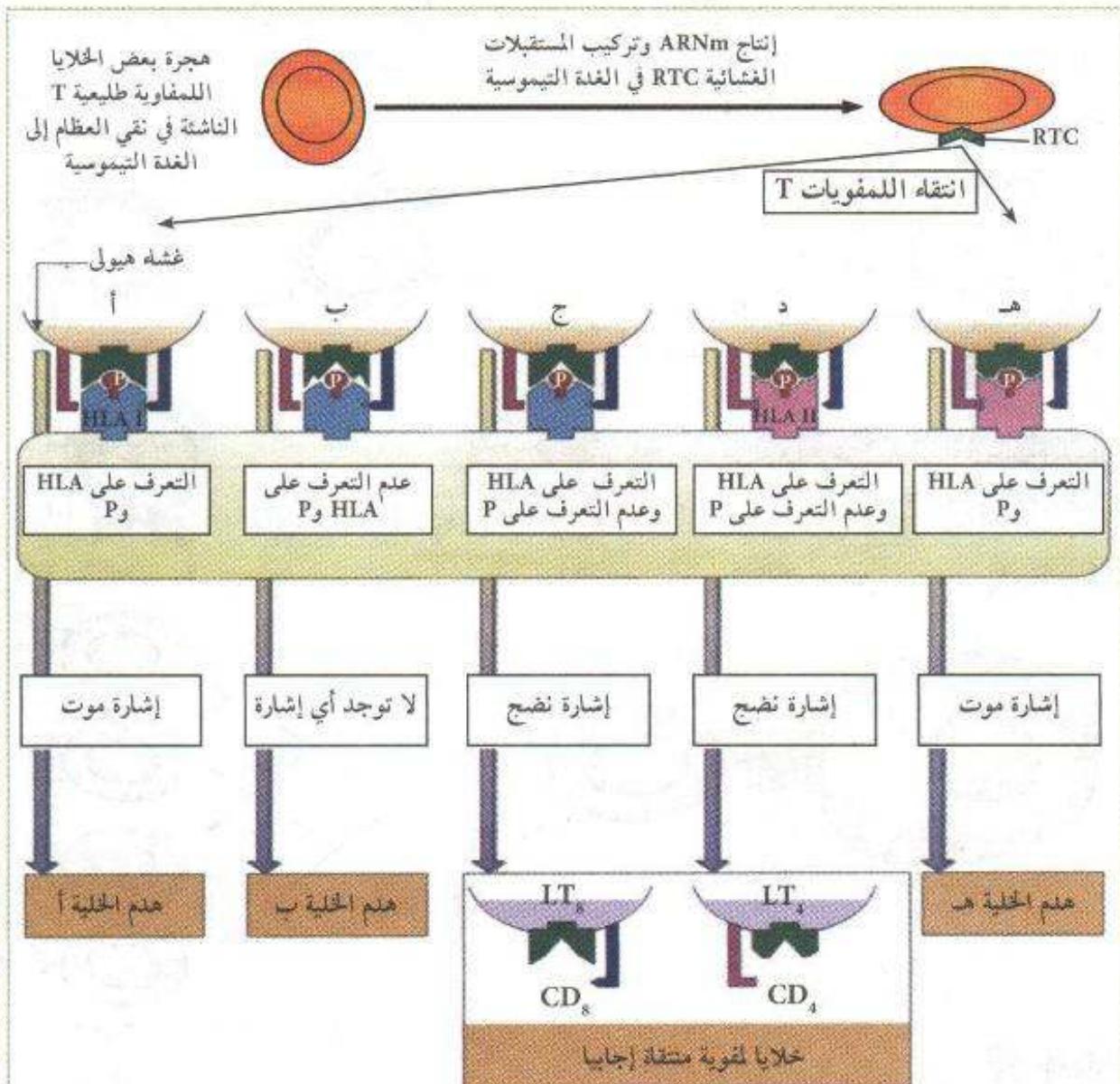
- ما هي المعلومات المستخرجة من مقارنة النتائج التجريبية (1 مع 2) و (2 مع 3) من الوثيقة (1)؟
- إذا علمت أن رفض الطعم تتدخل فيه خلايا المقاوية T ، فسر إذا نتيجة الوثيقة (2).

معلومات مفيدة

- الغدة التيموسية (السعترة): تقع فوق القلب وهي عضو مركزي لمقاوى، يتم فيها نضج بعض الخلايا المقاوية.
- الفئران عديمة الغدة التيموسية: تمتاز كذلك بغياب الشعر، الذي تحكم فيه مورثة موجودة في الصبغي رقم 11، غير أن العلماء لم يعرفوا إلى حد الآن إذا كانت صفة عديمة الشعر وغياب الغدة تعود لنفس المورثة السابقة.

٢ دور الغدة التيموسية في انتقاء النسائل الملمفاوية المؤهلة مناعيا

للغدة التيموسية دورا فعالا في انتقاء نسائل الخلايا T التي نشأت في نقي العظام، فكيف يتم ذلك؟ تبرز الخلايا التيموسية بببتيدات ذاتية P على سطح غشائها رفقة HLA، ومصير الملمفوبيات يتوقف على نتيجة تعرفها على المعقد المعروض. الوثيقة (3) تبين نتيجة هذا التعرف.

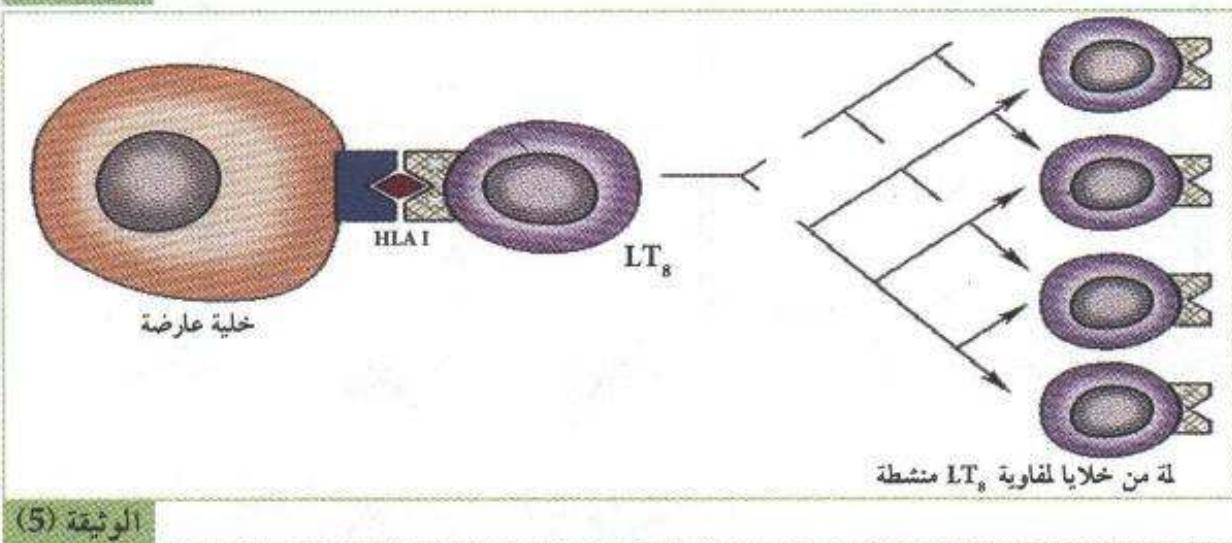


٣ بالاعتماد على نتائج الوثيقة (3):

١. حدد كيف تكتسب الخلايا الملمفاوية الانشائية لطبيعية T كفاءتها المناعية داخل الغدة التيموسية.
٢. الخلايا الملمفاوية لا تهلك خلايا الذات، علل ذلك.

٣ علاقة الببتيد المستضدي بانتخاب الخلايا المقاوية T

تكتسب الخلايا المقاوية T كفاءتها المناعية داخل الغدة التيموسية، وتصبح قادرة على التعرف على المستضادات الببتيدية الغيرية التي تعرضها خلايا الجسم المصابة أو الماكروفاج. تمثل الوثيقة (4) الأشكال (أ) أربعة خلايا لمقاوية LT_8 لنفس الحيوان، بينما يمثل الشكل (ب) خلية مصابة عارضة للمستضد الببتيدي من نفس الحيوان السابق. أما الوثيقة (5) فتمثل خلية لمقاومة LT_8 أثناء تعرّفها على المستضد الببتيدي المقدم من طرف خلية عارضة (CPA).



٤ بالاعتماد على معطيات الوثائقين (٤ و٥):

١. حدد الخلية المقاوية من الأشكال (أ) (١, ٢, ٣, ٤) التي يمكنها التعرف على المستضد الببتيدي المعروض من طرف خلية الشكل (ب) من الوثيقة (4)، علل.
 ٢. حدد مصدر الخلايا المقاوية السامة، ثم بين مميزاتها.
 ٣. انتلًاقاً من معطيات الوثائقين (٤ و٥) بين كيف يتم انتقاء سلسلة والبعض الآخر يبقى ذاكرة LT_{m} . وتشكل لمة من الخلايا LT_8 .
- معلومات مفيدة**
- LT_c المنشطة: بعضها يتمايز إلى خلايا LT_c المنشطة.
 - LT_m ذاكرة: يبقى ذاكرة LT_m .

٤ آلية تحفيز الخلايا B و LT

يسمح التعرف على محدد مولد الضد من طرف الخلايا المقاوية بانتقاء لمة (نسيلة) من LB و LT، إلا أن تضاعف هذه الخلايا وتمايزها يحتاج إلى تحفيز.

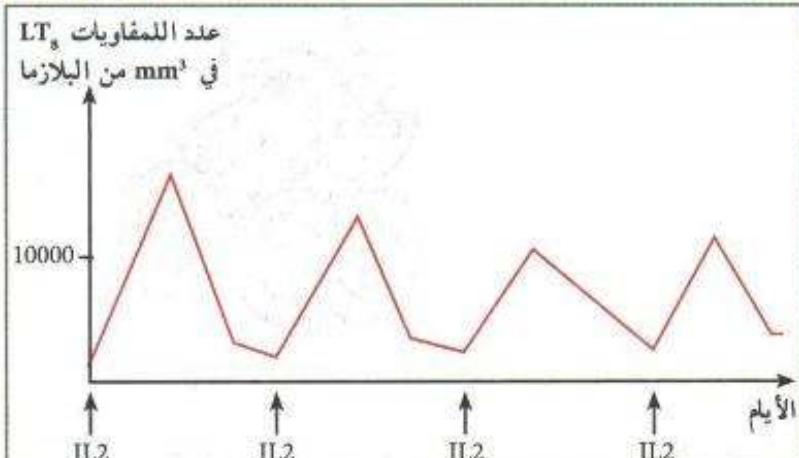
- ما هي العوامل التي تسهم في تحفيز هذه الخلايا؟
- العلاقة بين الخلايا المقاوية

لمعرفة نوع العلاقة الموجودة بين الخلايا المقاوية LT_4 و LB المتحسستين (أي تم تعرفهما من قبل على محدد مولد الضد من نوع Z المنحل). وضعت هذه الخلايا في حجرة زراعة Marbrook الشروط التجريبية والنتائج مبينة بالوثيقة (6):

الخلايا المنتجة للأجسام المضادة ضد Z من 10^6 من خلايا الطحل	طبيعة الخلايا المقاوية الموضعة في	
	غرفة سفلية	غرفة علوية
960	T+B	
72	B	
1011	B	T

أ) غرفة علوية
ب) غرفة سفلية
ج) غشاء نفوذ للجزيئات وغير نفوذ للخلايا.
يحتوي وسط الغرفتين (أ-ب) مولد ضد Z.

الوثيقة (6)



الوثيقة (7)

مصاب بورم جلدي الناتج الممثلة في منحني الوثيقة (7). ما هي المعلومة الإضافية التي تقدمها

نتائج المنحني السابق فيما يخص تأثير IL₂.

4. من خلال ما توصلت إليه في جوابك السابق على:

- تسمية نمط الخلية LT_4 الممثلة في التجربة بـ LT المساعدة (LT_4) الناتجة من تمايز LT_4 .
- تسمية الأنترلوكين IL_2 بمادة محفزة (مبلغ كميائي)

1. حلل نتائج الجدول.

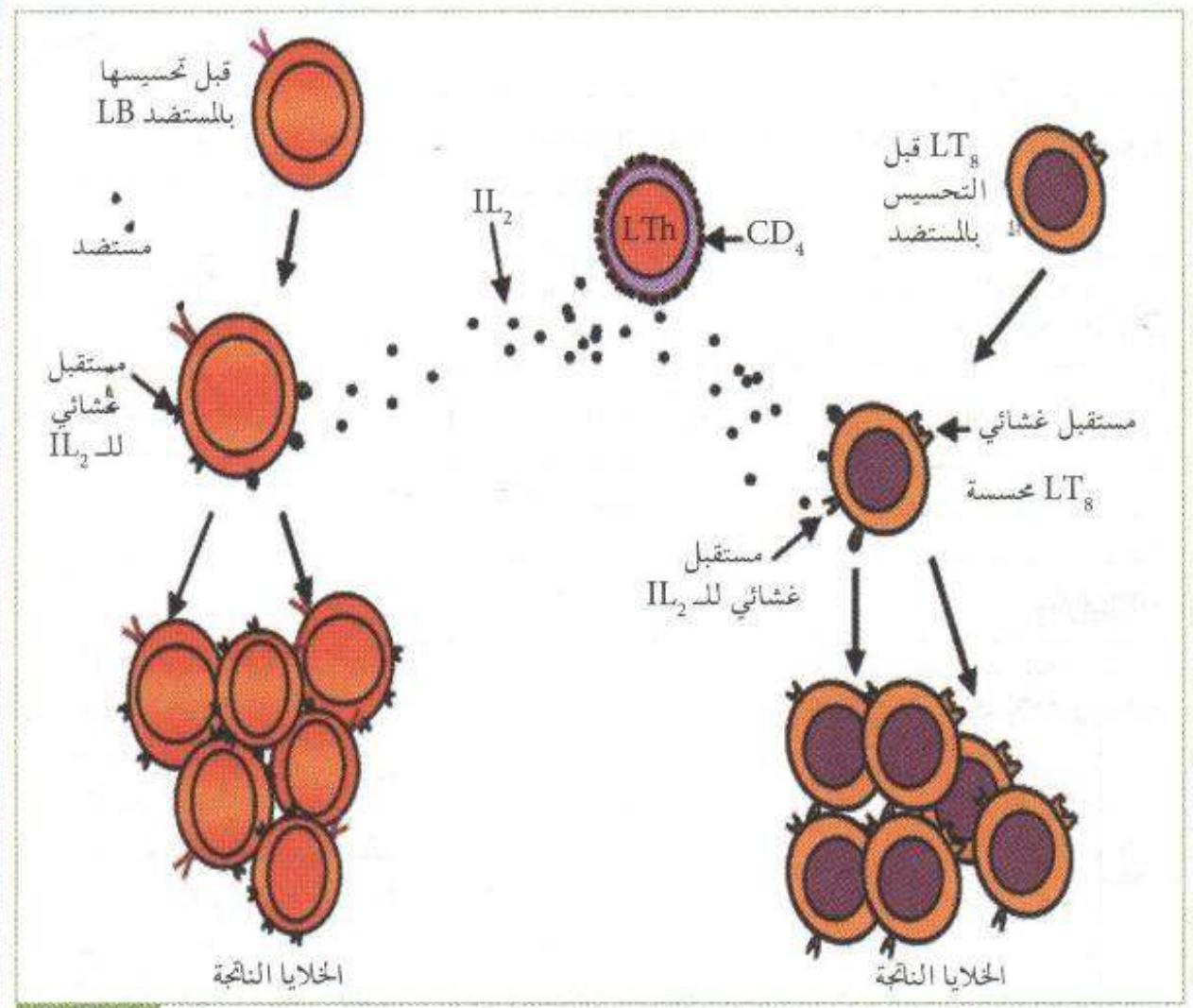
ماذا تستنتج؟

2. هل تسمح لك نتائج التجربة 3 من جدول الوثيقة (6) باستخراج نمط تأثير المقاويات T على B على إجابتك.

3. من جهة أخرى أعطيت نتائج تأثير حقن مادة كميائية IL₂ مستخلصة من خلايا لمقاومة LT₄ عند شخص

ب) آلية تحفيز الخلايا المقاوية:

يلخص الرسم التخطيطي الموضح في الوثيقة (8) آلية تحفيز (تنشيط) الخلايا المقاوية LT و LB.



الوثيقة (8)

1. ما الفرق بين الخلايا LB و LT₈ قبل وبعد التحسس ؟

2. سُمّيَّ الخلايا الناتجة من تحفيز كل من LB و LT₈.

* بالاعتماد على أجوبتك السابقة وما تقدمه لك الوثيقة (8) لخص في نص علمي آلية تحفيز الخلايا المقاوية LB و LT₈ من طرف LTh.

معلومات مفيدة

- LT₈: تعرف LT₈ على محدد مولد الفرد المثبت على HLAII والمعروض على أغشية الخلايا العارضة لاحتواها على مستقبلات توعية لها، وبعد ذلك تكاثر بعضها يعطي LT₈ ذاكرة والآخر يتمايز إلى LTh

٥ إختيار نمط الاستجابة المناعية المناسبة

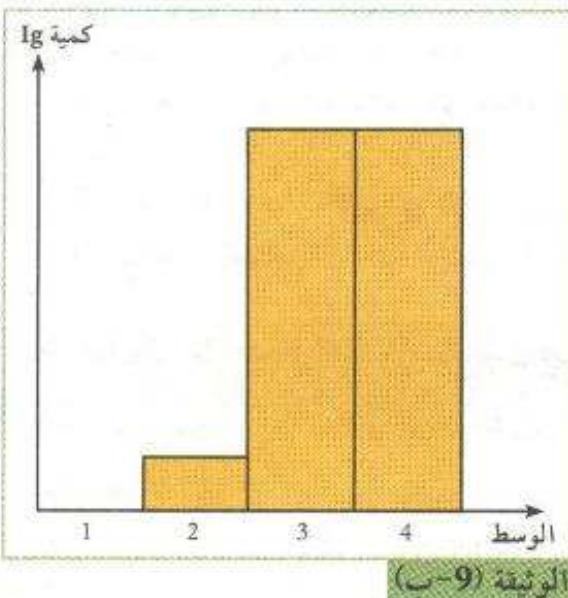
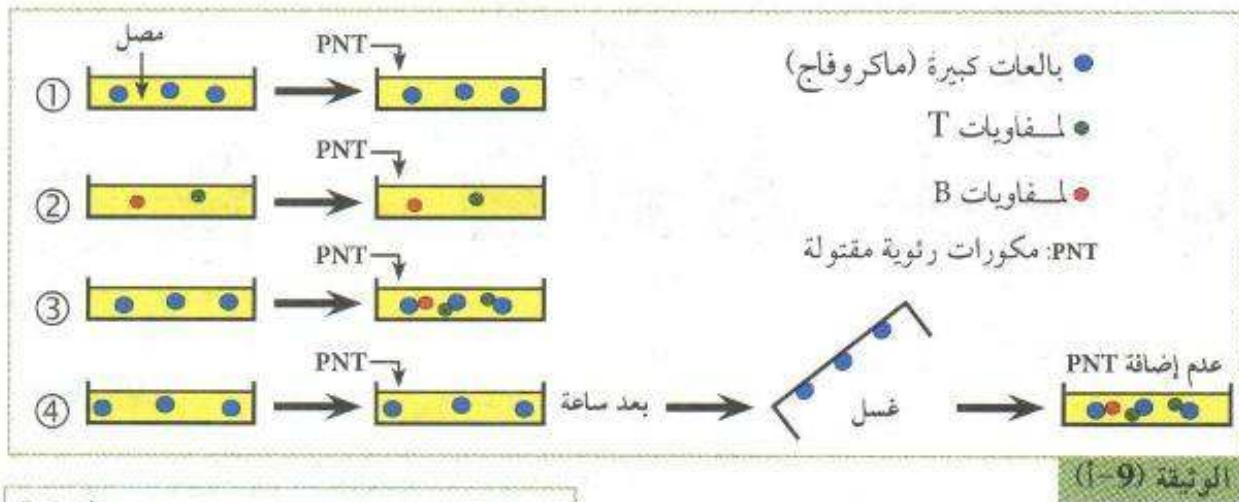
رأينا سابقاً أن المناعة النوعية المسئولة عن إقصاء الجسم الغريب (المستضد)، تكون إما خلطية (عن طريق الأجسام المضادة) أو خلوية (عن طريق الخلايا المفاوية LTC). كما لاحظنا الدور المحوري للمفاويات LTh في تحفيز الخلايا (LB و LT) لكن:

- كيف تتحسس الخلايا المفاوية LT و LB نتيجة دخول مستضد؟
- كيف يتم انتقاء وتنشيط LT التي تنشط الخلايا السابقة؟
- أ) تحسيس الخلايا المفاوية LT و LB:

تجربة:

تمثل الوثيقتين (٩ أ وب) الشروط التجريبية ونتائجها الممثلة في كمية الغلوبولينات المناعية (Ig) في كل حوض بعد مدة من التجربة.

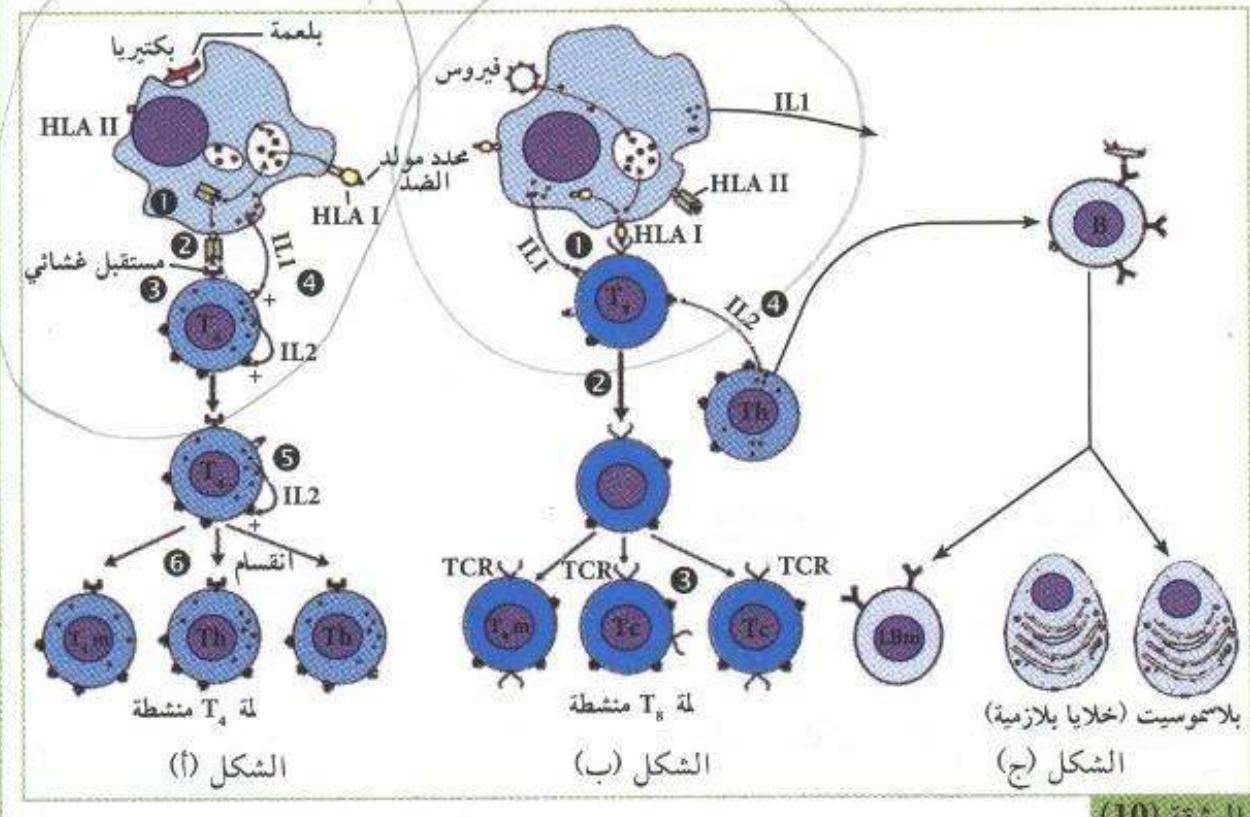
الخلايا المفاوية LB و LT المستعملة في التجربة أخذت من فأر سبق حقنه بالمكورات الرئوية المقتولة PNT.



1. حل النتائج التجريبية الممثلة في الوثيقة ٩ (أ وب)؟
2. تسمح مقارنة نتائج التجارب ٢ مع ٣ في الوثيقة ٩ (أ وب) بتأكيد النتائج المتحصل عليها في تجربة ماريروك، علل.
3. ما هو الاختلاف بين التجربة ٣ و ٤ الموضحة في الوثيقة (٩-أ).
4. استنتج إذا دور الماكروفاج من نتائج التجربة ٤.

ب) العلاقة بين المماوىات والبلعميات الكبيرة:

يمثل الرسم التخطيطي الموضح في الوثيقة (10) العلاقة التي تربط بين الخلايا المماوية والبلعميات الكبيرة - الماكروفاج - والتي تفسر جزءاً من التجربة 4 من الوثيقة (9).



الوثيقة (10)

٣ بالاعتماد على أشكال الوثيقة (10) (أ، ب، وج):

1. حدد دور الماكروفاج في كل حالة.
2. بين دور مختلف الجزيئات التي ساهمت في التعرف على الملاذات وتشكل ملة من: LTc, LTh والبلاموسية.
3. تلعب LTh دور محوري في الاستجابتين المماثلتين في الشكلين (ب وج)، اشرح ذلك.
4. إن نمط الاستجابة المناعية (خلطي أو خلوي) مرتبط بمحند مولد الضد، علل ذلك.

* بناءً على ما تقدم في هذا موضوع بين في رسم تخطيطي تحصيلي التخصص الوظيفي للبروتينات الدافعية.

معلومات مفيدة

- TCR: مستقبل غشائي للخلايا T (T Cell Receptor).

- IL1: مبلغ كيميائي تفرزه الخلايا المعاشرة.

النشاط 9

سبب فقدان المناعة المكتسبة

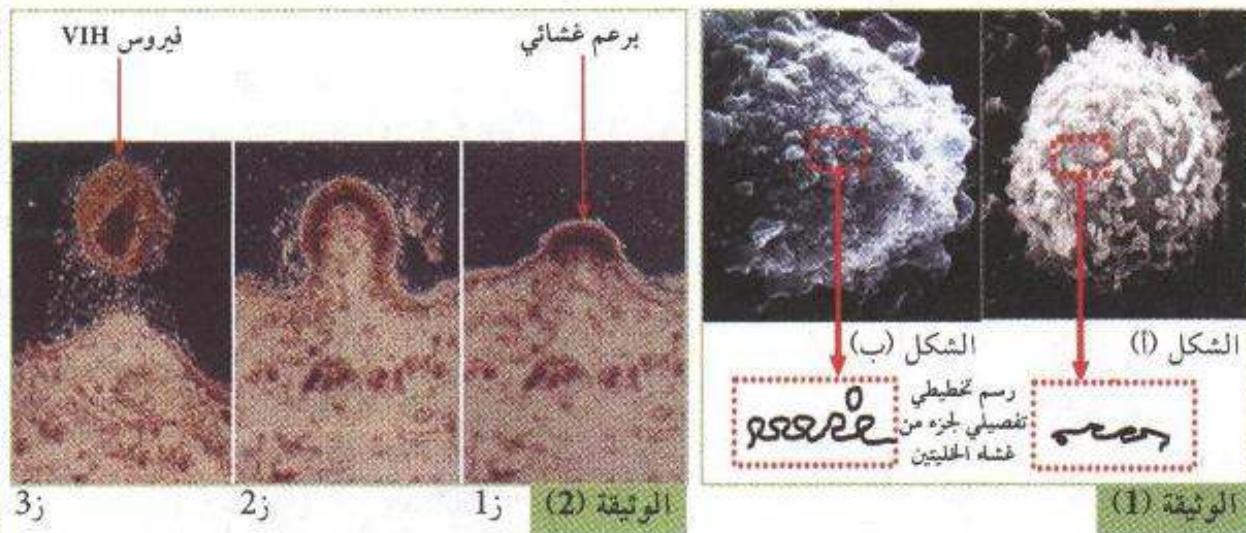
يفقد الجهاز المناعي قدرته على الدفاع عن الذات نتيجة إصابة بعض خلاياه بفيروس VIH، المسبب لمرض فقدان المناعة المكتسبة السيدا (SIDA).

كيف يحدث هذا الفيروس عجزا في الجهاز المناعي؟

❶ الخلايا المستهدفة من طرف فيروس VIH

لمعرفة الخلايا المستهدفة من طرف هذا الفيروس نجri الدراسة التالية:
المرحلة 1:

تمثل الوثيقة (1) صورتين بالجهر الإلكتروني الماسح الخلويين للفاويتين T، الشكل (أ) خلية LT غير مصابة، بينما الشكل (ب) خلية لفاوية T مصابة بفيروس VIH. أما الوثيقة (2) فتمثل مظهر لجزء من غشاء الخلية اللمفاوية المصابة خلال فترات زمنية مختلفة من تطور الإصابة.

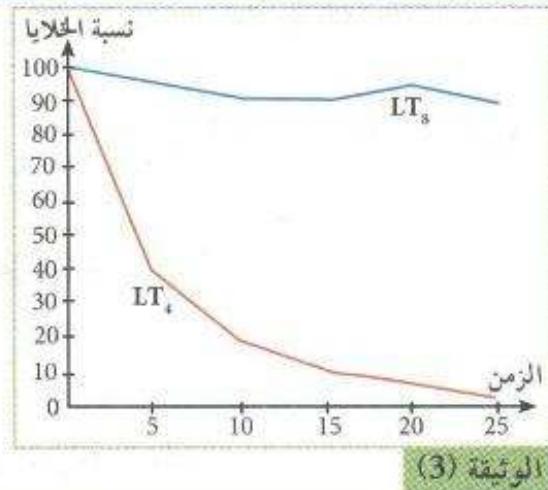
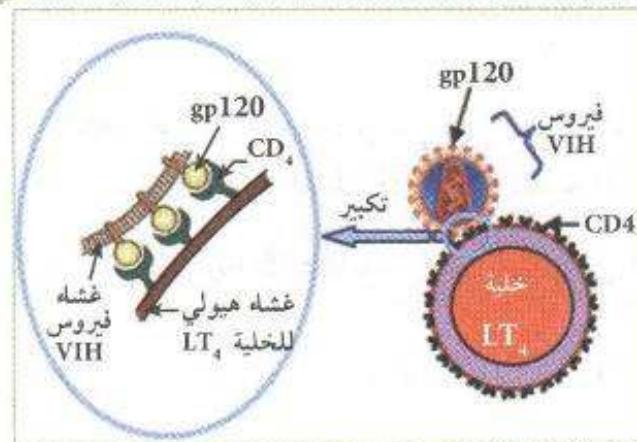


- قارن بين مظهر غشاء الخلية المصابة بغشاء الخلية العادية من خلال شكلي الوثيقة (1).
- بالاعتماد على أشكال الوثيقة (2)، اشرح مظهر خلية الشكل (ب) من الوثيقة (1).

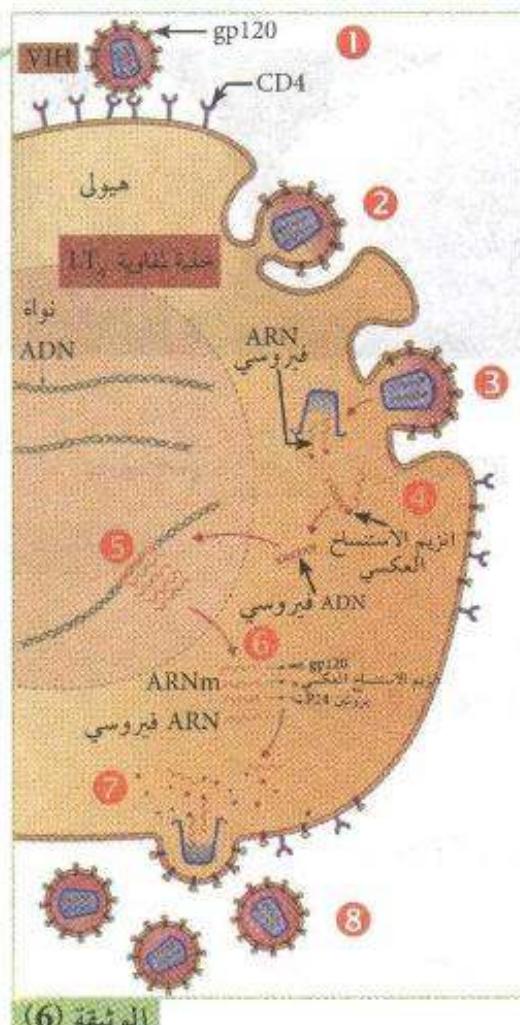
المرحلة 2

تزرع خارج الجسم خلايا لفاوية T_4 و T_8 مع فيروسات VIH، ونتبع تطور نسبة هذه الخلايا، النتائج مماثلة في منحني الوثيقة (3).

(4) تبين رسومات تفسيرية لصور خلايا لفاوية بالجهر الإلكتروني ممزروعة مع الفيروس VIH.

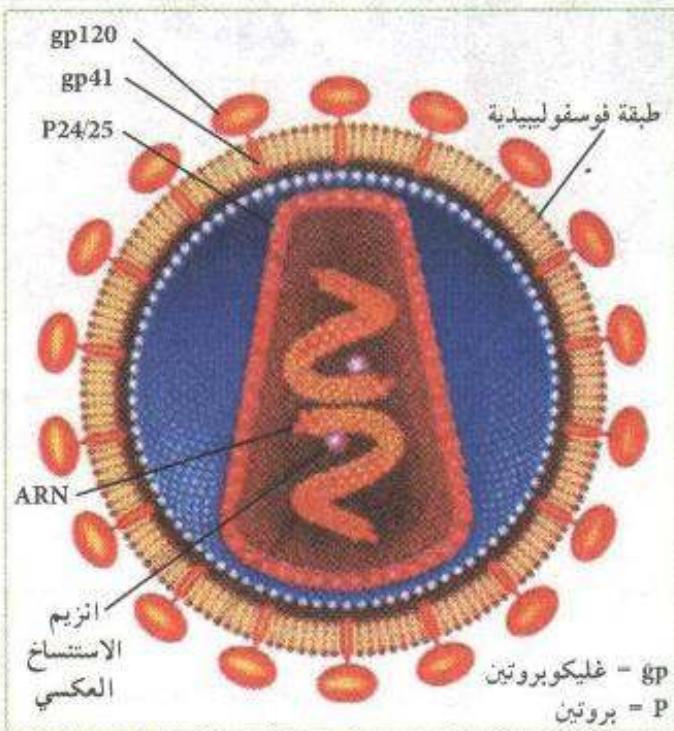


1. حلل منحنى الوثيقة (3)، ماذا تستنتج؟
2. بالاعتماد على المعلومات التي تظهرها معطيات الوثيقة (4)، علل استهداف VIH للخلايا LT_4 .

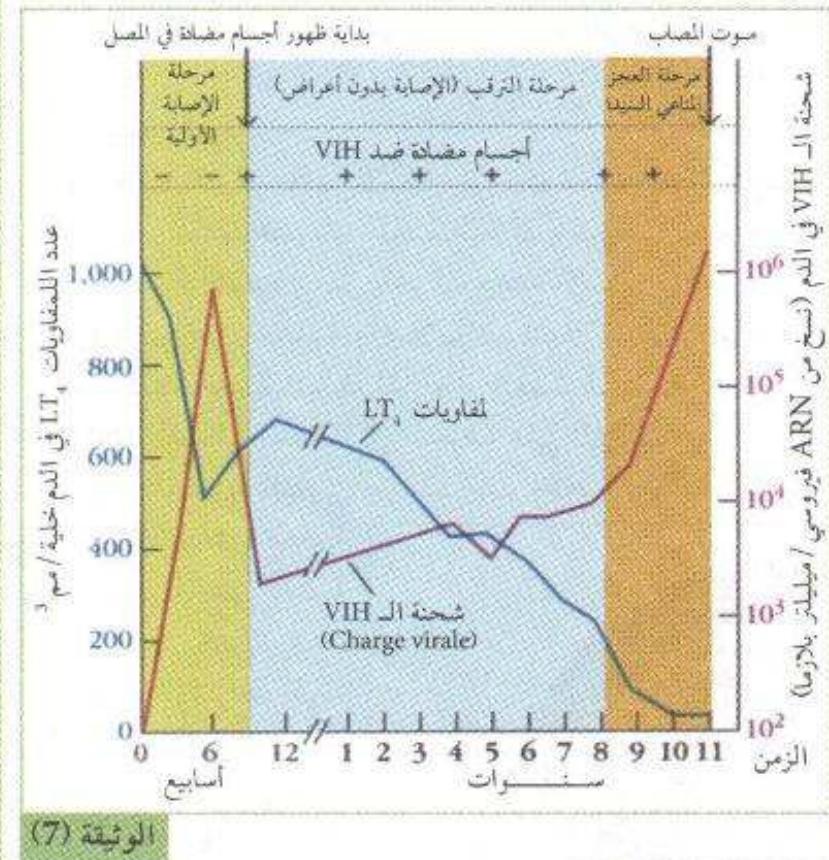


② تطور فيروس VIH و LT_4

المراحل 1: تمثل الوثيقة (5) رسم تخطيطي لبنية فيروس VIH، بينما الوثيقة (6) تمثل رسم تخطيطي لتطور فيروس VIH داخل الخلية المقاومة LT_4 (دورة VIH).



- بالاعتماد على الوثيقة (5) حدد المكونات الجزيئية لفيروس VIH، ثم استنتج الطبيعة الكيميائية لدعامته الوراثية.
- حدد دور كل من gp120 والـ ARN الفيروسي وإنزيم الاستنساخ العكسي في إصابة الخلية اللمفاوية LT_4 .
- صف معمدا على المراحل الموضحة في الوثيقة (6) دورة فيروس VIH في الخلية اللمفاوية LT_4 .



المرحلة 2:

يبقى فيروس السيدا VIH داخل الخلايا اللمفاوية عدة سنوات دون أن تظهر على الشخص أعراض المرض (مرحلة الإصابة بدون أعراض). يمثل منحنى الوثيقة (7) تطور الخلايا اللمفاوية T_4 وشحنة فيروس $\text{gp}120$ عند شاب أصيب بالفيروس.

- انجز تحليلا مقارنا للمنحنين في المراحل الثلاثة، ملخص؟
- استخرج من المنحنى سبب العجز المناعي.
- إذا علمت أن فيروس السيدا يصيب كذلك البالعات الكبار، علل ذلك.

* ابحث في شبكة الانترنت عن آخر المستجدات (بحوث) المتعلقة بمرض فقدان المقاومة المكتسبة.

معلومات مفيدة

- فيروس VIH: من الفيروسات الراجعة (Retrovirus) لأن مادته الوراثية هي ARN.
- إنزيم الاستنساخ العكسي: يسمح بتشكيل الـ ADN انطلاقاً من ARN.
- إنزيم الانتيغراز (الادماج): يتواجد في فيروس VIH يسمح بدمج الـ ADN الفيروسي مع LT_4 ADN.

الحصيلة المعرفية

يمثل كل فرد وحدة بيولوجية مستقلة بذاتها، إذ تستطيع عضويته التمييز بين مكونات الذات واللادات.

النشاط ①: المكتسبات القبلية

تستجيب العضوية نتيجة اختراقها من طرف أجسام غريبة برد إلتهابي تتدخل فيه بعض سوائل الجسم والبلعوميات وهي استجابة مناعية لأنواعية، كما تستجيب العضوية بتفاعلات مناعية نوعية حالة رفض الطعام.

النشاط ②: الذات واللادات

يقصد بالذات عند الفرد مجموع الجزيئات الناتجة من التعبير المورثي، التي تمثل هويته البيولوجية الخاصة به.

- بنية الغشاء الهيولي:

يبعد الغشاء الهيولي بالجهر الإلكتروني مكوناً من طبقتين عائمتين تتخللهما طبقة نيرة، سمحت الدراسات البيوكيميائية بتحديد مكوناته الكيميائية، إذ يتكون من طبقتين فوسفوليبيديتين تتخللهما بروتينات مختلفة الأحجام وممتلكة الأوضاع تمتاز بالحركية وعدم الإستقرار.

تنوع المكونات الغشائية واختلاف طبيعتها الكيميائية وأشكالها تكسب الغشاء منظراً فسيفسائياً أما حركيتها فتكتسبه خاصية الميوحة لذا يعتبر الغشاء فسيفسائي مائع.

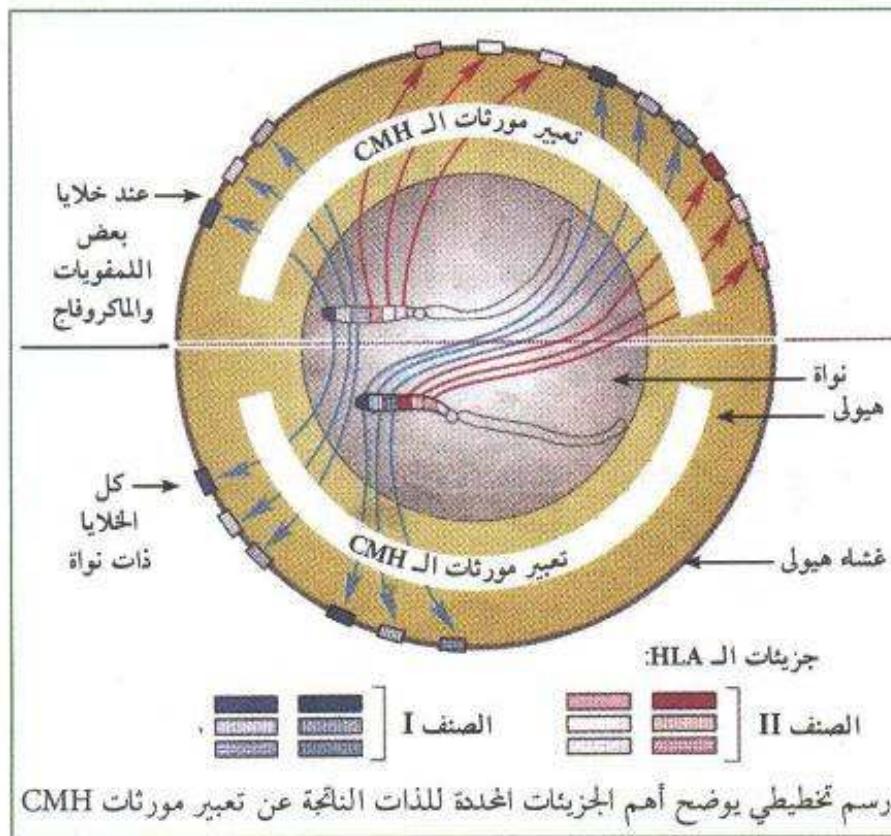
- الجزيئات الغشائية المتدخلة في التعرف على اللادات:

تستطيع العضوية التمييز بين المكونات الخاصة بالذات والمكونات الغريبة عنها اللادات. تحدد الذات

بمجموعه الجزيئات الخاصة بالفرد والمحمولة على أغشية خلايا الجسم وهي محددة وراثياً وتتمثل مؤشرات الهوية البيولوجية وتميز منها:

1. نظام معقد التوافق النسيجي (CMH):

تحمل أغشية خلايا الجسم ذات نواة جزيئات ذات طبيعة غليوكربونية تعرف بجزئيات HLA والناتجة عن التعبير المورثي لمختلف مورثات معقد التوافق النسيجي CMH.



- توجد هذه المورثات في الصبغي رقم 6 عند الإنسان وتميز بـ
- مجموعة من المورثات مترتبة ومتقاربة جداً.
 - كل مورثة لها عدة أليلات ولا توجد سيادة بينها.

إن المميزات التي تختص بها مورثات الـ CMH هي التي تفسر أحديه الفرد بـ بيو لوجيا، وبالتالي تنوع الـ HLA بين الأفراد مما يفسر رفض الطعوم المزروعة.

تصنف جزيئات الـ HLA إلى صنفين:

- الصنف I: يتواجد على سطح غشاء كل خلايا الجسم ذات نواة.
- الصنف II: يتواجد على سطح بعض الخلايا المقاومة والبلعميات الكبيرة.

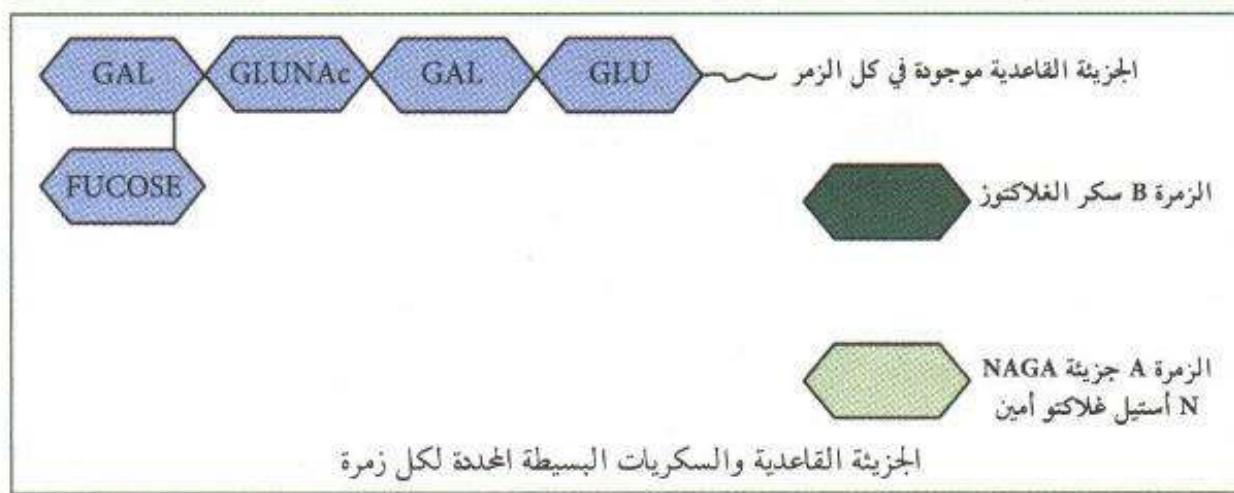
2. مؤشرات الزمرة الدموية:

لا تحتوي الكريات الحمراء على جزيئات الناتجة عن تعبير مورثات الـ CMH بل تحتوي على محدبات خاصة وهي جزيئات غشائية تحمل الزمرة ABO وعامل الريزوس، تحديد الجزيئات المحددة للزمرة ABO:

توجد الجزيئات المحددة للزمرة ABO على سطح غشاء الكريات الدموية الحمراء وهي ذات طبيعة سكرية مرتبطة بجزء غير سكري.

تتميز الزمرة الدموية مهما كانت باحتوائها على جزيئه قاعدية تتكون من سكر قليل التعدد به حمض وحدات من السكريات البسيطة.

الزمرة الدموية المختلفة تعود إلى ربط وحلقة سادسة بواسطة إنزيم نوعي بسكر الغلاكتوز الطرفي للجزيء القاعدية، وعليه نوع السكر السادس هو المميز لكل زمرة دموية.



الزمرة الدموية محددة وراثياً، ويشرف على ذلك مورثة متواجدة على الصبغي رقم 9 تميز بما يلي:

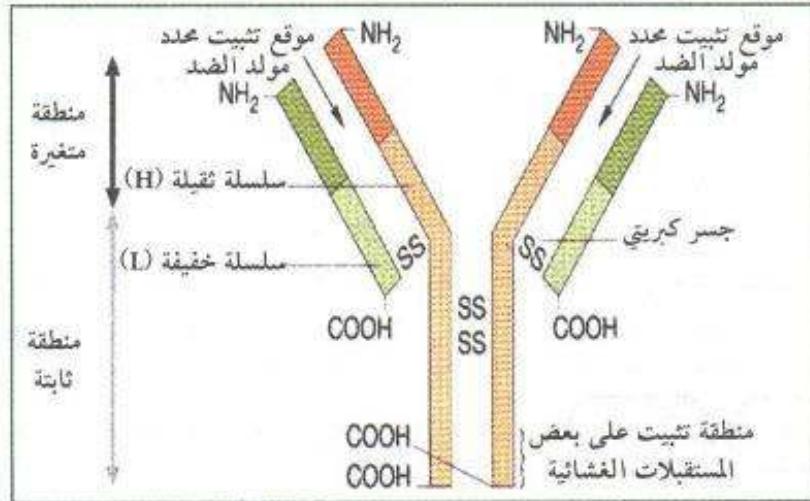
- لها ثلاثة أليلات: A, B, O
- لا توجد سيادة بين A و B لكن كلاهما سائدتان على O.

يمكن التمييز بين مختلف الزمر حسب الجدول التالي:

الأجسام المضادة	المستضدات	الزمرة
B ضد	A	A
A ضد	B	B
لا شيء	A + B	AB
B ضد A	لا شيء	O

تحديد الجزيئات الخدعة للريزوس: تحتوي بعض الكريات الحمراء على جزيئات بروتينية تميز الأفراد موجو الرizوس ويسرف عليها مورثة متواجدة في الصبغى رقم I عند الإنسان وهذا أليلين.

النشاط ③: طرق التعرف على محدد المستضد



يسبب دخول جزيئات غريبة في بعض الحالات إلى العضوية إنتاج مكثف لجزيئات تختص بالدفاع عن الذات تدعى الأجسام المضادة.

ترتبط الأجسام المضادة نوعياً مع المستضدات التي حرست انتاجها مشكلة عقدات مناعية وتدعى المناعة التي تتدخل فيها الأجسام المضادة بالمناعة ذات الوساطة الخلطية.

الأجسام المضادة: جزيئات ذات طبيعة

بروتينية تتبع إلى مجموعة الغلوبولينات المناعية من نوع γ (Ig).

يتكون الجسم المضاد من أربعة سلاسل بيبيديه، سلسلتان خفيقتان وسلسلتان ثقيلتان. تتصل السلاسل الثقيلة بالسلاسل الخفيفة عن طريق جسور ثنائية الكبريت. كما تتصل السلاسل الثقيلة فيما بينها بواسطة جسور ثنائية الكبريت. تحوي كل سلسلة من سلاسل الجسم المضاد على منطقة متغيرة (موقع تثبيت محدد مولد الضد) ومنطقة ثابتة يمكنها التثبت على البالعات.

النشاط ④: المعد المناعي

يملك الجسم المضاد موقعين لتشييد المحددات المستضدية تشكلاهما نهايات السلاسل الخفيفة والثقيلة للمناطق المتغيرة. يرتبط الجسم المضاد بمحددات المستضد ارتباطاً نوعياً (الوجود تكامل بنوي) في موقع التشييد ويشكلاان معاً المعد المناعي (جسم مضاد - مستضد).

يؤدي تشكل المعد المناعي إلى إبطال مفعول المستضد ليتم بعدها التخلص منه عن طريق ظاهرة البلعمة.

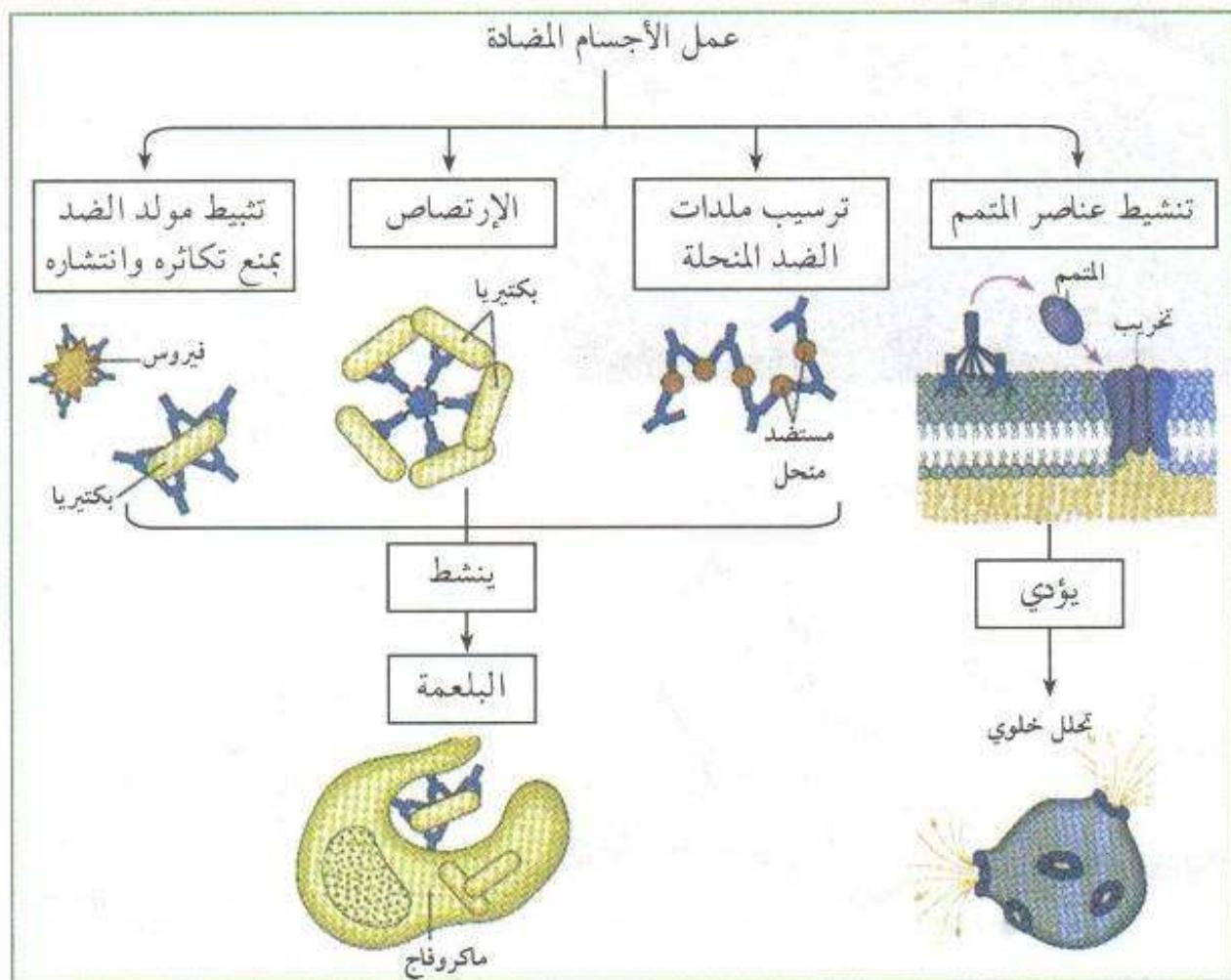
تم عملية بلعمة المعد المناعي على مراحل:

- يتثبت المعد المناعي على المستقبلات الغشائية للبلعميات الكبيرة بفضل التكامل البنوي بين هذه

المستقبلات وبين موقع تثبيت خاص يوجد في مستوى الجزء الثابت للجسم المضاد.
- يحاط المعقد المناعي بثانية غشائية (أرجل كاذبة) مشكلة حويصل إفتقاص يحوي المعقد المناعي، يخرب المعقد المناعي بالازديقات الحالة التي تصيبها الليزوزومات في حويصلات الأفتقاص.

تنشيط عناصر المتممة: تشكل المعقد المناعي يؤدي إلى تنشيط قطعة من عناصر المتممة فترتبط الموقع الفعل الموجود على الجسم المضاد منه يتنشط معقد الهجوم الغشائي CAM المسؤول عن فتح قنوات بأغشية الخلايا الغربية مما يؤدي إلى موتها بالتحلل.

الشكل التالي يلخص عمل الأجسام المضادة ومصير المعقد المناعي:



النشاط ⑤: مصد الأجسام المضادة

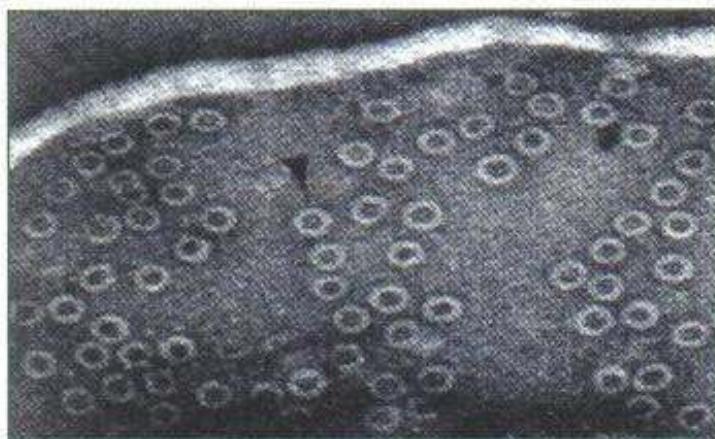
تنتج الأجسام المضادة من طرف الخلايا البلازمية التي تميز بحجم كبير وشبكة هيوالية كثيفة وجهاز كوجي متتطور...

تشكل الخلايا اللمفاوية LB في نخاع العظام وتكتسب كفاءاتها المناعية فيه بتركيب مستقبلات غشائية عبارة عن أجسام مضادة.

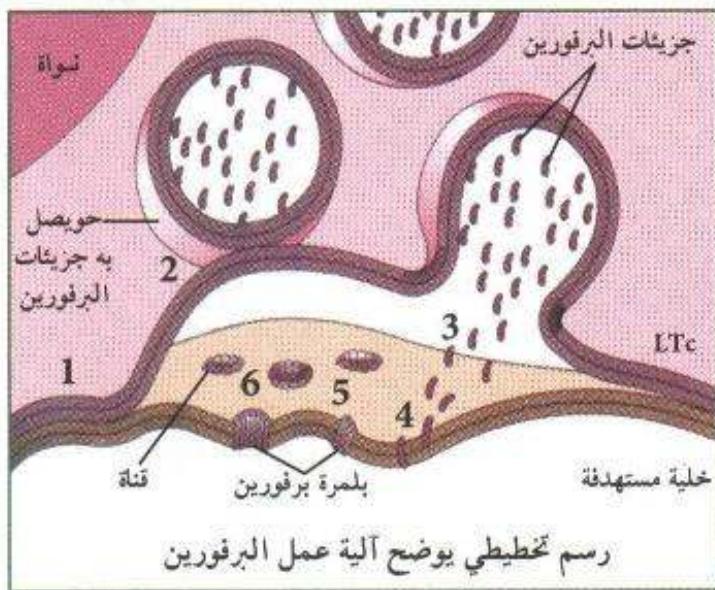
يؤدي تعرف الخلايا اللمفاوية LB على المستضد إلى انتخاب لة من الخلايا اللمفاوية LB تمتلك مستقبلات غشائية متكاملة بنرياً مع محدبات المستضد.

يطرأ على الخلايا المقاوية LB المتنبحة والمنشطة انقسامات بعضها يتمايز لظهور خلايا بلازمية (بلاسموسيت)، تنتج وتفرز الأجسام المضادة، والأخر يعطي LBM (لها دور في حفظ المناعة) يتم التخلص من الخلايا المصابة أو خلايا الطعم باستجابة مناعية ذات وساطة خلوية، تتدخل فيها خلايا LTC السامة، تعرف الخلايا المقاوية السامة على المستضد النوعي بواسطة مستقبلات غشائية TCR فتفوم بجلها.

النشاط ⑥: طرق تأثير الملموفيات LTC



صور بالمجهر الإلكتروني لغشاء خلية مستهدفة بعد تأثير البرفورين



يشير تمازس الخلايا المقاوية LTC السامة مع الخلايا المصابة إفراز بروتين البرفورين الذي يكون قنوات على مستوى غشاء الخلية المستهدفة مع بعض الأنزيمات الحالة. يشكل البرفورين قنوات على غشاء الخلايا المصابة مؤديا إلى انحلالها (أنظر الوثيقة المقابلة).

النشاط ⑦: مصدر الملموفيات LT

تنتج الخلايا المقاوية LTC السامة من تممايز صنف من الخلايا المقاوية: الخلايا الثانية LT₂ الحاملة مؤشر CD₈.

تشكل الخلايا المقاوية في تخاع العظام وتكتسب كفاءاتها المناعية بتركيب مستقبلات غشائية نوعية في الغدة التيموسية وتسمي بالـ LT.

يتم انتخاب الخلايا المقاوية المتخصصة ضد بيبيتيد مستضدي عن تماس هذه الأخيرة مع الخلايا المقدمة له (CPA).

- تتكاثر الخلايا المقاوية المتنبحة وتشكل لمة من الخلايا المقاوية LT₂ تمتلك نفس المستقبل الغشائي الثاني، يتمايز بعضها ليعطي LTC والآخر يبقى LT₂ m.

- تحفيز الخلايا LT وLB: تتنشط الخلايا LT

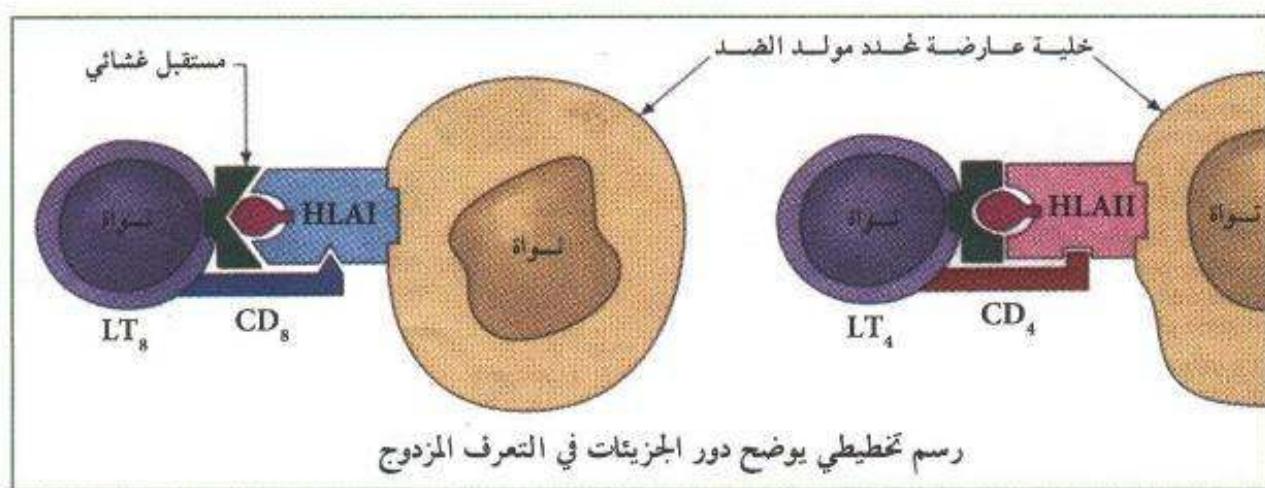
وLB ذات الكفاءة المناعية بعد تعرفها على مولد الضد بواسطة مبلغات كيميائية هي الأنترلوكينات المفرزة من طرف الخلايا المقاوية LTh المساعدة (الناتجة عن تممايز الخلايا LT₂ المتخصصة)، فتتكاثر وتممايز إلى خلايا بلازمية وخلايا سامة حسب نوع الخلية.

لا تؤثر الأنترلوكينات (IL2) إلا على الملموفيات المنشطة أي الملموفيات الحاملة للمستقبلات الغشائية الخاصة بهذه الأنترلوكينات والتي تظهر بعد الاتصال بالمستضد.

- اختيار نمط الاستجابة المناعية المناسبة: تحمل أغشية الخلايا محولات الذات من الصنف 1 والصنف 2

والتي تقوم بتقديم محدد المستضد وتنشيط الخلايا المقاومة كالبالعات الكبيرة، والتي تقوم بعد التعرف على المستضد باقتباسه وهدم بروتيناته جزئيا ثم تعرض بعض بروتيناته على سطح أغشيتها مرتبطة بـ HLA يكون انتقاء نسائل من الخلايا LB أو LT (وبالتالي غط الاستجابة المناعية مرتبطة بمحدد المستضد) بحيث: البيبيتيدات الناتجة عن البروتينات داخلية المنشأ (بروتينات فيروسية، بروتينات الخلية السرطانية....) تقدم على سطح أغشية الخلايا العارضة مرتبطة بجزيئات HLA من الصنف 1 إلى الخلايا LT₈ التي تحمل مؤشرات الخلايا الثانية القاتلة CD₈ ويكون تنشيط هذه الخلايا مضاعف:

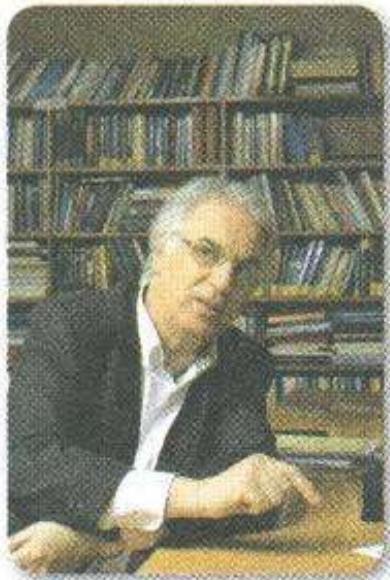
- تنشط أولاً من طرف الخلايا العارضة عن طريق الأنترلوكين 1.
- تنشط في المرحلة الثانية من طرف الخلايا المساعدة LTh النوعية لهذا المستضد عن طريق الأنترلوكين 2.
- البيبيتيدات الناتجة عن البروتينات المستدحنة (خارجية المنشأ) تقدم مرتبطة أساساً بجزيئات HLA من الصنف 2 إلى الخلايا المساعدة التي تحمل مؤشرات من نوع CD₄.
- الخلايا LTh المساعدة المنشطة عن طريق الأنترلوكين 1 (IL1) تنشط بدورها الخلايا LB النوعية لنفس المستضد.
- الأنترلوكينات عبارة عن بروتينات سكرية.



النشاط ⑧: فقدان المناعة المكتسبة

يهاجم فيروس فقدان المناعة البشري (VIH) الخلايا المقاومة المساعدة LT والبلعميات الكبيرة وبليعميات الأنسجة وهي خلايا أساسية في التعرف وتقديم المستضد إلى جانب تنشيط الاستجابات المناعية، لذا يتناقص عدد الخلايا المساعدة TCD4 في مرحلة المرض إلى أقل من 200 خلية / ملم³. تبدو أغشية الخلايا المساعدة غير مستوية عليها تبرعمات عديمة وهو مظهر غطي للخلايا المصابة بالفيروسات.

معلومات قيمة لباحث ومحترف في المناعة



كل بقلم البروفسور كمال صنهاجي

البروفسور كمال صنهاجي يحمل عدة شهادات منها:

- شهادة دكتوراه (درجة ثالثة) في علم المناعة الصيدلانية.

- شهادة دكتوراه دولة تخصص علم المناعة.

وهو أستاذ جامعي في العلوم البيولوجية وعلم الخلية.

"E. Herriot, Lyon" باحث ومدير مخبر العجز المناعي بمستشفى

الاستجابة المناعية والدفاع ضد العدوى

يعرضنا الخط إلى أنواع كثيرة من العوامل الجرثومية المسيبة للعدوى والمتمثلة في الفيروسات، البكتيريا، الفطريات، والطفيليات. يمكن لهذه العوامل إن لم يسيطر ويقضى عليها، أن تتكاثر وتسبب إصابة العضوية نتيجة ذلك. بفضل الاستجابات المناعية عند الشخص العادي، أغلب الأصابات تكون محددة في الزمن وقليلة الضرر بالعضوية. إن غاية الجهاز المناعي هو السماح للجسم بالمحافظة على تمسك الخلايا والأنسجة التي تكونه وضمان وحدته وذلك بإقصاء مكوناته الخاصة التالفة من جهة ومن جهة أخرى، إقصاء المواد الغريبة والعناصر الجرثومية أو المعدية التي يتعرض لها.

من مفاتيح العمل الجيد للجهاز المناعي، القدرة على التمييز (التعرف) بين الكائنات الطبيعية للجسم (الذات) والتي يجب أن تحظى بتسامح مناعي، وبين العوامل الممرضة (اللاداث) أو المكونات التالفة من العضوية (الذات المتغيرة) والتي يجب إقصاؤها.

ثم انتهاج استراتيجيتين مختلفتين أثناء تطور العضويات لتأمين هذه الوظيفة:

- الأولى (عند الباتات والكائنات الأولية) وتعتمد على المناعة الطبيعية، كخط دفاعي أول.

- الثانية (عند الفقاريات) وهي تعتمد على المناعة المتكيفية أو النوعية.

عندما لا تجدي المناعة الطبيعية تفعلاً تتشدد المناعة المتكيفية وذلك بتوفير عوامل نوعية (بروتينات مثل الأجسام المضادة، لفويات T والسيتوكينات) القادرة على إقصاء العامل المعدى.

بعد ذلك، يحتفظ الجهاز المناعي لعدة سنوات، وأحياناً العمر كله، بهذه الإصابة في الذاكرة المناعية. تتشدد هذه الذاكرة على شكل دفاع نوعي كلما عاود نفس العامل المعدى الظهور. يرتكز التلقيح على هذا المبدأ، إلا وهو تخريض الذاكرة المناعية، وهكذا نرى أن أهم عاملين في المناعة النوعية يتمثلان في النوعية والذاكرة. أما بخصوص المناعة الطبيعية، فهي تتم عن طريق مجموعة من الخلايا (تتمثل أساساً في الماكروفاج، والخلايا متعددة النواة والقاتلات الطبيعية NK) وعوامل منحلة (تتمثل أساساً في التم و الكيموكتين les chimiokines) وهي التي تؤدي إلى رد فعل إلتهابي.

غاية الجهاز المناعي أيضاً تمثل في التعرف على المستضدات وترجم ذلك إلى استجابة مناعية متكيفة للقضاء على مصدر المستضد. لمواجهة العوامل الممرضة (المستضدات)، وتم الإستجابة المناعية بطرificتين:

- عندما توجه الإستجابة المناعية النوعية ضد عوامل ممرضة توجد داخل الخلايا (داخلية المنشأ مثل

الفيروسات) تكون الإستجابة المناعية خلوية بتدخل خلايا LT. - وتوجه الاستجابة المناعية النوعية الخلطية ضد الجراثيم الموجودة خارج الخلايا (خارجية المنشأ) وتم بواسطة الأجسام المضادة التي تفرزها LB المنشطة أو البلاسموسيت. غالبية الإستجابات المناعية تتطلب ردود فعل الخلايا LB و LT₄ أو LT₈ أو LTh أو LTc معاً. وهذا يفضل ظاهرة التعاون (effet helper) بين هذه الخلايا، يتم هنا التعاون كذلك بعرض محددات المستضدات على سطح غشاء الخلايا بفضل جزيئات الـ HLA من الصنف I أو II الناتجة عن التعبير المورثي لعقد التوافق النسيجي CMH.

تسبب إصابة الجهاز المناعي بفيروس VIH في ظهور أحد أمراض النقص المكتسب للمناعة (SIDA ou syndrome de l'immunodéficience acquise)

ينتقل فيروس VIH عن طريق الإتصالات الجنسية، عن طريق الدم (إبر، تبادل الحقنات بين المدميين، نقل الدم بدون كشف مسبق)، أو عن طريق الأم الحامل المصابة إلى الطفل عبر المشيمة خلال الوضع أو عن طريق الرضاعة. ولا توجد طرق أخرى للعدوى ثابتة حالياً. إن التشخيص الروتيني للإصابة بفيروس نقص المناعة يرتكز على البحث عن أجسام مضادة ضد VIH بتقنية ELISA والمؤكدة بتقنية-western-blot.

وفي بعض الحالات إيجاد الفيروس يكون بالبحث عن المورثات الفiroسية أو الـ ARN الفiroسي في البلازماء والخلايا باستعمال تقنية التضخيم الإنزيمي PCR (polymerase chain reaction). إن فيروس النقص المكتسب للمناعة يتثبت بفضل جزيئة gp120 على الخلايا التي تحتوي مستقبلات CD4 (خاصة بالخلايا LT) ويدخل في الخلية المستهدفة بفضل جزيئة الغليكوبروتينية gp41 وبما أنه من الفيروسات الراجعة (القهقرية) فهو يحول الـ ARN الخاص به إلى ADN فيروسي بفضل إنزيم الاستنساخ العكسي. بعد ذلك يدخل الـ ADN الفiroسي داخل نواة الخلية المستهدفة ويندمج مع ADN الخلية، هذا الـ ADN المدمج (ADN proviral) قد يبقى كما هو أو يعبر عن نفسه ويؤدي إلى دورة إنتاجية.

خلال تنشيط الخلايا ترکب المورثات الفiroسية الـ ARNm الذي يترجم إلى بروتينات فiroسية، تنتقل هذه الأخيرة نحو الغشاء السيتو بلازمي وتحمر بالтирعم. إذا كانت هذه الدورة الانتاجية للفيروس كثيفة أو قوية فإنها تنتهي بالقضاء على الخلية المستهدفة. وأهم حدث بيولوجي يلاحظ، يتمثل في التناقض التدرجي لعدد اللمفوبيات LT₄ وترابيد الشحنة الفiroسية. إن هذا التضاعف الفiroسي المكتف قد ينجم عنه طفرات وظهور فiroسات طافرة (VIH mutant)، لأن الفيروس يتميز بقابلية كبيرة لتحول المورثات، وتكون نتيجة هذه التحوّلات عدم تجاهة الأجسام المضادة المنتجة من طرف المصاب وكذا الأدوية المضادة للفيروسات. وهكذا فإن الجهاز المناعي المعطوب يترك مكاناً لظهور مرض السيدا الذي يتميز أولاً بانفصال العقد اللمفاوية ثم ظهور إصابات ناتجة عن الجراثيم الانتهازية، أورام، حالات عصبية.

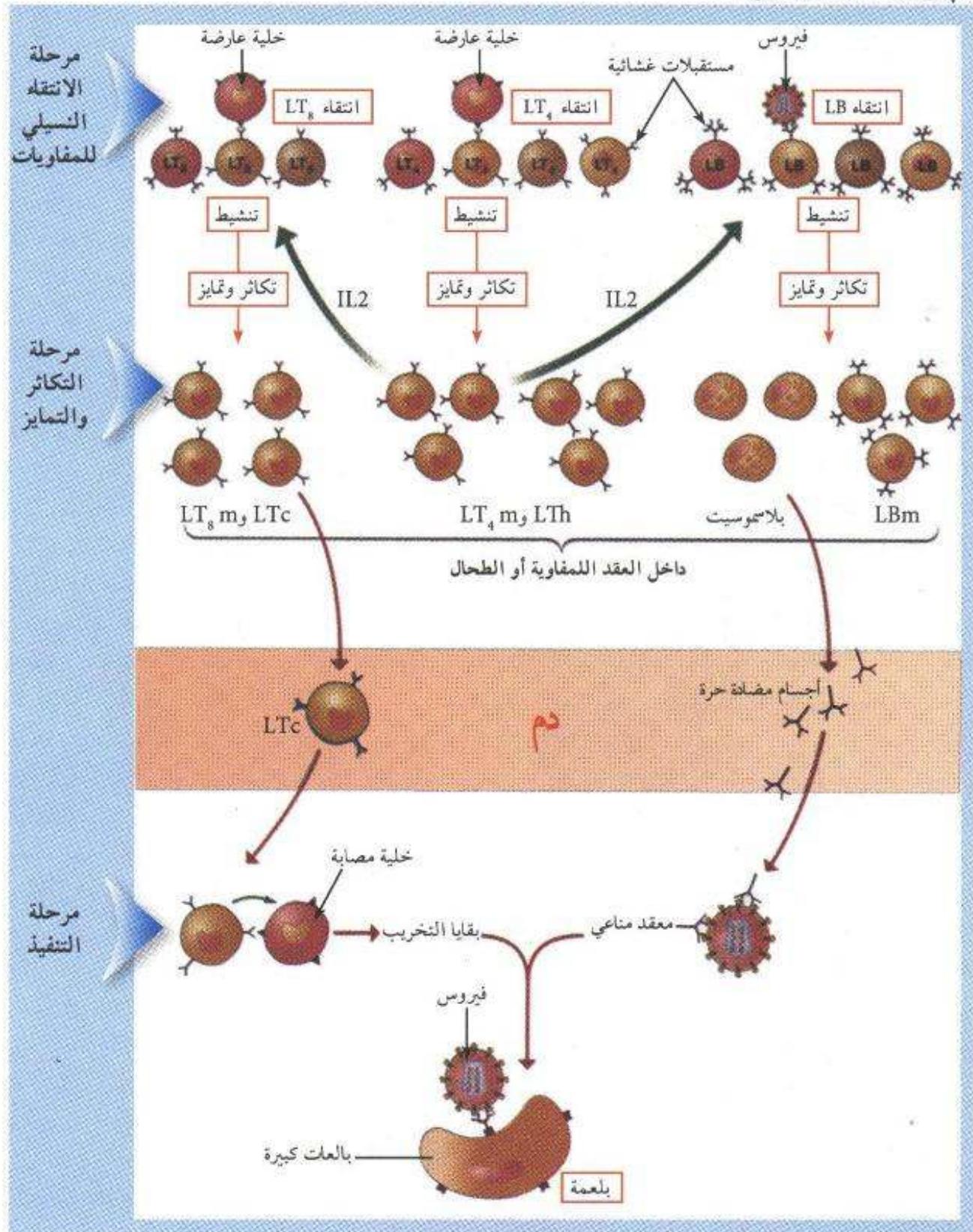
إن طرق العلاج الحالية (متعددة العلاجات) تهدف إلى السيطرة على الانتشار الفiroسي بكثافة بعض الأنزيمات الفiroسية (أنزيم الاستنساخ العكسي والبروتياز). واللقاحات التجريبية الحالية المضادة للـ VIH لم تجد نفعاً بسبب الطفرات المتعددة للـ VIH.

إن العلاج التجاري بالمورثات المضاد لفيروس السيدا (thérapie génique expérimentale anti-VIH) الذي يرتكز على تضليل الفيروس يفتح آفاقاً واعدة لخماربة هذا الفيروس البروفسور كمال صنهاجي

الخطط التحصيلي

يمثل المخطط التحصيلي التالي آلية الدفاع عن العضوية ودور

البروتينات المناعية فيها.



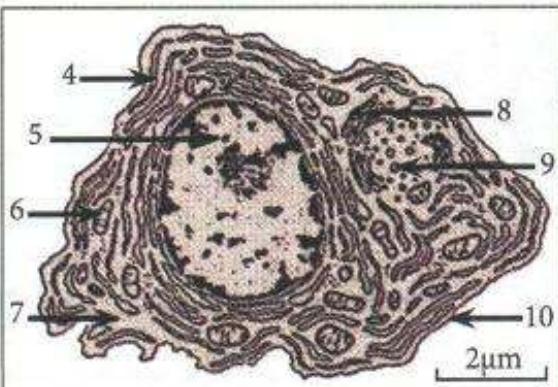
أستثمر معارفي وأوظف قدراتي

التمرين 1

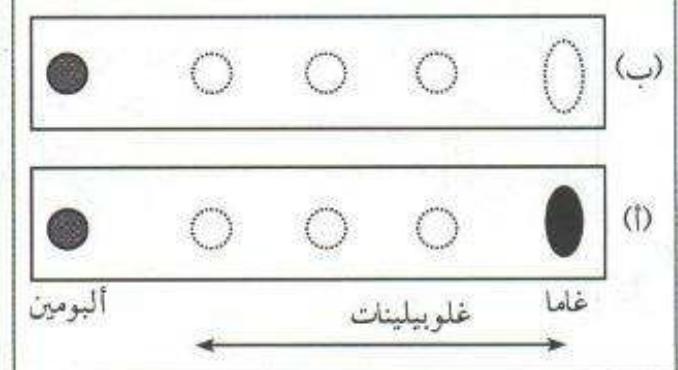


طفل مصاب (الوثيقة 1)

يعاني الطفل الممثل في الوثيقة (1) بحالة مرضية نتج عنها انتفاخ في بعض العقد الألي التي تطلب إجراء بعض التحاليل الطبية الوثائق التالية تُمثل بعض نتائجها:
 الوثيقة (1): طفل مصاب تبدو عقدته اللفوية متتفحة.
 الوثيقة (2): نتيجة المجرة الكهربائية لصل الطفل المصاب (1) مقارنة بصل شخص غير مصاب.
 الوثيقة (3): صورة لأحد الخلايا المتواجدة في العقد اللمفوية.

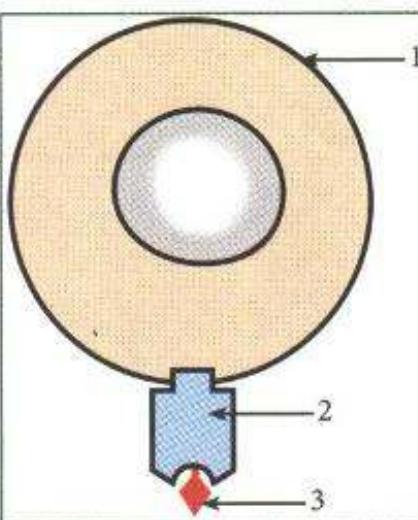


صورة خلية متواجدة في العقدة اللمفوية (الوثيقة 3)



نتائج المجرة الكهربائية (الوثيقة 2)

- بعد وضع البيانات المرقمة في الوثيقة (3) وباستغلال منهجي للوثائق واعتمدا على معلوماتك بين أن هذه الأعراض ناتجة عن استجابة مناعية نوعية خلطية؟



الوثيقة (1)

التمرين 2

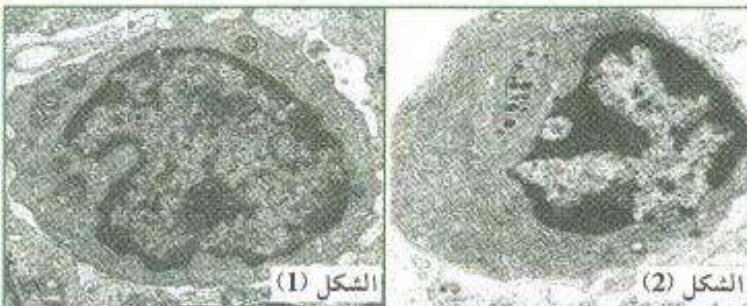
الخلايا اللمفوية للشخص س الممنوع ضد الزكام لا تقضي على خلايا جسمية للشخص ع مصابة بنفس فيروس الزكام. لمعرفة ذلك نستعرض الوثائق التالية:

الوثيقة (1): تظهر خلية عارضة مصابة بفيروس.
 الوثيقة (2): تبين النتائج التجريبية.

التجربة (2)	التجربة 1	التجربة 2
التجربة (1)	خلايا جسمية مصابة بفيروس الزكام للشخص س مزروعة مع خلايا لفوية لـ س	خلايا جسمية مصابة بفيروس الزكام للشخص ع مزروعة مع خلايا لفوية للشخص س
التجربة (1)	خلايا جسمية مصابة بفيروس الزكام للشخص س مزروعة مع خلايا لفوية لـ س	خلايا جسمية مصابة بفيروس الزكام للشخص ع مزروعة مع خلايا لفوية لـ س

1. ضع البيانات المرقمة.
2. باستغلال نتائج الوثيقتين (1 و 2) اشرح الوضعية المطروحة في التمرين.

التمرين 3



الوثيقة (1)

❷ ظهرت اضطرابات خطيرة على صحة أحد الأقارب، تتمثل في ظهور علة أورام مرفوقة بارتفاع درجة حرارة جسمه. فنصحته بإجراء فحوصات طبية مركزة، نتائج لفحوصات كانت كما يلي:

- بيّنت التحاليل الدموية وجود أجسام مضادة خاصة ضد gp120 يدل على إصابة الشخص بفيروس.
- بين الفحص الجهي لعينات مأخوذة من العقد اللمفاوية المتتفحة للعنق عدد كبير من الخلايا المبيبة في الشكل (1) التي تتطور وتتحول إلى الخلايا المبيبة في الشكل (2) من الوثيقة (1).



الوثيقة (2)

1. حدد ما تمثله جزيئات gp120 بالنسبة للعضوية المصابة، ثم وضح برسم عليه كافة البيانات بنية الجسم المضاد ضد gp120.

2. تعرف على الخلايا المبيبة بالوثيقة (1)؟

3. حدد العلاقة بين البيانات التي ظهرت في خلية الشكل (2) ووظيفتها؟ اقترح تفسيراً لزيادة حجم العقد اللمفاوية.

أراد الطبيب المشرف على هذا المريض أن يتعمق أكثر لتأكيد سبب مرضه، فقام بإجراء تحاليل نتائجها مبيبة في منحنى الوثيقة (2).

1. هل هذه النتائج المبينة في المنحنى تؤكّد سبب نوع الإصابة، وضح ذلك بالاعتماد على نتائج الوثيقتين (1 و2).

2. بناءً على معلوماتك سم مرحلة المرض، ثم فسر النتائج الملاحظة بعد الأسبوع السادس من الإصابة.

للحالياً اللمفاوية LT_4 لها مستقبلات غشائية نوعية تسمح بتشبيت ودخول فيروس السيدا داخل الخلية LT_4 من بين العلاجات المقترحة للتخلص من فيروس السيدا هو حقن عد كبيه من LT_4 .
وبحسب ما ذكر في المذكرة المنشورة
1. فسر طريقة هذا العلاج؟

التمرين 4

أ) تظهر على بعض الأشخاص أمراض سرطانية. تتدخل العضوية لمكافحة هذه الخلايا السرطانية.
التجربة التالية تبين شروط ونتائج تجربة:

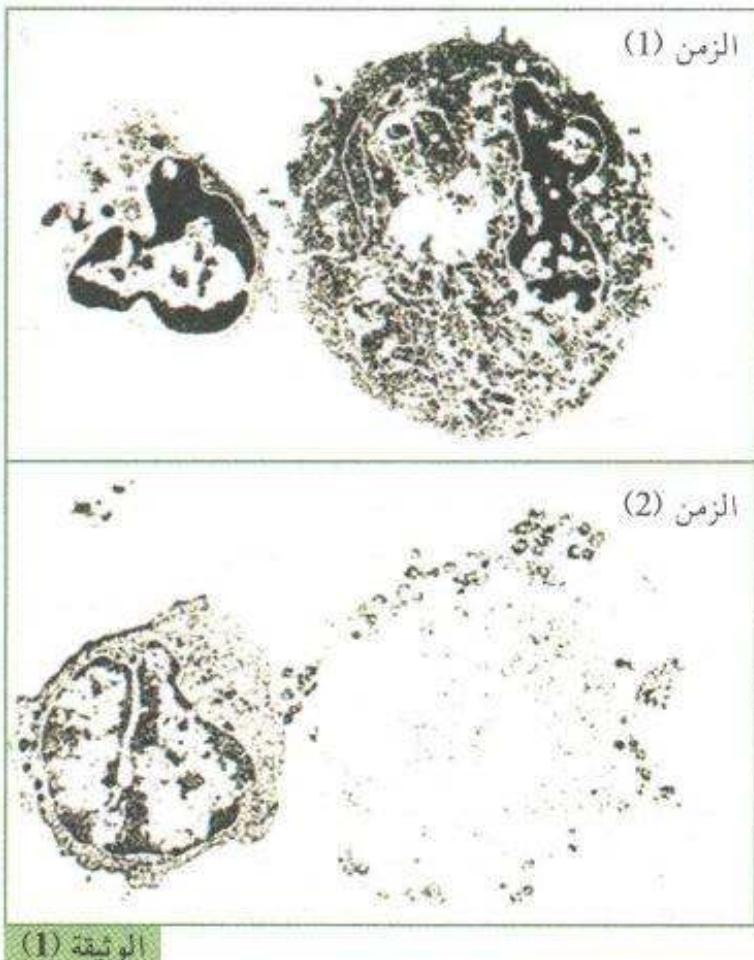
حقن خلايا سرطانية لفأر. بعد أسبوعين نزع منه مستخلص طحالبي من جهة، ومن جهة أخرى كمية من المصل، ووضع كل منها في أنبوب اختبار مع خلايا سرطانية على التوالي.

الوثيقة (1) تبين صورة بالمجهر الإلكتروني لعينة مأخوذة من الأنابيب الأول في زمرين مختلفين Z1 وز2.

1. حلل هذه النتائج محدداً نوع الاستجابة المناعية.

2. بواسطة رسومات خططية واضحة فسر النتائج الملاحظة في الوثيقة (1).

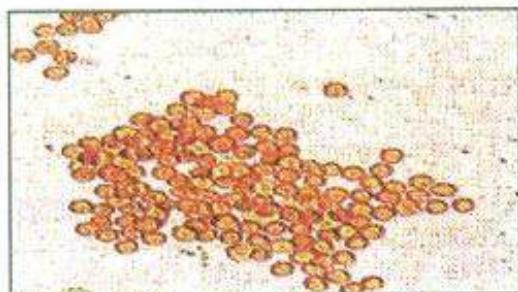
3. بين بمخطط تدخل الجزيئات الدفاعية من لحظة ظهور الخلايا السرطانية إلى ظهور النتائج الموضحة في الوثيقة (1).



التمرين 5

(X) تعرض شخص حادث أدى به إلى فقدان كمية من دمه فأصبح بحاجة ماسة إلى الدم لإنقاذ حياته من الخطر فأجريت الدراسات التالية على دم مجموعة من الأشخاص:

- مزج قطرة دم شخص مع مصل شخص آخر على صفيحة زجاجية يؤدي إلى ارتصاص الكريات الدموية الحمراء مثل ما توضحه الوثيقة (1)



الوثقة (1)

الجدول الموضح بالوثيقة (2) يبين نتائج مزج دم مع مصل لـ 10 أشخاص (الحالات التي يحدث فيها الارتصاص نرمز لها بإشارة (+) وحالات الفارغة تمثل خليط متجانس).

											المصل
											كريات حمراء
10											
+	+	+	+	+	+			+	+		1
+	+	+		+	+						2
+	+	+		+	+						3
+	+	+	+	+	+		+	+			4
											5
+		+	+		+		+	+			6
+	+	+		+	+						7
											8
+		+	+		+		+	+			9
											10

الوثقة (2)

1. فسر ظاهرة الارتصاص المبينة بالوثيقة (1)؟

2. حدد الأشخاص الذين لديهم دم متماثل في الخواص؟

تحتوي الكريات الدموية الحمراء للشخص 2 على سطحها مولدات الارتصاص A في حين الكريات الحمراء للشخص 6 تحمل مولدات ارتصاص B، منه زمرة دم الشخص 2 تدعى A وزمرة الشخص 6 تدعى B.

أ- كيف يمكن تفسير ارتصاص الكريات الحمراء للشخصين 2 و 6 من طرف مصل الشخص 5؟

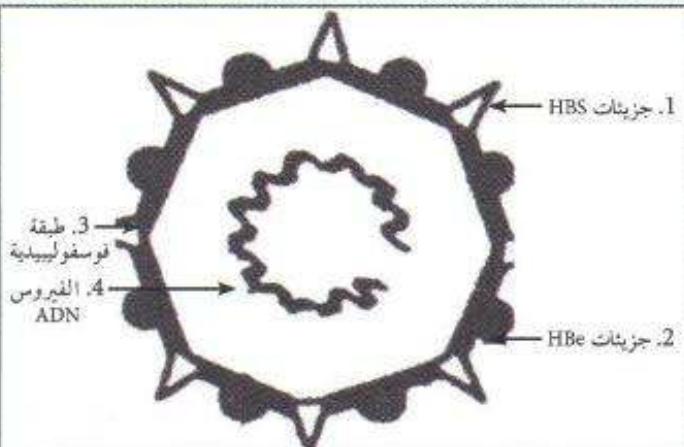
ب- ماذا تقول عن مصل الشخصين 2 و 6؟

ج- الشخص 5 له زمرة O والفرد 1 من زمرة AB هل يحملون أجسام مضادة A أو B، علل الإجابة معتمدا على نتائج الجدول؟

3. بين في جدول مولدات ارتصاص الموجدة على الكريات الدموية الحمراء لكل الزمر الدموية (A و B و O) و خواص المصل.

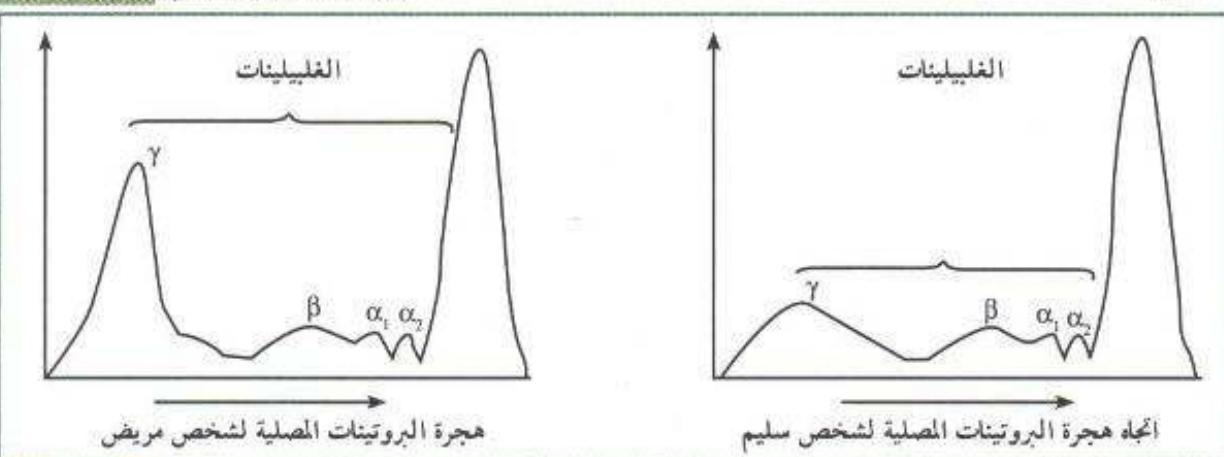
4. إذا علمت أن الشخص المصاب من زمرة O ما هو الدم المناسب له؟ علل.

التمرين 6

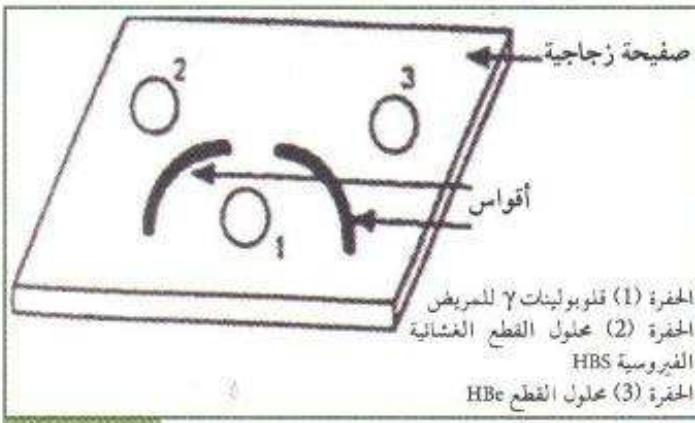


تبين بنية الفيروس الكبدي **الوثيقة (1)**

تستعمل العضوية عند الإصابة بفيروس الإلتهاب الكبدي عدة آليات لاقصائه.
الوثيقة (1) تبين بنية مبسطة للفيروس، أما الوثيقة (2) تبين نتائج فصل البروتينات المصلية بواسطة تقنية الهجرة الكهربائية لشخص سليم وأخر مصاب بالإلتهاب الكبدي.



الوثيقة (2)
تستعمل تقنية الانتشار المناعي على الهمام لاظهار تخصيص الأجسام المضادة اتجاه مولادات الضد، تتم خطوات التقنية حسب ما يلي:



الوثيقة (3)
لمعرفة نوع التفاعل الذي يقصي الفيروس نحقق التجارب التالية:

التجربة 1: نستخلص بلعميات كبيرة (ب1) من عضوية شخص مصاب بالإلتهاب الكبدي ومن جهة أخرى نستخلص بلعميات كبيرة (ب2) من عضوية التوأم الحقيقي للشخص السابق غير مصاب بالإلتهاب الكبدي توضع هذه الخلايا في أوساط الزرع مع خلايا لفافية (B و T).
الشروط التجريبية ونتائجها يبيّنها جدول الوثيقة (4).

نوع الخلايا	1	2	3	4	5
الخلايا المزروعة	LT + 1ب	LB + 1ب	LB + LT	LB + LT + 1ب	LB + LT + 2ب
عدد الخلايا البلازمية	لا توجد	لا توجد	لا توجد	عديدة	لا توجد

(الوثيقة 4)

1. حلل نتائج الوثيقة (4)، وماذا تستخلص؟
2. ما هو الدور التي قامت به البلعميات الكبيرة (ب1) ولم تقم به (ب2)، علل الجواب.

التمرين 7

سؤال تلميذ أستاذة كيف تستطيع الخلايا المناعية التمييز بين الخلايا المصابة والقضاء عليها وبين الخلايا السليمة والتسامح معها. لذا قدم الأستاذ سلسلة من التجارب استعملت فيها الخلايا المولدة للألياف كخلايا مضيفة (غريبة) ممزوجة من سلالتين من الفتران H2d و H2K مصابة بفيروسين (ف1 و ف2) وضعت هذه الخلايا مع خلايا لمفافية ممزوجة من طحال فتران السلالتين السابقتين المحقونة بالفيروسين السابقين (ف1 و ف2).

الشروط التجريبية ونتائجها مبينة بجدول الوثيقة (1).

الفتران المعطية LTc	لحظة حقن الفيروسات	الزمن = 0	الزمن = أيام بعد الحقن LTc يتم نزع	خلايا من نوع H2K مصابة	خلايا من نوع H2d مصابة	خلايا من نوع H2d مصابة	خلايا من نوع H2d مصابة	نوع الخلايا
H2K	لحظة حقن الفيروسات	1 ف	LTc	-	-	-	-	تحلل خلوي
H2K	لحظة حقن الفيروسات	2 ف	LTc	-	-	-	-	تحلل خلوي
H2d	لحظة حقن الفيروسات	1 ف	LTc	-	-	-	-	تحلل خلوي
H2d	لحظة حقن الفيروسات	2 ف	LTc	-	-	-	-	تحلل خلوي

(الوثيقة 1)

1. ما هو مصير الفيروسات المحقونة في كل فأر؟
2. ما هي المعلومة المستخرجة من مقارنة النتائج الحصول عليها مع اللمفافيون المأخوذة من H2K ؟
3. بين برس تفسير فيه ما حدث بين الخلايا H2K و H2d المصابة (ف1) مع لمفافيون H2K المحقون به (ف1) ثم مع السلالة H2d المصابة بفيروس (ف1 و ف2) مع لفوبيات الفأر H2d المحقون به (ف2).
4. لماذا تستخلص فايا يخصن تعرف الخلايا اللمفافية على الخلية المصابة والقضاء عليها؟

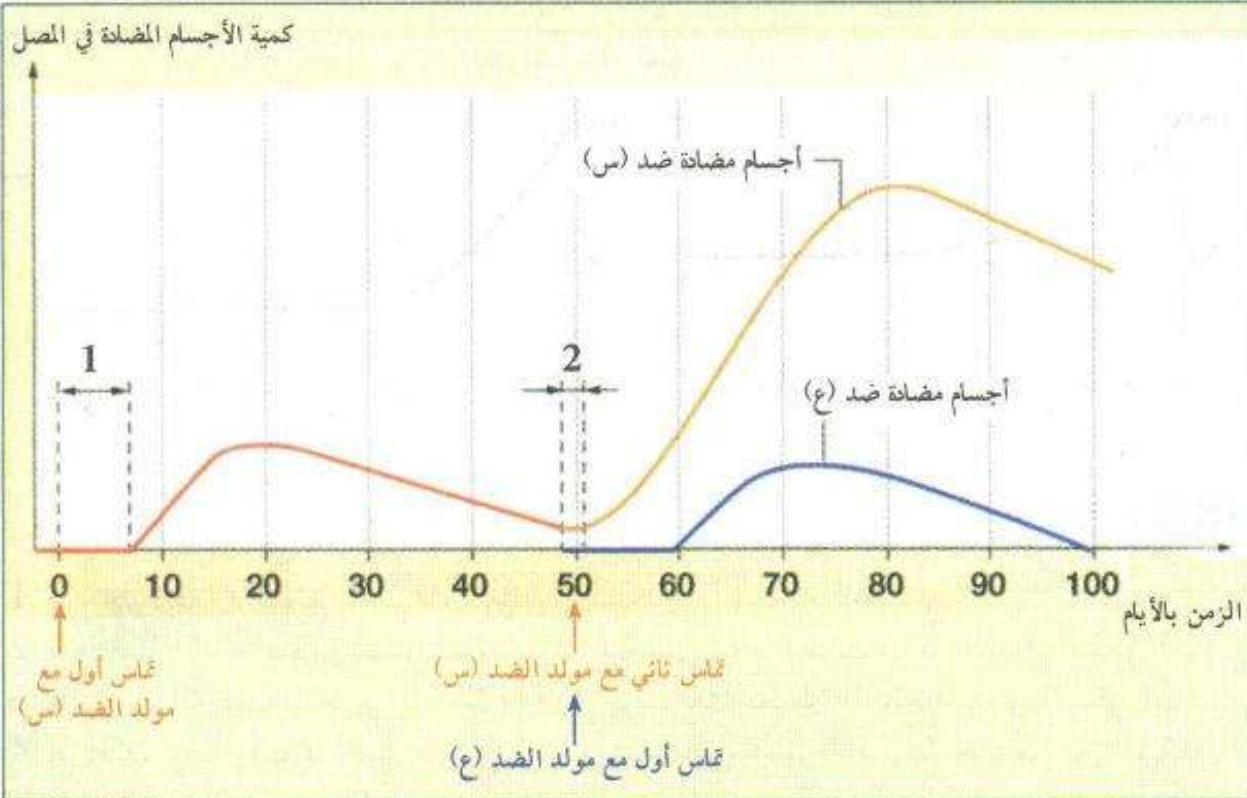
التمرين 8

تعرض العضوية لأمراض خطيرة، والشفاء منها يجنب العضوية خطورتها عند التعرض لها ثانية، مثل مرض الحصبة (la rougeole) ولدراسة هذه الخاصية نستعرض الوثائق التالية: تمثل الوثيقة (1): مقال علمي حول الموضوع.

في سنة 1781 ظهر وباء الحصبة (Féroé) في جزيرة فيريو (la rougeole) ثم اختفى لمدة 65 سنة وعند ظهوره ثانية أصاب 75% إلى 79% من سكان الجزيرة. في هذه الأثناء لاحظ الطبيب الداغاركي L-Panum ما يلي: عدم إصابة أي شخص مسن تعرض للمرض سنة 1781 عكس المسنون الذين لم يتعرضوا للمرض من قبل.

الوثيقة (1)

وتمثل الوثيقة (2) تطور كمية الأجسام المضادة في المصل إثر الإصابة بمولدي الضد (س وع).



الوثيقة (2)

- استخرج ميزات الاستجابة الثانوية مقارنة بالاستجابة الأولية من نتائج الوثيقة (2).
- هل هذه الخصائص تسمح بشرح ملاحظة الطبيب L-Panum في الوثيقة (1)، ووضح ذلك.

التمرين 9

لتوضيع بعض خصائص الأجسام المضادة نقدم التجربة التالية:

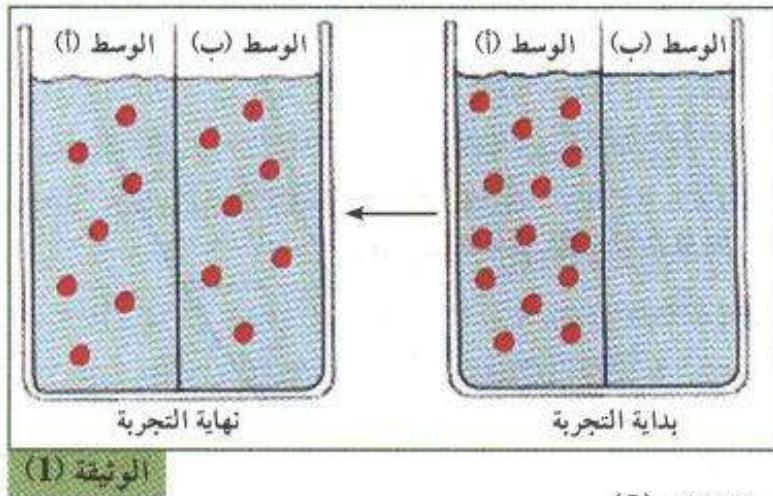
الوثيقة (1) تتمثل تركيب تجاري حيث الوسطين (أ و ب) مفصولين بعشاء نفوذ محددات مولد الضد وغير نفوذ للأجسام المضادة.

1) نضع في الوسط (أ) محددات مولد الضد ثم نعاير في نهاية التجربة محددات مولد الضد الحرة في كلا الوسطين.

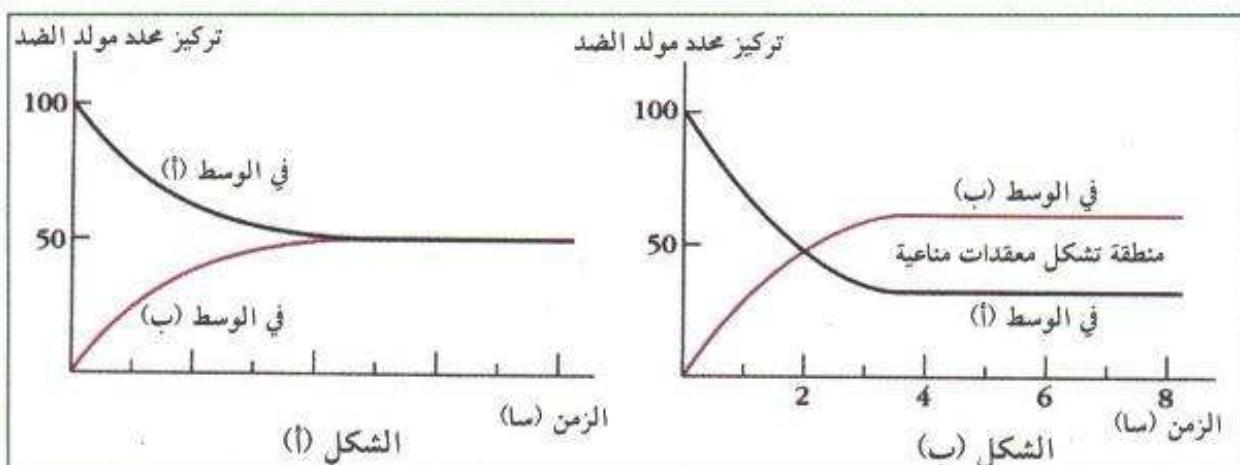
النتائج موضحة في الشكل (أ) من الوثيقة (2).

2) نضع أجسام مضادة محدد مولد الضد السابق في الوسط (ب) ونعيد نفس التجربة السابقة.

النتائج موضحة في الشكل (ب) من الوثيقة (2)



الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

- قدم تحليلا مقارنا لنتائج المنحنيات الممثلة في الشكلين (أ و ب)، ماذا تستنتج؟
- قدم تفسيرا للتأثير منطقة تشكيل المعقدات المناعية على توزع محددات مولد الضد في الشكل (ب).
- باستعمال التركيب التجاري للوثيقة (1) مثل برسومات تخطيطية النتائج المبينة في الشكل (ب).
- إذا أضفنا أجسام مضادة أخرى للوسط (ب) وأعدنا نفس التجربة السابقة، حدد من بين الشكلين (أ و ب) المنحنى الحصول عليه، علل. ماهي الخاصية التي تم إبرازها في هذه التجربة؟

الوحدة 5

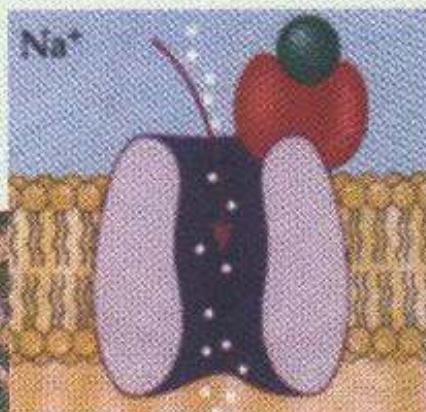
دور البروتينات في الاتصال العصبي

للبروتينات دوراً أساسياً في حياة العضوية فزيادة على دورها التركيبي أو الهدمي كالانزيمات، تلعب البروتينات كذلك دوراً في الدفاع على العضوية وحمايتها، كما تلعب دوراً مهماً في النقل العصبي.

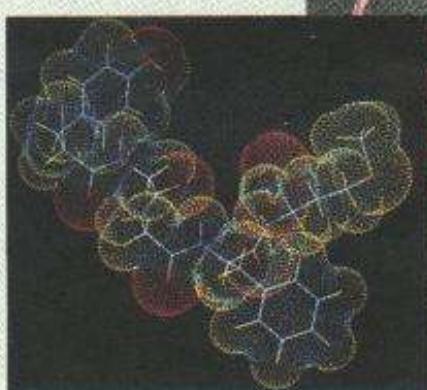
» كيف تعمل هذه البروتينات في الاتصال العصبي؟



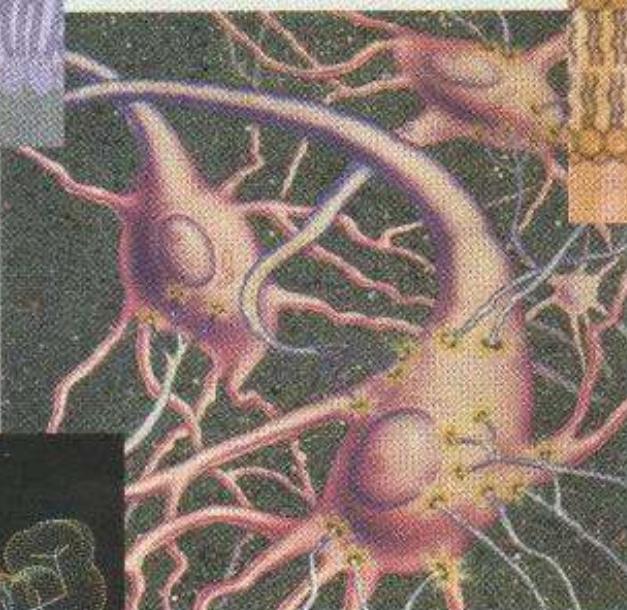
رسم تخطيطي لقناة
بروتينية K^+



رسم تخطيطي لقناة بروتينية
كيميائية



جزيئه مبلغ كيميائي



رسم تخطيطي لشبكة عصبية

كل عناصر الوحدة

1. تذير بالكتسبات
2. آلية النقل الشبكي
3. كمون الراحة
4. كمون العمل
5. آليات الإدماج العصبي
6. تأثير المخدرات على مستوى المشابك

النشاط 1

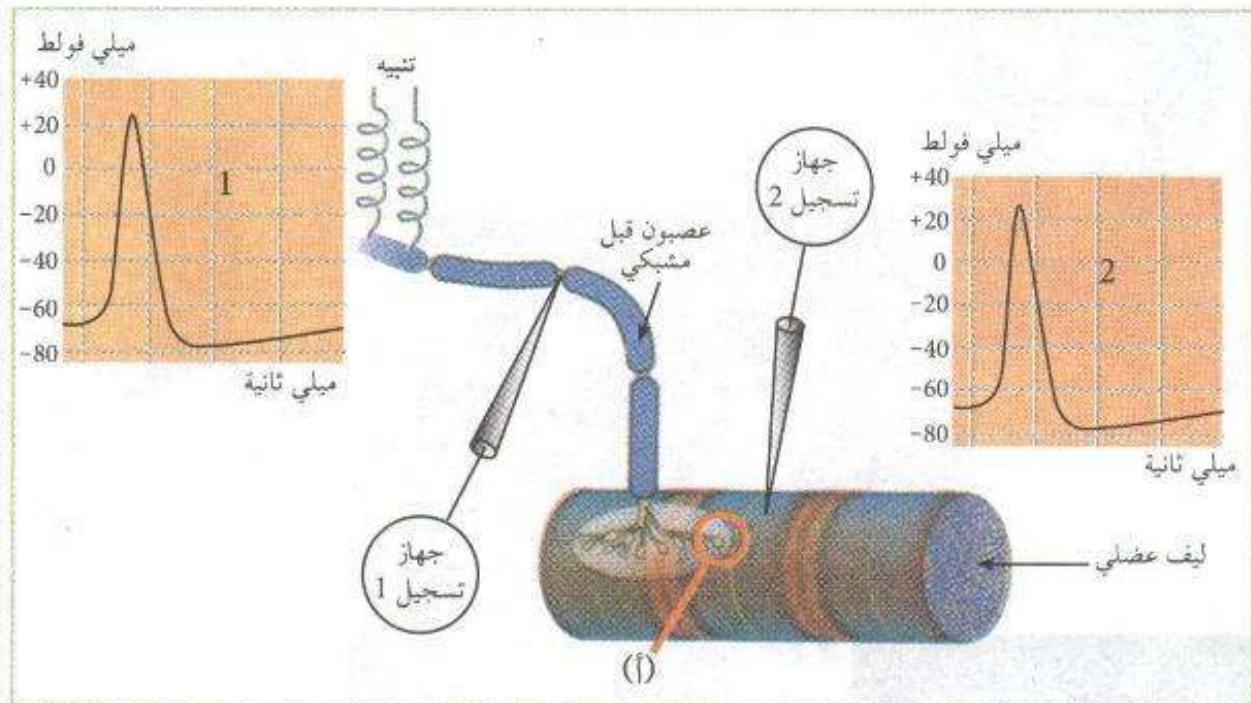
تذكير بالمكتسبات

يؤدي المتعكس العضلي إلى تدخل العناصر التشريحية التالية: مستقبلات حسية، عصبونات حسية جاية نحو المركز العصبي، عصبونات نابضة محركة، عضلات منفحة، تتصل هذه العناصر فيما بينها بواسطة مشابك.

كيف تنتقل السائلة العصبية في مستوى المشابك من الخلية قبل المشبكية إلى الخلية بعد مشبكية؟

١ عواقب تنبية ليف عصبي قبل مشبكى

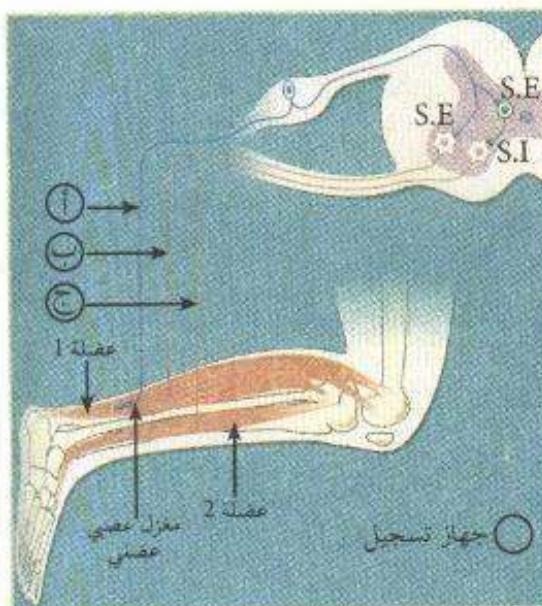
تمثل الوثيقة (1) رسمًا تخطيطياً لتركيب تجربة مكوناً من تسجيل منحنيات الشكل (1 و 2) إثر تنبية الليف العصبي قبل مشبكى تنبئها فعلاً.



الوثيقة (1)

1. سُمِّيَ التسجيلان 1 و 2 من الوثيقة (1)؟ ثم تعرَّف على البنية (أ)، مبيَّناً تركيبها.
2. يتعلَّم عن تنبية الليف العصبي قبل المشبكى تعاقب ظواهر كهربائية وكميائة قبل تقلص الليف العضلي:
 - أ - ربِّ هذا التعاقب ثم حدد مقره.
 - ب - استنتج دور البنية (أ) في هذا التعاقب.
3. ماذا تستخلص من دراستك لهذه التجربة؟

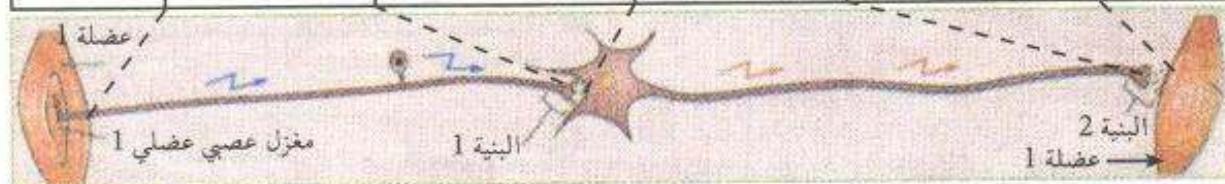
٢ مسار السيالة العصبية أثناء المنعكس العضلي



مثل الوثيقة (2) مسار السيالة العصبية في المنعكس العضلي، بينما تمثل الوثيقة (3) رسمًا تفسيريًا لمسار السيالة العصبية المولدة في المغزل العصبي العضلي للعضلة 1 والعودة إليها (للتوسيع مثل العضلة 1 مرتين).

1. بالاعتماد على معلوماتك ونتائج الوثيقة (2):
 - أ- مثل التسجيلات الكهربائية الحصول عليها في الأجهزة (أ، ب، ج).
 - ب- تعرف على البيانات المشار إليها بـ S.E. SI.
2. حدد دور المركز العصبي في هذه الحالة.
3. بالاعتماد على جوابك السابق ومعطيات الوثيقة (3)، املأ الجدول المرفق بما يناسب من رسم تخطيطي يمثل المنعكس العضلي الوثيقة (2) المعلومات.

تبية المغزل (العضلة 1)	اتجاه السيالة العصبية وطبيعتها	انتقل الرسالة العصبية في مستوى البناء 1	اتجاه السيالة العصبية وطبيعتها	انتقل الرسالة العصبية في مستوى البناء 2	استجابة العضلة 1



مسار السيالة العصبية الوثيقة (3)

* بناء على ما سبق مثل تخطيطياً كيفية انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشابك محدداً دور المركز العصبية في ذلك؟

النشاط 2

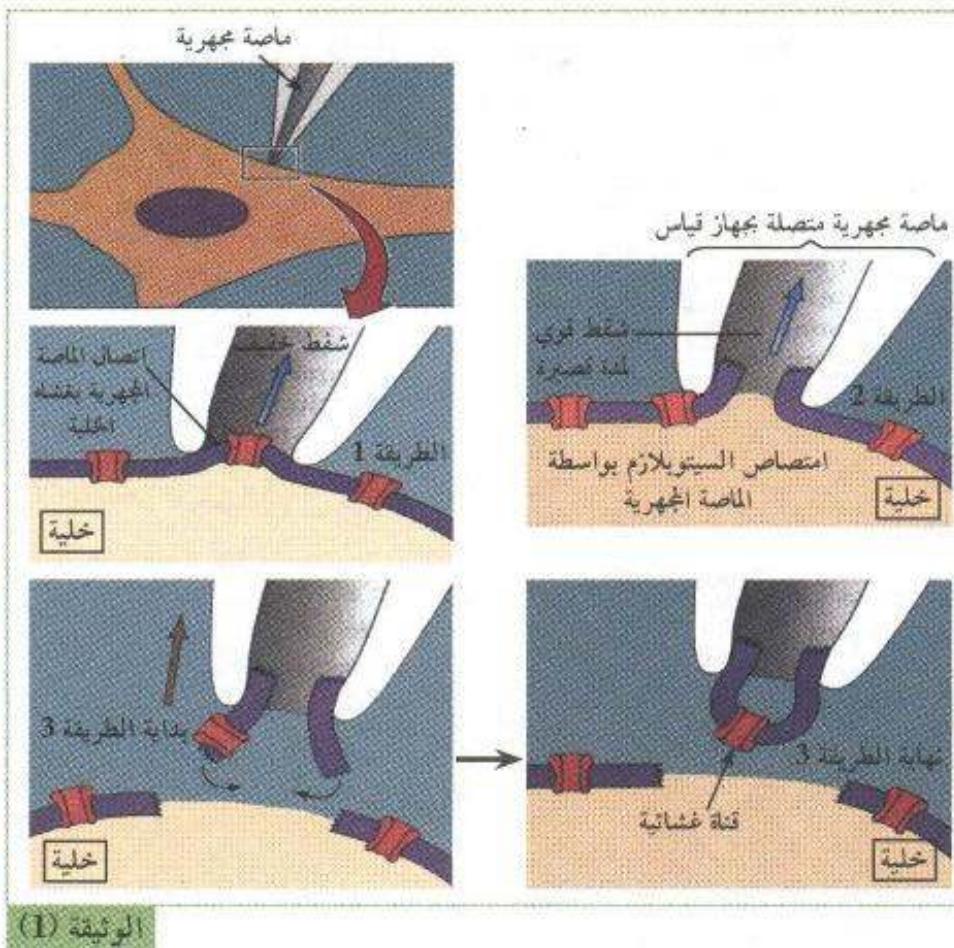
آلية النقل المشبكى

تنقل الرسالة العصبية على مستوى المشابك الكيميائية بفضل المبلغات الكيميائية مثل الأستيل كولين إثر تنبية فعال للغشاء قبل مشبكى.

ـ لكن كيف تؤثر هذه المبلغات الكيميائية؟ وما هي التغيرات التي تسببها على مستوى غشاء الخلية بعد مشبكى؟

١ مصدر كمون العمل

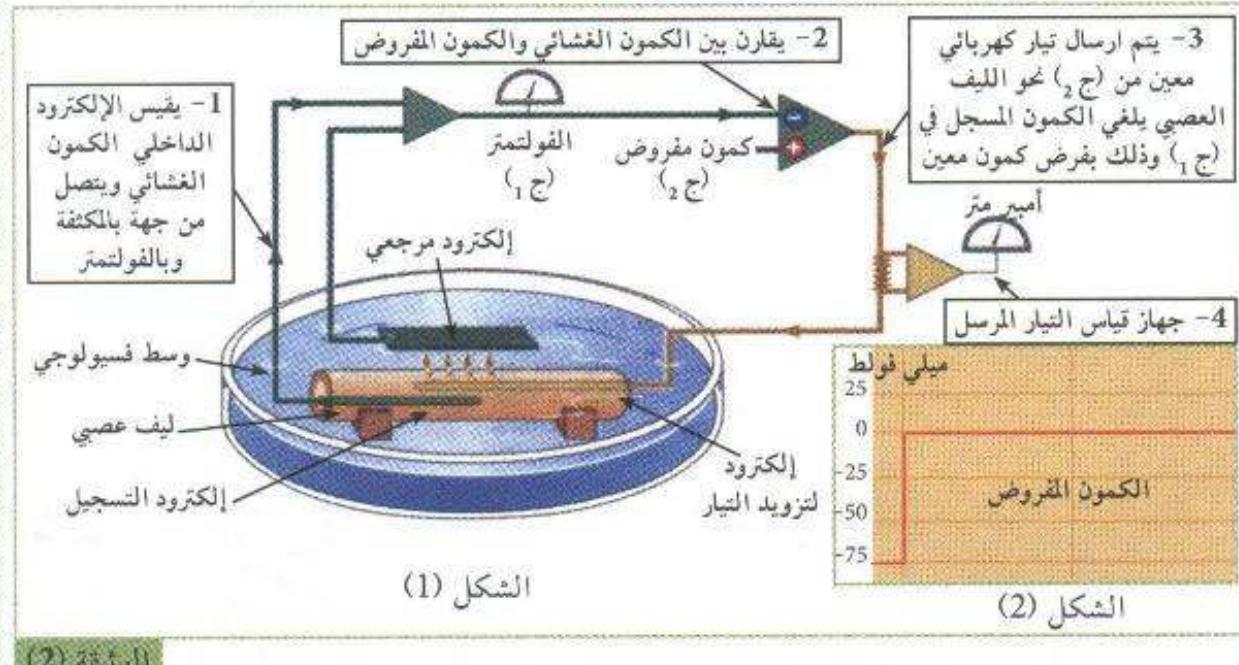
طور العلماء عدة تقنيات دقيقة مكتنفهم من معرفة مصدر كمون العمل، من بين هذه التقنيات تقنية Patch-clamp



أ) مبدأ التقنية:
تسمح هذه التقنية
بعزل جزء صغير من
الغشاء الهيولي أو
فصله كلياً عن الخلية
بواسطة ماصة زجاجية
مجهرية تحتوي على
سائل ناقل ومتصلة
بجهاز حساس جداً
للتغيرات الكهربائية
كما هو موضح
بالطرق (١, ٢, ٣)
من الوثيقة (١).

ـ بالاعتماد على أشكال الوثيقة (١):
ـ استخرج الطرق المختلفة لعزل الغشاء بهذه التقنية مبيناً الاختلاف بينها.

- ب) تقنية تطبيق كمون مفروض على غشاء الليف العصبي**
- تتمثل الوثيقة (2) التركيب التجاري لتقنية قياس وفرض كمون معين على جانبي غشاء الليف العصبي للكلمار حيث:
- الشكل 1 تقنية فرض الكمون.
 - الشكل 2 نتيجة الكمون المفروض.
- تنبيه: نفس المبدأ يطبق على جزء من الغشاء عزل بالتقنية السابقة.



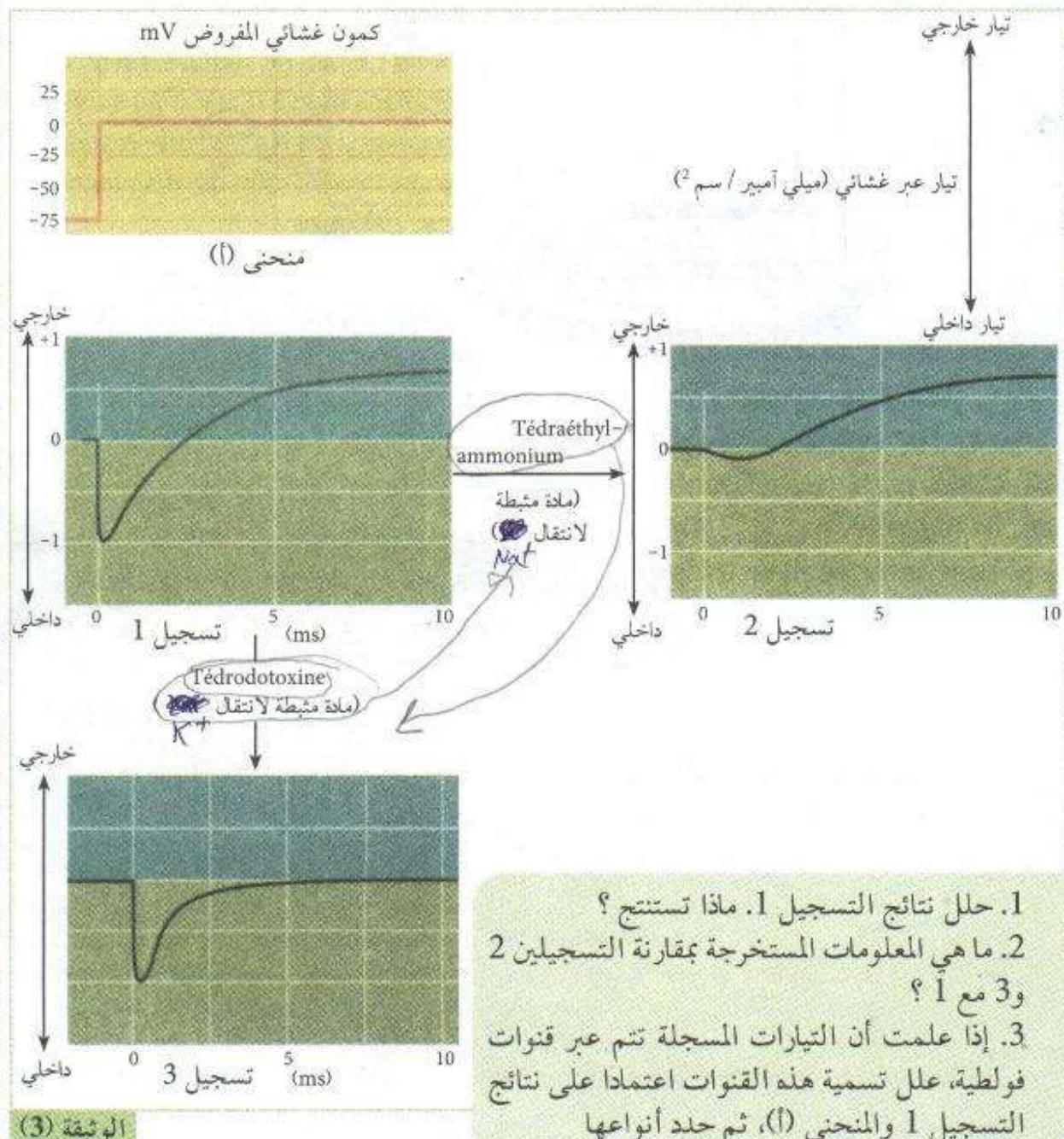
- ٤.٣.٢.١.١.١** بالاعتماد على معطيات الوثيقة (2):
1. بين كيفية فرض كمون معين على غشاء الليف العصبي.
 2. حدد قيمة الكمون المطبق المفروض على الغشاء.

معلومات هامة

- **تقنية Patch-Clamp:** اخترعت هذه التقنية في السبعينات وسمحت بإعطاء معلومات قيمة حول الفتوافر الغشائية المسؤولة عن توليد الكمون إنما تنبية الخلية مباشرةً أو اننقل النبا إليها. تسمح هذه التقنية بعزل جزء من الغشاء يحتوي فتحة واحدة أو أكثر دراسة التيارات الكهربائية الناتجة عن عملها.
- **Patch-Clamp:** معناها بالإنجليزي قطعة.
- **Clamp:** معناها بالإنجليزي حصر - فرض (impose).
- فازت جائزة نوبل سنة 1991 لمخترع هذه الطريقة وهما العالمين Neher et Sakmann.
- يستعمل الليف العصبي للكلمار في التجارب للخصائص التالية:
- قطره يصل إلى 1000 ميكرومتر (عرض 1 إلى 3 ميكرومتر عند الثدييات).
 - يبقى حيا لعدة ساعات في ماء البحر خارج الجسم.

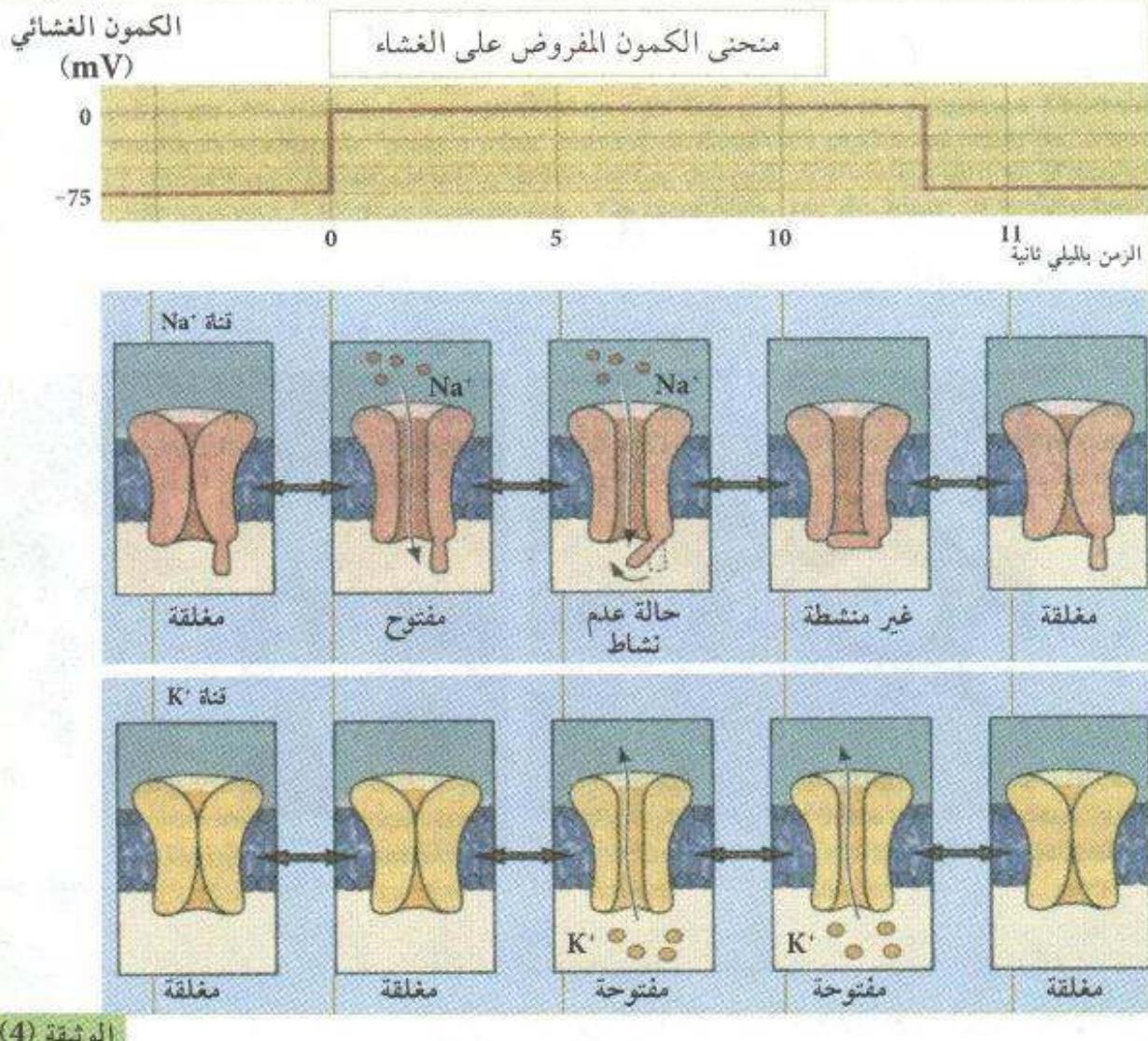
ج) مصدر كمون العمل في الغشاء قبل المشبكى:

- * نعزل جزء من غشاء العصبون قبل المشبكى الذي يحتوى على نوعين من القنوات بطريقة Patch Clamp ونخضعه لكمون اصطناعي مفروض يحول الكمون الغشائى إلى 0 mV مثل ما هو مبين في المنحنى (1)، ثم نسجل التيارات التي تعبّر الغشاء ضمن ظروف معينة النتائج مثلة في تسجيلات الوثيقة (3):
 - التسجيل (1) حالة عادية، أثناء تطبيق الكمون المفروض.
 - التسجيل (2) عند إضافة مادة مثبطة لانطلاق Na^+ .
 - التسجيل (3) عند إضافة مادة مثبطة لانطلاق K^+ .



1. حلل نتائج التسجيل 1. ماذا تستنتج؟
2. ما هي المعلومات المستخرجة بمقارنة التسجيلين 2 و 3 مع 1؟
3. إذا علمت أن التيارات المسجلة تتم عبر قنوات فولطية، علل تسمية هذه القنوات اعتماداً على نتائج التسجيل 1 والمنحنى (1)، ثم حدد أنواعها

* لمعرفة آلية عمل القنوات المرتبطة بالقولطية، نقدم لك أشكال الوثيقة (4).



1. بالاعتماد على أشكال الوثيقة (4) اشرح تأثير الکمون المفروض (المطبق) على هذه القنوات.

2. هل نتائج الوثيقة (4) تعلل التسجيل 1 من الوثيقة (3)؟ وضح.

معلومات هامة

- القنوات القولطية تدعى كذلك بالقنوات المبوبة كهربائياً

* انطلاقاً من دراستك السابقة استخرج إذن مصدر کمون العمل المسجل في منحنى (1) من النشاط (1) في الوثيقة (1) (صفحة 128).

د) مصدر كمون العمل في الغشاء بعد المشبكى:

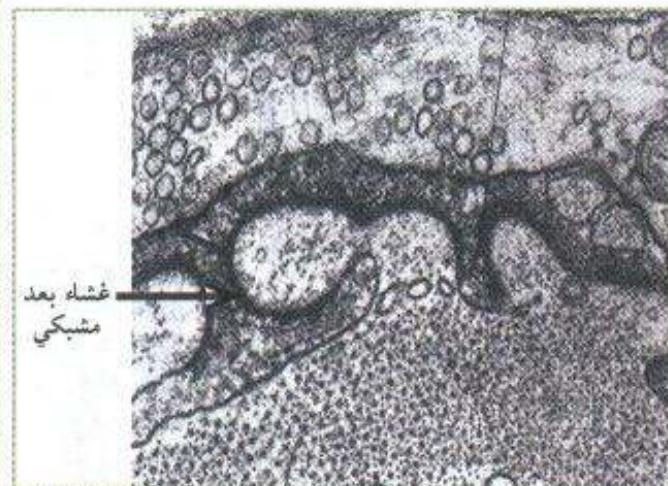
ينتقل كمون العمل من الخلية قبل مشبكية إلى الخلية بعد مشبكية بفضل مبلغات كيميائية مثل الأستيل كولين. التجارب التالية تبين مقدار تأثيرها والتغيرات الناجمة عنها.

* مقدار تأثير الأستيل كولين:

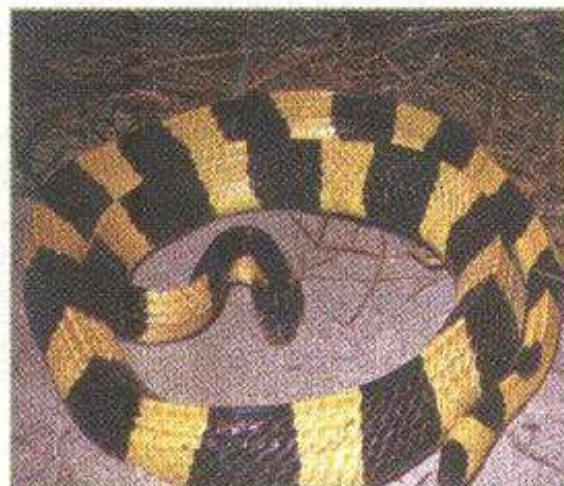
تجربة 1:

لمعرفة مقدار تأثير الأستيل كولين على مستوى المشبك نحقن في منطقة الاتصال العصبي العضلي مادة α bungarotoxin مشعة مستخلصة من الثعبان المبني في صورة الوثيقة (5).

تمثل الوثيقة (6) صورة بالجهر الإلكتروني لمنطقة الاتصال العصبي العضلي المعالجة بمادة α bungarotoxin مشعة وأحصلنا عليها بالتصوير الشعاعي الذاتي.



صورة بالجهر الإلكتروني لمنطقة الاتصال العصبي العضلي المعالجة بمادة α bungarotoxin المشعة (6)



صورة الثعبان *Bungarus multicinctus* (الوثيقة 5)
الذي استخلصت منه مادة الألفا بونغاروتوكسين السامة

1. علل ظهور وتمرير الإشعاع (المناطق الداكنة) في الغشاء بعد المشبكى من الوثيقة (6).
2. إذا أعدنا التجربة السابقة بحقن α bungarotoxin، ثم نحقن الأستيل كولين في الشق المشبكى، فإننا لا نسجل كمون عمل في الخلية بعد المشبكية، بينما نسجل كمون عمل في غياب السم في تجربة مماثلة.
 - ما هي المعلومة المستخرجة من نتائج هذه التجربة.
3. علل سبب شلل فرائس الثعبان الحقونة بالـ α bungarotoxin انطلاقاً من النتائج السابقة.

معلومات مفيدة

- مادة سامة تستخلص من سم نوع من الثعابين حيث يحقن هذا الثعبان سمه في الفريسة المصطاده فتسقط مسلولة.

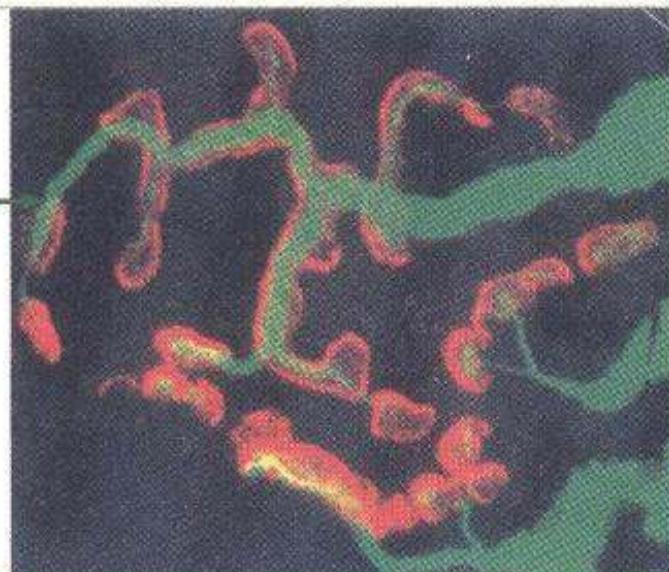
سجع استعمل هذه المادة من طرف العلماء باستنتاج كيفية تأثير الأستيل كولين على الغشاء بعد مشبكى

تجربة 2:

تسمح تقنية الفلورة المعنوية بالتحقق من المعلومة التي توصلت إليها سابقاً، وذلك عن طريق ملاحظة غشاء بعد مشبكى معامل ب الأجسام مضادة مفلورة بالأحمر ضد مستقبلات الأستيل كولين. النتائج مماثلة في الوثيقة (7).

- هل تسمح لك نتائج هذه الملاحظة بالتأكد من المعلومة السابقة؟ علل.

غشاء بعد مشبكى



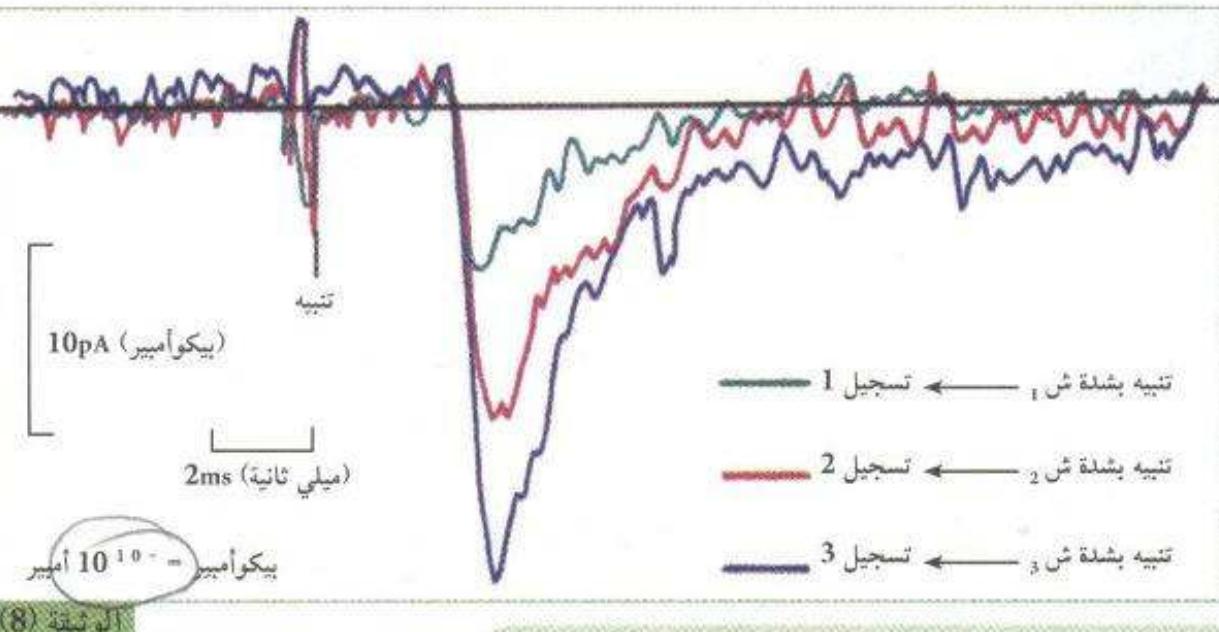
الوثقة (7)

٢ تأثير الأستيل كولين

مصدر النبضات الكهربائية:

المرحلة 1:

تمثل الوثيقة (8) تسجيلات التيار المتولدة على مستوى جزء من الغشاء بعد المشبكى المعزول بتقنية Patch Clamp إثر تنبية متزايدة لغشاء قبل مشبكى، علماً أن حقن كميات متزايدة من الأستيل كولين في الشق المشبكى تعطي نفس النتيجة.



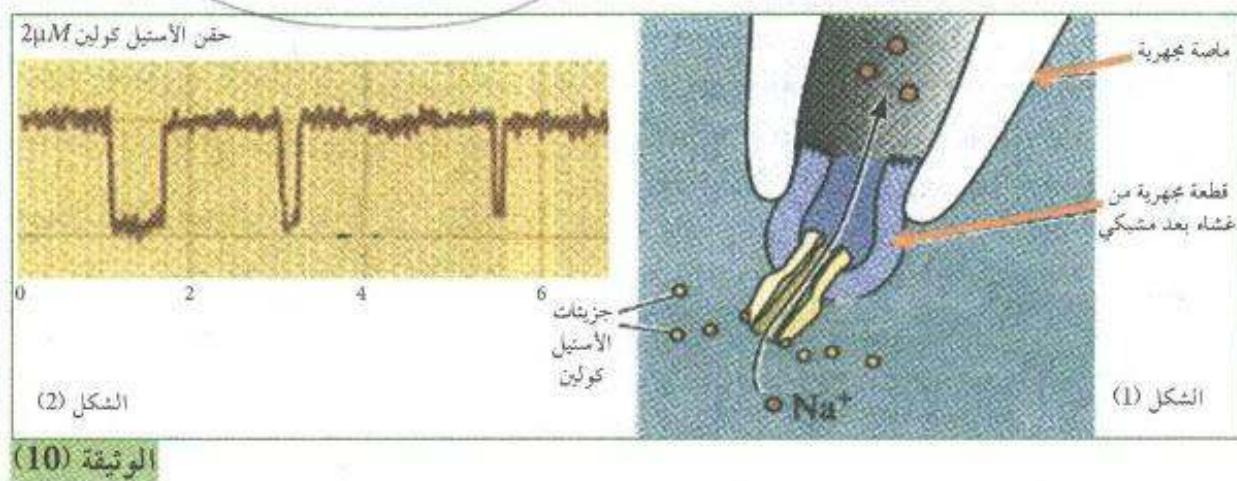
- حلل نتائج تسجيلات الوثيقة (8)، ماذا تستنتج؟

المرحلة 2:

- (ا) نعزل قطع من غشاء بعد مشبكى التي تتحوصل تلقائيا ثم حقنها بشوارد Na^+ المشع ونضعها في وسط ملائم لا يحتوى على شوارد Na^+ المشعة.
- الوثيقة (9) تبين المعطيات التجريبية ونتائجها.



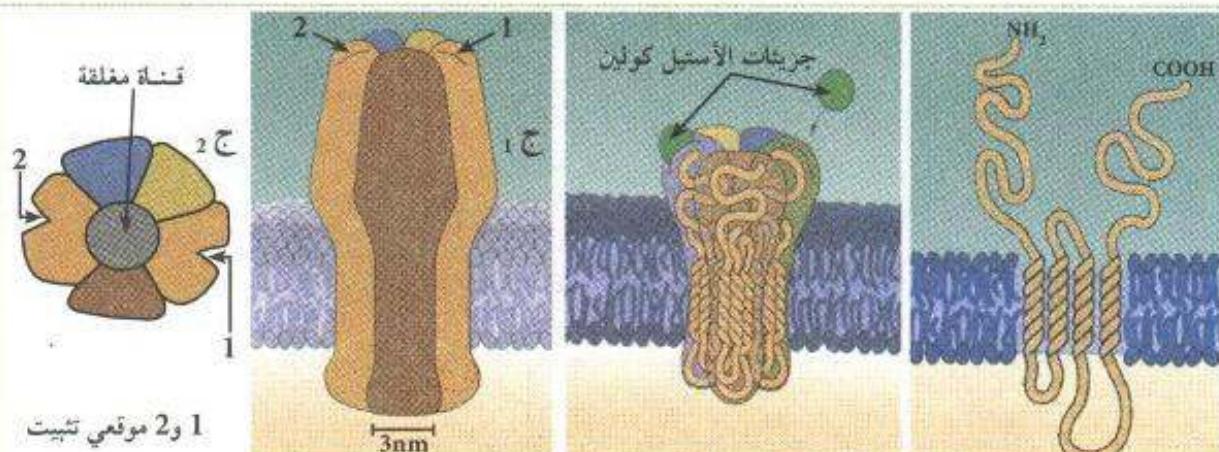
ب) تمثل الوثيقة (10) قطعة مجهرية لغشاء بعد مشبكى معزولة بتقنية Patch Clamp الشكل (1)، حيث الماصة المجهرية المتصلة بجهاز التسجيل تمكنا من تسجيل منحنيات الشكل (2) إثر حقن 2 ميكروغرام من الأستيل كولين.



- حلل نتائج جدول الوثيقة (9). ماذا تستنتج؟
- بالربط بين نتائج الوثيقة (9) والشكل (1) من الوثيقة (10)، اشرح مصدر نبضات التيار المسجلة في الشكل (2) من الوثيقة (10).

٣) بنية المستقبلات الغشائية للأستيل كولين

تمثل أشكال الوثيقة (11) الشكل (ا) إحدى تحت الوحدات البنائية المكونة للمستقبل الغشائي للأستيل كولين، والشكل (ب) يبين البيئة الفراغية ثلاثة الأبعاد للمستقبل الغشائي للأستيل كولين، بينما الشكل (ج) فيمثل رسم تخططي للمستقبل الغشائي السابق ورسم توضيحي لمنظره العلوي.



1 و 2 موقع تثبيت

الشكل (ج): منظر جانبي للمستقبل الغشائي (ج₁) ومنظره العلوي (ج₂)

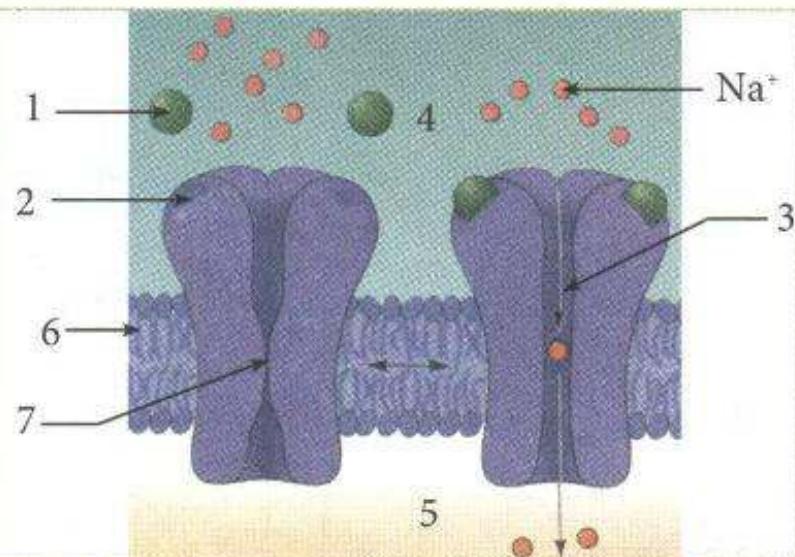
الشكل (أ): إحدى نعم الوحدات البنائية المكونة للمستقبل الغشائي للمستقبل الأستيل كولين

لأستيل كولين

الوثيقة (11)

- بالاعتماد على الشكلين (أ) و(ب) من الوثيقة (11) صنف بنية المستقبل الغشائي للأستيل كولين، ثم حدد طبيعته الكيميائية.
- ما هي المعلومة الإضافية التي يقدمها لك الرسمين الممثلين بالشكل (ج)؟

ب) عمل المستقبلات الغشائية للأستيل كولين



الوثيقة (12)

تبين الوثيقة (12) حالة المستقبلات الغشائية في وجود غياب الأستيل كولين.

- ضع البيانات المرقمة.
- بالاعتماد على شكل الوثيقة (12):
 - بين كيف تعمل هذه المستقبلات على مراقبة التدفق الداخلي لشوارد الصوديوم.
 - 3. علل إذا تسمية هذه القنوات بالقنوات الكيميائية.

- * قارن بين القنوات الفولطية والكيميائية، تم بين دورهما.
- * مثل برسم تخطيطي دور المستقبلات الغشائية للأستيل كولين في حالة المنعكس العضلي.

كمون الراحة

الألياف العصبية الحسية والمحركة هي دعامة نقل الرسائل العصبية.

- ـ ما هي الخاصية التي تميز بها هذه الألياف؟ وما دور البروتينات الغشائية في ذلك؟
- ـ ما هي الآليات الأيونية المسؤولة عن هذه الخاصية؟

❶ الخواص الكهربائية للألياف العصبية

باستعمال جهاز راسم الذبذبات المهبطي (الأوسلوكوب) توصل العلماء إلى دراسة الخواص الكهربائية لليف العصبي.

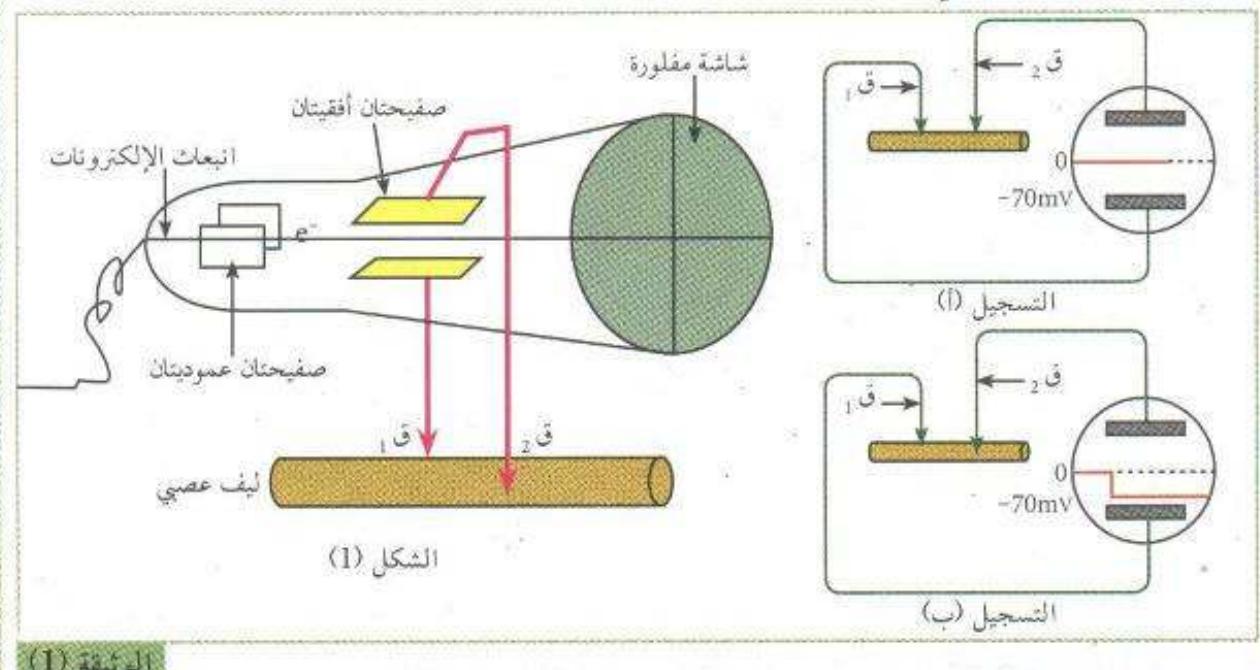
مبدأ استعمال جهاز الأوسلوكوب والتسجيلات الكهربائية:

- أ) مبدأ استعمال الجهاز:

تبعد إلكترونات من المبع الإلكتروني لتمر بين صفيحتين عموديتين وصففيحتين أفقيتين لتسقط على شاشة مفلورة مشكلة نقطة ضوئية على مستوى الصفر إذا لم تحرف الإلكترونات أثناء مسارها. تتصل الصفيحتان الأفقيتان بمسريي استقبال Q_1 و Q_2 وأي تغير لشحنة المسررين يؤدي إلى تغير شحنة الصفيحة الموافقة، وبالتالي تغير مسار الإلكترون لتسجيل المنحنى على الشاشة. أما الصفيحتان العموديتان فتعطيان المسح الأفقي الذي يشير إلى الزمن، أنظر الشكل (1) للوثيقة (1).

- ب) التسجيلات الكهربائية:

التسجيلين (أ و ب) للوثيقة (1) تم الحصول عليهما بوضع مسريي استقبال Q_1 و Q_2 في موضعين مختلفين من الليف العصبي للكلالار.



- بالاعتماد على مبدأ استعمال الجهاز حند الإشارات الكهربائية لكل من ق وف في التسجيلين (أ و ب) من الوثيقة (1).
- استخلص مما سبق نوعية الشحنات الموجدة على السطح الداخلي والخارجي لغشاء الليف.
- استخرج الخاصية التي يتميز بها الليف العصبي انطلاقاً من التسجيل (ب).
- يدعى التسجيل (ب) بكمون الراحة علماً.

٢ مصدر الكمون الغشائي (كمون الراحة)

لمعرفة مصدر الكمون الغشائي نقترح التجارب التالية:

المرحلة ١:

يظهر الجدولين (١ و ٢) من الوثيقة (٢)، نتائج قباس تركيز Na^+ و K^+ داخل وخارج خلوي، في شروط تجريبية مختلفة، بينما يظهر التسجيلين (١ و ٢) تسجيلات كهربائية لقياسات أنجزت على محور أسطواني للكلamar (تسجيلات الجدول (٢) أجريت على محور ميت).

التركيز ميليمول / ل		الوسط الشوارد
وسط داخلي	وسط خارجي	
210	210	K^+
245	245	Na^+

جدول (٢)

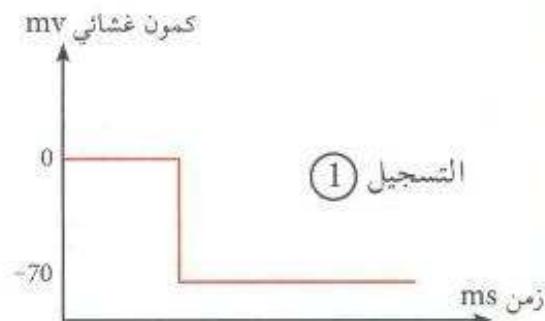
التركيز ميليمول / ل		الوسط الشوارد
وسط داخلي	وسط خارجي	
20	400	K^+
440	50	Na^+

جدول (١)



تسجيل كهربائي ق على السطح وف داخل الليف

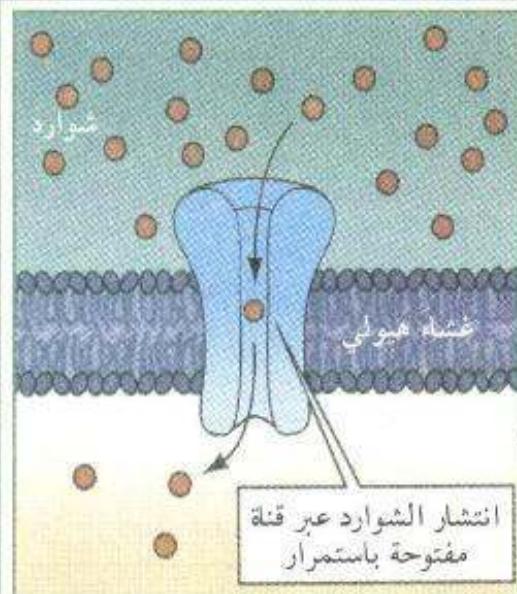
الوثيقة (٢)



تسجيل كهربائي ق على السطح وف داخل الليف

- حلل نتائج الجدولين (١ و ٢)، ملذا تستنتج؟
- علل التسجيلين (١ و ٢) بالاعتماد على نتائج الجدولين.
- ملذا تستنتج فيما يخص مصدر الكمون الغشائي في الخلايا الحية؟

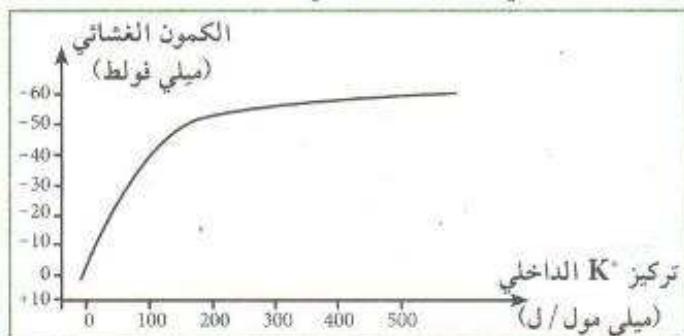
المراحل 2: سُجّلت نتائج تجريبية من أجهاز رسومات خطوطية بين العلاقة بين البروتينات الغشائية وشوارد Na^+ و K^+ (الشكلين (أ) و (ب) من الوثيقة (3). أما الشكل (ج) من الوثيقة (3) فيبيّن نتائج تجريبية توصل إليها العلماء (Hodgkin-Baker-Stark) بعد تفريغ المحتوى الهيولي لخور أسطواني وتعويضه بمحلول متساوي التوتر، يحقن بعد ذلك الخور بشوارد K^+ بتركيز متزايد مع المحافظة على تركيز ثابت لشوارد K^+ خارج الخور.



الشكل (أ): رسم تخطيطي يظهر توزيع القنوات الغشائية في وحدة مساحة غشائية لليف عصبي من الخور الأسطواني
القنوات الأيونية



الشكل (أ): رسم تخطيطي يظهر توزيع القنوات الغشائية في وحدة مساحة غشائية لليف عصبي من الخور الأسطواني



الشكل (ج): تغيرات الكمون الغشائي بدلاًلة التركيز الداخلي للـ K^+

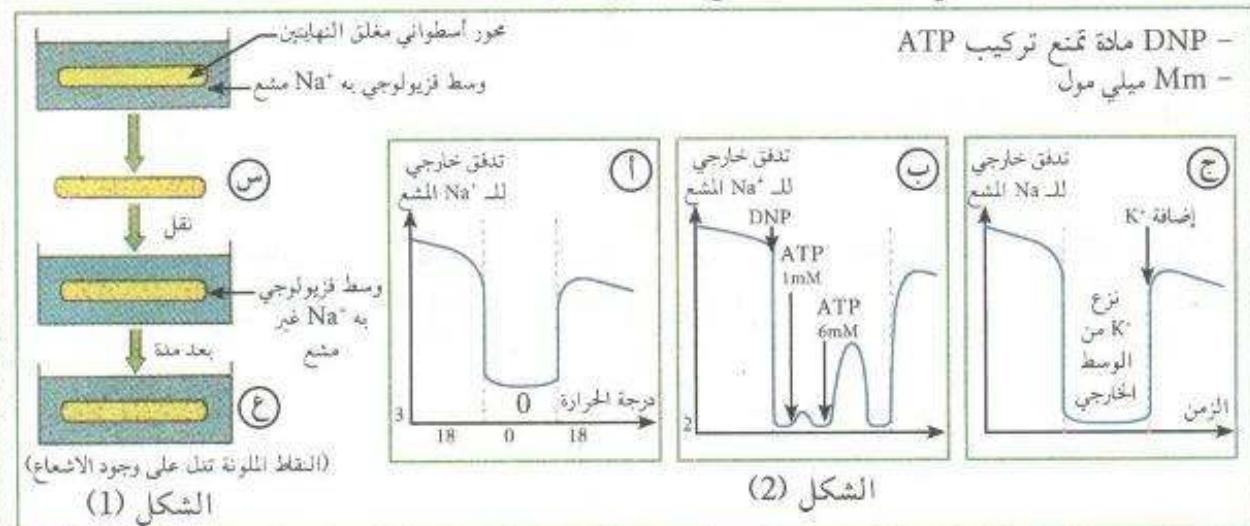
1. قارن بين توزيع القنوات الغشائية لـ Na^+ و K^+ في وحدة المساحة، ماذا تستنتج؟
2. هل تسمح لك النتيجة الحصول عليها والمستخرجة من الشكل (أ) في الوثيقة (3)، من تأكيد أن ناقلي شوارد K^+ أكبر من ناقلي شوارد Na^+ ، على.
3. بالاعتماد على الشكل (ب) من الوثيقة (3)، لماذا تمتاز هذه القنوات مقارنة بالقنوات المدروسة سابقاً؟
4. حلل منحنى الشكل (ج) من الوثيقة (3)، ثم استنتاج المعلومة الإضافية التي يقدمها لك فيما يخص منشاً كمون الراحة؟

٣ ثبات كمون الراحة

لقد بُينت النتائج التجريبية السابقة والملاحظة في الجدول (1) (الصفحة 139) من الوثيقة (2) ثبات التوزيع المتبادر لشوارد على جانبي الغشاء الهيولي للألياف العصبية الحية وبالتالي ثبات كمون الراحة، لتفسير ذلك نحقق التجارب التالية:

التجربة 1: يوضع ليف عصبي للكلمار في وسط فزيولوجي به Na^+ مشع وتركيزه مماثل للوسط الخارجي من الجدول (1) من الوثيقة (2). وبعد مدة ينقل إلى وسط ذو Na^+ غير مشع (مراحل التجربة ونتائجها مماثلة في الشكل (أ) من الوثيقة 4).

التجربة 2: نحقن ليف عصبي للكلمار بكمية قليلة من Na^+ المشع (حتى لا يؤثر على التراكيز الطبيعية) ثم نضعه في وسط فزيولوجي ذو Na^+ غير مشع، ونعاير Na^+ المشع في الوسط الخارجي (الشروط التجريبية ونتائجها مماثلة في منحنيات الشكل (2) من الوثيقة (4)).



الوثيقة (4)

1. يبقى تركيز Na^+ داخل الليف العصبي ثابتا رغم النتائج الملاحظة في (س) من الشكل (1) كيف تفسر ذلك؟

2. هل النتائج الملاحظة في (ع) من الشكل (1) تؤكّد ما توصلت إليه عند إجابتك على السؤال 1؟ وضع.

3. باستغلال نتائج المنحني (أ) حدد الطبيعة الكيميائية للعناصر المسؤولة على ظهور النتيجة المتوصّل إليها في (ع) من الشكل (1)، على إجابتك.

4. ما هي المعلومات الإضافية التي تقدّمها نتائج المنحني (ب وج) من الشكل (2)، الوثيقة (4) فيما يخص شروط عمل هذه العناصر؟ على.



رسوم تخطيطي يوضح آلية عمل مضخة Na^+/K^+ الوثيقة (5)

* تدعى العناصر المسؤولة عن ثبات كمون الراحة بمضخة Na^+/K^+ . صُف آلية عمل هذه المضخة في الذاكرة على كمون الراحة معتمدا على معطيات رسم الوثيقة (5).

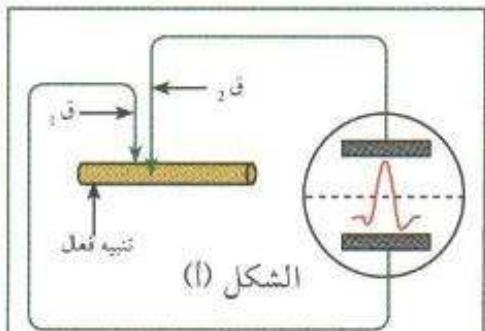
* انطلاقاً مما توصلت إليه في هذا النشاط خص برسم تخطيطي وظيفي عمل مختلف البروتينات الغشائية أثناء كمون الراحة.

كمون العمل

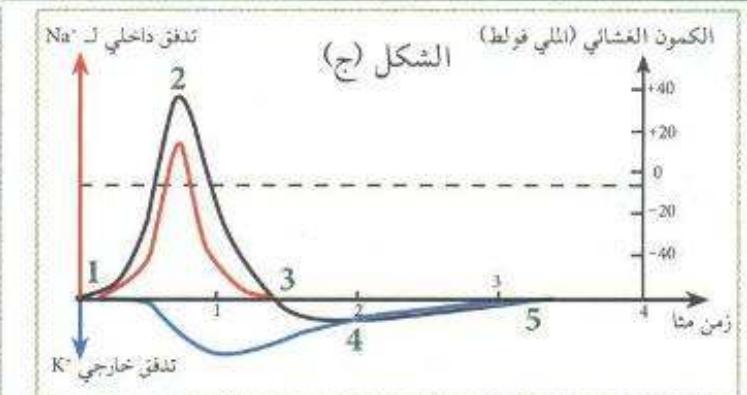
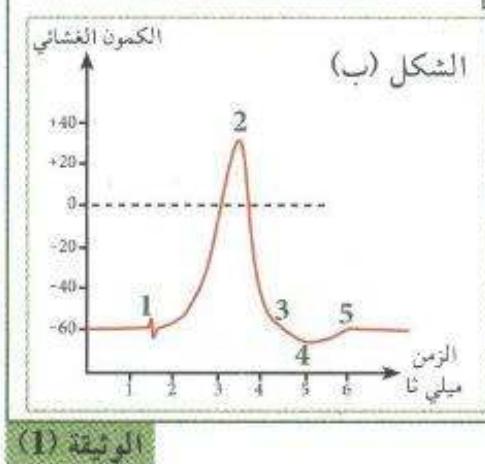
تمتاز كل خلايا العضوية الحية بأغشية مستقطبة، حيث تعمل البروتينات الغشائية المتمثلة في قنوات تسرّب Na^+ و K^+ إلى جانب المضخة على الحفاظ على هذا الاستقطاب، لكن زيادة على ذلك تتميز أغشية العصبونات بوجود نوع آخر من القنوات البروتينية تدعى بالقنوات الفولطية، التي تكون مغلقة في كمّون الراحة، وتكون وظيفية أثناء كمّون العمل، لتنقل النبأ حتى إلى الخلية بعد المشبكية.

كيف تعمل هذه القنوات أثناء كمّون عمل غثّة الخلية قبل المشبكية؟ وكيف تترجم الرسالة العصبية في مستوى الشق المشبكي؟

١ كمّون عمل الغثّة قبل المشبكى

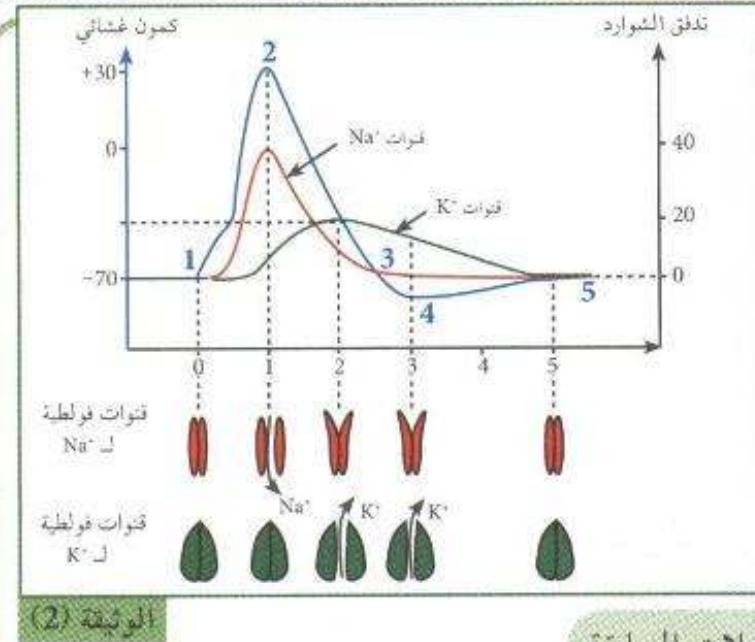


أ) تمثل الوثيقة (ا) الشكل (ا) رسم تخطيطي للتركيب التجاري الذي يسمع بالتسجيلات الكهربائية في الليف العصبي، بينما يمثل الشكل (ب) المنحنى المسجل على شاشة الجهاز في الشكل (ا)، أما منحنيات الشكل (ج) فتمثل تغيرات الكمّون الغشائي ونافلية كل من Na^+ و K^+ نتيجة تنبّه فعل الليف العصبي.



بـالاعتماد على معلوماتك السابقة ومعطيات الوثيقة (ا):

1. سم الأجزاء الملاحظة في الفواصل الزمنية (0-1.5) (1.5-6) ملي ثانية من التسجيل بـ.
2. قدم تحليلاً مقارناً لمنحنيات التسجيل ج معتمداً على الأرقام 1 إلى 5، ماذا تستنتج؟
3. إذا علمت أن التغيرات الشاردية الملاحظة أثناء تسجيلات الشكل (ج) تعود إلى تدخل قنوات فولطية نوعية، استخرج نوع هذه القنوات معللاً إجابتك.

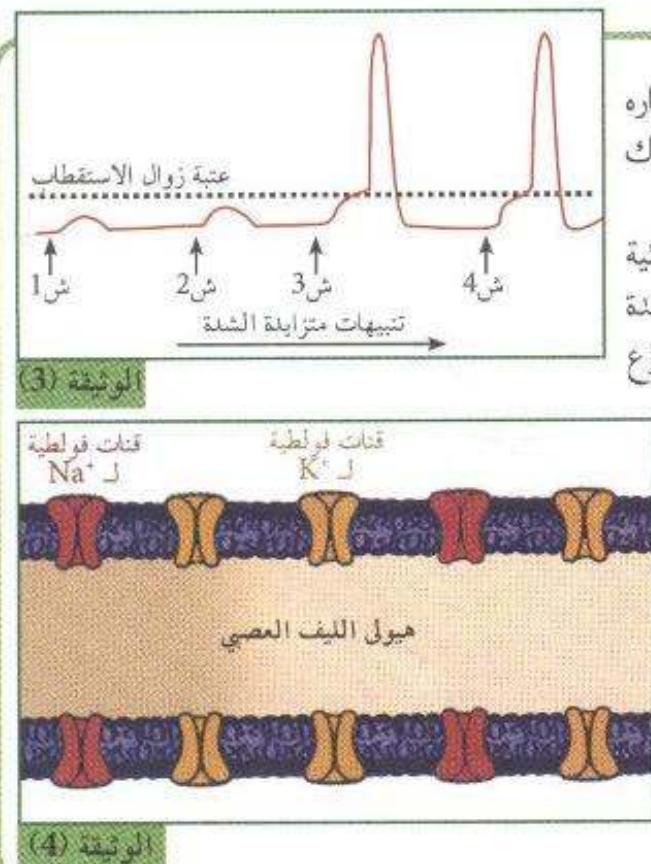


ب) لتوضيح دور القنوات الفولطية (القنوات المبوبة كهربائياً) في تسجيل الكمونات الغشائية نقدم لك معلومات الوثيقة (2).

1. أوجد علاقة بين القنوات الفولطية والأجزاء (1) و(2) و(3) الملاحظة في كل كمون غشائي.

2. بالاعتماد على أشكال الوثيقة (2) اشرح الجزء الممثل لـ (3) و(4) الملاحظ في كل كمون غشائي.

3. قدم تفسيراً لعودة استقرار كمون الراحة المبين في (5) من منحنيات التسجيلات السابقة.



٢ انتشار كمون العمل قبل المشبك

لاستخراج شروط تسجيل كمون عمل وانتشاره حتى مستوى النهاية العصبية قبل المشبكية نقدم لك النتائج التجريبية التالية :

تبين الوثيقة (3) نتائج تسجيلات كهربائية أخذت على ليف عصبي معزول بعد تنبييه بعنة تنبهات متزايدة الشدة، أما الوثيقة (4) فتوضّح توزيع القنوات الفولطية على طول غشاء الليف العصبي عديم النخاعين.

1. حلل نتائج تسجيلات الوثيقة (3) ماذا تستنتج؟

2. يتم انتشار السائل العصبي عند تنبية الليف العصبي بتطبيق الشدتين ش و أو ش. ٤. اشرح كيف تنتشر السائل العصبي معتمداً على معلومات الوثيقة (4)

* بين رسم على المستوى الجزيئي دور البروتينات العشائية للليف العصبي أثناء كمون الراحة والعمل؟

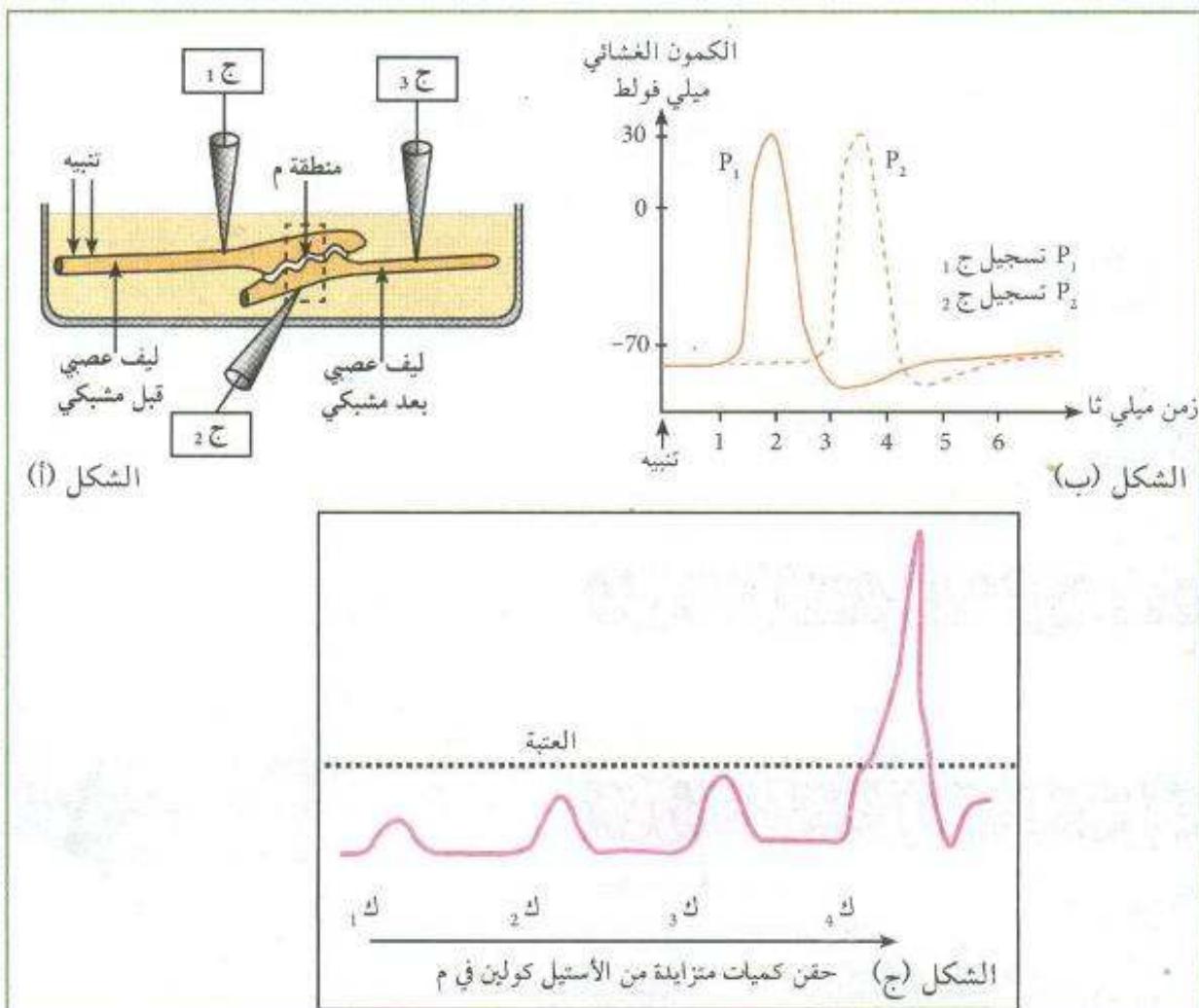
٣ كمون عمل غشاء الليف العصبي بعد مشبك

يؤدي التنبية الفعل لليف عصبي قبل مشبك إلى توليد كمون عمل وانتشاره، وتلعب القنوات الفولطية في ذلك دوراً أساسياً، نريد الآن معرفة عمل القنوات المرتبطة بالكيمياء (مبوبة كميائياً) في مستوى المشبaks.

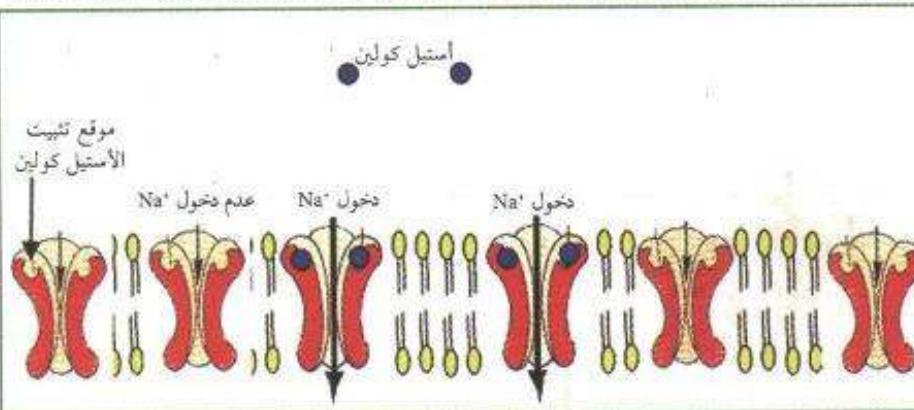
المرحلة ١:

نتائج تجريبية:

يبين الشكل (أ) التركيب التجاري الذي مكتنا من الحصول على نتائج مماثلة في منحنيات الشكلين (ب وج) من الوثيقة (٥) حيث: الشكل (ب) يمثل تسجيلات الكهربائية المسجلة في الجهازين ج_١ وج_٢. بينما يمثل الشكل (ج) تسجيلات كهربائية على مستوى الجهاز ج_٣ إثر حقن كميات متزايدة من الأستيل كولين في المنطقة (م).



- ما هي المعلومة المستخرجة من نتائج التسجيلات (ب) من الوثيقة (5)؟
- حلل نتائج تسجلات الشكل (ج)، ماذا تستنتج؟
- يؤدي تبيه مترايد الشلة في مستوى الليف قبل المشبك من الشكل (أ) إلى الحصول على نفس تسجيلات الشكل (ج) من الوثيقة (5). ما هي المعلومة المستخلصة من ذلك؟



الوثيقة (6)

- لتفسير نتائج تسجيلات الشكل (ب) من الوثيقة (5) نقدم الوثيقة (6) التي تُمثل توزيع القنوات المرتبطة بالكمياء على مستوى الغشاء بعد المشبك من المنطقة (م):

- بالاعتماد على معطيات الوثيقة (6)، فسر اختلاف سعة التسجيلات الملاحظة في الشكل (ج) من الوثيقة (5)؟
- أدى حقن كـ من الأستيل كولين في المنطقة (م) إلى ظهور كمون عمل في جـ، هل يؤدي حقن الكمية كـ إلى نفس النتائج؟ علل إجابتك.

المرحلة 2:

في تركيب تجاري مماثل للشكل (أ) من الوثيقة (5) حققت تجارب شروطها ونتائجها مماثلة في جدول الوثيقة (7).

التجربة	الشروط التجريبية	النتائج في جـ
1	تبه الغشاء قبل مشبك تبيها فعلا	
2	نعيد التجربة 1 لكن نحقق في الشق المشبك للمنطقة م مادة المشبطة لإزالة الأستيلكولين إستراز Pilocarpine	

الوثيقة (7)

- قارن بين نتائج التجارب، ماذا تستنتج؟
- ما هي المعلومات المستخرجة من مقارنة نتائج التجارب (1 و 2) فيما يخص تأثير الأستيل كولين في الحالة الطبيعية، علل.
- فسر إذا نتائج التسجيل Pـ من الشكل (ب) للوثيقة (5).

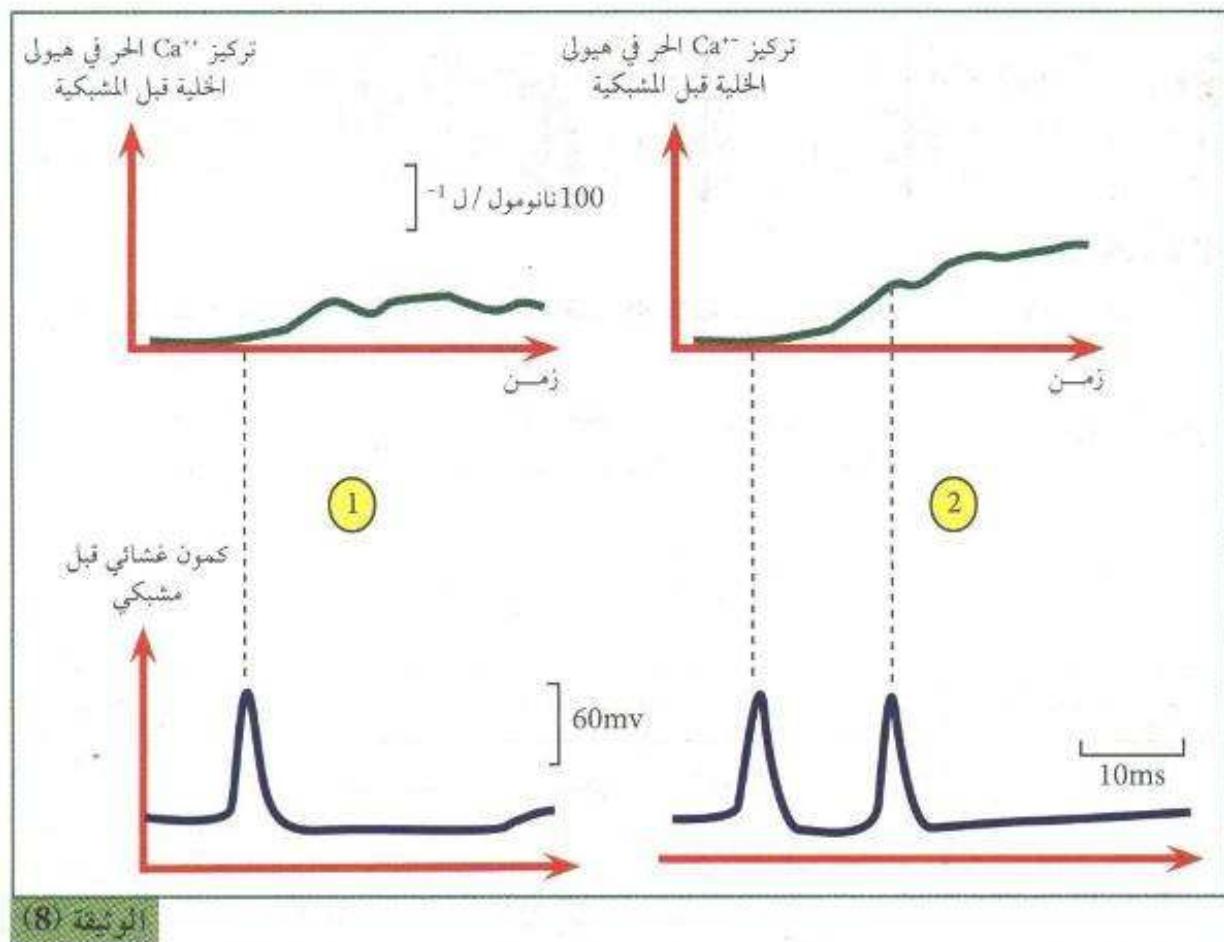
* ترجم المعلومات المستخلصة من النشاط 2 على شكل رسم تخطيطي وظيفي تبرز فيه عمل القنوات النوعية المرتبطة بالكمياء بعد تبيه المبلغ العصبي على الغشاء بعد المشبك؟

٤ ترجمة الرسالة العصبية قبل المشبكية في مستوى الشق المشبكى

تبين مما سبق أن الرسالة العصبية في مستوى المشابك مشفرة على شكل تواترات كمون عمل في الغشاء قبل المشبكى، وعلى شكل تراكيز للنبلع الكيميائى في الشق المشبكى، ثم من جديد مشفرة على شكل كمون عمل في العصبون بعد مشبكى. فكيف يتم الإنتقال من نمط معين من الشفرات إلى آخر في مستوى الشق المشبكى؟

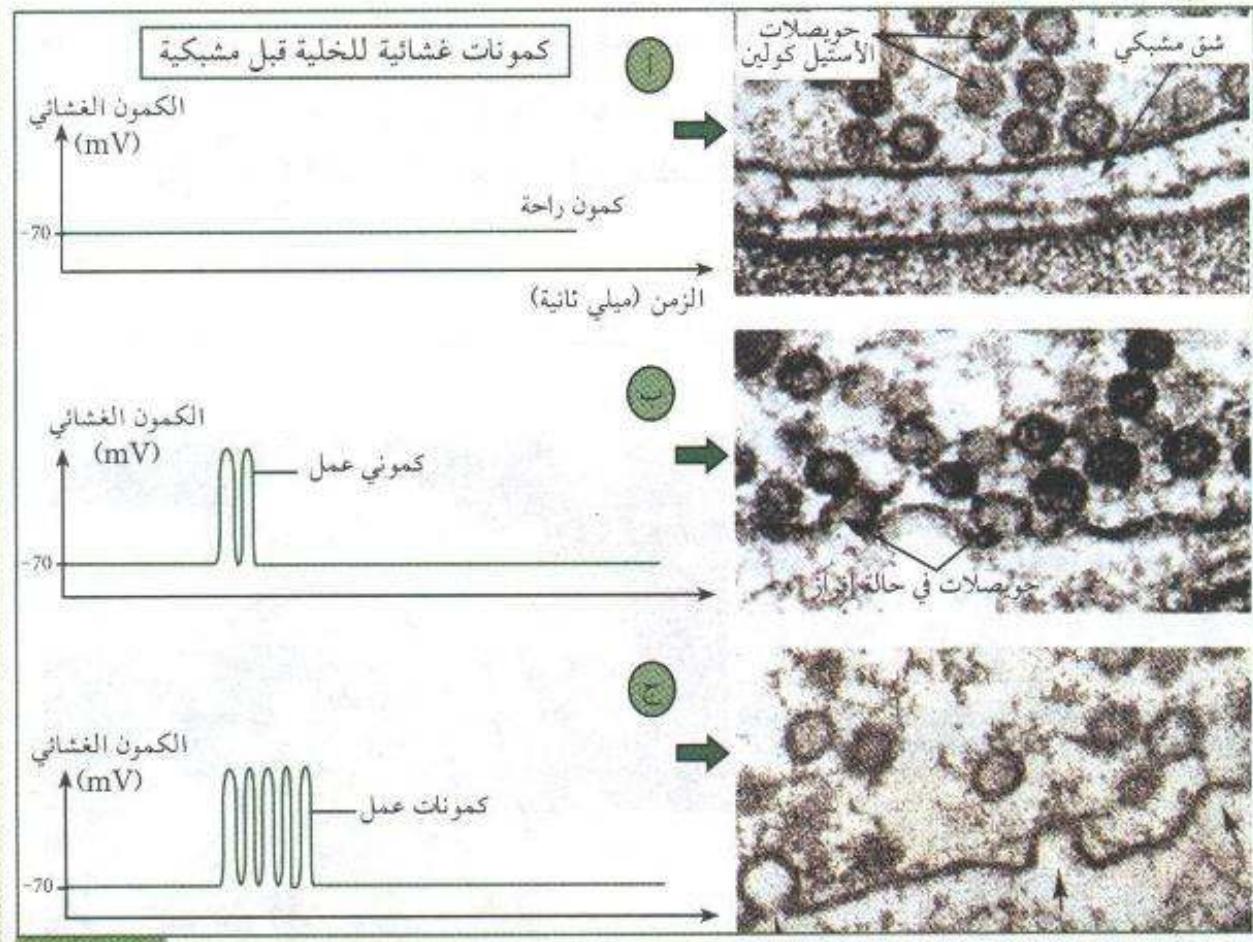
أولاً:

تسمح تقنية خاصة باستعمال التفلور بدراسة تغيرات تركيز شواد الكالسيوم في هيولى النهاية قبل المشبكى بدلالة تواترات كمون العمل قبل المشبكى النتائج موضحة في منحنيات الوثيقة (8).



1. باستغلال نتائج منحنيات الوثيقة (8)، أوجد علاقة بين كمئونات عمل الخلية قبل المشبكية وتركيز الكالسيوم في هيولتها.
2. يحتوى الغشاء قبل المشبكى على بروتينات تدعى بكتوات Ca⁺⁺ الفولطية. باستعمال هذه المعلومة والكمئونات الغشائية المبينة في الوثيقة (8)، فسر اختلاف تراكيز Ca⁺⁺ في الخلية قبل المشبكية.

ثانياً: تأثير تواترات كمون عمل قبل المشبك على تركيز المبلغ الكيميائي سمح ملاحظات الغير الإلكتروني لمقاطع في مستوى المشابك أثناء كمونات قبل مشبكية بتوضيع النتائج المبينة في الوثيقة (9).



1. ما هي العلاقة بين التسجيل الحصول عليه في (ا) والصورة المقابلة له؟
2. بالاعتماد على التسجيلات (ب و ج) والصور المجهرية المقابلة لهما، أوجد علاقة بين تواترات كمون العمل قبل المشبك وكمية الأستيل كولين المفرزة.
3. بالاعتماد على النتائج المستخرجة من الوثيقتين (8 و 9) اربط بين ما يلي:
 - تواترات كمون العمل قبل المشبك.
 - الفتوات الفولطية لشوارد Ca^{++} .
 - إفراز الأستيل كولين في الشق المشبك.
4. تسمح النتائج المتوصّل إليها في الوثيقة (9) من تفسير الانتقال من نمط معين من الشفرات إلى نمط آخر في مستوى المشابك اشرح ذلك؟

* بالاستعانة بالمعرفة التي توصلت إليها، اجز رسمياً وظيفياً كاماً على المستوى الجريئي يعبر عن آلية تشفير الرسالة العصبية على مستوى المشابك؟

النشاط 5

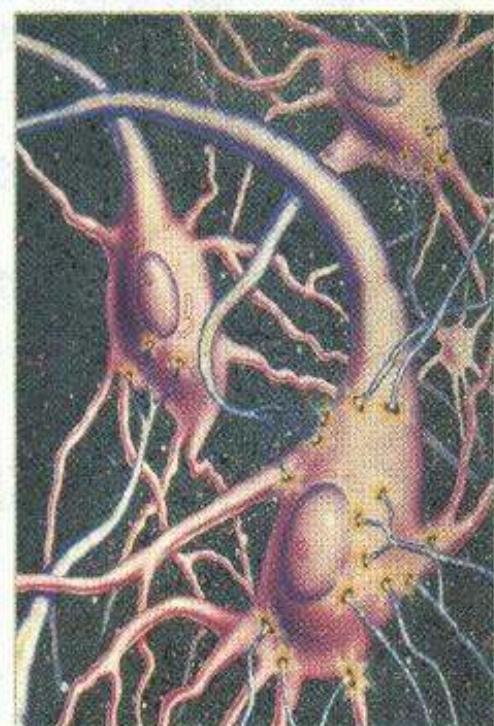
آلية الادماج العصبي

يصل إلى الخلية بعد المشبكية عدة كمونات متشابكة من نفس المشبك أو من مشابك مختلفة، وبالتالي فإن الكمون العابر للغشاء في مستوى الجزء الابتدائي للمحور الأسطواني للخلية بعد مشبكية، هو محصلة لادماج مختلف هذه الكمونات.

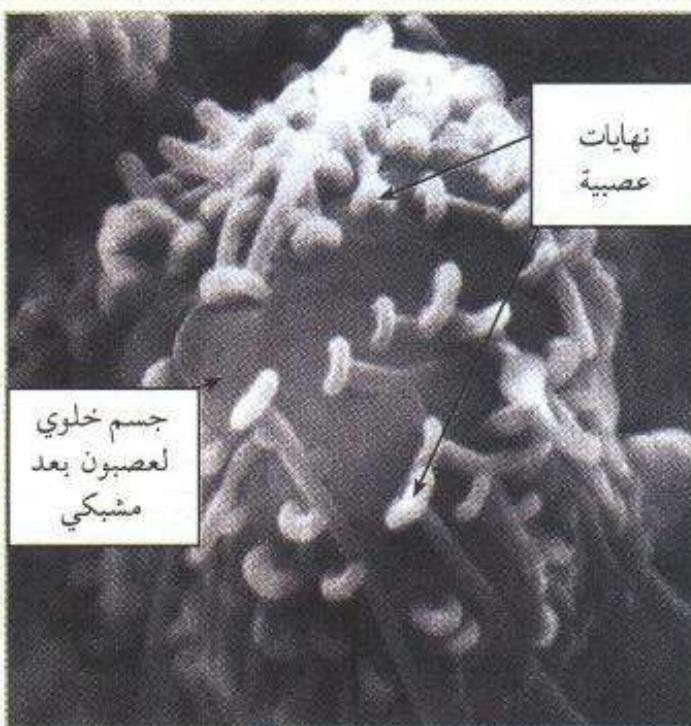
- ـ فما هي أنواع المشابك المتصلة بالعصبون المحرك؟
- ـ كيف يدمج العصبون بعد مشبكى مختلف الكمونات التي ترد إليه؟

❶ أنواع المشابك

تمثل الوثيقة (1) الشكلين (أ و ب) صورة بالجهر الإلكتروني الماسح لمشابك، ورسم تخطيطي لبعض المشابك.



الشكل (أ) رسم تخطيطي يوضح بعض المشابك



الشكل (ب) صورة بالجهر الإلكتروني الماسح لمشابك

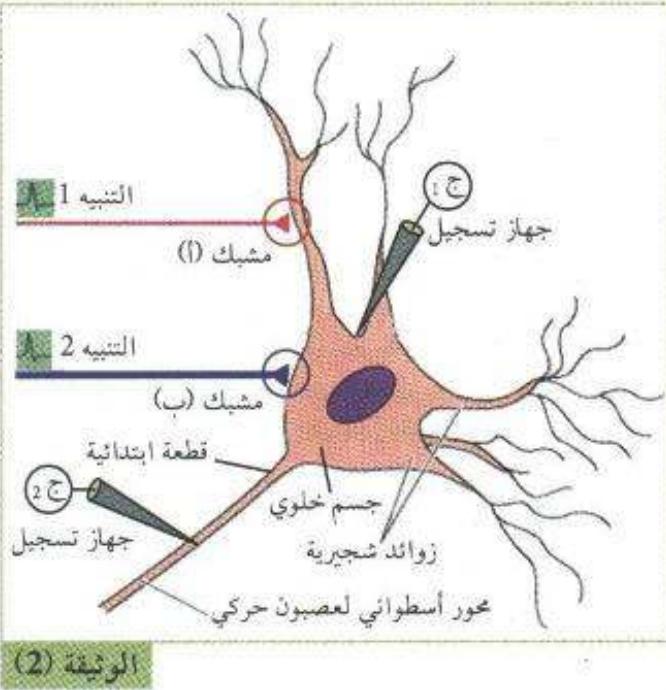
الوثيقة (1)

- انطلاقاً من معطيات شكلي الوثيقة (1) قدم تعريفاً للمشبك.

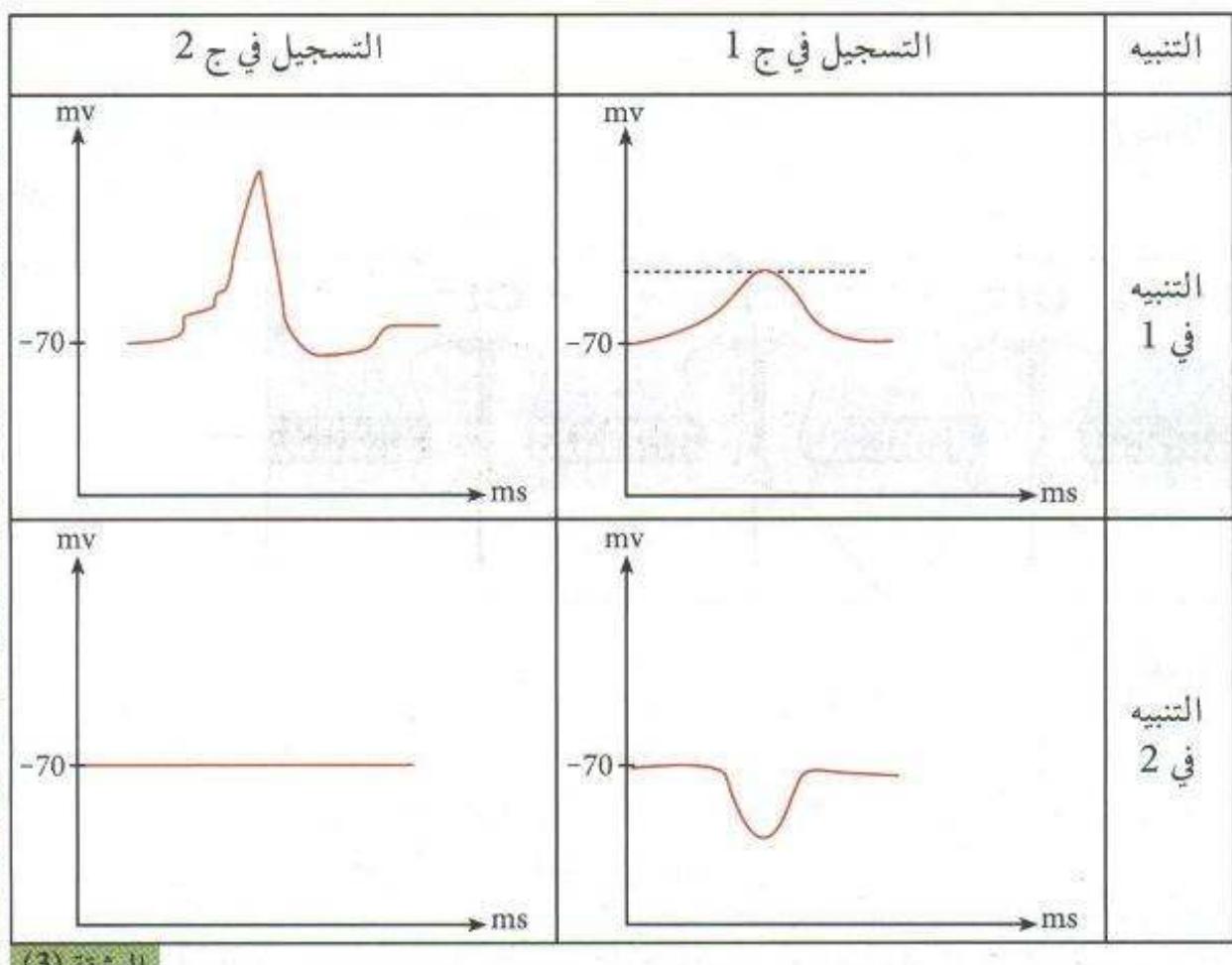
لمعرفة أنواع المشابك المتواجدة في الشكل (أ) لحقق التجارب التالية:

التجربة 1

تمثل الوثيقة (2) نهايات عصبية تتفصل مع نفس الجسم الخلوي لعصبون محرك. بينما يمثل جدول الوثيقة (3) التسجيلات المسجلة بعد تنبيه فعل في 1 و 2.



- قارن بين التسجيلات الناتجة من التنبيه الأول والثاني من الوثيقة (3). ملذا تستنتج؟
- يدعى التسجيل الملاحظ في ج 1 إثر تنبيه 1 بكمون بعد مشبك تنبئي PPSE بينما التسجيل الملاحظ في ج 1 والناتج من التنبيه 2 فيدعى بكمون بعد مشبك تشيطي PPSI، علل.
- بناء على التسجيلات السابقة استخرج نوع المشبكين (أ و ب) من الوثيقة (2)؟



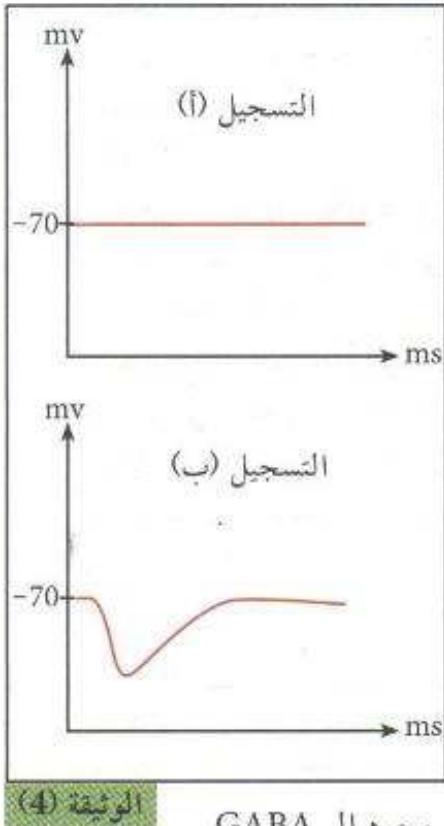
التجربة 2:

لمعرفة ميزة المشبك (ب) مقارنة بـ (أ) وتحليل التسجيل الملاحظ في ج ١ إثر تنبية 2 ندرس النتائج التجريبية التالية:
 أ) حقن مادة الـ GABA في الفراغ المشبكي للمشبك (أ) وب بدون تنبية في 1 فيسجل الجهاز ج ١ التسجيل (أ) من الوثيقة (4).

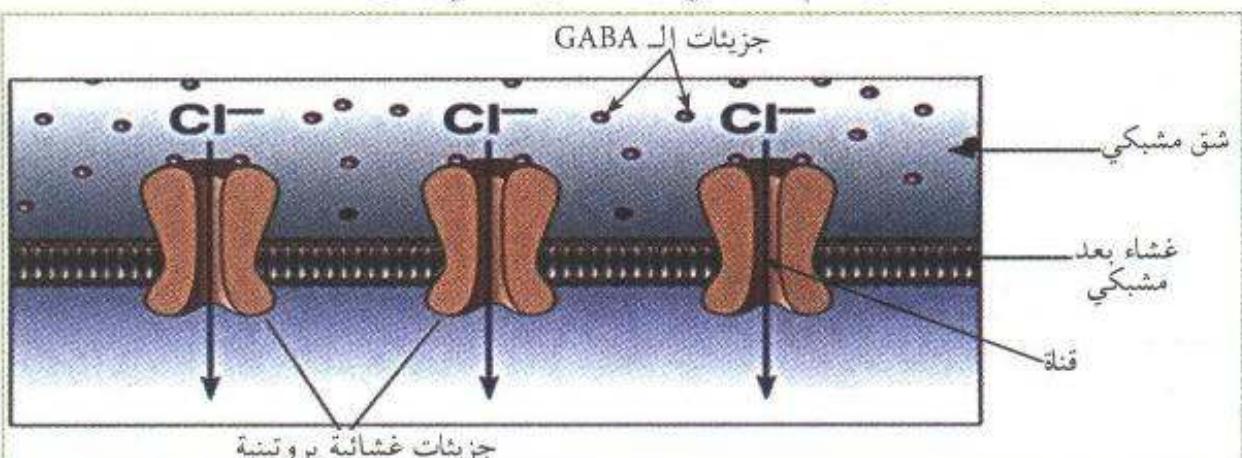
ب) حقن مادة الـ GABA في الفراغ المشبكي للمشبك (ب) وب بدون تنبية في 2 فيسجل الجهاز ج ٢ التسجيل (ب) من الوثيقة (4).

ج) بين التحليل الكيميائي للفراغ المشبكي (ب) من الوثيقة (2) أثناء الراحة غياب مادة GABA وتواجد شوارد الـ Cl^- بنسبة عالية بينما عند التنبية في 2 من الوثيقة (2) ففظهر مادة الـ GABA في الفراغ المشبكي (ب) وتتناقص نسبة شوارد الـ Cl^- .

د) سمحت دراسات أنجزت على الغشاء بعد مشبكي للمشبك (ب) تواجد جزيئات غشائية بروتينية تحتوي على موقع تثبيت للـ GABA. الوثيقة (5) تبين رسم تخطيطي لهذه الجزيئات في وجود الـ GABA.



الوثيقة (4)



الوثيقة (5)

- ماذا تستنتج من مقارنة التسجيلين (أ) و(ب) من الوثيقة (4) ؟
- انطلاقاً من المعطيات السابقة (ب، ج) قدم تفسيراً للتسجيل (ب) ؟
- بالرّيـط بين معطـيات (ج) و(د) وبالإـستـعـانـةـ بالـوـثـيقـةـ (5) وـمـعـلـومـاتـكـ وـضـعـ بـواسـطـةـ رـسـمـ تـخـطـيـطـيـ وـظـيـقـيـ آـلـيـةـ عـلـىـ المشـبـكـ (بـ) آـنـاءـ التـنـبـيـهـ فيـ 2ـ.
- بالإـعـتمـادـ عـلـىـ مـعـلـومـاتـكـ السـابـقـةـ حـولـ آـلـيـةـ عـلـىـ المشـبـكـ التـنـبـيـهـيـ (مـثـلـ مشـبـكـ أـ) وـجـوـابـكـ السـابـقـ فيـ (3ـ) اـسـتـخـرـ جـوـرـ الدـورـ بـالـبرـوتـيـنـاتـ الغـشـائـيـةـ المـوـلـدـةـ لـ PPSEـ وـ PPSIـ.

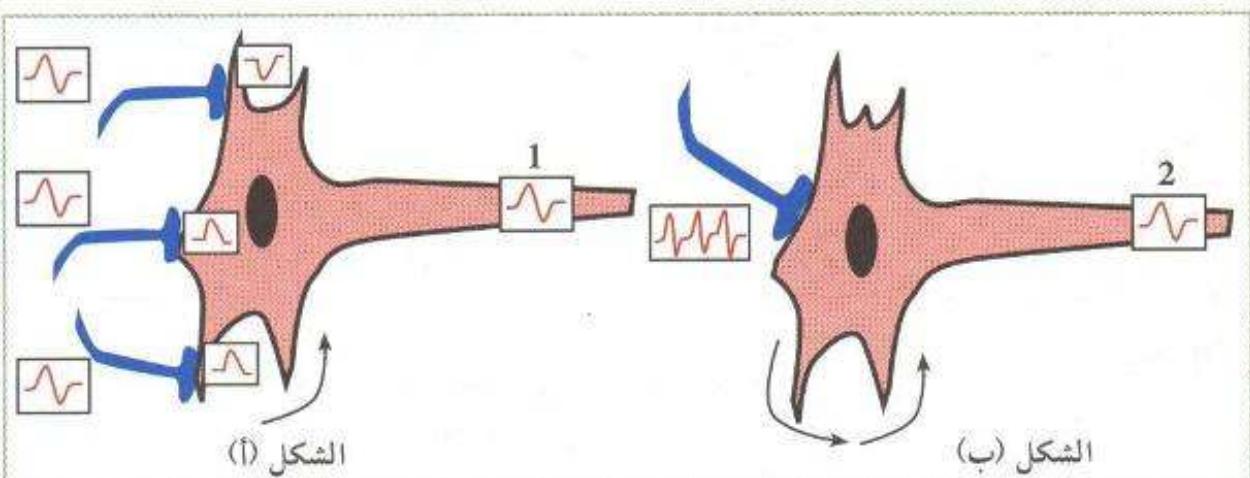
❷ إدماج الكمونات بعد مشبكية

لقد رأينا سابقاً أن العصبون بعد المشبكي في المراكز العصبية تتصل به علة مشابك منها مشابك تباهية وأخرى تباهية ولكل منها تأثير مختلف على الخلية بعد مشبكية.

- لكن كيف يكون التأثير حالة وصول كمونات متتالية في نفس الوقت من نفس العصبون قبل مشبكي أو من عصبونات قبل مشبكية مختلفة؟

أ) أنواع تجميع الكمونات قبل مشبكية الواردة إلى الخلية بعد مشبكية:

مثال الوثيقة (6) الشكلين (أ و ب) وصول عدة كمونات قبل مشبكية إلى الخلية بعد مشبكية.



الوثيقة (6)

1. عدد ونوع المشابك المتصلة بالخلية بعد المشبكي في الشكلين (أ و ب) من الوثيقة (6).

2. عدد مصدر الكمونات 1 و 2 المسجلين في المخورين الأسطوانيين للخلتين بعد المشبكتين من الشكلين (أ و ب)؟

3. للعصبون بعد المشبكي القدرة على تجميع الكمونات التي تصل إليه في نفس الوقت إما تجمعاً فضائياً (حالة الشكل أ) أو تجمعاً زمنياً (حالة الشكل ب). بالاعتماد على هذه المعطيات وشكل الوثيقة (6) استخرج الاختلاف بين التجميع الزمني والتجميع الفضائي.

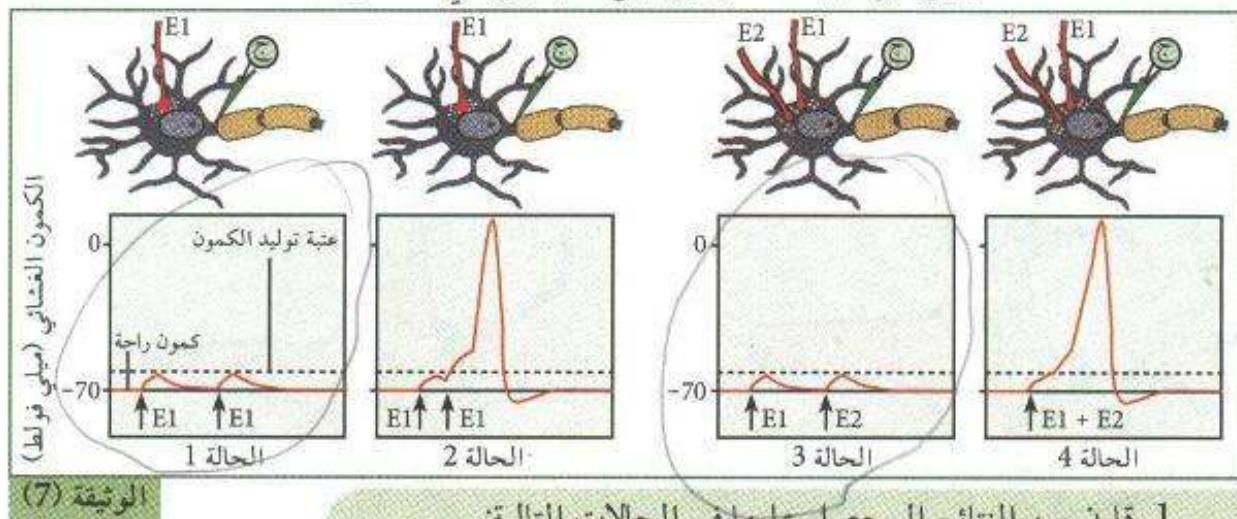
٣ آلية الادماج

أ) حالة مشابك ذات ميزة تنبئية:

تمثل الوثيقة (7) تسجيلات أنجزت على الخلية بعد مشبكية إثر تنبئين متاليين:

الحالتان (١-٢): ناتجتين عن تنبئين متاليين لعصبون قبل المشبكى منه E1.

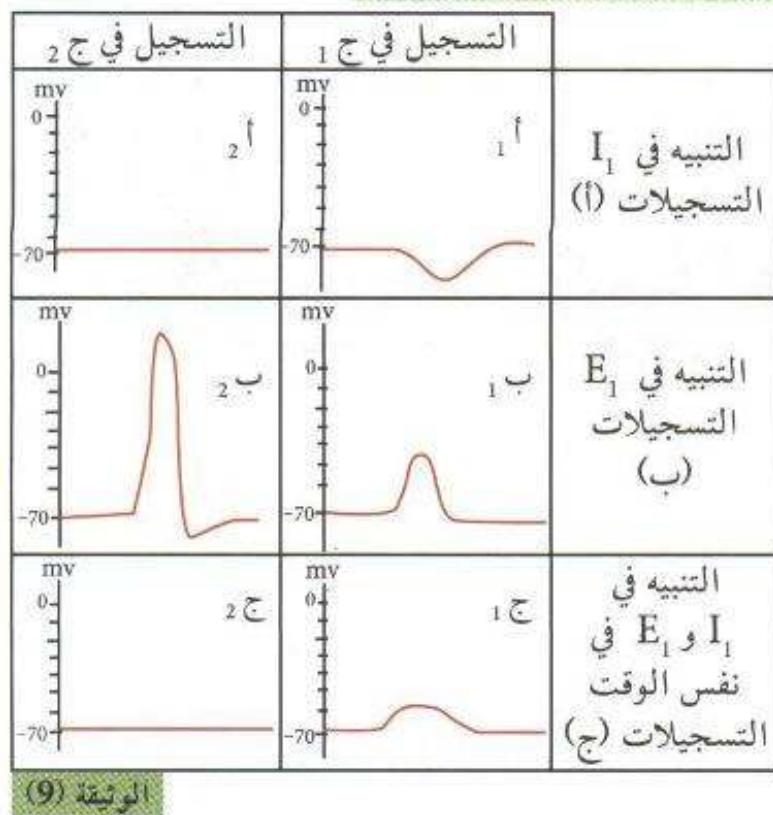
الحالتان (٣-٤): ناتجتين عن تنبئ لعصبونين قبل مشبكين في (E1 و E2).



1. قارن بين النتائج المحصل عليها في الحالات التالية:

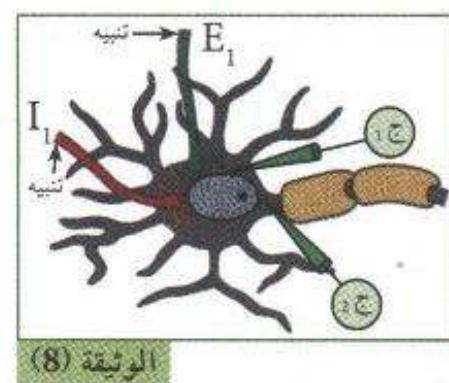
- الحالة ١ مع الحالة ٢، والحالة ٣ مع الحالة ٤.

2. كيف تفسر التسجيلات الناتجة عن تنبئين في الحالتين ٢ و ٤.



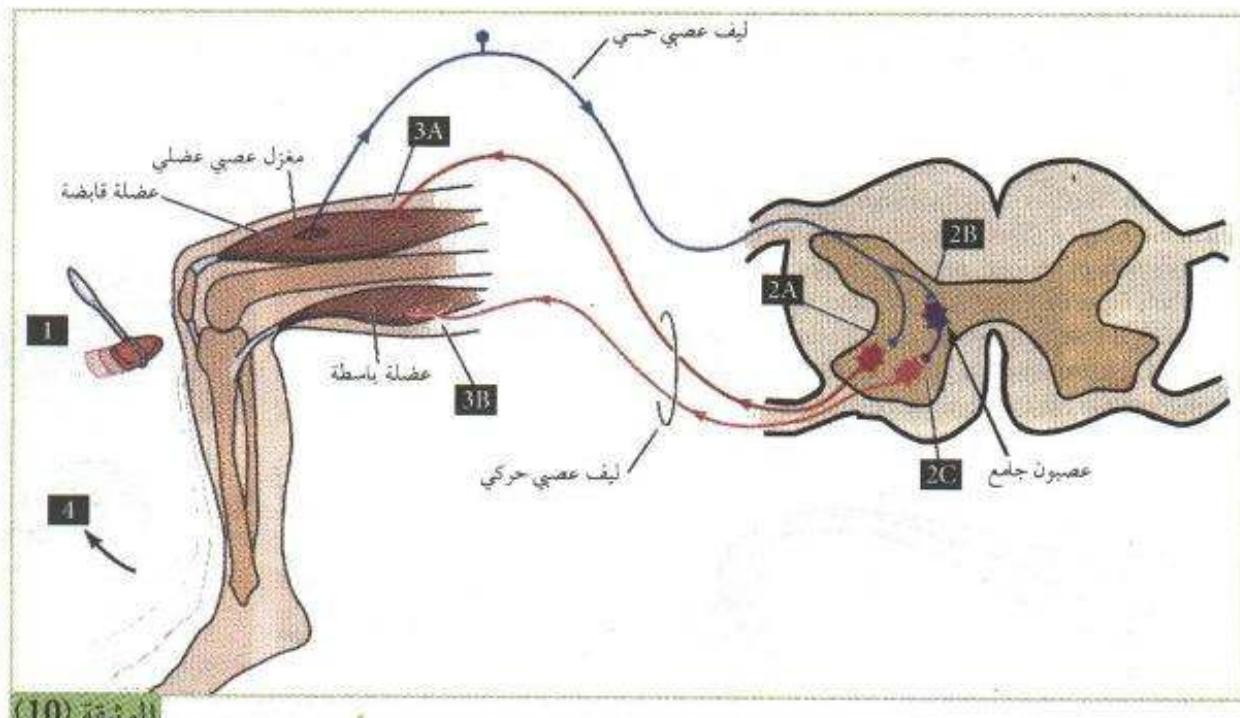
ب) حالة مشابك ذات ميزة تنبئية وأخرى تشبيطية:

تمثل الوثيقة (8) خلية بعد مشبكية متصلة بنوعين من المشابك بينما الوثيقة (9) تمثل التسجيلات المسجلة في ج ١ وج ٢ (الوثيقة 9).

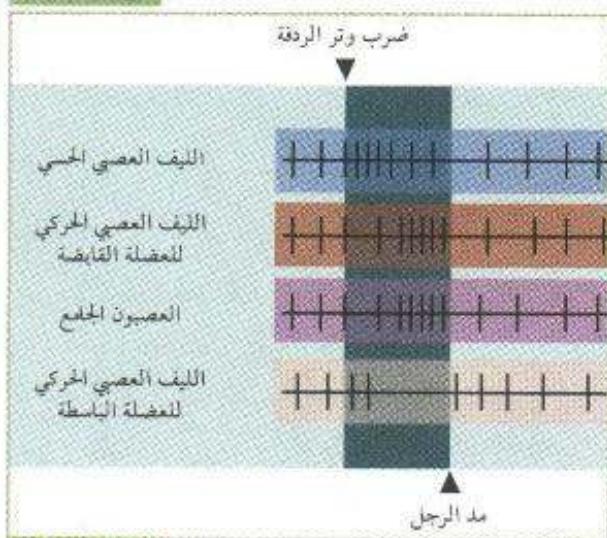


- حدد المشبك التنبئي والمشبك التثبيطي انطلاقاً من تسجيلات الوثيقة (9)، علل.
- قارن بين التسجيلين بـ ١ وجـ ١.
- فسر إذا اختلاف النتائج في بـ ٢ وجـ ٢.
- حدد شروط تسجيل المخنث بـ ٢ في جـ ٢، علل.

مثال الوثيقة (10) مسار السialة العصبية أثناء منعكس عضلي، بينما الوثيقة (11) تمثل التسجيلات الكهربائية أثناء هذا المسار حيث كل خط عمودي يمثل كمون عمل.



الوثيقة (10)



الوثيقة (11)

* بالإعتماد على ما سبق والمعلومات التي تقلعها لك الوثقيتين: أنتجز مخطط تحصيلي للمنعكس العضلي على المستوى الجزيئي والشارجي.

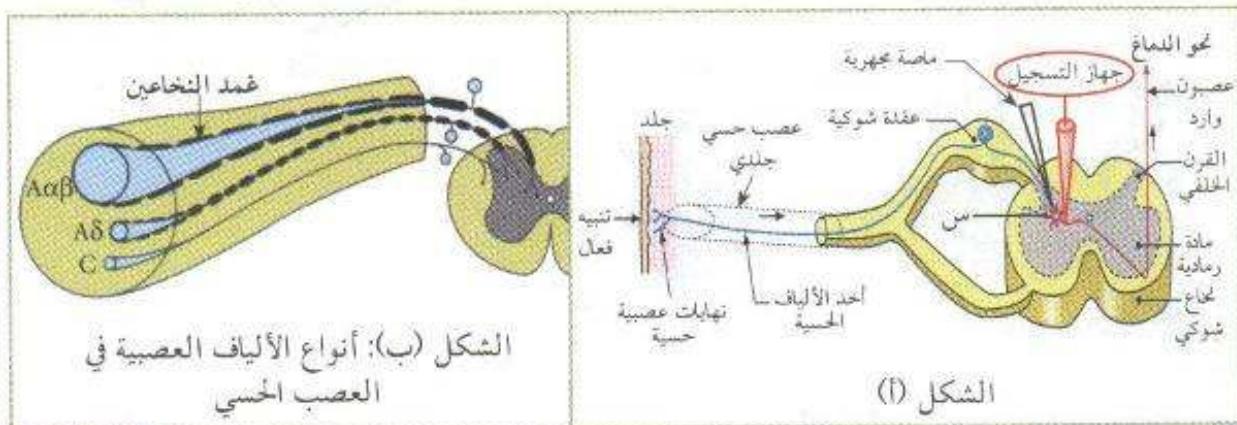
تأثير المخدرات على مستوى المشابك

تتدخل المراكز العصبية في مختلف الاحساسات التي يشعر بها الفرد من دفع، بروفة، ألم أو نشوة، وتلعب المشابك دورا هاما في إيصال هذه الاحساسات، ليتم إدماجها بعد ذلك. إلا أن هناك جزيئات كيميائية خارجية مثل المخدرات تتدخل في مستوى هذه المشابك، لتحدث خللا في عملها.

❖ فما هو تأثير المخدرات على مستوى المشابك؟ وما هي انعكاساتها؟

١ دور المورفين

تمثل الوثيقة (أ) الشكل (أ) رسم تخطيطيا لتركيب تجربة يمكننا من دراسة العناصر المتدخلة في الاحساس بالألم، حيث التسجيلات تمت في مستوى العصبون الوارد إلى المخاغ. الشكل (ب): يمثل رسم تخطيطي يوضح أنواع الألياف المتواجدة في العصب الحسي الجلدي.



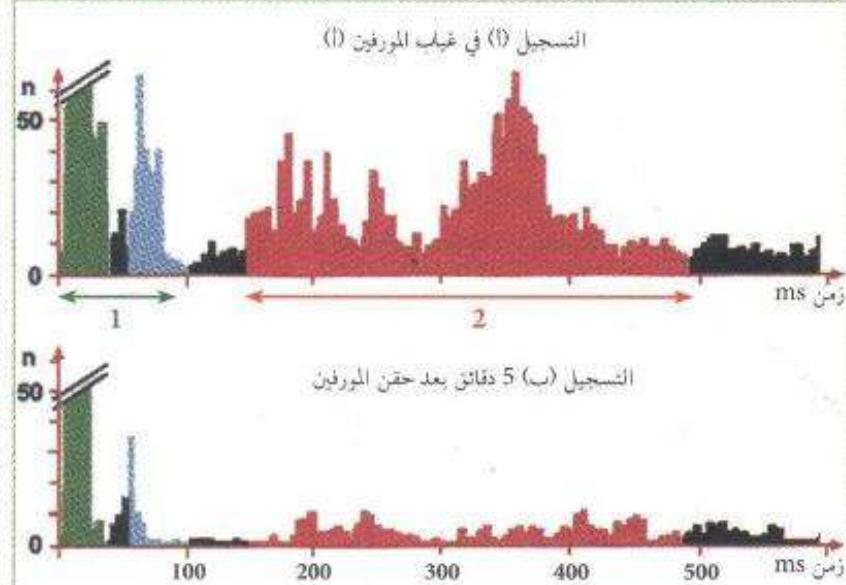
الوثيقة (أ)

- قارن بين الألياف المكونة للعصب الحسي الموضحة في الشكل (ب) من الوثيقة (أ).

تمثل الوثيقة (2) النتائج التجريبية المتحصل عليها في التركيب التجاري الموضح في الشكل (أ) للوثيقة (أ) حيث:

التسجيل (أ): تم الحصول عليه بعد تنبية قوي في الجلد أدى إلى إحساس بألم خاطف (Doulour rapide) متبوع بألم متاخر ولفترة أطول (Doulour lente).

التسجيل (ب): تم الحصول عليه بعد نفس التنبية السابق لكن بعد حقن مادة المورفين في المنطقة (س) من الشكل (أ) للوثيقة (أ).



n: عدد كمونات العمل المسجلة في العصبيات الواردة إلى الدماغ.
الألوان الخضراء، الزرقاء والحمراة: تسجيلات في العصبون الوارد بعد وصول السائلة العصبية إليه من مختلف الألياف العصبية للعصب الحسي الجلدي.
اللون الأسود: النشاط التلقائي العلوي للعصبيون الوارد.

- 1: التسجيلات المسؤولة عن الألم الحاد.
- 2: التسجيلات المسؤولة عن الألم المتأخر.

الوثيقة (2)

للحتحقق من صحة إحدى الفرضيات مكنت دراسة سرعة السائلة العصبية في ألياف العصب الحسي الممثل في الشكل (ب) من الوثيقة (1) من الحصول على النتائج المماثلة في الوثيقة (3).

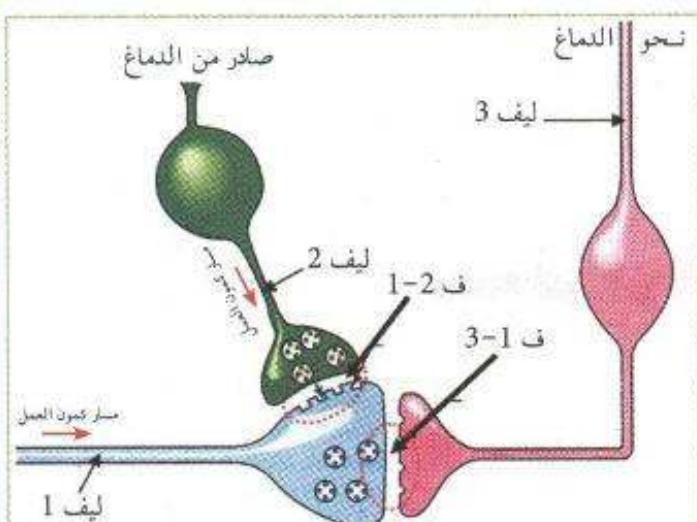
السرعة m/s	القطر μm	نوع الألياف
24-6	4-1	الألياف A
2-1	1-0.5	الألياف C

الوثيقة (3)

1. حلل نتائج الجدول، ماذا تستنتج؟
2. هل تسمح لك هذه النتائج من التتحقق من إحدى الفرضيات السابقة؟ علل.
3. بناءً على ما سبق وعلى نتائج التسجيلات (ب) من الوثيقة (2)، علل استعمال المورفين في الحال الطبي.

1. قدم تحليلًا مقارنا للتسجيلين (أ و ب)؟ ثم استنتاج دور المورفين؟
2. بالاعتماد على نتيجة المقارنة قدم فرضيات تعلل بها سبب التأخير الزمني للتسجيل 2 (بالأحمر) عن التسجيل 1 (بالأخضر والأزرق) في التسجيل (أ) من الوثيقة (2).

٢ مقر تأثير المورفين



الوثيقة (4)

لمعرفة مقر تأثير المورفين نحقق
الأعمال التجريبية التالية:
المرحلة ١:

تمثل الوثيقة (4) رسماً تخطيطياً
للبنية المتواجدة على مستوى المنطقة
(س) للشكل (أ) من الوثيقة (1). بينما
الوثيقة (5) فتمثل نتائج تجريبية لتنبيهات
أجريت على مختلف الألياف العصبية
للوثيقة (4).

التجربة	النتيجة	التنبيه	التجربة
١	إحساس بألم	ارتفاع تركيز المادة P في مستوى ف 3-1	تنبيه كهربائي في الليف 1
٢	عدم الإحساس بألم	ارتفاع تركيز مادة الأنكيفالين في مستوى ف 1-2 وتناقص المادة P في مستوى ف 3-1	تنبيه كهربائي في الليف 2 وفي الليف 1
٣	عدم الإحساس بألم	تناقص المادة P في مستوى ف 1-3	حقن المورفين في المنطقة (ف 1-2) + تنبيه كهربائي في 1

الوثيقة (5)

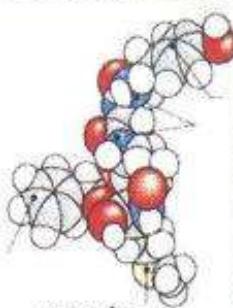
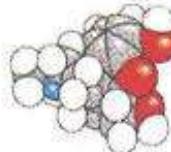
- بالاعتماد على النتائج التجريبية في ١ و ٢ من الوثيقة (5):
 - حدد نوع المشبك في كل من: ف (1-2) و ف (1-3)، علل.
- بالربط بين نتائج التجربتين ١ و ٢ من الوثيقة (5) وشكل الوثيقة (4) أوجد علاقة بين: المادة P، مادة الأنكيفالين، والاحساس الناتج.
- ماذا تستنتج من مقارنة نتائج التجربتين ٢ و ٣ من الوثيقة (5)؟
- قدم إذا فرضيات تفسر كيفية تأثير المورفين.

المرحلة 2:



الوثيقة (6)

لتحديد مستقبلات المورفين حقن حيوانات مخبرية بمادة مشعة، ثم بعد ذلك أنجزت مقاطع فائقة الدقة في النخاع الشوكي وعومنت بتقنية التصوير الاشعاعي الذاتي. مكن تركيب النتائج باستعمال الكمبيوتر من الحصول على الوثيقة (6) حيث شلة اللون تدل على شلة تركيز مستقبلات المورفين. بينما أشكال الوثيقة (7) فهي توضح ما يلي:-
 - الشكل (أ): التمودج الجزيئي لجزيئي المورفين والأنكيفالين.
 - الشكل (ب): تثبيت الجزيئات السابقة على المستقبلات الغشائية في مستوى الغشاء بعد مشبك للمسبك 2-1.

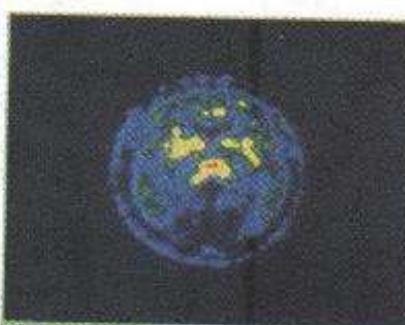


الشكل (ب): تثبيت الجزيئات على المستقبل الغشائي
الوثيقة (7)

الشكل (أ): التمودج الجزيئي

1. ما هي المعلومات التي تقدمها نتائج الوثائقين (6 و 7).
 2. هل تسمح هذه المعلومات من التتحقق من فرضياتك السابقة؟ علل.
 3. بالاعتماد على ما توصلت إليه من معلومات قدم تفسيرا للتسجيلين (أ و ب) من الوثيقة (2).

تستعمل المورفين في الحال الطبي للتخفيف من بعض الآلام، إلا أن استعمالاتها تكون بكميات محددة ومدروسة وهذا لتجنب تأثيراتها الجانبية:
 لمعرفة بعض هذه التأثيرات الجانبية نقدم الوثيقة (8) والمعلومات التالية:



الوثيقة (8)

- للمورفين تأثير خطير لأن المدمن عليها يتطلب في كل مرة جرعات متزايدة للحصول على نفس المفعول عكس الأنكيفالين المبلغ الكيميائي الطبيعي الذي يفكك مباشرة بواسطة إنزيمات نوعية.
- الإدمان على المخدرات (منها المورفين) يجعل المدمن يشعر بالكتابة والألم في غيابها.

* بالإستعانة بهذه المعطيات وضح في نص علمي خطر الإدمان على الجهاز العصبي.

الحصيلة المعرفية

دور البروتينات في الإتصال العصبي:

تننقل الرسالة العصبية المشفرة في الليف العصبي قبل مشبك على شكل تواترات لكمونات عمل والتي تتحول إلى رسالة مشفرة بتركيز المبلغ العصبي على مستوى المشبك. وتعمل المراكز العصبية على معالجة هذه الرسائل.

النشاط ①: التذكير بالاكتسبات

يسجل جهاز التسجيل كمون عمل إثر تنبيه فعل الليف عصبي حسي في المتعكس العضلي، ينتج هذا التسجيل نتيجة تغير في شحنة الليف العصبي. ينقل الليف الحسي السائلة العصبية الحسية إلى المراكز العصبية (النخاع الشوكي)، حيث يقوم بدور إدماجي، تربط السائلة العصبية المتوجه للعضلة القابضة بينما العصبون الحركي ينقل سائلة عصبية حركة نحو العضلة الباسطة. تلعب المشبك في هذا المسار دوراً أساسياً إذ يتوقف على مستوى طبيعة الرسالة العصبية التي تصل إلى الخلية بعد المشبك عن طريق مبلغات كيميائية.

خطط يوضح مسار السائلة العصبية في المتعكس العضلي:



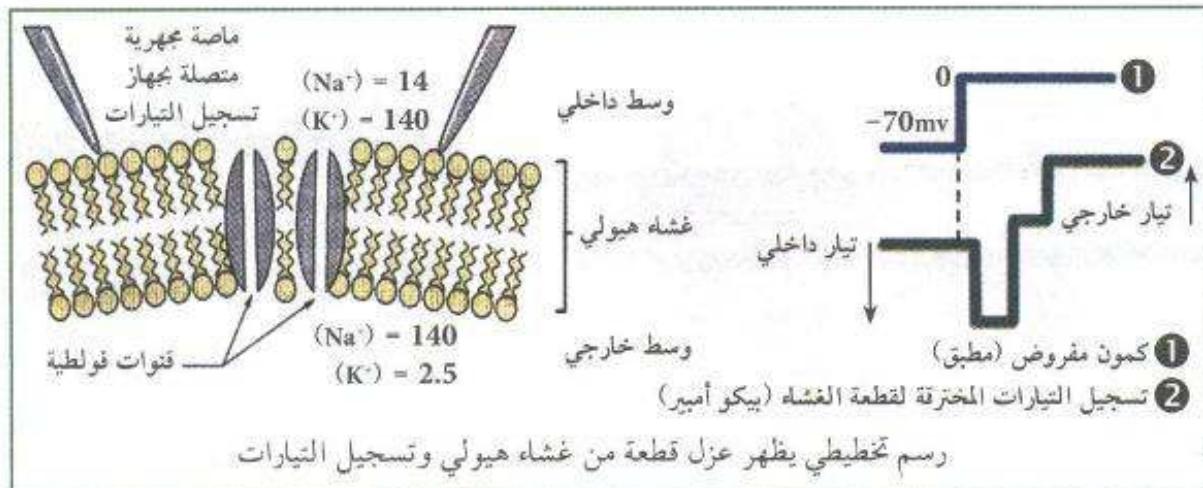
النشاط ②: آلية النقل المشبكي

مكنت تقنيات patch clamp من عزل قطع صغيرة من غشاء هيولي، في نهاية ماصة متصلة بجهاز لدراسة تيارات عبر قنوات غشائية ذات طبيعة بروتينية، حيث أمكن هذه الطريقة عزل قناة واحدة أو أكثر.
أ) القناة المرتبطة بالفولطية:

مصدر كمون العمل المسجل إثر تنبيه فعل الليف عصبي، هو تيارات كهربائية ناتجة عن افتتاح القنوات المرتبطة بالفولطية، سمحت تقنية patch clamp بعزل جزء من غشاء الليف العصبي وتسجيل هذه التيارات فللحظ وجود تيارين:

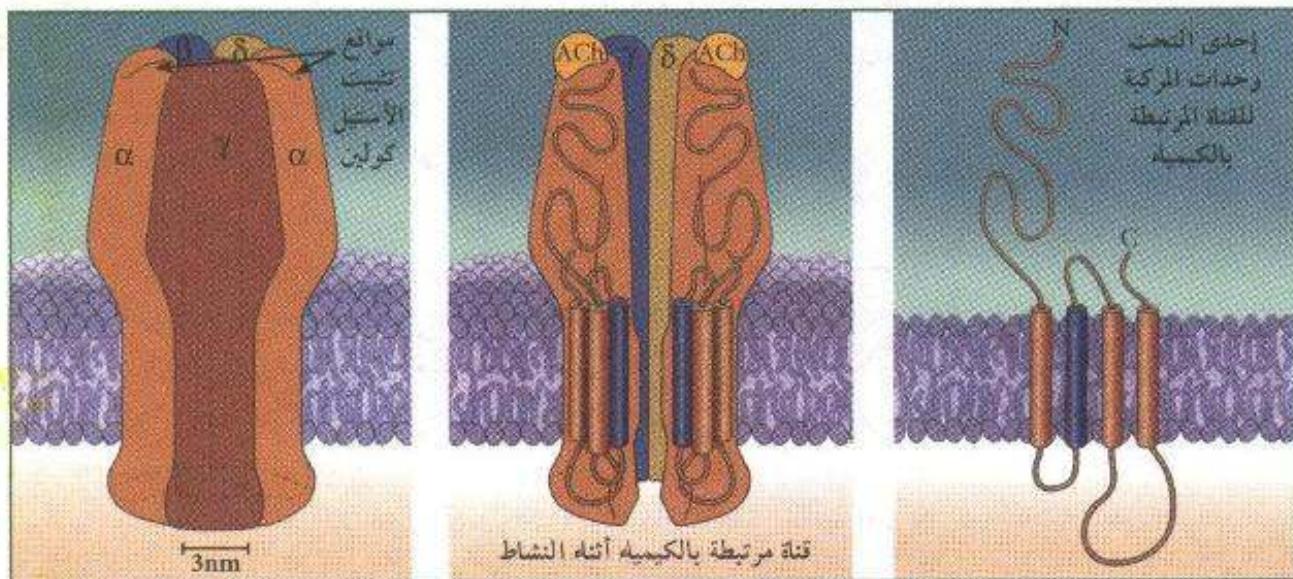
- الأول تيار داخلي يقدر تقريراً بـ 1 بيكو أمبير ناتج عن افتتاح القنوات الفولطية (المرتبطة بالفولطية) للـ Na^+ ملدة 0.7 ميلي ثانية ودخول شوارد الصوديوم.
- الثاني تيار خارجي ناتج عن افتتاح القنوات الفولطية (المرتبطة بالفولطية) للـ K^+ وخروج هذه الشوارد.

عند التنبية الفعال أو فرض كمون على غشاء معزول بتقنية patch clamp تفتح أولاً القناة الفولطية للصوديوم ثم تتبعها القناة الفولطية للبوتاسيوم.



ب) القناة المرتبطة بالكيمياء:

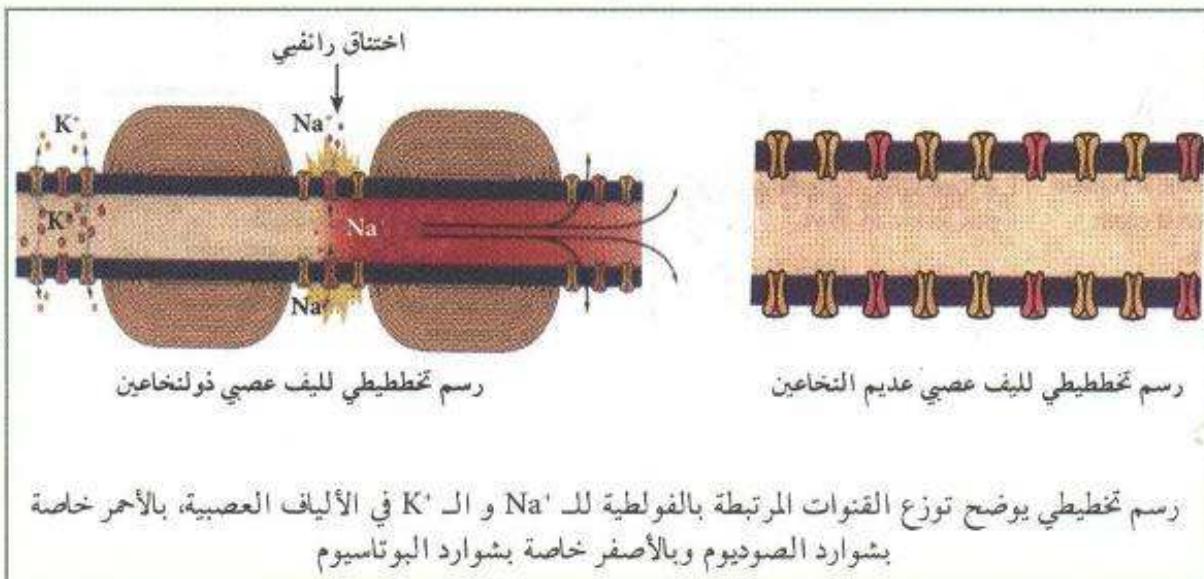
يمتوى الغشاء بعد المشبك على بروتينات غشائية تدعى بالقنوات المرتبطة بالكيمياء (قناة مبوبة كيميائياً)، هي عبارة عن مستقبلات غشائية لها موقعين لتشبيت المبلغ الكيميائي الأستيل كولين. في غياب الأستيل كولين تكون هذه القنوات مغلقة، بينما تشبيت الأستيل كولين عليها يسبب افتتاحها، وبالتالي تمر شواد الصوديوم من خلاها، مما يسبب تولد زوال استقطاب الخلية بعد المشبكية. تتكون القناة المرتبطة بالكيمياء من خمسة تحت وحدات، كل تحت وحدة عبارة عن متعدد يتضمن انتشار الغشاء الهيولي أربعة مرات (أنظر الوثيقة المرفقة).



ج) تواجد القنوات البروتينية:

تتواجد القنوات المرتبطة بالكيمياء في مستوى المشبك على غشاء الخلية بعد المشبكية والمبلغ الكيميائي هو المتحكم في افتتاحها، بينما القنوات المرتبطة بالفولطية تفتوز على كل مساحة الغشاء الهيولي للخلايا.

العصبية والمحاور الأسطوانية للألياف العصبية عديمة النخاعين، بينما في المحاور الأسطوانية للألياف العصبية ذات نخاعين فتوارد إلا على مستوى اختناق رانفي.



النشاط ③: كمون الراحة

يكون غشاء العصبون أثناء الراحة مستقطباً، حيث يسجل جهاز الراسم الاهتزاز المهبطي عندما يكون المسرى الجهري متصل بالهيولى منحنى كمون قدره 70-70 ملي فولط (عادة ما يتراوح كمون الراحة من 60-100-).

بيت التحاليل الكيميائية للوسط الخارجي والداخلي للألياف العصبية وجود توزعاً متساوياً لشوارد الصوديوم والبوتاسيوم، كما بينت تجارب أخرى أن مصدر كمون الراحة الملاحظ هو هذا التوزع المتساوياً. هناك شوارد أخرى وجزئيات على جانب الغشاء الهيولي لها دخل إلى حد ما في شحنة الليف.

دور البروتينات الغشائية في الحافظة على كمون الراحة:

- تمتاز قنوات تسرب الصوديوم والبوتاسيوم بالخصائص التالية:

- ذات طبيعة بروتينية.

- تخترق طبقي الفوسفوليبيد للغشاء، وتكون القناة مفتوحة باستمرار.

- تنقل الشوارد حسب تدرج تركيزها.

- تمتاز بنقل اصطيفائي (اختياري) فهناك قناة تختص بنقل Na^+ من الوسط الخارجي إلى الوسط الداخلي حسب تدرج تركيزها، وقناة تختص بنقل K^+ من الوسط الداخلي إلى الوسط الخارجي حسب تدرج تركيزها.

- عدد قنوات K^+ أكثر من عدد قنوات Na^+ مما يجعل ناقلة K^+ عبر الغشاء أكبر.

- مضخة الصوديوم Na^+ والبوتاسيوم K^+ تمتاز هذه القنوات بالخصائص التالية:

- عبارة عن بروتين ضمئي كبير، يحتوي على نشاط إنزيمي من نوع ATPase.

- تحافظة هذه المضخة على ثبات كمون الراحة بالطريقة التالية:

- * تثبت 3 شوارد Na^+ من جهة السيتوبلازم وتخرجها إلى الوسط الخارجي عكس تدرج تركيزها.

- * ثبت شاردين K^+ من جهة الوسط الخارجي للخلية وتدخلهما داخل الخلية عكس تدرج التركيز.

- * تستهلك جزئية ATP.

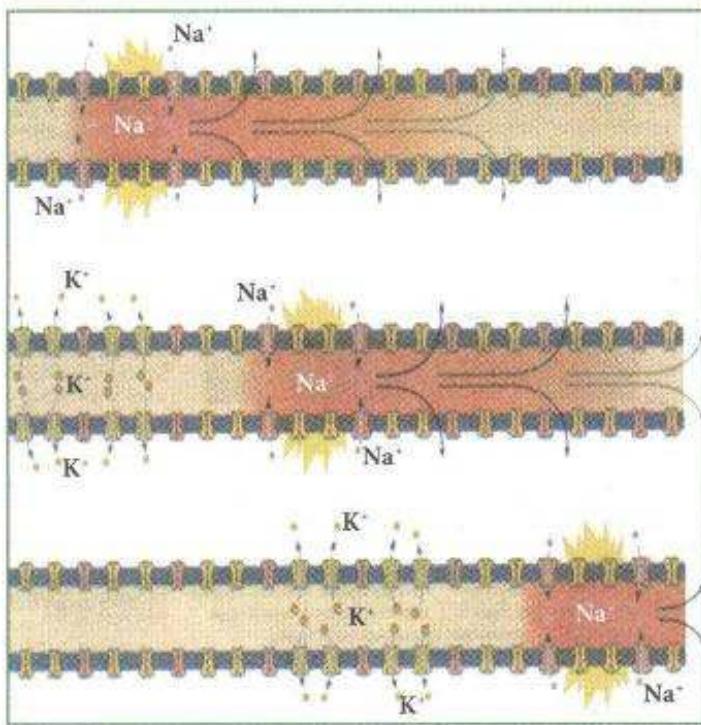
- * تتغير البنية الفراغية للمضخة أثناء عملها (وضعية مفتوحة للخارج أو للداخل).

النشاط ④: كمون العمل

يؤدي تنبية العصبون قبل المشبكى إلى تغيرات الكمون الغشائى وتسجيل كمون عمل، ويتمثل ذلك فيما يلى:

- زوال استقطاب سريع للغشاء الهيولى نتيجة افتتاح القنوات المرتبطة بالفولطية للصوديوم، وتتدفق داخلي لشوارد الصوديوم.

- عودة استقطاب ناتجة عن تدفق خارجى لشوارد البوتاسيوم، نتيجة افتتاح القنوات الفولطية للبوتاسيوم.



- إفراط في الاستقطاب نتيجة تأخر اغلاق القنوات المرتبطة بالفولطية للـ K^+ .

ما سبق يمكن أن نستنتج أن كمون العمل المسجل يعود لتغير مؤقت لنفاذية الغشاء لشوارد الصوديوم والبوتاسيوم بتدخل القنوات البروتينية الفولطية، تعمل المضخة المستهلكة للـ ATP على عودة التراكيز الأيونية خالتها الأصلية.

- إن من شروط توليد كمون عمل أن يكون التنبية يساوى أو أكبر من عتبة زوال استقطاب.

- ينتقل كمون العمل على طول الليف العصبي حتى يصل إلى الزر المشبكى.

يؤدى وصول موجة زوال استقطاب في الزر المشبكى إلى ما يلى:

- تحرير المبلغ العصبي في الشق المشبكى.

- يثبت المبلغ العصبي على مستقبلات غشائية فتوية تدعى بالقنوات المرتبطة بالكيمياء، مما يسبب افتتاح القنوات وتوليد زوال استقطاب إثر دخول شوارد الصوديوم.

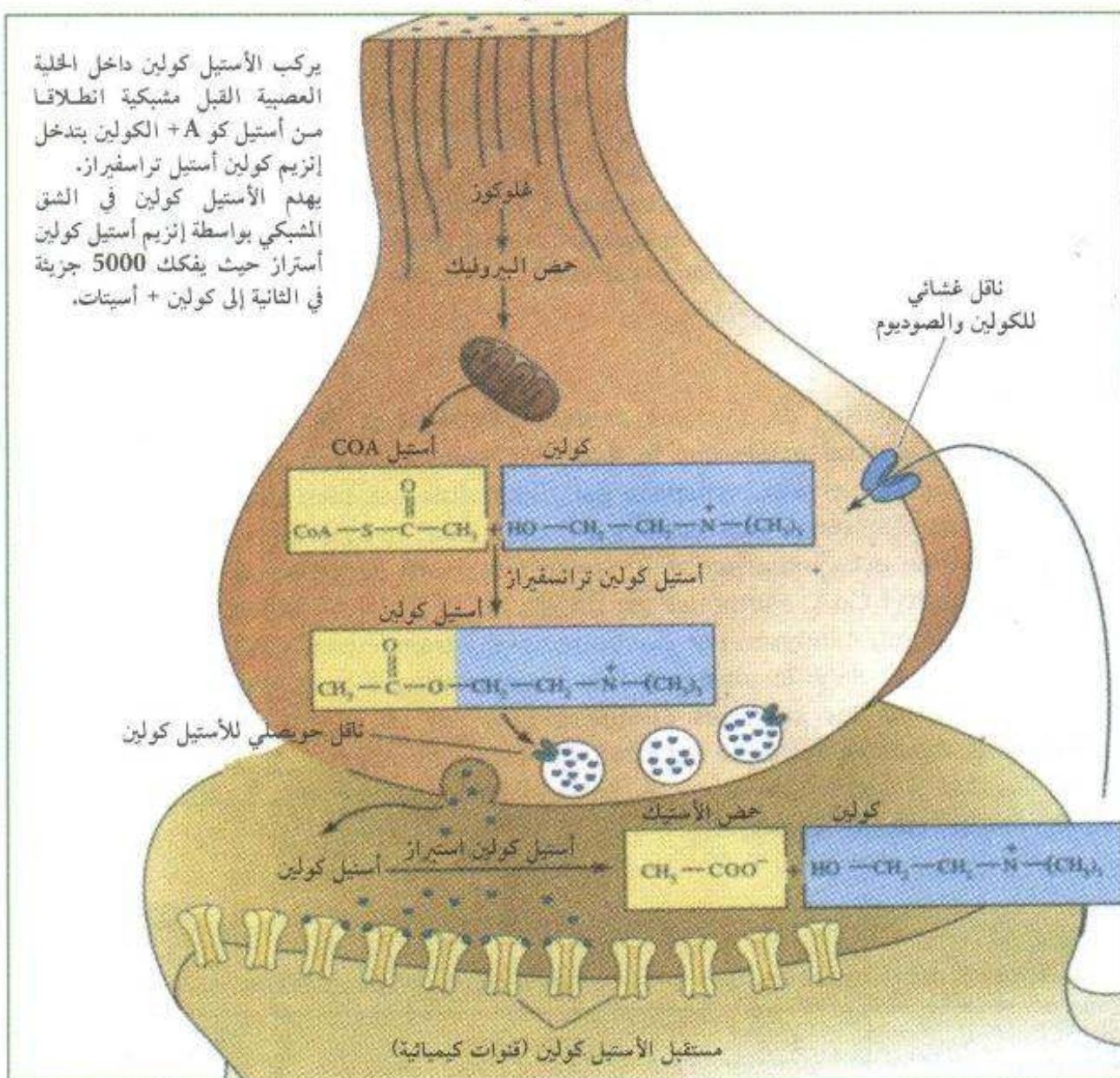
- إن سعة زوال استقطاب الغشاء بعد المشبكى تتوقف على عدد القنوات الكيميائية المستقبلة المفتوحة خلال زمن معين، وبالتالي على تركيز المبلغ العصبي في الشق المشبكى.

- تلعب شوارد الكالسيوم دورا أساسيا في تحرير المبلغ العصبي إذ وصول موجة زوال استقطاب إلى الزر المشبكى يؤدى إلى افتتاح قنوات Ca^{++} المرتبطة بالفولطية، وبالتالي دخول هذه الشوارد إلى هبولة الزر المشبكى يسبب هجرة الحويصلات المشبكية إلى الغشاء قبل المشبكى وتحريير المبلغ العصبي.

ترجمة الرسالة العصبية قبل مشبكية:

إن الرسالة العصبية في مستوى الغشاء قبل المشبك تكون مشفرة بتغير تواترات كمون العمل التي تتحول في مستوى المشبك إلى تغيرات في كمية المبلغ العصبي الذي يدوره يؤدي إلى توليد رسائل بعد مشبكية مشفرة بتواترات كمون العمل.

المخطط المرفق يبين آلية تركيب وهدم المبلغ الكيميائي.



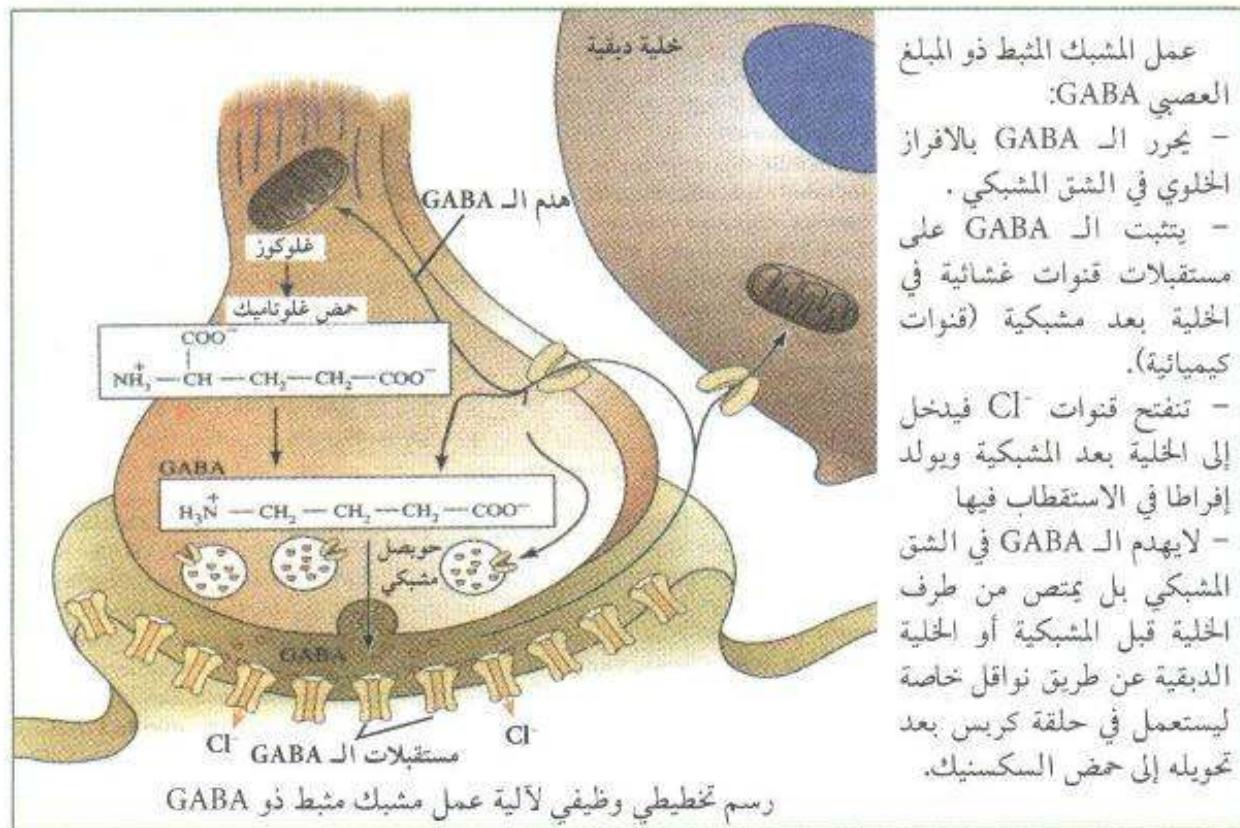
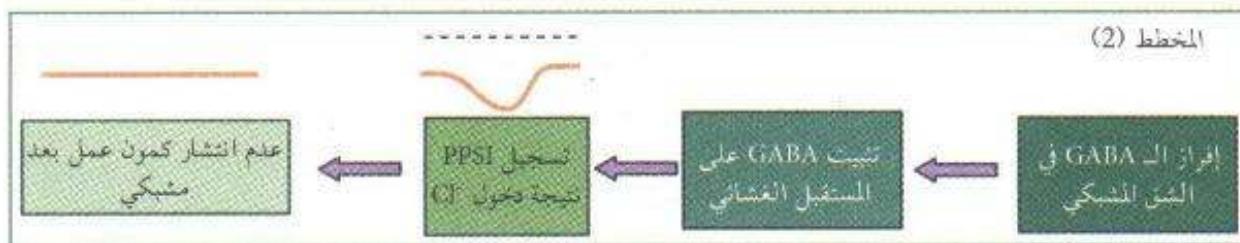
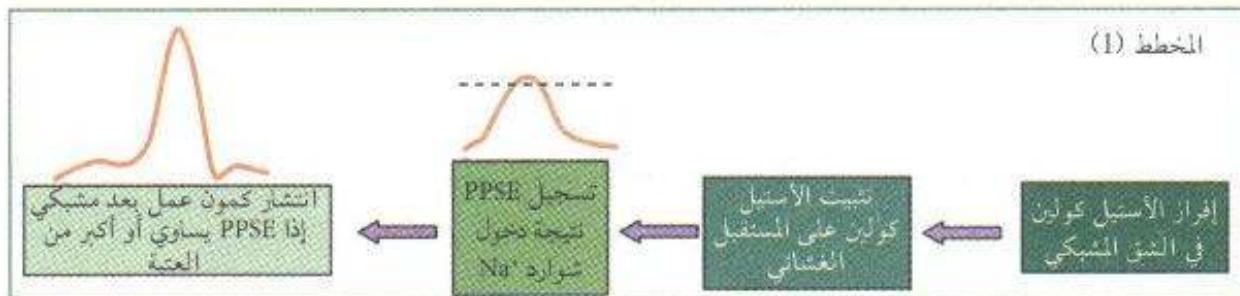
رسم تخطيطي لمشكك كيميائي يظهر متابولزم المبلغ الكيميائي الأستيل كولين: تركيب وهدم

النشاط ⑤: آلية الادماج العصبي

يتصل العصبون بعد المشبك بعده مشبكي، يتوقف تأثيرها على نوع المبلغ العصبي وتأثيره على الغشاء بعد المشبك.

1. أنواع المشابك

- مشابك تنبهية: يسبب المبلغ العصبي في هذا المشبك زوال استقطاب الغشاء بعد المشبك وتوسيع كمون بعد المشبك تنبهبي PPSE، إذا كان يساوي أو أكبر من عتبة زوال استقطاب يؤدي إلى انتشار كمون عمل.
 - مشابك تشبيطية: يسبب المبلغ العصبي في هذا المشبك إفراطاً في استقطاب الغشاء بعد المشبك وتوسيع كمون بعد المشبك تشبيطي PPSI.
- يمثل المخطط (1) و(2) تأثير كل من مبلغ كيميائي منه (أسيتيل كولين) ومبلغ كميائي مثبط GABA.



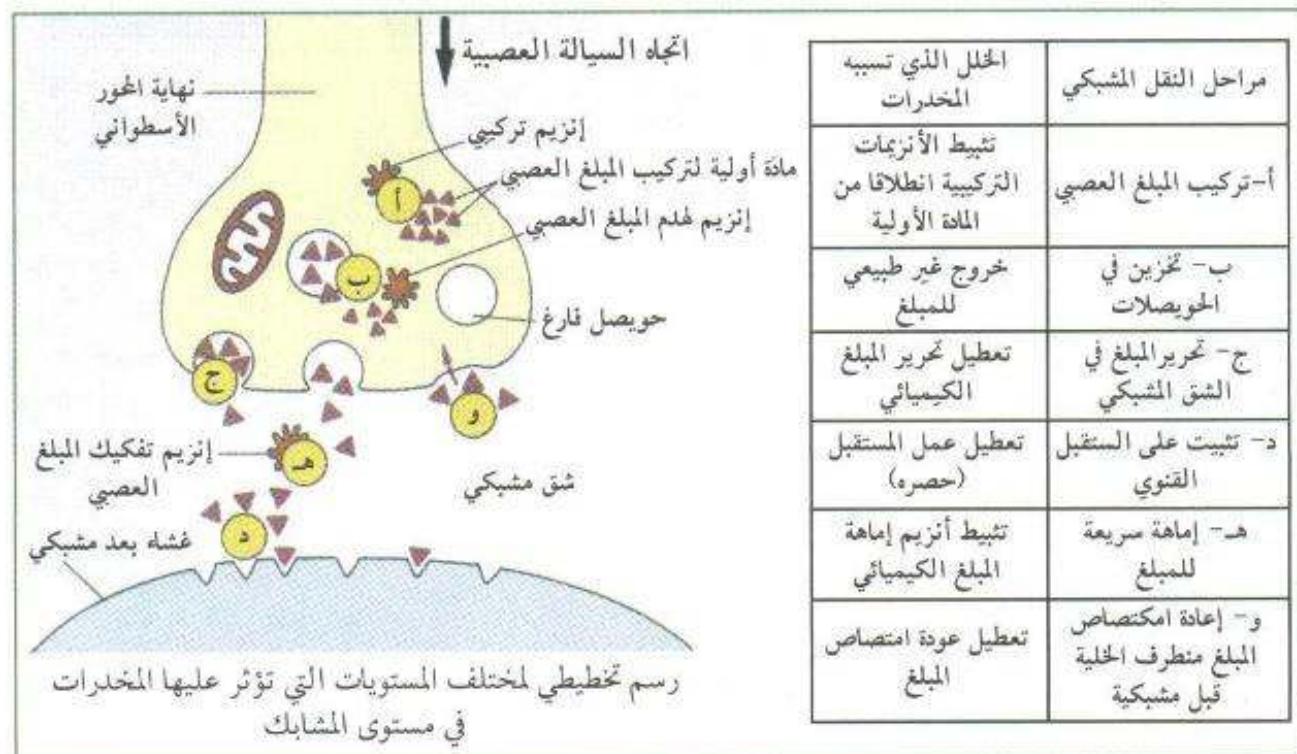
2. الادماج العصبي:

- يدمج العصبون بعد المشبكى مختلف الكمونات بعد المشبكى ويكون هذا التجميع:
- تجميع فضائي: إذا كانت كمونات قبل المشبكى مصدرها مجموعات من النهايات العصبية والتي تصل في الوقت نفسه لشبكة العصبون قبل مشبكى.
- تجميع زمني: إذا وصلت مجموعة من كمونات العمل المتقاربة من نفس الليف قبل مشبكى

ملاحظة: تتحقق على كمون عمل إذا بلغ مجمل الكمونات التنبهية والتشييطية أثناء الادماج عتبة توليد كمون العمل بينما إذا كانت الحوصلة أقل من العتبة فلا يتولد كمون عمل.
أي: $PPSE+PPSI < \text{عتبة كمون العمل}$: تولد كمون عمل وانتشاره.
 $PPSE+PPSI > \text{عتبة كمون العمل}$: عدم تولد كمون عمل.

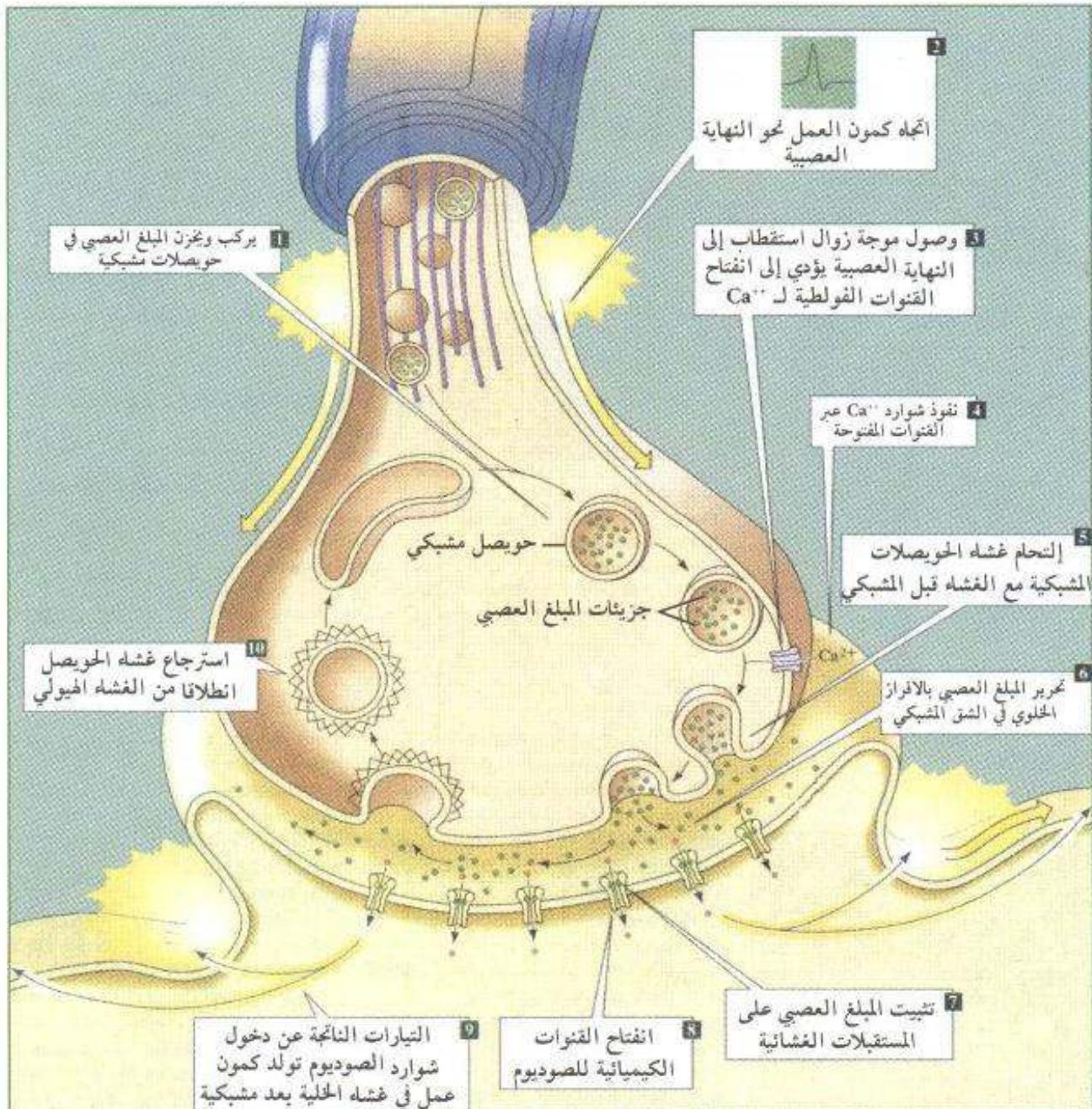
النشاط ⑥: تأثير المخدرات على مستوى المشابك

يمكن للنقل المشبكى أن يختل بتدخل العديد من الجزيئات المستعملة بكثرة في الوقت الحالى، إما لأغراض طبية أو في حالة الإدمان، وذلك تحت تأثير المخدرات.
إن آلية النقل المشبكى آلية حساسة يمكنها أن تختل في أي مرحلة من مراحلها.
يبين جدول الوثيقة التالية أهم مراحل النقل المشبكى وختلف المستويات التي يمكن للمخدرات أن تتدخل فيها والممثلة بحرف.



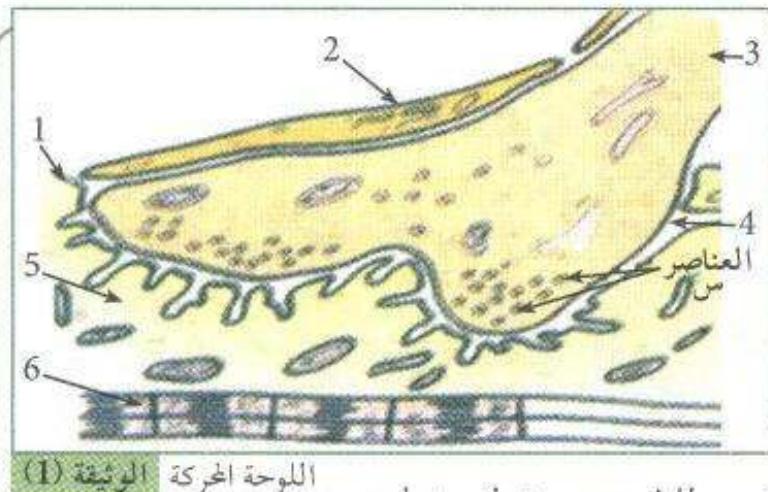
مخطط تدريسي

يمثل المخطط التدريسي التالي آلية النقل العصبي على مستوى المشبك ودور البروتينات فيها



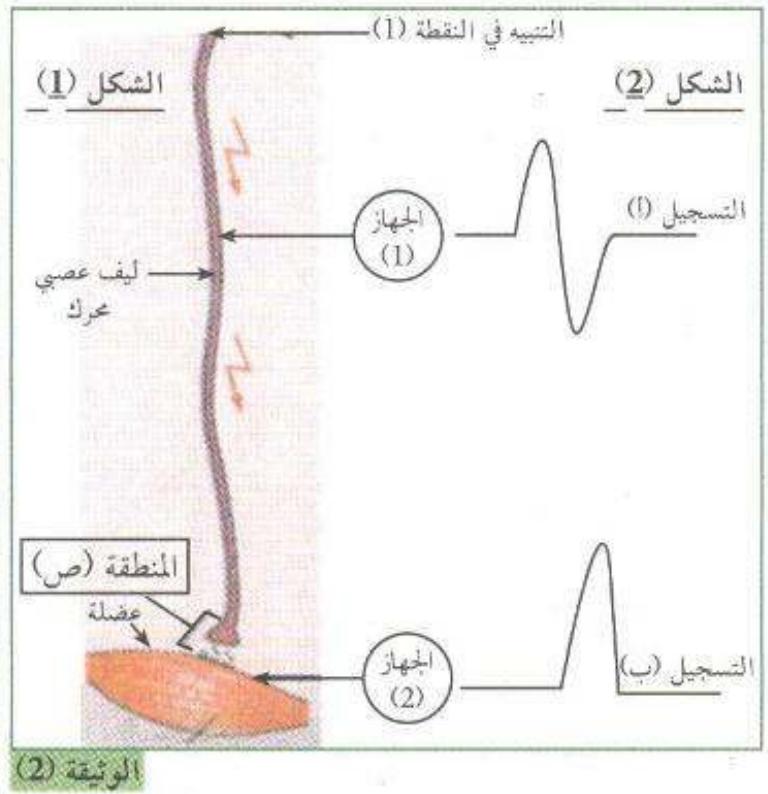
أستثمر مهاراتي وأوظف قدراتي

التمرين 1



استعمل المتد الحمر الرماح المطلية بالكورار في صيد الحيوانات والتي تسبب شللاً على مستوى العضلات.
- كيف تؤثر هذه المادة على العضلات وتصيبها بالشلل؟
دراسة الوثائق التالية تبين ذلك:

- الوثيقة (1) تبين رسم تفسيري لصورة مشبك عصبي - عضلي بالمجهر الالكتروني، والوثيقة (2) تبين تركيب تجربى لليف عصبي محرك معزول من ضفدع ومتصل بعضله (شكل 1)، أما شكل (2) فيبين النتائج التجريبية الحصول عليها عند اجراء تنبية فعل في النقطة 1.



1. ضع بيانات العناصر المرقمة من الوثيقة (1).

2. ما هي المعلومة المستخرجة من مقارنة التسجيلين (ا و ب) من الوثيقة (2).
التحليل الكيميائي للعنصر (س) المبين بالوثيقة (1) وجد أنها غنية بالأسيتيل كولين نستعمل محتوى العناصر ونجرى التجربتين التاليتين:
التجربة (ا): حقن الأسيتيل كولين في المنطقة (ص) من التركيب التجربى المبين في الشكل (1)، تحصلنا على التسجيل (ب) فقط من الوثيقة (2).
التجربة (ب): حقن مادة الكورار في المنطقة (ص) من التركيب التجربى المبين الشكل (1) مع تنبية فعل في النقطة (1)، تحصلنا على التسجيل (ا) فقط من الوثيقة (2).

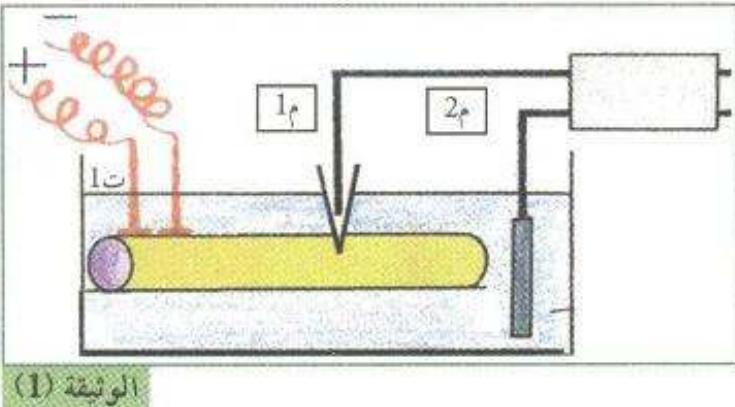
1. استعمل معلوماتك حول عمل المشبك، وفسر نتائج التجربة (ا).

2. ماذا تستنتج من مقارنة نتائج التجربة (ا) بنتائج التجربة (ب)؟

3. مثل برسم توضح فيه العلاقة الموجودة بين جزيئات الكورار والبروتينات الغشائية في المنطقة (ص).

4. هل تكنك النتائج المتوصل إليها من تفسير كيفية حدوث الشلل بتأثير مادة الكورار؟ وضح ذلك.

التمرين 2

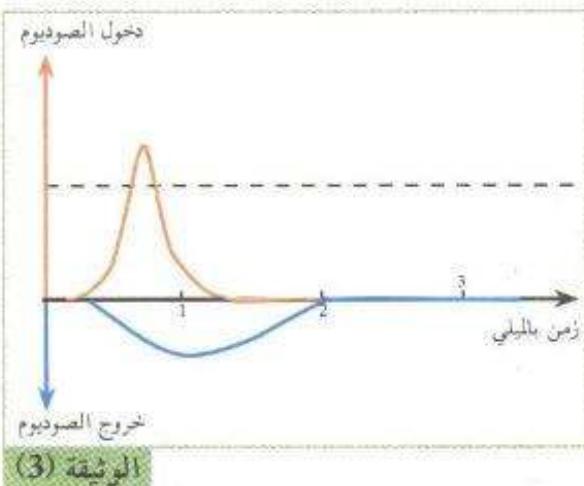
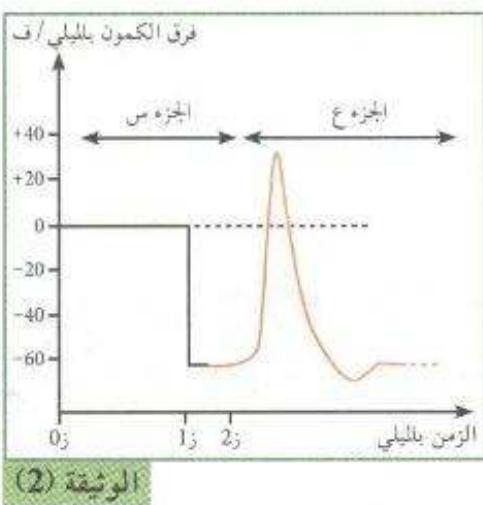


- 1) لتحديد طبيعة الرسالة العصبية تجرى الدراسة التالية باستعمال ليف عصبي للكلمار:

 - نجرب التركيب التجريبي الممثل بالوثيقة (1) في الزمن $t=0$ نضع الألكترود $m\ 1$ على سطح الخور الأسطواني.
 - في الزمن $t=1$ ندخل الألكترود في الخور الأسطواني.
 - في الزمن $t=2$ ننبه الخور تنبئها فعلا.

النتائج الحصول عليها ممثلة في الوثيقة (2).

1. حلل الجزء (س) من الوثيقة (2)، وماذا تستنتج؟
 2. ماذا يمثل الجزء (ع) من الوثيقة (2)؟ على الإجابة.
 3. حلل الظاهرة الممثلة بالجزء (ع)، وماذا تستنتج؟
- الوثيقة (3) تبين هجرة شوارد الصوديوم والبوتاسيوم بين الوسط الخارجي والداخلي التي ترافق الجزء (ع) من الوثيقة (2).
4. قدم تفسيراً كيميائياً للجزء (ع) معتمداً على نتائج الوثيقة (3).
 5. ماذا تستخلص فيما يخص طبيعة السائل العصبية؟



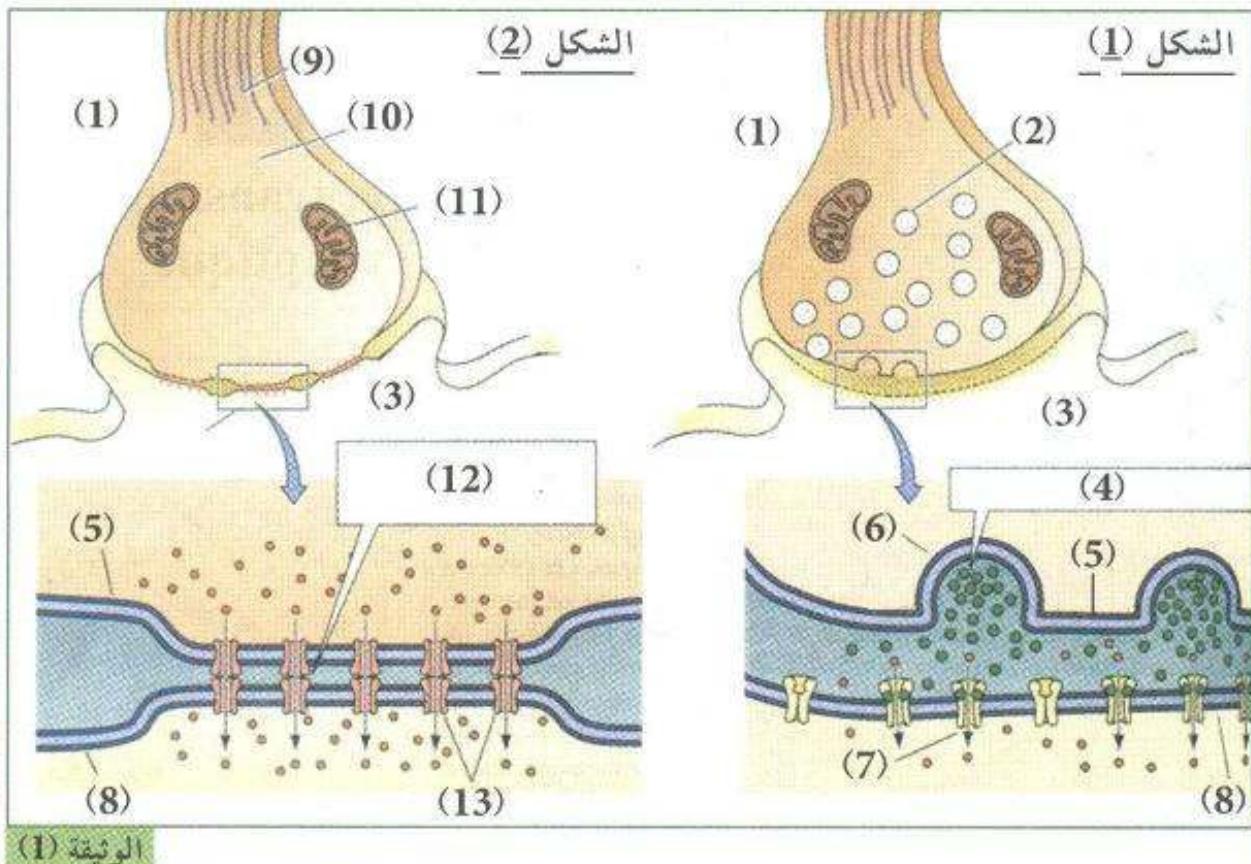
- 2) تمثل الوثيقة (4) نتائج تجارب أجريت على الليف العصبي العملاق للكلمار (أعمال هودكين وكاتن) حيث تم وضعه في ثلاثة أو سلط مختلفة:

 - الوسط (1) به ماء بحر يحتوي على شوارد الصوديوم (453 ميلي مول / ل).
 - الوسط (2) به 50% ماء بحر و 50% محلول غلوكونات.
 - الوسط (3) به 33% ماء بحر و 66% محلول غلوكونات.

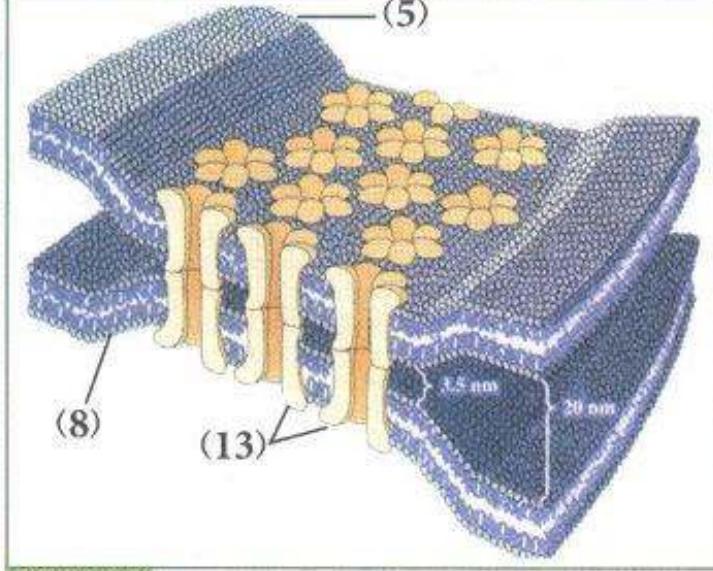
النتائج التجريبية موضحة في منحنيات الوثيقة (4).

التمرين 3

يمثل الشكلين (1 و 2) من الوثيقة (1) نوعين من المشابك، مشبك كهربائي ومشبك كيميائي، بينما تمثل الوثيقة (2) شكلًا مجسماً لتفاصيل أكثر للشكل (2) من الوثيقة (1).



الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

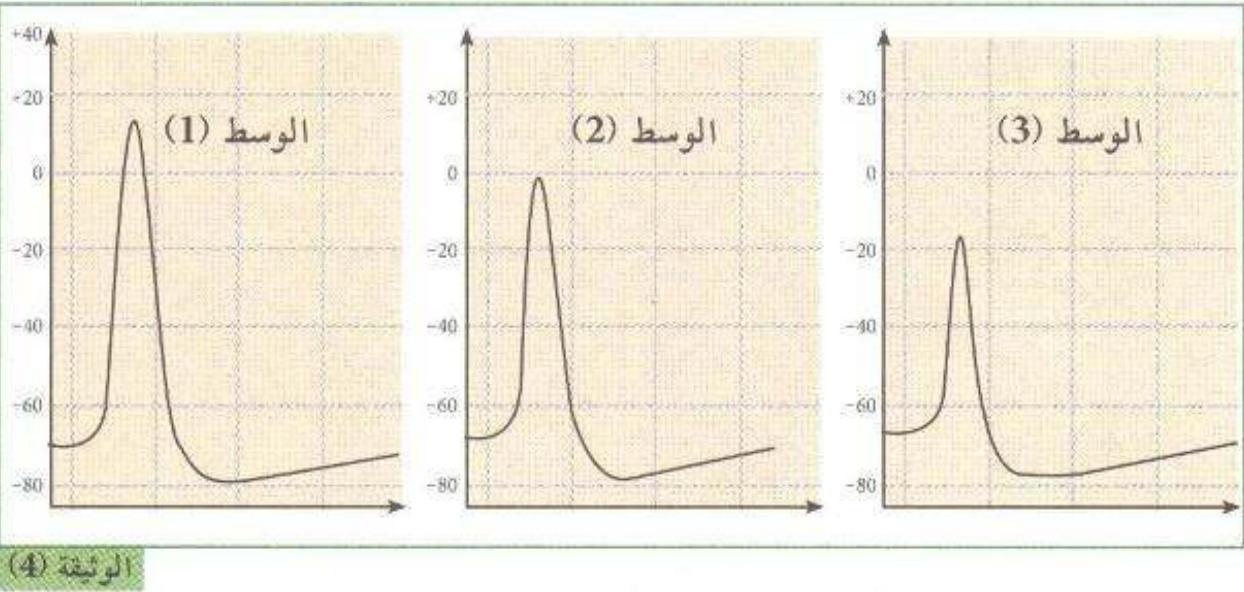
1. تعرف على المشبكين الموضعين في الشكلين (1 و 2) ثم أكتب البيانات المرقمة.

2. قارن بين المشبك 1 و 2، ماذا تستنتج؟

3. تمثل الوثيقة (3) تفاصيل الاتصال بين غشائي الخلية للمشبك 2.

أ- ما هي المعلومة المستخلصة من هذا الشكل فيما يخص آلية عمل هذا النوع من المشابك؟

ب- قدم أوجه الاختلاف في عمل المشبكين السابقين.



1. حلل نتائج الوثيقة (4)، وماذا تستخلص فيما يخص العلاقة بين الكمون الغشائي وتركيز الشوارد في الوسط الخارجي.
2. وضع بواسطة رسم على المستوى الجزيئي الآلية التي أدت إلى ظهور الكمون المبين بالجزء (ع) من الوثيقة (2).

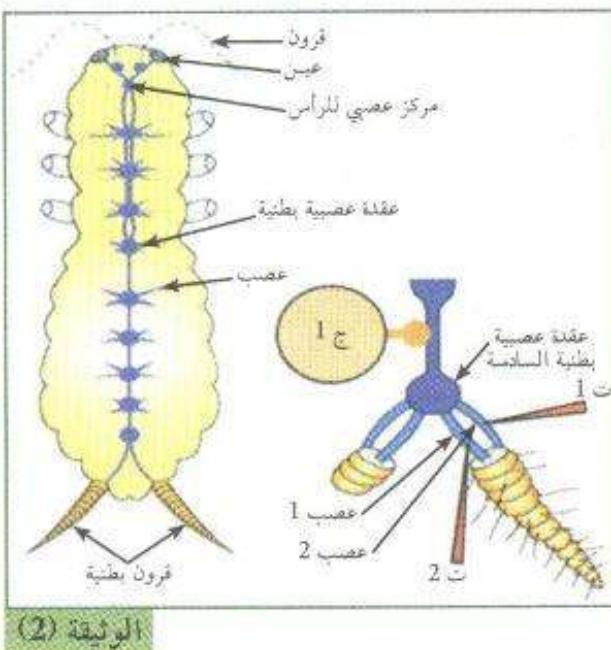
التمرين 4



الوثيقة (1) تظهر حشرات الصراصير Blatte

تمتاز الصراصير بالقدرة الهائلة على الفرار بمجرد هفوة ينتج عنها تيار هوائي بسيط بينما الحركة التلقائية العادمة لا تؤدي إلى الفرار.
لدراسة هذه الخاصية عند هذه الحشرات نقدم لك الوثائق التالية:

- الوثيقة (1): صورة حشرات الصراصير
- الوثيقة (2): تشريح الحشرة يظهر جهازها العصبي والتركيب التجاري لتسجيلات الوثيقة (3).



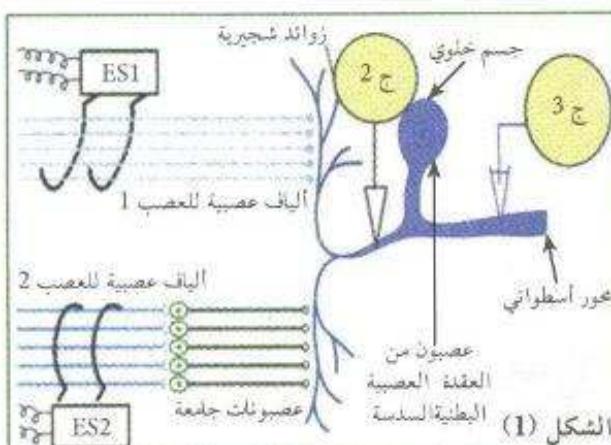
الوثيقة (2)

الوثيقة (3): تسجيلات كهربائية سجلت في الجهاز
ج 1 حيث:

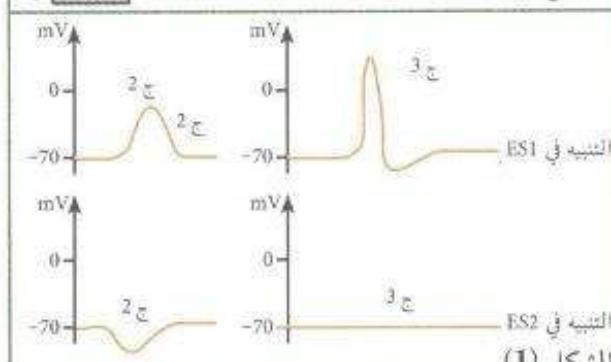
- التسجيل (1): سجل إثر تنبية فعل للعصب 1.
- التسجيل (2): سجل إثر تنبية فعل للعصب 2.
- التسجيل (3): سجل إثر تنبية فعل للعصبين 1 و 2 في نفس الوقت.

الوثيقة (4): الشكل (ا) يوضح الإتصالات العصبية بين ألياف العصبين (1 و 2) مع عصبون العقدة الشوكية السادسة.

أما الشكل (ب) فيمثل تسجيلات أخذت في مستوى العصبون العملاق في ج 2 وج 3 بعد تنبية الألياف العصبية في ES1 أو ES2.

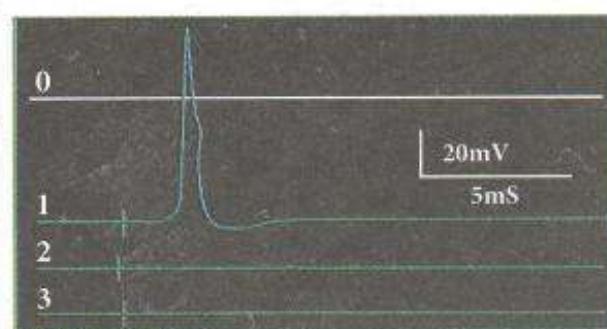


الشكل (1)



الوثيقة (2)

بالاعتماد على المعطيات والمعلومات المستخرجة من مختلف الوثائق المقدمة بين كيف يعمل المراكز العصبية عند الصراصير (العقدة السادسة هنا) على دمج المعلومات التي تصله.



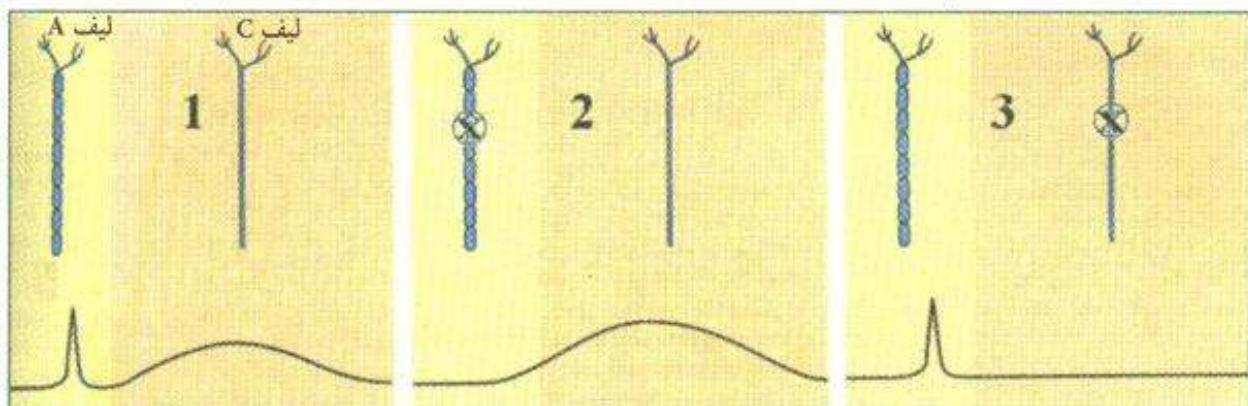
الوثيقة (3)

التمرين 5

تعود نكهة المأكولات أساساً إلى التوابل التي تضاف إليها، ومن أشهر هذه التوابل (القليل الحار) الذي يعطي للأكل مذاقاً حاراً. فما مصدر هذا المذاق؟ وكيف تحس به؟
لإجابة على هذه الإشكالية لحقق التجربة التالية:

المرحلة 1: يمثل الوثيقة (1) نتائج تجريبية أثبتت على ألياف حسية ناقلة مسؤولة عن الإحساس بالألم. حيث:

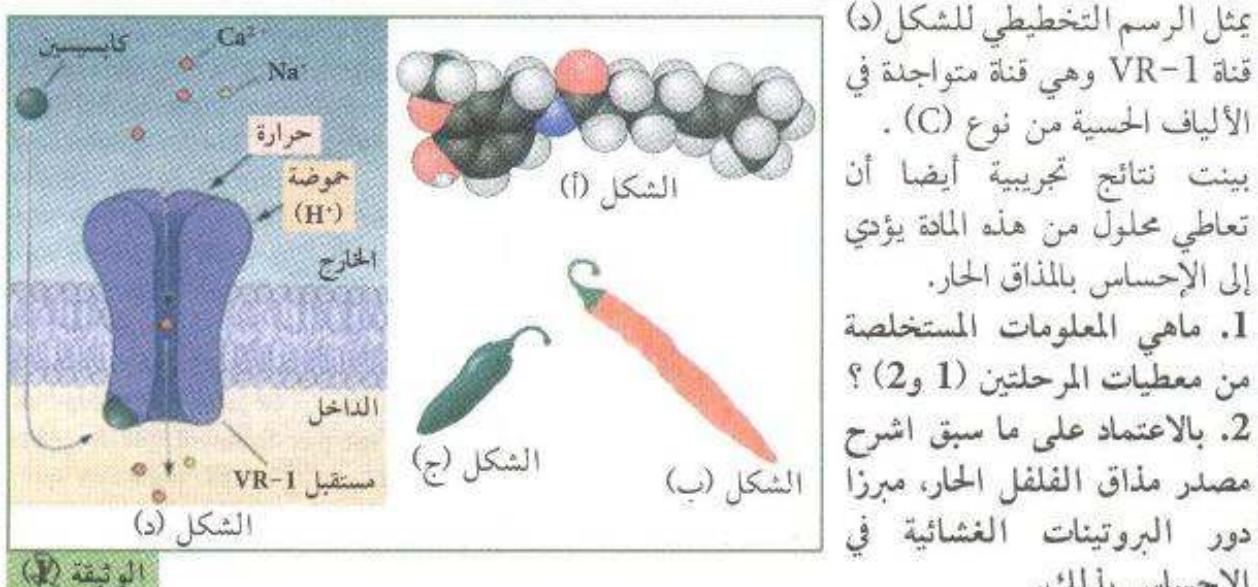
- التسجيلات (1) تم الحصول عليها إثر تنبية فعل لعصب حسي يحتوي نوعين من الألياف (A و C).
- التسجيلين (2 و 3) تم الحصول عليهما بعد تبييض عمل أحد الليفين (A و C).



1. قارن بين بنية الليفين (A و C).
2. بالاعتماد على معارفك ونتائج التسجيلات: اشرح كيف تحس بالألم محدداً البيانات المسؤولة عن ذلك مع التعليل.

3. هل تؤكّد نتائج التسجيلين (2 و 3) ما توصلت إليه في السؤال 2؟ علل ذلك.

المرحلة 2: يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (2) جزيئة الكابسين المستخلصة من الشكلين (ب وج)، بينما



المجال 2

التحولات

تحتاج جميع الكائنات الحية إلى التزود بالطاقة بصورة دائمة كما تتميز بقدرتها على تحويل الطاقة من صور لأخرى للمحافظة على حياتها. إلا أن الكائنات الحية تختلف في المصدر الذي تستمد منه طاقتها ونوع التحولات الطاقوية التي تتم داخل خلاياها.

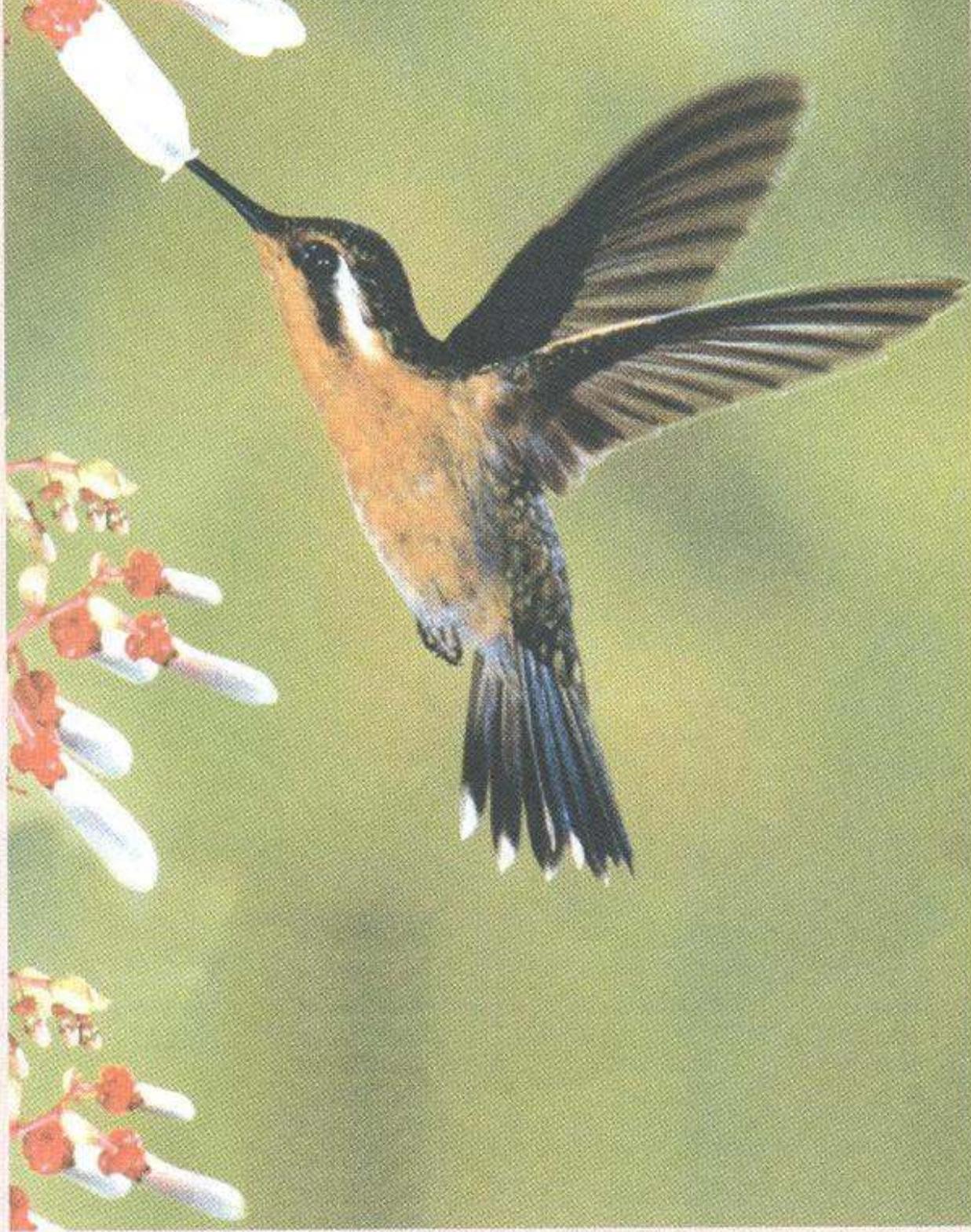
تشير الصورة المقابلة إلى نوعين من الكائنات الحية يحتاج كل منها إلى مصدر للطاقة كما يقوم كل منها بتحويل الطاقة إلى صورة قابلة للاستعمال في أداء وظائفه المختلفة.

فما هي التحولات الطاقوية التي تحدث في الكائن الأول (النبات) وفي الكائن الثاني (الطائر)؟ وما هي صورة الطاقة والمادة المتنقلة بينهما وداخل خلايا كل منهما؟

وحدات المجال:

1. آليات تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة.
2. آليات تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية إلى ATP.
3. تحويل الطاقة على مستوى ما فوق البنية الخلوية.

الطافرية



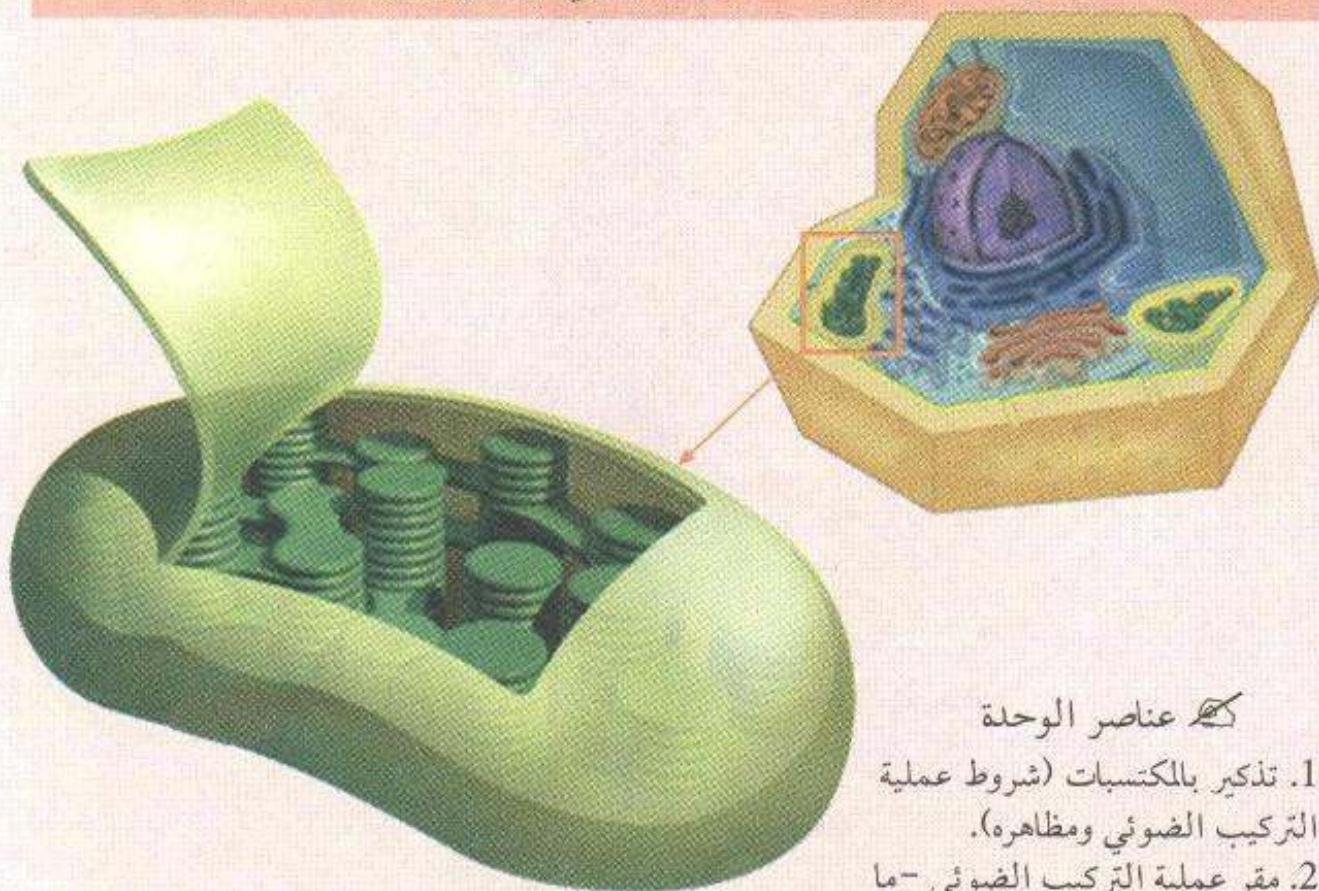
الوحدة

١

آليات تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة

تؤدي النباتات الخضراء وظيفة حيوية هامة تعتبر أهم ضمان لاستمرار الحياة، وإن ناتج عملية التركيب الضوئي يتمثل في تركيب جزيئات عضوية مخزنة للطاقة، حيث يقوم النبات الأخضر بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة تتم وفق تسلسل جملة من التفاعلات الكيموحيوية بآليات دقيقة ومحددة.

❖ فما هو مقر هذه التحولات الطاقوية؟ وما هي مراحل وآليات هذه التحولات؟



كائن عناصر الوحدة

١. تذكير بالملكتسبات (شروط عملية التركيب الضوئي وظاهره).
٢. مقر عملية التركيب الضوئي - ما فوق البنية الخلوية للصانعة الخضراء -.
٣. تفاعلات المرحلة الكيمووضوئية.
٤. تفاعلات المرحلة الكيموحيوية.

النشاط 1

ذكير بالمكتسبات

(شروط عملية التركيب الضوئي ومظاهره)

التركيب الضوئي ظاهرة حيوية يتم خلالها صنع جزيئات عضوية، لا تتم هذه الظاهرة إلا بتوفير شروط تسمح بحدوثها.



شكل (1)



شكل (2)

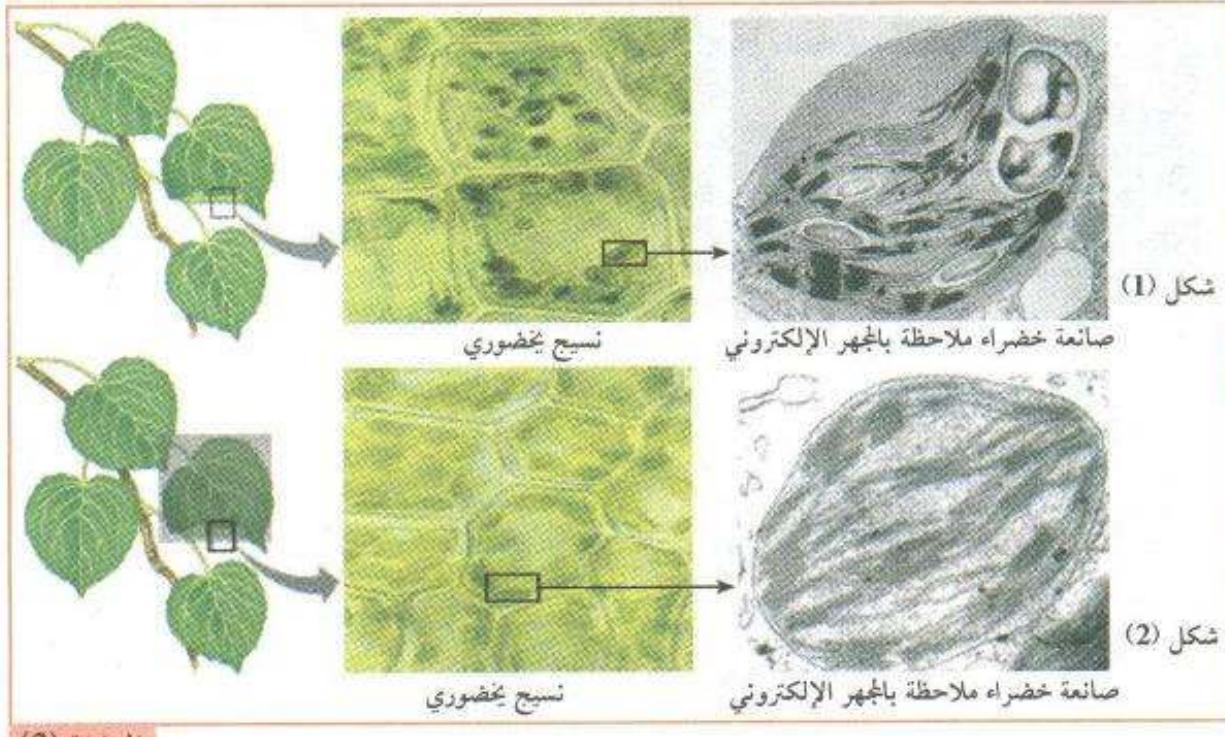
الوثيقة (1)

↙ فما هي شروط عملية التركيب الضوئي؟

شروط عملية التركيب الضوئي

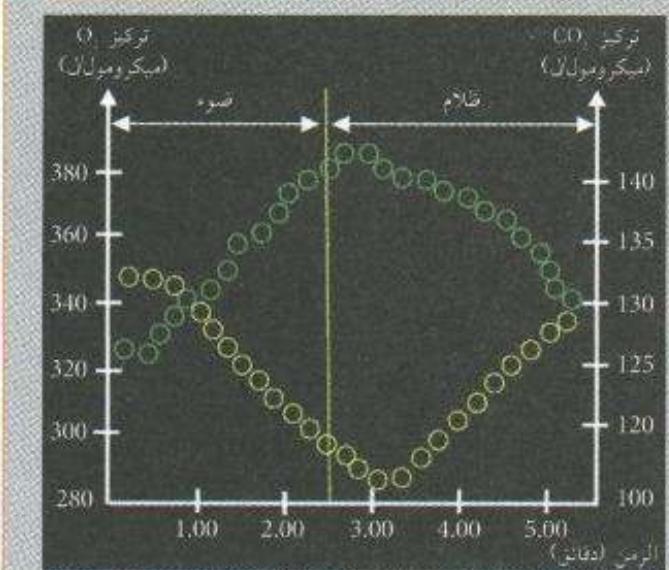
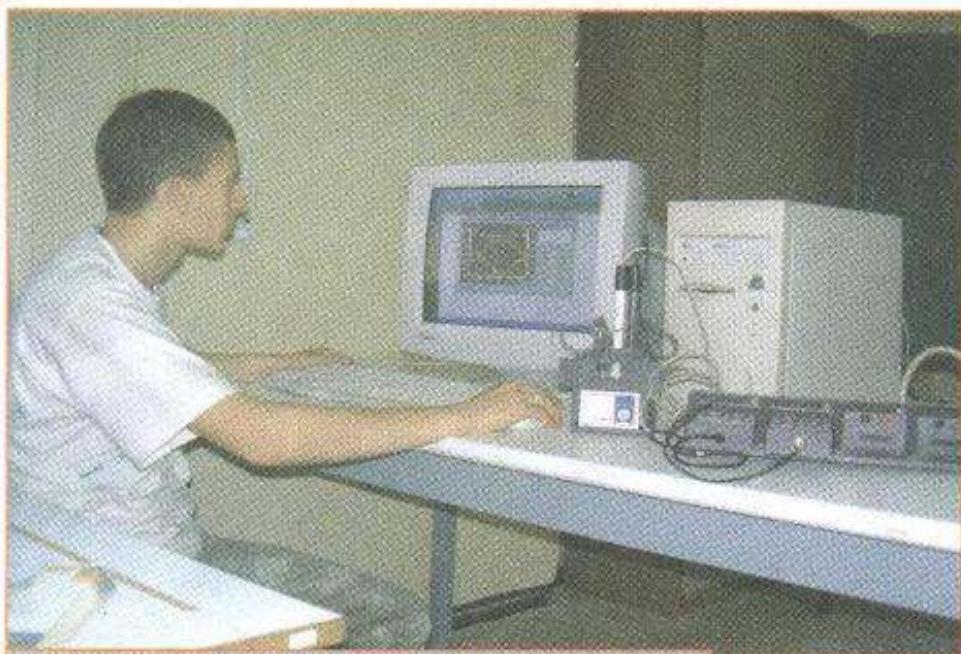
توضح الوثائق التالية شروط حدوث عملية التركيب الضوئي: حيث تمثل الوثيقة (1) ورقة مبرقشة عرضت للضوء لمدة زمنية كافية (شكل 1) ثم عمليت بتقنية خاصة للكشف عن الجزيئات العضوية (الشكل 2).

يوضح الشكلان (1 و 2) من الوثيقة (2) النتائج التجريبية لورقتين إحداهما عرضت للضوء والأخرى في الظلام.



الوثيقة (2)

الوثيقة (3) توضح التركيب التجاري المدعوم بالحاسوب وأنتاج تجربة ExAO أجزأ على أشنة حضراء في شروط تجريبية مختلفة.



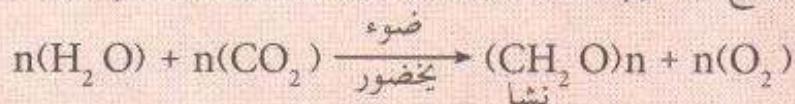
الوثيقة (3)

استغلال الوثائق:

- ماذا تستخلص من معطيات الوثيقة (1)؟
- قارن النتائج التجريبية في الشكلين (1 و2) من الوثيقة (2)، ماذا تستخلص؟
- حلل النتائج التجريبية للوثيقة (3)، ماذا تستخلص؟

ا- اتجاه الى معنى كل لوت

- اعتماداً على نتائج التجارب السابقة و معارفك و باستغلال المعادلة الإجمالية التالية لتركيب النشا:



* استخرج مظاهر وشروط عملية التركيب الضوئي ومقرها.

* أجز مخططاً يلخص مجموع مظاهر عملية التركيب الضوئي وشروطه.

النشاط 2

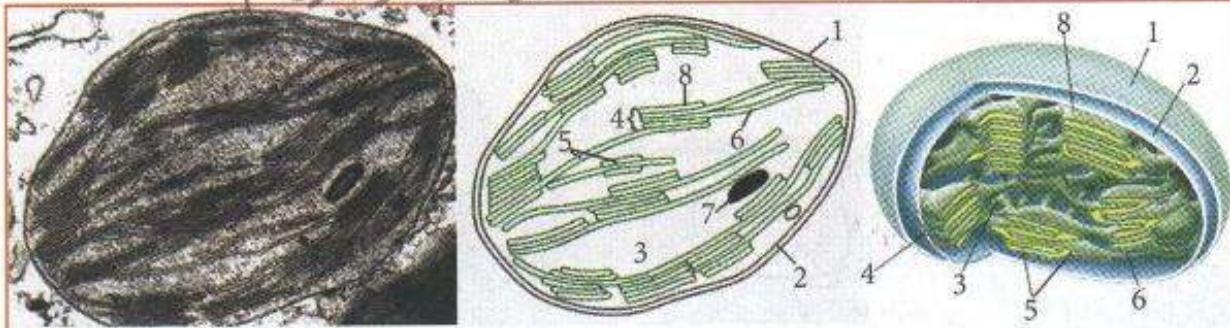
مقر عملية التركيب الضوئي - ما فوق البنية الخلوية للصانعة الخضراء-

تمكن التوصل في النشاط السابق إلى أن تركيب النشا يتم في الصانعة الخضراء، حيث تحدث جميع التفاعلات الكيموحيوية للتركيب الضوئي.

﴿كيف تظهر الصانعة بالجهر الإلكتروني؟ وما تركبها الكيميائي؟ وكيف تتوضع مكوناتها؟﴾

١ بنية الصانعة الخضراء

تمثل الوثيقة (١) ما فوق بنية الصانعة الخضراء كما يظهرها الجهر الإلكتروني مع رسم تفسيري ومجسم للصانعة الخضراء. **عدم الاشاره الى NAD و المطرود من**



1. غشاء خارجي 3. الحشوة 5. تجويف تلاكوبود 7. نشا
2. غشاء داخلي 4. غرانا (بذيرة) 6. صفيحة حشوية 8. كيس (تلاكوبودة)

الوثيقة (١)

- إعتماد على معطيات الوثيقة (١) قدم وصفاً دقيقاً لظاهر الصانعة.
- للصانعة الخضراء بنية حجرية (مقسمة إلى حجرات) على ذلك معتمداً على وصفك السابق.

٢ التركيب الكيموحيوي للصانعة الخضراء

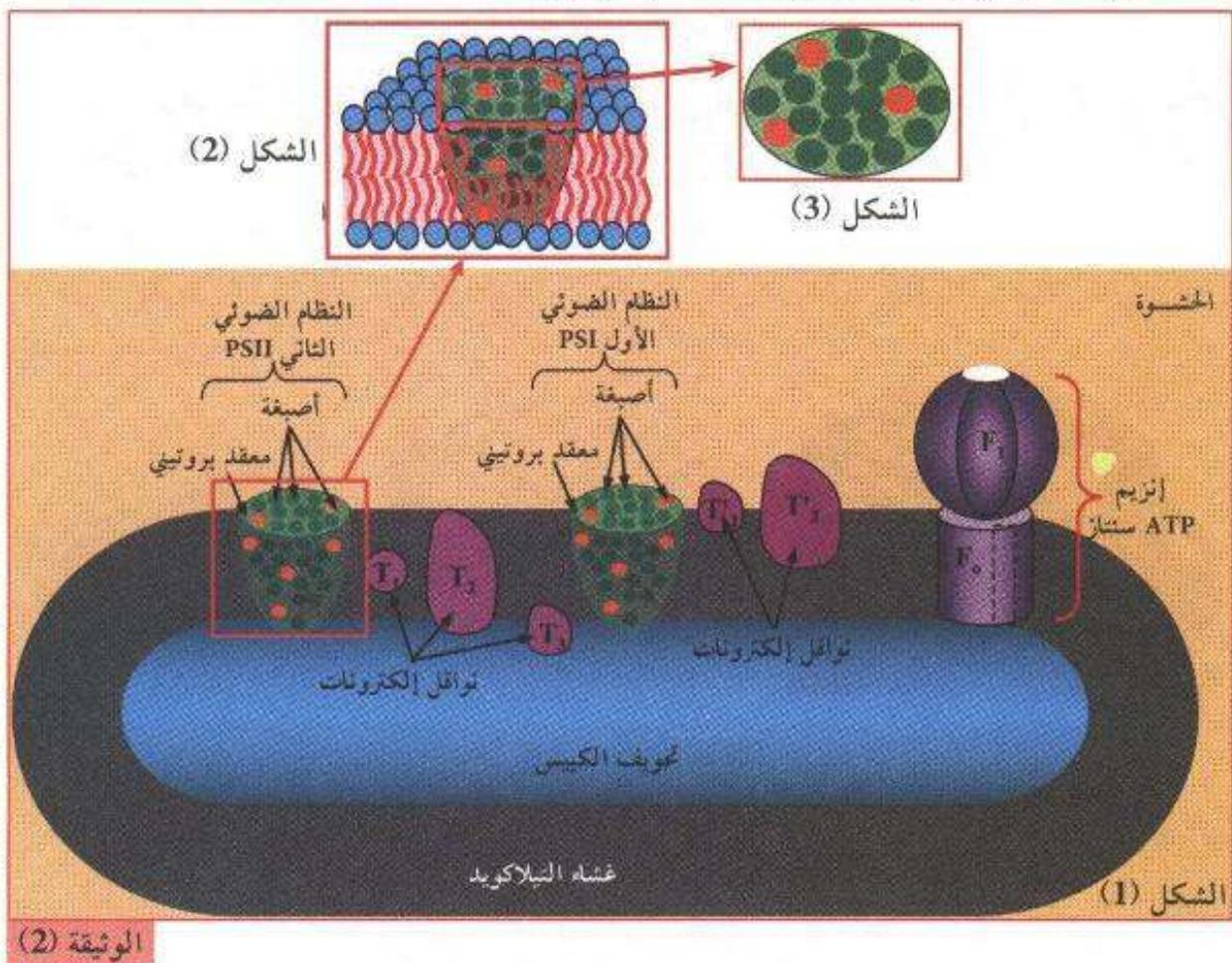
جزء الصانعة الخضراء	أهم المكونات الكيميائية
اغشية التلاكوبود	أصبغة يخضوريّة أصبغة أشباه الجزرin نوافل الإلكترونيات نوعان من الأنظمة الضوئية (PSII و PSI) إنزيم ATP سنتاز (الكريبة المذنبة)
الخشوة	مواد أيضية لتركيب الجزيئات العضوية مرافق إنزيمية (NADPH و NADP) Pi و ADP, ATP إنزيمات متعددة أهمها ريبولوز ثنائي الفوسفات كربيوكسيلاز Rubisco

سج فصل مكونات الصانعة الخضراء واجراء التحليل الكيميائي لكل من الحشوة والتلاكوبود من الحصول على النتائج الموضحة في الجدول المقابل.

قارن بين مكونات كل من الحشوة وأغشية التلاكوبود ماذا تستنتج؟

٣ ماقوق بنية التيلاكويد (توضيع مكونات التيلاكويد)

يمثل الشكل (1) من الوثيقة (2) رسم تخطيطي لموضع مكونات غشاء التيلاكويد في إحدى الكيسات، بينما يمثل الشكل (2) من نفس الوثيقة رسم تخطيطي لقطع في جزء من غشاء التيلاكويد أما الشكل (3) فيمثل رسم تخطيطي مبسط لنظام ضوئي.

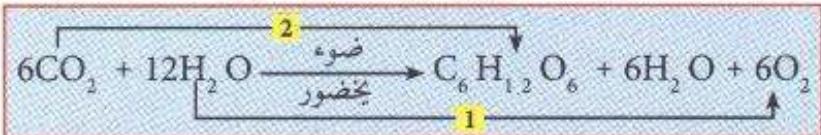


الوثيقة (2)

- اعتماداً على رسومات الشكلين (1 و 2) قدم وصفاً لكيفية توضع مكونات غشاء التيلاكويد.
- إن توضع جزيئات المي>xضور يكون على شكل أنظمة ضوئية، حدد بنية النظام الضوئي بالاستعانة بأشكال الوثيقة (2).

٤ طبيعة التفاعلات الكيميائية للتركيب الضوئي

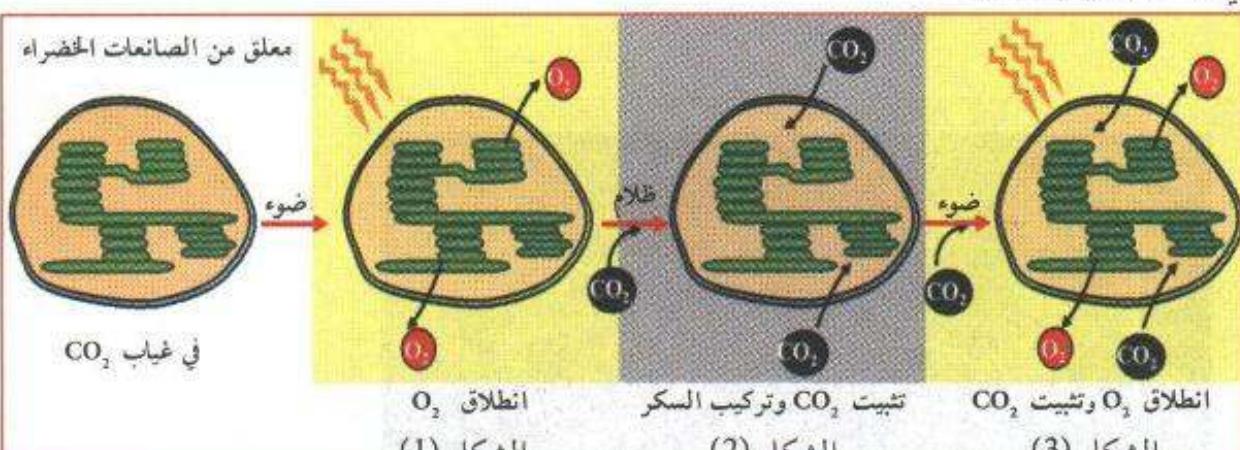
إن التفاعلات الكيميائية للتركيب الضوئي يمكن تلخيصها في المعادلة الإجمالية التالية:



1. استخلص من المعادلة نوع التفاعل الذي حدث في (١ و ٢)؟
2. استنتج من المعادلة إذن طبيعة تفاعلات ظاهرة التركيب الضوئي؟
3. إذا علمت أن التفاعل (١) فقط يتطلب ضوء و مختصر ولا يتطلب التفاعل (٢) ذلك، حدد إذا البنيات المتدخلة في سيرورة التركيب الضوئي.
4. إن وظيفة أي عضية مرتبطة أساساً بتركيبها الكيميائي، هل ينطبق هذا على كل من التلاكويدي والخشوة؟ علل ذلك معتمداً على التركيب الكيميائي لكل منهما.

٥ مراحل عملية التركيب الضوئي

لتوضيح مراحل حدوث عملية التركيب الضوئي تم عرض معلم للصانعات الخضراء للضوء في شروط تجريبية مناسبة في غياب CO_2 فلوحظ انطلاق O_2 لفترة قصيرة ثم يتوقف. عند وضع المعلم السابق في الظلام وإمداده بـ CO_2 لوحظ ثبيت CO_2 وتركيب السكر لفترة قصيرة. عند وضع المعلم في الضوء و CO_2 يلاحظ انطلاق O_2 وثبيت CO_2 بصورة مستمرة. مراحل التجربة موضحة في أشكال الوثيقة (٣).



الوثيقة (٣)

1. حدد شروط انطلاق O_2 في الشكل (١).
2. يمثل الشكلين (١ و ٢) من التجربة مرتبتين متتاليتين من عملية التركيب الضوئي نسميهما مرحلة (أ) ومرحلة (ب)، ما هي شروط حدوث كل مرحلة؟
3. اقترح تسمية لك كل مرحلة اعتماداً على شروط حدوثها؟
4. هل يمكن للمرحلة (ب) أن تتم في الضوء؟ علل إجابتك بالإستعانة بالشكلين (٢ و ٣)؟

النشاط 3

تفاعلات المرحلة الكيمو ضوئية

تبين من النشاط السابق أن عملية التركيب الضوئي تتم في مرحلتين: مرحلة كميو ضوئية ومرحلة كيمو حيوية. إن اختلاف البنية بين التيلاكوايد والخثة مع بالتوصل إلى وجود اختلاف في وظيفتيهما، فالتفاعلات التي تتم على مستوى التيلاكوايد تحتاج إلى ضوء وتكون مصحوبة بانطلاق O_2 وتدعم بتفاعلات المرحلة الكيمو ضوئية.

ـ> فما هي شروط عمل التيلاكوايد؟ وما هي آلية حدوث هذه المرحلة والتفاعلات التي تحدث فيها؟

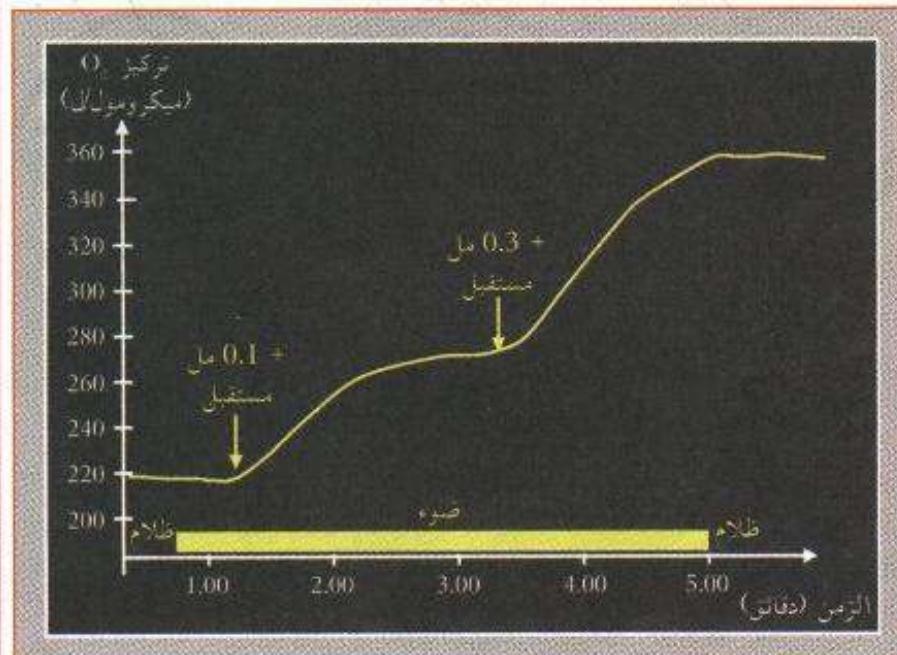
١ شروط عمل التيلاكوايد

١) يحتوي التيلاكوايد على أصبعه اليخصوص ويحتاج عملها إلى توفر شروط أساسية، ويتبع من عمل التيلاكوايد انطلاق O_2 . لتحديد شروط عمل التيلاكوايد نستعرض التجارب التالية:

تجربة ١:

تم تحضير معلق من التيلاكوايدات المعزولة في شروط تجريبية مختلفة (ضوء وظلام)، حيث أضيف للوسط الكاشف فيروسيانور البوتاسيوم $K_4Fe(CN)_6$ بتركيز ٠.١ مل (٠.٣ مل) ثم (٠.٣ مل) الذي يقوم بدور مستقبل اصطناعي للإلكترونات وذلك في فترة الإضافة. لوحظ بعد حقن فيروسيانور البوتاسيوم تغير لون محلول الوسط منبني محمر (حالة مؤكسدة) إلى أخضر (حالة مرجعة).

نتائج التجربة المدعمة بالحاسوب توضحها الوثيقة (١).



٢ استغلال الوثائق:

١. حلل منحنى الوثيقة (١) مع توضيح تأثير كمية فيروسيانور البوتاسيوم.
٢. حدد نوع تفاعل المستقبل في هذه التجربة. علل إجابتك.
٣. استخرج شروط انطلاق الأكسجين في هذه التجربة؟

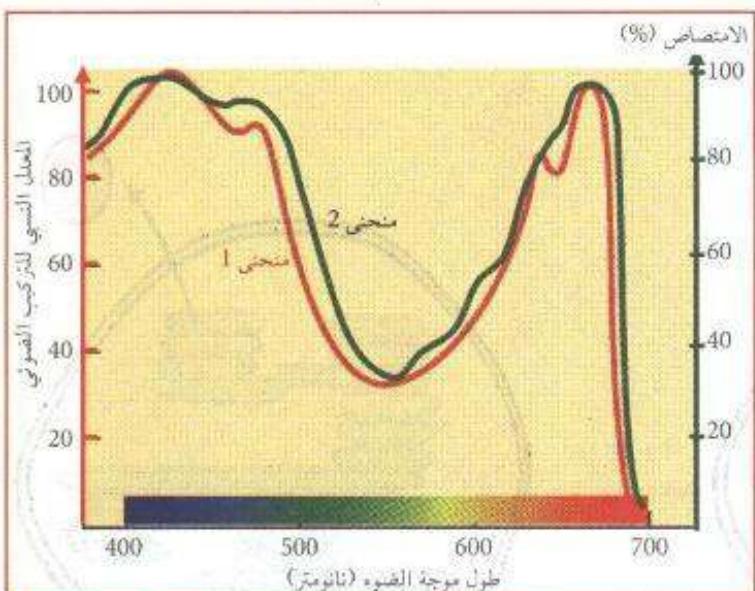
الوثيقة (١)

ب) تجربة 2 (تأثير ألوان الطيف على عمل التيلاكويد):

تبين من التجربة السابقة أن الضوء شرط أساسي من شروط عمل التيلاكويد فما هو تأثير مختلف مكونات الضوء (ألوان الطيف) على انطلاق O_2 ؟

لإظهار دور ألوان الطيف على عمل التيلاكويد يتم تعريض معلق للصانعات الخضراء إلى ضوء بأطوال موجات مختلفة في المجال المرئي (من 380 إلى 700 نانومتر) ويتم قياس كمية الأكسجين المنطلق عن طريق إدخال لاقط O_2 إلى المعلق.

كما يتم في تجربة موازية قياس شدة الامتصاص خلال اليخصوصور الخام في نفس مجال الضوء المستعمل. نتائج التجربتين موضحة في منحني الوثيقة (2).



الوثيقة (2)

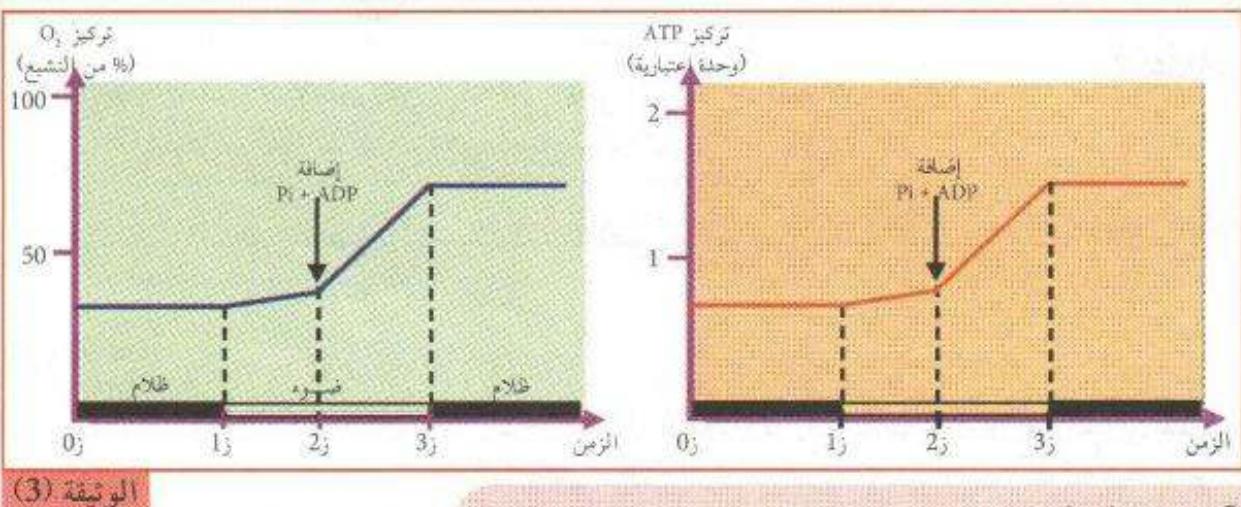
استغلال الوثائق:

1. حدد من المنحني أطوال موجات الضوء الأكثر فعالية؟

2. قارن بين منحني الوثيقة (2).
ماذا تستنتج؟

ج) تجربة 3 (تأثير $ADP + Pi$ على عمل التيلاكويد):

تم قياس تركيز كل من O_2 و ATP في معلق من الصانعات الخضراء في شروط تجريبية مناسبة قبل وبعد حقن ملدي $ADP + Pi$. نتائج وشروط التجربة موضحة في الوثيقة (3).



الوثيقة (3)

استغلال الوثائق:

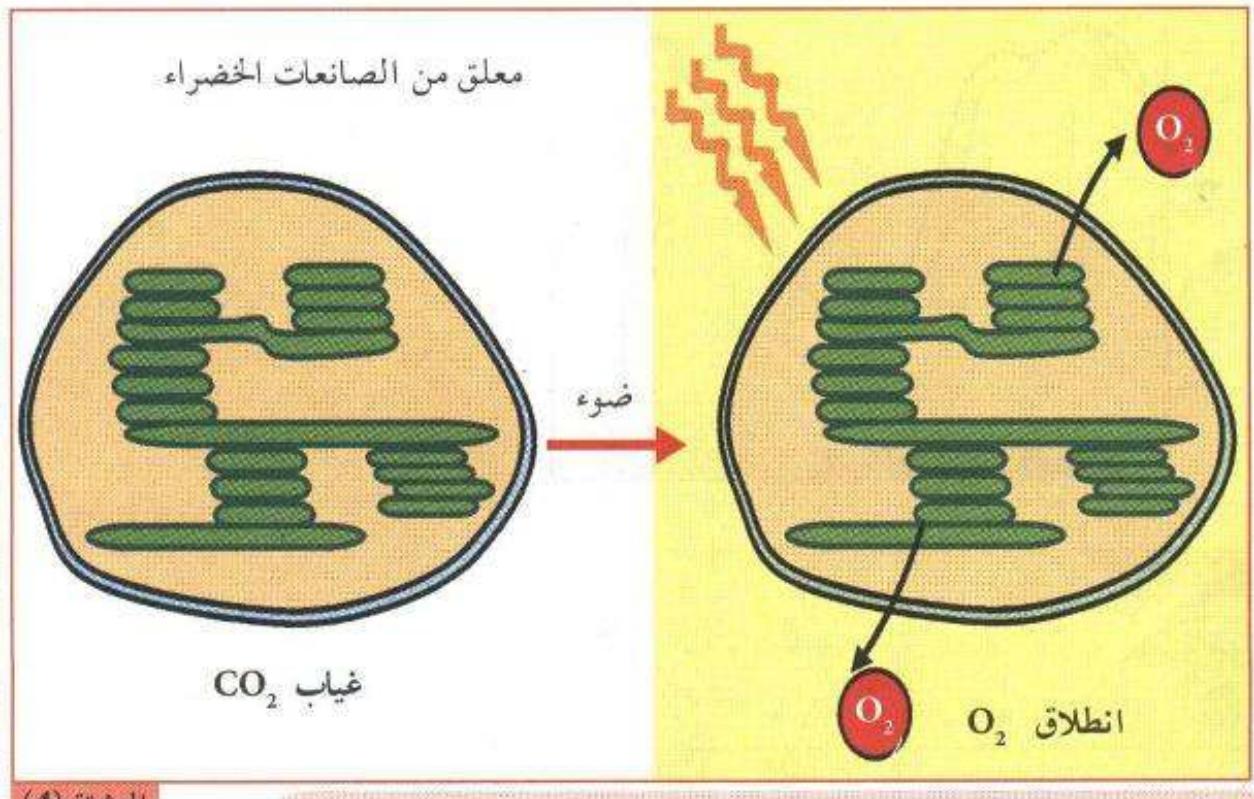
1. قدم تحليلًا مقارناً للممنحنيين (1 و 2) من الوثيقة (3).

2. ماذا تستنتج حول تأثير $ADP + Pi$ على انطلاق O_2 ؟

د- دور CO_2 في عمل التيلاكويد:

أثناء عمل التيلاكويد يتم انطلاق الأكسجين وتركيب ATP فهل لـ CO_2 تأثير على عمل التيلاكويد؟

لإظهار ذلك نجري تجربة مشابهة للتجربة الموضحة في الشكل (3) من الوثيقة (2) في النشاط السابق، حيث يتم تعريض معلق من الصانعات الخضراء للضوء في غياب CO_2 فلاحظ انطلاق O_2 لفترة قصيرة. النتائج موضحة في الوثيقة (4).



الوثيقة (4)

1. ماذا تستنتج فيما يخص دور CO_2 في عمل التيلاكويد (انطلاق O_2)؟

2. هل توفر CO_2 شرط ضروري لعمل التيلاكويد؟

* من خلال النتائج المتوصل إليها سابقاً استخلص شروط عمل التيلاكويد (شروط انطلاق O_2)؟

معلومات مفيدة

في الشروط الفيزيولوجية داخل النبات تحتوي الصانعات الخضراء على المركبات الضرورية لحدوث عملية التركيب الضوئي عند فصل مكونات الخلية للحصول على الصانعات الخضراء أو عصبات أخرى تتم عملية سحق الأنسجة النباتية في عاليٍل مختلف. قد تؤدي هذه العملية إلى فقد جزء من المركبات المتواجدة داخل الصانعات الخضراء (مثل المستقبل الطبيعي للإلكترونات وغيرها) مما قد يتطلب إضافة هذه المواد من الخارج أثناء إجراء التجارب.

٢ آلية عمل التيلاكويد

أ) إظهار مصدر الأكسجين المنطلق:

في نفس الشروط التجريبية السابقة التي تسمح بانطلاق (O_2) وضعت الكلوريلا (أشنة خضراء) في وسطين يحوي كل منهما على 4% من CO_2 ومعرضين للضوء، الوسط الأول يحوي CO^*_2 (ذو أكسجين مشع) بينما يحتوي الوسط الثاني على H_2O^* (ذو أكسجين مشع). النتائج موضحة في الجدول التالي.

الوسط	الجزيئة الحاملة للإشعاع	الأكسجين المنطلق
الأول	CO^*_2	غير مشع
الثاني	H_2O^*	مشع

- ما هي المعلومات المستخلصة من النتائج التجريبية؟

ب) مصدر الإلكترونات لإرجاع المستقبل الإصطناعي (شوارد الحديد):
يمكن تلخيص التفاعلات التي أدت إلى تحول لون المحلول وانطلاق (O_2) في التجربة الممثلة تائجها في الوثيقة (1) في المعادلة التالية:



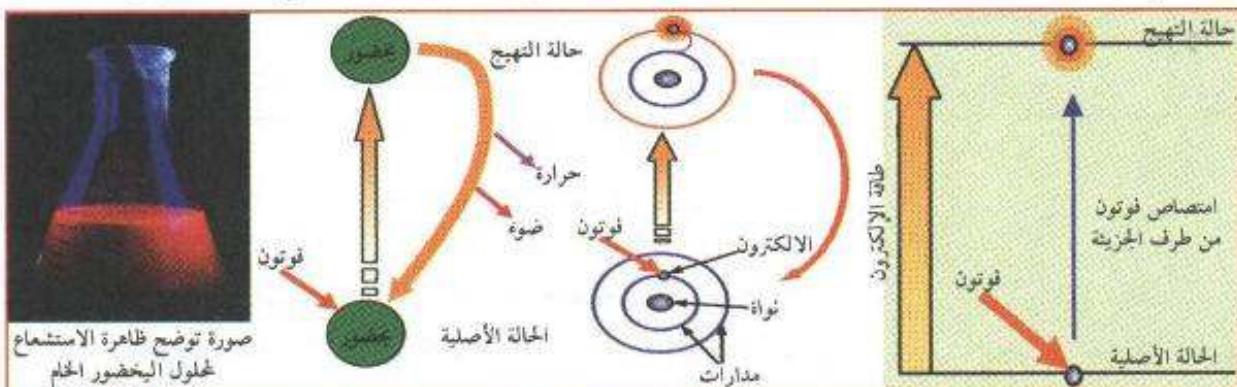
1. حدد نوع التفاعل الذي حدث في (1, 2).
2. قدم تفسيراً للتفاعل (2).
3. هل يؤكد التفاعل (1) النتيجة المتوصل إليها في الفقرة (أ)؟ وضح ذلك؟
4. مثل التفاعلين (1 و 2) في معادلتين بسيطتين.

ج) دور اليخصوص والضوء في إرجاع مستقبل الإلكترونات:

تنتقل الإلكترونات تلقائياً من كمون أكسدة / إرجاع منخفض إلى كمون مرتفع ويتحرر من ذلك طاقة تناسب كميتها مع فرق الكمون. فكيف يمكن بجزيئات الماء ذات الكمون المرتفع ($+0.82$) فولت أن ترجع ذرات الحديد ذات الكمون المنخفض ($+0.3$) فولت. وكيف يمكن للإلكترونات أن تنتقل عكس الاتجاه التلقائي؟ لتوضيح كيفية إرجاع مستقبل الإلكترونات نستعرض التجربة واللاحظات التجريبية حول دور اليخصوص.

1) تجربة التفلور (الاستشعاع):

نعرض وعاء زجاجي مخروطي يحوي محلول يخصوص حام (تم استخلاصه سابقاً) لحزمة من الضوء الأبيض وذلك في غرفة مظلمة، الملاحظات المسجلة إلى جانب تفسير الظاهرة موضحة في أشكال الوثيقة (5).



1. بالاعتماد على نتيجة التجربة والرسم التفسيري قسر ظهور اللون الأحمر على الواجهة التي تسقط عليها الأشعة أي ظاهرة الاستشعاع.
2. استنتج مصير الطاقة والإلكترون في تجربة الاستشعاع؟

2) آلية عمل الأنظمة الضوئية:

أ) تأثير فوتونات الضوء على الأنظمة الضوئية:

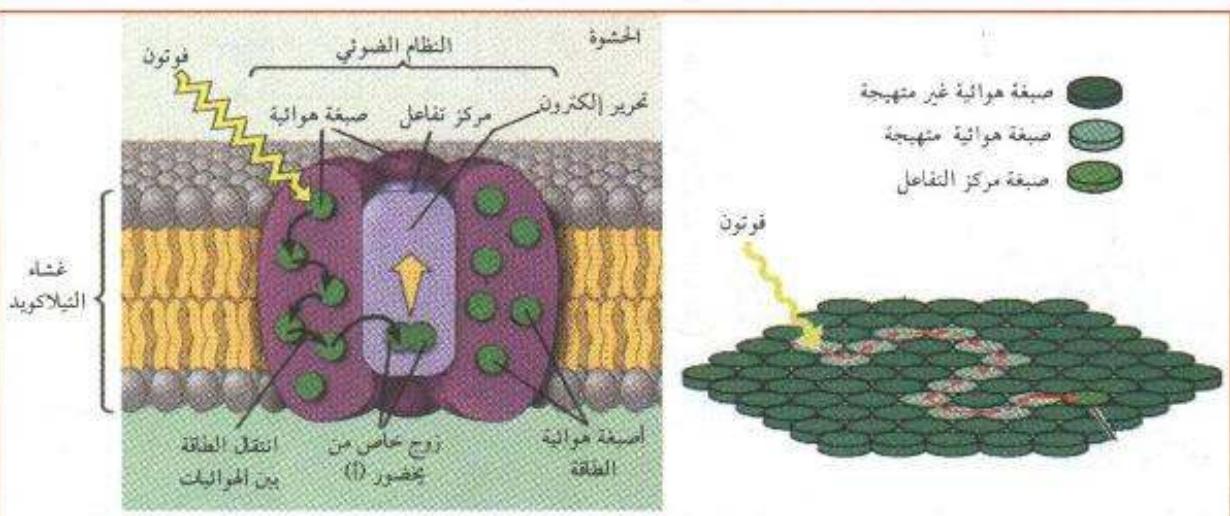
تبين من تجربة التفلور أن الضوء يسبب تهيج اليخصوص وانتقال الإلكترون إلى مدار خارجي حيث يعود الإلكترون إلى مداره (لا يفقد) بينما تفقد الطاقة في شكل ضوء وحرارة. إن تجربة التفلور تمت في المخبر باستعمال يخصوص مستخلص من أنسجة نباتية حضراء وهي لا تفسر أكسدة شوارد الحديد في التجربة (1)

حيث أثبتت قياسات التفلور على الباتات في الحالة الطبيعية عدم حدوث تفلور إلا بدرجة قليلة جداً. فيما هو مصدر الإلكترونات لإرجاع شوارد الحديد في التجربة (1) وما هو دور الضوء والخصوص في ذلك إذا؟

توضح الوثيقة (6) آلية عمل أصبغة النظام الضوئي:

معلومات مفيدة

- الفوتون : الفوتون هو تعبر كمي للطاقة الضوئية وتناسب هذه الكمية عكساً مع طول موجة الضوء
- كمون الأكسدة / إرجاع: يعبر مفهوم كمون الأكسدة / إرجاع على قدرة المركبات أو الذرات على تحريض الإلكترونات وبقياس بوحدات الفولت. يتم تمثيل المركبات أو الذرات المقابلة للأكسدة والإرجاع في شكل أزواج (ثنائيات) تشمل الصورة المؤكسدة والمرجعة مثل: $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$, $\text{NADP}^+/ \text{NADPH}$
- تنتقل الإلكترونات بصورة تلقائية من المركبات أو الذرات ذات الكمونات المنخفضة نحو الكمونات المرتفعة.



رسم تخطيطي مبسط لآلية عمل نظام ضوئي

رسم تخطيطي مبسط لآلية عمل نظام ضوئي

الوثيقة (6)

- ما الذي يحدث عند سقوط فوتونات على أصياغة هوائية في النظام الضوئي؟
- حدد دور كل من الأصياغة هوائية وأصياغة مركز التفاعل في النظام الضوئي؟
- على استعمال تسمية مركز التفاعل بجزيئات من اليخصوصور في النظام الضوئي؟



الوثيقة (7) انتقل الطاقة بين أصياغة النظام الضوئي

لتوضيح عمل الأنظمة الضوئية نستعرض المعطيات المبينة في الجدول الموالي وفي أشكال الوثيقة (7).

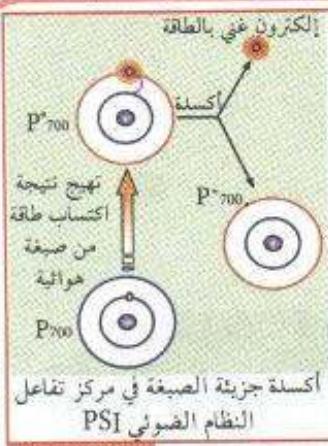
النوعية	نوع الصياغة	عدد الجزيئات / نظام ضوئي	الرمز المستعمل
أصياغة هوائية	يخصوصور A	عشرة مئات	P1, P2, P3,.....Pn
	يخصوصور B	عشرات	اثنة المجزيئين (أصياغة مساعدة)
أصياغة مركز التفاعل	يخصوصور A	2 فقط	PSII في P ₆₈₀ PSI في P ₇₀₀

استغلال الوثائق:

- حل معطيات الجدول والوثيقة (7).
- ما الذي تستخلص؟

معلومات هامة

- يرمز لصياغة ضمن النظام الضوئي بالحرف P (Pigment)، وتضاف أرقام للحرف P مثل P₁ و P₂ و P_n إلى Pn للصياغات هوائية، بينما تضاف الأرقام 680 و 700 لأصياغة مركزي التفاعل لـ PSII و P680 و PSI و P700 لتمييزها عن باقي أصياغة النظام الضوئي. وتمثل هذه الأرقام أطوال الموجات التي يكون عندها امتصاص هذه الأصياغة أقصى. بالرغم من أن هذه الأصياغة يمكن أن تتباه عند هذين الموجتين فإنها تتلقى معظم طاقتها من الأصياغة هوائية أساساً وليس من الفوتونات الضوئية مباشرة.



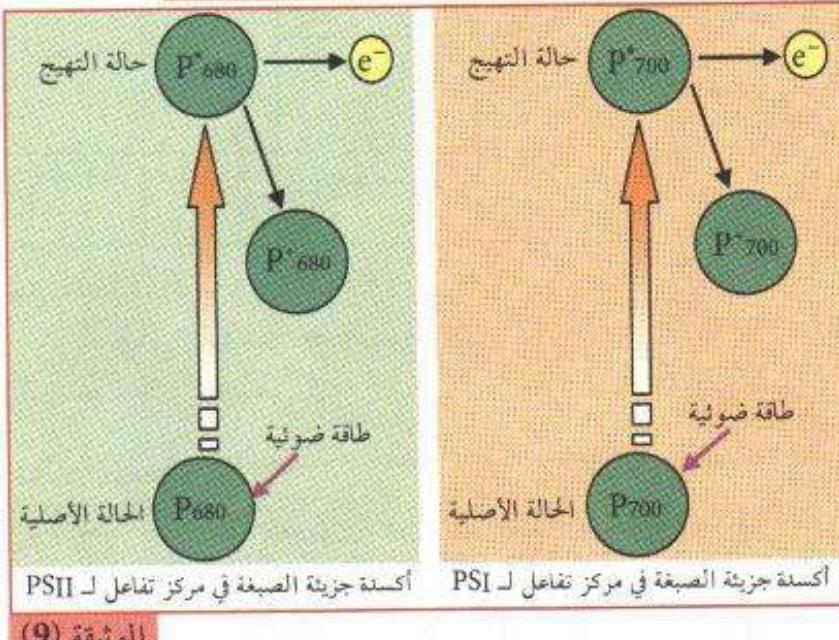
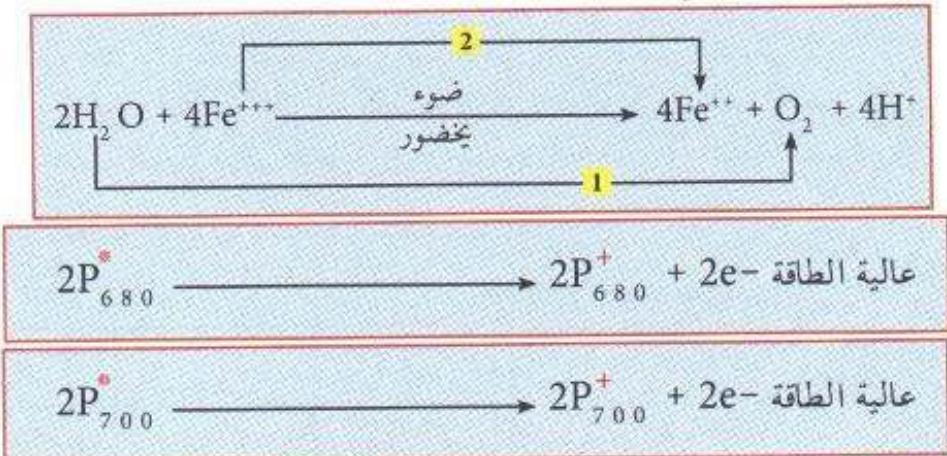
الوثيقة (8)

لتوسيع حالة أصبعه مركز التفاعل في النظام الضوئي بعد اكتسابها للطاقة نقدم الوثيقة (8).

- قارن بين انتقال الطاقة في الأصبعه الهوائية (الوثيقة 6) وانتقلها في أصبعه مركز التفاعل (الوثيقة 8)؟

ب) مصدر إلكترونات إرجاع المستقبل الاصطناعي:

لتوسيع مصدر الإلكترونات في إرجاع المستقبل الاصطناعي لـ إلكترونات (شوارد الحديد) نستعرض المعادلات والمخططات الموضحة في الوثيقة (9).



- بالإضافة بالمعادلات والمخططات الوثيقة (9)، أوجد علاقة بين دور كل من اليختصر والضوء من جهة وإرجاع شوارد Fe^{3+} من جهة أخرى موضحاً كيفية إرجاع شوارد Fe^{3+} انطلاقاً من إلكترونات H_2O .

٣ تسلسل تفاعلات المرحلة الكيموبيوتية

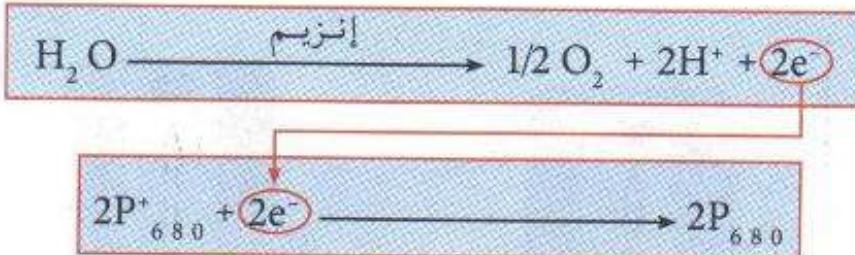
أ) مصير الإلكترونات المتحررة

إن تهيج أصبعية النظامين الضوئيين (PSI و PSII) تؤدي في النهاية إلى فقد إلكترونات غنية بالطاقة. وقد تبين من خلال دراسة مكونات أغشية البلاكوايد (النشاط 2) وجود عدد من نوافل الإلكترونات بالإضافة إلى النظامين الضوئيين. فما هو مصير الإلكترونات المفقودة من مركز التفاعل والطاقة الموجدة فيها؟ وما هو دور نوافل الإلكترونات وآلية عملها؟

١) مصير الإلكترونات الماء:

إن أكسدة صبغتين من يخضور (I) في مركز التفاعل PSII أدت إلى تحرر إلكترون من النظام الضوئي PSII. لا يمكن لجزيئي اليخضور (I) في PSII في هذه الحالة أن تستعيد قدرتها على تحرير الإلكترونات من جديد إلا إذا استعادت الإلكترونات التي فقدتها، فمن أين تستمدتها؟

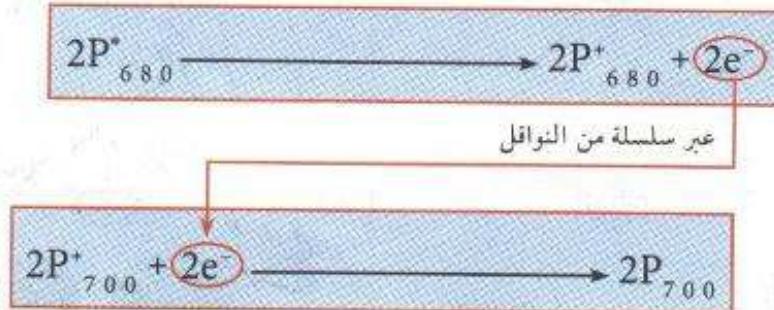
- ببنت الدراسات حول بنية ووظيفة النظام الضوئي PSII وجود جزء بروتيني ضمن المعقد البروتيني له دور إنزيم يحمل الماء ليتحرر من ذلك إلكترونين لتعويض الإلكترونات المفقودة من P_{680}^+ . وفق المعادلة:



- باعتبار أن الماء هو مصدر الإلكترونات التي تعوض الإلكترونات المتحررة من PSII فمن أين يتم تعويض الإلكترونات المفقودة من PSI؟

٢) مصير الإلكترونات PSII:

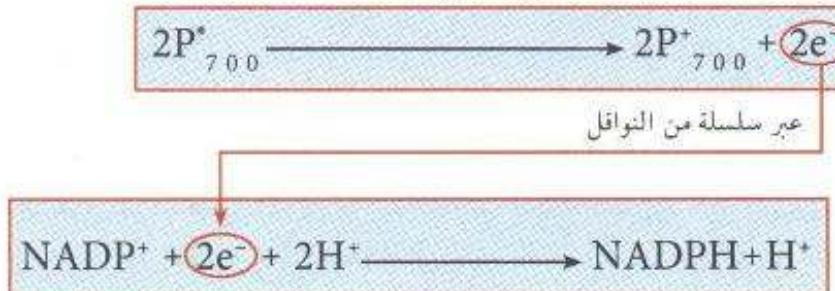
أظهرت التجارب باستعمال المبطلات أن الإلكترونات الناجمة من PSII تنتقل عبر سلسلة من نوافل الإلكترونات ل تستقبل من طرف أصبعية مركز التفاعل لـ (P_{700}) PSI حتى يتمكن هذا النظام الضوئي من تحرير الإلكترونات من جديد حسب التفاعل التالي:



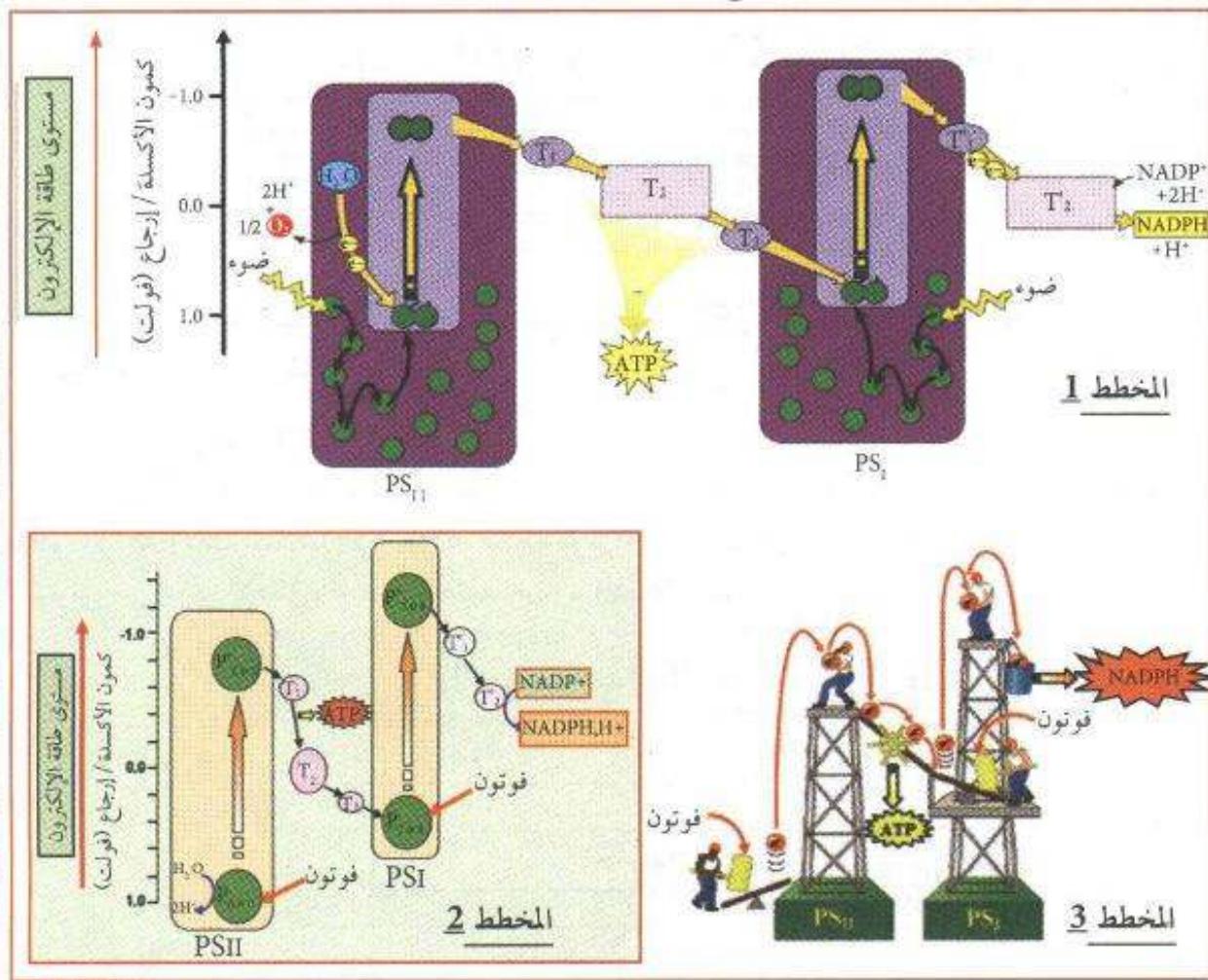
باعتبار أن مصير الإلكترونات المتحررة من PSII يتمثل في تعويض الإلكترونات المتحررة من PSI فما هو مصير الإلكترونات المتحررة من PSI؟

(3) مصير إلكترونات PSI

أظهرت التجارب أن الإلكترونات الناجمة من PSI تنتقل عبر سلسلة من النوافل لتسقط إلى طرف مستقبل إلكترونات (NADP^+) حسب التفاعل التالي:

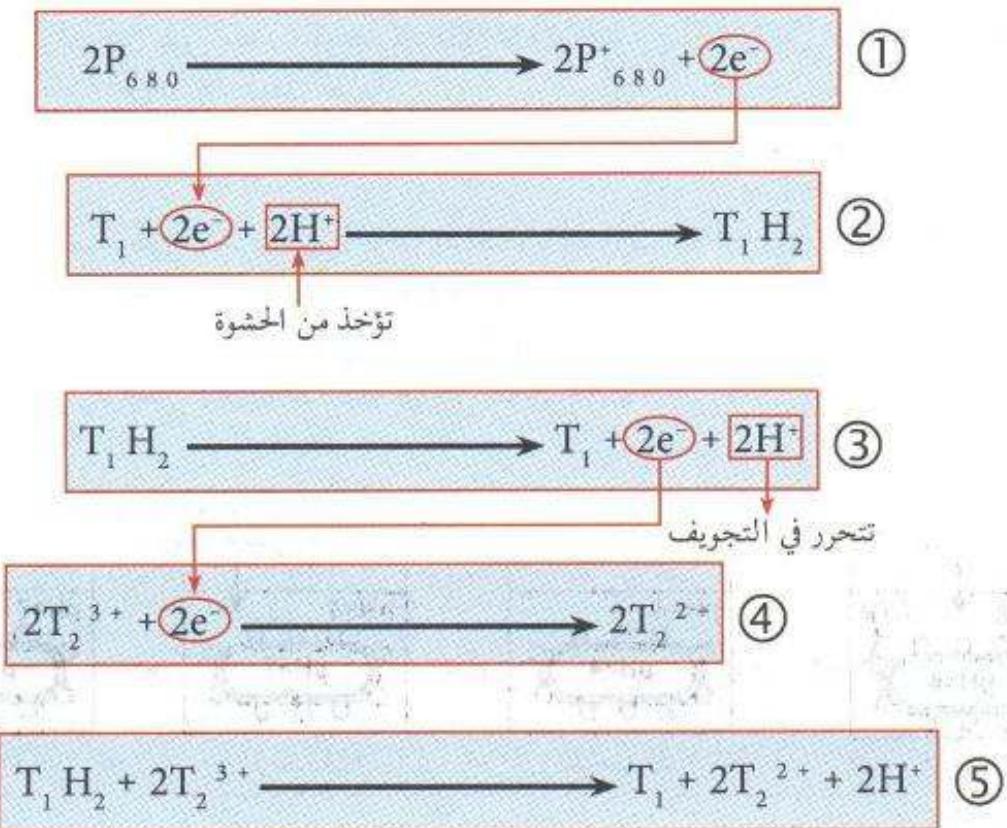


ب) آلية انتقال الإلكترونات في السلسلة التركيبية الضوئية:
يمثل المخططين (1 و 2) من الوثيقة (10) آلية انتقال الإلكترونات في السلسلة التركيبية الضوئية (سلسلة انتقال الإلكترونات) بينما يوضح المخطط (3) من نفس الوثيقة مُنذجة هذه الآلية.



الوثيقة (10)

كما توضح معادلات الوثيقة (11) أيضاً آلية انتقال الإلكترونات في السلسلة التركيبية الضوئية.



(الوثيقة 11)

استغلال الوثائق:

اعتماداً على مخططات الوثيقة (10) وباستغلال معادلات الوثيقة (11):

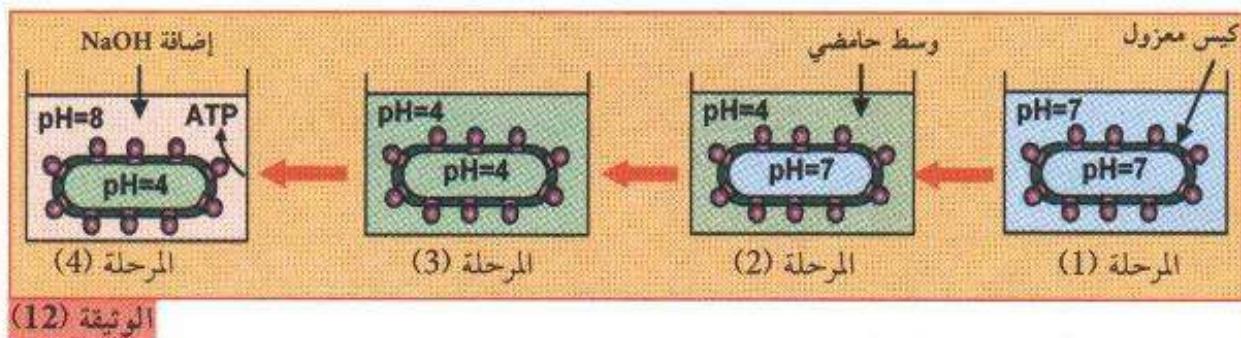
1. علل فقد الإلكترونات من النظام الضوئي في المعادلة (1)؟
2. قارن بين T_1 و T_2 من حيث كمون الأكسدة / إرجاع ؟ علل ؟
3. استخرج الفرق الأساسي بين T_1 و T_2 في آلية النقل ؟
4. تمثل المعادلة (5) مخلصة للمعادلين (3 و 4). مثل بقية السلسلة التركيبية الضوئية من T_3 إلى المستقبل الأخير في السلسلة ($NADP^+$) وذلك بالاستعانة بالمخططات الموضحة في الوثيقة (10). مع العلم أن التوافل المتبقية تقوم بنقل إلكترونات فقط دون البروتونات.

ج) مصير البروتونات المترآكمة داخل التجويف:

- أثناء انتقال الإلكترونات في السلسلة التركيبية الضوئية تتحرر منها طاقة (يمكن ملاحظتها من خلال ارتفاع كمون الأكسدة / إرجاع) تستعمل في نقل البروتونات H^+ من الحشوة إلى داخل التجويف الكيسي بواسطة الناقل T2 الذي يقوم بدور المضخة لإدخال البروتونات من الحشوة إلى التجويف مما يؤدي إلى تكون فرق في تركيز البروتونات (نقل فعل).

- فما هو مصير هذه البروتونات التي يتم إدخالها إلى التجويف الكيسي إلى جانب البروتونات الناتجة عن تحلل الماء ؟

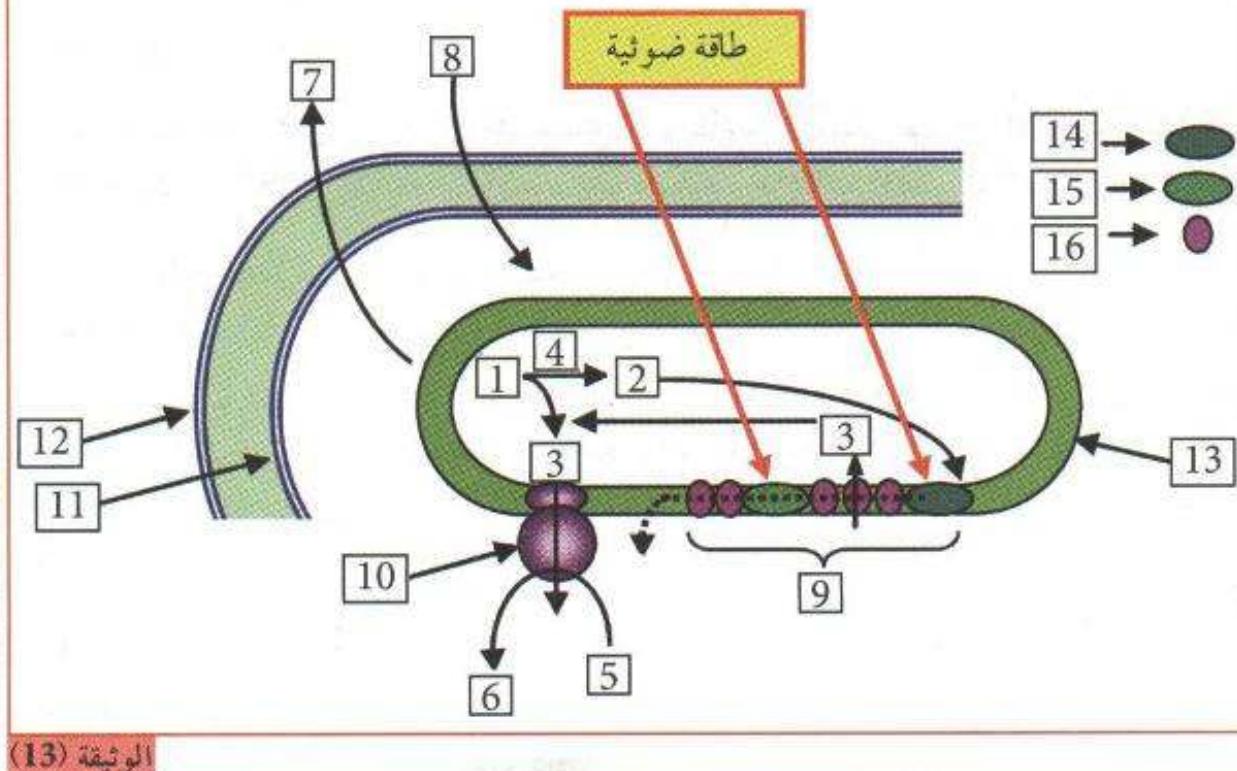
- لتوضيح ذلك نستعرض التجربة التي أجرأها الباحث ياغندورف André Jagendorf وذلك اعتماداً على النظرية الكيموسوزية للعلم ميشيل Peter Mitchell تم في هذه التجربة وضع كيسات معزولة في الظلام وفي وسط ذو pH محدد ويحتوي على ADP وPi، التركيب التجاريي ومراحل التجربة موضحة في الوثيقة (12).



د) استغلال الوثائق:

1. ماذا يمكن قوله عن pH الوسط وتجويف التيلاكويد في المراحلين (1 و 2) ؟ قدم إذن تعريفاً لفهوم pH.
2. قدم تفسيراً شاردياً لاختلاف pH الوسط عن pH تجويف الكيسي في المرحلة (2).
3. علل تغير pH تجويف الكيسي في المرحلة (3).
4. علل إضافة NaOH للوسط في المرحلة 4.
5. إذا علمت أن نقل H^+ غير غشاء التيلاكويد من الداخل نحو الخارج يتم بواسطة الناقل T2، وأن خروجها يتم عبر الكرات المذببة، التي تقوم بدور إنزيم لتركيب ATP (ATP Synthase) - استخرج آلية تركيب ATP انتلافاً من ADP و Pi في المرحلة 4 من التجربة محدداً مصدر الطاقة التي أدت إلى تشكيل ATP.
6. استنتج مما سبق شروط تركيب ATP.

* تمثل الوثيقة (13) رسمًا تخطيطيًّا يوضح مختلف التفاعلات في المرحلة الكيموضوئية.



الوثيقة (13)

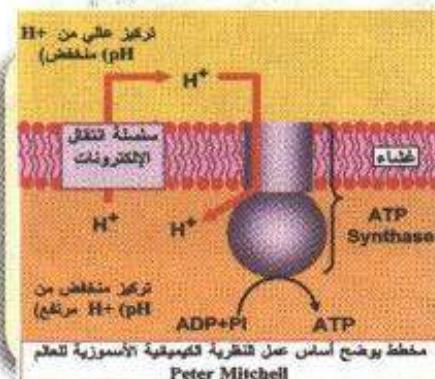
1. انطلاقاً من المعلومات المتوصَّل إليها من خلال النشاطات السابقة:

- اكتب بيانات الوثيقة (13).

- استخلص نواتج المرحلة الكيموضوئية.

- حدد دور العنصرين (14 و 15) في هذه المرحلة.

2. بالاستعانة بأشكال الوثيقة (2) من النشاط الثاني وبالعلومات المتوصَّل إليها من خلال التجارب والوثائق المقدمة سابقاً، ألمجز رسمًا تخطيطيًّا وظيفياً متقدماً تبين فيه آلية حدوث المرحلة الكيموضوئية من عملية التركيب الضوئي.



معلومات مفيدة

العالم **Peter Mitchell**: عالم إنجليزي ولد في 1920 في مدينة ساري في إنجلترا ودرس في مدينة كامبريدج وحصل على الدكتوراه في الكيمياء الحيوية من جامعة كامبريدج سنة 1951. قام بأعمال بحثية التي أثمرت باقتراح الفرضية الكيموضوئية في بداية السبعينيات والتي أصبحت نظرية بعد أن تم إثباتها علمياً وحصل على جائزة نوبل عام 1978. توفي العالم ميشيل سنة 1992.



1920-1992

تفاعلات المرحلة الكيموحيوية

من شروط عملية التركيب الضوئي توفر غاز CO_2 كما أن التركيب الضوئي يؤدي إلى تصنيع جزيئات عضوية.

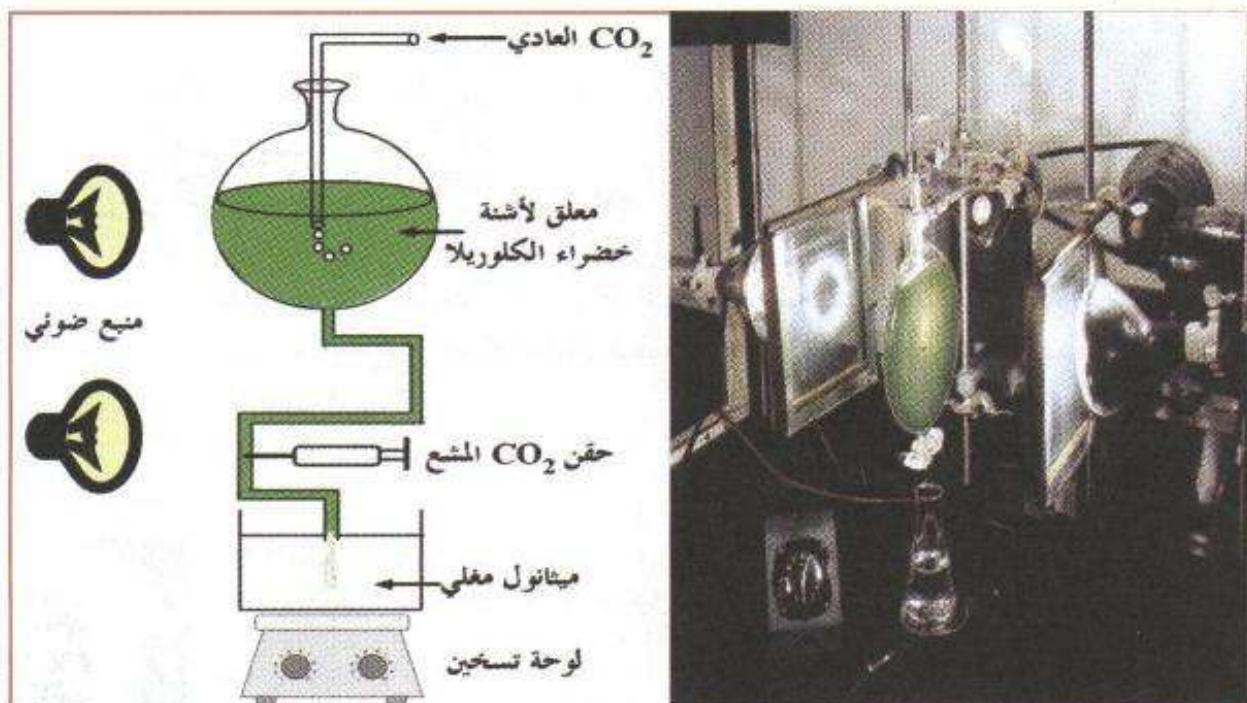
ـ فما هو مصير CO_2 المتتص؟ وما هو مصير نواتج المرحلة الضوئية ($\text{ATP} + \text{NADPH.H}^+$)؟ وكيف يتم تصنيع الجزيئات العضوية؟

لإجابة عن ذلك نستعرض النشاطات التالية:

١ ثبيت غاز CO_2

قصد التعرف على مصير غاز CO_2 المستهلك، أخذت التجربة الموضحة في التركيب التجريبي (الوثيقة 1)، حيث قام كالفن ومساعدوه بوضع معلق أشنة خضراء (الكلوريلا) في وعاء شفاف معرض للضوء يسمح للأشنة بالقيام بعملية التركيب الضوئي ومزود بـ CO_2 عادي وذلك تحت شروط ثابتة من الحرارة والضوء.

باستعمال مضخة يتم ضخ كميات من المعلق عبر أنبوب نحو وعاء ثاني به ميثانول مغلي. يحقن المعلق بـ CO_2^{14} المشع، يمكن التحكم في مدة تعرض الأشنة لغاز CO_2^{14} المشع في فترات تمتد من ثانية واحدة إلى عدة دقائق.

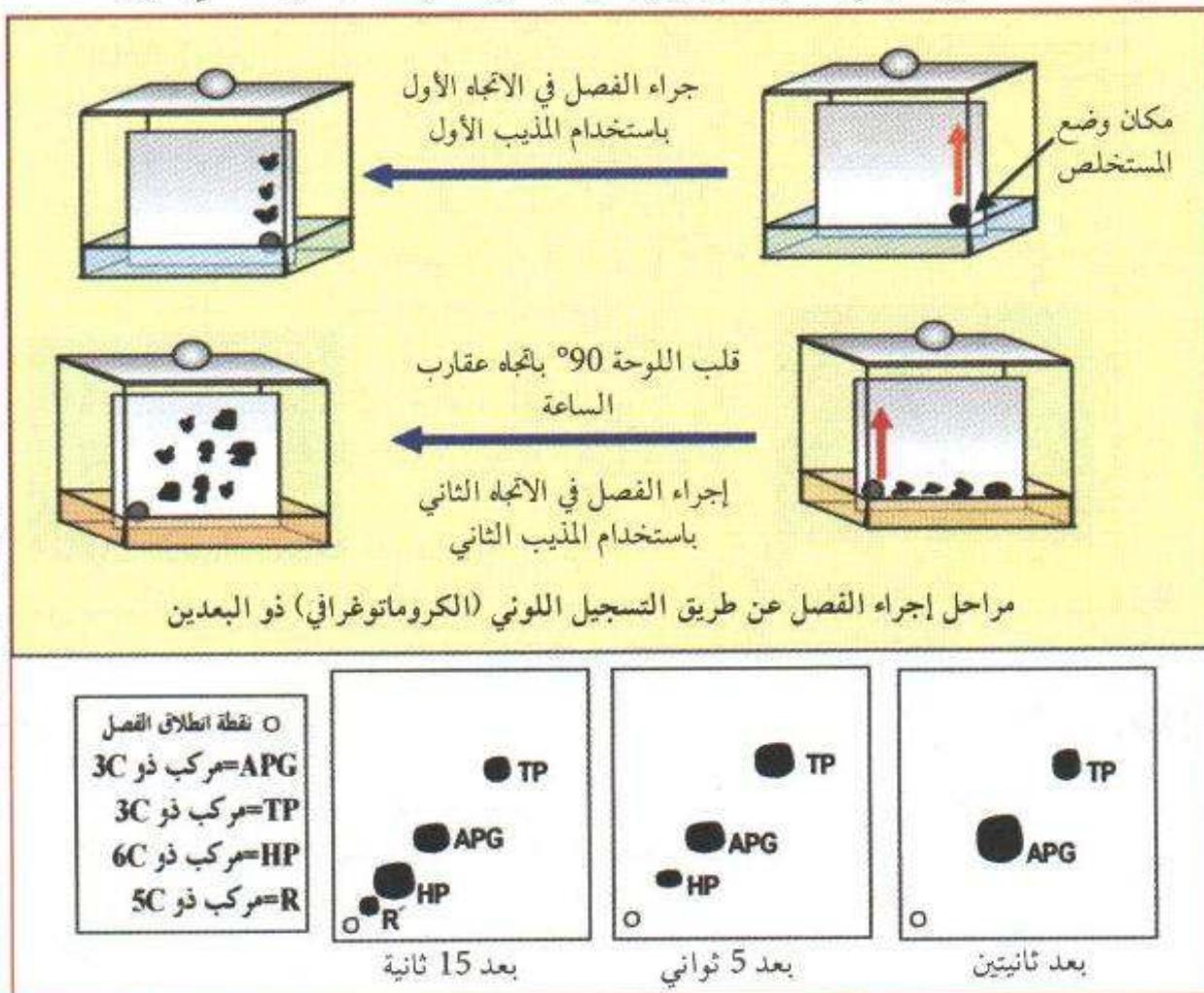


رسم تخطيطي مبسط للتركيب التجريبي المستعمل في التجربة

صورة للتركيب التجريبي المستعمل في التجربة

الوثيقة (1)

باستعمال تقنية خاصة تجمع بين التسجيل ذو البعدين والتصوير الإشعاعي الذاتي يتم التعرف على محتوى مستخلص الأشنة الذي يوضح تثبيت $^{14}\text{CO}_2$ المشع ودمجه في مركبات عضوية وسطوية مختلفة. ممثلة في تقنية التسجيل اللوني (الكريوماتوغرافي) ذو البعدين الذي نتائجه موضحة في الوثيقة (2).



(2) الوثيقة (2)

1. علل الهدف من استعمال CO_2 المشع.
2. علل الهدف من استقبال مستخلص الأشنة في ميثانول مغلي.
3. حدد فائدة استعمال التسجيل الكريوماتوغرافي ذو البعدين.
4. باستغلال نتائج التسجيل حدد أول مركب يظهر فيه الإشعاع بعد ادماج CO_2 .
5. على ماذا يدل ظهور الإشعاع في مركبات أخرى إذا طالت التجربة؟
6. باعتبار أن تفاعلات المرحلة الكيموؤبالية تتم على مستوى النيلاكويد وهي تحتاج إلى ضوء بينما دمج CO_2 لا يحتاج إلى ضوء حدد إذن على أي مستوى في الصانعة الخضراء يتم دمج CO_2 (مقر هذه التفاعلات).
7. استخلص مما سبق شروط دمج غاز CO_2 .

② آلية دمج CO_2 غاز

قصد التعرف على تسلسل تفاعلات دمج CO_2 على مستوى الحشوة، تم إجراء تحليل مقارن للمركيبات التي يظهر فيها الإشعاع والتي تعبّر عن دمج CO_2 مثل (APG, RuDiP والسكريات السادسية) وذلك في شروط تجريبية معينة.

(1) تم في تجربة وضع معلق لأشنة حضراء أحادية الخلية في الضوء وتم تزويده بـ $^{14}\text{CO}_2$ مشع بتركيز 1%. بعد فترة زمنية (10 دقائق) يحول المعلق إلى وسط خالي من CO_2 . ثم تفاص شدة الإشعاع في مركبين عضويين هما:

RuDP - رباعي الفسفات: مركب خماسي الكربون يقوم بتشييد CO_2 .

APG - حمض فسفو غلسريك: وهو أول مركب ناتج من تشيد CO_2 .

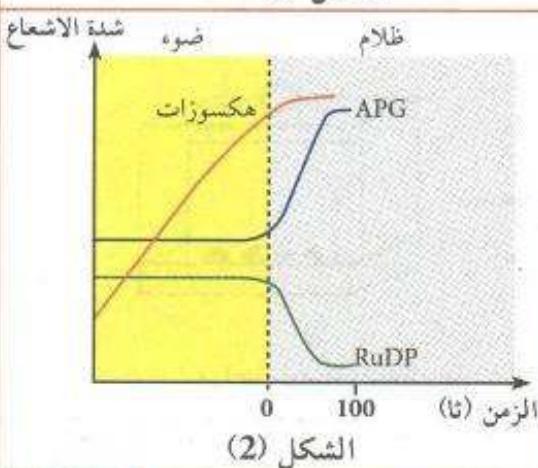
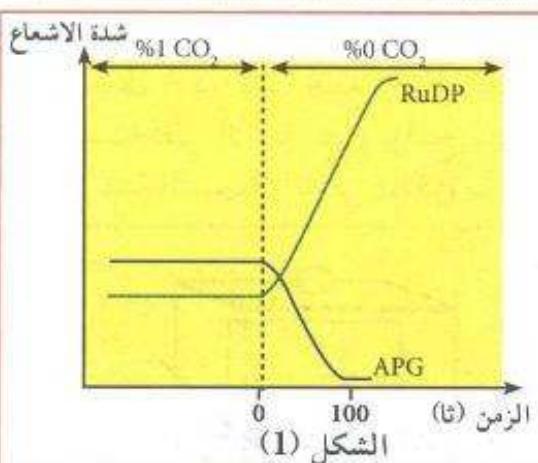
نتائج التجربة موضحة في منحني الشكل (1) من الوثيقة (3).

(2) في تجربة ثانية تم تزوييد معلق لأشنة حضراء أحادية الخلية بـ $^{14}\text{CO}_2$ مشع (مع الحفاظ على تركيزه في الوسط ثابتاً خلال مدة التجربة)، يعرض المعلق للضوء لمدة 30 دقيقة ثم يوضع في الظلام. تفاص بعد ذلك شدة الإشعاع في كل APG و RuDP وفي السكريات السادسية (الهكسوزات).

نتائج التجربة موضحة في منحنيات الشكل (2) من الوثيقة (3).

1. حلل المعنى 1 من الوثيقة (3).
2. كيف تفسر ثبات كل من APG, RuDiP, CO₂ في وجود CO₂ والضوء في الشكل (1).
3. فسر تزايد شدة الإشعاع في RuDiP والحفاضة في APG في الشكل (1) في غياب CO₂.
4. علل تناقض كمية الـ RuDiP وتزايد كمية الـ APG في الشكل (2).
5. مادا تستخلص حول العلاقة بين الـ APG والـ RuDiP.

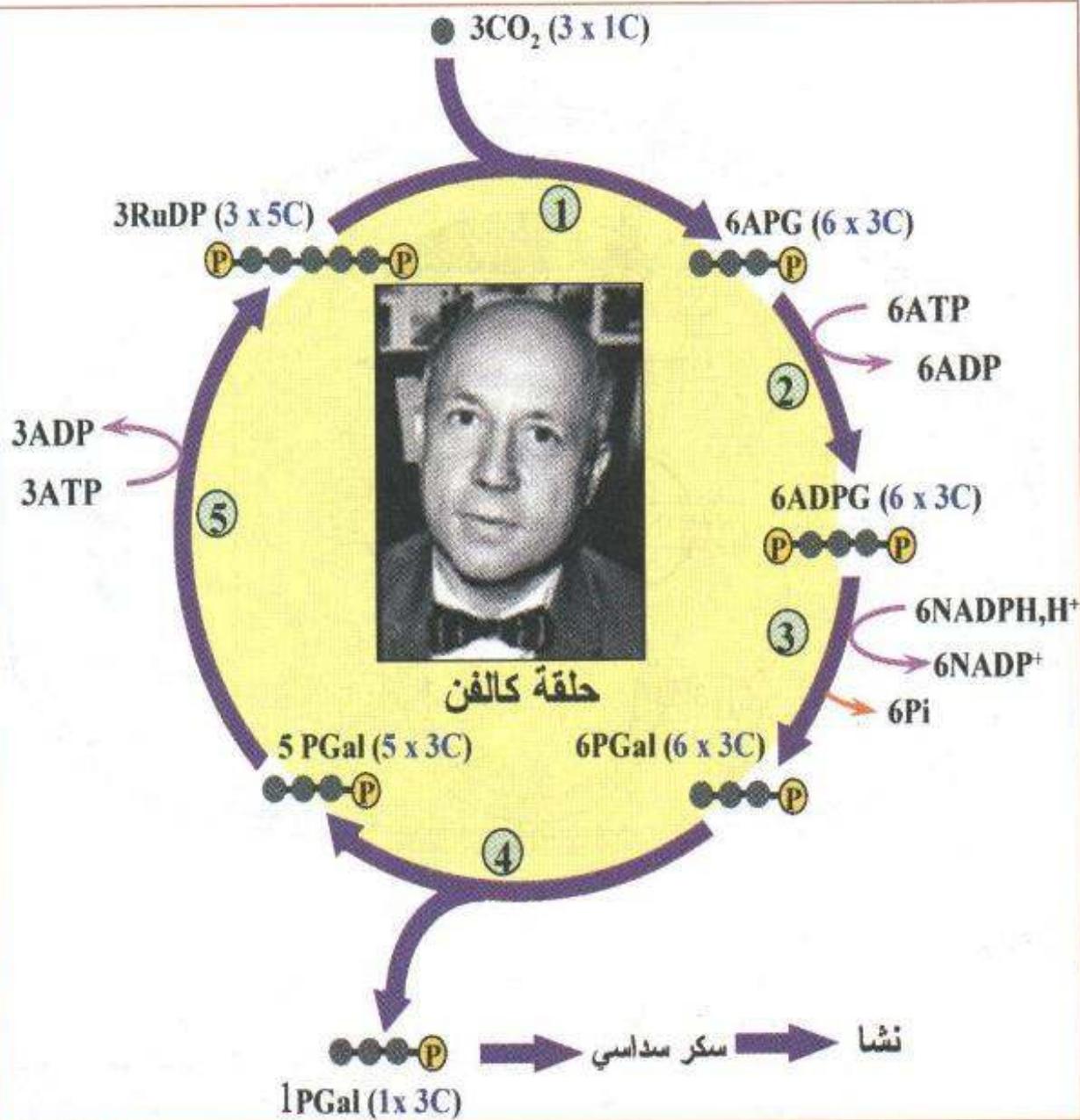
* استنبع إذن شرط تجديد الـ RuDiP



الوثيقة (3)

٣ مراحل حلقة كالفن

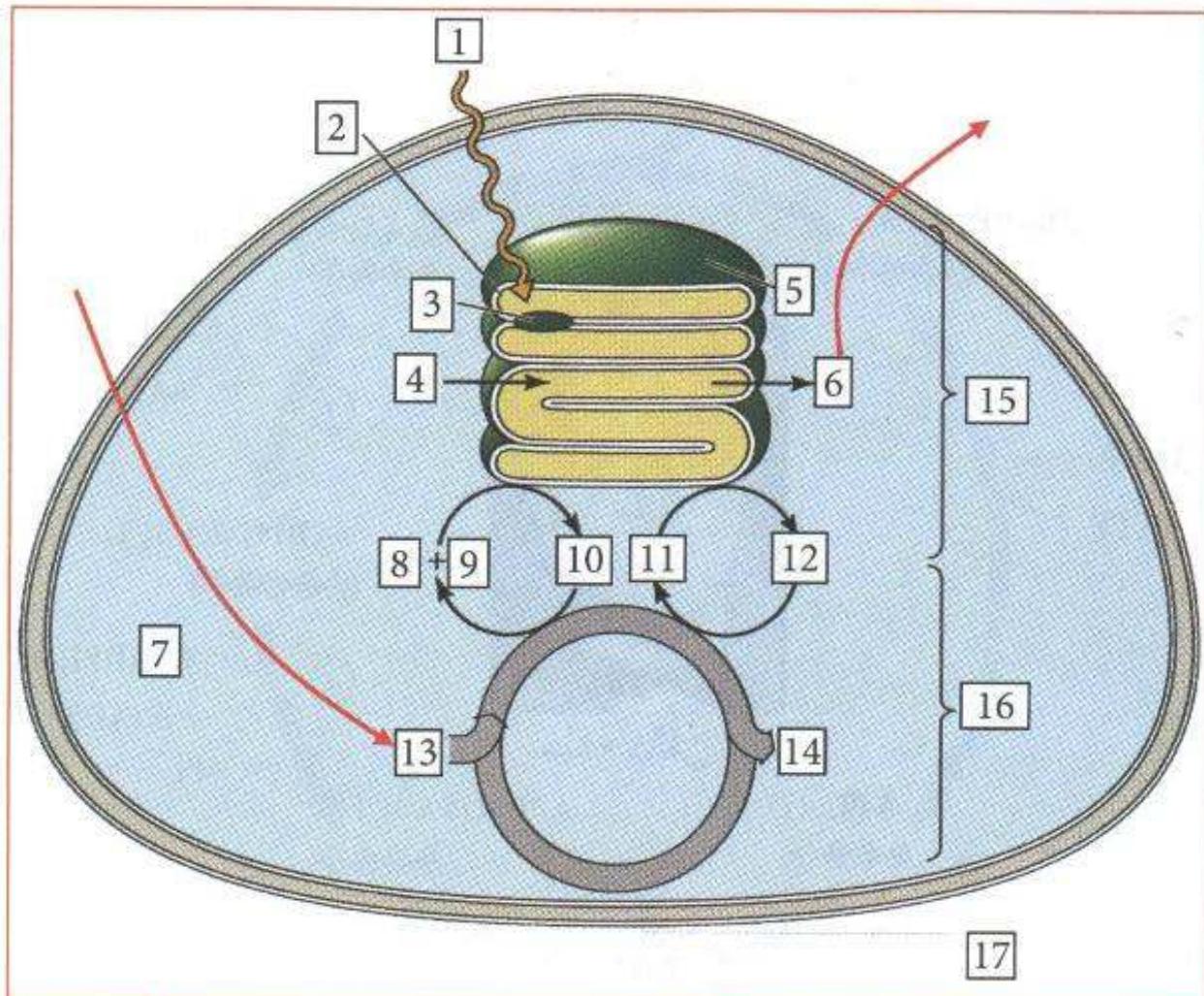
توصلت أعمال العالم كالفن ومساعدوه إلى تحديد تفاعلات ثبيت CO_2 والمركبات الوسطية الناتجة في شكل حلقة تعرف بحلقة كالفن نسبة إلى العالم الذي اكتشفها.



- حدد نوع التفاعلات التي حدثت في (٢، ٣، ٥).
- أعد رسم الحلقة وذلك باستعمال 6 جزيئات من CO_2 .
- حدد بعد ذلك عدد جزيئات ATP اللازمة لتركيب سكر سداسي واحد وتحديد 6 جزيئات من RuDP.

٤ التكامل بين المرحلة الكيموضوئية والكيموهيدروليز

تمثل الوثيقة (٥) رسم تخطيطي يوضح التكامل بين المراحلتين الكيموضوئية والكيموهيدروليز لعملية التركيب الضوئي.

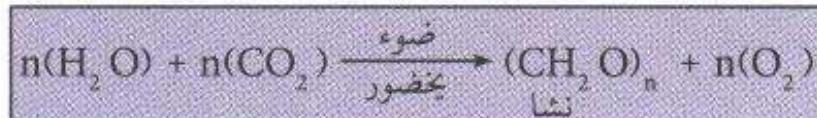


الوثيقة (٥)

١. ماذا تمثل الأرقام؟
٢. هل يتم ثبيت CO_2 عند توفير ATP و NADPH_2 في الظلام؟ علل الإجابة؟
٣. هل لنقص CO_2 تأثير على (انطلاق O_2) في المرحلة الكيموضوئية؟ علل إجابتوك؟
٤. لماذا انطلق O_2 لفترة قصيرة ثم توقف في التجربة الموضحة في الوثيقة (٤) من النشاط الثالث؟

الخطبۃ المعرفیة

النشاط ①: تذكير بالمكتسبات (شروط عملية التركيب الضوئي ومظاهره)
التركيب الضوئي هو آلية تسمح بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية تخزن في شكل جزيئات عضوية مثل النشا وفق المعادلة:



تطلب عملية التركيب الضوئي توفر الضوء واليختضور وتؤدي إلى تكون النشا داخل الصانعات الخضراء. يمكن الكشف عن وجود النشا في الأوراق عن طريق استعمال كواشف مناسبة (ماء اليود) كما يمكن فحص الصانعات الخضراء بالجهاز الإلكتروني للكشف عن وجود بقع تظهر عادة سوداء كبيرة هي حبيبات النشا. كما يمكن الاستدلال عن حدوث عملية التركيب الضوئي من خلال قياس الزيادة في تركيز الأكسجين أو الاختناق في تركيز CO_2 .

النشاط ②: مقر عملية التركيب الضوئي - ما فوق البنية للصانعة الخضراء -

تم عملية التركيب الضوئي في الصانعات الخضراء وهي عضيات ذات بنية حجيرية (مقسمة إلى حجرات) مغلفة بغلاف مكون من غشائين (خارجي وداخلي). تحتوي الصانعات الخضراء على شبكة من التراكيب الغشائية تعرف بـالتيلاكوايد يميز منها: الكيسات والصفائح الحشوية. تصطف الكيسات فوق بعضها مكونة تراكيب تعرف بالغرانا (البذرارات). تتكون التيلاكوايدات من غشاء التيلاكوايد الذي يحيط بتجويف يسمى التجويف الداخلي. تحتوي الصانعة على حيز يقع بين التيلاكوايدات والغلاف يعرف بالحشوة.

يختلف الخصوة عن التيلاكويد في مكوناتها الكيميائية. حيث تحتوى أغشية التيلاكويد على:

- الأنظمة الضوئية: وهي معقدات بروتوبلاستية كبيرة تحتوي على عدد من السلاسل الببتيدية وعدد كبير من الأصبغة (اليخضورية وأشباه الجزرین). تضم النباتات العليا نوعين من الأنظمة الضوئية PSI و PSII (PS=Photosystème)

- نوافل الإلكترونات: معظمها بروتينات تقوم بنقل الإلكترونات.

- إنزيم ATP سنتاز: وهو معقد بروتيني كبير يقوم بتركيب ATP.

- بينما تحتوي الحشوة على مواد الأيض الوسطية لتركيب الجزيئات العضوية بالإضافة إلى المراقبات الإنزيمية وـ NADP^+ , PiG , ATP , ADP وكذا إنزيمات كثيرة أهمها تلك التي تعمل على تركيب الجزيئات العضوية.

تفاعلات التركيب الضوئي هي تفاعلات أكسدة وارجاع يمكن تلخيصها في المعادلة الإجمالية التالية:



تحدث عملية الأكسدة في التيلاكويد وتحتاج إلى توفر اليخصوصور والضوء وتؤدي إلى انطلاق O_2 . بينما تتم عملية الإرجاع في الحشوة وهي لا تتطلب الضوء وتؤدي إلى استهلاك CO_2 . يشير هذا الاختلاف في التركيب الكيميائي إلى وجود اختلاف في دور كل منها.

تحدث عملية التركيب الضوئي في مراحلتين:

- مرحلة كيموضوئية وتم في التيلاكويد.

- ومرحلة كيميويجيوية وتم في الحشوة.

النشاط ③: تفاعلات المرحلة الكيموضوئية

تنطلق المرحلة الكيموضوئية عند سقوط فوتونات ضوئية على أصبغة هوائية ضمن النظام الضوئي.

تصنف أصبغة النظام الضوئي من حيث الدور إلى:

هوائيات (أصبغة هوائية): وهي العدد الأكبر من الأصبغة (أكثر من 99%) تقوم بدور استقبال الفوتونات الضوئية ويتمنى معظمها إلى اليخصوصور (أوب) وجزء صغير منها إلى أشباه المزدرين.

مركز التفاعل: وهو زوج خاص من أصبغة يخضور دورها تلقي الطاقة من الهوائيات وتحرير الإلكترون غنية بالطاقة (تفاعل أكسدة).

ماذا يحدث عند اكتساب فوتونات من طرف اليخصوصور في الأنظمة الضوئية (الحالة الطبيعية)؟

عند اكتساب طاقة ضوئية من طرف أصبغة النظام الضوئي يحدث نقل للطاقة بطريقتين حسب دور الصبغة:

- في الأصبغة الهوائية: بعد تهيج صبغة هوائية ضمن النظام الضوئي تنتقل الطاقة المكتسبة إلى صبغة أخرى مجاورة ضمن النظام الضوئي بالرنين (Resonance) ويعود الإلكترون إلى مداره الأصلي (انتقال للطاقة دون الإلكترون). تتكسر هذه العملية بين عدد من الأصبغة الهوائية.

- في أصبغة مركز التفاعل (P_{680}^+ و P_{700}^+): عند تهيج أصبغة مركز التفاعل نتيجة لوصول الطاقة إليها من الأصبغة الهوائية أساساً يتم فقد الإلكترون ذو الطاقة العالية من جزيئة الصبغة (أكسدة) وتصبح الصبغة في صورة مؤكسدة (P_{680}^+ و P_{700}^+).

عندما تصل الطاقة إلى مركز تفاعل النظام الضوئي الثاني PSII (زوج خاص من يخصوصور أ) تحدث عملية أكسدة فيتحرر من ذلك زوج من الإلكترونات الغنية بالطاقة.

تنقل الإلكترونات الغنية بالطاقة عبر سلسلة من نوافل الإلكترونات المتواجدة في غشاء التيلاكويد، يرمز لهذه النوافل بالرموز T3, T2, T1 وتسمي هذه السلسلة من النوافل بالسلسلة التركيبية الضوئية.

تنقل الإلكترونات من مركز التفاعل إلى T1 ثم إلى T2 ثم إلى T3 وفق تدرج متزايد في كمون الأكسدة / إرجاع ما يصاحبه فقد تدريجي لطاقة الإلكترون.

أثناء انتقال الإلكترونات عبر السلسلة يقوم أحد النوافل (T2) بضم البروتونات التي تأتي من الحشوة عن طريق الناقل المتحرك (T1) مما يؤدي إلى زيادة تركيز البروتونات داخل التجويف ويصبح بذلك حامضاً.

يؤدي سقوط الفوتونات الضوئية على النظام الضوئي الأول PSI في نفس الوقت إلى نفس المراحل التي حدثت في النظام الضوئي الثاني PSII. لكن الإلكترون المتحرر من مركز تفاعل PSI ينتقل عبر سلسلة أخرى من نوافل الإلكترونات مكونة من ناقلين يرمز لهما بـ T'1 و T'2 لتمييزهما عن نوافل السلسلة

التابعة لـ PSII.

إن انتقال الإلكترونات عبر السلسلة التركيبية الضوئية لـ PSI لا تؤدي إلى فقد طاقة كبيرة من الإلكترونات التي يتم استقبالها في النهاية من طرف مستقبل الإلكترونات NADP^+ الذي يتحول إلى NADPH, H^+ وفق المعادلة:



لا يمكن لجزيئة اليخضور في مركز التفاعل أن تستعيد قدرتها على تحرير الإلكترونات من جديد إلا إذا استعادت الإلكترونات التي فقدتها. لذلك تستعيد أصبعه اليخضور في مركز التفاعل لـ PSII الإلكترونات المفقودة من تحلل جزيئه الماء بواسطة إنزيم هو جزء من النظام الضوئي الثاني وفق المعادلة:

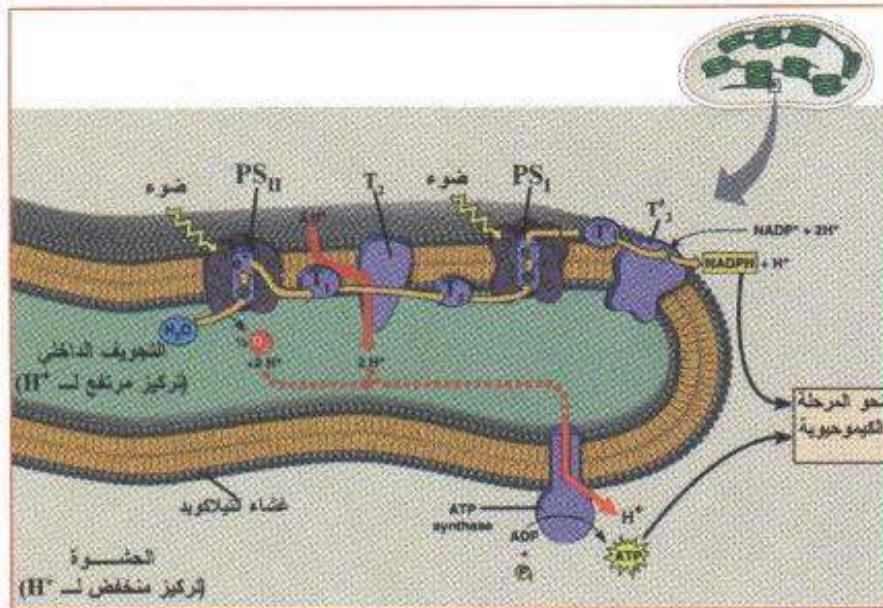


أما الإلكترونات المفقود من مركز تفاعل PSI فيتم تعويضها من الإلكترونات القادمة من الناقل الأخير (T_3) في السلسلة التركيبية الضوئية التابعة لـ PSII وهو ناقل متحرك على السطح الداخلي لغشاء التيلاكويد.

إن تراكم البروتونات التي تم إدخالها بواسطة أحد نوافل الإلكترونات (T_2) وتلك التي نتجت من تحلل الماء يؤدي إلى تكون فرق في تركيز البروتونات عبر غشاء التيلاكويد والذي يكون عاليًا في جهة التجويف ومنخفضاً في جهة الحشوة. لا يمكن للبروتونات النفاذ مرة أخرى إلى الحشوة إلا عن طريق إنزيم ATP ستياز الذي يوفر معبراً لخروج البروتونات. يؤدي خروج البروتونات من أعلى تركيز (التجويف) إلى أقل تركيز (الخشوة) إلى تنشيط الإنزيم الذي يقوم بفسفرة ADP إلى ATP باستعمال فسفات لاعضوي Pi وتسمى هذه العملية بالفسفرة الضوئية photophosphorylation. تؤدي المرحلة الكيموضوئية إلى إنتاج ناتجين هامين هما:

ATP وهي جزيئات ذات طاقة عالية نتيجة لعمل النظام الضوئي PSII. NADPH, H^+ وهي مرافقات إنزيمية تحمل إلكترونين ذات طاقة عالية نتيجة لعمل النظام الضوئي PSI.

.PSI



تطلب المرحلة الكيموضوئية توفر الضوء والتيلاكويد (أنظمة ضوئية + نوافل إلكترونات + إنزيم ATP ستياز) لكنها تتطلب كذلك توفر المستقبل Pi وتوفر NADP^+ لغرض توفير النواتج. يمكن تلخيص آلية المرحلة الكيموضوئية من عملية التركيب الضوئي في المخطط المقابل.

النشاط ④: تفاعلات المرحلة الكيموحيوية

تحدث المرحلة الكيموحيوية لعملية التركيب الضوئي في الحشوة وتسمح بتشييت CO_2 لغرض إنتاج الجزيئات العضوية (السكريات).

تم إثبات تسلسل تفاعلات المرحلة الكيموحيوية باستعمال CO_2 المشع وطرق فصل كيميائية أهمها التسجيل اللوني ذو البعدين ، حيث تبين من ذلك أن CO_2 يتم تشييته على مركب خاسي الكربون هو ريبولوز ثنائي الفسفات RuDP (مركب C₅) ليتخرج من ذلك جزيئتين من مركب ثلاثي الكربون هو حمض فسفو غلسريك APG (مركب C₃).

يتم تحويل 2APG إلى جزيئتين من مركب آخر ثلاثي الكربون لكنه ثانوي الفسفات هو حمض ثانوي 2ADPG باستعمال ATP الناتجة من المرحلة الكيموحيوية. يتم بعد ذلك تحويل 2ADPG إلى جزيئتين من مركب ثلاثي الكربون من نوع آخر هو فسفو غلسرألدヒيد 2PGal باستعمال NADPH,H⁺ الناتجة من المرحلة الكيموحيوية.

عند تشييت 6 جزيئات من CO_2 باستعمال 6 جزيئات من RuDP يتم إنتاج 12 جزيئة (PGal) يتم استعمال جزيئتين منها (2PGal) في إنتاج سكر سداسي (غلوكوز) الذي يستعمل في تركيب النشا. بينما يتم إعادة استعمال ذرات الكربون المتبقية (10PGal) لتجديد المستقبل 6RuDP عبر تفاعلات يتم فيها استهلاك المزيد من جزيئات ATP.

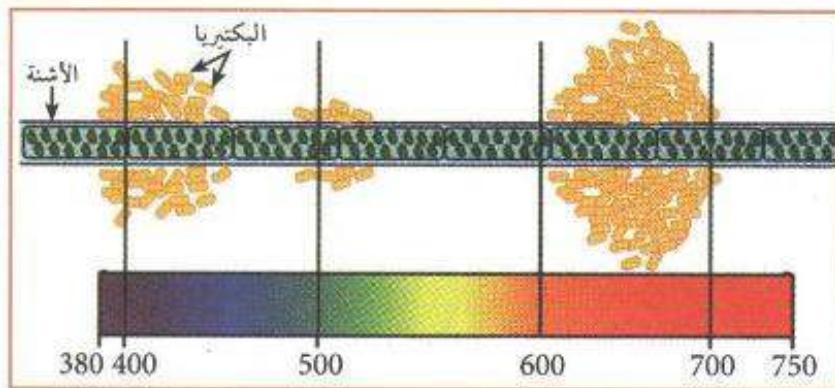
تم تفاعلات المرحلة الكيموحيوية في شكل سلسلة حلقة تعرف بحلقة كالفن نسبة إلى العالم كالفن الذي اكتشفها.

يمكن تقسيم الحلقة إلى مراحلتين: مرحلة أولى يتم فيها إنتاج السكر الثلاثي PGal لغرض إنتاج السكر بينما يتم في المرحلة الثانية استعمال PGal لتجديد مستقبل CO_2 .

تنكمال مرحلتي التركيب الضوئي بصورة منتظمة حيث توفر المرحلة الكيموحيوية ATP و NADPH,H⁺ بينما تقوم المرحلة الكيموحيوية بتوفير المواد الأولية (Pi و ADP و NADP) لتركيب الـ ATP و NADPH. باستقبال الإلكترونات الكيموحيوية. لذلك تحدث المراحلتان معاً لكي يتم إنتاج الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية (النشا) وهو الهدف النهائي من عملية التركيب الضوئي.

استثمر معارفِي وأوظف قدراتي

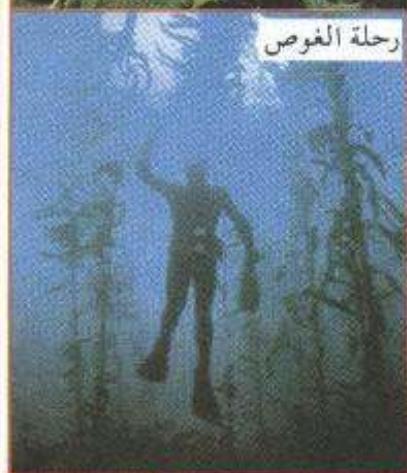
التمرين 1



في سنة 1885 قام العالم Engelmann بوضع أشنة خضراء خطية في قطرة من الماء بين الشريحة والساترة ووضعها تحت الجهر. تم تعريضها لضوء مشتت إلى ألوان الطيف المختلفة عن طريق موشور. تم بعد ذلك إضافة بكتيريا تتميز بحبها للأكسجين حيث تتحرك في الوسط السائل نحو الجهة الغنية بالأكسجين. نتائج التجربة موضحة في الوثيقة.

- ما هو الهدف من إضافة البكتيريا؟
- حل نتائج التجربة؟ ماذا تستنتج؟
- هل تتفق النتائج مع معارفك المكتسبة؟

التمرين 2



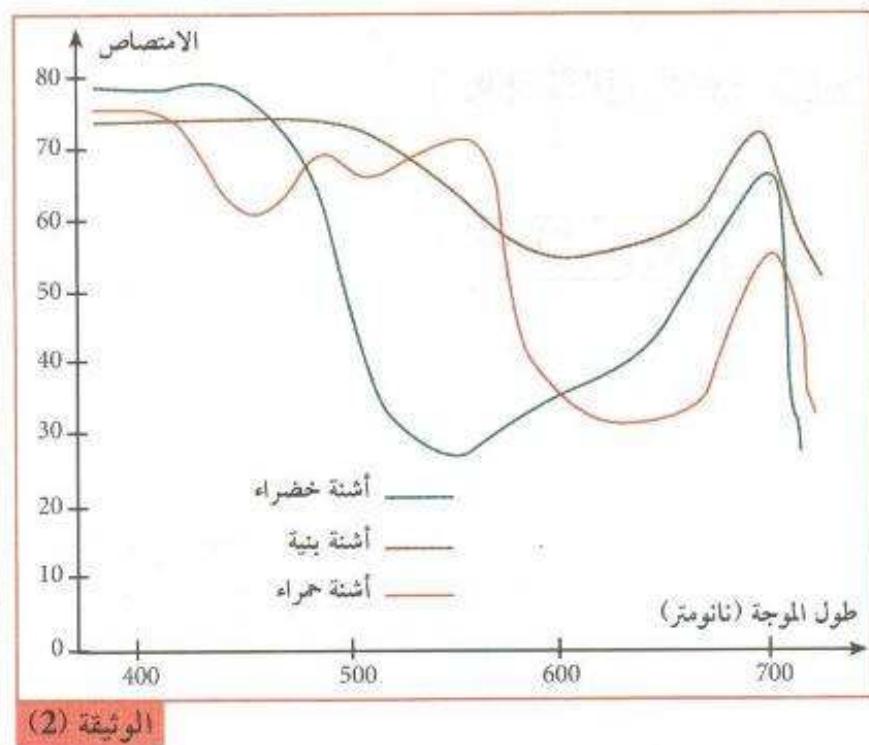
الوثيقة (1)

قام أحد الباحثين المهتمين بدراسة الأشنة البحرية برحلة غوص في أعماق البحر لغرض التعرف على توزع الأشنة في عمق البحر وأخذ صور لها. تضمنت الدراسة التعرف على نوع الأشنة وتحديد العمق الذي تتوارد فيه بالإضافة إلى قياس الأشعة الضوئية النافذة نحو الأعمق. كما تضمنت الدراسة كذلك أخذ العينات إلى المخبر واستخلاص الصبغات من كل نوع من أنواع الأشنة وإلخاز طيف الإمتصاص لكل منها.

توضح الوثيقة (1) بعض من الصور التي تم أخذها أثناء رحلة الغوص.



أول ملفت انتبه الباحث هو تواجد الأشنات الخضراء لعدة أمتار بالجاه عمق البحر تبدأ بعدها في الإختفاء، غير أن الأشنات الحمراء والبنية تتواجد في أعمق أكبر (تصل إلى حوالي 30 متر). عند هذه الأعمق تختفي الأشنات الخضراء كلية.



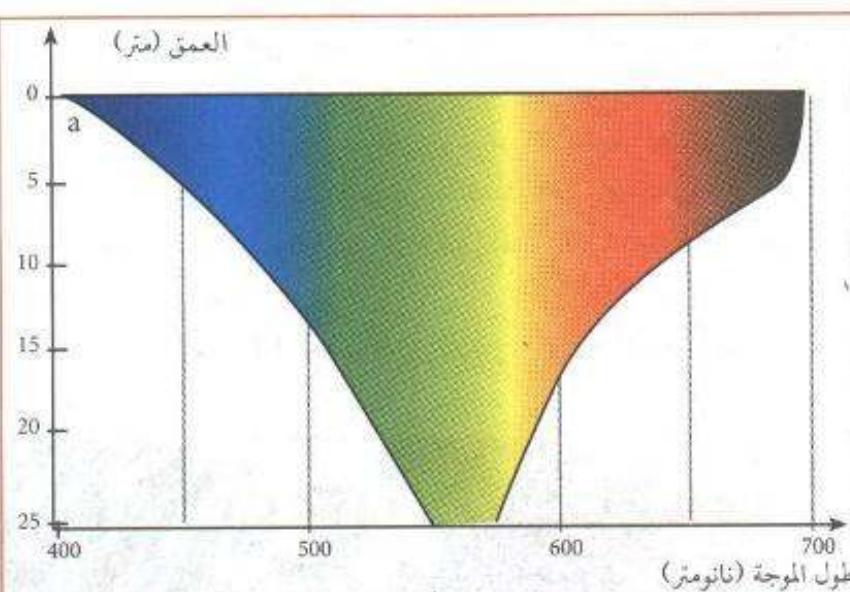
الوثيقة (2)

بعد جمع العينات والعودة إلى المخبر قام الباحث بتحليل محتوى الأصبغة في العينات التي تم جمعها. لوحظ أن الأشنات الحمراء تحتوي على صبغة تعرف بـ Fucoxan - thin اليخصوصية وأشباه الجزرин الموجودة عند باقي النباتات والأشنات الخضراء. كما تحتوي الأشنات البنية على صبغة أخرى تسمى Phy-coerythrine.

أظهرت قياسات أشعة الضوء النافذة بدلاله العمق النتائج الموضحة في الوثيقة (2).

كما أظهرت نتائج قياس طيف الإمتصاص للأشنات الخضراء والحراء والبنية المنحنيات الموضحة في الوثيقة (3).

1. ما هي التغيرات التي تحدث للضوء عند اختراقها ماء البحر نحو الأعمق؟
2. قارن بين طيف امتصاص الحمراء والبنية مع الخضراء؟



الوثيقة (4)

3. بالإستعانة بما توصلت إليه في هذه التجربة ومن معارفك السابقة قدم تفسيراً لتواجد الطحالب الحمراء والبنية في أعمق أكبر من الأشنات الخضراء.

التمرين 3

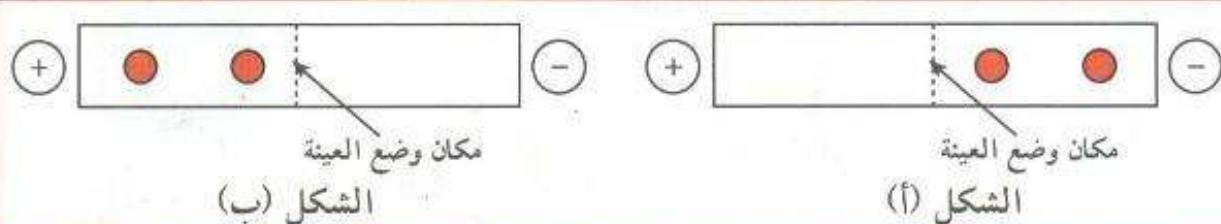
ت تكون البيتايدات من ارتباط عدد من الأحماض الأمينية بروابط بيتايدية كما تختلف البيتايدات فيما بينها في عدد ونوع الأحماض الأمينية المكونة لها والتي تحدد خصائصها الفيزيائية والكيميائية. لغرض دراسة بعض خصائص البيتايدات قمنا بفصل البيتايدات التالية بتقنية افجنة الكهربائية على الورق (مبدأ الطريقة موضحة سابقاً) وذلك بوضع خليط من هذه البيتايدات في منتصف شريط الورق:

بيتايد (أ): Gly-Arg

بيتايد (ب): Gly-Glu

بيتايد (ج): Gly-Glu-Arg

بعد انتهاء الفصل قمنا بالكشف عن البقع وذلك عن طريق التلوين بكاشف التنهيدرين (كافش يلون الأحماض الأمينية بلون وردي).
نتائج الفصل موضحة في شكل الوثيقة (1).



1. أكتب الصيغة المفصلة للبيتايد (ج)؟
 2. حدد أي من الشكلين تم الحصول عليه عند $pH = 1$ والشكل الذي تم الحصول عليه عند $pH = 13$ مع التعليل؟
 3. بعد الإマاهة الكلية للبيتايد (ج) تم إجراء الفصل للأحماض الأمينية الناتجة بنفس الطريقة السابقة فتحصلنا على النتائج الموضحة في الوثيقة (2)
- (2)
- حدد نوع الحمض الأميني في كل بقعة مع التعليل.
إذا علمت أن نقطة التعادل الكهربائي (pHi) للحمض الأميني Gly هي 6 .

يتكون البيتايد التالي من تسلسل الأحماض الأمينية الموضحة في الوثيقة:
 $\text{His-Lys-Pro-Arg-Gly-Glu}$

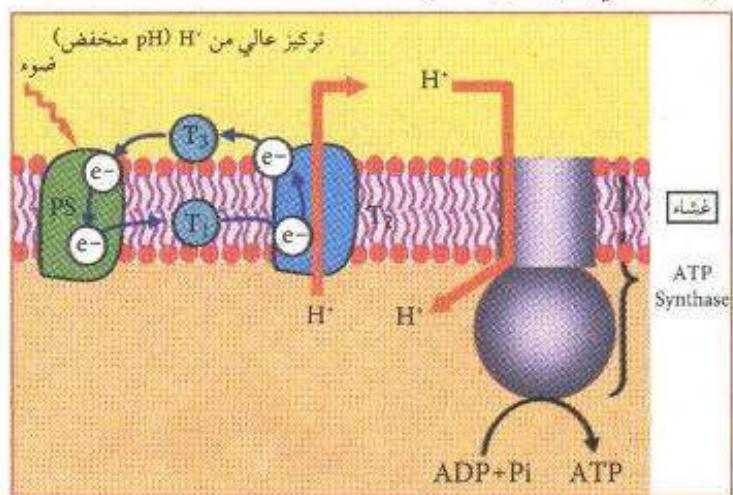
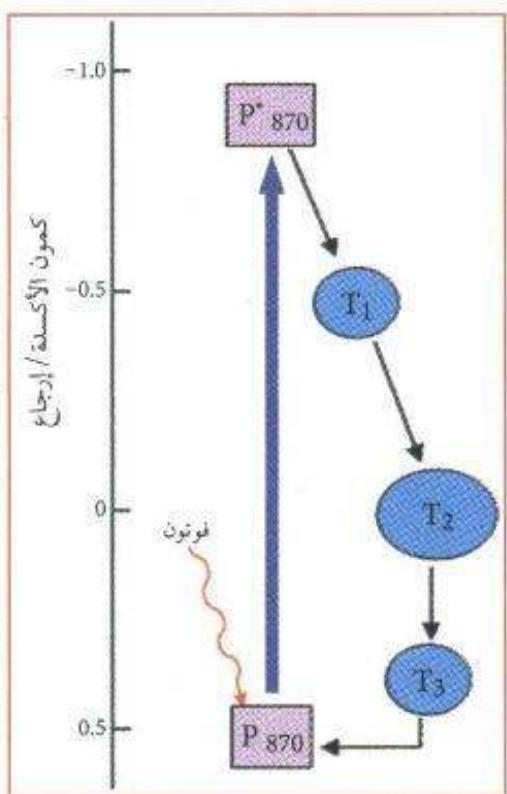
تم معاملة هذا البيتايد بإنزيم تربسين (إنزيم يحلل الرابطة البيتايدية من الجهة الكربوكسيلية عند توأجد Lys و Arg).

تم فصل نواتج الإماهة بواسطة افجنة الكهربائية الموضحة سابقاً.

1. أكتب نواتج الإماهة؟
2. حدد شحنة النواتج عند $pH = 1$ ؟
3. ما هو أحسن pH لفصل هذه البيتايدات؟
4. حدد اتجاه كل بيتايد ناتج عند pH المستعمل؟

التمرين 4

من بين الكائنات الدقيقة القادرة على القيام بعملية التركيب الضوئي هي البكتيريا الزرقاء المعروفة باسم: *Rho-dopseudomonas viridis* دراسة آلية التركيب الضوئي وبنية النظام الضوئي عند هذه البكتيريا أعطت النتائج الموضحة في الوثائق التالية:



آلية انتقال الإلكترونات وتركيب ATP عند البكتيريا الزرقاء

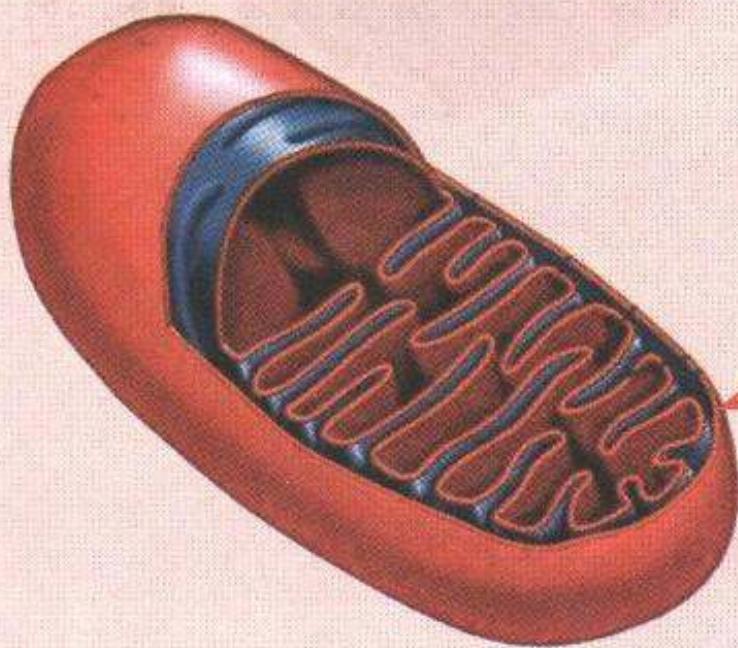
- ما هي أوجه التشابه والاختلاف بين هذه الآلية وآلية انتقال الإلكترونات وتركيب ATP في النباتات الخضراء التي تم التعرف عليها سابقاً؟
- تعرف هذه الطريقة من انتقال الإلكترونات بالإنتقال الحلقي ويعكن أن تحدث في النباتات الخضراء وتؤدي فقط إلى إنتاج ATP دون إنتاج NADPH. يشارك فيها النظام الضوئي الأول PSI فقط بتدخل الناقل T3, T2, T1. تحدث هذه الآلية بنسبة قليلة مقارنة بالحالة العادية وهي الإنتقال غير الحلقي بمشاركة النظامين الضوئيين PSI و PSII. أحجز رسمًا تخطيطاً توضح فيه الإنتقال الحلقي للإلكترونات في النباتات الخضراء.

الوحدة 2

آليات تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية إلى ATP

تصرف الخلية الحية، سواء كانت منفردة أو مترتبة على مستوى عضوية، طاقة للقيام ب مختلف النشاطات الضرورية للحفاظ على الحياة. في حالة الخلايا ذاتية التغذية، ينبع عن عملية التركيب الضوئي مواد عضوية تحتوي على طاقة كيميائية كامنة، أما الخلايا غير ذاتية التغذية فإنها تستمد مؤونتها الطاقوية من العناصر المعدية العضوية أو المواد الأيضية. تشكل هذه المواد مخزونا طاقويا حيث يؤدي هدمها الكلي أو الجزئي إلى تحرير الطاقة الضرورية لتركيب الـ ATP.

- » كيف تؤمن هذه الخلايا تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة إلى طاقة قابلة للاستعمال على شكل ATP؟ وما هي البنيات الخلوية المتدخلة في ذلك؟
- » ما هي الآليات الكيموحيوية التي تؤمن تحرير الطاقة على شكل ATP؟



كچھ عناصر الوحدة

1. تذکیر بالمکتبات.
2. مقر الأكسدة التنفسية.
3. التحلل السكري.
4. مراحل تفکك حمض البیروفیک (الأكسدة التنفسية).
5. الفسفرة التأكسدية.
6. آليات تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في وسط لا هوائي.

I- آليات تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الوسط الهوائي

النشاط 1

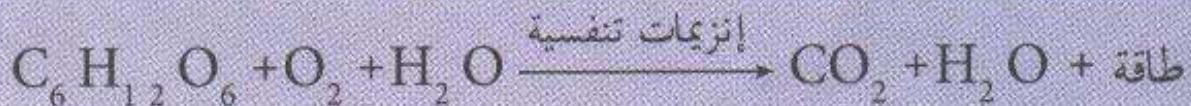
تذكير بالمكتسبات

تم التعرف سابقاً على ظاهرة التركيب الضوئي، حيث يتم فيها تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة وفق آليات محددة تم التوصل إليها في الوحدة السابقة، بينما ظاهرة التنفس فيتم فيها استخراج الطاقة وتحويلها إلى طاقة قابلة للاستعمال.

◀ فما هي مظاهر التنفس وشروط حدوث هذه الظاهرة؟

مظاهر عملية التنفس وشروط حدوث الظاهرة

تحتوي المواد العضوية على طاقة كيميائية كامنة في روابطها الكيميائية، حيث يؤدي هدم هذه الروابط إلى تحرير طاقة، ويعتبر التنفس أهم آلية يحدث خلالها هذا الهدم.
تلخص المعادلة الإجمالية التالية ظاهرة هدم كلية لجزيئة الجلوكوز



1. استنتج من المعادلة شروط حدوث ظاهرة التنفس.
2. استخلص مظاهر حدوث ظاهرة التنفس.

* باستغلال المعلومات السابقة ومكتسباتك أخيراً خططوا بالشخص مجموع ظواهر هدم الجلوكوز على المستوى الخلوي في وجود الأكسجين.

النشاط 2

مقر الأكسدة التنفسية

تتوارد الميتوكندري في جميع الخلايا ما عدا البكتيريا، حيث تبدي نفس البنية ونفس الوظيفة مهما كان نوع الخلية، وتعتبر "المراكز الطاقوية" للخلايا.

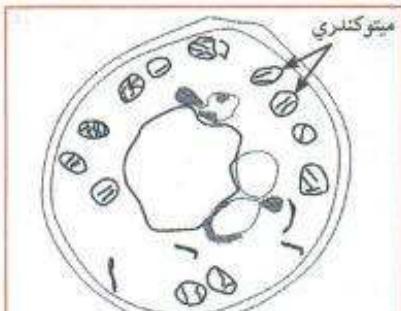
↙ فما هي بنيتها؟

❶ إظهار مقر الأكسدة التنفسية

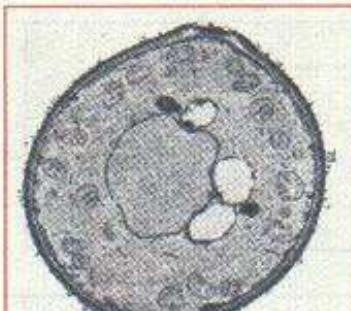
تجربة: نقوم بتحضير مزرعتين من خمرة الخبز في إناءين مختلفين يحتوي كل منهما على محلول سكري؛ نسد الإناء الأول بإحكام (وسط لا هوائي) ونقوم بتهوية الإناء الثاني باستمرار (وسط هوائي)، بعد مدة من الزمن، نأخذ عينة من كل إناء ونعلجها بمحلول أخضر جانوس الذي يعتبر ملوناً حيوياً حيث يكون أخضراء في الحالة المؤكسدة وشفافاً في الحالة المرجعة.
كانت النتائج المتحصل عليها كالتالي: ظهور حبيبات ملونة بالأخضر في الخلايا المأهورة من الوسط هوائي وعدم ظهورها في الخلايا المأهورة من الوسط اللاهوائي.

- قدم تفسيراً للنتائج الحصول عليها؟

❷ المشاهدة المجهرية



شكل (أ): رسم تفسيري لخلية من وسط هوائي



شكل (أ): خلية من وسط هوائي



شكل (ب): رسم تفسيري لخلية من وسط لا هوائي



شكل (ب): خلية من وسط لا هوائي

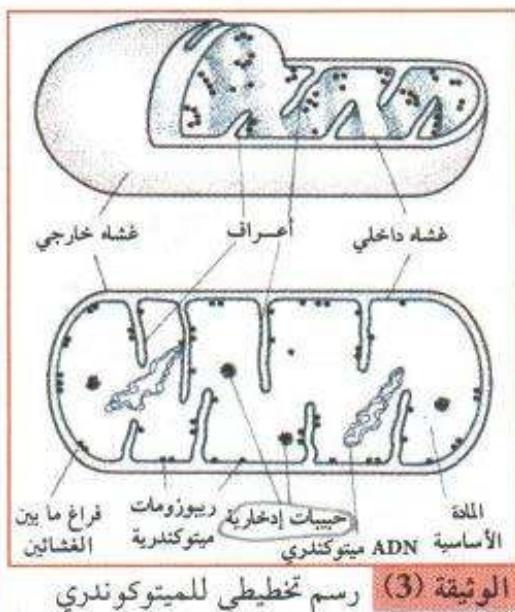
سمحت المشاهدة بالمجهر الإلكتروني النافذ (م.إ.ن) لخلايا الخميرة بوضع الأشكال الموضحة في الوثيقة (١).

- قارن بين خلايا الخميرة المأهورة من الوسطين؟
- ما هي الفرضية التي يمكن تقديمها فيما يخص العلاقة بين وجود الميتوكندري وتهوية وسط الزرع؟
- استنتاج إذا مقر الأكسدة التنفسية؟

الوثيقة (١) خلايا الخميرة كما تبدو تحت المجهر الإلكتروني النافذ

٣ مقر الأكسدة التنفسية (بنية الميتوكندري)

إن الميتوكندري عبارة عن عضيات يتراوح طولها بين 0.5 إلى 2 ميكرون و قطرها بين 0.1 إلى 0.5 ميكرون، يمكن مشاهدتها ب المجهر الإلكتروني النافذ كما هو موضح في الوثيقة (2).



٤ استغلال الوثائق:

- صفه في بقعة أسطر، بنية الميتوكندري.
- استنتاج من ذلك ما يدل على أن للميتوكوندري بنية حجرية.

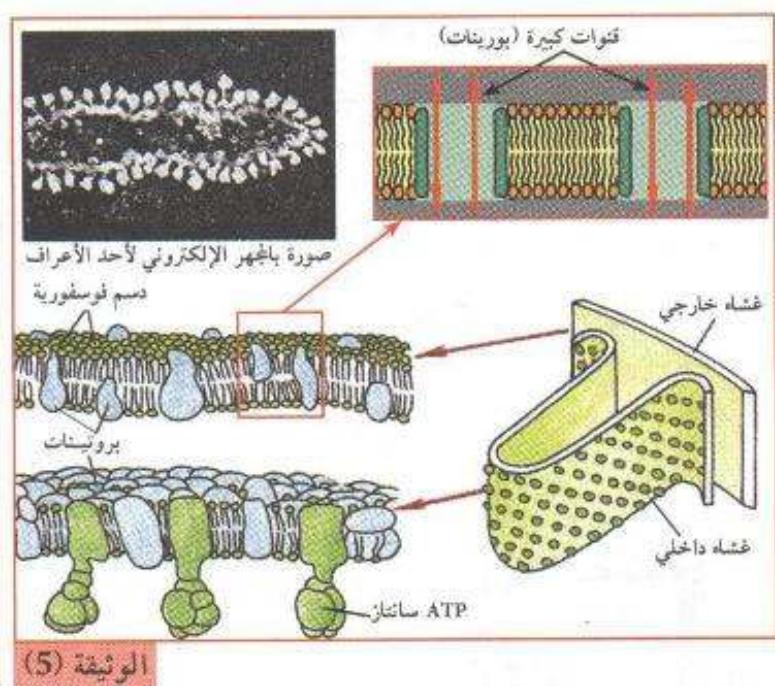
أعطى التحليل الكيميائي لبعض مكونات الهيولى والأجزاء ميتوكندرية محصل عليها بتنقية الطرد المركزي النتائج المدونة في جدول الوثيقة (4)، كما توضح الوثيقة (5) توضع بعض هذه المكونات.

الميتوكوندري		الملة الأساسية	الهيولى	القر	نوع الملة
الغشاء	الخارجي				
% 50	% 80				بروتينات في الغشاء
% 50	% 20				الدهن في الغشاء
مواد الأيض					
		+	+		حمض البروبيك
		-	+		الغلوكوز
		+	-		أسيتيل مرافق الإنزيم (١)
بروتينات والإنزيمات					
-	+	+	+		نازولات الهيدروجين
-	-	+	-		نازولات الهيدروجين والكربوكسيل
-	+	-	-		نواقل الإلكترونات
-	+	-	-		ATP Synthase
-	+	-	-		مضخات البروتونات
+ موجود - غير موجود					

الوثيقة (4)

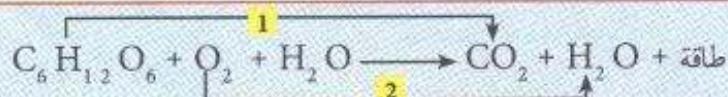
استغلال الوثائق:

بالإعتماد على جدول الوثيقة (4) وأشكال الوثيقة (5).



- قارن بين بنية مكونات كل من الغشاء الداخلي والخارجي للميتوكوندري؟ لماذا تستخلص؟
- قارن بين بنية مكونات كل من الغشاء الداخلي والمادة الأساسية للميتوكوندري؟ لماذا تستخلص؟
- إن وظيفة أي عضية مرتبطة أساساً بتركيبها الكيميائي، ماذا يمكن قوله حول وظيفة كل من **الحشوة** والغشاء الداخلي للميتوكوندري؟

٤ أمكن تلخيص التفاعلات الكيميائية للتنفس في المعادلة الإجمالية التالية:



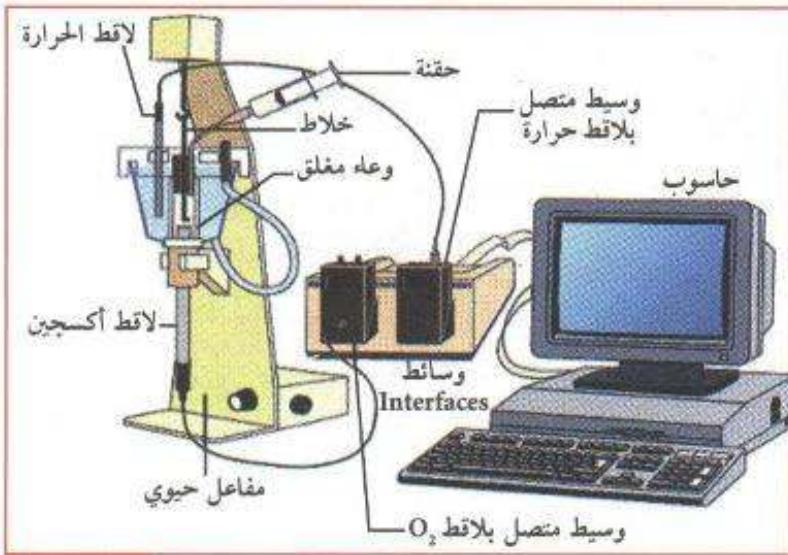
- استخلص من المعادلة نوع التفاعل الذي حدث في 1 و 2؟
- يستخرج من المعادلة طبيعة تفاعلات ظاهرة التنفس؟

التحل السكري

يمكن إظهار امتصاص الأكسجين واستهلاك الركيزة الأيضية من طرف ميتوكوندريات معزولة باستعمال جهاز مدعم بالحاسوب، حيث تؤمن هذه العضيات التفاعلات المميزة للتنفس الخلوي.

↙ فما هي الركيزة العضوية المستعملة من طرف الميتوكوندري؟

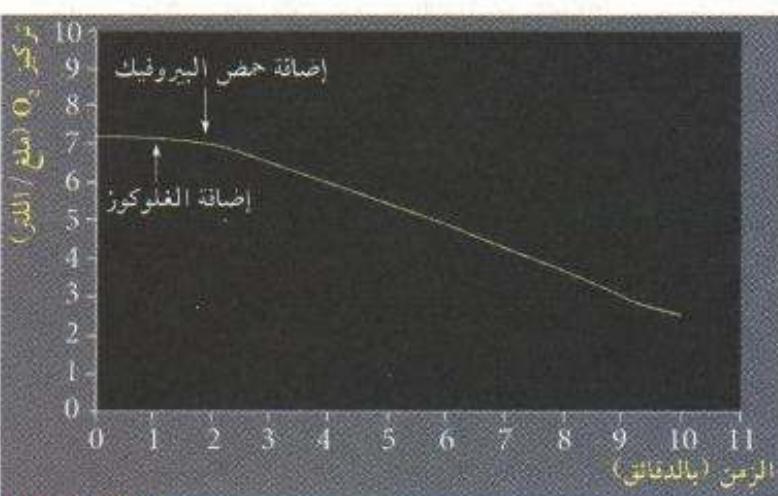
① مادة الأيض المستعملة من طرف الميتوكوندري



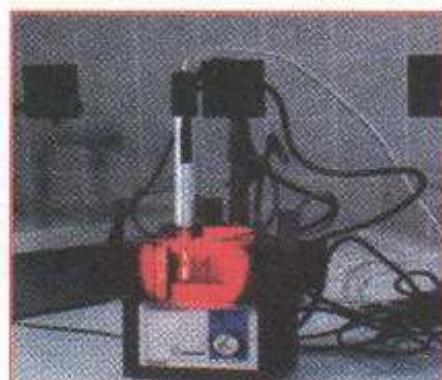
صورة لجهاز التجربة المدعوم بالحاسوب الوثيقة (1)

تجربة 1: لغرض التعرف على مادة الأيض المستعملة من طرف الميتوكوندري تم عزل ميتوكوندري من خلايا كبد الجرذ باستعمال تقنية الطرد المركزي فائق السرعة. تم وضع الميتوكوندري المعزولة في وعاء المفاعل الحيوي المغلق بإحكام والمحظى على محلول منظم. تم قياس كمية الأكسجين داخل الوعاء عن طريق لاقط الأكسجين ضمن تركيب تجربتي الأزمنة $Z_1 = 1$ و $Z_2 = 2$.

نتائج التجربة موضحة في منحنى الوثيقة (2).



الوثيقة (2)



- حلل المنحنى. ماذا تستنتج حول مادة الأيض المستعملة من طرف الميتوكوندري؟

تجربة 2

يعتبر حمض البيروفيك أحد نواتج التحلل السكري للغلوكوز، فعلى أي مستوى في الخلية يتم التحلل السكري؟ وما هو مصير حمض البيروفيك؟
لإظهار ذلك تقوم بالتجربة التالية:

نحضر مزرعتين من خبيرة الخبز في إناءين مختلفين يحتوي كل منهما على سكر الغلوکوز المشع (G^*)؛ نسد الإناء الأول بإحكام (وسط لا هوائي) ونقوم بتهوية الإناء الثاني باستمرار (وسط هوائي).
يتم تتبع ظهور الإشعاع داخل خلايا الخميرة (الهيولى أو الميتوكوندري) بعد فترات زمنية مختلفة، التائج موضحة في الجدولين (أ و ب) من الوثيقة (3).
 P^* = حمض البيروفيك المشع * A_1 و * A_2 و * A_3 = نواتج مشتقة من حمض البيروفيك مشعة.

الميتوكوندري	الهيولى	الوسط	الזמן
		G^*	z_0
	G^*	G^*	z_1
	P^*		z_2
	$A_2^* + P^*$		z_3
	A_2^*	$*CO_2$	z_4

الجدول (ب)

الميتوكوندري	الهيولى	الوسط	الזמן
		G^*	z_0
	G^*	G^*	z_1
	P^*	P^*	z_2
	$A_1^* + P^*$		z_3
	A_3^*	$*CO_2$	z_4

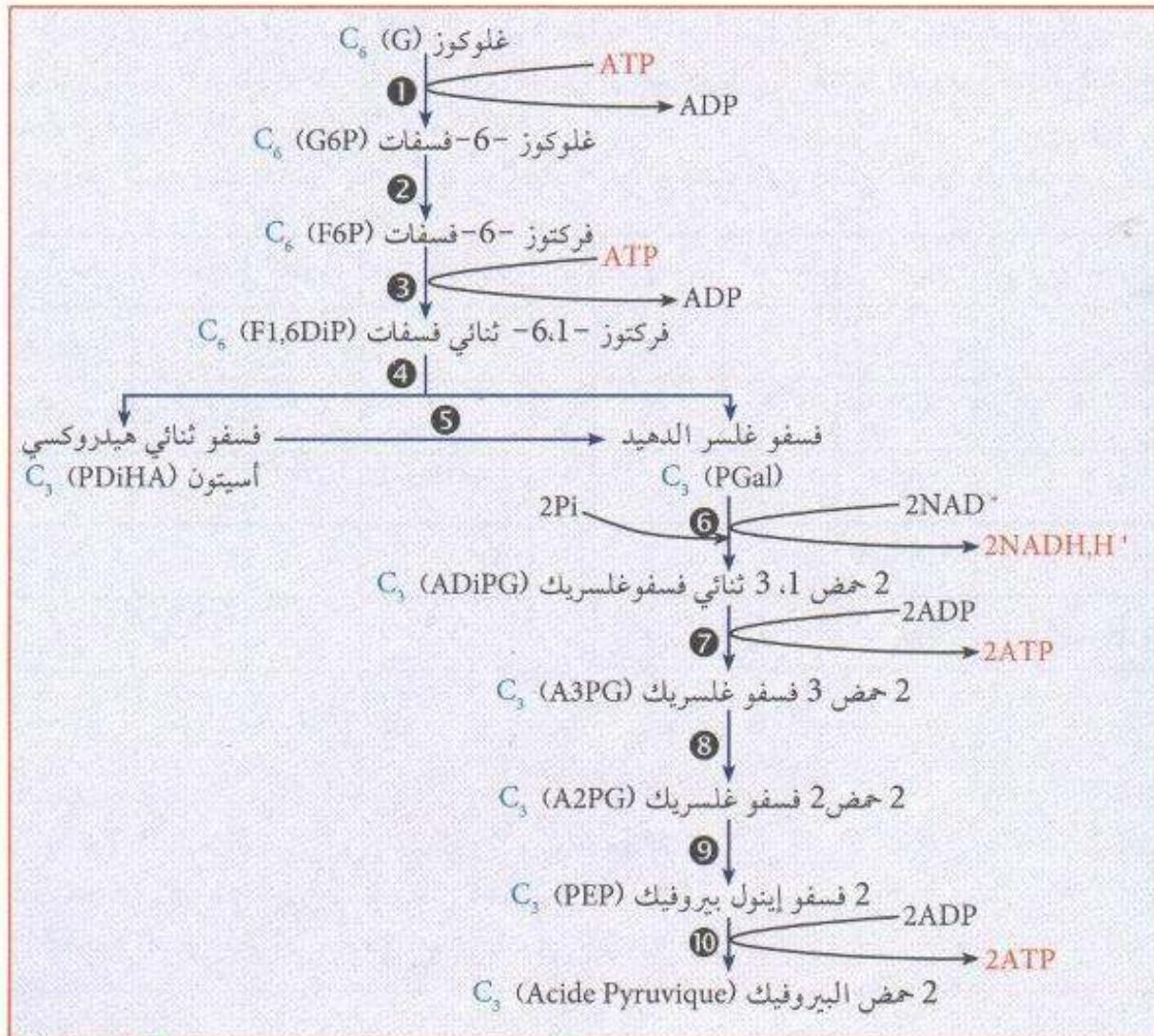
الجدول (أ)

استغلال الوثائق:

- حلل الناتج التجريبية في الجدولين (أ و ب)؟ لماذا تستخلص؟
- حد في أي ظرف تم الحصول على الجدولين (أ و ب)؟
- حد مصير ومقدار تحول حمض البيروفيك في الحالتين؟

٢ مراحل التحلل السكري في الهيولى

تم إظهار أن الميتوكوندري لا تستعمل الغلوکوز مباشرة حيث يتحلل الغلوکوز (مركب C_6) في الهيولى تدريجيا بوجود إنزيمات خاصة إلى حمض البيروفيك (مركب C_3) خلال سلسلة من التفاعلات، منها المستهلكة لـ ATP ومنها المنتجة لها، ومنها المؤدية إلى إرجاع المرافق الإنزيمي (NAD⁺) كما يبينه المخطط الموجي:



خطط يلخص مراحل التحلل السكري في الهيولى **الوثيقة (٤)**

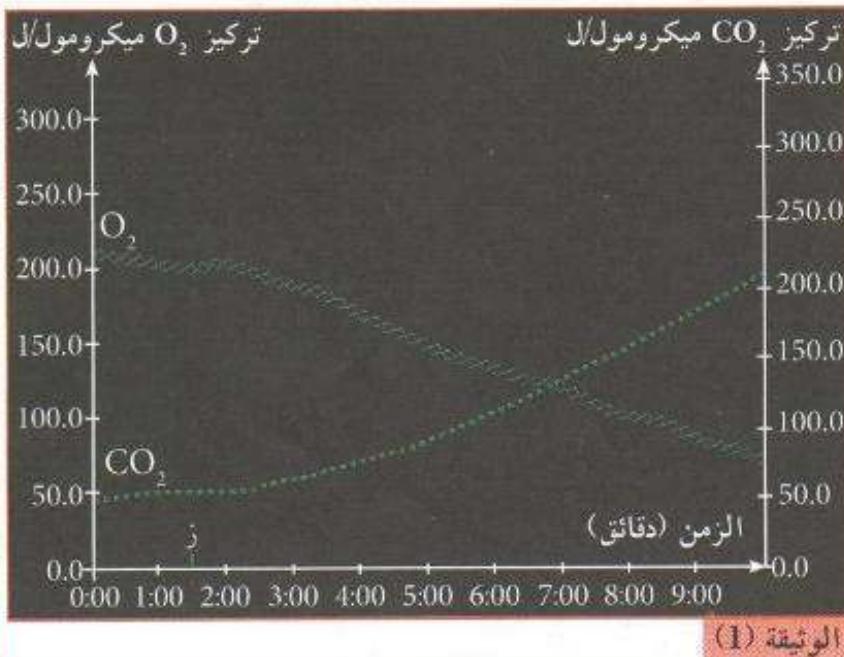
١. مثل التفاعلات ١، ٣، ٦، ٧ و ١٠ بمعادلات بسيطة؟
٢. استنتج نوع التفاعل الذي حدث في كل حالة اعتمادا على الحالات التالية: إما له ATP، تركيب ATP، تفاعلات أكسدة وإرجاع؟
٣. هل حصيلة عند ATP إيجابية أم سلبية؟ علل إجابتك؟
٤. لخص تفاعلات التحلل السكري في معادلة إجمالية بسيطة؟

مراحل تفكك حمض البيروفيك (تفاعلات حلقة كرييس)

يبينت قياسات استهلاك الأكسجين من طرف ميتوكوندريات معزولة وباستعمال المواد الموسومة بالإشعاع أن حمض البيروفيك يتعرض لسلسلة من التفاعلات في المادة الأساسية للميتوكوندري.

ـ فما هي مراحل تحول حمض البيروفيك؟

1 إظهار هدم حمض البيروفيك من طرف الميتوكوندري

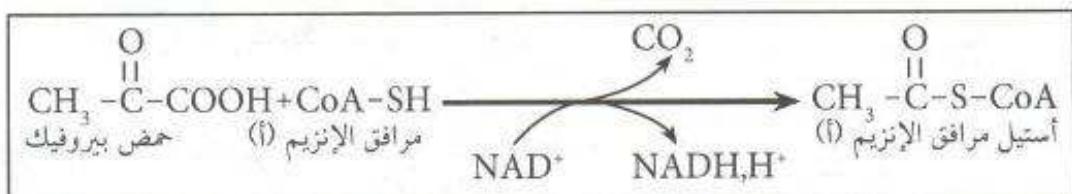


باستعمال التركيب التجاري الموضح في الوثيقة (1) تم وضع معلق من الميتوكوندري في وسط غني بالأكسجين ثم حقنت كمية من حمض البيروفيك في الزمن (ز). تم قياس تركيز الأكسجين وثاني أكسيد الكربون عن طريق لاقطين. النتائج المتحصل عليها مبينة في الوثيقة (1).

- حلل منحنى الوثيقة (1).
ماذا تستنتج؟

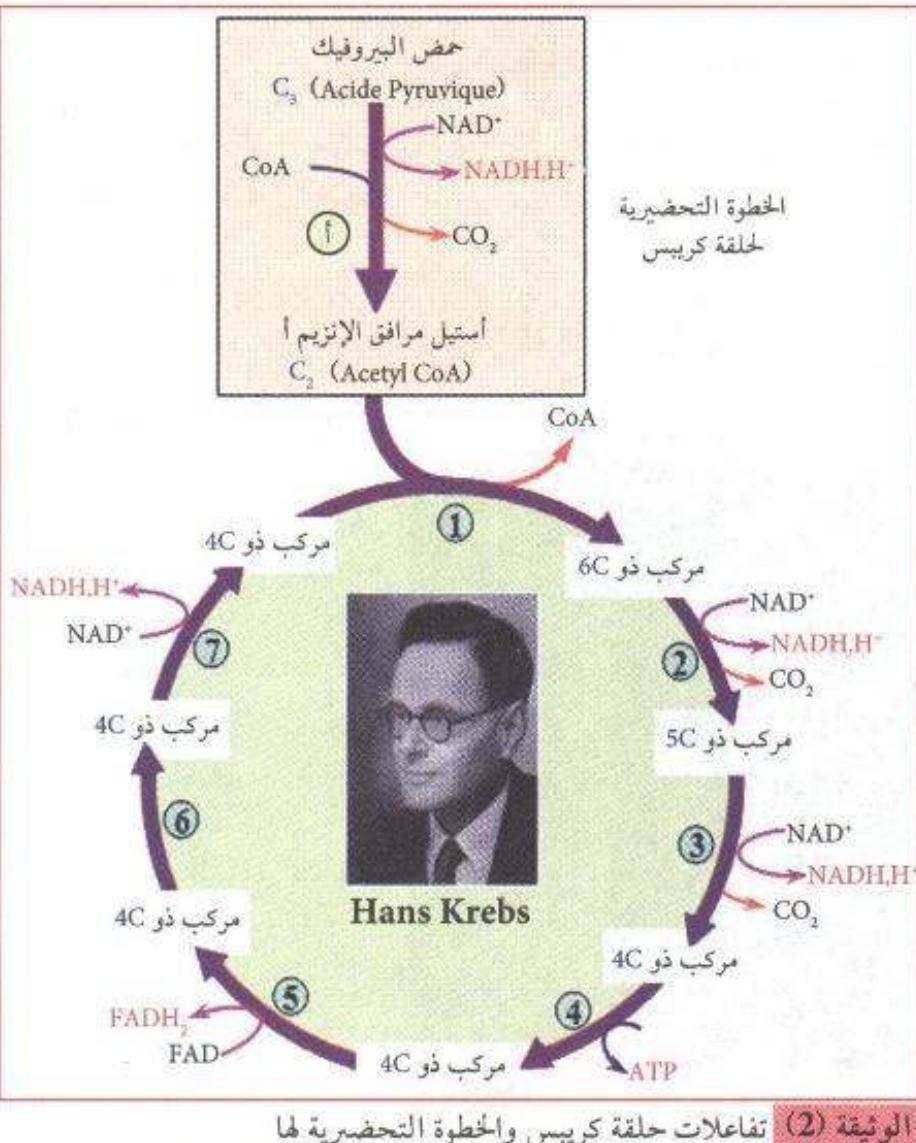
2 تحول حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق الإنزيم (1)

يبين التجارب أن تحويل حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق إنزيم (1)، يتم بواسطة معقد إنزيمي كبير يقوم بنزع الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون وفق المعادلة التالية:



يعتبر هذا التفاعل خطوة تحضيرية للمرحلة اللاحقة (حلقة كرييس) لذلك يكتب عادة مع الحلقة.

٣ تفاعلات حلقة كريبس



يدخل الأستيل مرافق الإنزيم (١) في سلسلة من التفاعلات وذلك خلال دورة كيموحيوية تدعى بحلقة كريبس (نسبة إلى العالم Hans Krebs الذي اكتشفها) وذلك بتدخل مجموعة من الإنزيمات (نازعات الكربوكسيل والهيدروجين، أو نازعات للهيدروجين فقط)؛ تلخص الوثيقة المقابلة أهم مراحل هذه الحلقة بالإضافة إلى الخطوة التحضيرية لها.

الوثيقة (٢) تفاعلات حلقة كريبس والخطوة التحضيرية لها

- استخرج نوع التفاعلات التي حدثت في ١، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧ (تركيب ATP، تفاعلات أكسدة تفاعلات نزع كربوكسيل تأكسدية).
- استخرج عدديات CO_2 المطرودة خلال مراحل الدورة انطلاقاً من جزيئة غلوكوز واحدة؟
- حدد عدد ونوع المرافق الإنزيمية المرجعة خلال مراحل الدورة انطلاقاً من جزيئة غلوكوز واحدة؟
- لخص التفاعل (١) في معادلة إجمالية بسيطة؟

معلومات مفيدة

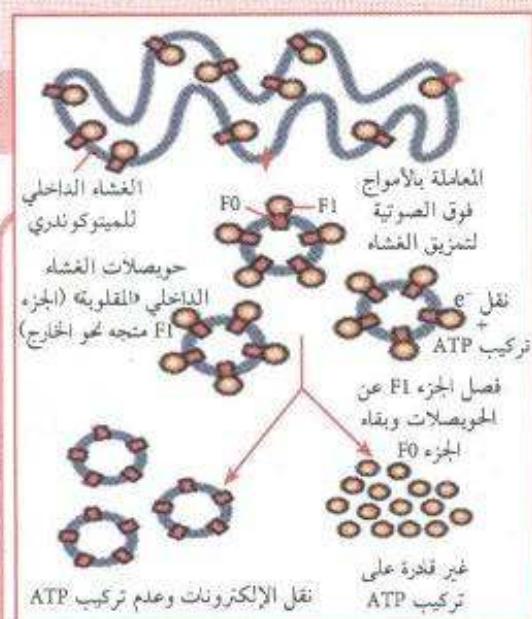
مرافق الإنزيم (١): جزيئة عضوية معقدة مشتقة من فيتامين (مجموعة B_3)

* استنتج الحصيلة الأولية للتحلل السكري وحلقة كريبس انطلاقاً من جزيئة غلوكوز واحدة (تشمل الحصيلة عدد CO_2 , FADH_2 , NADH.H^+ , ATP)

النشاط 5

الفسفرة التأكسدية

يتطلب استمرار مرحلة التحلل السكري وحلقة كريبيس تجديد المراقبات الإنزيمية المرجعية ($\text{FADH}_2 + \text{NADH}_2$) وذلك بأسدتها وتشكل جزيئات الماء بالإضافة إلى تركيب جزيئات ATP.



الوثيقة (1) نتائج التجارب على الحويصلات الناتجة من الغشاء الداخلي للميتوكوندريا

❖ فما هو مقر هذه التفاعلات؟ وما هي مراحلها؟

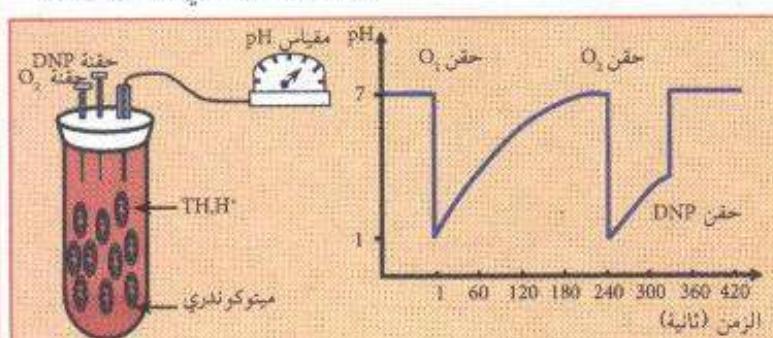
١ دور الغشاء الداخلي للميتوكوندري

لإظهار دور الغشاء الداخلي للميتوكوندري في الفسفرة التأكسدية نستعرض التجارب التالية:

التجربة ١: باستعمال الأمواج فوق الصوتية تم تجزئة الميتوكوندري فتشكلت حويصلات للأغشية الداخلية «المقلوبة» بها كريات مذنبة. كما أن فصل الجزء الكروي (F_1) من الإنزيم ATP Synthase عن الجزء المتواجد ضمن الغشاء (F_0) سيعتبر تحديداً دور كل منهما في تركيب ATP في شروط تجريبية مناسبة. نتائج التجربة موضحة في الوثيقة (1).

- ما هي المعلومات التي تقدمها نتائج التجربة فيما يخص دور مكونات الحويصلات الغشائية (الغشاء وإنزيم)؟

التجربة ٢: لتحديد سلوك الغشاء الداخلي للميتوكوندري تجاه البروتونات H^+ تم قياس pH الوسط الخارجي لعلق من



الوثيقة (2) نتائج تجربة قياس درجة pH في معلق لميتوكوندريا معزولة الميتوكوندري المعزولة يحتوى على معطي الإلكترونات (TH, H^+). يكون الوسط خالياً من الأكسجين في بداية التجربة، ثم يتم حقن جرعتين من الأكسجين أو مادة ثنائية نتروفينول (Di Nitro Phenol) DNP عند أ زمن محددة. النتائج موضحة في منحني الوثيقة (2)

1. حل منحني الوثيقة (2).

2. حدد تأثير كل من الأكسجين ومادة DNP مبرر مصدر H^+ عند إضافة O_2 . وضع ذلك في معايرة كيميائية.

3. علل الخفاض pH خارج الميتوكوندريا ثم عودته إلى الوضعية الأصلية؟

4. قارن زمن عودة pH إلى الوضعية الأصلية في غياب وفي وجود DNP. قدم تفسيراً لذلك؟

التجربة 3:

يتم وضع حويصلات غشائية محتوية على كريات مذنبة في أوساط مختلفة من درجة pH يوجد ADP و Pi . يتم الكشف عن فسفرة ADP إلى ATP

في كل حالة، نتائج التجارب مدونة في الجدول الموجلي:

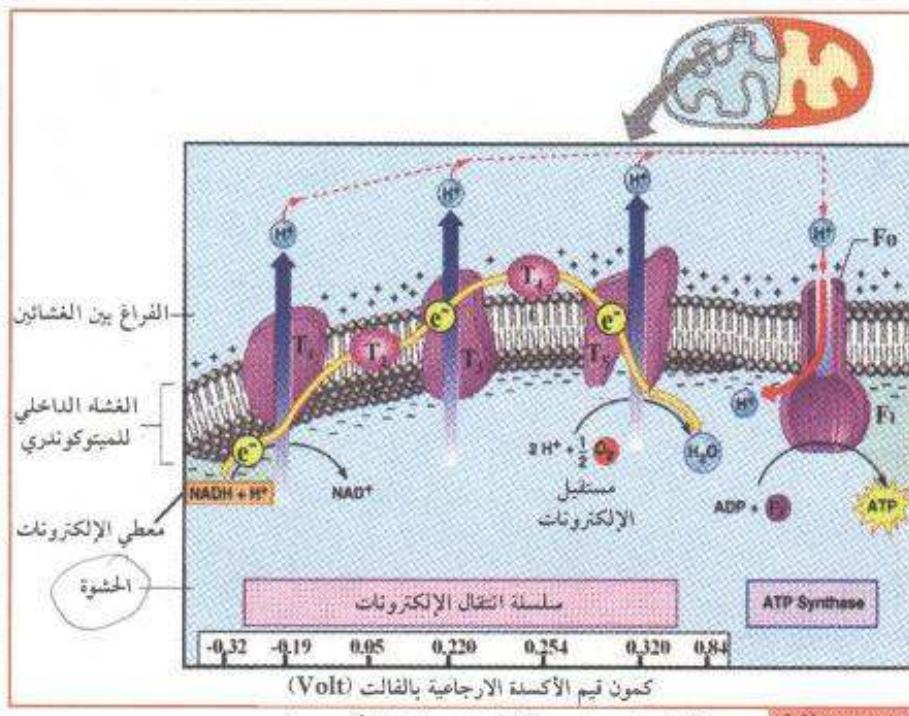
- استنبع من نتائج التجربة شروط ترسيب ATP ؟

اللاحظات	وجود الكربون المذنب	pH الخارجي	pH الداخلي	التجرب
عدم فسفرة ADP	نعم	7	7	1
فسفرة ADP	نعم	7	4	2
عدم فسفرة ADP	لا	7	4	3

الوثيقة (3) جدول بين نتائج التجارب الثلاثة لتحديد شروط ترسيب ATP

مكنت الدراسات المختلفة من تحديد آلية حدوث الفسفرة التأكسدية على الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

الوثيقة (4) تلخص مراحل هذه الآلية:



1. باستغلال معطيات الوثيقة (4) حدد الآلية الفيزيائية لانتقال الإلكترونات في السلسلة التنفسية، معتمداً على قيم كمون الأكسدة الارجاعية.

2. على المفهوم pH خارج الميتوكوندريا في التجربة الثانية بالإستعانة بخط

الآلية؟

3. أحسب فرق كمون الأكسدة الارجاعية بين الثنائيين NADH_2H^+ و NAD^+ . ماذا تستنتج؟

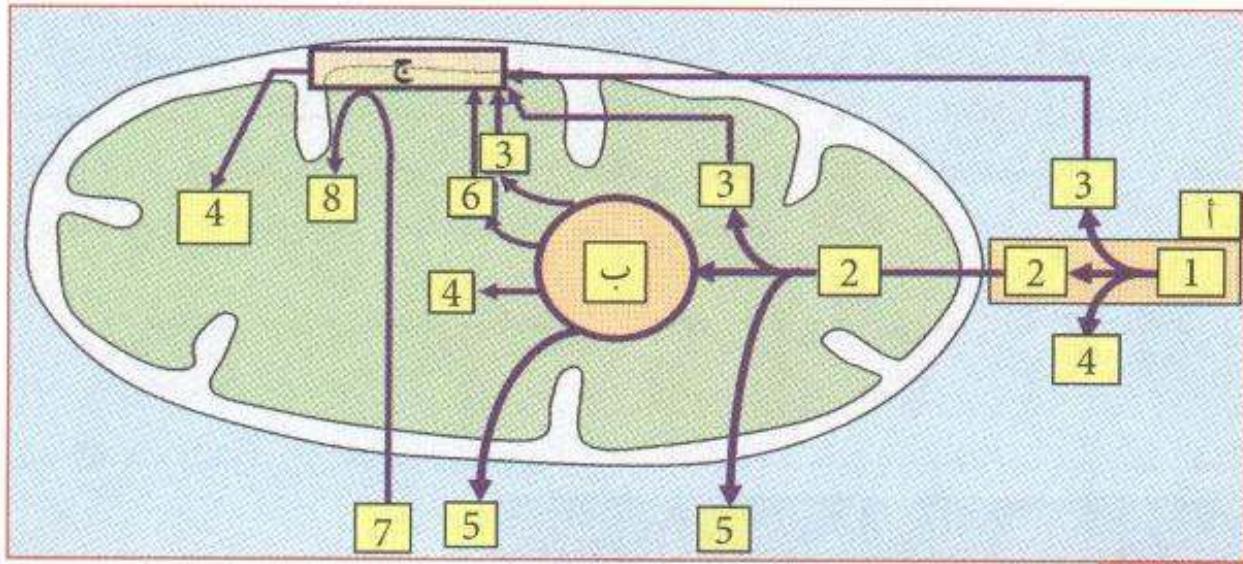
4. إذا علمت أن هذا الفرق في الكمون يمثل طاقة متحررة، فيما تستعمل هذه الطاقة مستعيناً بخط

الآلية؟

5. حدد المستقبل الأخير للإلكترونات في السلسلة التنفسية؟

* إذا علمنت أن الطاقة المتحررة من أكسدة NADH_2H^+ تعادل 3ATP وأن الطاقة المتحررة من أكسدة FADH_2 تعادل 2ATP، أحسب الحصيلة الطاقوية القابلة للاستعمال (عدد ATP) الناتجة من هدم جزئية من الغلوكوز؟

تمثيل الوثيقة (5) رسمًا خططيًا يوضح مختلف تفاعلات تحويل الطاقة الكامنة إلى طاقة قابلة للاستعمال في وسط هوائي.



الوثيقة (5)

• انطلاقاً من المعلومات المتوصل إليها من خلال النشاطات السابقة:

1. ضع عنواناً للوثيقة (5).
2. أكتب بيانات الوثيقة (5).
3. ماذا تمثل الأحرف (أ، ب، ج)؟

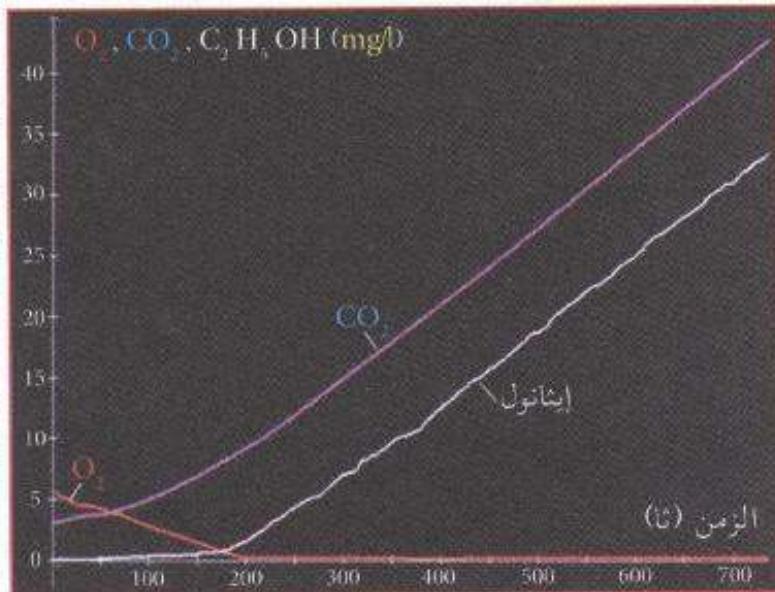
* أجزر خططنا للشخص فيه مجموع الظواهر التي تم التطرق إليها في النشاطات السابقة لتحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الوسط الهوائي.

II - آليات تحويل الطاقة الكيميائية الكافحة في وسط لا هوائي

إن التنفس ليس الطريق الوحيد لأكسدة الركيزة العضوية على مستوى الخلية حيث يمكن لبعض أنواع الكائنات وبعض أنواع الخلايا (البكتيريا، الخمائر، الخلايا العضلية....) أن تنتج ATP في غياب الأكسجين بظاهرة التخمر؛ سيتم في هذا النشاط معالجة ظاهرة التخمر الكحولي فقط الذي يمكن استعماله في عدة تطبيقات.

ـ فما هي نواتج التخمر الكحولي؟ وما هي الفوارق التي غير آلية التخمر عن آلية التنفس؟

❶ هدم الغلوكوز في غياب الأكسجين



الوثيقة (1) نتائج تجربة قياس نواتج التخمر الكحولي في الوسط اللاهوائي

التجربة 1:

باستعمال نفس التركيب التجريبي الموضح في الوثيقة (1) من النشاط (3) والمزود بلاقط لـ O_2 وأخر لـ CO_2 ولاقط لقياس الإيثانول... يتم وضع خلايا خبيرة الخبز في وسط غني بالغلوكوز. نتائج التجربة موضحة في منحني الوثيقة (1).

ـ حلل المنحني، لماذا تستنتج؟

❷ تطور كتلة الخميرة في غياب وفي وجود الأكسجين

تجربة:

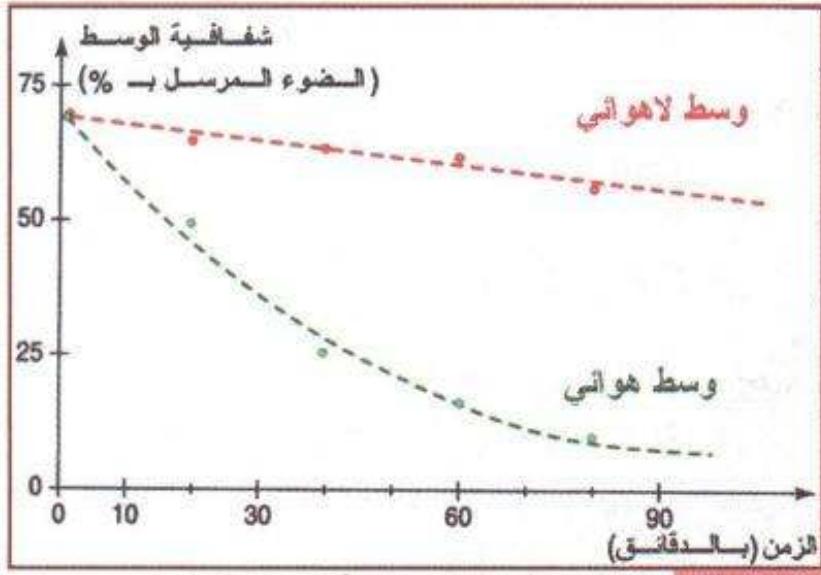
تم توزيع معلق من خبيرة الخبز في محلول من الغلوكوز (0.2 غال من الخميرة و5 غال من الغلوكوز) في إناءين موضوعين في حمام مائي في 30°C : يتم تهوية الإناء الأول باستمرار لتوفير الأكسجين. تستهلك الخميرة في الإناء الثاني الأكسجين المتواجد في بداية التجربة (يصبح الوسط لا هوائياً)، تأخذ عينات من الوسط على فترات زمنية منتظمة

(كل 20 دقيقة) لقياس تطور كتلة الخميرة.

يرتكز هذا القياس على مبدأ بسيط حيث أن شفافية الوسط تقل بزيادة عدد الخلايا في وحدة الحجم.

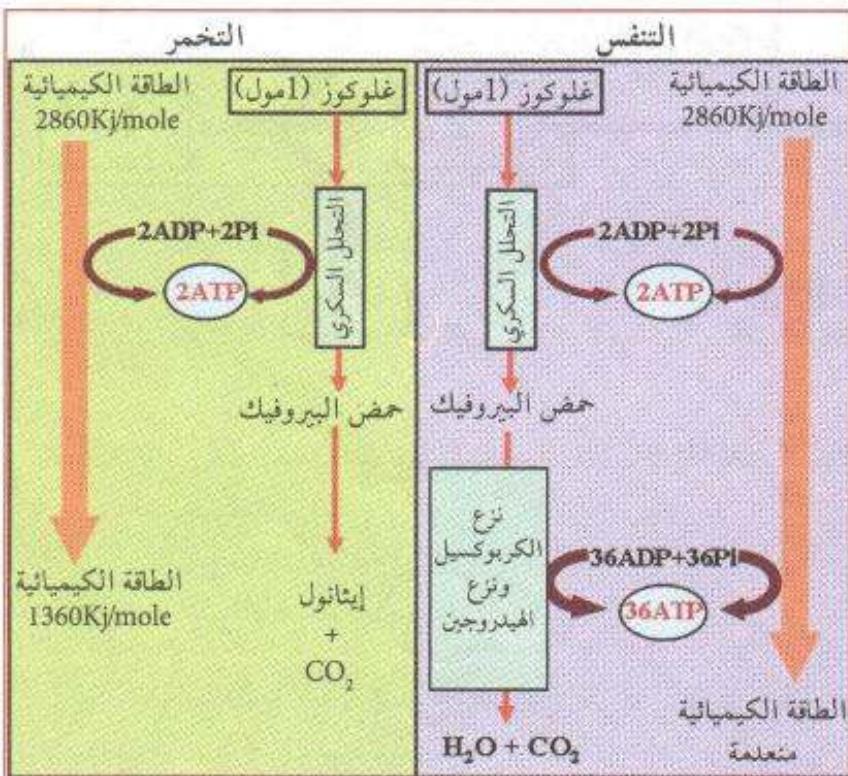
استغلال الوثائق:

- حلل نتائج التجربة، ماذا تستنتج حول مردود إنتاج الخميرة في الحالتين؟
- قارن بين تطور كتلة الخمير في الوسطين (هوائي ولاهوائي)؟ علل ذلك؟



الوثيقة (2) تطور كتلة الخميرة في وجود الأكسجين وفي غيابه

٣ دراسة مقارنة للحصيلة الطاقوية لآلية التنفس والتخمر

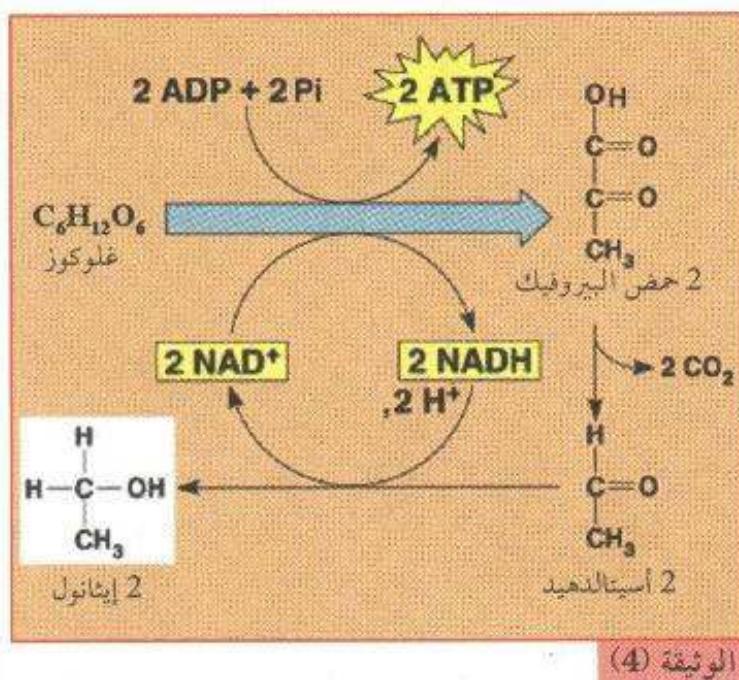


يعتبر كل من التنفس والتخمر ظاهرتان تعملان على تحريض الطاقة ولكن مردودهما جدًّا مختلف كما تبيّن الوثيقة المقابلة.

- حدد كمية الطاقة الناتجة عن هدم جزيئة واحدة من الغلوكوز أثناء كل آلية.

الوثيقة (3) يوضح أنواع المواد ومستوى الطاقة فيها خلال مراحل التنفس والتخمر

٤ إظهار كيفية تجديد نوافل الهيدروجين خلال التخمر

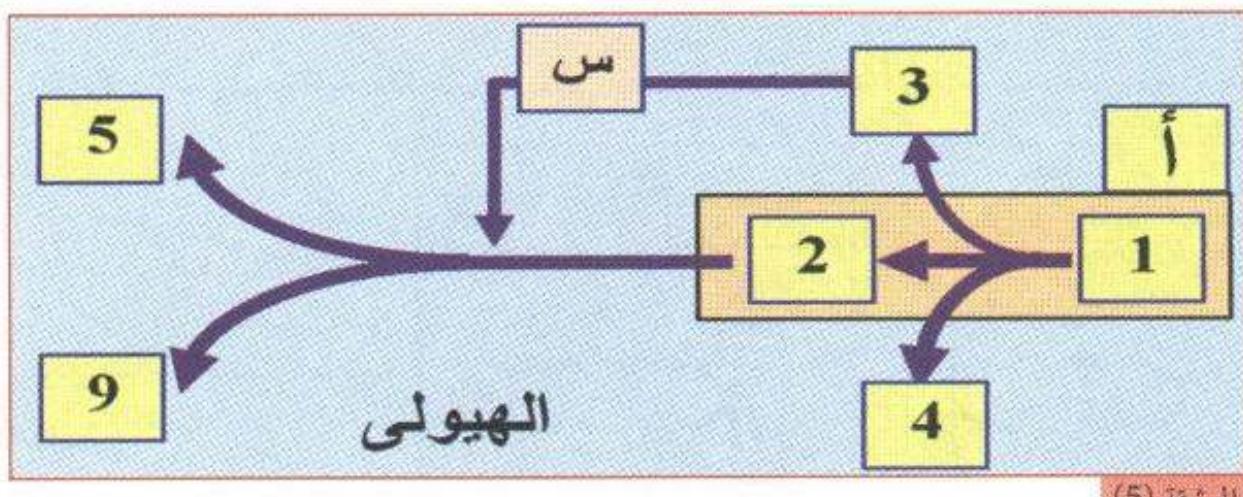


يتطلب استمرار التحلل السكري تجديد نوافل الهيدروجين؛ لشخص الوثيقة المقابلة هذه الآلة.

- كيف يتم تجديد المرافقات الإنزيمية لاستمرار التحلل السكري وتركيب ATP خلال عملية التخمر؟

- قارن آلية تجديد المرافقات الإنزيمية في كل من التنفس والتخلل.

* باستغلال معطيات النشاط مثل بمعادلة إجمالية بسيطة ظاهرة التخمر إنطلاقاً من جزيئة غلوكوز واحدة.



٥ انطلاقاً من المعلومات المتوصّل إليها من خلال النشاطات السابقة:

١. ضع عنواناً للوثيقة (5).

٢. أكتب بيانات الوثيقة (5).

٣. ماذا تمثل الأحرف (أ، ب، ج)؟

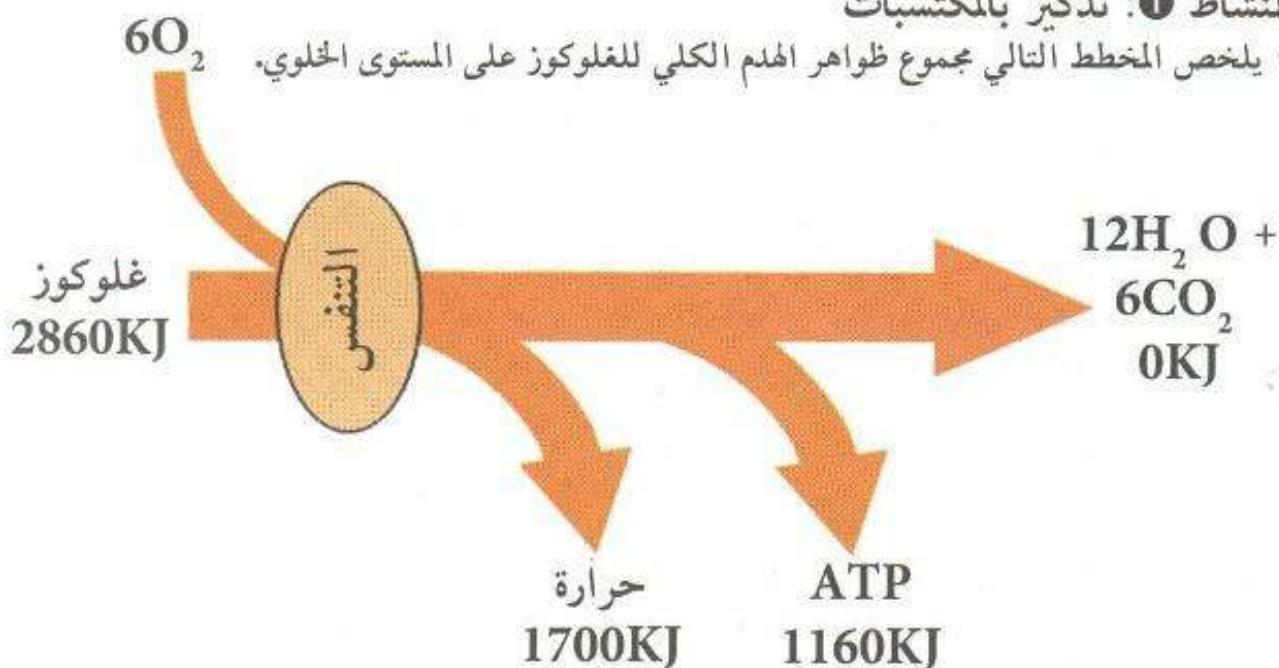
* أخيراً مخططاً تلخص فيه مجموع الظواهر التي تم التطرق إليها في النشاطات السابقة لتحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الوسط اللاهوائي.

الحصيلة المعرفية

I- الهدم الكلي للغلوکوز في وجود الأكسجين (التنفس)

النشاط ①: تذکیر بالملكتسبات

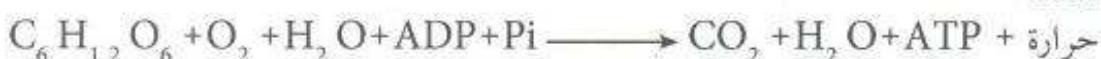
- يلخص المخطط التالي مجموع ظواهر الهدم الكلي للغلوکوز على المستوى الخلوي.



- التنفس ظاهرة حيوية يتم خلالها هدم المادة العضوية (سكر، دسم، بروتينات) كلياً في وجود الأكسجين، كما يتم خلالها تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في المادة العضوية إلى طاقة كيميائية قابلة للاستعمال في صورة جزيئات ATP. يتم استعمال جزيئات ATP الناتجة في مختلف النشاطات التي تقوم بها الخلية. يمكن لبعض أنواع الكائنات والخلايا هدم المادة العضوية وإنتاج ATP بطرق آخر يعرف بالتحمر.

- يمكن تلخيص هدم المادة العضوية خلال عملية التنفس بالعلاقة التالية:

مراجعة المعايدة



إذا كانت المادة العضوية المراد هدمها هي سكر الغلوکوز فإن عملية الهدم تمر بمراحل هي:

المراحلة الأولى: تتم في الهيول وتعرف بالتحلل السكري.

المراحلة الثانية: تتم في المادة الأساسية للميتوكوندري وتعرف بحلقة كريبيس.

المراحلة الثالثة: تتم على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري وتعرف بالفسفرة التأكسدية.

تعرف المراحلة الثانية والثالثة بالأكسدة التنفسية ويرتبط حدوثها بـالميتوكوندري.

النشاط ②: مقر الأكسدة التنفسية

الميتوكوندري هي عضيات ذات بنية حجيرية وشكل بيضاوي يترواح قطرها بين 0.1 و 0.5 ميكرون وطولها بين 0.5 و 2 ميكرون.

يحيط بـالميتوكوندري غلاف مكون من غشائين بينهما فراغ ويحتوي الغشاء الداخلي منها على إنشائات كثيرة تدعى الأعراف الميتوكوندرية تزيد من مساحة الغشاء الداخلي بدرجة كبيرة. يحيط الغشاء الداخلي

بتجويف يدعى المادة الأساسية.

يتميز الغشاء الداخلي بمحتوه العالي من البروتينات مقارنة بالغشاء الخارجي. كما يتميز الغشاء الداخلي بوجود عدد من نوافل الإلكترونات تشكل ما يعرف بالسلسلة التنفسية أو سلسلة انتقال الإلكترونات، بالإضافة إلى أجسام كروية تُسمى الكريات المذنبة أو إنزيم ATP Syn-thase.

يتميز الغشاء الخارجي بحتواه على قنوات غشائية كبيرة تسمح بمرور العديد من الجزيئات بسهولة في الإتجاهين. بينما لا يسمح الغشاء الداخلي بمرور الجزيئات إلا عبر نوافل متخصصة.

تحتوي المادة الأساسية على عدد كبير من الإنزيمات منها نازعات الهيدروجين ونازعات الهيدروجين والكريوكسال التي تحتاج إلى عوامل مساعدة تُسمى المرافق الإنزيمية أهمها (NAD⁺, FAD).

لا يمكن للميتوكوندري استعمال الغلوکوز كمادة أیضیة لكنها تستعمل حمض البيروفيك الذي ينبع من اهدم الجزئي للغلوکوز في الهيولى، لذلك تتم المرحلة الأولى من هدم الغلوکوز في الهيولى وتعرف هذه المرحلة بالتحلل السكري.

النشاط ③: التحلل السكري

3. ماذا يحدث للغلوکوز في الهيولى؟

يتم هدم الغلوکوز (C6) إلى جزيئين من حمض البيروفيك (C3) خلال سلسلة من التفاعلات، منها المستهلكة لـ ATP ومنها المنتجة لها، ومنها المؤدية إلى إرجاع المرافق الإنزيمي (NAD⁺).

يتم خلال التحلل السكري أكسدة المادة العضوية مما يسمح بإرجاع المرافق الإنزيمية (تفاعلات أكسدة / إرجاع). كما يتم خلال التحلل السكري فسفرة للسكريات عن طريق ATP وتركيب ATP عن طريق نزع الفسفات من مادة التفاعل. يُعرف هذا النوع من تركيب ATP بالتركيب المباشر ويحدث مرتين خلال التحلل السكري.

يمكن تلخيص حصيلة التحلل السكري في المعادلة الإجمالية البسيطة التالية:



4. ماذا يحدث على مستوى المادة الأساسية للميتوكوندري؟

بعد دخول حمض البيروفيك الناتج من هدم الغلوکوز في الهيولى تتوصل عملية اهدم عن طريق تحويل حمض البيروفيك إلى أسيتيل ممرافق الإنزيم (A) (Acetyl-CoA) وهو مركب ثانوي الكربون (C2). يتم خلال هذا التفاعل أكسدة ونزع للكريوكسيل من حمض البيروفيك . تتم عملية أكسدة مع إرجاع المرافق الإنزيمي NAD⁺ إلى NADH₂H⁺ ونزع CO₂ بواسطة معقد إنزيمي كبير. تُعرف هذه العملية بـ نزع كريوكسيل تأكسدية (أكسدة ونزع كريوكسيل).

يمكن تلخيص ماحدث في هذا التفاعل في المعادلة الإجمالية البسيطة التالية:



يستمر هدم المركب الناتج (C2) خلال سلسلة من التفاعلات في شكل حلقي تُسمى حلقة كرييس نسبة إلى العالم الألماني كرييس الذي إكتشفها. يتم خلال الحلقة سلسلة من التفاعلات منها:

- 1) تفاعلات نزع الكربوكسيل التأكسدية (أكسدة في وجود NAD^+ ونزع CO_2) مرتين.
 - 2) تفاعلات نزع الهيدروجين (أكسدة) وإرجاع الم Rafاق الإنزيمي NAD^+ مرة.
 - 3) تفاعلات نزع الهيدروجين (أكسدة) وإرجاع الم Rafاق الإنزيمي FAD مرة واحدة.
 - 4) كما يتم خلال الحلقة تركيب لـ ATP بطريقه مباشرة تشبه تلك التي حدثت في التحلل السكري. حيث يتم نقل مجموعة فسفات من مادة التفاعل إلى ADP لتشكيل ATP.
- يمكن تلخيص حصيلة حلقة كرييس بالمعادلة الإجمالية البسيطة التالية:



5. ماذا يحدث على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري؟

تحتوي الم رافق الإنزيمية المرجعة (NADH و FADH_2) على إلكترونات عالية الطاقة (كمون أكسدة وإرجاع منخفض). تعتبر الم رافق الإنزيمية هذه المعطي الأول للإلكترونات في السلسلة التنفسية وهي ذات كمون سالب (-0.32 فولت - 0.19 فولت على التوالي) يتم نزع الإلكترونات من هذه الم رافق الإنزيمية (أكسدة) ونقلها عبر سلسلة من نوافل الإلكترونات (السلسلة التنفسية) المتواجدة في الغشاء الداخلي للميتوكوندري. متواجد نوافل الإلكترونات ضمن الغشاء الداخلي أو على سطحه بعضها كبير وبعضها الآخر صغير. تنخفض طاقة الإلكترونات تدريجياً أثناء انتقالها من نقل إلى آخر (ارتفاع تدريجي في كمون أكسدة / إرجاع) حتى تصل إلى المستقبل الأخير وهو الأكسجين (كمون مرتفع يساوي 0.82 فولت) الذي يتم إرجاعه إلى ماء وفق المعادلة التالية:



تقوم بعض النوافل في السلسلة التنفسية (النوافل الضمنية الكبيرة) باستعمال جزء من طاقة الإلكترونات المتقدمة خالماً لضخ البروتونات (H^+) من المادة الأساسية إلى الفراغ بين الغشائين (نقل فعل). ونظراً لوجود قنوات البرورين في الغشاء الخارجي للميتوكوندري فإن البروتونات تخرج كذلك خارج الميتوكوندري. يتشكل نتيجة لخروج البروتونات فرق في تركيز البروتونات H^+ (فرق في pH) عبر الغشاء الداخلي يكون التركيز مرتفعاً (pH حامضي) في الجهة الخارجية للغشاء.

تعود البروتونات مرة أخرى عن طريق الانتشار (الميز) إلى المادة الأساسية عبر إنزيم ATP Synthase الذي يوفر طريقة لعبور البروتونات. عودة البروتونات يعمل على تحفيز الإنزيم على ربط ADP و Pi لتركيب ATP (الفسفرة).

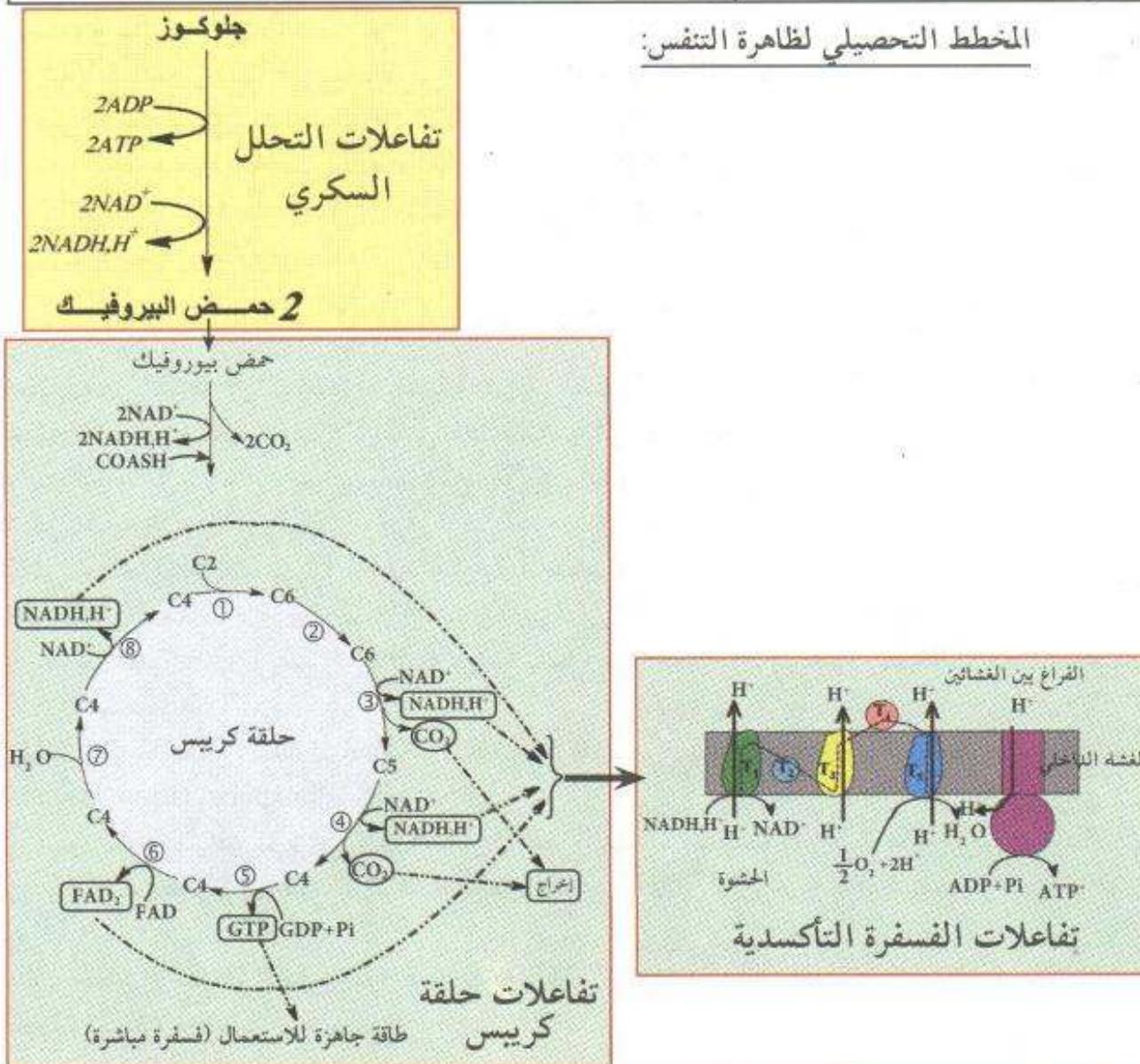
لذلك تعرف عملية أكسدة الم رافق الإنزيمية وما يرافقها من فسفرة ADP إلى ATP بالفسفرة التأكسدية .Phosphorylation oxidative

يؤدي أكسدة الم رافق الإنزيمي (NADH, H^+) عبر السلسلة التنفسية إلى تحرير طاقة تؤدي إلى إنتاج 3 جزيئات ATP بينما تؤدي نفس الأكسدة للم رافق الإنزيمي FADH_2 إلى تحرير طاقة تسمح بتركيب جزيئات ATP من.

يتطلب حساب الحصيلة الطاقوية الإجمالية للهدم الكلي لجزيء واحد من الغلوكوز إلى CO_2 و H_2O في الظروف الهوائية (التنفس) تحديد ما يلي:

- (1) عدد جزيئات ATP التي يتم تركيبها بصورة مباشرة.
- (2) عدد جزيئات ATP التي يتم تركيبها في الفسفرة التأكسدية نتيجة لأكسدة المراقبات الإلزامية و FADH_2 الناتجة في الهيول أو داخل الميتوكوندري.

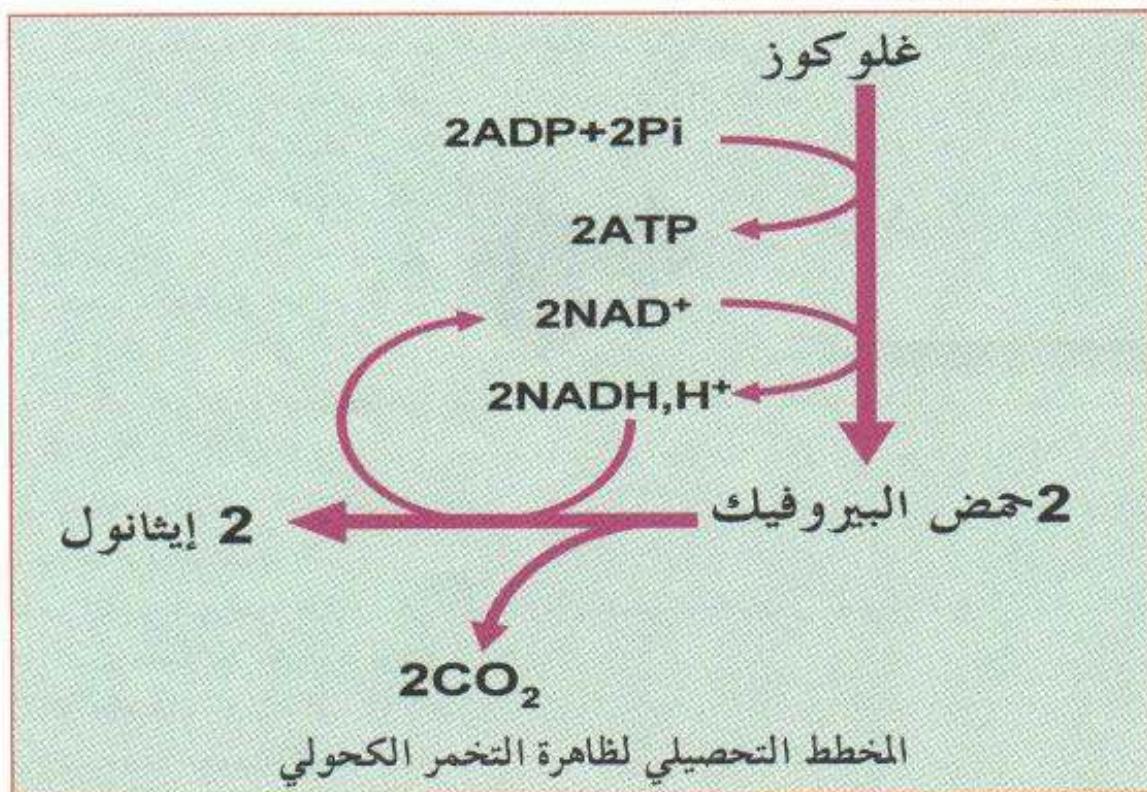
FADH_2 عدد	NADH, H^+ عدد	المباشرة ATP عدد	
0	2	2	التحلل السكري (هيولي)
2	2 + 6	2	حلقة كرييس (+ الخطوة التحضيرية)
Aكسدة 2 FADH_2	Aكسدة 10 NADH, H^+		الفسفرة التأكسدية
4	30	4	حصيلة عدد ATP
38ATP			الحصيلة الإجمالية



- II - اهدم الجزئي للغلوکوز في غیاب الأکسجين (التخمر)
- يمكن لبعض أنواع الكائنات الحية مثل الخمیرة هدم المادة العضوية جزئياً وتحويل الطاقة الكيميائية الكامنة فيها إلى ATP في غیاب الأکسجين. يؤدي اهدم الجزئي للغلوکوز في الخمیرة إلى إنتاج الكحول الإيثيلي و CO_2 . تعرف هذه الطريقة من اهدم بالتخمر الكحولي.
 - يمكن لبعض أنواع الخلايا (مثل خلايا العضلات الهيكلية عند الإنسان) القيام بهدم جزئي للغلوکوز إلى حمض اللبني (التخمر اللبني). يتم في التخمر اللبني تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة إلى ATP دون الحاجة إلى الأکسجين رغم أنه يحدث في وجود الأکسجين.
 - يشترك التخمر والتنفس في المرحلة الأولى من هدم الغلوکوز (التحلل السكري) الذي يتم في الهيولى. يستمر هدم حمض البيروفيك في عملية التخمر في الهيولى بينما يستمر هدم حمض البيروفيك في التنفس داخلي الميتوكوندري.
 - يتم في التخمر إنتاج كمية قليلة من الطاقة مقدارها 2 ATP فقط مقارنة بـ 38 في التنفس.
 - يمكن تلخيص ما حدث في التخمر الكحولي في المعادلة الإجمالية التالية:



- يتطلب استمرار التخمر الكحولي (تركيب ATP) تجديد المرافق الإنزيمي NADH عن طريق إرجاع مادة أيض وسطية ثنائية الكربون (C2) (الأسيتيل أدهيد) ناتجة عن نزع ثاني أكسيد الكربون CO_2 من حمض البيروفيك. لا يتطلب التجديد في هذه الحالة تدخل الأکسجين لأکسلدة المرافقات الإنزيمية. يتطلب استمرار التنفس (تركيب ATP) تجديد المرافقات الإنزيمية NADH و FADH₂. يتطلب هذا التجديد تدخل الأکسجين لأکسلدة هذه المرافقات.



أستئم معايري وأوظف قدراتي

التمرين 1

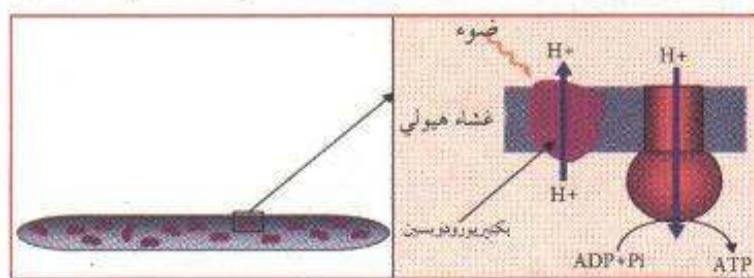
شهر	24 ساعة	منه التجربة
وسط لا هوائي + محلول غلوكوز	وسط هوائي + محلول غلوكوز	الشروط التجريبية
45	0.098	الغلوكوز المستهلك
+++ + +	-	الإيثانول النكون
0.255	0.024	كتلة الخميرة المتكونة (النمو بالغرام)

التنفس والتخرم (مقارنة) نتائج باستور.
تم تسمى خميرة الخبز في وسطين (أ و ب) وفق الشروط والتركيب التجريبية الموضحة في الوثيقة، كما توضح الوثيقة النتائج التي تم الحصول عليها.

1. قارن النتائج في الوسطين (أ و ب).
2. كيف يمكن تحديد فعالية استعمال الغلوكوز لإنتاج الطاقة؟
3. ما هي الآلية التي يتم عن طريقها استعمال الغلوكوز لإنتاج الطاقة اللازمة للنمو؟
4. قارن بين الآلتين إذا.

التمرين 2

تقوم إحدى أنواع البكتيريا الحبة للملوحة (*Halobacterium salinarum*) بإنتاج الطاقة اللازمة للأداء وظائفها بطريقة خاصة، حيث تستطيع استعمال الطاقة الضوئية لتكوين فرق في تركيز H^+ عبر الغشاء الهبيولي. كما تحتوي البكتيريا على إنزيم ATP Synthase الذي يقوم بتركيب ATP انطلاقاً من ADP و Pi عند عودة H^+ . تعيش البكتيريا في البرك المالحة وفي البحر الميت أين يتجاوز تركيز الملح 4 مول/ل وهي لا تعيش في المياه التي تقل ملوحتها عن 3 مول/ل. تتبع جزء من طاقتها دون الحاجة إلى الأكسجين ولا إلى المواد الغذائية العضوية. يحتوي غشاء هذه البكتيريا على بقع أرجوانية مثل بروتين حساس للضوء يسمى بكتيريوودوبسين وهو كثير الشبه ببروتين الرودوبسين (الأرجواناني الشبكي) الموجود في شبكة العين. عند استقباله لأشعة ضوئية يحدث تهيج للأحد الإلكترونات في البروتين عند عودة الإلكترون إلى مداره تستعمل الطاقة في إخراج H^+ إلى الخارج (نقل فعل).



قام الباحثان Stockeneus Racker

بعزل البروتين من البكتيريا وإدخاله في حويصلة غشائية بالإضافة إلى إنزيم ATP Synthase. عند إضافة هذه الحويصلات تمكنت الحويصلة من تركيب ATP.

1. قدم رسمياً تخطيطياً للتجربة.
2. ما هو الدور الذي يقوم به البروتين عند مقارنة العملية بما يحدث في الميتوكوندري؟
3. هل تثبت هذه التجربة نظرية ميتشل؟ علل.
4. لماذا لا تحتاج هذه العملية إلى O_2 ؟ علل.
5. هل تشبه هذه العملية التخرم؟ علل.

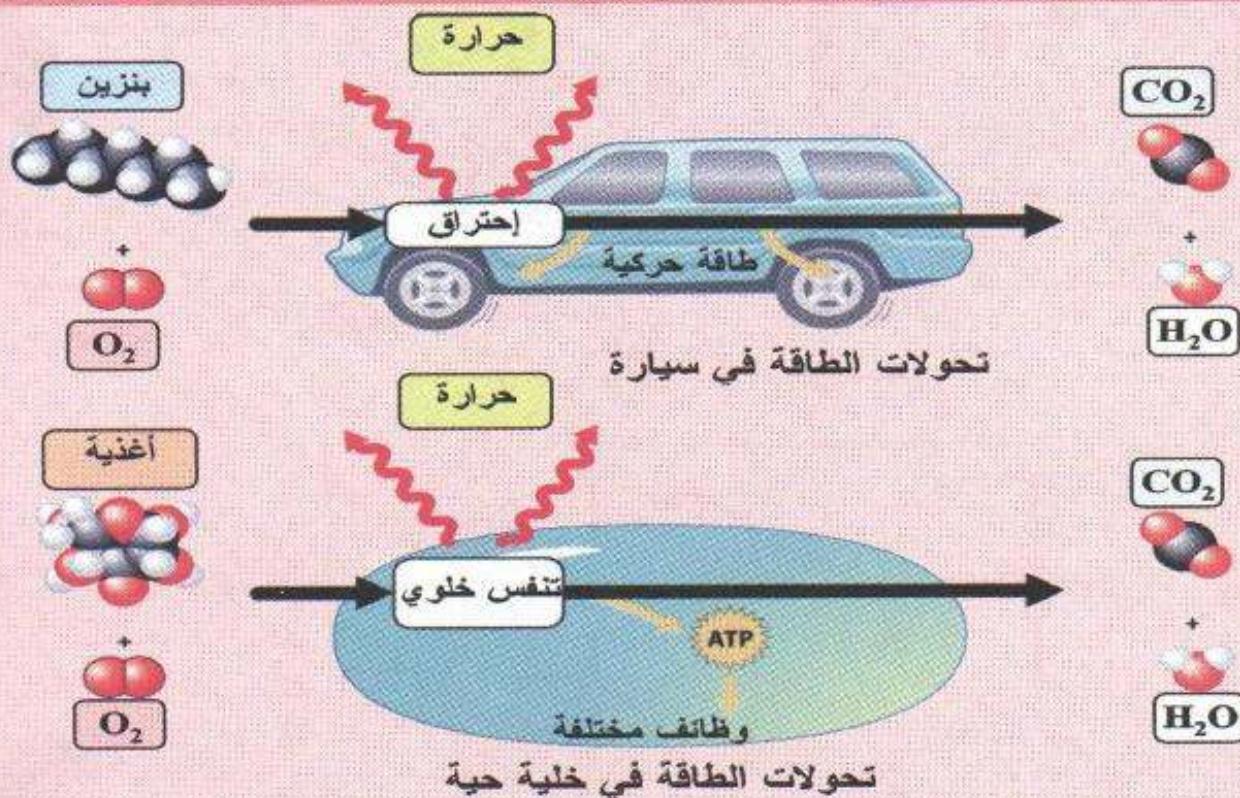
الوحدة 3

تحويل الطاقة على المستوى ما فوق البنية الخلوية

نشاهد يومياً صور مختلفة للطاقة وصوراً مختلفة لتحولاتها مثل ما يحدث في السيارة أو العربات التي نركبها. حيث تقوم السيارة باستعمال البنزين لإنتاج الطاقة اللازمة لتحريك العجلات.

تمتاز جميع الخلايا الحية بقدرتها على استعمال وتحويل الطاقة عن طريق التنفس الخلوي، حيث تقوم بأكسدة الأغذية المختلفة وتستعمل الطاقة الناتجة منها في أداء وظائف مختلفة بالإضافة إلى الحفاظ على حرارتها.

كيف يمكن للخلية استعمال ATP؟ وما هي الوظائف التي تتطلب استعمال ATP؟



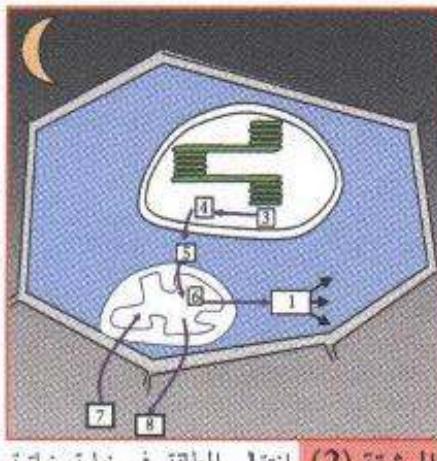
كثير من عناصر الوحدة
- التحولات الطاقوية على المستوى الخلوي -

التحولات الطاقوية على المستوى الخلوي

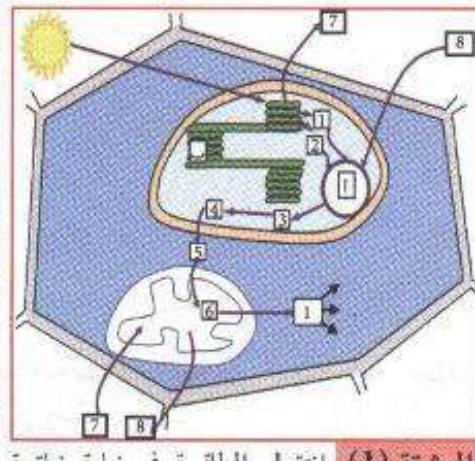
تحتاج الكائنات الحية إلى إمداد مستمر من المواد وبالطاقة لأداء مختلف الوظائف الحيوية والمحافظة على حياتها. تتكون الكائنات العليا (نباتية أو حيوانية) من خلايا مقسمة إلى حجرات (هيولى، ميتوكوندري، صانعات خضراء...) تحدث فيها تحولات للمادة والطاقة تختلف حسب نوع الخلية وشروط الوسط.

- ↙ فما هي صور المواد والطاقة التي تدخل وتخرج إلى الخلية الحية والتحولات الطاقوية المصاحبة لها؟
- ↙ ما هي صورة الطاقة اللازمة لأداء الوظائف الحيوية وأنواع الوظائف التي تتطلب الطاقة؟

١ إنتاج الطاقة وتحويلها إلى طاقة قابلة للاستعمال

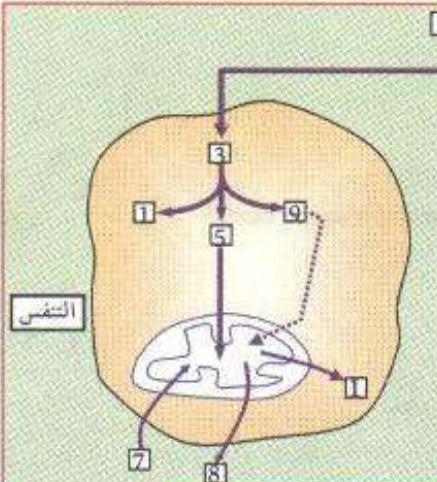


الوثيقة (2) انتقل الطاقة في خلية نباتية يخضورية أثناء الليل



الوثيقة (1) انتقل الطاقة في خلية نباتية يخضورية أثناء النهار

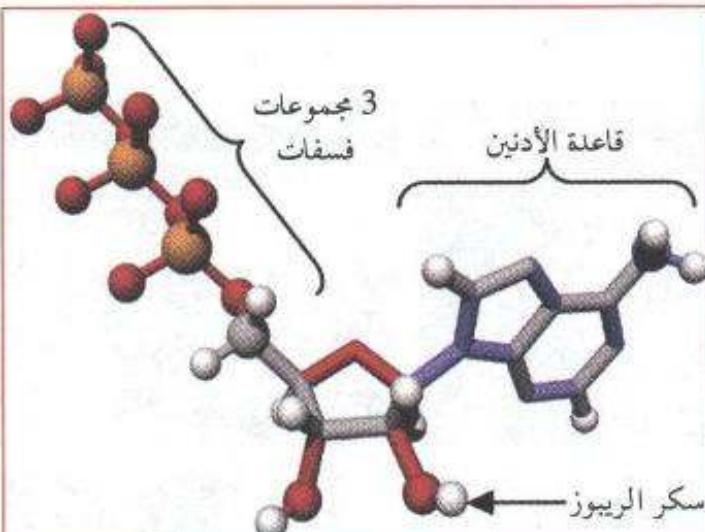
توضح الوثيقتين (1) و(2) رسومات تخطيطية إجمالية حول تحولات الطاقة في خلية غير يخضورية وأخرى نباتية يخضورية.



الوثيقة (3) انتقل الطاقة في خلية غير يخضورية

- ضع المعلومات الصحيحة في مكان الأرقام في كل وثيقة من الوثائق (1, 2, 3).

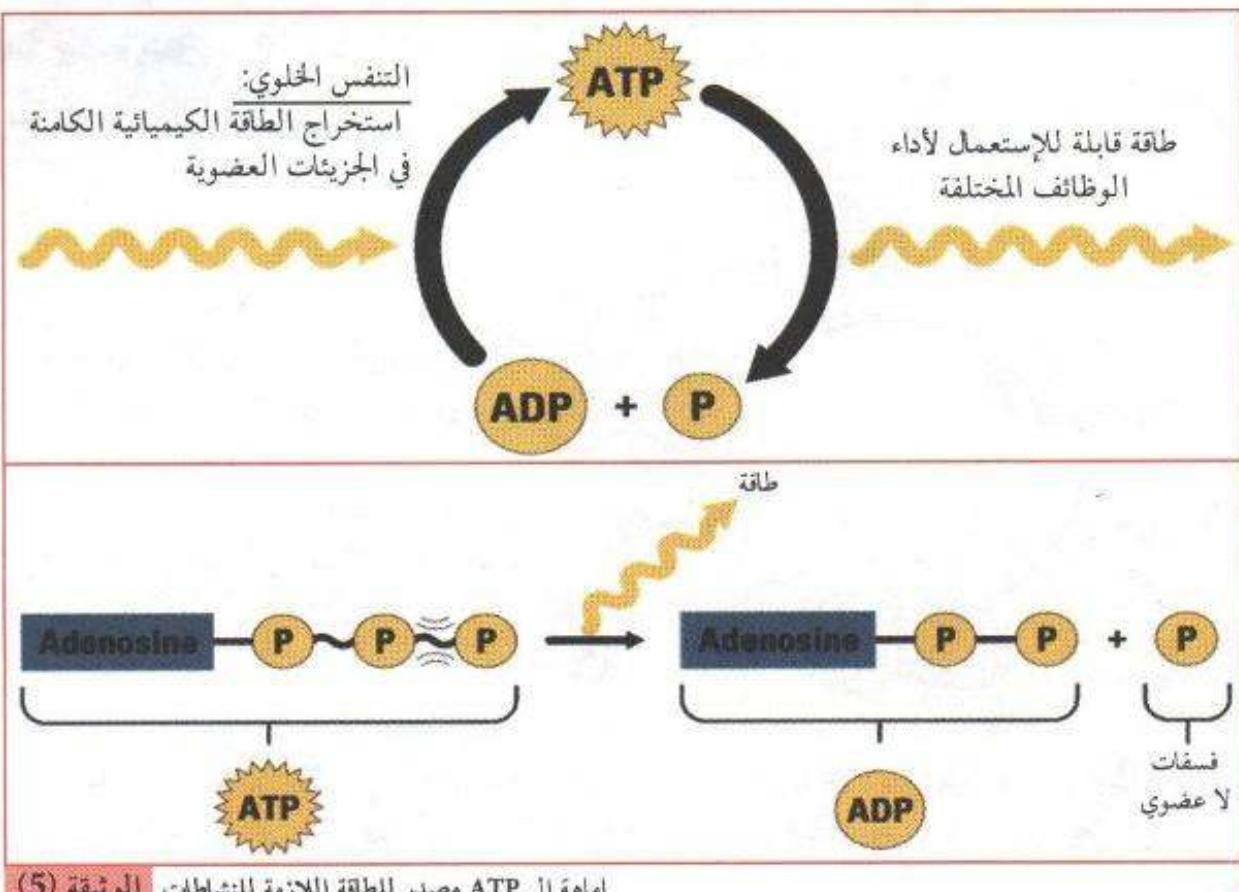
٢ مصدر الطاقة القابلة للاستعمال ATP



يعتبر الأدينوزين ثلاثي الفسفات ATP مركب غني بالطاقة نظراً لاحتواءه على رابطتين غيرتين بالطاقة. عند إماهة إحدى الرابطتين يمكن تحرير طاقة تستعمل في العديد من الوظائف التي تقوم بها الخلية. تؤدي تحولات الطاقة في عملية التركيب الضوئي والتنفس في النهاية إلى إنتاج صوراً من الطاقة قابلة للاستعمال والمتمثلة أساساً في جزيئات ATP. وقد مرت بنا في الوحدات السابقة حالات مختلفة يتم فيها استعمل الطاقة لأداء الوظائف المختلفة. فما هي هذه الوظائف التي تحتاج إلى ATP؟

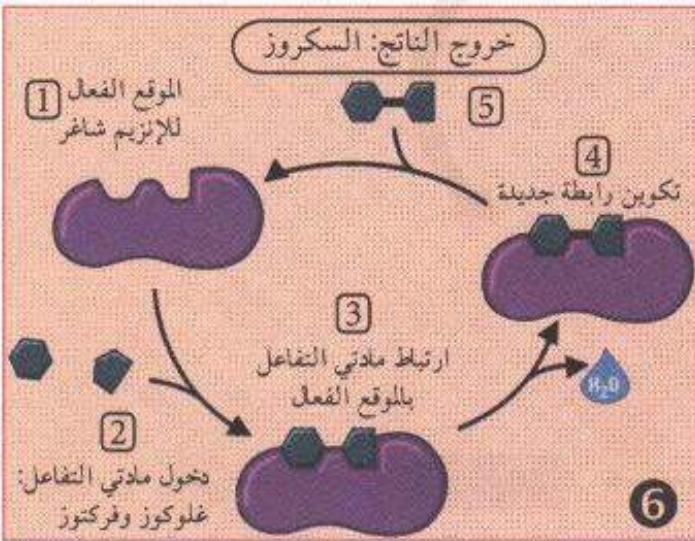
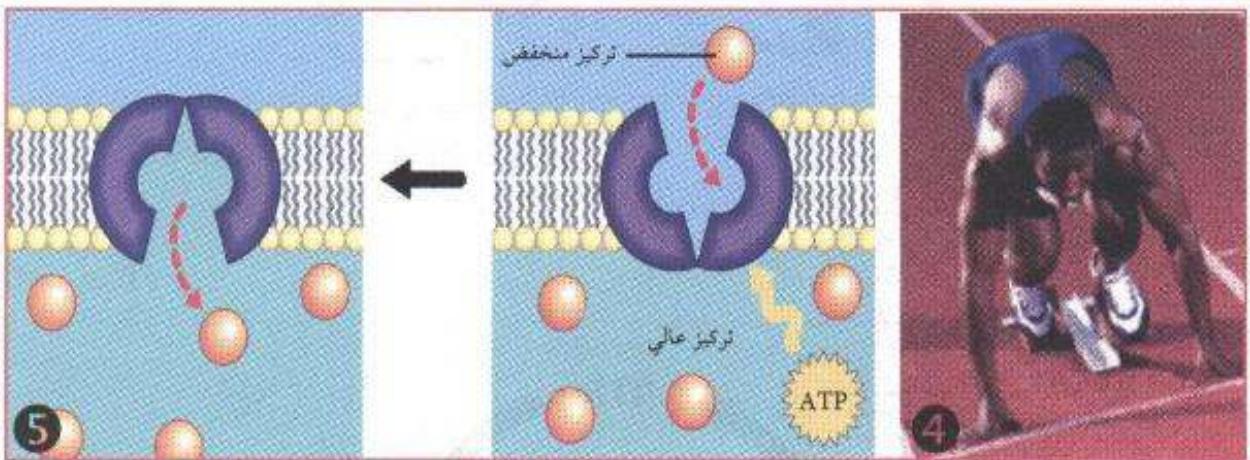
(٤) الوثيقة

: ATP جزيئة (٤)



ب) بعض استعمالات ATP:

توضح صور ورسومات الوثيقة التالية أمثلة عن وظائف يتم فيها استعمال الطاقة:



ج) استغلال الوثائق:

- صنف الصور والأشكال التالية إلى مجموعات حسب نوع الوظيفة التي تحتاج إلى الطاقة.
- ما هي هذه الوظائف؟ ما هي تحولات الطاقة التي تمت في كل حالة؟

* انطلاقاً مما توصلت إليه في هذا النشاط ومعارفك السابقة حول تحولات الطاقة في التركيب الضوئي والتنفس والتخمر، رسمياً تخطيطياً إجمالياً توضح فيه تحولات مختلف استعمالات الطاقة.

الحصيلة المعرفية

تحتاج الكائنات الحية إلى إمداد مستمر من المواد ومن بالطاقة لأداء مختلف الوظائف الحيوية والمحافظة على حياتها. تتكون الكائنات العليا (نباتية أو حيوانية) من خلايا مقسمة إلى حجرات مختلفة (هيولى، ميتوكوندري، صانعات خضراء) تحدث فيها تحولات للمادة والطاقة تختلف حسب نوع الخلية وشروط الوسط.

ففي الخلايا النباتية والحيضورية أثناء النهار تقوم الخلية بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في صورة جزيئات عضوية أثناء عملية التركيب الضوئي التي تتم في الصانعة الخضراء. كما تقوم كذلك بتحويل الطاقة الكيميائية الكامنة إلى طاقة قابلة للإستعمال في صورة جزيئات ATP خلال عملية التنفس الخلوي التي تتم في الميتوكوندري. أثناء الليل تتوقف عملية التركيب الضوئي وتحصل الخلية النباتية على طاقتها من عملية التنفس الخلوي.

تمتاز الخلايا غير الحضورية (حيوانية، فطريات، بكتيريا...) بقدرتها على تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية (سكريات، دسم، بروتينات) إلى طاقة قابلة للإستعمال خلال عملية التنفس الخلوي في الظروف المواتية. بعض أنواع الخلايا تستطيع إنتاج الطاقة القابلة للإستعمال دون استعمال الأكسجين عن طريق آلية أخرى تعرف بالتخمر.

تستعمل الخلايا الحية جزيئات ATP في أداء الوظائف المختلفة أهمها:
الحركة: حيث تصرف جزء من الطاقة لأنواع مختلفة من الحركة مثل تقلص العضلات وحركة الأسواط وحركة الصبغيات وغيرها....

البناء: تحتاج الخلايا الحية لبناء العديد من المركبات الكبيرة انطلاقاً من جزيئات بسيطة وتصرف لذلك طاقة لتكوين الروابط الجديدة مثل بناء البروتين وبناء السكريات الثنائية والمترددة وغيرها.
النقل الفعال: تحتاج الخلايا الحية إلى المحافظة على فرق في تركيز العديد من الأيونات والمواد عبر الغشاء وهذا الغرض تصرف طاقة لنقل المواد عكس تدرج التركيز مثل ما يحدث في أغشية الألياف العصبية للمحافظة على ظاهرة الاستقطاب (كمون الراحة).

المحافظة على الحرارة: تحتاج الخلايا والكائنات الحية للمحافظة على درجة حرارة ثابتة ضرورية لعمل الإنزيمات والتفاعلات المختلفة وهي لهذا تصرف طاقة لغرض إنتاج الحرارة إذا كان الوسط بارداً أو تصرف طاقة للتبريد إذا كان الوسط حاراً.

لا يمكن للحياة أن تستمر دون الإمداد المستمر من الطاقة والقدرة على تحويل الطاقة من صورة لأخرى بشكل مستمر.

أختبر مكتسباتي المعرفية

التمرين 1

قلم تعريفاً للمصطلحات التالية:
ATP، طاقة كيميائية كامنة، طاقة قابلة للاستعمال، تدرج التركيز.

التمرين 2

قارن بين:

1. خلية نباتية يخضورية وغير يخضورية.
2. التخمر والتنفس
- ADP و ATP .3

التمرين 3

صحح العبارات التالية:

1. تقوم الخلية النباتية اليخضورية أثناء النهار لعملية التركيب الضوئي فقط.
2. تتم ظاهرة التنفس فقط عند الخلايا غير اليخضورية.
3. يتم صرف الطاقة لغرض بناء المركبات العضوية الكبيرة.
4. تحمل ATP يؤدي إلى توفر طاقة كبيرة.

التمرين 4

علل:

1. كيفية الحفاظة على حرارة الجسم.
2. الحاجة إلى ATP في الخلايا العصبية.
3. احتياج الطاقة أثناء الاستنشاخ والترجمة عند تركيب البروتين.

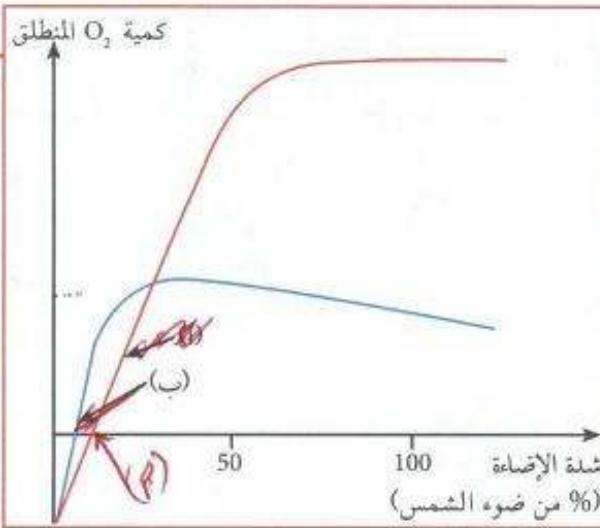
بحث

أنت بحثاً باستغلال شبكة الأنترنيت تربط فيه العلاقة بين: نوع الغذاء الذي يتناوله الإنسان، وزن الجسم، النشاط اليومي العادي، والرياضية.

- ماذا يحدث عند وجود خلل في هذه العلاقة والأضرار التي تنتج عن ذلك؟
- قدم نصائح عملية للمحافظة على صحة جيدة ووزن مناسب للجسم.

استثمر معارفِي وأوظف قدراتي

التمرين 1

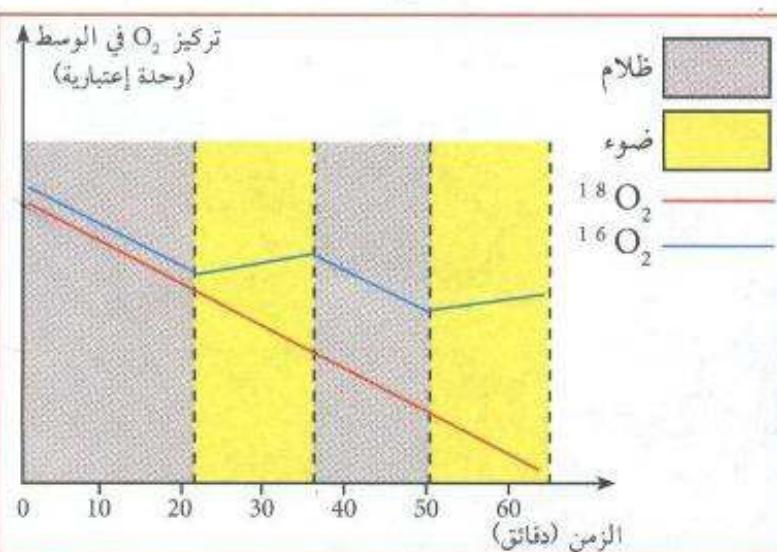


تسمى بعض النباتات بنباتات الشمس مثل الطماطم وعبد الشمس وهي كمعظم النباتات الزراعية لا تنمو بصورة جيدة إلا إذا كانت معرضة لضوء الشمس مباشرة. بينما تسمى بعض النباتات التي تعيش تحت أشجار الغابة بفضل جزء من ضوء الشمس الذي يصل إليها بعد مروره على أوراق وأغصان الشجرة التي تعيش تحتها، تعرف هذه النباتات بنباتات الظل. يوضح منحنى الوثيقة المقابلة كمية الأكسجين المنطلق لنبات من كل فئة معرضة لإضاءة متباعدة. يطلق على النقاطين (أ) وب) ب نقطة التعريض.

- ماذا تمثل هذين المنحنين؟
- إلى أي صنف من النبات يعود كل من المنحنين (أ) وب)؟
- حدد في أي شدة ضوئية يصل التركيب الضوئي إلى شدته القصوى في الحالتين، مع العلم أن شدة التركيب الضوئي تقاس بكمية الأكسجين المنطلق.
- علل وجود بعض أجزاء المنحنين تحت مستوى الصفر.

التمرين 2

تمت زراعة أشنة خضراء أحادية الخلية (الكلوريلا) في وسط غذائي به ماء عادي $H_2^{16}O$. يتم إمداد الوسط بغاز أكسجين به خليط من الأكسجين العادي O_2^{16} والمشع O_2^{18} . في بداية التجربة ($t=0$ دقيقة) تتوقف عن إمداد الوسط



الخليط الغاز العادي والمشع). يتم قياس تركيز الأكسجين العادي والمشع خلال التجربة. النتائج المتحصل عليها موضحة في الوثيقة.

- حلل المنحنى. ماذا تستنتج؟
- فسر تغيرات كمية الأكسجين المشع والعادي بالإعتماد على معارفك السابقة حول عملية التركيب الضوئي والتنفس.

المجال

٣

تعبر الظواهر الطبيعية الملاحظة على سطح الكره الأرضية (البراكين، الزلازل، الحمامات المعدنية...) عن النشاط المستمر لباطن الأرض وتسرب الطاقة الداخلية الكامنة نحو الخارج.

- فيما يمثل النشاط الداخلي للأرض على مستوى القشرة الخارجية؟

- هل يمكن من خلال دراسة آثار هذا النشاط التعرف على البنية الداخلية؟

- ما هي الظواهر الجيولوجية الناشئة عن هذا النشاط؟

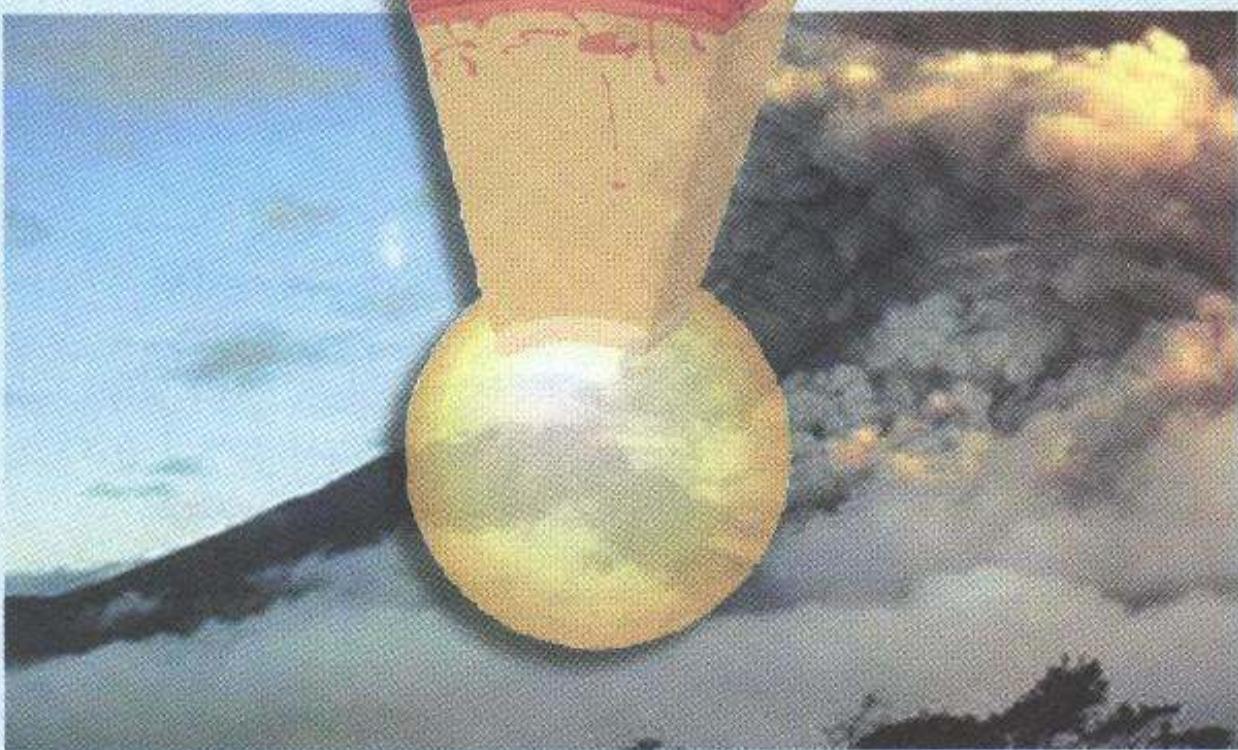
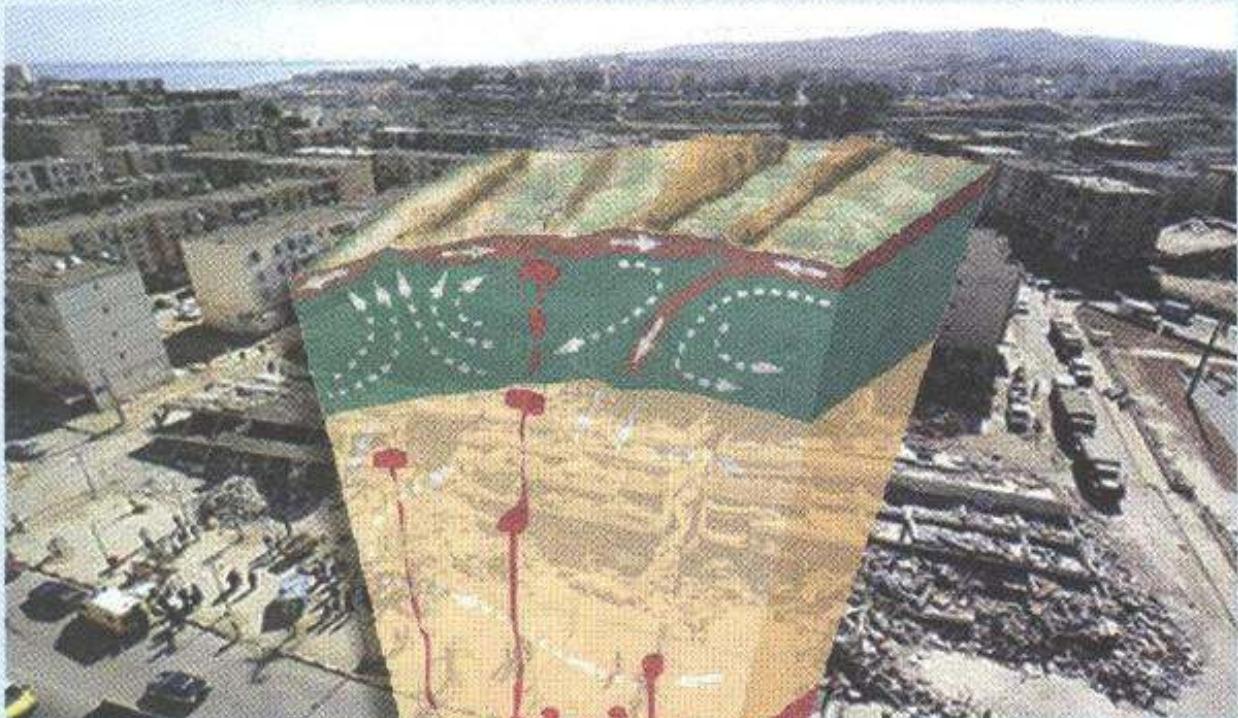
وحدات المجال:

١. النشاط التكتوني للصفائح.

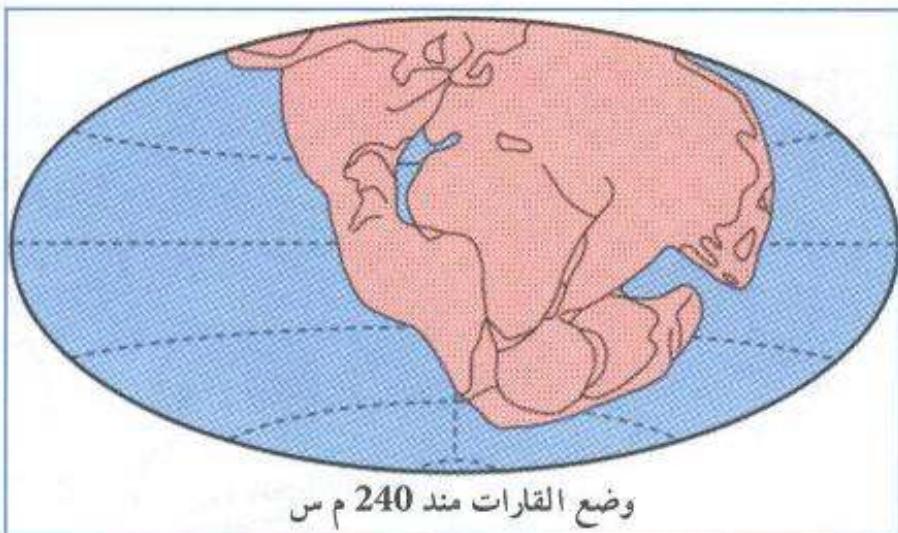
٢. بنية الكره الأرضية.

٣. النشاط التكتوني والبنيات الجيولوجية المرتبطة به.

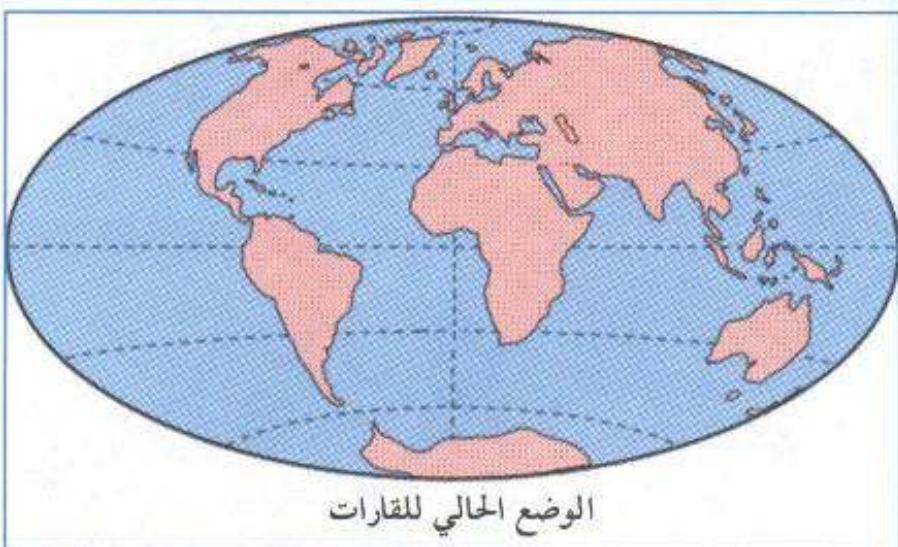
بـة العـامـة



تكتونية الصفائح



يرجع تاريخ تكتونية الصفائح إلى المراحل الأولى لتشكل الكرة الأرضية، فعند انفصال كوكب الأرض عن الشمس أثناء مراحل تكونه المبكرة، كان عبارة عن كرة ملتهبة، بدأ يتبرد تدريجياً منذ ما يقرب من 4.5 مليار سنة، لظهور على إثر ذلك أقدم قشرة والتي تمثل في صخر الغابرو عرفت بالقشرة الأولية.



استطاع علماء الأرض من خلال تكتونية الصفائح ولأول مرة تفسير الظواهر الجيولوجية والتي منها:

- تكون السلاسل الجبلية.
- تفسير توسيع قاع المحيطات ونشأتها.
- التوزيع الجغرافي للأحزمة الزلزالية والبركانية.
- تفسير الحركات الأفقية للقشرة الأرضية وغيرها.

الوحدة

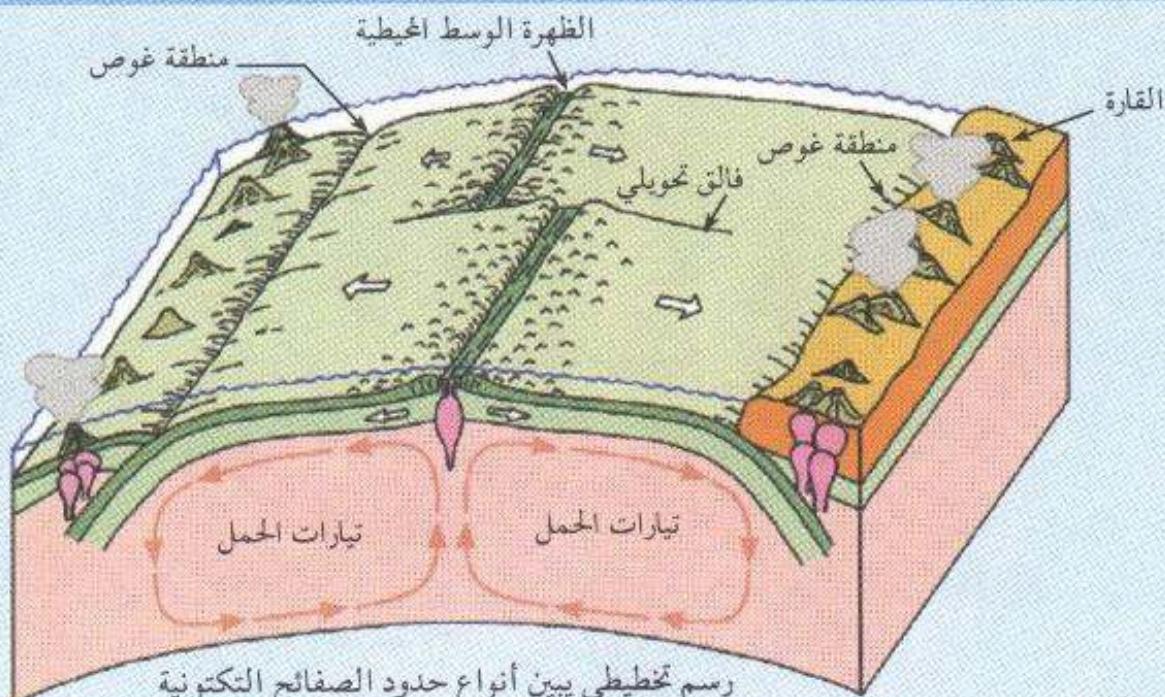
١

النشاط التكتوني للصفائح

إن الصفائح التكتونية عبارة عن قطع من القشرة الأرضية لا يعلو سمكها مثلاً الكيلومترات. تنقس القشرة الأرضية إلى عشرات الألواح الصلبة التي تكون في حركة دائمة، والتي نادراً ما تتطابق حدودها مع حدود القارات والأخيضرات، حيث تتوافق حدود الصفائح مع المناطق الهشة للقشرة الأرضية.

» فما هي حدود الصفائح التكتونية؟ وما هي العلامات الظاهرة على سطح الأرض والدلالة على حركة الصفائح التكتونية؟

» ما هي العوامل والآليات التي تتدخل في حركتها؟



كثير عناصر الوحدة

١. تحديد الصفائح التكتونية.
٢. حركات الصفائح التكتونية.
٣. الطاقة الداخلية للكرة الأرضية.

النشاط 1

تحديد الصفائح التكتونية

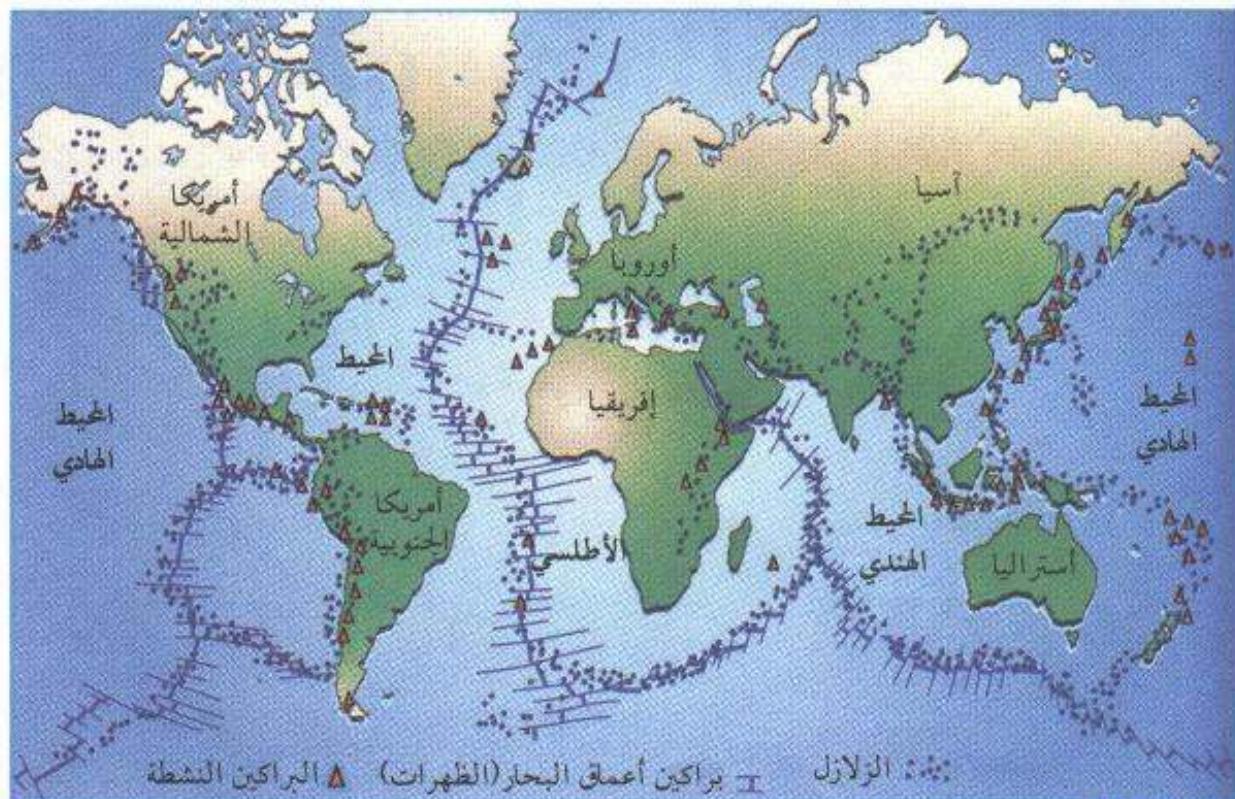
تنتشر المراكز السطحية للزلزال والبراكين في مناطق خاصة من العالم، تمثل في تضاريس قيعان المحيطات (كالظهرات والخنادق)، ومناطق نشأة السلالس الجبلية الحديثة.

ـ هل هذه التضاريس علاقة بحدود الصفائح التكتونية؟ وما هي هذه العلاقة؟

للتعرف على ذلك نجز الدراسة التالية:

❶ توزيع الزلزال والبراكين في العالم

تظهر على الخريطة نقاط زرقاء تمثل المراكز السطحية لزلزال ضربت في مناطق مختلفة من العالم خلال السنوات العشرة الأخيرة، ونقاط حمراء تدل على نشاط بركاني.



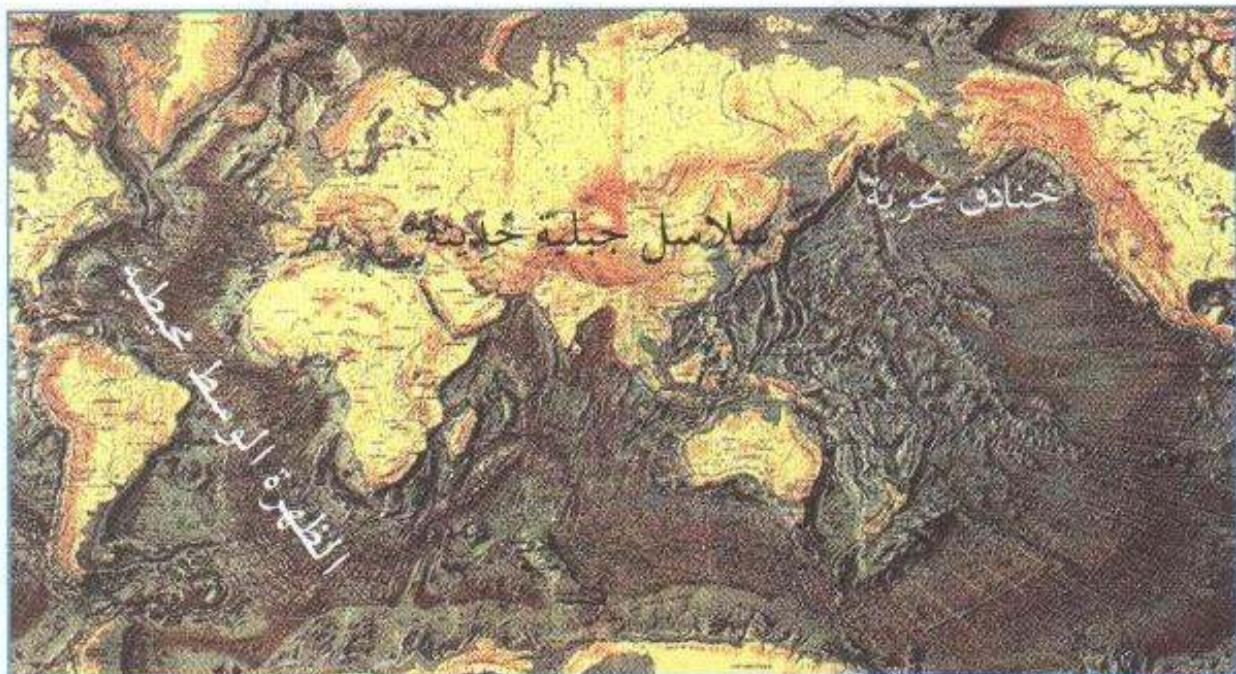
الوثيقة (1) خريطة توزيع الزلزال والبراكين في العالم

1. انقل الخريطة على ورق شفاف، ثم صل بين مختلف نقاط المراكز السطحية للزلزال (باللون الأزرق) وبين مختلف فوهات البراكين (باللون الأحمر).

2. إذا علمت أن حدود الصفائح عبارة عن مناطق هشة من الكروة الأرضية، فماذا تستخلص؟

❷ توزيع تضاريس قاع المحيطات والسلالس الجبلية الحديثة في العالم

تقسم مختلف المحيطات تراكيب جيولوجية مميزة كأظهر وسط المحيطات (وهي عبارة عن تضاريس متطرفة تقسمها خطوط عمودية)، أو الخنادق. تظهر السلاسل الجبلية الحديثة على شكل أحزمة (اللون الأحمر في الخريطة) كما هو مبين في الخريطة المقابلة.



الوثيقة (2) خريطة توزيع أعمق المحيطات، الخنادق والسلالس الجبلية الحديثة

❸ استغلال الوثائق:

1. قارن بين أماكن توزيع البراكين والظهرات من جهة وأماكن توزيع البراكين والخنادق من جهة أخرى. ماذا تستخلص؟

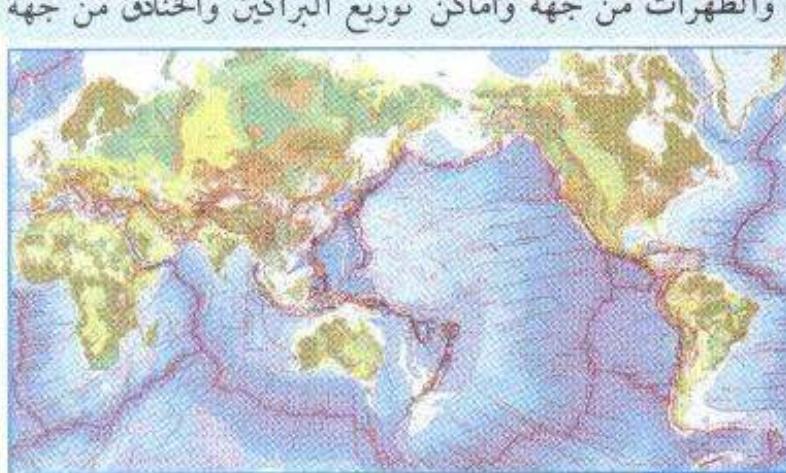
- قارن بين أماكن توزيع الزلازل والخنادق من جهة وأماكن توزيع الزلازل والسلالس الجبلية الحديثة من جهة أخرى. ماذا تستخلص؟

2. انطلاقاً من المعلومات السابقة، عين على الخريطة الجغرافية للوثيقة (3) حدود أهم الصفائح التكتونية المكونة للقشرة الأرضية.

3. تصنّف الصفائح حسب

توزيعها (في القارة والمحيط)، استخلص أنواع الصفائح اعتماداً على خريطة الوثيقة (3)؟

4. تعتبر الصفائح التكتونية مناطق غير نشطة، علل ذلك؟



الوثيقة (3) خريطة جغرافية صماء لتوزيع القارات والمحيطات

النشاط 2

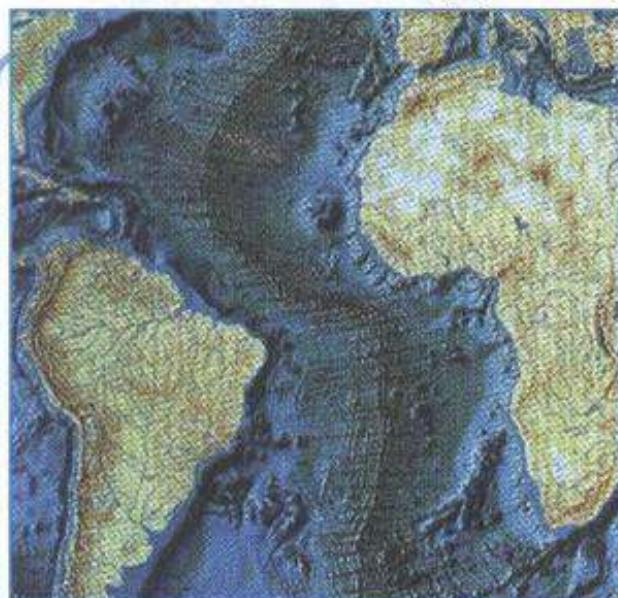
حركات الصفائح التكتونية

تتوسّع القشرة الأرضية على مستوى الظهرات وتتقلّص على مستوى مناطق الاهتمام.

كيف يمكن تفسير ذلك؟ ما هي الأدلة العلمية على ذلك؟ وما هي عواقبه على مستوى الكوكبة الأرضية؟

I) حركات التباعد:

لتفسير توسيع القشرة الأرضية على مستوى الظهرات نستعرض دراسة التالية:



الوثيقة (1) خريطة بين التراكيب الجيولوجية لقاع المحيط الأطلسي

1 تضاريس قاع المحيط الأطلسي

تبين الوثيقة (1) تراكيب جيولوجية موازية لحدود القارات اتجاهها شمال-جنوب تقسّم المحيط الأطلسي إلى نصفين. إنها الظاهرة وسط محيطة.

C استغلال الوثيقة:

1. انقل على ورق شفاف خريطة إفريقيا وخربيطة أمريكا الجنوبيّة.
2. طابق بين الحدود الغربية لإفريقيا والحدود الشرقية لأمريكا الجنوبيّة.

2 مضاهاة الصخور القديمة لقارتي أمريكا الجنوبيّة وإفريقيا



موقع الأراضي القديمة على قارتي أمريكا الجنوبيّة وإفريقيا الوثيقة (2)

تبين الوثيقة (2) إنتشار الأرضي القديمة التي يفوق عمرها 250 مليون سنة على مستوى قارتي إفريقيا وأمريكا الجنوبيّة.

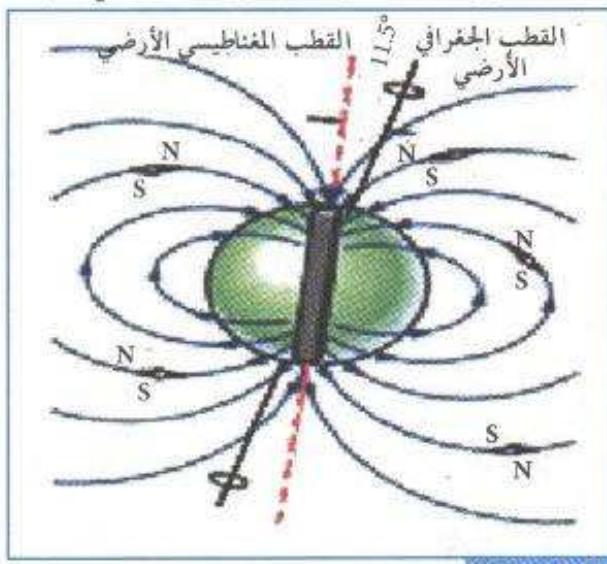
- ضاء بين الصخور القديمة في كل من إفريقيا وأمريكا الجنوبيّة، ماذا يمكن استخلاصه من هذه المضاهات.

٣ دراسة مغناطيسة صخور القشرة المحيطية

أ) دراسة المغناطيسة الأرضية:

- تحتوي الحمم البازلتية على عدد كبير من المعادن الحديدية - المغنتيزيت (مثل المغنتيت (Fe_3O_4) الذي يأخذ شكلاً إبرياً) والتي لها خاصية المغناطيسة عندما تنخفض درجة حرارتها إلى أقل من 578°C (نقطة Curie). يحافظ هذا الصخر على مغناطيساته (التي تدعى بـ *thermorémanente*) إذا لم يتعرض لتسخين عل. وبالتالي يمكن استعماله «كبوصلة مستحاثية» لتحديد اتجاه الحقل المغناطيسي الأرضي القديم في الفترة التي تشكل فيها، وذلك باستعمال جهاز حساس يدعى (magnétomètre).

- يتولد عن الكثرة الأرضية حقل مغناطيسي ناتج عن دورانها حول نفسها، وحركة مادة النواة الأرضية المكونة أساساً من النيكل والحديد من جهة ثانية، فتأخذ الأرض حيال سلوك قضيب مغناطيسي كبير.



الوثيقة (5) العلاقة بين القطب الجغرافي والقطب المغناطيسي



الوثيقة (4) كيفية تشكيل الحقل المغناطيسي الأرضي

ب) استغلال الوثائق:

1. باستغلال معطيات النص والوثيقتين (3) و(4) وضح سبب:

- استعمال معدن المغنتيت لتحديد المغناطيسية الأرضية.

- ظهور حقل مغناطيسي حول الأرض.

2. هل تتطابق الأقطاب المغناطيسية الأرضية مع الأقطاب الجغرافية الحالية؟

معلومات مفيدة

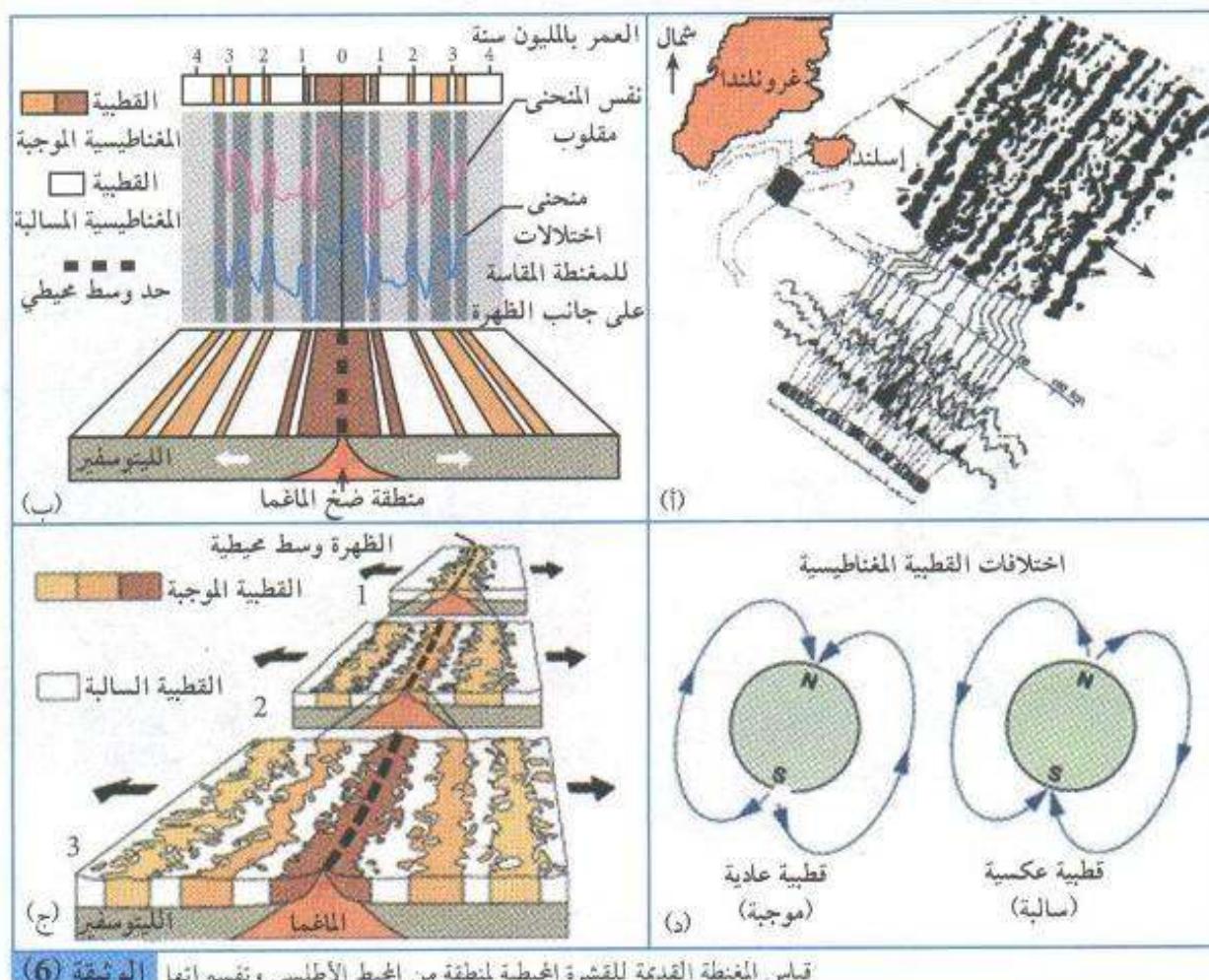
- **Magnétomètre**: جهاز حساس يستعمل لقياس المغناطيسة القديمة للصخور.
- **نقطة Curie**: درجة اكتساب مادة معينة لمغناطيساتها عند تبردها، حيث تأخذ هذه المادة اتجاه الحقل المغناطيسي الأرضي لتلك الفترة.
- **القطبية الموجبة**: مسار الحقل المغناطيسي الأرضي من الجنوب نحو الشمال.
- **القطبية السالبة**: مسار الحقل المغناطيسي الأرضي من الشمال نحو الجنوب.

ب) مغادرة قاع المحيطات:

تم قياس منطقة منطقية من قاع المحيط الأطلسي الشمالي (الظهرة وسط محيطية) تقع جنوب إسلندا الوثيقة (6-أ) وذلك عن طريق المسح باستعمال جهاز يسحب بواسطة الطائرات أو البوادر مما يسمح بتحديد الاختلالات المغناطيسية (الموجبة أو السالبة) لصخور القشرة المحيطية.

تحصلنا على المنهجتين على الوثيقة (6-ب) (باللون الأزرق) والذي تم مقارنته بالمنهج المقلوب (باللون الأحمر).

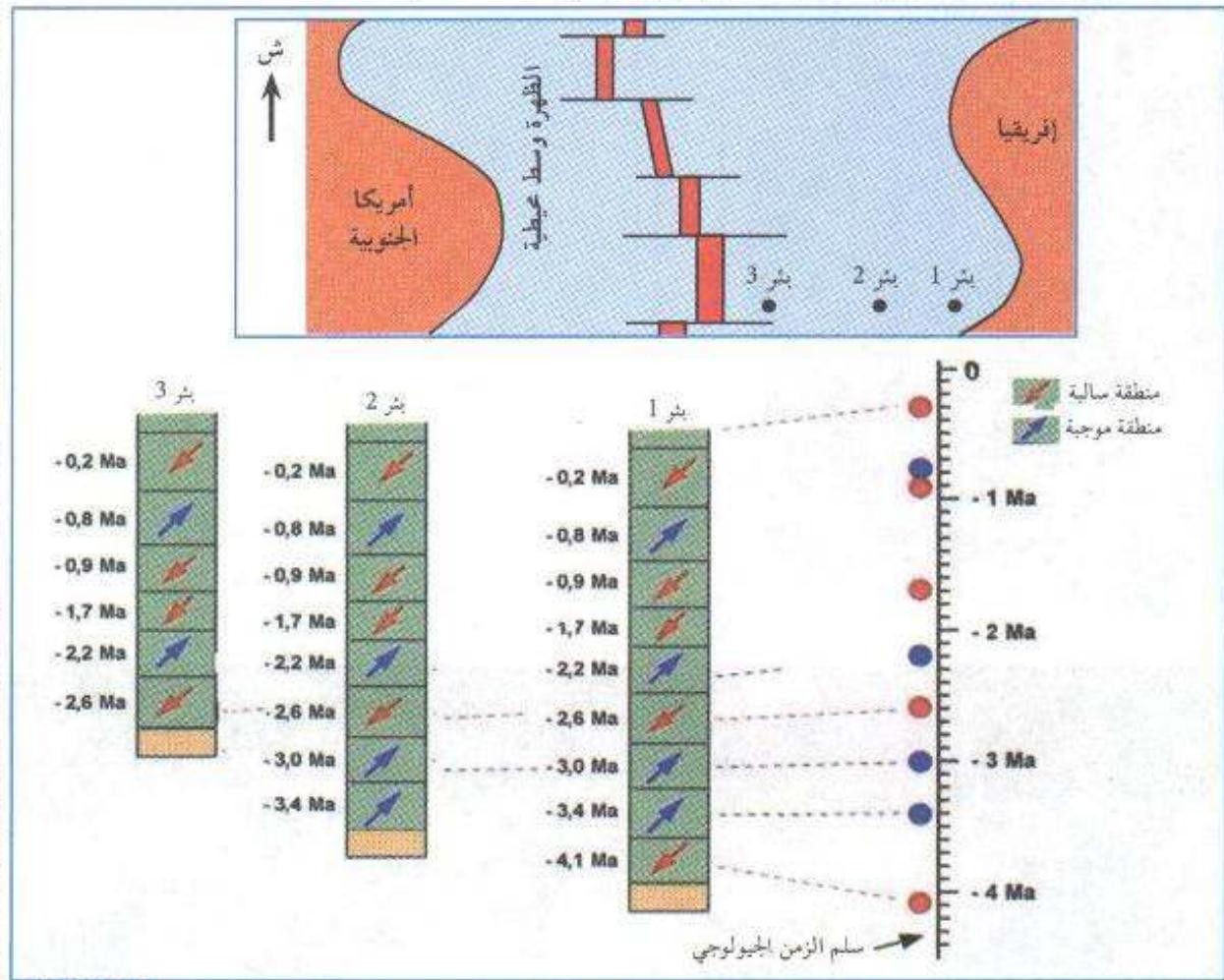
تمثل الوثيقة (6-ج) رسماً تخطيطياً لتوزيع الأحزمة المغادرة التي تم قياسها على جانبي الظهرة وسط محيطية، وتتمثل الوثيقة (6-د) الاختلالات المغناطيسية التي تسمع بظهور هذه الأحزمة المغادرة.



ج) استغلال الوثائق:

- ما هي المعلومات المستخلصة من مقارنة منهجه الوثيقة (6-ب) فيما يخص تغيرات المغادرة على جانبي الظهرة؟
- اعتمداً على الوثائقين (6-ب، ج)، قارن بين انتشار المغادرة وعمر الصخور على جانبي الظهرة.
- قدم تفسيراً لكيفية تشكيل قاع المحيط الأطلسي باستغلال معطيات الوثيقة (6).

ج) تحديد عمر الصخور الرسوبية المكونة لقاع المحيطات:
 مكن حفر آبار محيطية (Forages océaniques) في مناطق مختلفة من المحيط، من تحديد عمر الصخور المكونة لقاع المحيطات بدقة، ووضع خرائط لتوزع هذه الصخور.
 بين حفر ثلاثة آبار في قاع المحيط الأطلسي أن هذه الأخيرة تتكون من طبقات رسوبيات، قدر عمرها اعتناداً على المستحثات المتواجدة بها، وعن طريق قياس اتجاه مغناطيسها.



استغلال الوثائق:

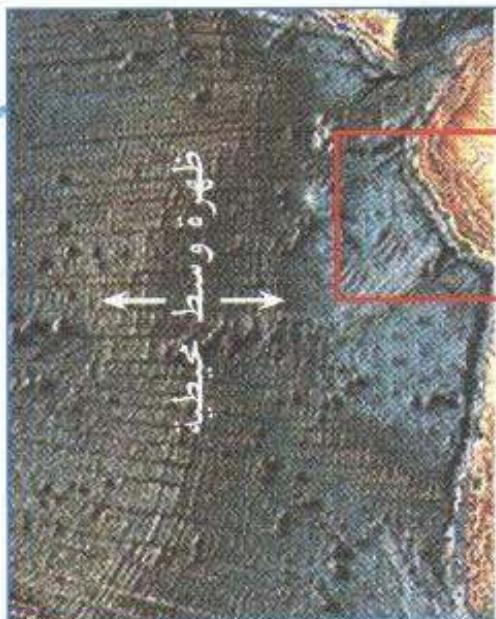
1. ضاه بين الآبار الثلاثة بالاعتماد على عمر الرسوبيات واتجاه المغناطيسة، ثم استنتج شكل حوض الترسيب.
2. ما هي العلاقة الموجدة بين تغير المغناطيسة شاقوليا وعمر الرسوبيات.
3. فسر غياب الطبقات السفلية في البترین (2 و3).

* إستخلص إذا نتيجة حول آلية زحزحة القارات والتلوّس المحيطي مبرزاً الأدلة على حدوث ذلك.

II) حركات التقارب:

إن التجدد المستمر لقشرة الكرة الأرضية على مستوى الظهرات يطرح إشكالية وجود مواد إضافية على مستوى مناطق أخرى (حدود الصفائح).

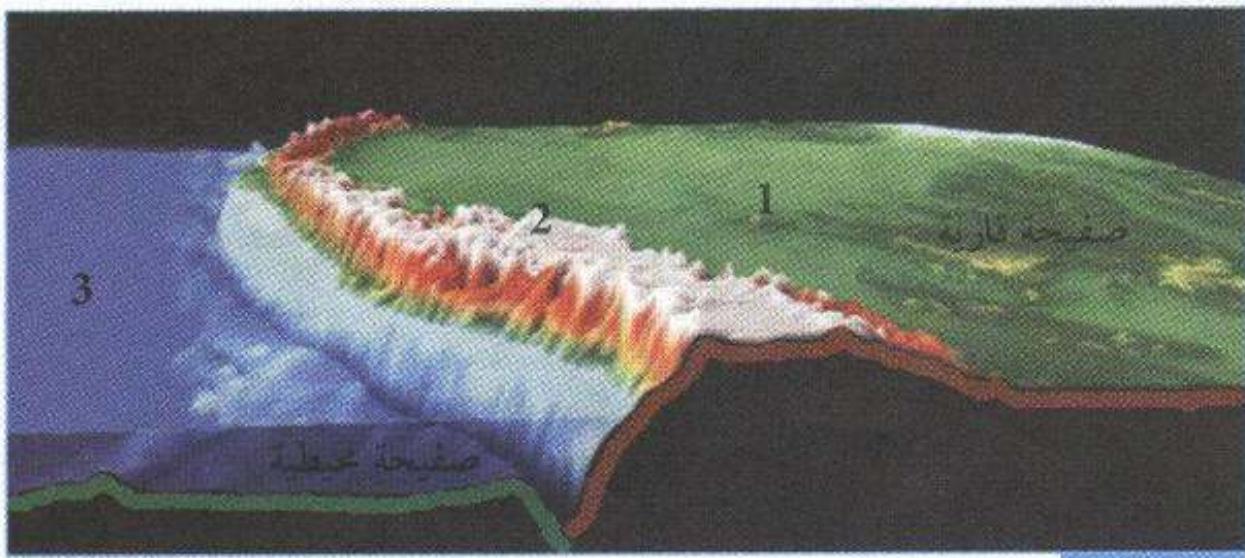
- فكيف يمكن تفسير ذلك إذا اعتبرنا أن حجم الكرة الأرضية ثابت؟
لتفسير ذلك نستعرض الدراسات التالية:



صورة بالقمر الصناعي للحواف الغربية (الوثيقة 8-أ)
لأمريكا الجنوبيّة

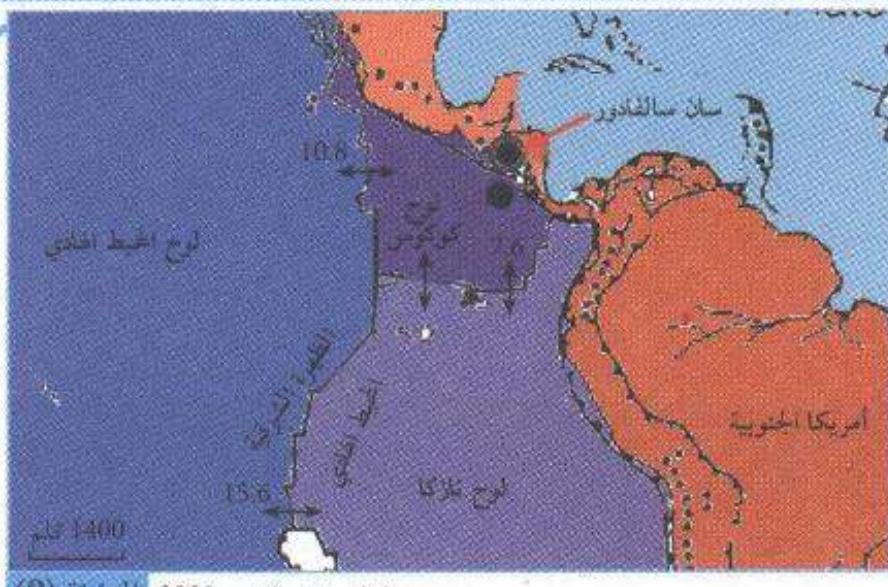
① نذجة الحواف النشطة لقشرة الأرضية

* سمح المسح الطبوغرافي عن طريق الأقمار الصناعية (8-أ) بوضع نموذج للحواف الغربية لقارنة أمريكا الجنوبيّة وأغريط الهادي وذلك باستعمال الحاسوب (الوثيقة 8-ب).



الوثيقة (8-ب) شكل ثالثي الأبعاد للحواف الغربية لقارنة أمريكا الجنوبيّة (عن Sismolog

1. ماذا تمثل الأرقام 1, 2, 3 من الوثيقة (8)؟
2. باستغلال الوثيقة (8-ب) قارن بين مستوى تواجد القشرة المحيطية والقشرة القارية، إفترض فرضيات لتفسير ذلك.



الوثيقة (9) زلزال سان سالفادور 2001

* لتفسير نتيجة المقارنة السابقة نقترح الأنشطة التالية:

- الزلازل المرتبطة بالحواف النشطة:

مثل: زلزال سان سالفادور (13 جانفي 2001م): يسجل السلفادور المئات من الزلازل سنويا حيث ضرب هذا البلد زلزالا متاليا يومي 01/13/2001

و 02/13/2001 قوتهما على التوالي 7.9 و 6.6 على

سلم رشتر حدد مركزهما السطحي في المحيط الهادئ، يقع الزلزال الأول على بعد 100 كلم، بينما الثاني على بعد 30 كلم من الساحل قدرت بؤرتهم على عمق 40 كلم، حيث أحس بهما سكان المكسيك.

- البراكين المرتبطة بالحواف النشطة:

تبين الوثيقة (10) نظ لبراكين انفجارية مدمرة بينما الوثيقة (11) تمثل توزع البراكين المدمرة والتي يوافقها نشاط زلزالي شديد.



الوثيقة (11) خريطة تبين حواضن المحيط الهادئ

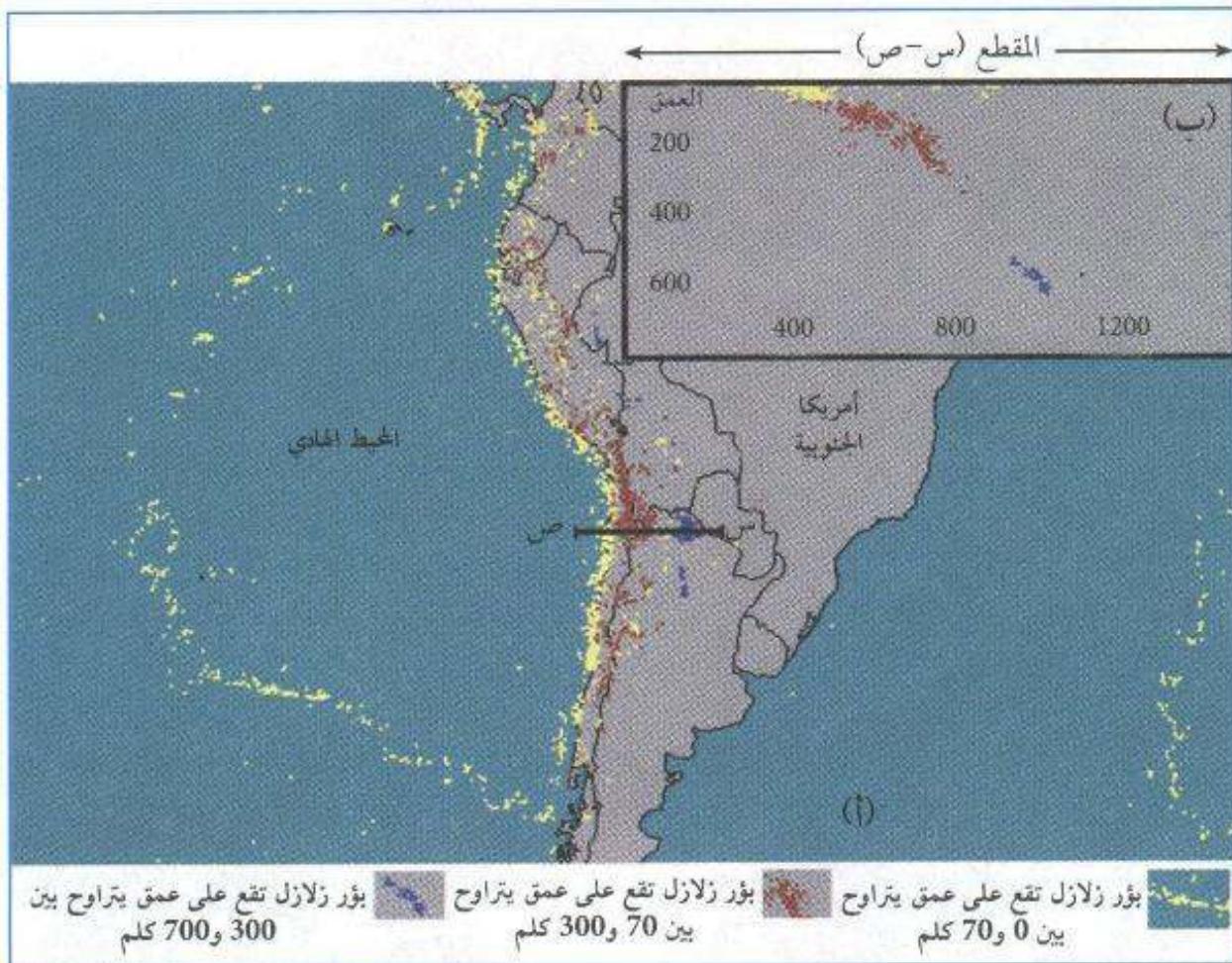
الوثيقة (10) صورة لبركان الإيكوادور

استغلال الوثائق:

1. حدد موقع السلفادور بالنسبة للألواح التكتونية
2. باستغلال معطيات الوثائقين (9-11) استخلص العلاقة بين موقع السلفادور والنشاط الزلزالي وحدود الصفائح التكتونية.
3. باستغلال الوثيقة (10) استنتج أنواع البراكين المميزة لحواضن المحيط الهادئ.
4. باستغلال الوثيقة (11) استنتاج العلاقة بين توزع البراكين وحدود الصفائح التكتونية؟

- دراسة مخطط بينيوف: Benioff

تتوزع البؤر الزلزالية على الحافة الغربية لأمريكا الجنوبية وتحتختلف عميقها من منطقة إلى أخرى حيث ترتبط مع نوع الحركات التكتونية التي تتعرض لها الصفائح. تمثل الوثيقة (12-أ) خريطة توزع الزلزال في أمريكا الجنوبية والخط الهادئ، بينما تمثل الوثيقة (12-ب) مقطعاً زلزاليياً في الحافة الغربية لقارة أمريكا الجنوبية.



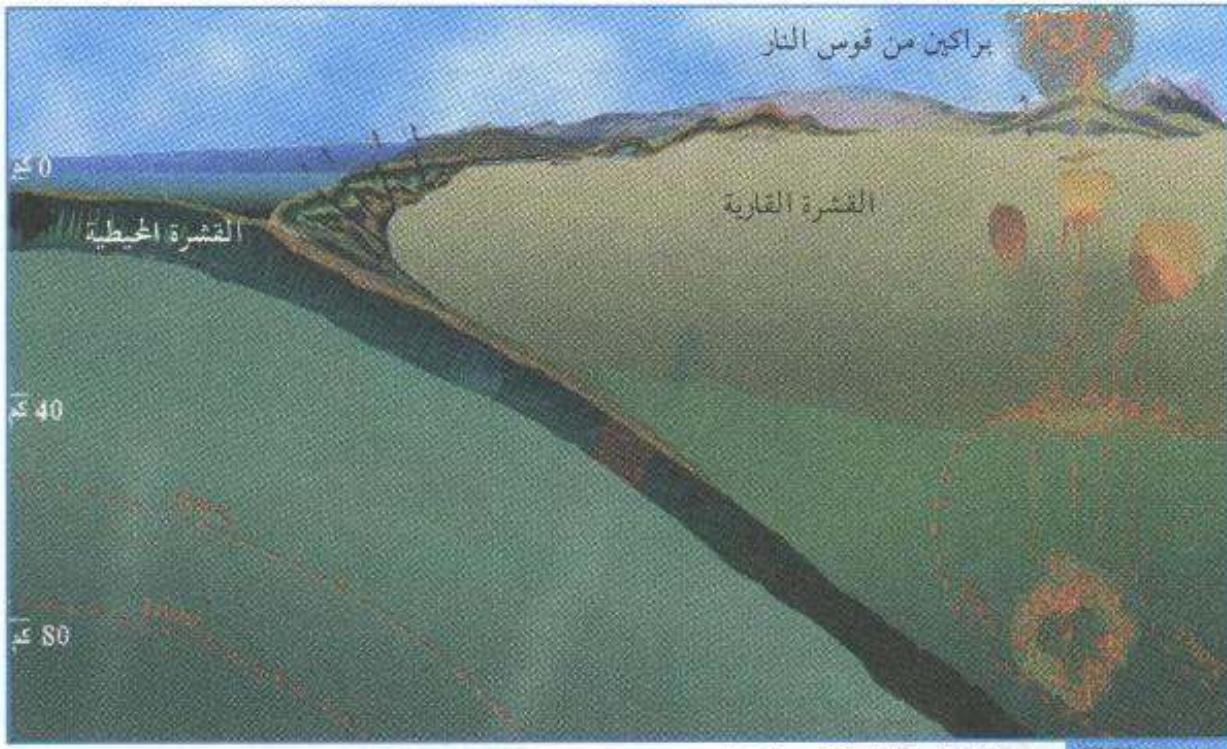
● بؤر زلزال تقع على عمق يتراوح بين 0 و 70 كم ● بؤر زلزال تقع على عمق يتراوح بين 70 و 300 كم ● بؤر زلزال تقع على عمق يتراوح بين 300 و 700 كم ● بؤر زلزال تقع على عمق يتراوح بين 700 و 1200 كم

خريطة توزيع الزلزال على الحافة الغربية لأمريكا الجنوبية (الوثيقة (12))

● استغلال الوثائق:

1. على ماذا يدل توزع المراكز السطحية للزلزال في الخريطة؟
2. اعتماداً على معطيات الوثيقة (9) تعرف على الألواح المتواجهة غرب أمريكا الجنوبية.
3. ادرس توزع البؤر الزلزالية في المقطع (س-ص) المبين في الوثيقة (12-ب). لماذا تستخلص فيما يخص العلاقة بين البؤر الزلزالية وبين حدود الصفائح وعمق البؤر الزلزالية؟
4. صل بين مختلف البؤر الزلزالية المبينة على الوثيقة (12-ب)، مما تستنتج؟

سحت نتائج دراسة الوثيقة (12-أ و ب) بوضع الرسم التخطيطي المبين في الوثيقة (13).



الوثيقة (13) رسم تخطيطي لقطع في منطقة غوص

- قدم تفسيراً للمعطيات الوثيقة (13).

- * بناءً على النتائج المتوصل إليها في الوثائق السابقة، وباعتبار أن كثافة الألواح المحيطية أكبر من كثافة الألواح القارية، اقترح تفسير التقلص القشرة الأرضية على مستوى مناطق الهدم مبرزاً آلية التخلص من المواد الرائدة الناتجة عن تهندق القشرة المحيطية؟ هل تحقق من إحدى الفرضيات التي اقترحها؟
- * المجزء مخططاً تخصصياً توضح فيه حركة الصفائح التكتونية.

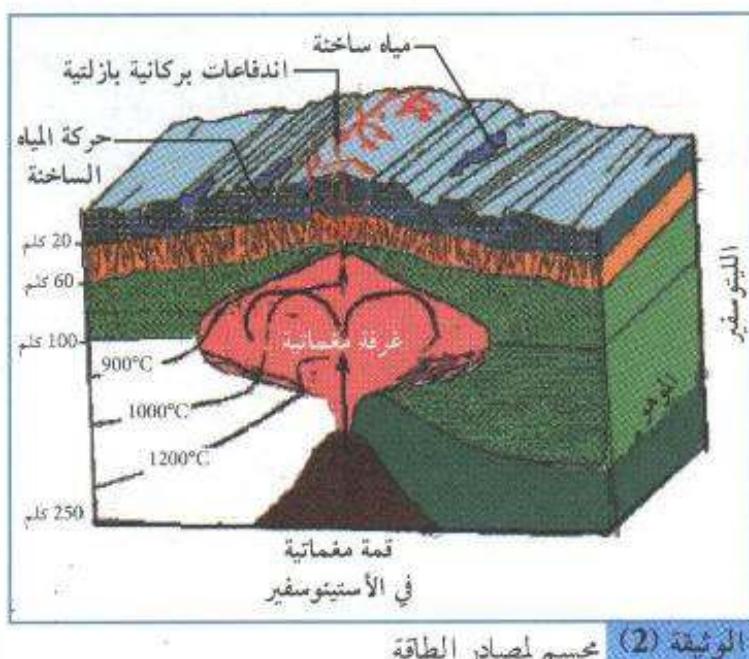
النشاط 3

الطاقة الداخلية للكرة الأرضية

ت تكون القشرة الأرضية من صفائح صلبة تتحرك تباعدياً أو تقاربياً.

→ على ماذا ترتكز وتتوسع هذه الصفائح؟ وما هو مصدر طاقتها الحركية؟

١ أنواع الصفائح التكتونية ومظاهر تسرب الطاقة



استغلال الوثائق:

١. ماذا تمثل الأرقام ١, ٢, ٣, ٤ من الوثيقة (1)؟

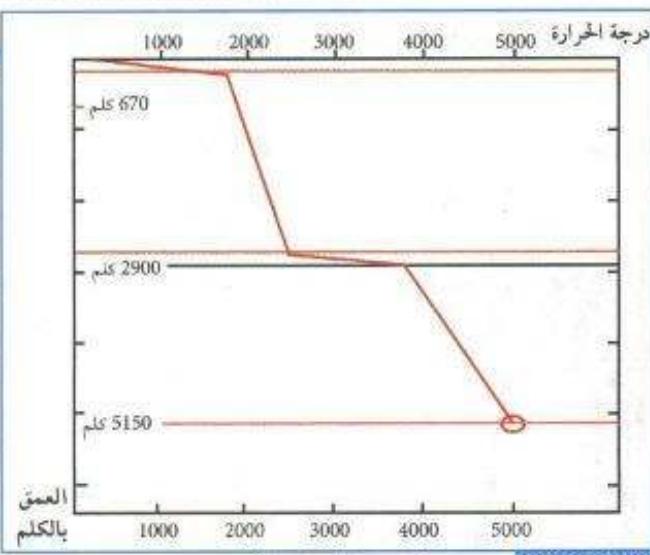
٢. اعتماداً على مجسم الوثيقة (1) حدد أنواع الصفائح التكتونية.

٣. ما هي الطبقة التي ترتكز عليها الصفائح التكتونية؟

٤. بالاعتماد على مجسم الوثيقة (2) حدد طرق خروج الطاقة من باطن الأرض (مصادر الطاقة).

٥. وضع العلاقة بين العمق والطاقة المبتورة من الأرض.

٢ مصادر الحرارة الأرضية



الوثيقة (3) منحنى التدرج الحراري الأرضي

إن كمية الحرارة المنشقة من باطن الأرض عبر السطح كل ثانية بواسطة التدفق الحراري معتبرة جدا حيث تقدر بـ 42×10^{12} واط (أي ما يعادل 42000 مولد كهربائي ينتج كل واحد منه 1000 ميكا واط).

يبين جدول الوثيقة (4) كمية الطاقة المنشقة من باطن الأرض والمتباينة عن الزيادة في العمق.

الطاقة المنشقة (واط)	المساحة (كلم ²)	كمية الحرارة (ميلي واط/م ²)	
$10^{12} \times 11.5$	$10^6 \times 201.5$	113	القشرة القارية
$10^{12} \times 9.8$	$10^6 \times 308.6$	67000	القشرة الحيطية

الوثيقة (4) جدول يبين متوسط الحرارة المنشقة عن القشرة الأرضية

ويبيّن جدول الوثيقة (5) كمية الطاقة المنشقة من باطن الأرض بسبب تحلل العناصر المشعة المتواجدة في الصخور.

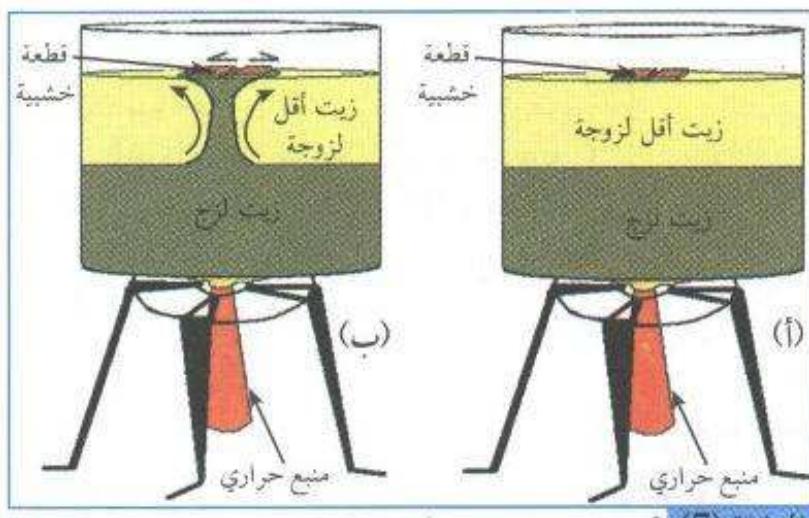
الطاقة الكلية المنشقة	الحجم (كلم ²)	
$10^{12} \times 5$	$10^9 \times 4.5$	القشرة القارية
$10^{12} \times 0.06$	$10^9 \times 4.0$	القشرة الحيطية
$10^{12} \times 1.3$	$10^9 \times 920$	البرنس

الوثيقة (5) جدول يبين متوسط الحرارة المنشقة من الأرض بسبب الإشعاع الذري

استغلال الوثائق:

- حلل منحنى التدرج الحراري الأرضي بدالة العمق. ماذا تستنتج؟
- اعتمادا على معطيات الوثيقة (4) احسب الطاقة الكلية المنشقة عن القشرة الأرضية.
- اعتمادا على معطيات الوثيقة (5) احسب الطاقة الكلية المنشقة عن تفتت العناصر المشعة، ثم قارن بين مختلف القيم. ماذا تستنتج؟
- هل تؤكّد هذه النتائج ما توصلت إليه في السؤال (4) من النشاط السابق؟

٣ الحرك الأساسي لحركة الصفائح (مذكرة الظاهر)



الوثيقة (7) تجربة تبين حركة تيارات الحمل داخل البرنس

تبين من النشاط السابق أن المستويات العليا للأرض تتميز بطاقة منخفضة مقارنة مع المستويات السفلية التي تتميز بطاقة عالية، تعمل التيارات تدعى تيارات الحمل على نقل الطاقة السفلية نحو الأعلى والطاقة العلوية نحو الأسفل. فما هي علاقة تيارات الحمل بحركة الصفائح التكتونية؟

مذكرة تيارات الحمل:

لإظهار ذلك نقوم بالتجربة التالية:

تجربة: نأخذ بيشر به نوعين من الزيت مختلفين من حيث الكثافة ثم نضعه فوق منبع حراري (Bec Benzène). نضع على سطح السائل قطعتين من الخشب متلامستين كما هو موضح في الوثيقة (7-أ) نقوم بتسخين السائل اللزج ثم نراقب التجربة.

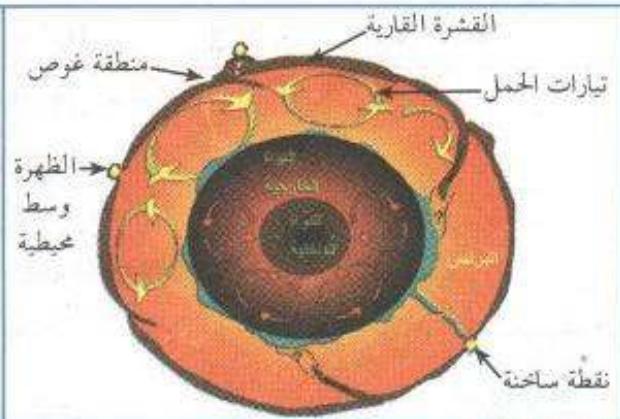
استغلال الوثائق:

- ما هي الملاحظات المسجلة بعد مدة زمنية من التسخين؟
- أ在哪里 رسمياً يوضح المرحلة الأخيرة من التجربة.
- قدم تفسيراً للملاحظات المسجلة.
- إذا اعتبرنا أن قطعتي الخشب عبارة عن تمثيل لصفائحتين تكتونيتين، فهل يمكن من خلالهما تفسير حركة الصفائح؟ أشرح ذلك.

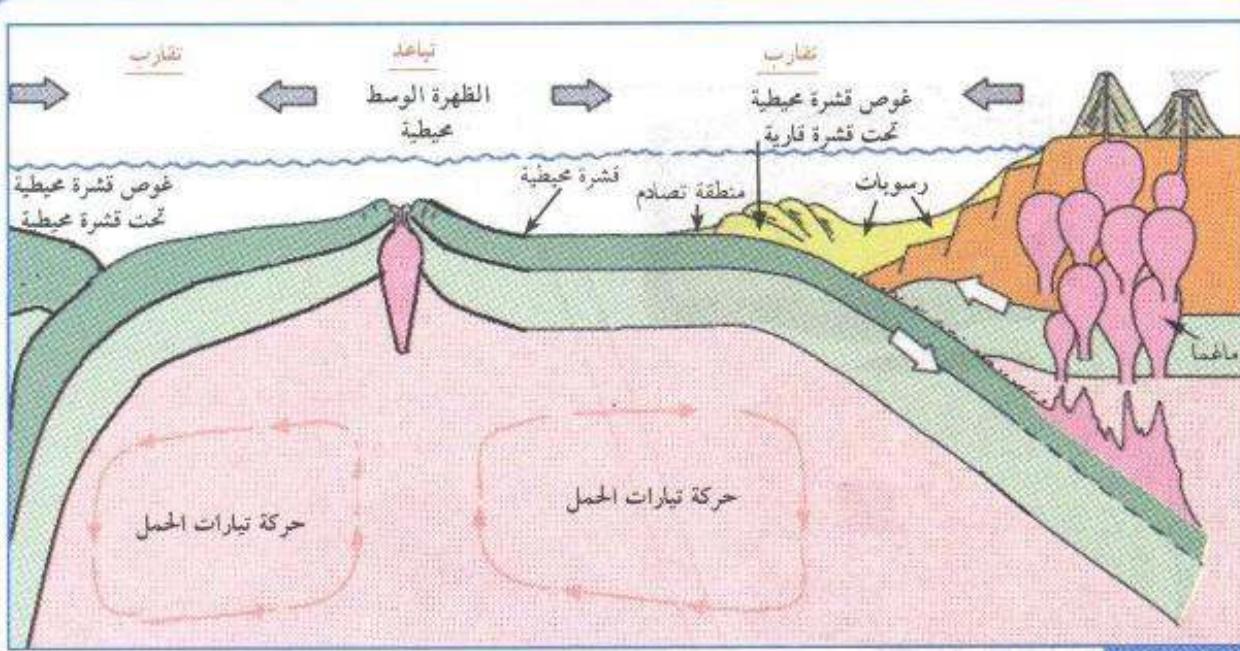
الأشكال المعاونة توضح دور تيارات الحمل في حركة الصفائح التكتونية



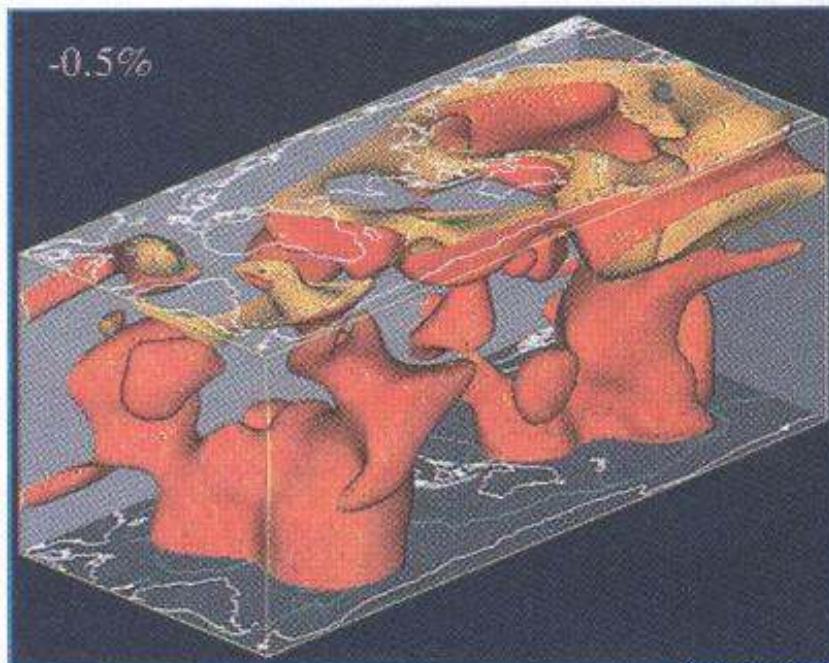
الوثيقة (9) مذكرة لحركات تيارات الحمل داخل البرنس الأرضي



الوثيقة (8) أماكن تشكل تيارات الحمل في المستويات الأرضية



الوثيقة (10) مقطع في ظهرة وسط محيطية ومنطقة غوص بين علاقة تيارات الحمل بحركة الفائج التكتونية

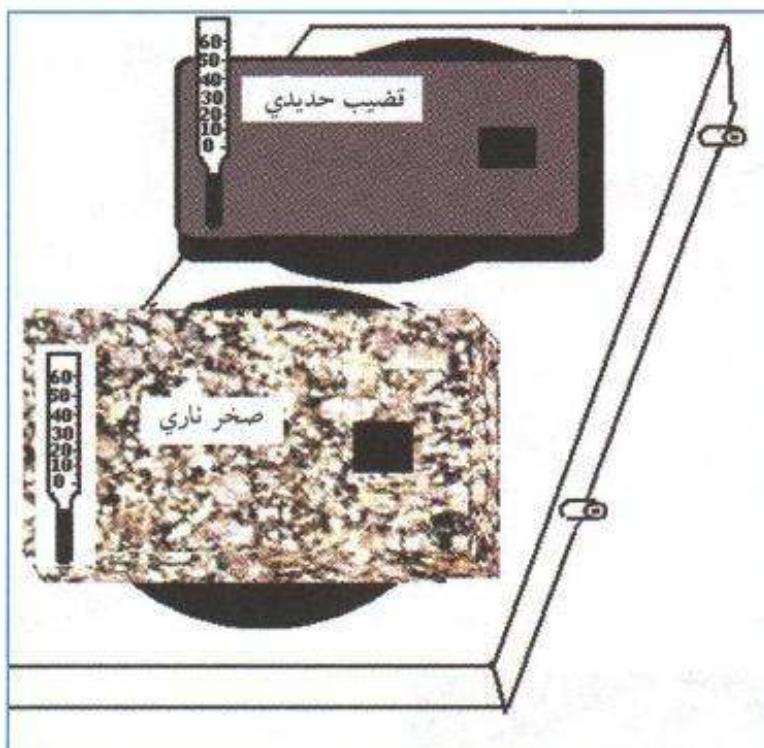


الوثيقة (11) نمذجة للتراكيب الحرارية الموجودة داخل البرنس العلوي بناءً على الانتشار المباطئ لل WAVES للعلاقات الزلزالية وعلاقتها بزحفة القارات

استغلال الوثائق:

- ما هو سبب صعود ونزول تيارات الحمل في البرنس؟ وماذا يتبع عن ذلك؟
- ماذا تمثل البقع الحمراء والصفراء في الوثيقة (11)؟
- ما هي المناطق على مستوى العالم التي تتميز بتدفق حراري عالٍ؟ على إجابتك.

٣ مقارنة بين ناقلية الصخور وناقلية قطعة حديد



الوثيقة (12) تركيب تجربة يسمح بقياس ناقلية صخر وقطعة حديد

تجربة:

خذ صخراً نارياً أو متحولاً وقطعة حديدية من نفس الحجم تقريباً، ثم صل أحد طرفيهما بمتبع حراري ونقيس درجة الحرارة بواسطة محوار في الطرف الثاني وذلك كل 30 ثانية، وبعد مرور 3 دقائق، انزع المتبع الحراري وقس الحرارة في كل من الصخر وقطعة الحديد كل 30 ثانية.

استغلال الوثائق:

١. دون النتائج المحصل عليها في الجدول التالي:

الزمن بالثانية												درجة الحرارة	قضيب حديدي
													صخر ناري أو صخر متحول
300	270	240	210	180	150	120	90	60	30	0			

2. ارسم على نفس المعلم منحنبي ناقلية كل من الصخر والقضيب الحديدي.
3. حلل المنحنين وقارن بينهما.
4. ماذا تستنتج؟

الحصيلة المعرفية

النشاط ①: تحديد الصفائح التكتونية

ينقسم الغلاف الصخري (القشرة الأرضية) إلى علّة صفائح صلبة تفصلها أحزمة نشطة. الصفائح التكتونية عبارة عن مناطق هادئة من الناحية التكتونية، يمكن أن تكون محيطية (صفحة المحيط الهادئ)، قارية (صفحة شبه الجزيرة العربية) أو مختلطة (صفحة إفريقيا).

يمد الصفائح التكتونية مناطق نشطة مثل بانتشار المراكز السطحية للزلزال، البراكين، السلاسل الجبلية الحديثة وتضاريس خاصة بقاع البحار كالظهرات وسط محيطية والختلف المحيطية.

النشاط ②: حركات الصفائح التكتونية

تحرك الصفائح التكتونية بالنسبة لبعضها البعض، حيث يمكنها أن تبتعد مشكلة الظهرات الوسط محيطية أو تقارب على مستوى الخنادق البحرية مشكلة مناطق غوص أو تصادم مشكلة السلاسل الجبلية الحديثة.

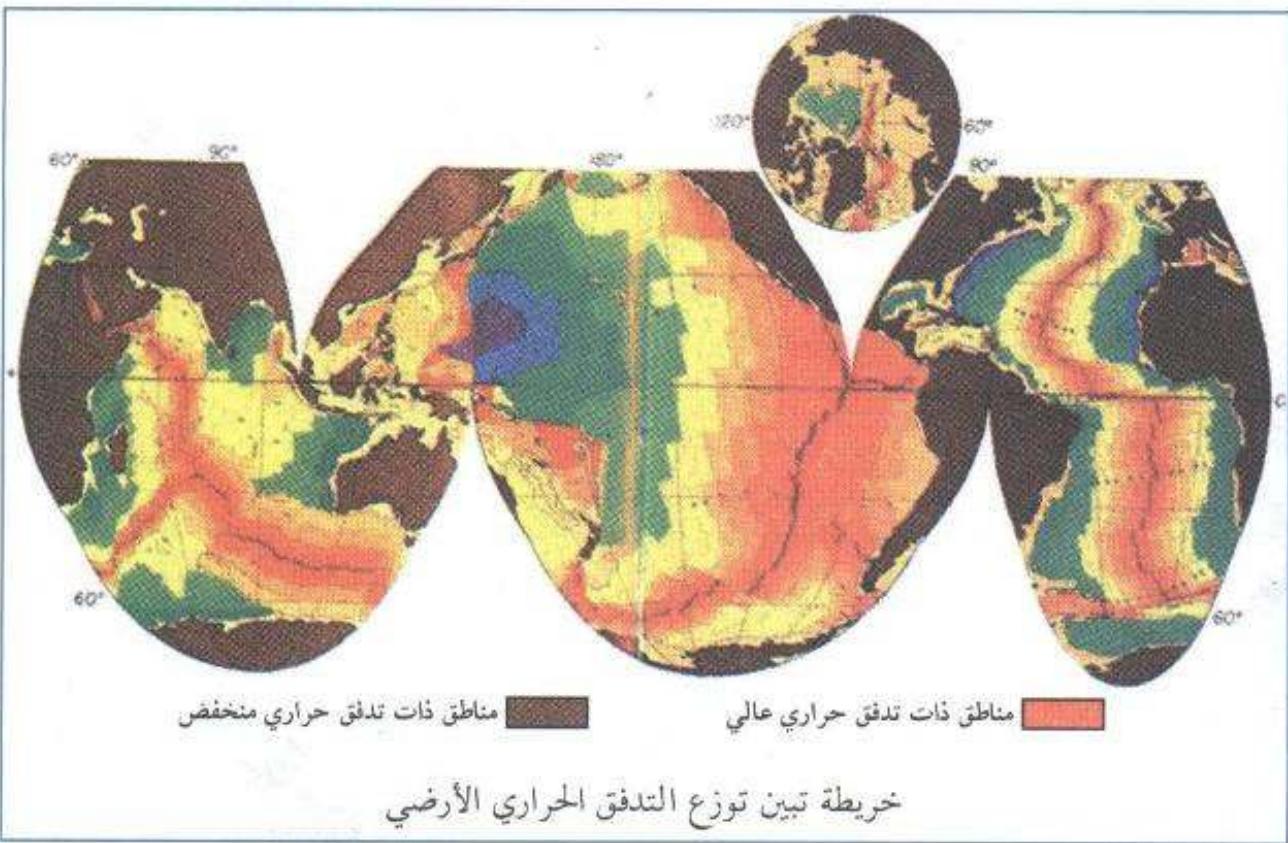
تدل حركات التباعد (مثل إفريقيا وأمريكا الجنوبية) على التوسع المحيطي وزحمة القارات. توافق الحدود الشرقية لقارة أمريكا الجنوبية والحدود الغربية لقارة إفريقيا مما يدل هذا على تباعد الألواح التكتونية وتوسيع قاع المحيط، حيث يمكن تبرير حركات التباعد من خلال زحمة. يستدل على التباعد القاري بواسطة المغنتة الأرضية الحديثة وتطبيقاتها على المغنتة الأرضية المستحاثية حيث تأخذ الكثرة الأرضية سلوك قطب مغناطيسي، وتشكل خطوط القوى المغناطيسية حقولاً مغناطيسياً حول الأرض وهذا ما يجعل إبرة البوصلة تأخذ نفس الاتجاه (شمال - جنوب). يمكن تحديد عمر قاع المحيطات انطلاقاً من قياس المغنتة المستحاثية المدونة في الصخور المشكلة للقشرة المحيطية.

مكنت قيم الشذوذ المغناطيسي الأرضي من رسم أحزمة متوازية متساوية ومتناهية بالنسبة للظاهرة وسط محيطية تشبه جلد الحمار الوحشي.

يمثل عمر قاع المحيط بواسطة المحتوى المستحاثي للصخور الرسوبيّة التي تعلو القشرة البازلتية، حيث تكون الرسوبيات البعيدة عن محو الظاهرة سميكّة وأقدم عمراً، توافق هذه الأعمار مع الأدلة المغناطيسية. تظهر مغنتة صخور قاع المحيطات أن عمر قيعان المحيطات تزداد بشكل تنازلي على جانبي الظاهرة كلما ابتعدنا عن محورها ويدل هذا على تباعد الصفائح التكتونية عن بعضها البعض.

تتجلى حركات التقارب على مستوى الحدود المقابلة لمناطق التباعد بدخول صفيحة تحت صفيحة أخرى ويدعى بالغوص (مثل غوص صفيحة المحيط الهادئ تحت الصفيحة الأمريكية الجنوبية). تتميز مناطق الغوص بزلزال يتزايد عمق بؤرها من المحيط إلى القارة حيث تصعبها اندفاعات بركانية، وتعتبر إحدى حدود الصفائح التكتونية.

تتوزع بؤر الزلازل وفق مستوى ميل بـ 45° على الأفق يدعى مستوى بينيوف، الذي يفصل بين القشرة المحيطية الهاابطة والقشرة القارية الطافية، أما في حالة غوص قشرة محيطية تحت قشرة محيطية أخرى فتقدر زاوية الميل بحوالي 90° .



النشاط ③: الطاقة الداخلية للكرة الأرضية

تعد الطاقة الداخلية للأرض عرضاً أساسياً لتقليل الصفائح الليتوسفيرية فوق الأستينوسفير. إن حركة الصفائح التكتونية ناتجة عن الحركة البطيئة والضخمة للمواد داخل البرنس وتحويل الطاقة الناتجة عنها نحو السطح.

تنتج هذه الحركات عن الاختلاف في درجة الحرارة بين المستويات السفلية والمستويات العليا للبرنس حيث تزداد درجة الحرارة بزيادة العمق.

تصدر حرارة الكبة الأرضية عن مصادررين أساسين هما:

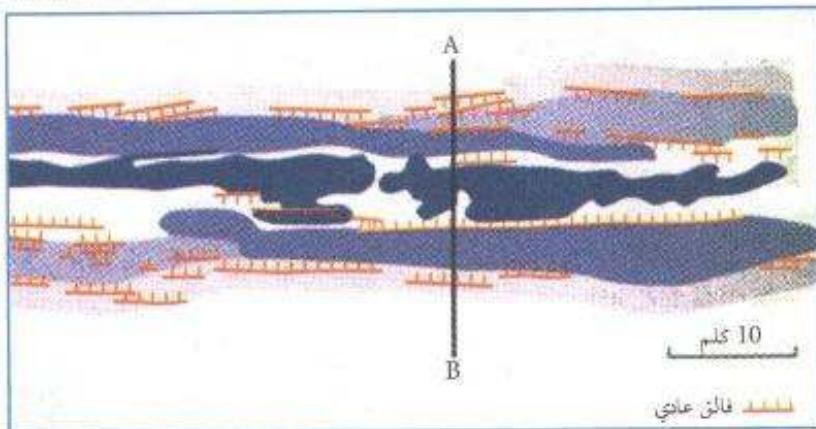
- الحرارة الأولية الجموعة داخل الكبة الأرضية أثناء تشكيل هذه الأخيرة والمنشقة عن القشرة الأرضية والبرنس.
- التحلل الذي لبعض العناصر المشعة كالليورانيوم (U^{238} , U^{235}), البوتاسيوم (K^{40}) والتوريوم (Th^{232}) الناتجة عن عملية التمدد القشرى وصعود المواد الصخرية.

تسرب الطاقة الداخلية للأرض ببطء بواسطة ظاهرة تيارات الحمل (نقل الحرارة بفضل حركة الماء) وهذا لكون الصخور تتميز بنقلية سيئة. وعليه فإن تيارات الحمل هي إحدى حركات الصفائح التكتونية والتي تمثل في صعود مواد ساخنة على مستوى الظهرات وسط محيطية ونزول مواد باردة على مستوى مناطق الغوص.

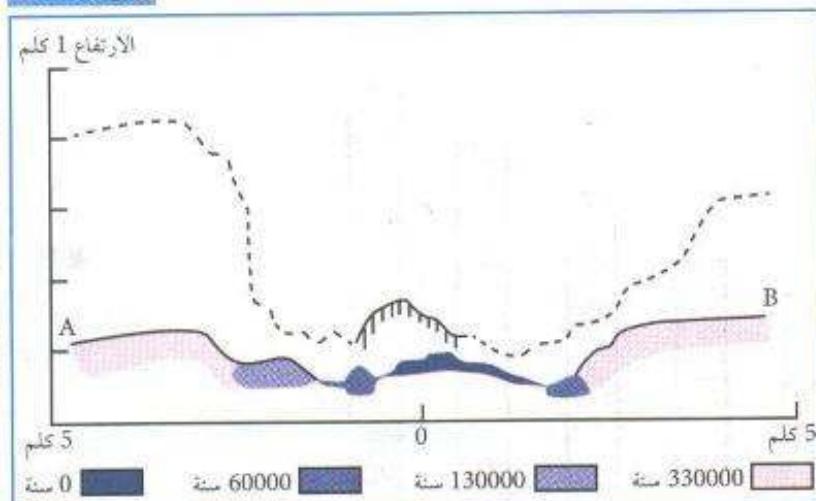
يعود تباعد الصفائح التكتونية إلى صعود طفوح بركانية آتية من البرنس على مستوى الظهرات ويعود غوص القشرة المحيطية تحت القشرة القارية لكونها أكثر كثافة.

استثمر معارفي وأوظف قدراتي

التمرين 1



الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

(1) أراد العلماء أن يحددوا ظهرة Galapagos الهاي قرب البيرو وتفصل بين لوح كوكوس ولوح نازكا الواقعين في المحيط الهاي، فرسموا خريطة (الوثيقة 1) تمثل صخور بركانية يتراوح عمرها بين 0 و 330000 سنة.

تبين الوثيقة (2) منحنين:

- منحنى A-B موقعه محدد على مستوى المقطع A-B من الوثيقة (1).

- منحنى بخط متقطع مأخوذ من ظهرة وسط المحيط الأطلسي.

1. حدد على الخريطة والمقطع A-B محور الرفت والمنطقة المسؤولة عن البركنة الحالية.

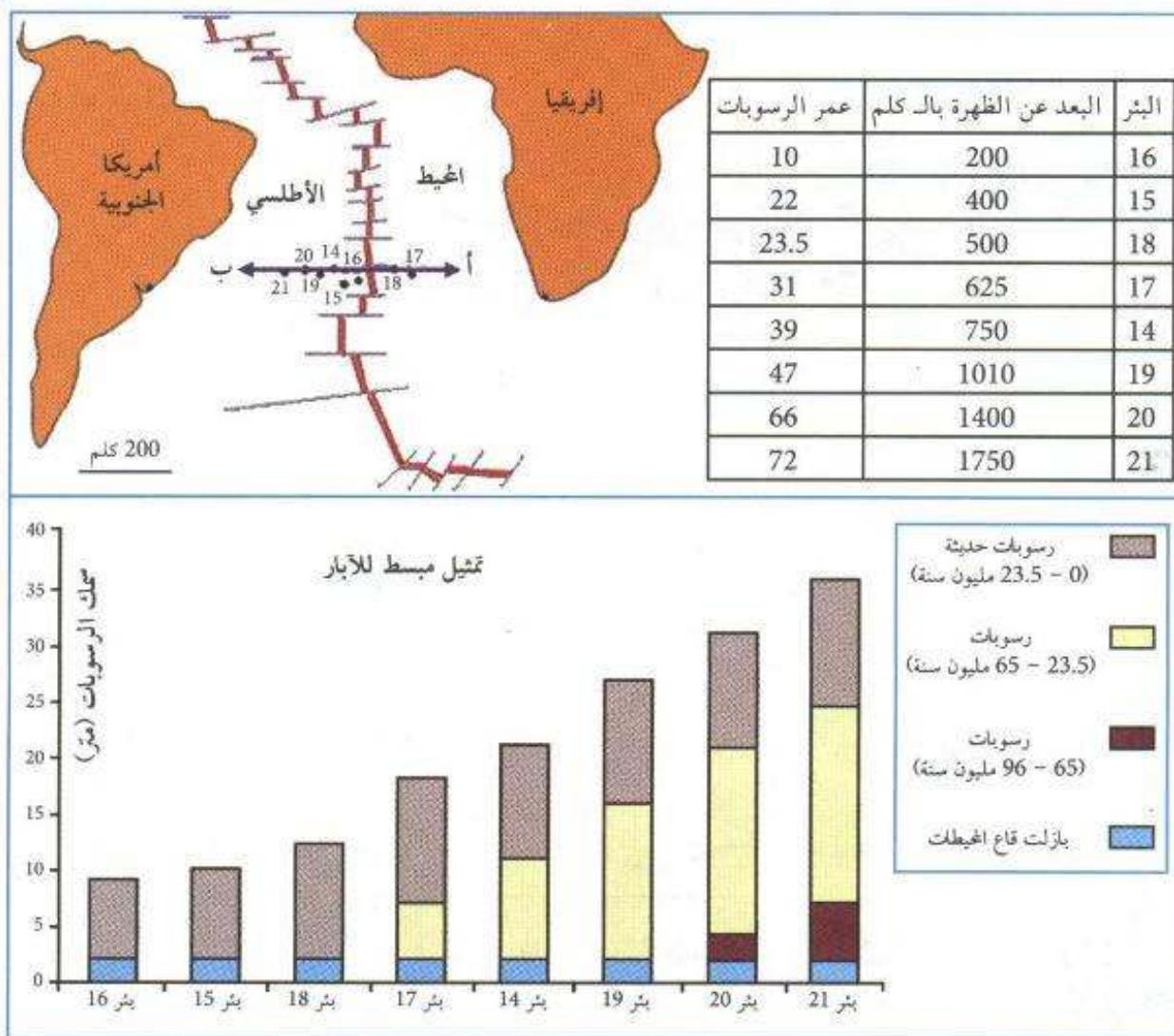
2. حدد العلاقة بين توزع الصخور البركانية وعمرها.

3. ما هو مصدر التراكيب التدرجية المبينة في المقطع A-B.

4. قارن بين منحنبي الوثيقة (2)، ماذا تستنتج؟

التمرين 2

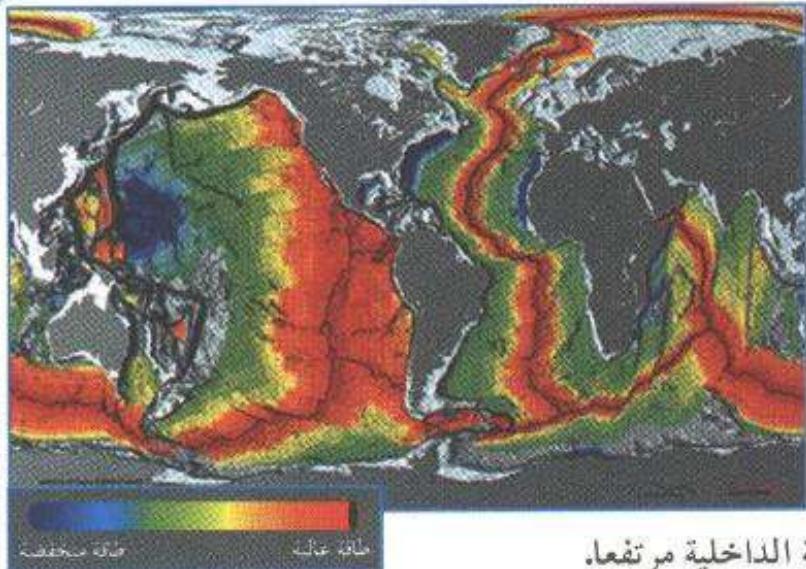
(2) أراد العلماء أن يحددوا طبيعة صخور قاع المحيطات، سماها وعمرها، فقاموا بحملة في المحيط الأطلسي الجنوبي سنتي 1966-1967 تدعى حملة Glomar Challenger، وتم على إثرها حفر مجموعة من الآبار على جانبي الظاهرة وعلى مسافات متفاوتة من محورها.
تبين الوثائق المولالية موقع الآبار بالنسبة للظاهرة، سمك وعمر الرسوبيات:



1. ما هي العلاقة بين سماكة الرسوبيات والبعد عن الظهرة؟
2. ما هي العلاقة بين عمر الرسوبيات والبعد عن الظهرة؟
3. مثل برسم تخطيطي المقطع (أ - ب) الممثل على الخريطة، أخذنا بعين الاعتبار سماكة الرسوبيات وعمرها.
4. ماذا تستنتج؟

التمرين 3

للوصول إلى توازن حراري يعمل كوكبنا الأرضي على استقراره الحراري مع محیطه الخارجي (البارد) وذلك بفقدان الأرض لحرارتها، حيث تقدر درجة الجموعة الشمسية بـ -180°م . تعتبر حركة الصفائح التكتونية نتيجة لعملية فيزيائية تؤدي إلى تبريد الأرض وتتسرب طاقتها الناتجة عن البناء والحرارة النوية وذلك للوصول إلى توازن حراري، لتوضيح هذا المفهوم نجرب الدراسة التالية:



بيت التجارب أن حرارة الأرض ترتفع مع الزيادة في العمق حيث يقدر معدلاها ب $30^{\circ}\text{م}/\text{كلم}$ تحت القارات (معدل متغير يصل في بعض المناطق إلى $90^{\circ}\text{م}/\text{كلم}$ و $10^{\circ}\text{م}/\text{كلم}$ في مناطق أخرى).

تلد البراكين والمياه الساخنة على تسرب مثل هذه الطاقة نحو الجبل الخارجي للأرض.

1. انطلاقاً من الوثيقة المقابلة حدد

المناطق التي يكون فيها تسرب الطاقة الداخلية مرتفعاً.

2. حدد المناطق التي يكون فيها تسرب الطاقة الداخلية منخفضاً.

يتم قياس الجيوجرافي الأرضي بواسطة محرار إلكتروني يدخل في الآبار البترولية، حيث تم التوصل إلى أن حرارة الأرض تزداد مع العمق.

يتم قياس التدفق الحراري (ناقلة الصخور) في المخبر بإجراء تجارب عليها، حيث يكون:

التدفق الحراري في منطقة معينة = الجيوجرافي \times الناقلة الحرارية للصخور

أظهرت الدراسات أن معدل التدفق الحراري = $0.06 \text{ واط} / \text{م}^2$ وهو متغير حسب العمق.

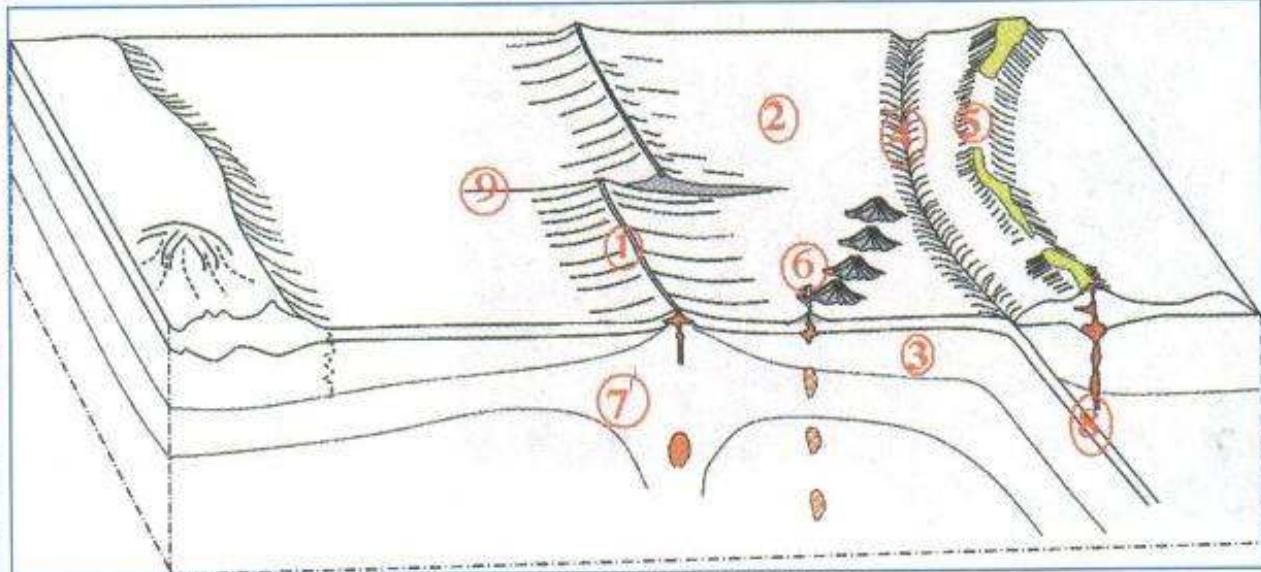
1. حدد المناطق التي يكون فيها التدفق الحراري أكبر من $0.06 \text{ واط} / \text{م}^2$ علل إجابتك.

2. ما هي المناطق التي يكون فيها التدفق الحراري أصغر من $0.06 \text{ واط} / \text{م}^2$ علل إجابتك.

توجد عدة مصادر للتدفق الحراري الذي قد يتبع بسبب تفكك العناصر الكيميائية المشعة الموجودة في القشرة الأرضية، البرنس والنواء الأرضية.

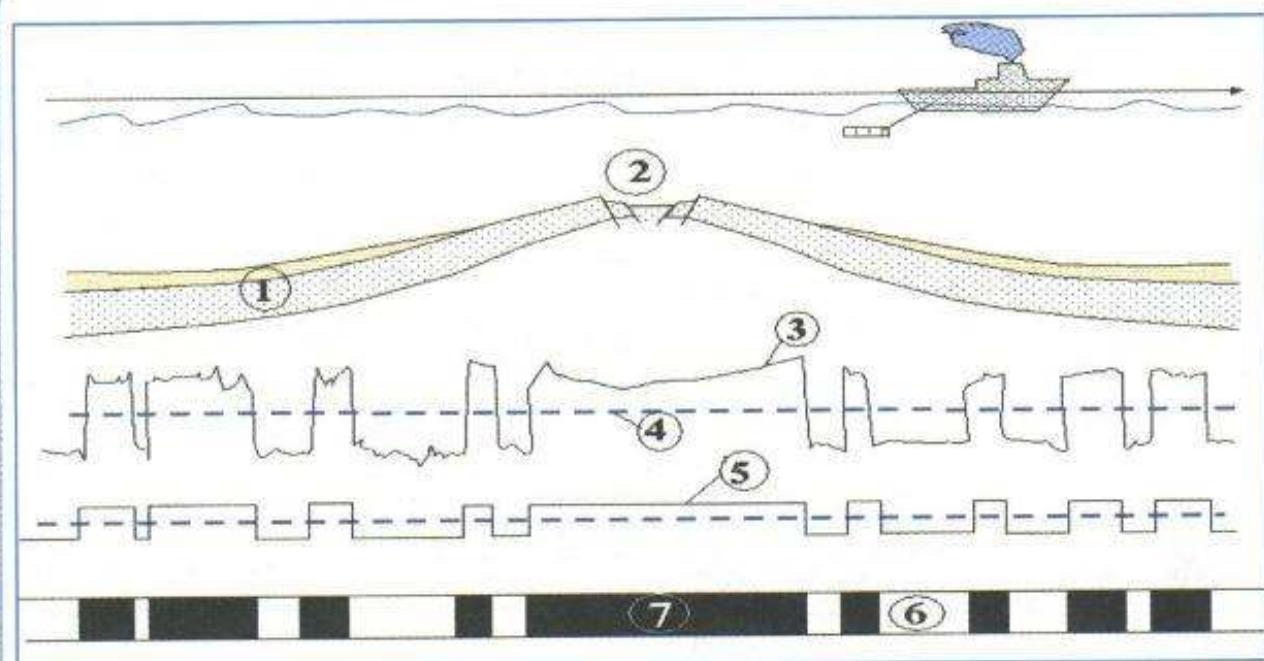
الطاقة المنبعثة (واط)	الطاقة المنبعثة (واط/كلم ³)	الحجم (كلم ³)	بيان الحدود المقابل
1700	$10^9 \times 4.5$	القشرة القارية	مصادر التدفق الحراري الأرضي:
300	$10^9 \times 4$	القشرة الحيوطية	
30	$10^9 \times 920$	البرنس	1. أكمل الجدول.
0	$10^9 \times 180$	النواء	2. باستغلال نتائج الجدول، حدد المصادر الأساسية للطاقة الداخلية للأرض.
$10^{12} \times 36.45$ الطاقة الكلية المنبعثة عن تفكك النظائر المشعة بالواط			
الطاقة الكلية			

التمرين 4



1. ضع البيانات المناسبة مكان الأرقام المبينة في الرسم.
2. ضع عنواناً مناسباً للرسم.

التمرين 5



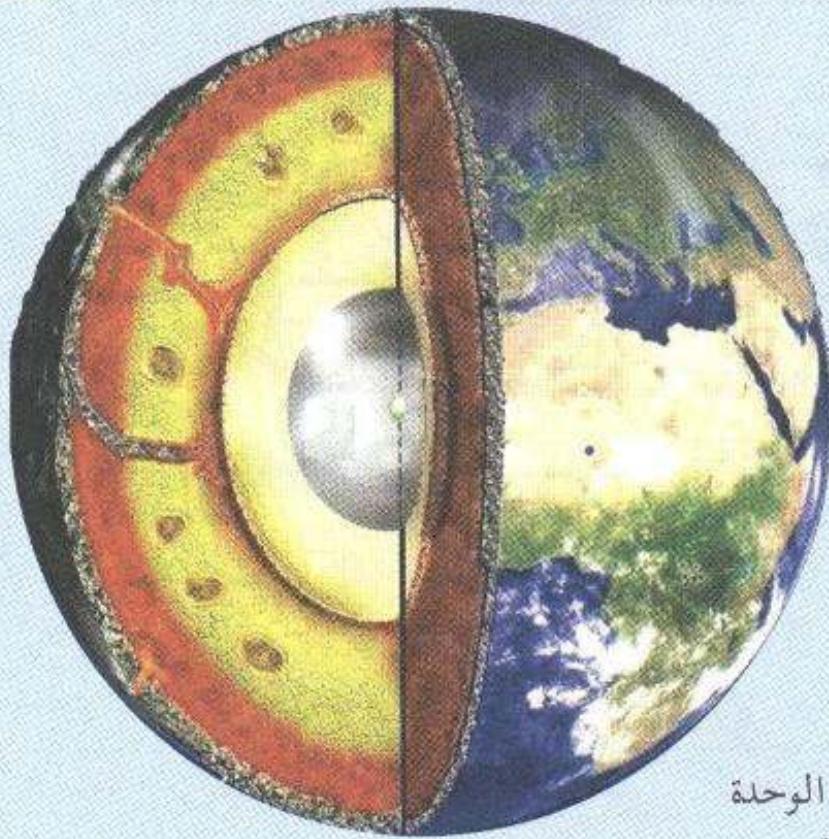
1. ضع البيانات المناسبة مكان الأرقام المبينة في الرسم.
2. ضع عنواناً مناسباً للرسم.
3. ما هي الصخور والمعادن المستعملة في تحديد المغذنة الأرضية المستحاثة. علل إجابتك.

الوحدة 2

بنية الكرة الأرضية

يعتمد العلماء حالياً في دراستهم لبنية الكبة الأرضية على مجموعة من العلوم: الجيولوجيا، الجيوفيزيا، و الجيوكيمياء، حيث تتوقف دراستهم على معطيات غالباً ما تكون غير مباشرة تسمح بوضع نماذج توضيحية لهيكلة وعمل الأرض، ولكن تبقى المعطيات الميدانية أساسية لفهم الظواهر الجيولوجية.

ما هي الظواهر الجيولوجية والمكونات المعدنية والكيميائية التي اعتمد عليها العلماء
لทราบ البنية الداخلية للكبة الأرضية؟



عناصر الوحدة

1. الموجاتزلالية.
2. التركيب الكيميائي لصخور القشرة الأرضية والبرنس (المغط).
3. نبذة البنية الداخلية للكبة الأرضية.

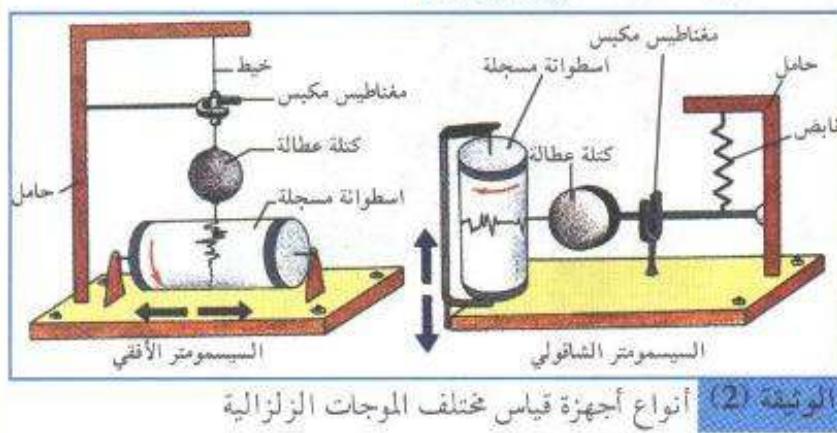
الموجات الزلزالية

تنتتج عن حركات القشرة الأرضية موجات زلزالية تنتشر في كل الاتجاهات، يتم تسجيلها في محطات منتشرة في مختلف بقاع العالم.

ـ كيف تعمل المسجلات الزلزالية؟ ما هي أنواع الموجات الزلزالية وكيف تنتشر في المستويات الداخلية للكرة الأرضية؟



الوثيقة (1) صورة لخطة زلزالية



الوثقة (2) أنواع أجهزة قياس مختلف الموجات الزلزالية

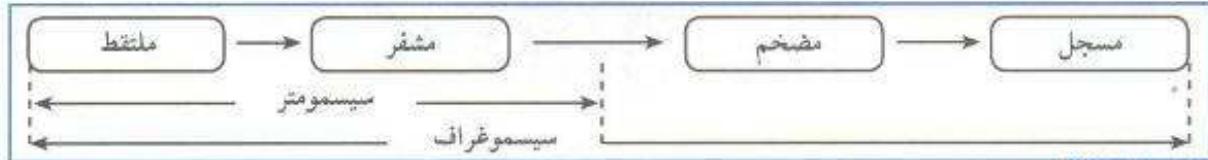
تميز المسجلات الزلزالية الحديثة بحساسية عالية، تسمح بتسجيل الحركات الأرضية بواسطة ملقط عطالي كهرو-مغناطيسي (Capteur inertiel électro-magnétique)

حيث تضم الإشارة إلكترونيا وترسل تسجيلات إلى محطة زلزالية مركبة أين يتم إدماجها ثم الحصول على تسجيل نهائي، وبالتالي يمكن دراسة نفس الزلزال في محطات مختلفة من العالم.

تنتشر حركات القشرة الأرضية خلال زلزال معين في كل اتجاهات الفضاء وللحصول على تحليل لهنه الحركات نستعمل جهاز تسجيل الموجات الزلزالية (السيسمومتر) التي تسجل في نفس الوقت الحركات في ثلاث اتجاهات متعامدة.

تنقسم أجهزة التسجيل (السيسمومتر) إلى نوعين:

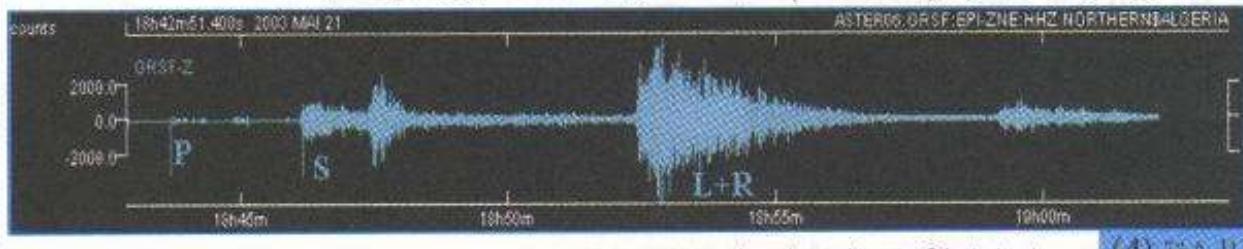
- السيسمومتر الأفقي: يسجل الموجات العرضية وينصب في اتجاهين شمال-جنوب وشرق-غرب
- السيسمومتر الشاقولي: يسجل الموجات العمودية فقط.



الوثقة (3) خطط خطة زلزالية

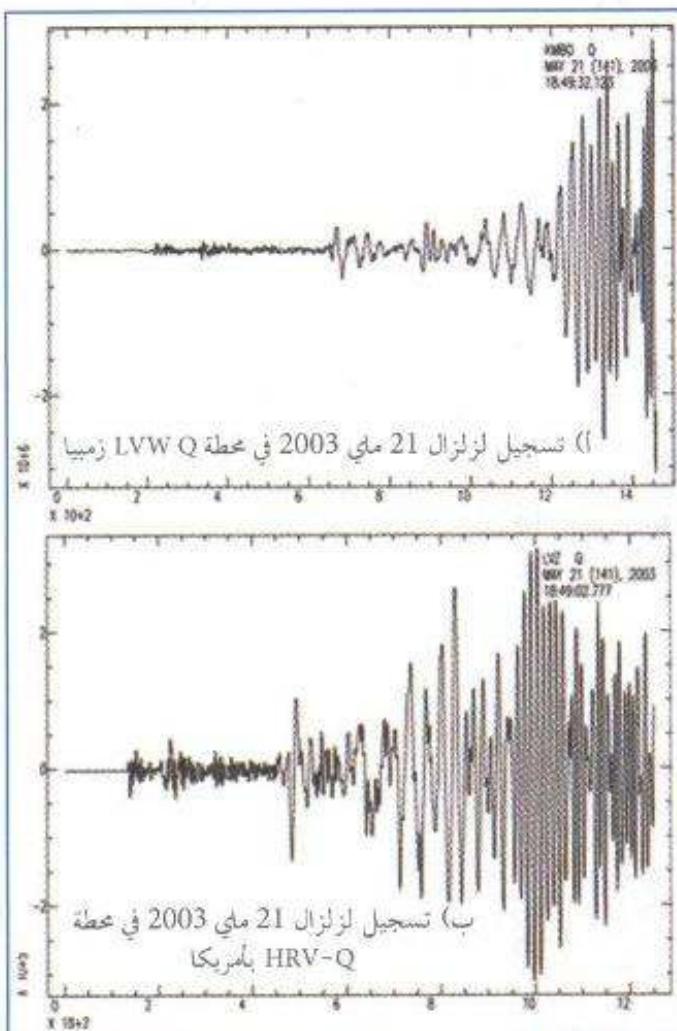
٢ تحليل تسجيلين لزلزال 21 ماي 2003 بالجزائر

ضرب منطقة بومرداس (شمال الجزائر) يوم 21 ماي 2003 على الساعة 18:44 دزلاز قوته 6.8 على سلم ريشتر (حسب المركز العالمي للزلالز بأمريكا: دانفر بكورادو) دام حوالي 40 ثانية، انتشرت آثاره على قطر يقدر بحوالي 100 كيلومتر، حيث أحسن به سكان ماليوركا بإسبانيا.



الوثيقة (4) تسجيل زلزال 21 ماي بالجزائر في محطة ASTER بفرنسا

حدد مركز الأبحاث في علم الفلك والجيوفيزياء بالجزائر (CRAAG) مركزه السطحي في البحر على بعد 7 كيلومتر من مدينة زموري التي تقع على بعد 60 كيلومتر شرق الجزائر العاصمة، وحددت بيئته على عمق قدر بـ 10 كيلومتر، لذا يعتبر زلزالاً سطحياً، يصنف هذا الزلزال ضمن الزلالز المتوسطة إلى عالية القوة.



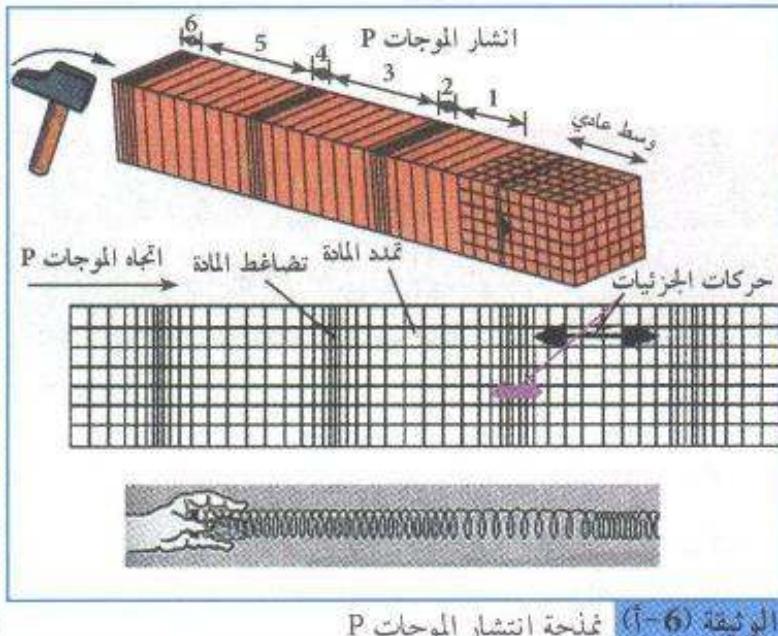
الوثيقة (5) تسجيلات زلزال 21 ماي في محطتين مختلفتين من العالم

استغلال الوثائق:

- اعتماداً على مبدأ عمل المسجل الزلالي، حدد سبب تركيب ثلاثة أجهزة سيسنومتر في محطة تسجيل الزلزال؟
- ما هو الفرق بين السيسنومتر والسيسموغراف؟
- حلل التسجيلات الحصول عليها في الوثيقة (4) مرتباً الموجات الزلالية حسب زمن وصولها إلى الحطة من جهة وحسب سعتها من جهة أخرى؟
- ما هي العلاقة بين سعة موجة الزلزال وسرعتها من جهة والعلاقة بين السعة وقوة التدمير من جهة أخرى؟
- حدد على الوثيقة (5-أ و ب) الموجات (L+R)-S, P.
- قارن تسجيلات الوثائقين (4 و 5). ملأماً تستنتج؟

٣ غط انتشار الموجات الزلزالية

ينتُج عن الحركات الزلزالية موجات تنتشر في كل الاتجاهات حيث يمكننا ملاحظة نوعين منها:



أ) الموجات الحجمية: وهي موجات تمر عبر الكثافة الأرضية وتتمثل في الموجات P و Sg.

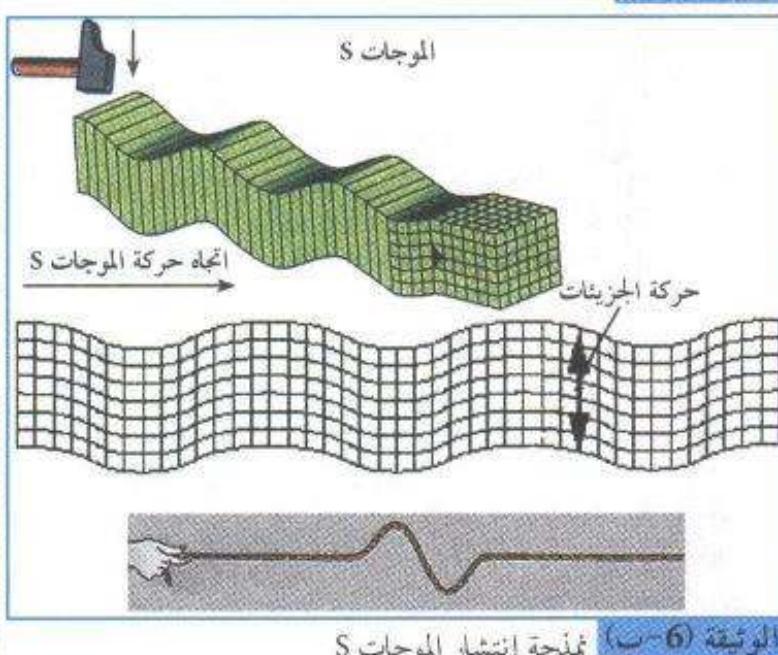
١- الموجات P: تعتبر الموجات P أولية لكون سرعتها كبيرة، وتدعى بالموجات الطولية، لها القدرة على الانتشار في المواد السائلة، الصلبة والهواء، حيث تكون حركة الجزيئات موازية باتجاه الموجة.

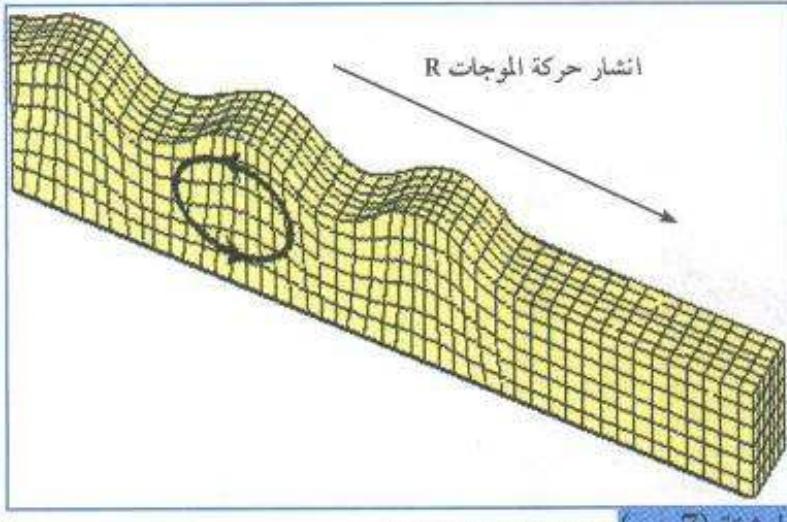
تبين الوثائق المقابلة رسومات خططية ومجسمات لطريقة انتشار الموجات الزلزالية في وسط معين.

٢- الموجات S: تعتبر الموجات S ثانوية لكون سرعتها أقل من سرعة الموجات P، تميّز بالانتشار في المواد الصلبة فقط، وهي عبارة عن موجات عرضيّة قصبة تكون حركة جزيئاتها متعامدة مع اتجاه الموجة.

ب) الموجات السطحية: يكون انتشارها موازياً لسطح الأرض وتمثل في الموجات L.

١- الموجات L: تعتبر الموجات L أقل سرعة من الموجات P و Sg لكنها ذات سعة كبيرة، تشبه حركتها حركة الموجات S بدون حركة عمودية، تتسبّب هذه الموجات في تحطيم قاعدة المبني.





الوثقة (7-ب) كيفية انتشار الموجات R

2- الموجات R: تصل الموجات R بعد الموجات L. تكون حركتها معقلة عمودية وأفقية في نفس الوقت (إهليجية)، تشبه حركة ذرة غبار تحملها موجة بحرية

● استغلال الوثائق:

1. استخلص من الوثيقة (6-أ و ب) طبيعة حركة الموجات P و S.
2. نذج انتشار الموجات الزلزالية P باستعمال نابض كما هو مبين في الوثيقة (6-أ).

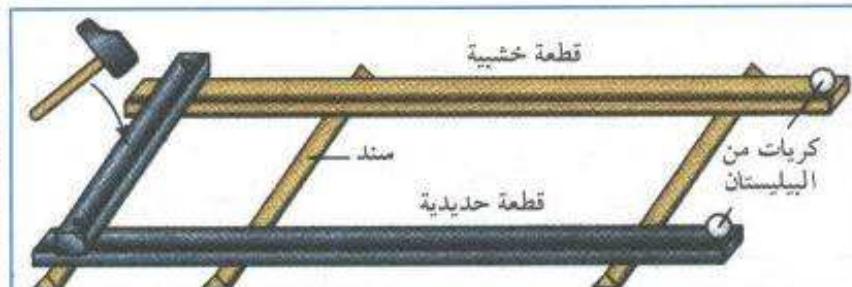
3. نذج انتشار الموجات الزلزالية S باستعمال نابض أو جبل كما هو مبين في الوثيقة (6-ب).
4. نذج انتشار الموجات الزلزالية L و R برمي كتلة صلبة (حجر) في وسط سائل (ماء) ثم لاحظ انتشار الموجات.
5. باستغلال مبرمج sismolog أو sismicwaves أو مبرمج آخر من الأنترنت قم بتسجيل ملاحظاتك حول انتشار مختلف الموجات الزلزالية على سطح الأرض وفي الأعمق. ملخص؟

*ملخص في بضعه أسطر أهم خصائص الموجات الزلزالية.

④ العلاقة بين سرعة انتشار الموجات الزلزالية وطبيعة المواد

* تذكرة العلاقة بين سرعة الموجات الزلزالية وطبيعة المادة:

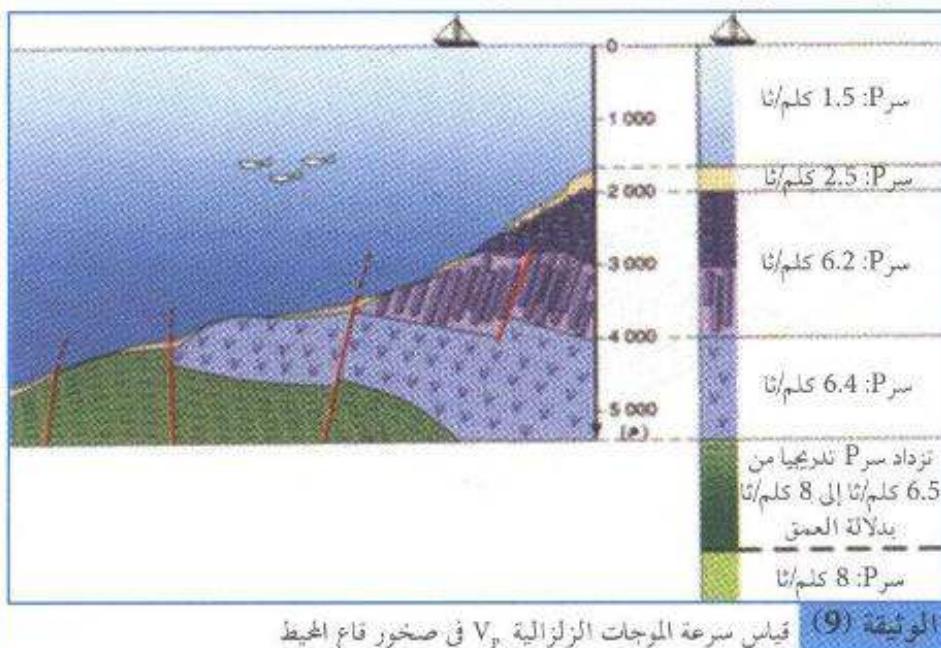
تجربة: خذ قطعة حديدية وأخرى خشبية طول كل منها يفوق 3 م واربطهما من جهة بقطعة أخرى حديدية. ضع فوق نهاية القطعتين كرتين من البيلستان ثم اضرب بواسطة مطرقة في وسط القطعة الحديدية الموصلة بين القطعتين.



الوثقة (8) تركيب تجاري يسمح بدراسة العلاقة بين سرعة الموجات الزلزالية وطبيعة المادة

• سجل ملاحظاتك. ملخص؟

* العلاقة بين سرعة انتشار الموجات الزلزالية وطبيعة الصخور:

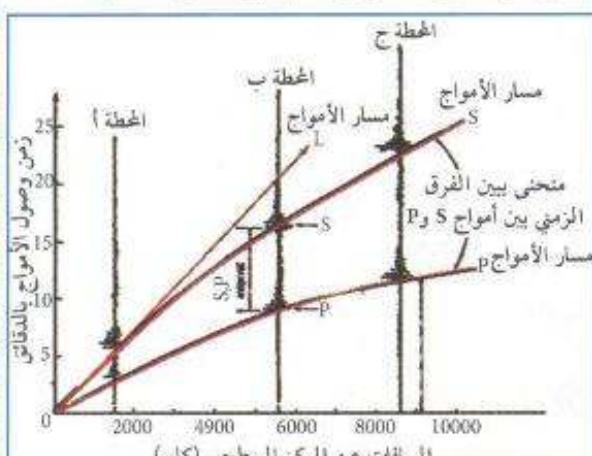


الوثيقة (9) قياس سرعة الموجات الزلزالية V_p في صخور قاع الحيط

تعتبر منطلقاً لتحديد بعض الخصائص الفيزيائية للطبقات الأرضية بدلالة العمق وذلك بطريقة مباشرة أو غير مباشرة الوثيقة (10).

نوع الصخر	غيرانيت	بازلت	غابرو	بيريدوتيت
السرعة V_p (كلم/نا)	6,73	6,24	7,25	7,75
الكتافة	2,65	2,90	3	3,2

الوثيقة (10) قياس سرعة الموجات الزلزالية V_p في صخور القشرة الأرضية



الوثيقة (11) منحنيات مسار الأمواج الزلزالية بدلالة البعد عن المركز السطحي للزلزال

وباستغلال منحنيات الوثيقة (11)، عين على كل منحنى نقطتين متبعادتين من اختيارك ثم احسب سرعة انتشار الموجات الزلزالية P, S, L . ماذا تستنتج؟

توصيل العلماء إلى تحديد طبيعة الصخور انطلاقاً من معاينة سرعة الموجات الزلزالية V_p في الخمس عشرة كيلومتر الأولى من عمق الأرض تحت الحيط الوثيقة (9).

كما أجريت قياسات فيزيائية تجريبية لسرعة الموجات الزلزالية V_p في مختلف صخور القشرة الأرضية، والتي

للتأكد من المعلومات المتوصّل إليها

سابقاً نستعرض التجربة المبينة في الوثيقة (11) حيث تستغل منحنيات الموجات

الزلزالية P, S, L المسجلة في ثلاث محطات

مختلفة (أ، ب، ج) تقع على التوالي على

بعد 1500 كيلو 6000 كيلو 9000 كيلو من المركز السطحي للزلزال. حيث تم تمثيلها في معلم يتضمن زمن وصول مختلف الموجات الزلزالية بدلالة المسافة التي تفصلها عن المركز السطحي للزلزال.

● استغلال الوثائق:

1. حل الوثيقة (9)، قارن النتائج المتوصّل إليها بنتائج الوثيقة (8). ماذا تستنتج؟

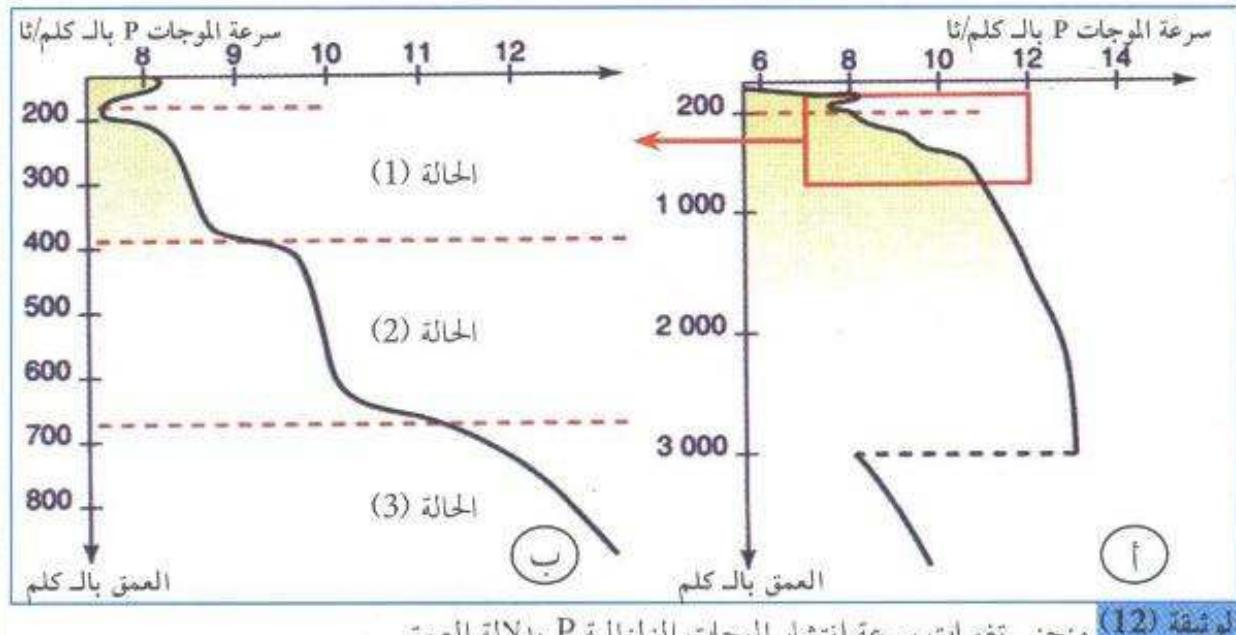
2. اقترح تفسير الاختلاف في سرعة الموجات الزلزالية في الصخور الموضحة في (الوثيقة 10).

3. بناءً على غط انتشار مختلف الموجات الزلزالية وباستغلال منحنيات الوثيقة (11)، عين على كل منحنى نقطتين متبعادتين من اختيارك ثم احسب سرعة انتشار الموجات الزلزالية P, S, L . ماذا تستنتج؟

٥ العلاقة بين خصائص المواد وسرعة انتشار الموجات الزلزالية

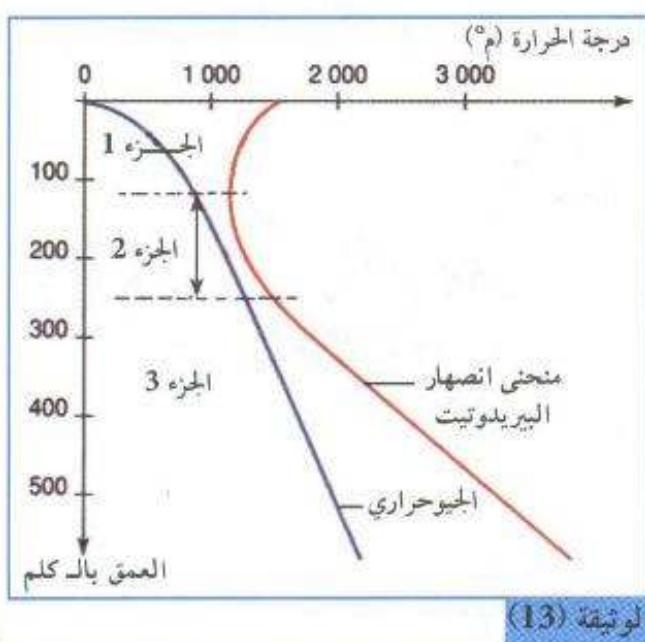
ترتبط سرعة انتشار الموجات الزلزالية بالحالة الفيزيائية والطبيعة الكيميائية ل مختلف المواد المكونة للمستويات الأرضية التي تخترقها هذه الموجات.

لتفسير تغيرات سرعة الموجات الزلزالية بين عمق 40 و 2900 كيلومتر دراسة المنحنيات التالية:



بينت الدراسات المخبرية التي أجريت على صخر البريدوتيت في ظروف متغيرة من الحرارة والضغط، أنه يمر بثلاث مراحل أساسية وذلك حسب حالته الفيزيائية (الصلبة، الانتقالية والمطاطية).

استغلال الوثائق:



- حل معطيات الوثيقة (12)، مما تستنتج فيما يخص تغيرات سرعة الموجات الزلزالية بدلالة العمق.
- حل الوثيقة (13) ثم استنتاج الحالة الفيزيائية للجزء (1, 2, 3).
- اعتماداً على الحالة الفيزيائية للبريدوتيت في الأجزاء السابقة، فسر تغيرات سرعة انتشار الموجات الزلزالية الموضحة في الوثيقة؟
- قارن بين الوثيقتين (12 - ب و 13).

* باستغلال نتائج المقارنة استخلص إذا العوامل المؤثرة في سرعة الموجات الزلزالية وأهم الانقطاعات في البنية الداخلية للأرض.

النشاط 2

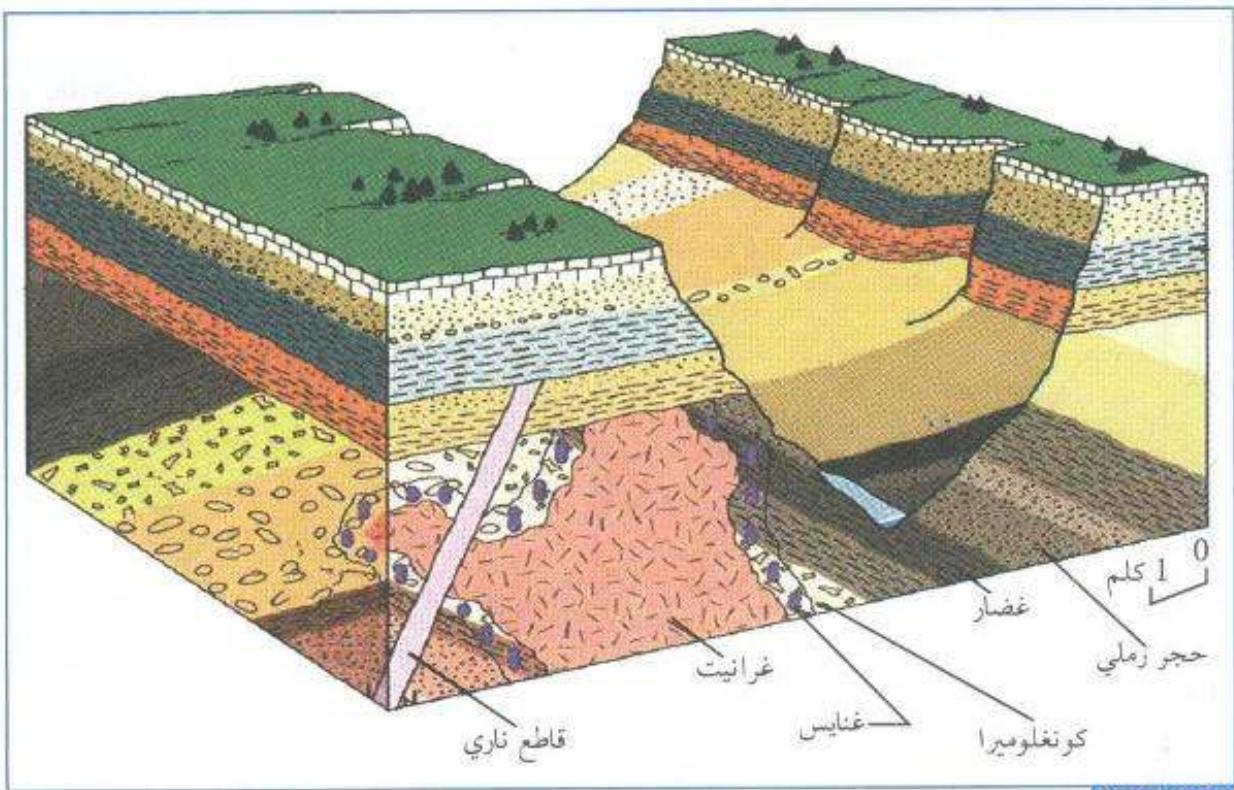
التركيب الكيميائي لصخور القشرة الأرضية والمعطف (البرنس)

تبين من النشاط السابق أن باطن الأرض يتكون من عدة أغلفة (طبقات) فوق بعضها البعض حيث يمكن التعرف على الجزء الخارجي منها كالقشرة والبرنس وذلك بتحديد تركيبيهما الكيميائي والمعدني، أما الجزء الداخلي فيتمكن التعرف عليه بطرق غير مباشرة.

ما هي أنواع الصخور المكونة للقشرة والبرنس وما هو تركيبها الكيميائي والمعدني؟

١ التذكير بالمكتسبات القبلية

تعتبر الصخور الوحيدة الأساسية الكونية للقشرة الأرضية تميز فيها عدة أنواع، مجسم الوثيقة (١) يوضح أهم أنواع هذه الصخور وكيفية تشكلها.

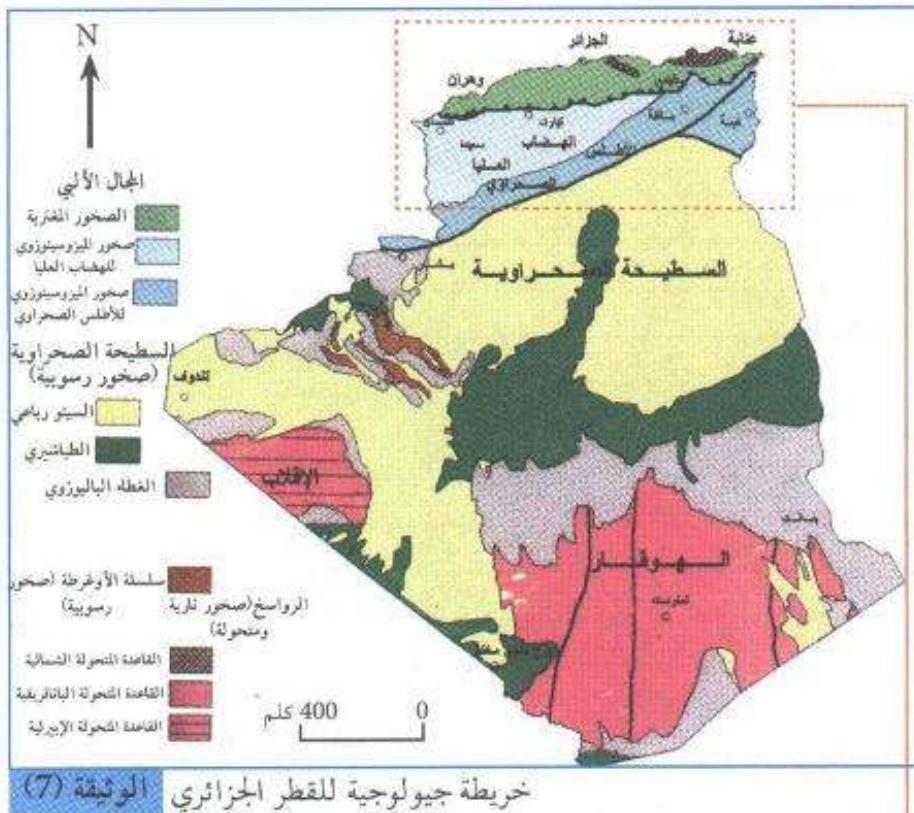


الوثيقة (١) مجسم لأهم صخور القشرة الأرضية

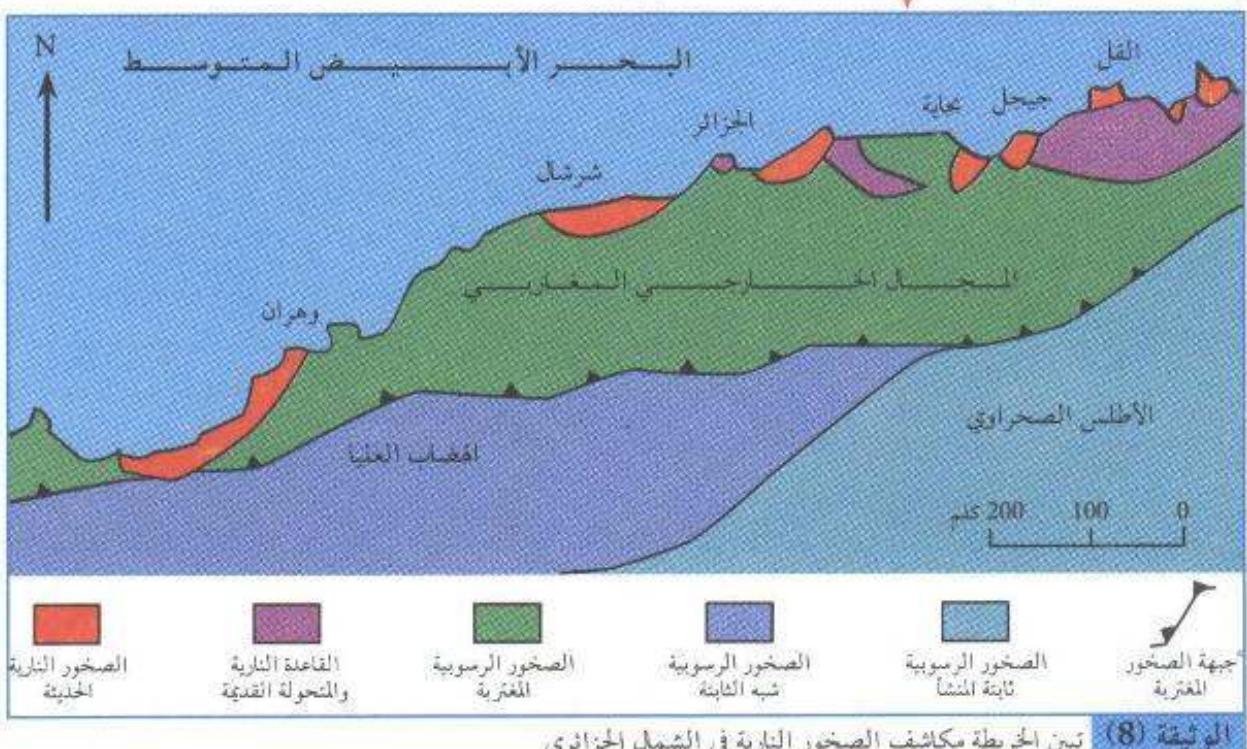
- بالاعتماد على معلوماتك ويستغلل مجسم الوثيقة (١) استخرج أنواع الصخور المكونة للقشرة الأرضية وحدد مراحل وكيفية تشكيلها.

٢ دراسة صخور القشرة الأرضية

يتطلب إجراء هذه الدراسة القيام بزيارات ميدانية، ثم تستكمل للدراسة العملية في مخبرها.



(1) تحديد أماكن إجراء الزيارة الميدانية:
تظهر صخور القشرة القارية على مستوى المكافف السطحية، حيث يمكن من خلالها جمع عينات وملحوظتها.
تبين الوثائقين (7 و8) مكافف الصخور النارية والمتحولة على مستوى القطر الجزائري بصفة عامة والتي يمكن إجراء رحلة إليها لدراسة مواد أرضية بارزة وجمع عينات.



يبين الجدول الموالي المناطق الواقعة شمال الجزائر والصخور المكونة لها والتي يمكن إجراء زيارة ميدانية إليها:

الصخور	المنطقة	الموقع	
غرانيت ± بازلت	جبل الدوغ (عنابة)	الشمال الفلسطيني	الجزائري
غرانيت	جبل فليفلة (سكيكدة)		
غرانيت	القل		
غرانيت + بيرودوبت	رأس بوغارون (القل)		
غرانيتوب - بازلت - سربتين	الميلية، تاكستة (مججل)		
غرانيت	أميرور (مجاية)		
بازلت	داس (بومرداس)		
بازلت	رأس جنات (بومرداس)		
غرانيتوب	القبائل الكبرى (عين الحمام)		
غرانيتوب	التنية - زموري - الكرمة		
غرانيتوب	العاصمة (بوزريعة)	وسط	الجزائري
غرانيت	شرشل		
ميكروغرانيت	مليانة (عين الدفلة)		
ريوليت	حمام بوحجر	ضواحي وهران	الغرب
بازلت	فلاوسن		
غرانيتوب	تيغريت		
غرانيتوب - بازلت	تمنفاست وضواحيها	سعيدة	الجزائري
غرانيتوب - بازلت	الاقلاع		

جدول مختلف مكاشف الصخور النارية **الوثيقة (9)**

يتطلب إجراء الرحلة الوسائل التالية:

- خريطة جيولوجية للمنطقة بمقاييس 1/50000 أو 1/20000 (لقراءة الخريطة ارجع إلى الوثائق المدمجة في كتاب السنة الثانية علوم طبيعية).
 - كناس لتدوين المعلومات وآلة تصوير.
 - مطرقة وزنها نصف كلغ لقلع العينات وأكياس بلاستيكية لوضعها فيها.
 - مكبة للتحديد الأولي للمعادن وبوصلة لمعرفة اتجاه الشمال.
- (2) الدراسة الميدانية:**

يحدد التلاميذ برفقة الأستاذ موقع المنطقة التي تم دراستها بدقة على الخريطة ويحدد الشمال عن طريق البوصلة.

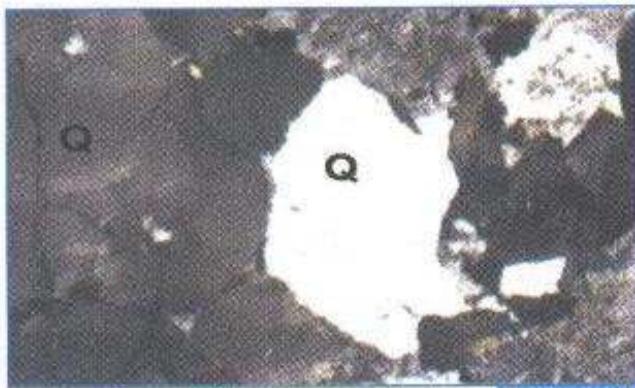
يرسم التلاميذ تصارييس الموقع مع تحديد الأماكن التي تؤخذ منها العينات وتدعمها بأخذ صور فوتوغرافية.

يحدد التلاميذ برفقة الأستاذ أنواع الصخور، كيفية توضعها. وذلك بقلع عينات خالية من التشوّهات، يرقوموها ويسعوها في أكياس بلاستيكية مع تحديد الرقم على العينة، وعلى الخريطة والرسم التصاريسي وتدوينها في الكناس.

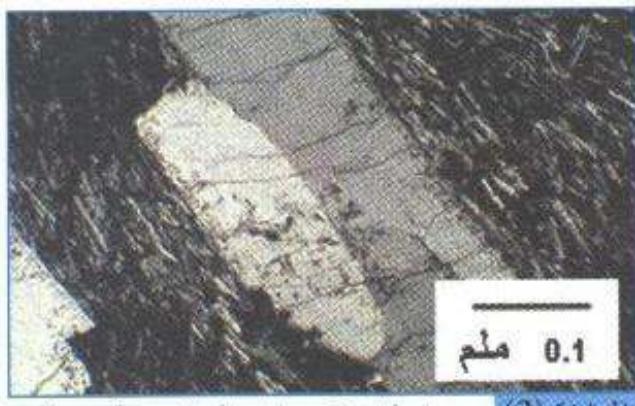
٣ خصائص بعض معادن صخور القشرة الأرضية والبرنس

خصائص المعادن المكونة لبعض صخور القشرة الأرضية:

يتطلب إجراء الدراسة الخبرية التعرف على بعض خصائص معادن الصخور المكونة للقشرة الأرضية:



الوثيقة (٢) صورة لشريحة معادن الكوارتز تحت المجهر المستقطب بالخلل



الوثيقة (٣) صورة لشريحة معادن الساندين تحت المجهر المستقطب بالخلل



الوثيقة (٤) صورة لشريحة معادن بلاجيوكلاز تحت المجهر المستقطب

أ) الكوارتز: SiO_2

- النظام البلوري: سداسي.
- اللون: يبدو عديم اللون بالعين المجردة، وشفاف تحت المجهر بدون محلل، رمادي أبيض بالخلل.
- الانفصام: عديم الانفصام.
- الشكل: ليس له شكل معين.
- التغير: غير قابل للتغير.

- المنشأ: له انتشار واسع النطاق في الصخور النارية الحمضية حيث يستعمل في التصنيف، الصخور الرسوبية الفتاتية كلحجر الرملي والصخور المتحولة كالغنايس والميكايت.

ب) الصفاح (الفلسيبار):

تشمل عائلة الصفاح جموعتين: مجموعة الفلسيبار البوتاسي ($\text{Si}_3\text{AlO}_8(\text{K},\text{Na})$) ممثلة بالأرتوز Orthose، الساندين Sanidine والميكروكلين Microcline.

مجموعة البلاجيوكلاز: $(\text{Si}_3\text{AlO}_8)(\text{Ca},\text{Na})$:

- اللون: أبيض أو وردي بالعين المجردة، شفاف تحت المجهر بدون محلل ورمادي فاتح بالخلل.
- الانفصام: يحتوي المعден على انفصامين متعددين، أحدهما غامض.
- الشكل: كامل الشكل أحياناً، يكون مستطيل أو موشورى،

- التوأمة: تكون بسيطة في الأرتوز والساندين، شبكة في الميكروكلين. ومركبة في البلاجيوكلاز.

- المنشأ: يتواجد في الصخور البركانية (ساندين والبلاجيوكلاز الكلسي) والصخور النارية الاندساسية كالغرانيت (أورتوز وميكروكلين والبلاجيوكلاز الصوبي) وفي الصخور المتحولة كالغنايس (أورتوز وميكروكلين والبلاجيوكلاز الصوبي).

- الالتباسات الممكنة: الكوارتز لا توجد به توائم.

ج) البيروكسين:

ينقسم إلى مجموعتين: مجموعة معيني مستقيم ومجموعة أحاجي الميل.

مجموعة المعين المستقيم (SiO_3)₂ L'Hypersthène (Fe,Mg)

مجموعة أحاجي الميل: $[(\text{Si},\text{Al})\text{O}_3]_2$ (Ca,Mg,Fe,Al) Augite

- اللون: عديم اللون وأحياناً أصفر بالعين المجردة.

- الانفصام: يتميز المقطع القاعدي بوجود عائلتان من الانفصامات بينهما زاوية 90° .

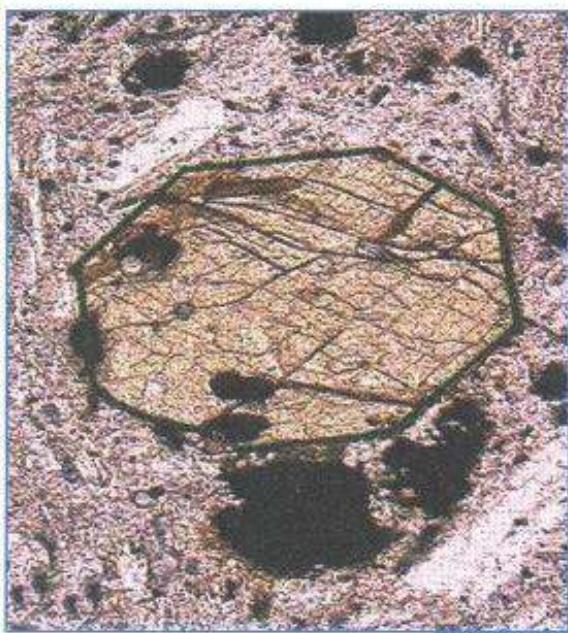
- التضاريس: عالية.

- الشكل: شكل كامل مستطيل، موشور أو متطاول.

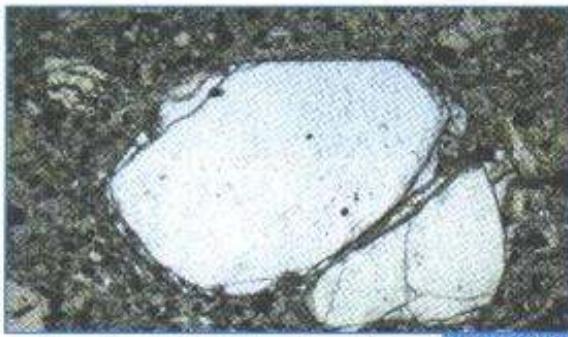
- التغير: يتغير إلى كلوريت وإلى الهورنبلاند الخضراء.

- لوان التداخل: متدرج من أصفر إلى الأزرق.

زاوية التعيم: تراوح بين $35 < \alpha < 45$.



الوثيقة (5) صورة لشريحة معدن أوجيت تحت المجهر المستقطب بدون محلل



الوثيقة (6) صورة لشريحة معدن الأوليفين تحت المجهر المستقطب بالخلل

د- الأوليفين (SiO_4)₂ (Fe,Mg):

- النظام البلوري: معين مستقيم.

- الشكل: موشور، مسطح أو على شكل حبيبات دائيرية.

- الانفصام: عديم الانفصام ولكن وجود تشققات أو تصدعات.

- التضاريس: عالية.

- اللون: عديم اللون، شفافية كاملة بدون محلل.

- لوان: زاهية بالخلل.

زاوية التعيم: $\alpha = 0$ عندما يكون التطاول واضحاً.

- التغير: إلى السيرينتين (Serpentine).

- المنشأ: معدن أساسي في الصخور النارية القاعدية وفوق القاعدية كالبازالت والغابرو والبيريدوتيت.

- الالتباس الممكنة: بيروكسين: وجود انفصامين.

ملاحظة: يمكن الرجوع إلى كتاب العلوم الطبيعية والحياة للسنة الثانية ثانوي (شعبة علوم تجريبية) لمعرفة الخصائص الضوئية للمعدن تحت المجهر المستقطب.

(3) الدراسة المخبرية:

يقوم التلاميذ بفرز الصخور بمساعدة الأستاذ وذلك عن طريق معرفة أنواع المعادن، ونسيج الصخور. تجرى هذه الدراسة على ثلاثة أنواع من الصخور وهي: الغرانيتoid، البازلت، البيرودوبيت، حيث أن مجموعة الغرانيتoid تضم الصخور النارية الحمضية والصخور المتحولة التي تكون أساساً القشرة القارية، يُدرس الغرانيت كمثال عنها، يُدرس البازلت الذي يكون أساساً القشرة المحيطية. ويُدرس البيرودوبيت الذي يكون البرنس.



الوثيقة (10) صورة لعينة من الغرانيت بالعين المجردة

⇨ دراسة صخر الغرانيت:

- أ) الدراسة بالعين المجردة:
يظهر الغرانيت على السطح بعد تعرية السلاسل الجبلية على شكل كتل صخرية دائيرة فاتحة اللون ذات امتداد واسع تحده صخور متحولة.
يعتبر الغرانيت صخراً نارياً حمضياً يتشكل من مجموعة من المعادن السيليكاوية.



الوثيقة (11) صورة لشريحة صخر الغرانيت تحت المجهر المستقطب

ب) الفحص بالمجهر المستقطب:

- للتعرف على المعادن المكونة للغرانيت يجب إنجاز شرائح صخرية سماكتها $30\ \mu\text{m}$ وملاحظتها بالمجهر الاستقطابي.

⇒ البازلت:

صخر ناري بركاني قاعدي، يتشكل على سطح الكرة الأرضية، يدخل في تكوين القشرة المحيطية يتكون من وزجاج بركاني تسبع فيه معادن كبيرة من الأوليفين، البلاجيوكلاز ومعادن صغيرة تكون ما يسمى بالنسيج الميكروليتي.



الوثيقة (13) صورة لشريحة صخر البازلت تحت المجهر المستقطب
بأغفل

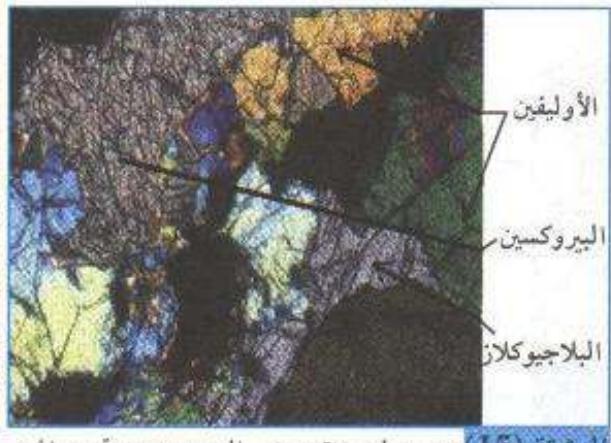


الوثيقة (12) صورة لعينة صخر البازلت بالعين المجردة

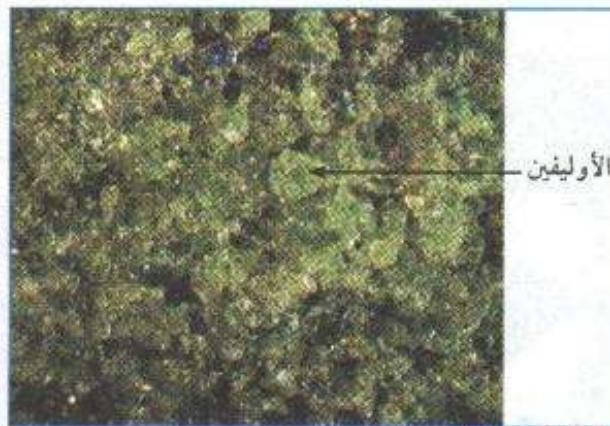
تظهر صخور البازلت عادةً محتويات من صخور عامة ترى معادنها بالعين المجردة تدعى البريدوتيت.

⇒ البريدوتيت:

صخر ناري فوق قاعدي، يكون البرنس الأرضي، يتكون أساساً من معادن الأوليفين وقليلًا من البروكسين.



الوثيقة (15) صورة لشريحة صخر البريدوتيت تحت المجهر
المستقطب



الوثيقة (14) صورة لعينة من صخر البريدوتيت

◆ استغلال الوثائق:

1. باستغلال الوثائق السابقة قارن بين التركيب المعdenي والنسيجي لصخور الغرانيتoid (الغرانيت)
والbazلت والبريدوتيت؟

2. ما هي العلاقة بين نسج هذه الصخور ومستويات التبريد على مستوى القشرة الأرضية والبرنس؟

٤) دراسة التركيب الكيميائي والمعدني للصخور:

يسعى التحليل الكيميائي للصخور والدراسة المعدنية لها بتحديد أنواع الصخور الحامضية والقاعدية، حيث تكون الصخور القاعدية عادةً لوجود نسبة عالية من المعادن الحديدية المغنية وتكون الصخور الحامضية فاتحة لاحتواها على نسبة عالية من السيليس والأليمينيوم

البيريدوت	البازلت	الغرانيت	نسب الأكسيد
44	49.81	70.37	SiO_2
2	16.17	14.70	Al_2O_3
8.5	10.89	2.91	$\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{FeO}$
42	6.08	0.91	MgO
3	9.81	2.14	CaO
0.3	2.76	3.67	Na_2O
0	0.90	4.10	K_2O
	3.58	1.20	

جدول يمثل نسب الأكسيد المكونة لصخور الغرانيت البازلت والبيريدوت (الموئقة 16)

البيريدوت	البازلت	الغرانيت (الغرانيت)	نسبة المعدن في الصخر
		21	الكوارتز
	9	41.8	الفلسيبار البوتاسي
	15	27.3	البلاجيكلاز
		7	الميكا
71.28	10		الأوليفين
28.71	10		البيروكسین
	55		الزجاج البركاني

جدول يمثل نسب المعادن المكونة لصخور الغرانيت البازلت والبيريدوت (الموئقة 17)

٥) استغلال الوثائق:

- حلل نسب الأكسيد والمعادن في كل من الغرانيت البازلت والبيريدوت؟ ماذا تستنتج؟
- باستغلال نسب العناصر الكيميائية من جهة وألوان المعادن من جهة ثانية حدد ألوان الصخور الثلاثة (الغرانيت البازلت والبيريدوت).

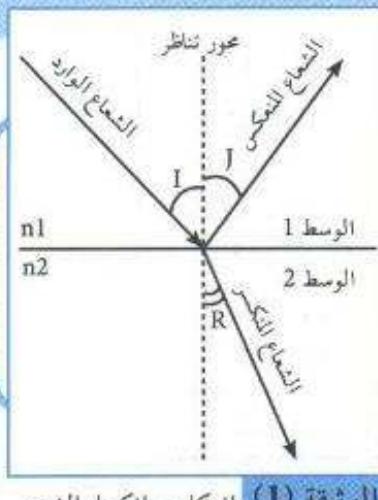
* لشخص في نص علمي الخصائص المعدنية والكميمائية لكل من الغرانيت البازلت والبيريدوت ثم استنتاج منشأها (مكان تشكلها) داخل القشرة الأرضية.

النشاط 3

نمنحة البنية الداخلية للكرة الأرضية

سمحت دراسة انتشار الموجات الزلزالية بتحديد المستويات الداخلية للكرة الأرضية ومكوناتها، كما استعملت طرق أخرى مكنت من تحديد هذه المستويات.

ما هي الطرق الكيميائية والفيزيائية التي استعملها العلماء لتحديد مختلف مستويات الكورة الأرضية وتركيبها الكيميائي؟

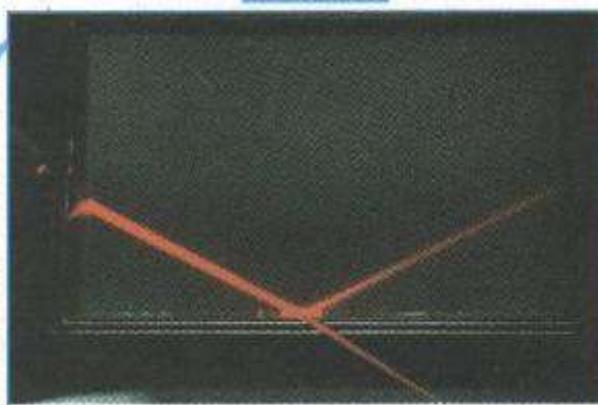


الوثيقة (1) انعكاس وانكسار الضوء

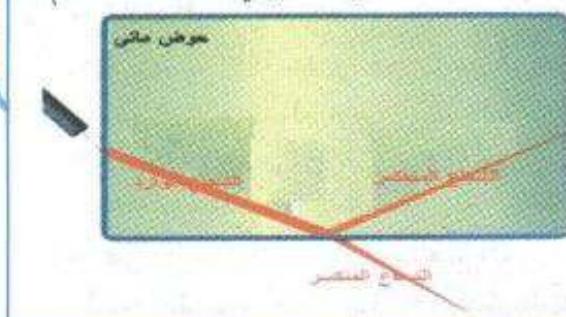
1 قوانين فيزيائية

قانون ديكارت: لدينا وسطان مختلفان (1 و 2) لهما قرينة انكسار مختلفة (n_1, n_2) حيث تكون:

- زاوية الشعاع الوارد (I) = زاوية الشعاع المنعكس (J).
- زاوية الشعاع المنكسر (R) مختلفة عن زاوية الشعاع الوارد (I).



سرعة الضوء في الهواء: 300000 كم/ثا
سرعة الضوء في الماء: 231000 كم/ثا



الوثيقة (2) نمنحة انتشار الضوء في وسطين مختلفين في قربة الانكسار

2 نمنحة انحراف الموجات الضوئية

تجربة: تمثل الوثيقة الموالية مسار شعاع ليزر يخترق حوضًا مملوء بماء عامٍ.

3 استغلال الوثائق:

1. اعتماداً على معلوماتك حول الضوء ومعطيات الوثيقة (1)، استنتج قوانين انعكاس وانكسار الضوء.
2. استنتاج مفهوم انعكاس وانكسار الضوء.
3. علل سلوك شعاع الليزر في وسطي الوثيقة (2)؟

٣. مذكرة منطقة الظل الزلزالية

تنطلق من بؤرة الزلزال موجات زلزالية تستقبلها عدة محطات في مختلف بقاع العالم، مهما كان موقع المركز السطحي للزلزال فإن الموجات P و S لا تستقبل في المحطات الموجودة في المناطق الخصوصية بين 11500 كيلومتر و 14500 كيلومتر من بؤرة الزلزال.

- فكيف يفسر اختفاء هذه الموجات في هذه المناطق؟ لفهم سبب اختفاء الموجات (P و S) في بعض المحطات نقترح إجراء التجربة الموضحة في الوثائق (3) و (4).

↳ الوسائل:

- قلم ليزر.

- علبة دائيرية كبيرة الحجم قطرها 25 سم.

- علبة دائيرية صغيرة الحجم قطرها 15 سم.

- سائل (ماء).

↳ التجربة:

(1) ترسل من قلم الليزر شعاعاً يمر عبر العلبة الكبيرة (الوثيقة 4)، ثم نلاحظ.

(2) نضع في وسط العلبة الكبيرة علبة صغيرة تكون ملءة بسائل (ماء).

(3) ترسل من قلم الليزر شعاعاً يمر عبر العلبة الكبيرة، ثم يصطدم بجدار العلبة الصغيرة، ثم نلاحظ (الوثيقة 5).

ملاحظة: من الأفضل أن تجرى التجربة في غرفة عائمة.

٤. استغلال الوثائق:

بالاستعانة بالتركيب التجريبي للوثائقين (4 و 5)

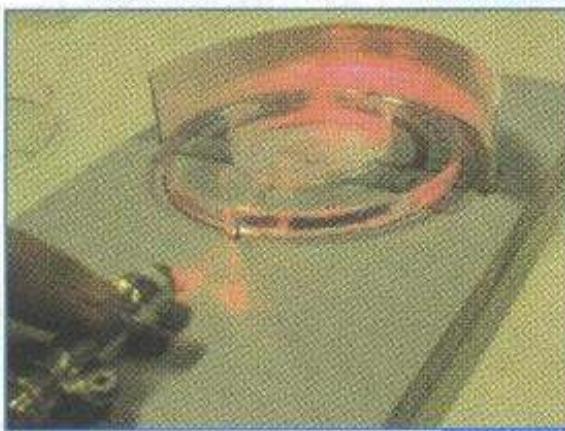
1. حل مسار شعاع الليزر المتحصل عليه، ماذا تستنتج؟

2. هل سُجل شعاع الليزر على مختلف نقاط سطح العلبة الكبيرة في التركيب التجريبي للوثيقة (5)؟

3. قس الزاوية المشكّلة بين شعاع الليزر وأخر شعاع منعكس.

4. قس الزاوية المشكّلة بين شعاع الليزر وأول شعاع منكسر.

5. علل اختفاء شعاع الليزر بين الزاويتين اللتين تم قياسهما. ماذا تستنتج؟



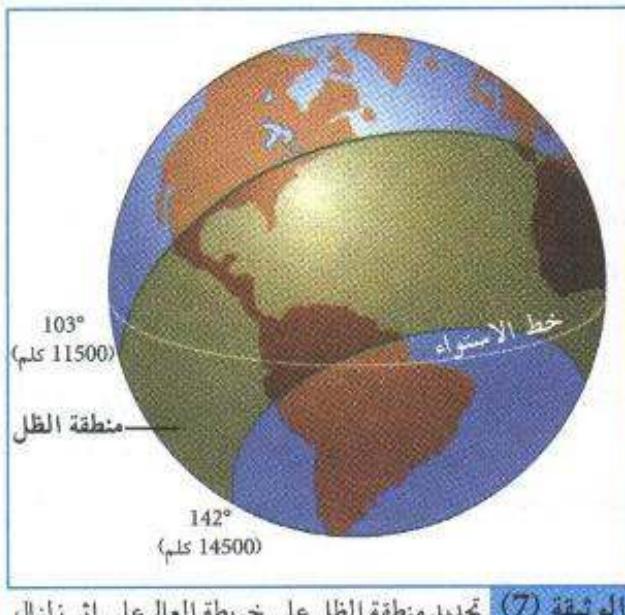
الوثيقة (4) تجربة منطقة الظل الزلزالي في وسط متجانس



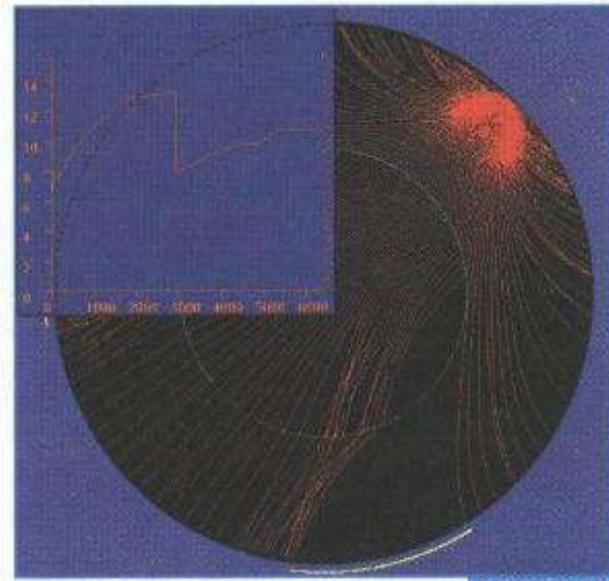
الوثيقة (5) تجربة منطقة الظل الزلزالي في وسط متباين

٤ معاينة تسجيلات انتشار الموجات P

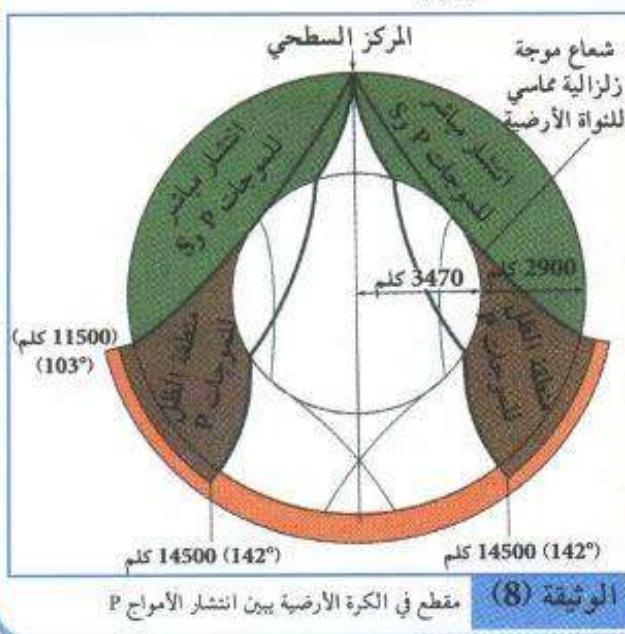
يبينت دراسة انتشار الموجات الحجمية (P) داخل الكرة الأرضية بعد حدوث زلزال وقع باليابان أن التسجيلات تمت في مختلف بقاع العالم باستثناء منطقة تقع ضمن حزام يمتد على مسافة قدرها 2500 كيلومتر. ولفهم هذه الظاهرة تستغل مبرمج محاكات (ondesp) الذي يستعمل المعطياتزلالية لنموذج البنية الداخلية للكرة الأرضية. المصمم: Académie d'Amiens.france - j.f. Madre، يسمح هذا المبرمج بلاحظة إنتشار الموجات P إثر حدوث زلزال، ومعاينة إنتشار الموجاتزلالية بدالة العمق، حيث تظهر الموجات P المنكسرة على سطح الأرض ابتداء من عمق 14500 كيلومتر. تسمح هذه الدراسة بالحصول على المعطيات الموضحة في الوثائق (6، 7، 8):



الوثيقة (7) تحديد منطقة الظل على خريطة العالم على إثر زلزال اليابان



الوثيقة (6) مقطع في الكرة الأرضية يوضح انتشار الموجاتزلالية في باطن الأرض على إثر الزلزال الذي حدث في اليابان

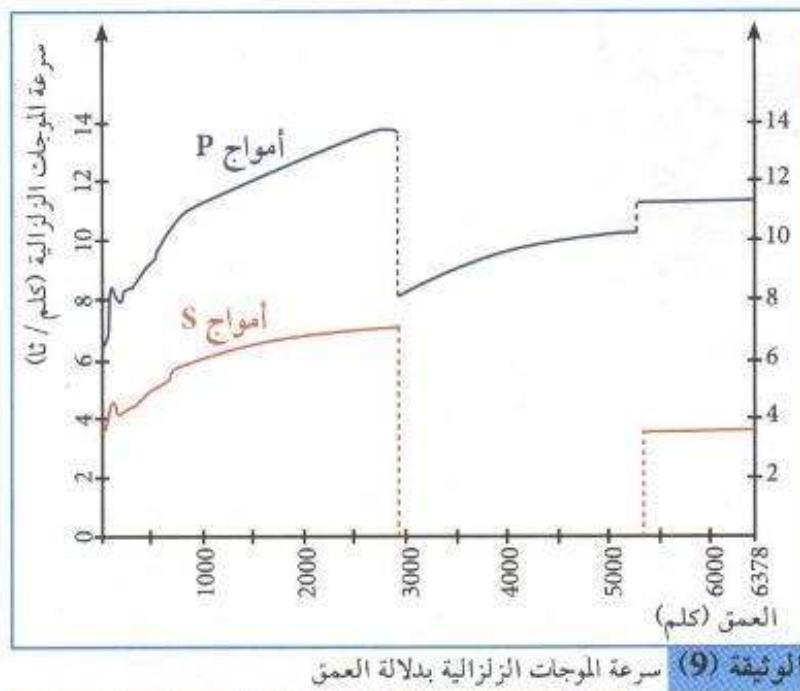


الوثيقة (8) مقطع في الكرة الأرضية بين انتشار الأمواج P

٥ استغلال الوثائق:

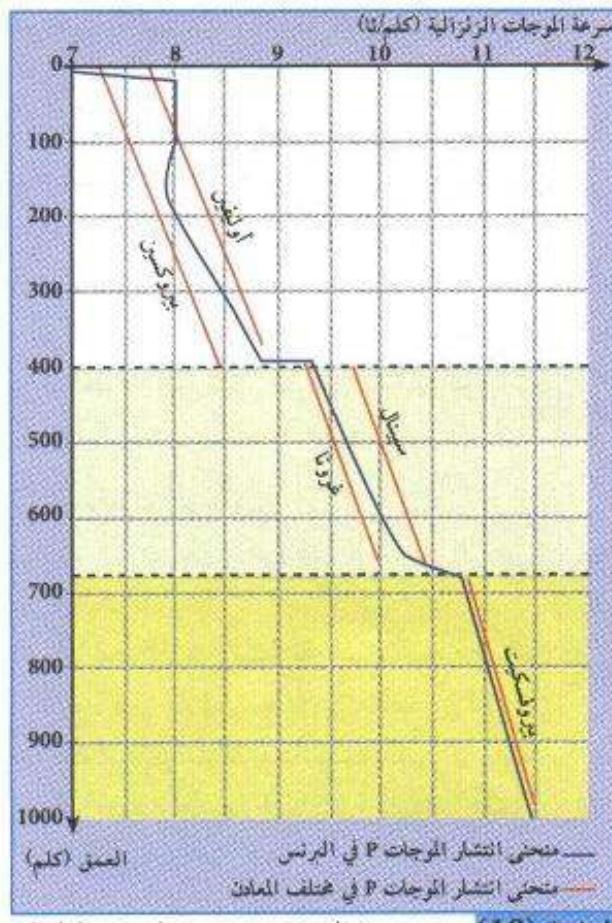
1. باستغلال نتائج تجارب النموذج، حدد سبب اختفاء الموجات P الواقعة بين مسافة 11500 كيلومتر و 14500 كيلومتر من المركز السطحي للزلزال؟
2. حلل منحني سرعة الموجات P (الوثيقة 6).
3. اعتماداً على الوثائقين (7 و 8)، ماذا تستنتج من خلال معاينة مسار الموجات P داخل الكرة الأرضية؟

٥ سرعة انتشار الموجات الزلزالية P و S بدلالة العمق



الوثيقة (9) سرعة الموجات الزلزالية بدلالة العمق

بيت تحاليل السيسموغراف المسجلة في مختلف محطات الاستقبال تغيرات مفاجئة لسرعة انتشار الموجات الزلزالية. كما هو موضح في الوثائقين (9 و10)، المثانة تبيان سرعة انتشار الموجات الزلزالية P و S بدلالة العمق في البرنس والتواء.



الوثيقة (10) متحنى يبين العلاقة بين سرعة الموجات الزلزالية بدلالة العمق والمعدن في البرنس

٦ استغلال الوثائق:

1. باستغلال الوثيقة (9)، حلل منحنى انتشار الموجات الزلزالية P و S داخل الكرة الأرضية.
2. باستغلال مسار الموجات الزلزالية P و S (الوثيقة (9)، حدد عدد وحدود الطبقات المكونة للكرة الأرضية.
3. حدد الحالة الفيزيائية للطبقات اعتمادا على خصائص انتشار الموجات الزلزالية S في الأوساط.
4. حلل منحنى الوثيقة (10)، ملأا تستنتج؟

٦ تحديد الطبيعة الكيميائية للمواد المكونة للبرنس والنواء



الوثيقة (11) صورة لعينات من النيازك

- بینت الدراسات الجيوفيزياية وجود ثلاث مستويات أرضية تمثل على التوالي في البرنس، النواة الخارجية والنواء الداخلية؛ لتحديد الطبيعة الكيميائية للمواد المكونة للبرنس والنواء يمكن استعمال النيازك أو تجربة Birch.

١) تصدر النيازك عن الخزان الذي يقع بين كوكبي المريخ وزحل وتمثل الكوندريت 85% منها.

- بینت التحاليل الجيوكيميائية التي أجريت على النيازك (الكوندريت) أنها تبدي نفس تركيب الكواكب الصخرية (الأرض) لكونها تشكلت من نفس المواد ولها نفس العمر، وتحتفظ النيازك عن الأرض في كونها غير متمايزة. توزع نسب المواد المكونة للكرة الأرضية على النحو التالي: 61% القشرة 25% البرنس، 25% النواة.

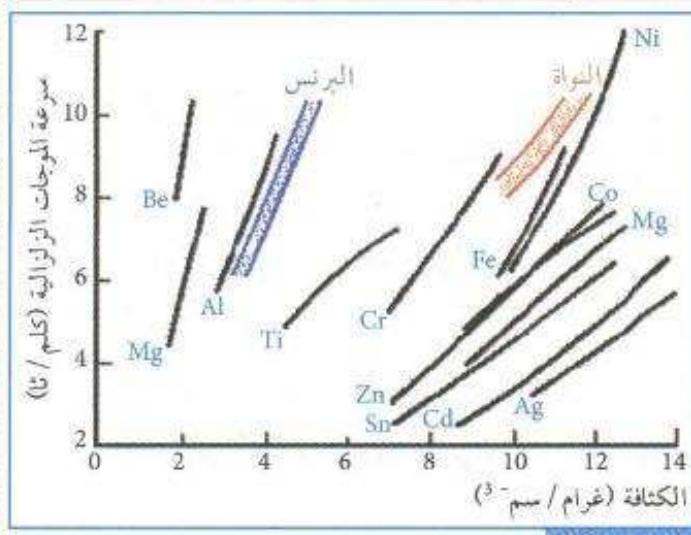
الكوندريت	الأرض
سيليكات (الأوليفين + البيروكسین): 75% على حديد (Fe. + Ni + S + P) 20%	النقبة غير المعروفة: 25%
سيليكات (الأوليفين + البيروكسین): 75%, الباقى تحتوى (Fe. + Ni + S + P) 20%	النقبة (الأوليفين + البيروكسین) 75% والعناصر 25%

يبين الجدول المقابل دراسة مقارنة بين العناصر الكيميائية المكونة للأرض والنيازك (الكوندريت).

٢) تجربة Birch: أجريت قياسات سرعة موجات التصادم على عناصر كيميائية (Fe, Cr, Al, Mg, Na) تحت عامل الضغط والحرارة المتغيرين والمماطلين لظروف البرنس والنواء. سمحت هذه القياسات بإنشاء مجموعة من الخطوط التي تمثل سرعة انتشار الموجات الزلزالية بدلالة كافية هذه العناصر.

٣ استغلال الوثائق:

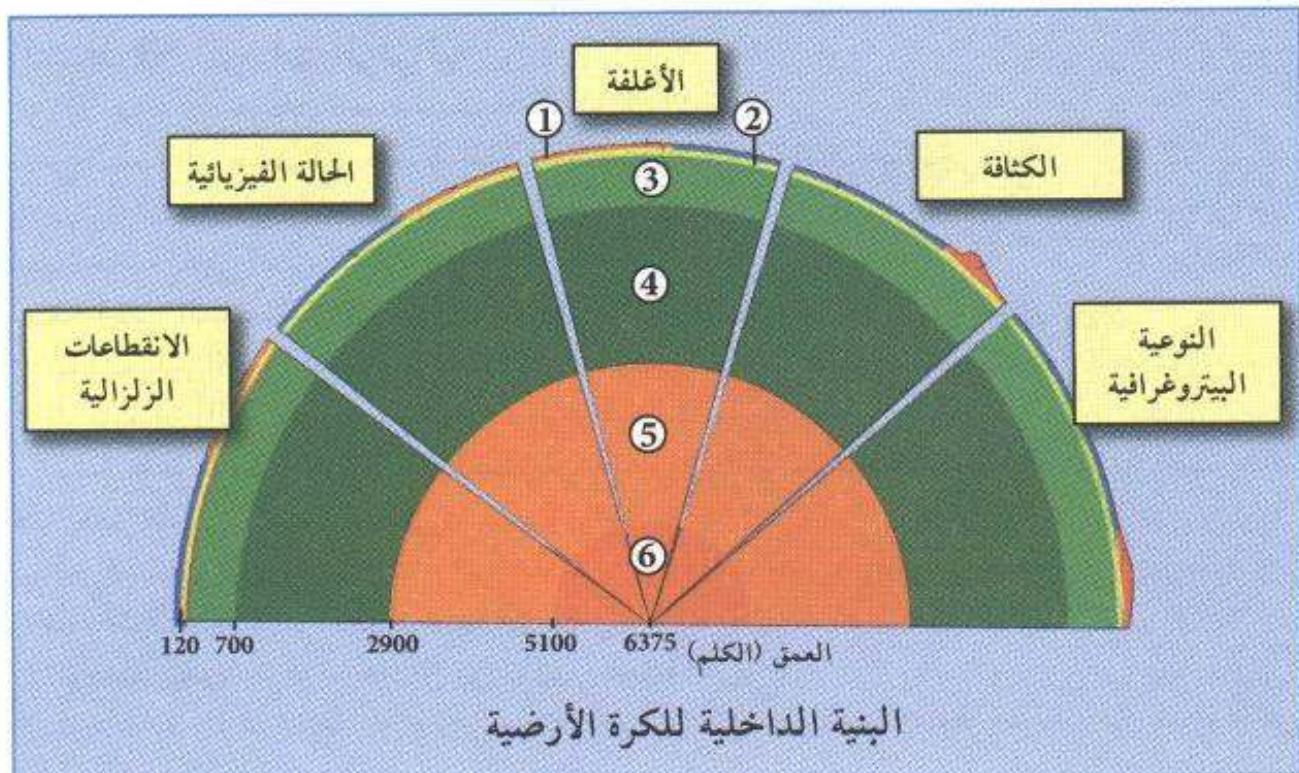
- قارن بين مكونات كل من الأرض والكوندريت.
- انطلاقاً من المقارنة السابقة ومعطيات الوثيقة (12)، حدد العناصر المكونة للبرنس والنواء ماذا تستخلص من ذلك.
- حدد الطبيعة الفزيائية للنواء، علماً أن المواد المكونة للبرنس عازلة والمواد المكونة للنواء ناقلة للكهرباء.



الوثيقة (12) العلاقة بين سرعة انتشار الموجات الزلزالية في كل من البرنس والنواء وسرعة موجات التصادم في بعض الأجسام الكيميائية

3. حدد الطبيعة الفزيائية للنواء، علماً أن المواد المكونة للبرنس عازلة والمواد المكونة للنواء ناقلة للكهرباء.

مخطط تفصيلي



- أنقل المخطط على كراسك باستعمال ورق شفاف، ثم تعرف على أغلفة الأرض بوضع البيانات على الأرقام (1، 2، 3، 4، 5، 6).
- حدد على المخطط في كراسك الحالة الفيزيائية وكثافة مختلف أغلفة الأرض.
- حدد على المخطط مكان الانقطاعات الزلزالية اعتماداً على المعلومات التي توصلت إليها.
- استخلص النوعية البيتروغرافية لمختلف أغلفة الأرض.

* أخز جسمًا لبيئة الكرة الأرضية على شكل طبقات اعتماداً على المعرفة المبنية خلال الوحدة.

الحصيلة المعرفية

النشاط ①: الموجات الزلزالية

الزلزال عبارة عن حركات أرضية تحدث داخل القشرة الأرضية.

تدعى النقطة التي حدث فيها الكسر بالبؤرة والنقطة السطحية بالمركز السطحي.

ينتج الزلزال عن عدم مقاومة المواد الداخلية للكرة الأرضية لقوى الشد وتبثث عنده موجات تسجل على أجهزة خاصة تدعى السيسمومتر.

تسمع أجهزة السيسمومتر بتسجيل الموجات الزلزالية وفق الأبعاد الثلاثة وتنقسم إلى نوعين:

- السيسمومتر الأفقي: يسجل الموجات الزلزالية وفق الاتجاهين: شمال-جنوب وشرق-غرب

- السيسمومتر العمودي: يسجل الموجات الزلزالية الشاقولية.

ترسل مجموعة قياس الزلزال (السيسمومتر) إشارة إلى السيسموغراف المكون من خطة مركزية حيث يصدر هذا الجهاز منحنى (تسجيل) يدعى السيسموغرام.

يسمع السيسموغرام بتحديد أنواع الموجات الزلزالية، وذلك حسب وصولها وسعتها.

- الموجات الأولية P: هي أول الموجات التي تصل وتكون ذات سعة صغيرة.

- الموجات الثانية S: لها سرعة أقل من الأولى وسعتها أكبر.

- الموجات L و R لها سرعة أقل ولكن سعتها أكبر وبالتالي تكون مدة وصولها أطول، وهي المسؤولة عن تحطيم المباني.

تنتشر الموجات P و S في جميع الاتجاهات ولذا تدعى بموجات الحجم.

تعتبر الموجات P موجات طولية من النوع التضاغطي التمدي، تنتشر في كل من الأوساط الصلبة والسائلة وتسجل بشكل جيد على السيسمومتر الشاقولي.

الموجات S: هي موجات عرضية (قصبة) تنتشر في الأوساط الصلبة فقط، تسجل بشكل جيد على السيسمومتر الأفقي.

الموجات L و R: تنتشر فوق سطح الأرض، تسجل بشكل جيد على السيسمومتر الأفقي.

تنتشر الموجات P و S داخل الكرة الأرضية، تتوقف سرعتها على الطبيعة الكيميائية والحالة الفيزيائية للمادة التي تخترقها.

توقف سرعة الأمواج الزلزالية على:

- كثافة الوسط حيث تزداد مع زيادة كثافة المواد التي تخترقها.

- ضغط الوسط حيث تزداد مع زيادة ضغط الأوساط التي تخترقها.

- حرارة الوسط حيث تزداد مع زيادة حرارة الأوساط التي تخترقها.

تكون سرعة الموجات الزلزالية في من نفس التركيب الكيميائي، أكبر في الحالة السائلة منه في الحالة الصلبة.

النشاط ②: التركيب الكيميائي لصخور القشرة الأرضية والبرنس (المعطف)

تُكون صخور الغرانيتويد القشرة القارية، تتكون أساساً من صخور نارية حمضية وصخور متحولة وصخور رسوبية، تمثل الصخور النارية الحمضية أساساً صخر الغرانيت الذي تشكل داخل القشرة الأرضية له نسيج بلوري ويكون من المعادن الكوارتز الفلسبار والميكا، فهو صخر اندساسي حمضي، حيث يدخل عنصر السيليس في تركيب الغرانيت بنسبة 70% ويدخل الألミニوم بنسبة 15%，لذا تعتبر القشرة القارية غنية بالسيليس والألミニوم وتسمى سial (Sial).

يمثل صخر البازلت القشرة الحيطية، له نسيج ميكروليتي (بلورات كبيرة من الأوليفين والبيروكسين وبلورات دقيقة من البلاجيوكلاز تسبح في زجاج برkan)، لذا يعتبر البازلت صخر بركان قاعدي، يدخل عنصر السيليس في تركيب البازلت بنسبة 49%，والألミニوم بنسبة 15% المعادن الحديدية المغنية بنسبة 20%，لذا تعتبر القشرة الحيطية فقيرة بالسيليس وغنية بعناصر الحديد والمغنيزيوم وتسمى سima (Sima).

يُكون صخر البريدوتيت البرنس، لونه أخضر داكن له نسيج بلوري، يتكون أساساً من معادن الأوليفين لذا يعتبر صخراً نارياً فوق قاعدي.

يدخل عنصر السيليس في تركيب البريدوتيت بنسبة 44% والمغنيزيوم بنسبة 42% والحديد بنسبة 8.5%，لذا تعتبر صخور البرنس فقيرة بالسيليس وغنية بالحديد والمغنيزيوم.

النشاط ③: مذكرة البناء الداخلية للكرة الأرضية

يتكون باطن الأرض من أغلفة دائيرية ذات خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة تحدّها انقطاعات.

يتكون الغلاف العلوي من قشرة صلبة حجمها أقل من 62%，وينقسم إلى قسمين:

- القشرة القارية: تتكون من صخور رسوبية، صخور نارية حمضية غرانيتية وصخور متحولة.

- القشرة الحيطية: تتكون أساساً من البازلت وهو صخر ناري قاعدي.

بين مسار الموجات الزلزالية P أن الغلاف الثاني يتمثل في البرنس، الذي ينقسم إلى بـرنس علوي وبرنس سفلي.

ينقسم البرنس العلوي بدوره إلى جزء علوي وجزء سفلي.

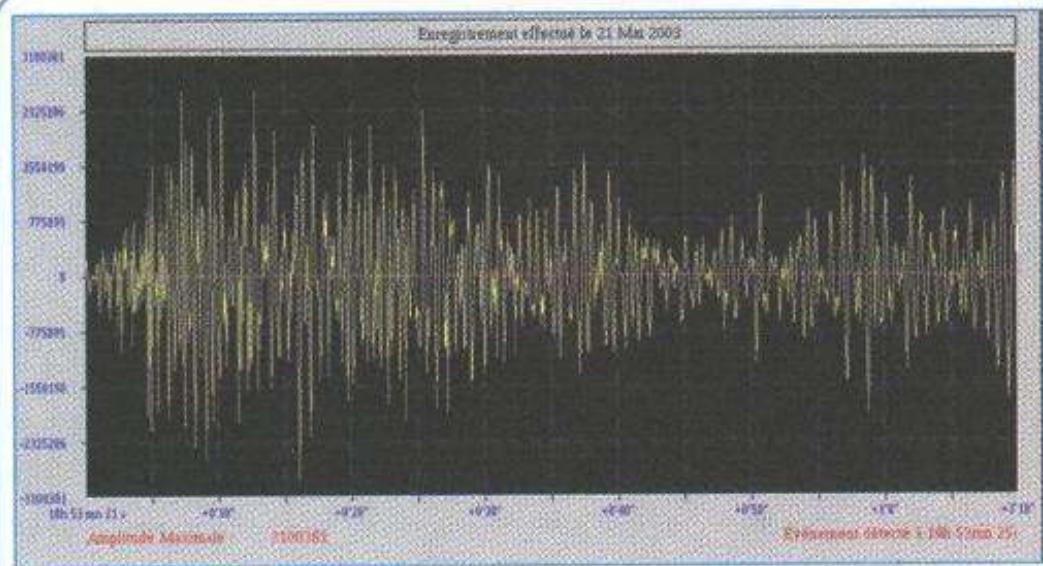
تُكون القشرة القارية والجزء العلوي من البرنس العلوي الليتوسفير وهي طبقة صلبة قابلة للانكسار مثل الألواح التكتونية، وتمثل الجزء السفلي للبرنس الأستينوفير.

بيّنت مقارنة المكونات الكيميائية لكل من الأرض والنيازك من جهة والتجارب المخبرية على العناصر الكيميائية من جهة ثانية أن البرنس يتركب أساساً من البريدوتيت وهو سيليكات الألومينيوم، الحديد والمغنيزيوم ويشكل أكبر نسبة من الكرة الأرضية 81%，وله سلوك جسم صلب.

يتكون الغلاف الثالث من النواة، حيث تشكل نسبة 17% من الحجم الكلي للكرة الأرضية وهي غنية بالحديد والنikel. بين انتشار الموجات الزلزالية S أن النواة تنقسم إلى نواة خارجية سائلة ونواة داخلية صلبة.

استثمر معارفي وأوظف قدراتي

التمرين 1



على إثر زلزال 21 ماي 2003 الذي وقع بالجزائر على الساعة 18:44 دقيقة تم تسجيل الموجات الزلزالية في مختلف محطات العالم منها محطة موناكو التي

وصلتها الموجات الأولية على الساعة 18:53 دقيقة و21 ثانية.

1. عين على الرسم كل من الموجات P , S , R + L .
2. إذا اعتبرنا أن سرعة الموجات $P = 6.5$ كم/ثانية، حدد المسافة التي تفصل الخطة عن المركز السطحي للزلزال.
3. حدد زمن وصول الموجات S إذا اعتبرنا أن سرعتها تقدر بـ 4 كم/ثانية.

التمرين 2

على إثر زلزال وقع في منطقة الشلف في 10 أكتوبر 1980، تم تسجيل زمن وصول الموجات P في مختلف محطات حسب الجدول الموالي:

محطات استقبال الموجات	المسافة (كم)	زمن وصول الموجات P (ثانية)	زمن وصول الموجات P (ثانية) المنكسر
1	20	3.5	
2	30	5.5	
3	40	7.2	12.7
4	56	10	14.6
5	135	24.1	
6	280	49	42.7
7	400	72	57.7

1. ارسم منحني الموجات الزلزالية المتعكسة والمنكسرة (المسافة بدلالة الزمن).
2. فسر المنحنيين.
3. احسب سرعة الموجات P في المخطتين 1 و 5.
4. احسب سرعة الموجات P في المخطتين 3 و 4.
5. علل النتائج المتوصل إليها في السؤالين 2 و 3.
6. ارسم مسار الموجات الزلزالية P آخذًا بعين الاعتبار أغلفة الكرة الأرضية.

التمرين 3

خرج باحث جيولوجي متخصص في علم البيئي وغرافيًا من جامعة قسنطينة إلى منطقتي رأس بوغارونة وناكسة الواقعتين على التوالي في ولايتي القفل وجigel، حيث أثر ثلات عينات (أ، ب، ج) بنت الدراسة بالعين المجردة أن العينة (أ) فاتحة اللون وتتميز بوجود معادن متساوية الحجم، وأن العينة (ب) تتميز بلون أسود داكن ووجود معادن كبيرة مخاطة بمعادن دقيقة يربطهما زجاج برکاني، أما العينة الثالثة فتتميز بلون أخضر زيتى ومعادن متساوية الحجم.

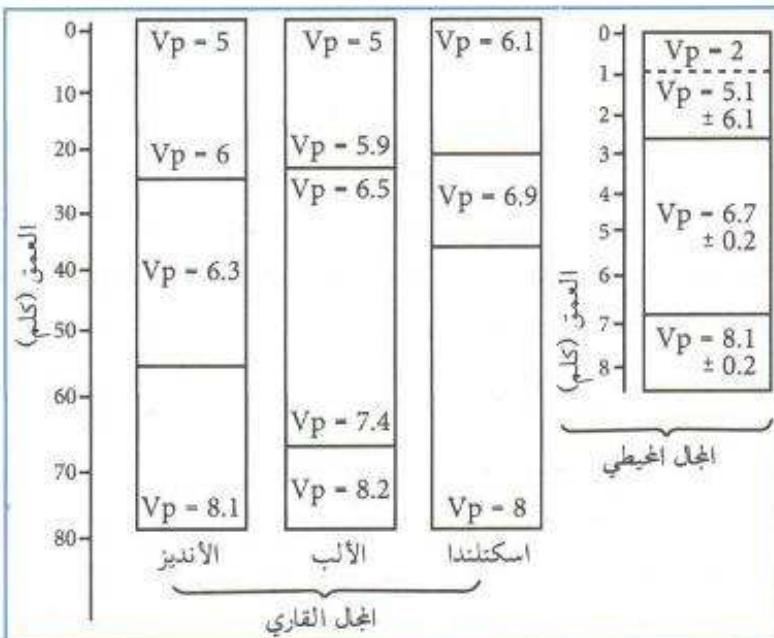
قام الباحث بعد عودته إلى المخبر بقطع شرائح دقيقة من هذه العينات سمكها 30mm، ثم قام بإجراء دراسة مجهرية عليها.

يبين الجدول الموالي أهم المعادن المكونة لهذه الصخور:

النسيج	المعادن	الصخر
	كوارتز + فلسيار + بلاجيوكلاز + أو مقبيول + ميكا	أ
	المعادن الكبيرة: أوليفين + بيروكسین + بلاجيوكلاز المعادن الدقيقة: (ميكروليت) الزجاج البرکاني	ب
	أوليفين + بيروكسین	ج

1. بناءً على معلوماتك حول أماكن تواجد الصخور في الجزائر حدد الصخر المميز لكل منطقة.
2. حدد أنواع الصخور (أ، ب، ج)، وما هو نسيجهما؟
3. حدد على رسم تشكيلي عام منشأ هذه الصخور.

التمرين 4



سرعة انتشار الموجات P في بعض القشرة الأرضية والبرنس الوثيقة (1)

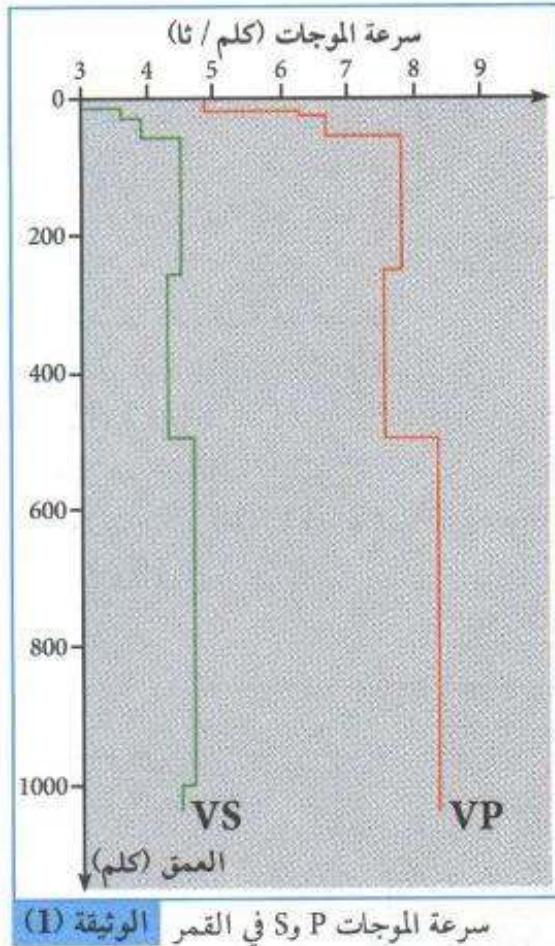
قام العلماء بإجراء قياسات لسرعة الموجات P في وسط المحيط الأطلسي، اسكتلندا، جبال الألب وجبل الأنديز وذلك باستعمال طريقة تعرف بالزلزالية الإنكسارية (Sis-mique réfraction) قصد تحديد البنية الداخلية للأرض. دونت النتائج المتحصل عليها في الوثيقتين (1 و2).

الكثافة	سرعة الموجات P	أنماط الصخور
1.7	$1.5 < V < 2.5$	رسوبات غير متتماسكة
2.5	$3.5 < V < 5.5$	رسوبات متتماسكة
2.65	$5.6 < V < 6.3$	غرانيت
2.7	$6.5 < V < 7.6$	صخور متحولة
2.9	$4 < V < 5.8$	بازلت
3	$6.5 < V < 7.1$	غابرو
3.2	$7.9 < V < 8.4$	بيريدوتيت

سرعة انتشار الموجات P في بعض الصخور الوثيقة (2)

- اعتماداً على الاختلاف في سرعة الموجات الزلزالية حدد انقطاع موهو على الأعمدة الأربع ثم قارن عمقه في المجالين (الحيطي والقاري). ماذا تستنتج؟
- باستغلال الوثيقتين (1 و2)، قدم فرضية حول طبيعة الصخور المتواجدة تحت الانقطاع وفوقه.
- قارن سماك المجال القاري بسمك المجال الحيطي، ماذا تستنتج؟

التمرين 5



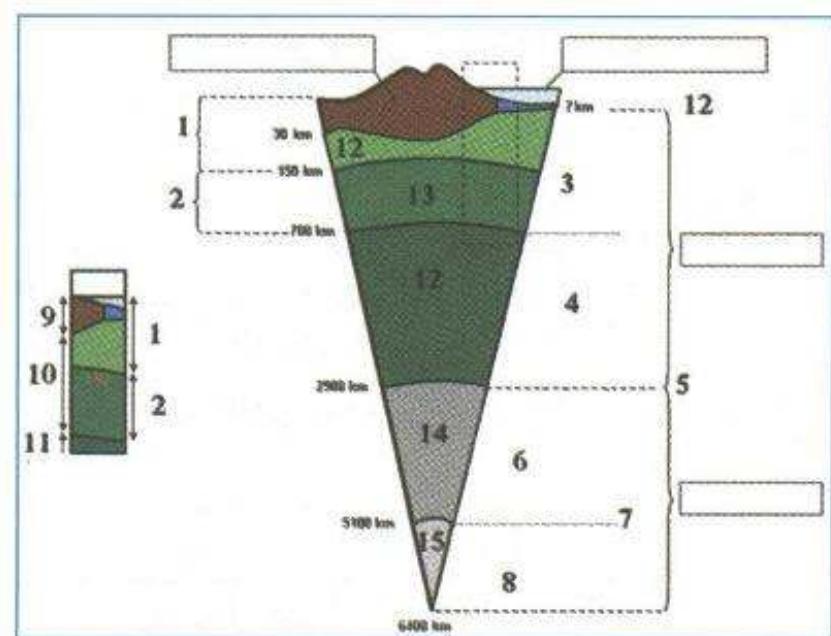
مكنت التجارب الزلزالية التي أجرتها حملة Apollo على سطح القمر من وضع نموذج لانتشار الموجات الزلزالية P و S بالنسبة لـ 1000 كم الأولى علماً أن نصف قطر القمر يقدر بـ 1738 كم. أظهرت الموجات S تباطؤاً ابتداءً من عمق 1000 كم كما بيّنت قياسات الكثافة وجود نواة مركزية قدر نصف قطرها بـ 300 كم.

يبيّن الجدول المولاي سرعة الموجات الزلزالية P في بعض الصخور الأرضية:

سرعة الموجات P (كم/ثا)	الصخور	البازلت	البيريدوتيت
6.7		7.7	

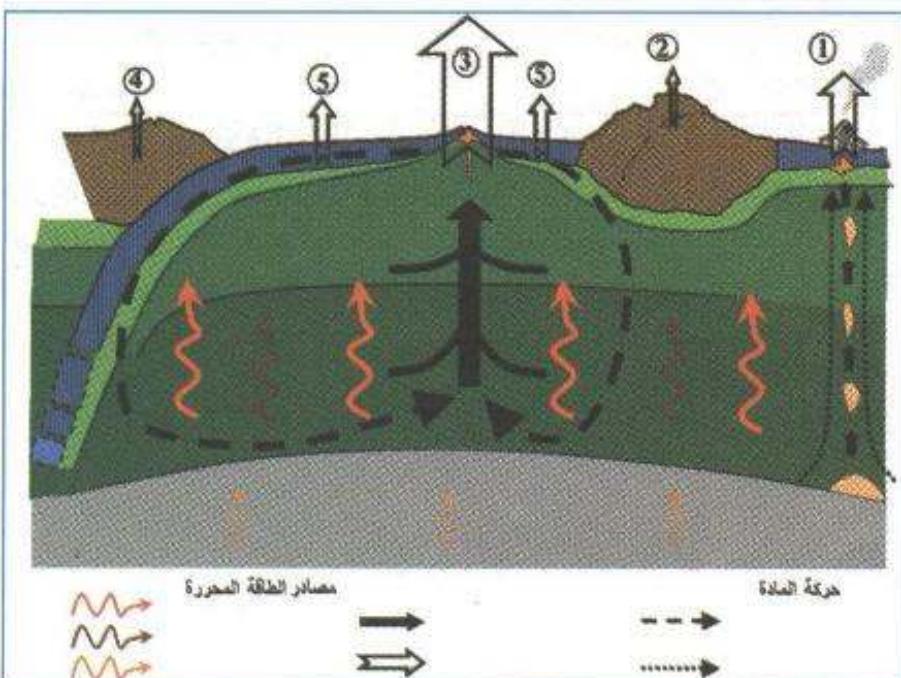
- حلل منحنيات انتشار الموجات الزلزالية.
- اعتماداً على معطيات الوثيقة (1) فارن بين سرعة ومسار انتشار الموجات الزلزالية القمرية والأرضية. ماذا تستنتج ؟
- انطلاقاً من الأغلفة الأرضية التي تتشكل من البيريدوتيت والبازلت، استنتاج ما يقابلها على سطح القمر اعتماداً على سرعة الموجات الزلزالية بدلاً عن العمق.
- اقترح رسمياً تشكيلاً للبنية الداخلية للقمر معتمدًا على المعطيات السابقة.

التمرين 6



1. ضع عنواناً مناسباً للرسم.
2. ضع البيانات المناسبة في الخانات وأماكن الأرقام المبينة في الرسم.
3. ما هي سرعة الموجات الزلزالية في المجالات 9, 10, 11, 12, 13, 14 و 15.
4. ما هي الحالة الفيزيائية للمجالات 9, 10, 11, 12, 13, 14 و 15.

التمرين 7



1. ضع عنواناً مناسباً للرسم.
2. ضع البيانات المناسبة مكان الأرقام المبينة في الرسم.
3. ماذا تمثل الأسهم المبيّنة على الرسم.

الوحدة ٣

النشاط التكتوني والبنيات الجيولوجية المرتبطة به

إن حدود الصفائح التكتونية عبارة عن مناطق نشطة تتم على مستواها حركات تباعديه، تقاربيه أو إزاحية، وتنشأ على مستواها تضاريس مميزة.

ما هي الظواهر الجيولوجية المرتبطة بهذه المناطق، وكيف نفسر التضاريس الناشئة عنها؟



كذلك عناصر الوحدة

1. الظواهر المرتبطة بالبناء (خصائص الظاهرات وسط محيطية).
2. المعماتية وتشكل اللوح المحيطي.
3. تشكل التضاريس المميزة للظاهرة وسط محيطية.
4. الظواهر المرتبطة بالغوص.
5. اختفاء اللوح المحيطي والظواهر المرتبطة بالغوص.
6. التضاريس الناجمة عن التصادم.
7. شواهد التقلص
8. التضاريس الناجمة عن التصادم

النشاط 1

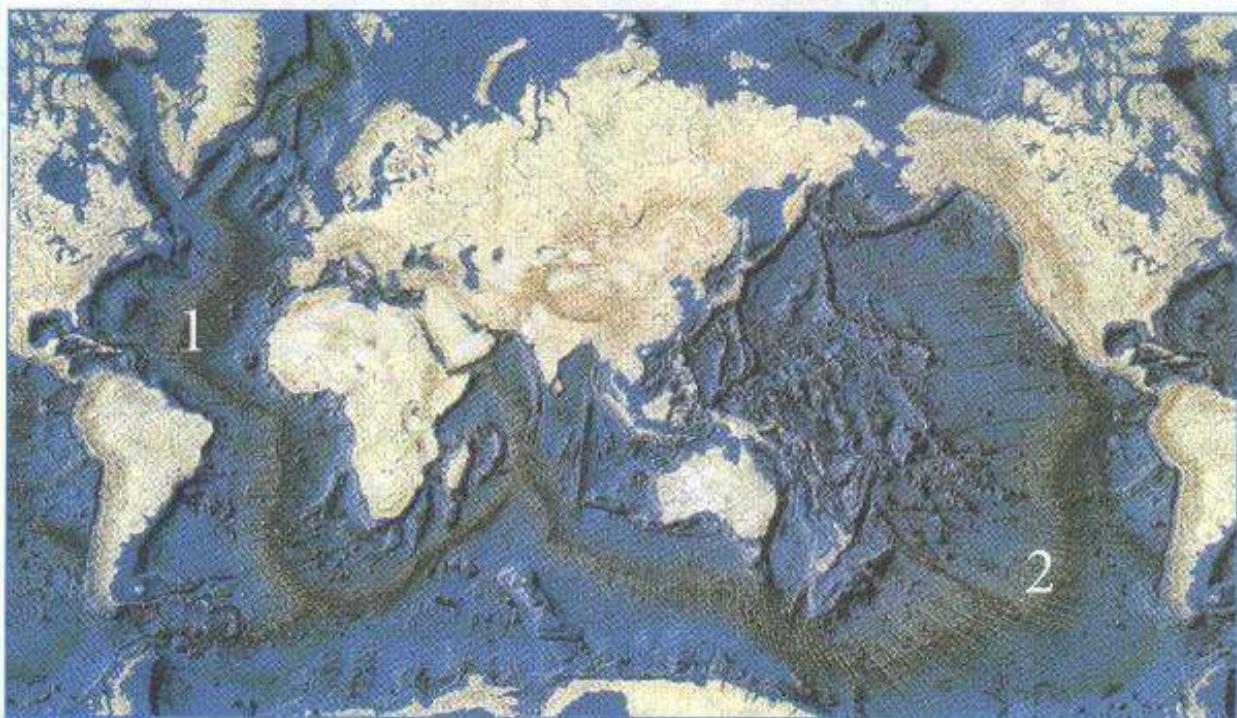
الظواهر المرتبطة بالبناء (خصائص الظهرات وسط محيطية)

نلاحظ على امتداد ظهرة المحيط الأطلسي تضاريس جيولوجية تنشأ عن حركة القشرة الأرضية خلال الأزمنة الجيولوجية.

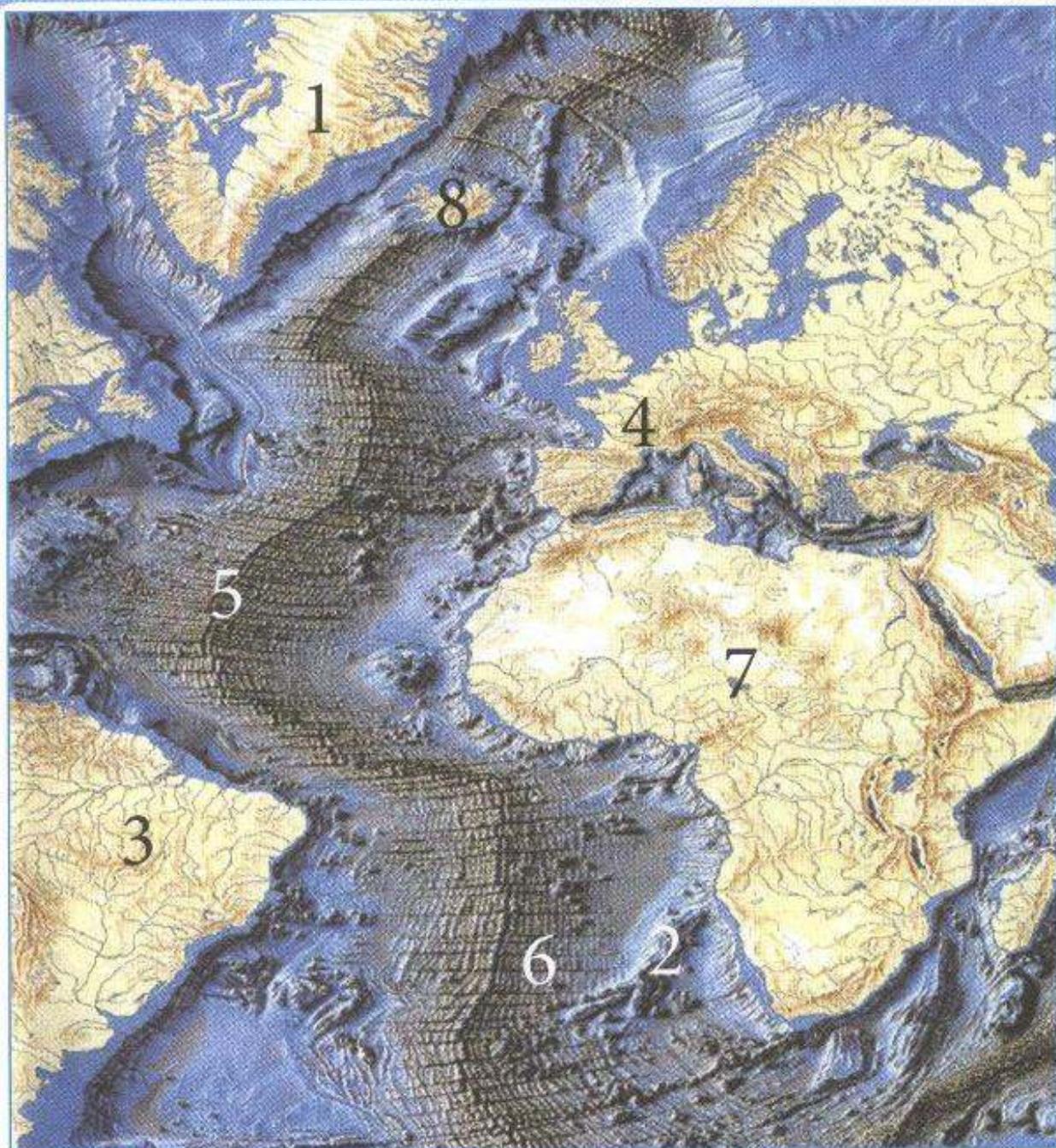
- » ما هي طبيعة هذه الحركة؟
- » وكيف تتم؟
- » وما هي التضاريس الناشئة عنها؟

تغطي المحيطة حوالي $\frac{2}{3}$ من المساحة الكلية للأرض حيث تنتشر مناطق البناء وتشكل ظهرات وسط محيطية.

تمتد الظهرات وسط محيطية في العالم على طول يقدر بـ 75000 كلم، وتزداد مساحة المحيطة كل عام بـ 3 كلم^2 أي ما يعادل انتفاخ 20 كلم^3 من الماء، حيث تعتبر الظهرات مناطق تجدد القشرة الأرضية.



خرائط لتوزع الظهرات في العالم (1 - 2 ظهرات وسط محيطية) الوثيقة (1)



خرائط ظاهرة وسط المحيط الأطلسي (الوثيقة (2)

استغلال الوثائق:

1. حدد نوع الحركة التكتونية التي سببت في تشكيل الظاهرات وسط محيطية.
2. أعد رسم الوثيقة (2) على ورق شفاف، ثم ضع البيانات التالية مكان الأرقام المبينة على الخريطة: (ظاهرة، جزيرة بركانية (إسلندا)، قارة إفريقية، المحيط الأطلسي، قارة أوروبا، سلاسل جبلية تحت بحرية، قارة أمريكا الجنوبية، سلاسل جبلية قارية).
3. استنتج إذن التضاريس المميزة للظاهرات.

المغmatية وتشكل اللوح المحيطي

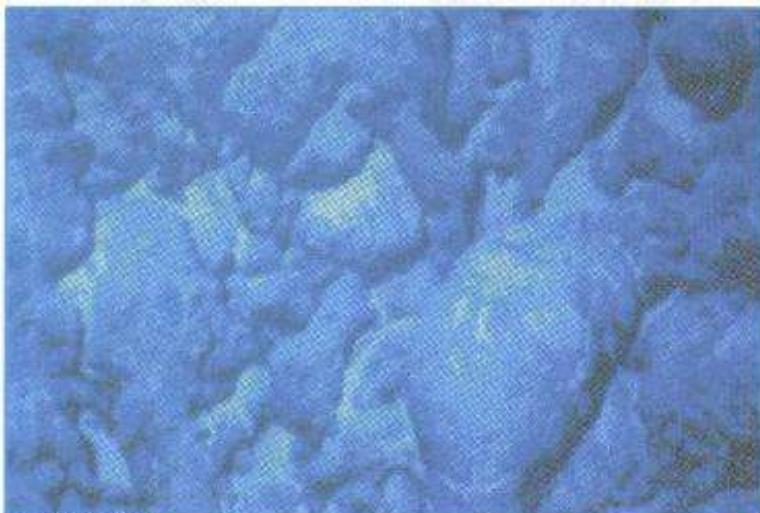
ترتبط مناطق التباعد القاري بعمليات نشطة تعمل على تجدد القشرة المحيطية وتشكل سلاسل جبلية تحت بحرية.

كيف يحدث ذلك؟

نشاط ظهرة وسط المحيط الأطلسي



صورة لحمم بركانية في وسط المحيط الأطلسي الوثيقة (1)



صورة لسان بركانية في المحيط الأطلسي الوثيقة (2)

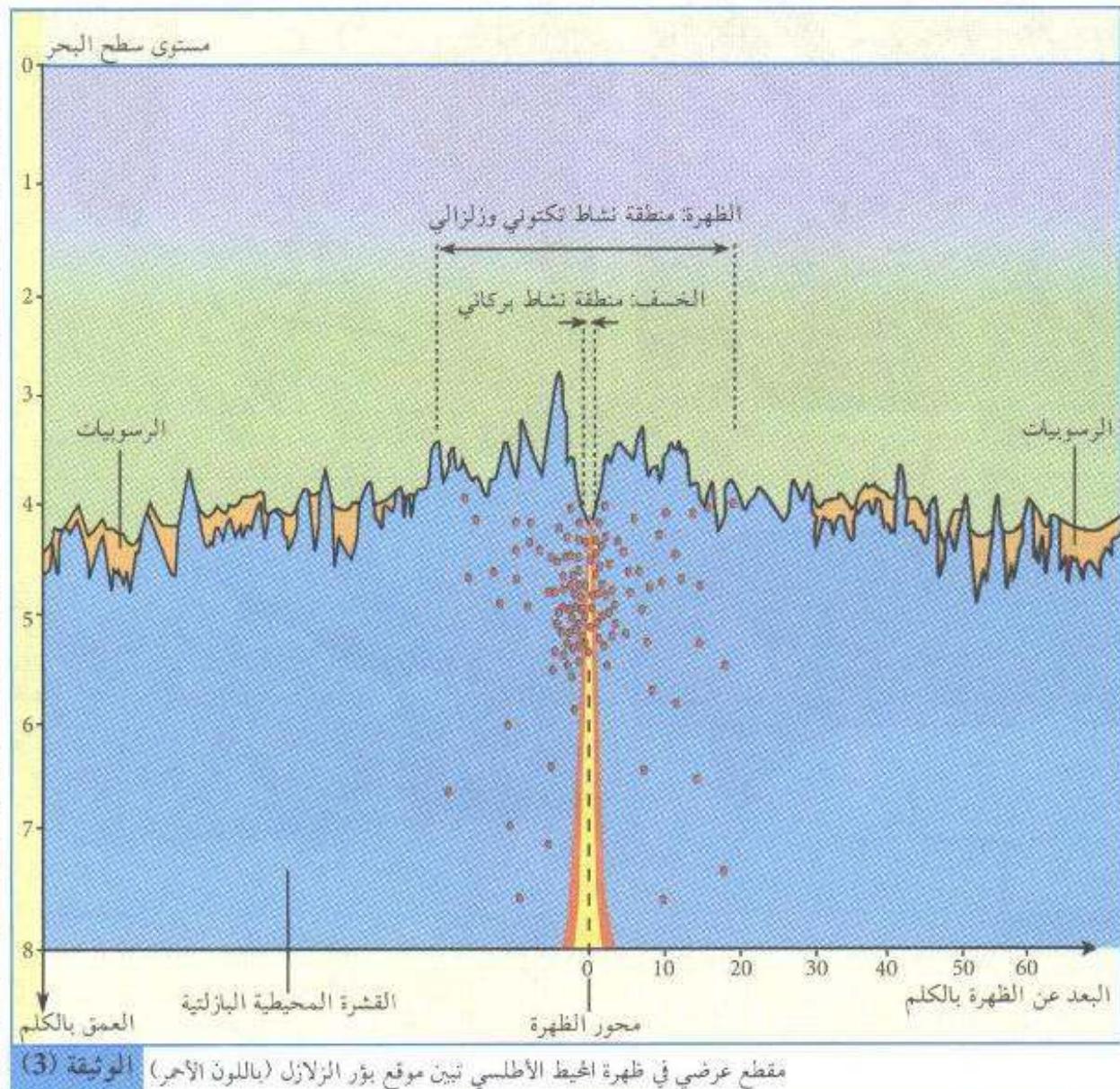
أ) بركة الظاهرة وسط محيطية:
تبين الوثائق التالية الظواهر المميزة للظاهرات وسط محيطية.
تمثل النشاط البركاني على مستوى محور الظاهرة في حمم بركانية بازلية مائعة (Pillow lava) (الوثيقة 1، 2).

استغلال الوثائق:

- اعتماداً على الوثيقة (1)
تعرف على مميزات الحمم البركانية المتبعة على مستوى الظاهرات وسط محيطية.
- كيف تم الانتقال من الحالة المبينة في الوثيقة (1) إلى الحالة المبينة في الوثيقة (2)؟
- ما هو الشكل الذي تأخذه الحمم بعد التبريد؟

ب) طبوغرافية قاع المحيط:

* يؤدي القدر المستمر للمagma على مستوى الظهرات إلى تشكيل سلاسل جبلية بإمكانها أن تصعد في بعض الأحيان إلى السطح مشكلة جزرا بركانية كإسكندرية مثلًا (الوثيقة 3)، تتميز الظهرات بوجود زلزال تنتشر على مستوى الرفت لا تفوق قوتها 5 درجات على سلم رشتر.



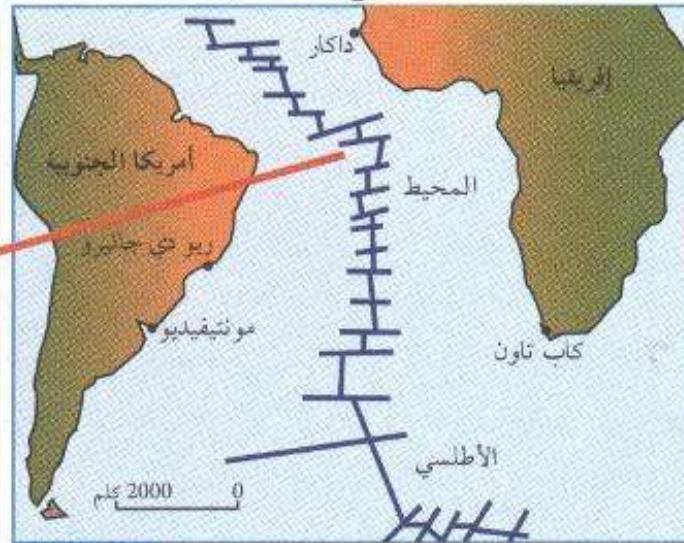
استغلال الوثائق:

1. باستغلال الوثيقة (3)، حدد التضاريس المميزة لقاع الخيط.
2. ما هي العلاقة الموجودة بين الخسف والظاهرة؟

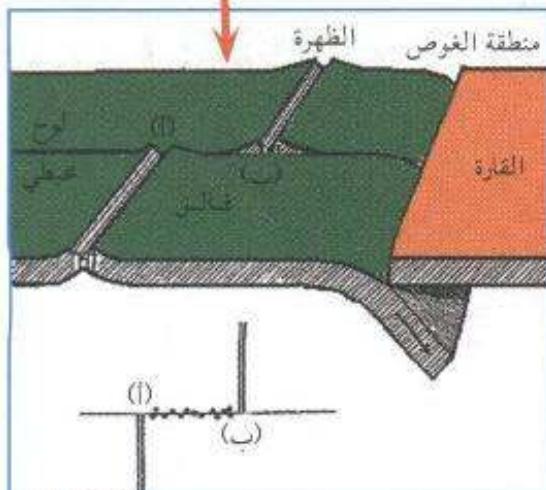
* تنتج الزلزال عن حركة الفوالق العادمة التي تحد جانبي الرفت المركزي مشكلة خسفاً من جهة وفالق تحويلية تقطع الظاهرة عمودياً من جهة أخرى. وبين الوثائق المولالية موقع هذه الفوالق:



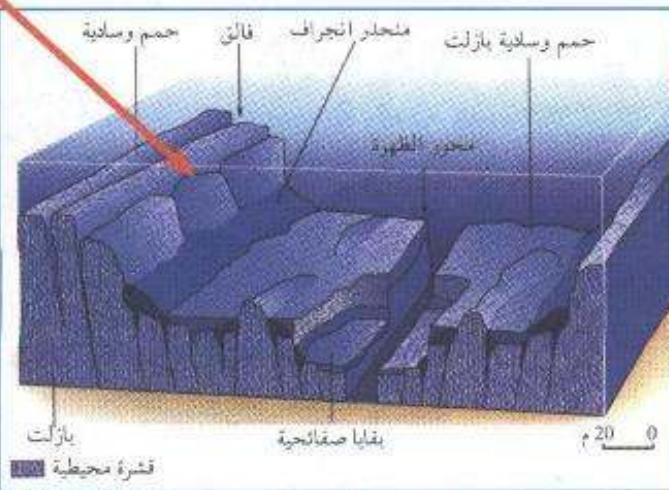
صورة جوية من الظاهرة وسط محيط الأطلسي (الوثيقة 5)



رسم تخطيطي لخريطة لظاهرة وسط محيط الأطلسي (الوثيقة 4)



فالق تحويلي على مستوى حافة الظاهرة (الوثيقة 6)



رسم تفسيري لرف (خف) ظاهرة المحيط (الوثيقة 7)

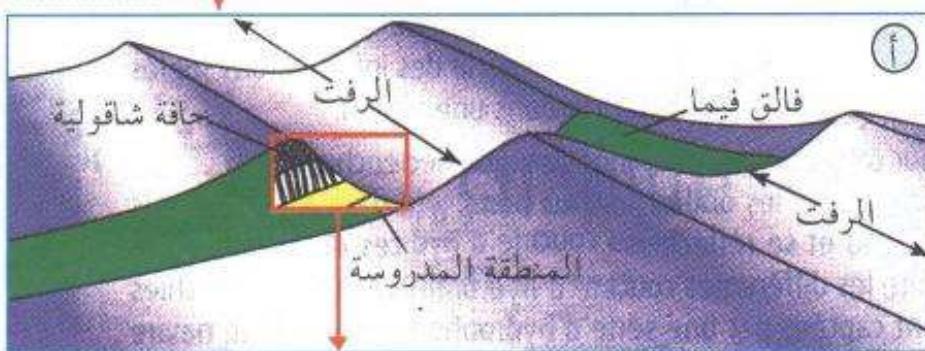
٣ استغلال الوثائق:

1. اعتماداً على الوثائقين (6, 7)، حدد الفالق العادي والفالق التحويلي.
2. حدد على الوثيقة (7) اتجاه حركة الفالق.
3. ما هو دور الفوالق التحويلية؟
4. انجز مخططاً تمثيلياً بسيطاً لفالق الموضح في الوثيقة (6)، وحدد اتجاهه.
5. اعتماداً على المعلومات التي توصلت إليها، قدم تفسيراً للنشاط الزلزالي المميز للظاهرة.

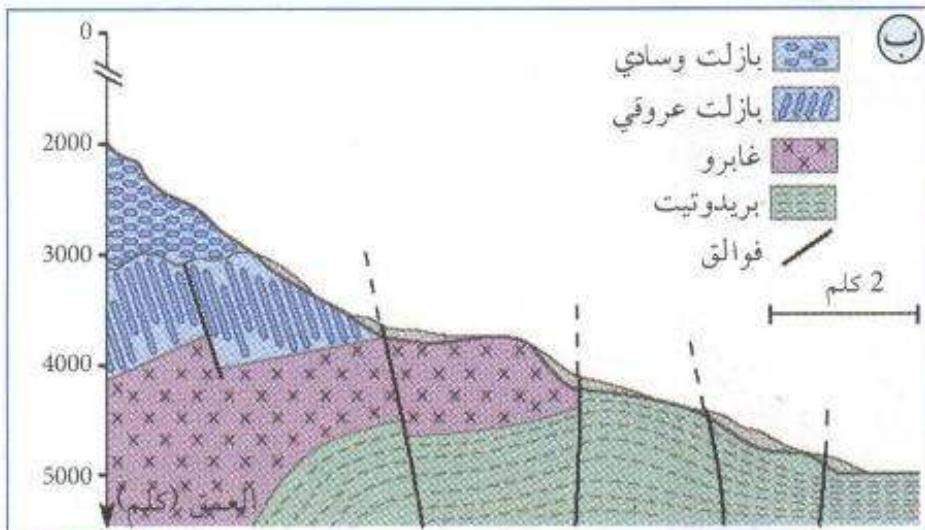
* قدم إذن تفسيراً لكيفية تشكيل جبال قاع المحيطات.



ج) تسلسل صخور الليتوسفيه المحيطي:
 أجرى العلماء أبحاثاً بتروغرافية حول فالق فيما (Vema) (حملة نوتولوس 1988) الواقع على مستوى ظهرة وسط المحيط الأطلسي وذلك لتحديد تسلسل صخور الليتوسفيه المحيطي.
 إن هذا الفالق عمودي تحويلي (إذاهي يمفي) حيث حول جزأين من القشرة المحيطية أفقياً على مسافة قدرها 300 كيلومتر.
 سُمحت هذه الوضعية للعلماء بإجراء معاينة مباشرة لمقطع في القشرة المحيطية.
 تمثل الوثيقتين (8 و 9) موقع فالق فيما في المحيط الأطلسي، حركته وتسلسل الصخور على مستوىه.



- د) استغلال الوثائق:**
- ما هو سبب اختيار فالق فيما للدراسة؟
 - حلل الوثيقتين (9-أ و 9-ب)، ماذا تستنتج حول تجانس القشرة المحيطية؟
 - وضح برسم تخطيطي مكونات القشرة المحيطية مستغلًا مفتاح رسم الوثيقة (8).



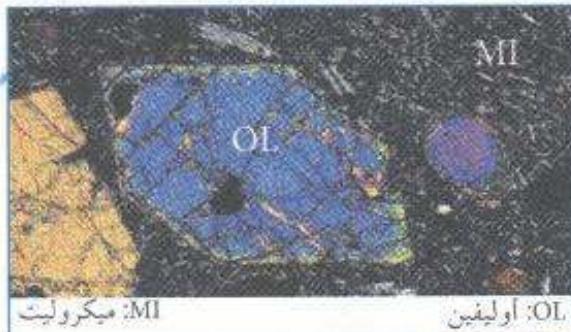
الوثيقة (9)

- أ- رسم تخطيطي لفالق فيما.
 ب- مقطع جيولوجي لتسلسل صخور منطقة فيما (Vema)

تشكل التضاريس المميزة للظاهرة وسط محيطية

بيّنت الدراسات السابقة أن القشرة المحيطية تتكون من الأعلى إلى الأسفل من ثلاثة أنواع من الصخور هي على التوالي: البازلت، الغابرو، البيريودوتيت.

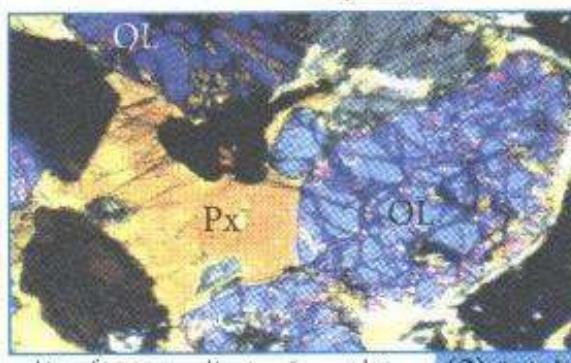
» فما هي البنية النسيجية هذه الصخور؟ وما هي خصائصها؟



الوثيقة (1) صورة لشريحة صخر البازلت تحت المicroscope



الوثيقة (2) صورة لشريحة صخر الغابرو تحت المicroscope



الوثيقة (3) صورة لشريحة صخر البيريودوتيت تحت المmicroscope

١- بنية وخصائص الصخور المكونة لقاع المحيط

البازلت: صخر ناري بركاني قاعدي يتشكل غالباً على مستوى الظهرات وسط محيطية، بنيته النسيجية مبينة في الوثيقة (1)، يتكون من معادن كبيرة من الأوليفين، ومعادن صغيرة من البلاجيوكلاز (ميكروليت) وزجاج بركاني.

الغابرو: صخر ناري قاعدي يتكون داخل القشرة المحيطية، بنيته النسيجية مبينة في الوثيقة (2). يتكون من معادن متوسطة الحجم من الأوليفين (OL) والبلاجيوكلاز (PL).

البيريودوتيت: صخر ناري فوق قاعدي يتكون على مستوى البرنس، بنيته النسيجية مبينة في الوثيقة (3). يتكون أساساً من معادن كبيرة من الأوليفين (OL) والبيروكسین.

٢- استغلال الوثائق:

١. قارن بين نسيج كل من البيريودوتيت، الغابرو والبازلت.

٢. ما هو نوع التبلور الذي يمكن استنتاجه لكل صخر انطلاقاً من حجم الجسيمات؟

٣. حدد مستويات التبريد المميزة لكل صخر.

٤. هل تؤكّد هذه النتائج ما تم التوصل إليه على مستوى فالق Vema؟ وضح ذلك.

٢ نبذة العلاقة بين سرعة التبرد ونسيج الصخر

بينت الدراسات البروغرافية أن مصدر كل من البازلت والغابرو هو الانصهار الجزئي للبيريدوتيت. فما هو سبب اختلاف البنية النسيجية فيما؟

للاجابة على هذا السؤال نجري تجربة الفانيلين كما يلي:

الوسائل: علبة بتري - شرائح زجاجية - مجهر مستقطب - مسحوق فانيلين.

طريقة العمل:

- ضع قليلاً من الفانيلين في علبة بتري ثم اخلطها بالماء.

- ضع قطرات من الخليط فوق ثلاث شرائح زجاجية:

* أدخل الأولى في الثلاجة، اترك الثانية معرضة للهواءطلق وضع الثالثة فوق حمام مائي أو مدفأة

درجة حرارتها تقدر بـ 50°م .

- وبعد مدة زمنية قم بفحص ومشاهدة كل شريحة بالمجهر المستقطب، وسجل الملاحظات المتصل إليها.

أظهرت النتائج التجريبية الملاحظة بالمجهر المستقطب للنمنجة السابقة الصور التالية:



الوثيقة (5) صورة بالمجهر المستقطب لنتائج الشريحة التي وضعت في الهواء الطلق



الوثيقة (4) صورة بالمجهر المستقطب لنتائج الشريحة التي وضعت في الثلاجة



الوثيقة (6) صورة بالمجهر المستقطب لنتائج الشريحة التي وضعت فوق الحمام المائي

٣ استغلال الوثائق:

١. قارن بين النتائج التجريبية لتبلور مادة الفانيلين في الحالات الثلاثة الملاحظة بالمجهر المستقطب

٢. ما هي العلاقة بين شكل بلورات الفانيلين ودرجة حرارة التبلور.

٣. هل تتوافق النتائج الحصول عليها من النمنجة مع تبلور كل من صخور البازلت، الغابرو والبيريدوتيت؟

٣ العلاقة بين التركيب الكيميائي ودرجة انصهار البيريدوتيت

ينتج ماغما الظهرات وسط محيطية عن الانصهار الجزئي للبيريدوتيت المكون للبرنس، حيث يعطي تبلور ماغما الظهرات وسط محيطية صخورا مختلفة عن الصخور الأصلية المنصهرة.

أ) التركيب الكيميائي لصخور البازلت، الغابرو والبيريدوتيت:

يبين جدول (7) و(8) الأكسيدات المكونة لمختلف الصخور المعروفة على مستوى الظهرات وسط محيطية:

البازلت	الغابرو	البيريدوتيت	نسبة الأكسيدات الكيميائية (%)
47.1	49	42.3	SiO_2
14.2	14.2	0.5	Al_2O_3
11	7.3	7.1	FeO
12.7	7	49.6	MgO
9.81	9.4	0.1	CaO
2.76	2.7	0.1	Na_2O
0.90	1	0.05	K_2O

الوثيقة (7) جدول يبين نسبة الأكسيدات المكونة لصخور القشرة الحيوطية والبرنس

نسبة المعادن	البيريدوتيت	الغابرو	البازلت	درجة الانصهار
الفلسبار البوتاسي			9	600°
البلاجيوكلاز Na		24		1500°م
البلاجيوكلاز Ca		24	16	1500°م
البيروكسین	35.5		16	1500°م
الأوليفين (Mg_2SiO_4)	64.7	52	10	1800°م
الزجاج البركاني			55	0000°م

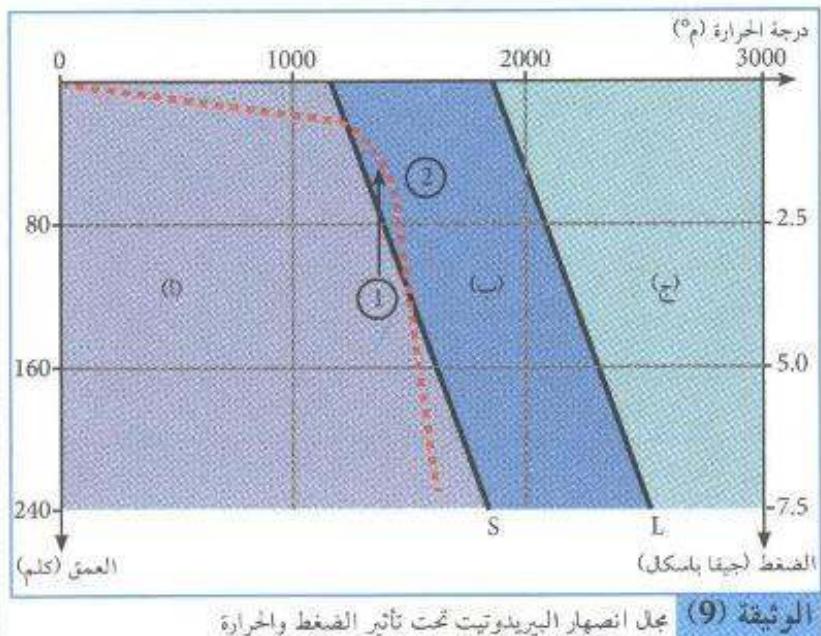
الوثيقة (8) جدول يبين نسبة المعادن المكونة لصخور القشرة الحيوطية والبرنس

استغلال الوثائق:

- قارن بين أهم الأكسيدات المكونة للصخور الثلاثة، ماذا تستنتج؟
- قارن بين المعادن المكونة للصخور الثلاثة، ماذا تستنتج؟

* باستغلال التركيب الكيميائي والمعادن للحور الثلاثة وبالاعتماد على درجة انصهار المعادن المكونة لها اقترح فرضية تفسر بها آلية تشكلها.

ب) الانصهار التجاري للبريدوتيت:

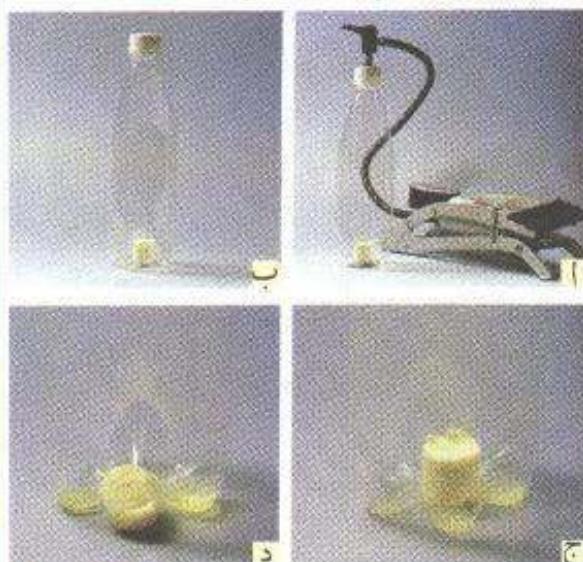


للحصول على ظروف انصهار البريدوتيت، نجري التجارب في ضغط متغير ودرجة حرارة متزايدة، حيث يتم تعريض عينات من البريدوتيت لضغط وحرارة متغيرة، فيتخرج عن ذلك ثلاث مجالات (أ، ب، ج) يقسمها المستقيمان S و L (الوثيقة 9).

يفصل المستقيم S (Solidus) الجل (أ) الذي يكون فيه البريدوتيت صلباً عن الجل (ب) الذي يكون فيه البريدوتيت منصهراً جزئياً.

يفصل المستقيم L (Liquidus) الجل (ب) الذي يكون فيه البريدوتيت منصهراً جزئياً عن الجل (ج) الذي يكون فيه البريدوتيت منصهراً كلياً.

ج) نتجة تأثير الضغط على انصهار المواد الصلبة: تجربة: نأخذ قارورتين ونضع فيهما مكعبات من الزبلة بنفس الحجم. نسلط على كلاهما نفس الضغط بواسطة نافخ قدره 5 نانومتر (بعد وضع السدادة).



نبقي القارورة (أ) تحت نفس الضغط ونخفض ضغط القارورة (ب) ليصل إلى الضغط العادي. نضع القارورتين في حمام مائي درجة حرارته 35°C. النتائج المتحصل عليها ممثلة في الصورتين (ج و د) في الوثيقة (10).

٣ استغلال الوثائق:

- استنتج الحالة الفيزيائية للبريدوتيت في الحالات (أ، ب، ج).
- اعتماداً على معطيات الوثيقة (9) قدم تفسيراً لاختلاف الحالة الفيزيائية للبريدوتيت عندما ننتقل من الوضعية (1) إلى الوضعية (2).
- اعتماداً على جواب السؤال السابق، حدد العوامل المؤثرة على الانصهار الجزئي للبريدوتيت.
- حلل نتائج الوثيقة (10) (ج، د) ماذا تستنتج؟

٤ مذكرة الانصهار الجزيئي للبولييدوتيت

يتكون البرنس من بولييدوتيت، ينحصر نتيجة انخفاض الضغط، بينت الدراسات التجريبية أن الماغما الناتج عن الانصهار غني بالألمينيوم Al وفقير بالمنزريوم Mg.

لفهم مبدأ الانصهار الجزيئي نجري التجربة التالية، حيث نستعمل الوسائل التالية:

- ٣ أنابيب مهيئة على النحو التالي:

- الأنابيب ١: يحتوي على Corned-beef في درجة حرارة تقدر بـ 20°C .

- الأنابيب ٢: يحتوي على Corned-beef تم تسخينه في حمام مائي في درجة حرارة تقدر بـ 50°C .

- الأنابيب ٣: يحتوي على Corned-beef تم تسخينه في حمام مائي في درجة حرارة تقدر بـ 90°C .

الأنبوب ٣		الأنبوب ٢		الأنبوب ١	
الحالة		الحالة		الحالة	
سائل		سائل		صلب	
صلب + سائل		صلب + سائل			
صلب					
	$90^{\circ}\text{C} : T$		$50^{\circ}\text{C} : T$		$20^{\circ}\text{C} : T$

مذكرة الانصهار الجزيئي (المذكرة ١١)

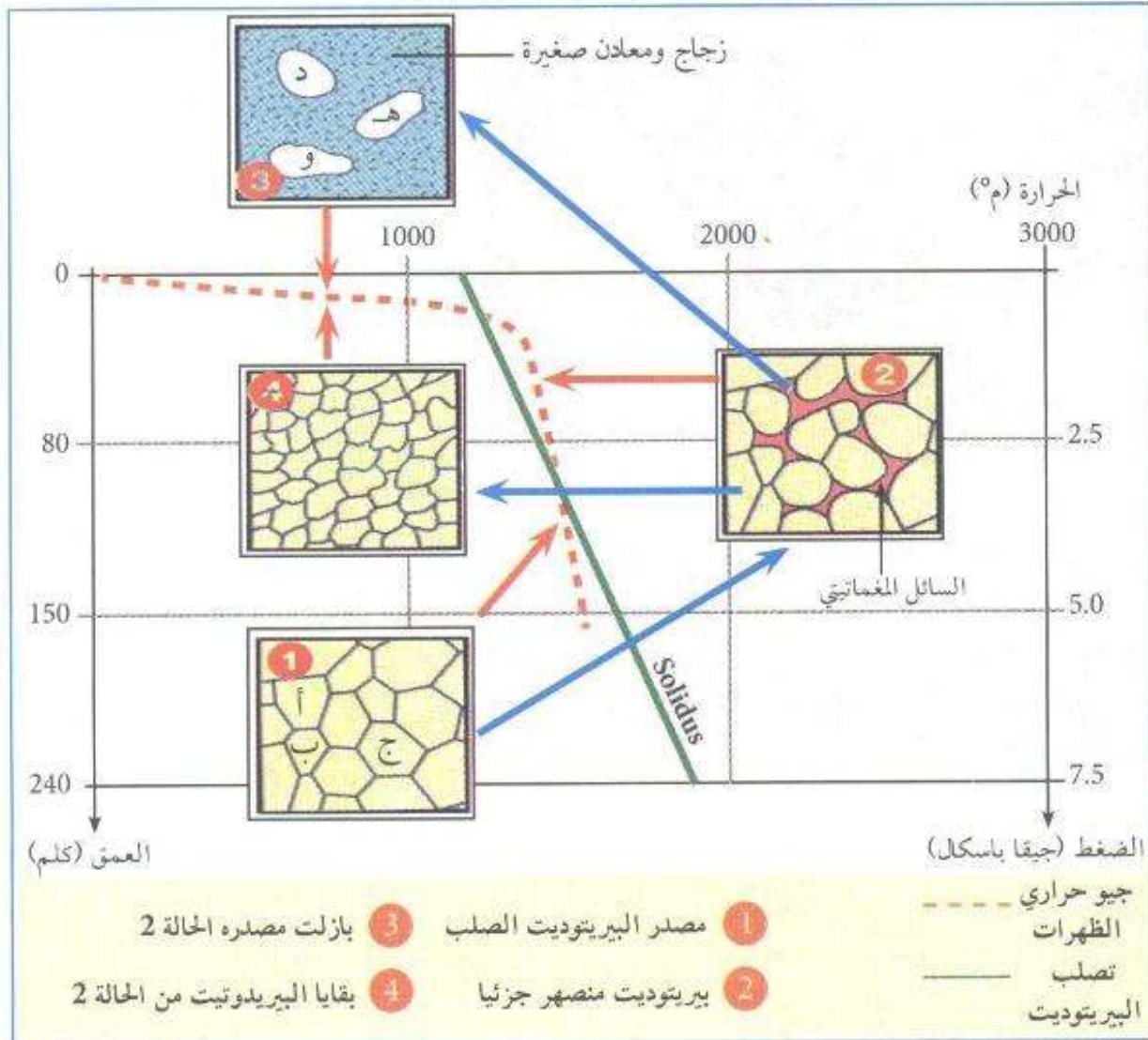
٥ استغلال الوثائق:

١. سجل الملاحظات التي تظهر في الأنابيب الثلاثة بعد ساعة من التسخين.
٢. ما هي الأنابيب التي حدث فيها انصهار جزيئي للمواد؟ فسر ذلك.
٣. قارن بين الأنابيب التي حدث فيها انصهار جزيئي والأنبوب الأول. اشرح الظاهرة.
٤. اعتماداً على النتائج الحصول عليها في التجربة، اشرح سبب غنى الماغما الناتج عن الانصهار الجزيئي للبولييدوتيت بالأليمنيوم وفقره بالمنزريوم.

* بالاعتماد على المعلومات المتوصّل إليها في الأنشطة السابقة، مثل برسوم تخطيطي نشاط عرفة مغماتية تحت الظفرة وسط محيطية.

٥ ظروف انصهار البيريودوتيت

تؤدي حركة تيارات الحمل إلى صعود البرنس الأستينوسفيري على مستوى الظهرات، وانصهار البيريودوتيت. كيف تتم هذه الظاهرة؟ وما هي العوامل المسؤولة عنها؟ يبين المخطط المقابل تأثير الضغط على انصهار البيريودوتيت.

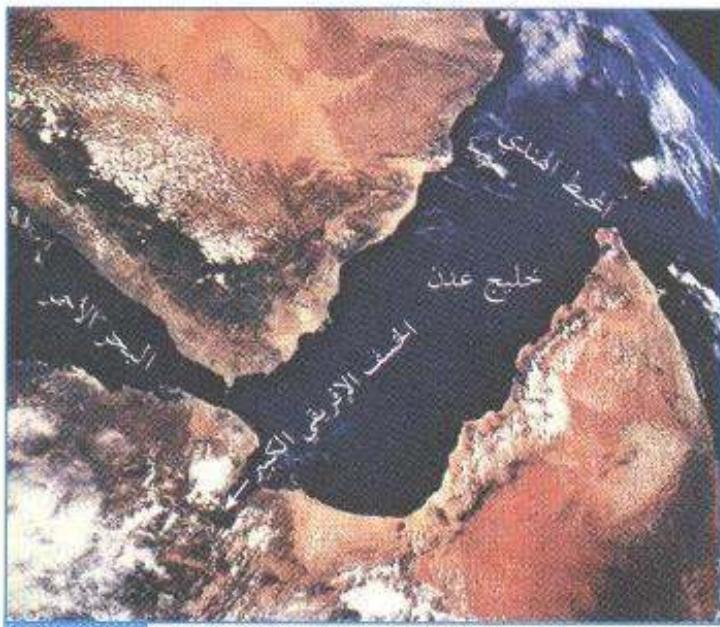


خطط ضغط - حرارة لانصهار البيريودوتيت (الوثيقة 12)

استغلال الوثائق:

- قارن بين البيريودوتيت في الحالة (1) والحالة (2).
- حدد العوامل التي تؤدي إلى تحول البيريودوتيت من الحالة (1) إلى الحالات (2, 3 و4).
- حدد الحالة الفيزيائية للبيريودوتيت على يمين ويسار solidus (2 و4)، ما هو العامل الأكثر تأثيراً في هذه الحالة؟
- حدد العامل الأكثر تأثيراً بين الحالتين (1 و2).
- قارن البنية النسيجية للحالتين (3 و4) مع التعليل.

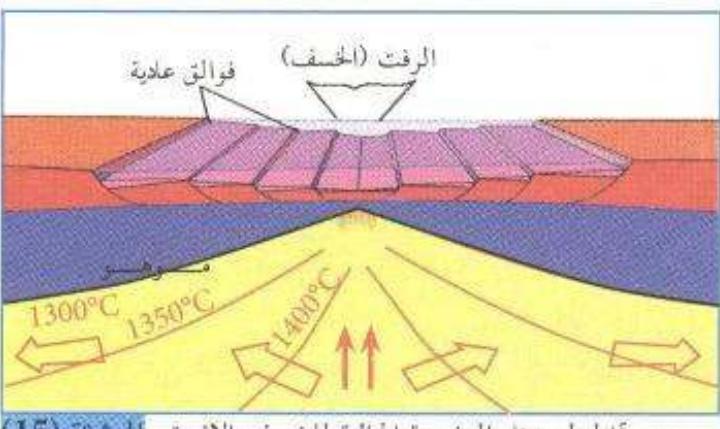
٦ سبب انخفاض الضغط على مستوى الظهرة



صور جوية لمنطقة البحر الأحمر وال Rift الإفريقي الوثيقة (13)



المرحلة الأولى من بداية الخسف الوثيقة (14)



رسم تخطيطي يمثل الوضعية الحالية للخسف الإفريقي الوثيقة (15)

بيّنت الدراسات الجيولوجية وجود خسف على مستوى منطقة قرن الشرق الإفريقي، الذي يمتد على منخفض طوله 950 كيلومتر وعرضه يتراوح بين 40 و 60 كيلومتر، يبدأ هذا الخسف من جنوب البحر الأحمر شمالاً وينتهي في منطقة زمبار جنوباً.

تبعد حافة الخسف بسرعة تتراوح بين 10 و 20 سم في السنة، حيث بدأ عمله منذ 10 مليون سنة (الملايين) وهو مستمر حتى الآن.

يحد الخسف من الجانبين فوالت عاديه، يتميز بوجود زلزال سطحية تفوق قوتها في بعض الأحيان 5 درجات على سلم رشتر وطفوح بركانية بازلية.

استغلال الوثائق:

- قارن وضعية البرنس في الوثيقتين (14-15)، ماذا تستنتج؟
- على مَاذا تدل الأسماء الموضحة في الوثيقة (15)؟
- قدم تفسيراً لظهور الخسف في الوثيقة (15). وما هي الآثار الناجمة عن ظهوره؟
- استنتج نوع الحركة المؤدية إلى حدوث الظواهر الجيولوجية الملاحظة.

٧ غزجة الحسف (الرفت) القاري

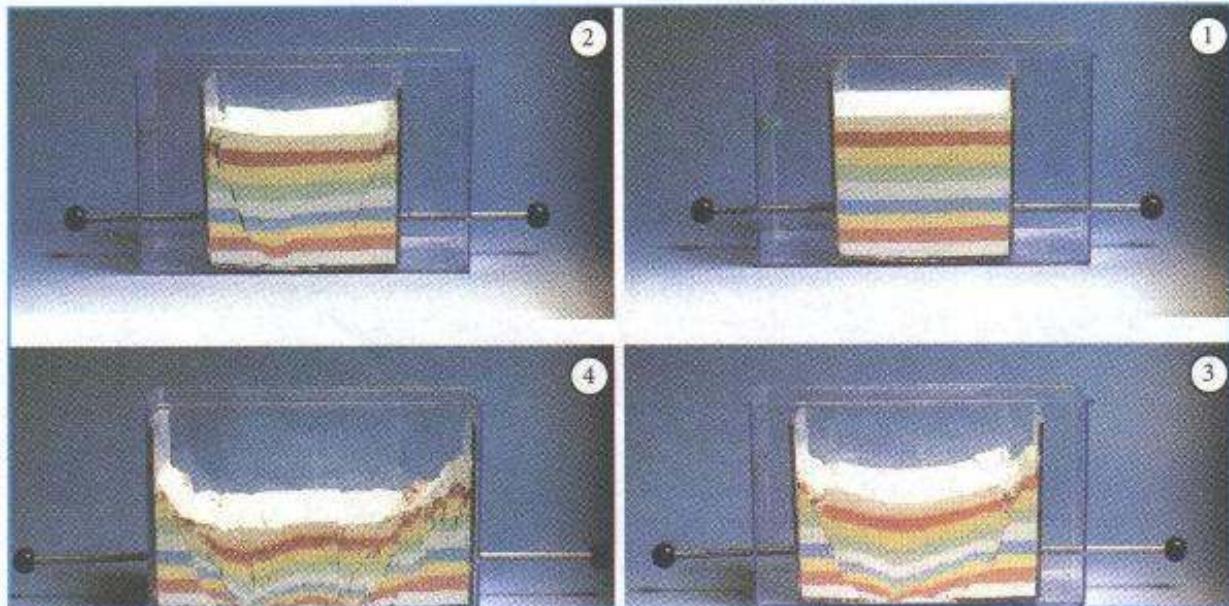
تجربة:

لفهم البنية الأرضية المميزة لظاهرة الحسف القاري يمكن إعداد النموذج التالي:
الوسائل:

- علبة بلاستيكية ذات جوانب متحركة أو علبة خشبية ذات قاع متحرك يمكن أحد أوجهها بلاستيكياً لمشاهدتها الظاهرة، كما هو مبين في الوثيقة (16).
- 3 كلغ من مادة الجبس.
- ملء علبة بـ 3 طبقات مختلفة اللون.

الطريقة:

- خذ كميات متساوية من الجبس ولونها بألوان مختلفة.
- ضع الجبس الملون وسط العلبة على شكل طبقات أفقيّة (المرحلة ١).
- اسحب الخوازيين في اتجاهين متوازيين (المرحلتين ٢, ٣)، ثم لاحظ.



نموذج يمثل المرحلة التباعية لقشرة الأرضية الوثيقة (16)

استغلال الوثائق:

1. ماذا حدث لطبقات الجبس في المرحلتين (٣ و٤)؟
2. ما هو نوع الفوائل الناشئة؟

- * تلخص في نص علمي أهم مراحل التجربة موافقاً بينها وبين ما حدث على مستوى حساف القرن الإفريقي.
- * الجزر مخططاً لمختلف مراحل تشكيل ظاهرة محيطية (ميرزا القارة الأصلية، منطقة الرفت، الاتساع المحيطي).

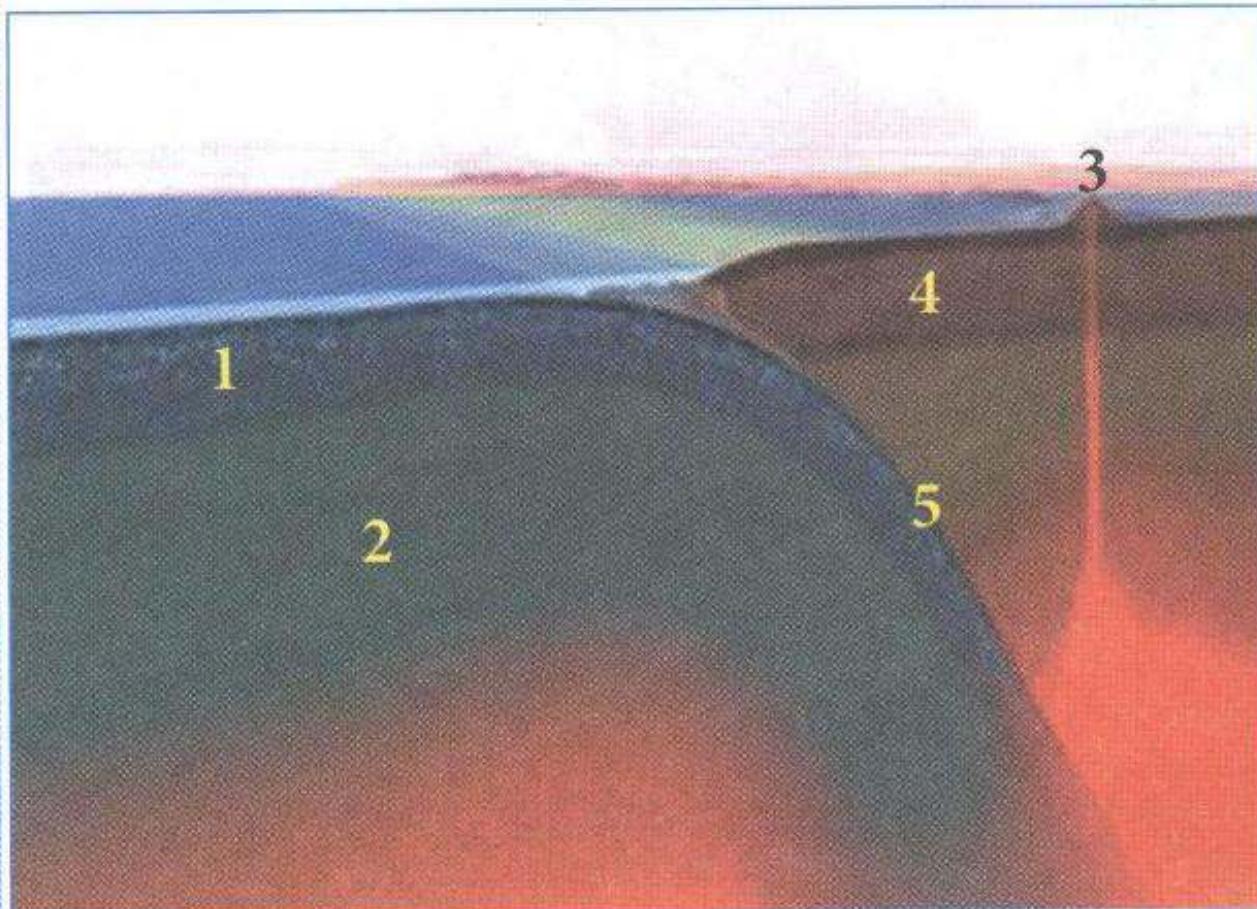
الظواهر المرتبطة بالغوص

إن استمرار إنتاج المagma على مستوى الظهرات وسط محيطية يؤدي نظرياً إلى توسيع القشرة المحيطية، إلا إن حجم القشرة الأرضية يبقى ثابتاً بسبب حدوث ظاهرة جيولوجية تعمل على هدم القشرة الرائدة في مناطق معينة تدعى مناطق الغوص.

◀ كيف تحدد هذه المناطق على مستوى الكره الأرضية؟ وما هي الظواهر الجيولوجية المرتبطة بها؟

❶ ميزات مناطق الغوص

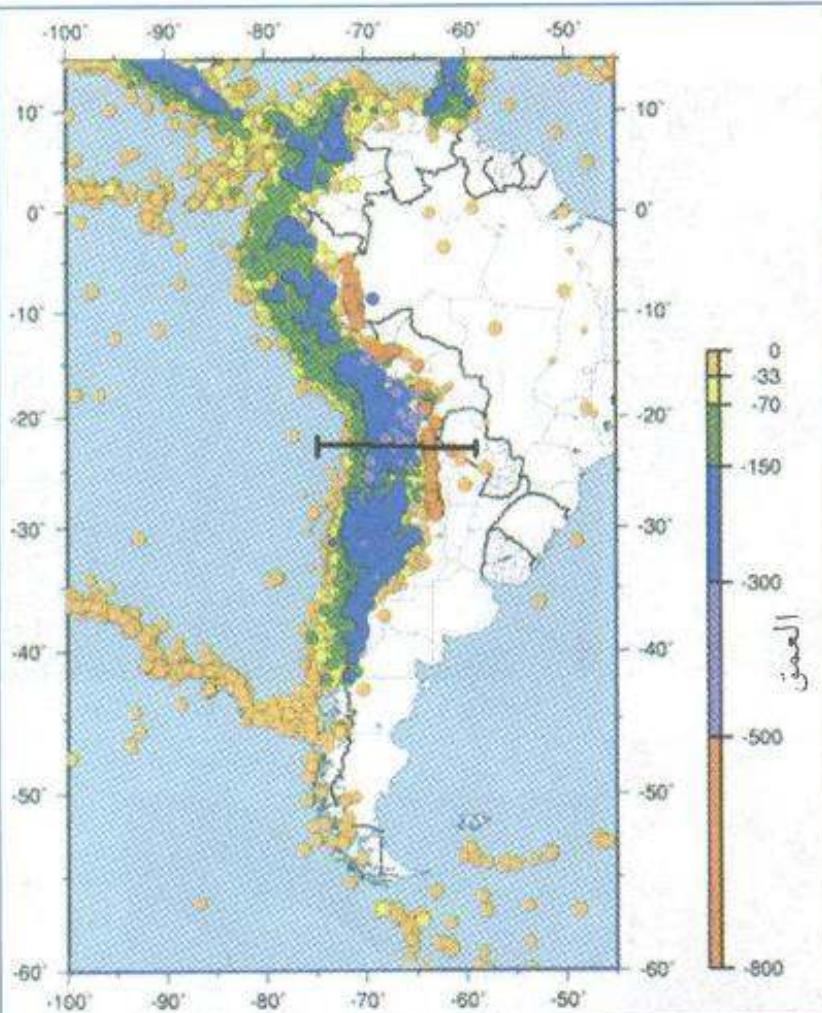
تتميز مناطق الغوص بتضاريس خاصة تمثل في سلاسل جبلية تنشأ نتيجة الاندفاعات البركانية المتكررة، ومناطق بحرية تميزها أغوار عميقه، تبين الوثيقة (1) مقطعاً في منطقة غوص.



رسم تجاهلي لمنطقة الغوص الوثيقة (1)

- ضع البيانات اللازمة مكان الأرقام الموضحة في الوثيقة (1).

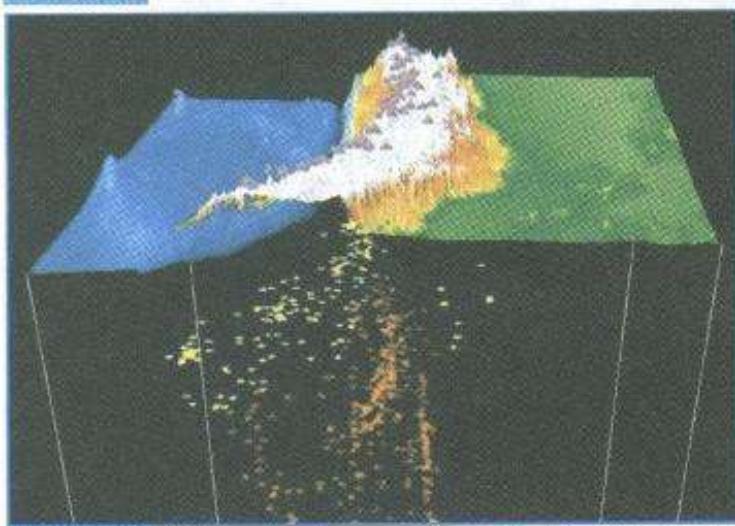
٢ كيفية تحديد مناطق الغوص



توزيع المراكيز السطحية للزلزال على مستوى اللوح الأمريكي الجنوبي والغطاء الجليدي البحري الوثيقة (2)

دراسة خريطة زلزالية لمنطقة الأنديز:
تقع جبال الأنديز غرب اللوح الأمريكي الجنوبي.
تبين الوثيقة (2) توزيع المراكز السطحية للزلزال التي ضربت المنطقة من 1960 إلى اليوم.

تمثل الوثيقة (3) مجسمًا أخذ بواسطة الكمبيوتر، يبين التضاريس الناشئة على مستوى مناطق الغوص وبؤر الزلزال في نفس المنطقة.



تمثيل ثلاثي الأبعاد (أمجز بالكمبيوتر) يبين توزيع التضاريس والزلزال الوثيقة (3)
على الحافة الغربية لقارة أمريكا الجنوبية

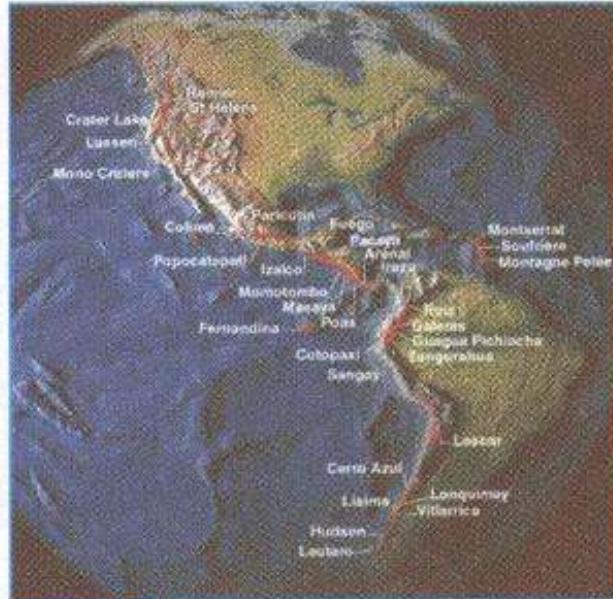
٣ استغلال الوثائق:

١. حدد مناطق توزع الزلزال في أمريكا الجنوبية.
٢. حدد على الوثيقة (2) توزيع المراكز السطحية للزلزال بدلاً من العمق.
٣. استخلص مميزات الزلزال في الجزء القاري لمنطقة الأنديز.
٤. حدد نوع التضاريس الناشئة في الوثيقة (3).

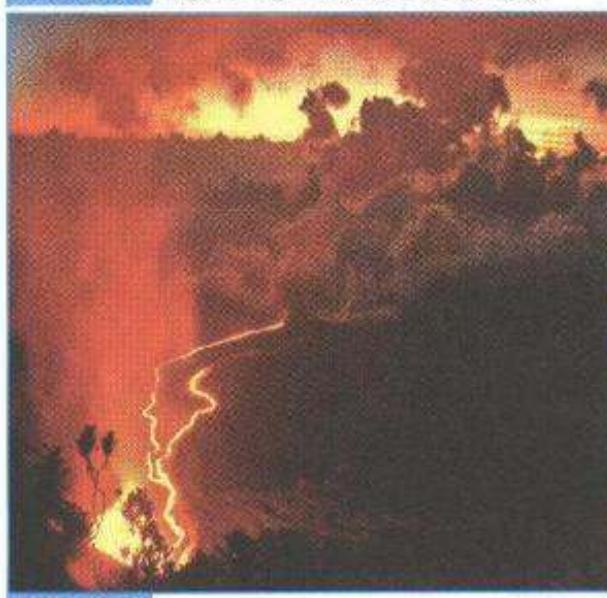
تبين الوثائق المولية مناطق توزيع البراكين النشطة على مستوى الحافة الغربية لأمريكا الجنوبية والخيط الاهلي.



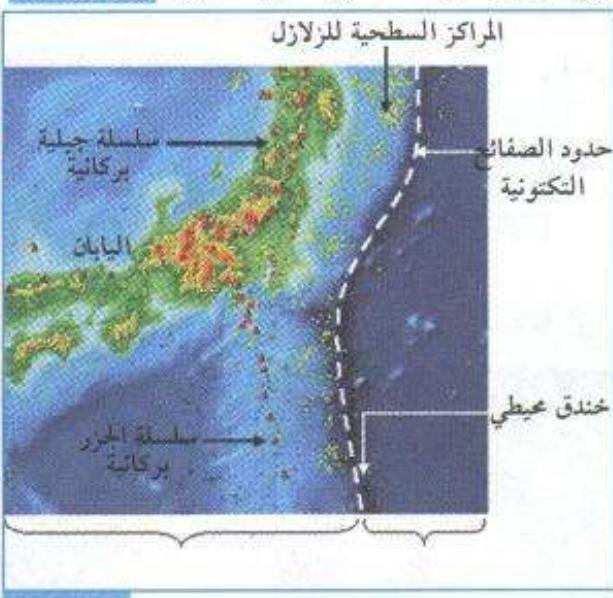
صورة لبركان ثائر غرب أمريكا الجنوبية الوثيقة (5)



توزيع البراكين على الحافة الغربية لأمريكا الجنوبية الوثيقة (4)



بركان في حالة نشاط بمنطقة الفلبين بالخيط الاهلي الوثيقة (7)



خرائط التضاريس الجيولوجية لمنطقة اليابان والفيليبين الوثيقة (6)

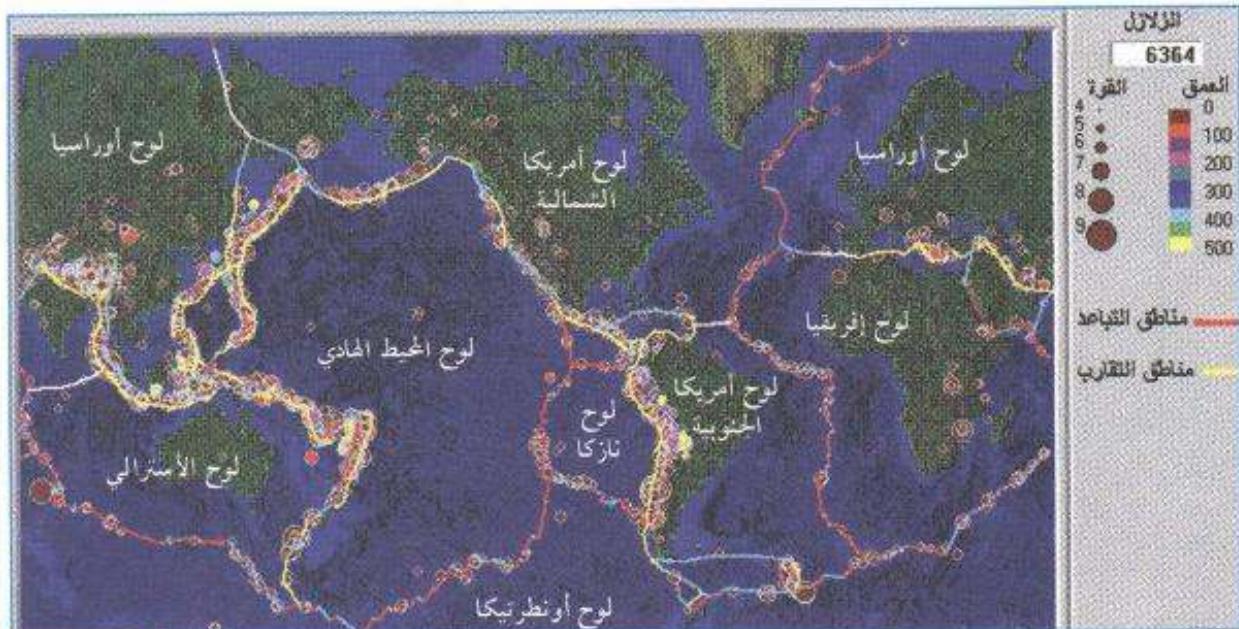
٣ استغلال الوثائق:

1. حدد أماكن توزع البراكين على مستوى قارة أمريكا الجنوبية، اليابان والفيليبين
2. حدد عيوب البراكين المبيتة في الوثائقين (5 و7).
3. استنتج العلاقة بين توزع الزلازل والبراكين في منطقة الأنديز.

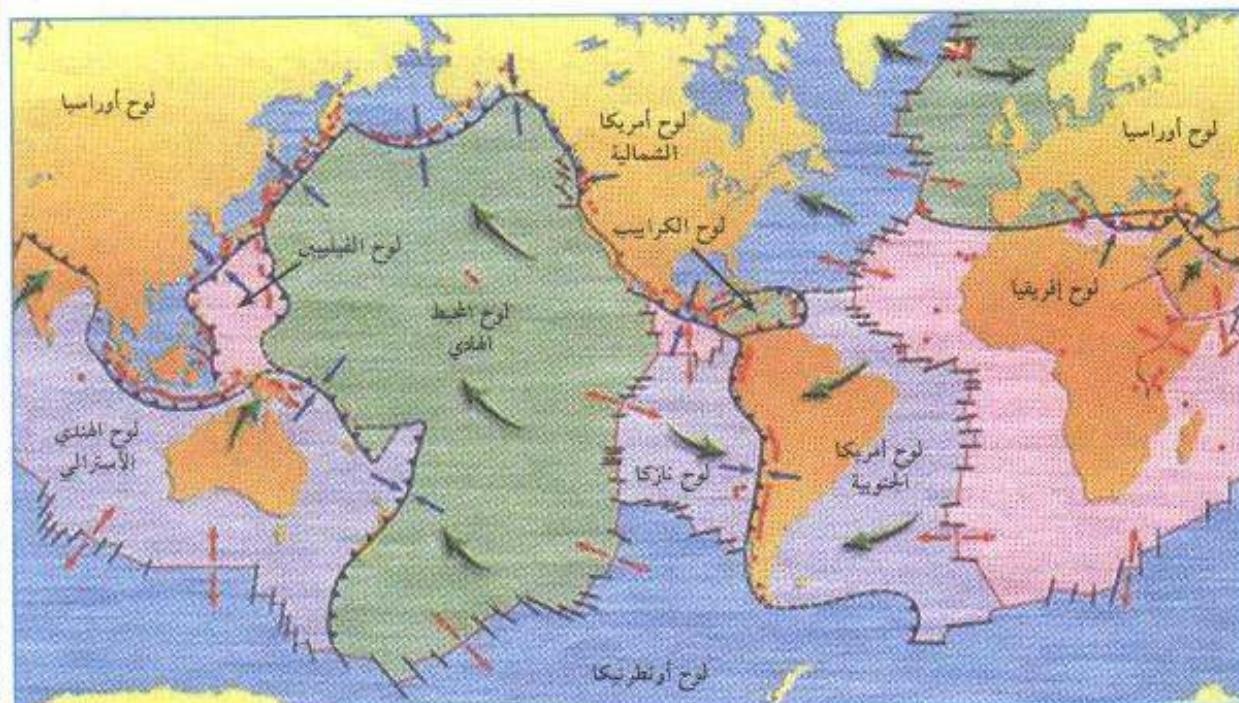
* ألمحز نصا علمياً تبين فيه أهم خصائص مناطق الغوص.

٣ توزيع مناطق الغوص في العالم

تتوزع مناطق الغوص في العالم بصفة عامة على مستوى حدود الألواح التكتونية المتقاربة حيث تدخل الصفيحة المحيطية تحت الصفيحة القارية أو صفيحة محيطية أخرى. تبين الوثيقتان (٨ و ٩) أنواع حدود الصفائح التكتونية وحركتها بالنسبة لبعضها البعض.



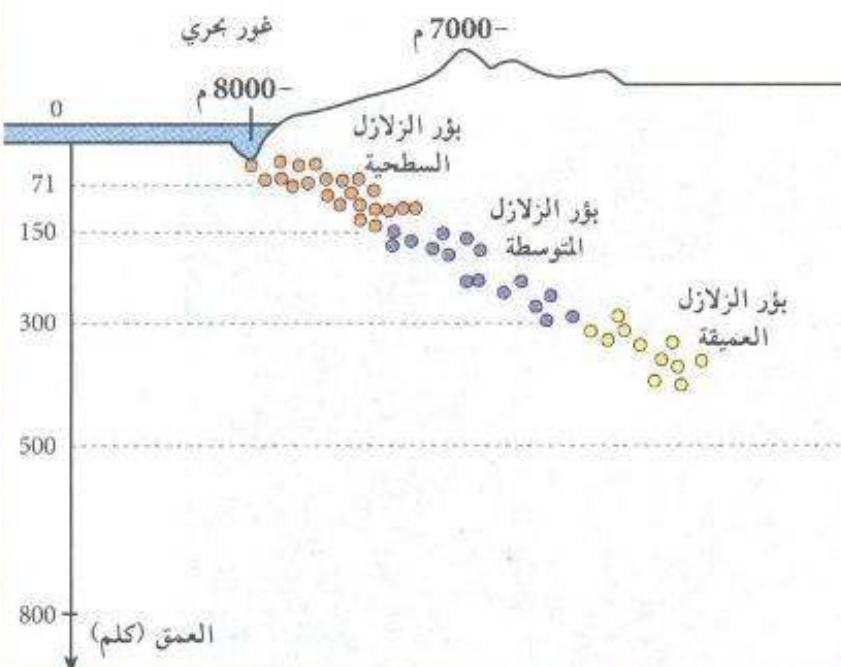
خرائط توزيع الزلازل في العالم بين 1960 و 2007 عن مبرمج Seismic eruption (٨) الوثيقة



خرائط تبين العلاقة بين توزيع الزلازل في العالم وحدود الصفائح التكتونية (٩) الوثيقة

لوح نازكا

لوح أمريكا الجنوبية



تبين الوثيقة المقابلة
توزيع بئر الزلزال من
المحيط إلى القارة على
مستوى الحافة الغربية
لأمريكا الجنوبية والظواهر
المترتبة بها.

العلاقة بين توزيع بئر الزلزال والعمق في مناطق الغوص الوثيقة (10)

استغلال الوثائق:

- بالإعتماد على دليل الوثيقة (8) حدد على الخريطة مناطق الغوص.
- حدد على خريطة الوثيقة (9) نوع الصفائح المتقاربة (قارية، محيطية) التي أدت إلى حدوث ظاهرة الغوص.
- باستغلال الوثيقة (9) حدد أنواع الصفائح الطافية ونوع الصفيحة الغائصة.
- حلل الوثيقة (10)، ماذا تستنتج.

معلومات هامة

مirmag Seismic eruption: هو مبرمج يسمح بمعرفة مواقع الزلازل والبراكين التي حدثت منذ 1960 إلى يومنا الحالي وعلاقتها بحركة الصفائح التكتونية ، يمكن الحصول عليه من الانترنت.

اختفاء اللوح المحيطي والظواهر المرتبطة بالغوص

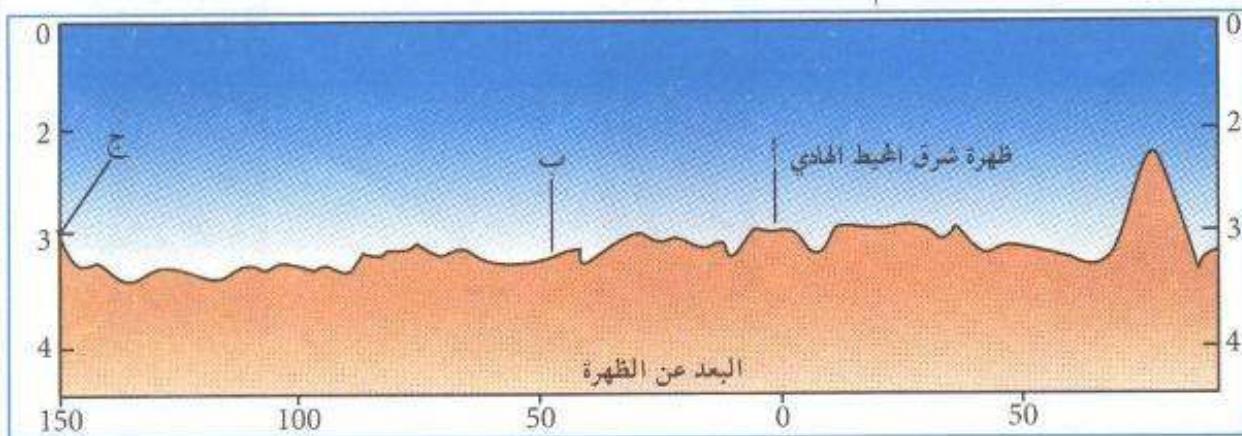
تبين ما سبق أن تقارب لوحين محيطيين أو لوح محيطي مع لوح قاري يؤدي إلى غوص اللوح المحيطي في البرنس

ما هي الظواهر الجيولوجية الناتجة عن هذه العملية؟

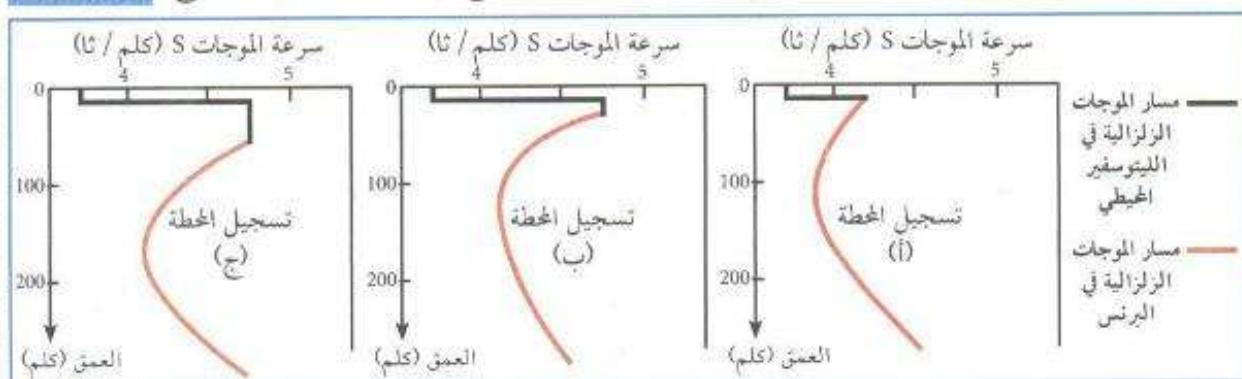
❶ تطور الليتوسفير المحيطي

يتغير سملك الليتوسفير المحيطي عند ابعاده من الظاهرة وذلك تبعاً لتبلور معدنه وتشبعه بالماء. بيّنت الدراسات المحيطية لقشرة المحيط الهادئ أن درجة حرارة اللوح المحيطي تتلاقص كلما ابتعدنا عن الظاهرة.

تبين الوثائق المعاولية موقع ثلات محطات (أ، ب، ج) لتسجيل الموجات الزلزالية S، حيث تقع المحطة (أ) على مستوى محور الظاهرة، المحطة (ب) على مسافة 50 كيلومتر منها، أما المحطة (ج) فتبعد عن محور الظاهرة بـ 150 كيلومتر.

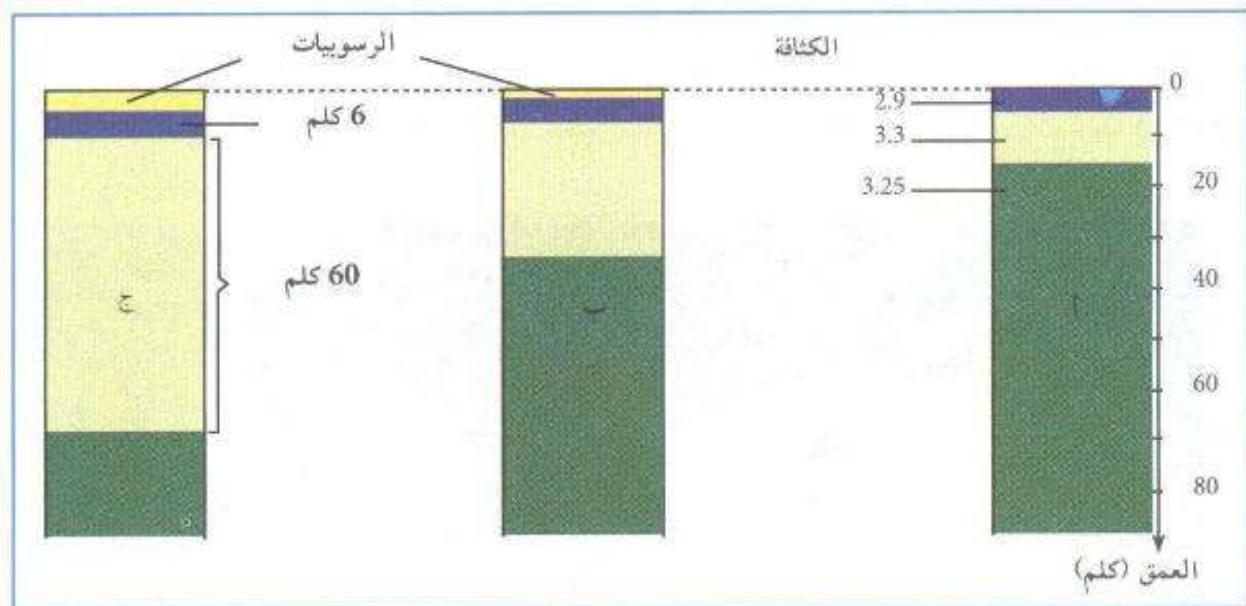
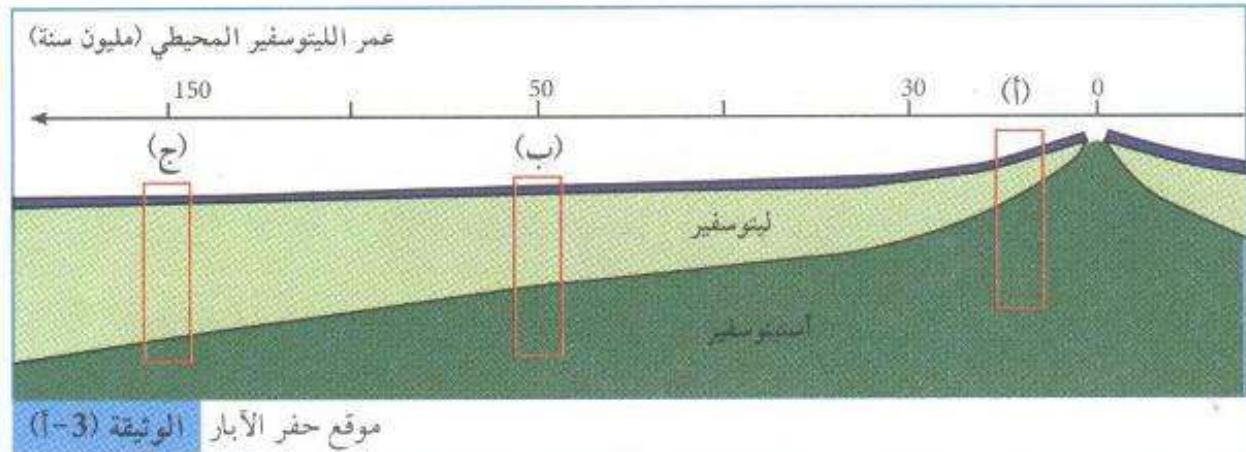


مقطع في عمق البحر بين مواقع محطات التسجيل (أ، ب، ج) الوثيقة (1)



تسجيل انتشار الموجات الزلزالية S في المناطق الثلاث الوثيقة (2)

تبين الوثيقة العوالية نتائج حفر آبار (Forages) على مستوى المحطات الثلاثة، حيث تم الحصول على ثلاثة أعمدة صخرية.



أعمدة تمثل مختلف الصخور المكونة للمناطق الثلاثة الوثيقة (3-ب)

استغلال الوثائق:

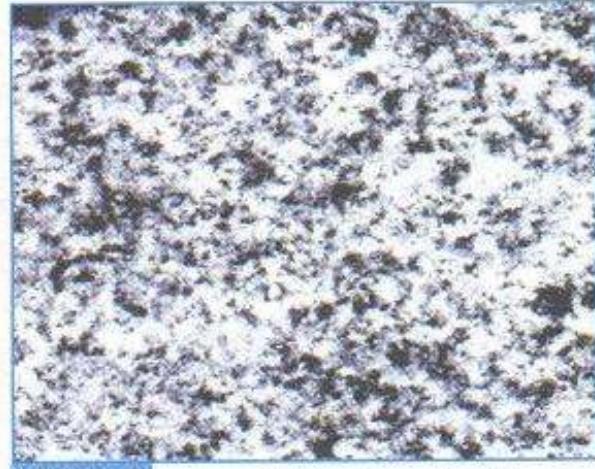
- حدد التغيرات التي طرأت على مسار الموجاتزلالية S على مستوى اللوح المحيطي في المحطات (أ، ب، ج) من الوثيقة (2).
- حدد التغيرات التي طرأت على القشرة المحيطية عند ابعادها من الظهرة، ماذا تستنتج؟
- ما هي العلاقة بين تغير مسار الموجاتزلالية S وسمك الطبقات المكونة للقشرة المحيطية (الوثيقتان 2 و3)؟
- احسب معدل كثافة اللوح المحيطي في العمودين (أ) و(ج)، ثم قارن بينهما، ماذا تستنتج؟
- استنتج تأثير الكثافة على عملية الغوص.

٢ دراسة الصخور المميزة لمناطق الغوص

يتشكل كل من الغرانوديوريت والأنديزيت على مستوى مناطق الغوص. تبين الوثائق الموالية دراسة بتروغرافية بالعين المجردة وبالمجهر لصخري الغرانوديوريت والأنديزيت.



صورة لشريحة صخر الغرانوديوريت تحت الوثيقة (5)
المجهر المستقطب بالخلل



صورة لعينة من صخر الغرانوديوريت. الوثيقة (4)



صورة لشريحة صخر الأنديزيت تحت المجهر
المستقطب بالخلل



صورة لعينة من صخر الأنديزيت بالعين
الوثيقة (6)
المجردة

استغلال الوثائق:

- بالاعتماد على الوثائقين (4, 6) قارن بين عيتي الغرانوديوريت والأنديزيت
- بالاعتماد على الوثائقين (5 و 7) والملاحظة المجهرية، قارن بين نسيج المعادن المكونة للгранوديوريت والأنديزيت، ماذا تستنتج؟

٣ العلاقة بين منشأ صخور مناطق الغوص وبنيتها النسيجية

تؤدي ظاهرة الغوص إلى تشكيل صخري الأنديزيت والغرانوديوريت في منطقتين مختلفتين من القشرة الأرضية.



رسم تشكيلي لمنطقة الغوص الوثيقة (٨)

٦ انطلاقاً من نمذجة الفانيلين (نشاط صفحه 285) والمقارنة السابقة للصخريين:

١. حدد منشأ صخري الغرانوديوريت والأنديزيت في المنطقة المناسبة (أ و ب) من الوثيقة (٨)، مع التعليل.
٢. حدد مصدر الماء المكون لصخري الغرانوديوريت والأنديزيت.

٤ مقارنة بين التركيب الكيميائي للصخور الناشئة عن عملية الغوص والصخور الناشئة عن عمليات البناء

مناطق البناء	مناطق الغوص	التركيب الكيميائي	عمليات البناء
% البريدوتيت	% الأنديزيت - الغرانوديوريت	% البازلت	%
44	49.81	57.64	SiO_2
0.2	1.08	0.82	TiO_2
2	17.17	17.30	Al_2O_3
8.5	11.89	7.15	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_3\text{O}_4$
42	6.08	3.63	MgO
3	9.81	7.20	CaO
0.3	2.76	3.22	Na_2O
0.1	0.90	1.51	K_2O
0	0.30	0.30	H_2O
99.8	99.8	98.77	المجموع

النسبة المئوية لأكسيد صخور مناطق الغوص والبناء الوثيقة (٩)

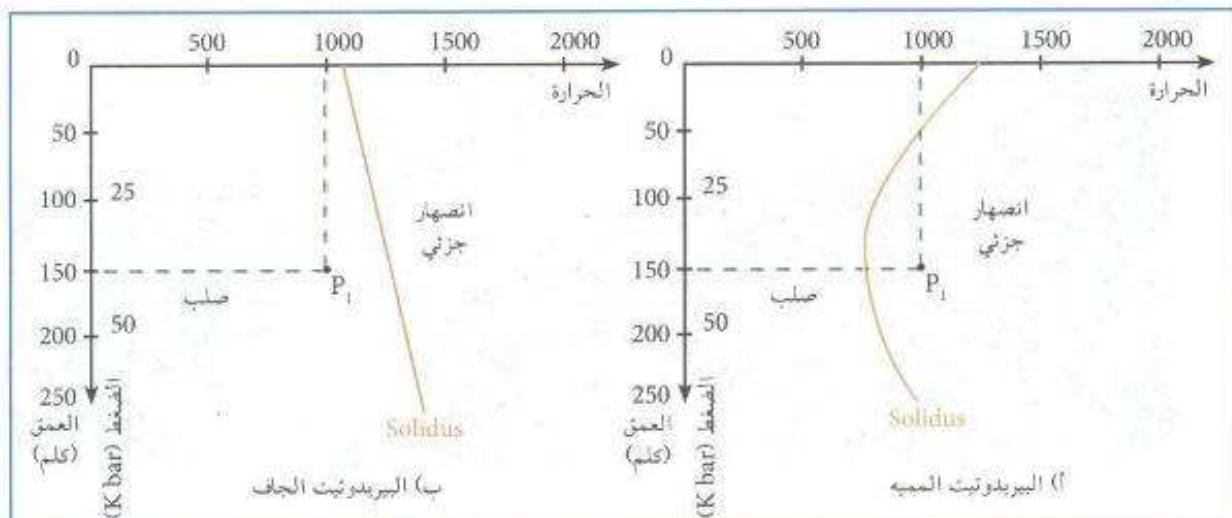
تشابه مناطق البناء مع مناطق الغوص في كونها مناطق تجدد القشرة الأرضية، وتكون الصخور النارية، وتختلف في التراكيب الكيميائية. يبين جدول الوثيقة (٩) نسب الأكسيد المكونة لصخور مناطق الغوص ومناطق البناء.

استغلال الوثائق:

1. قارن بين الأكاسيد المكونة لصخور مناطق الغوص وأكاسيد صخور مناطق البناء.
2. ما هو سبب الاختلاف في التركيب الكيميائي بين صخور مناطق الغوص ومناطق البناء؟
3. ما هي العلاقة بين التركيب الكيميائي للماغما ونوعية البراكين؟

٥ ظروف انصهار بيريدوتيت برنس اللوح الطافي على مستوى مناطق الغوص

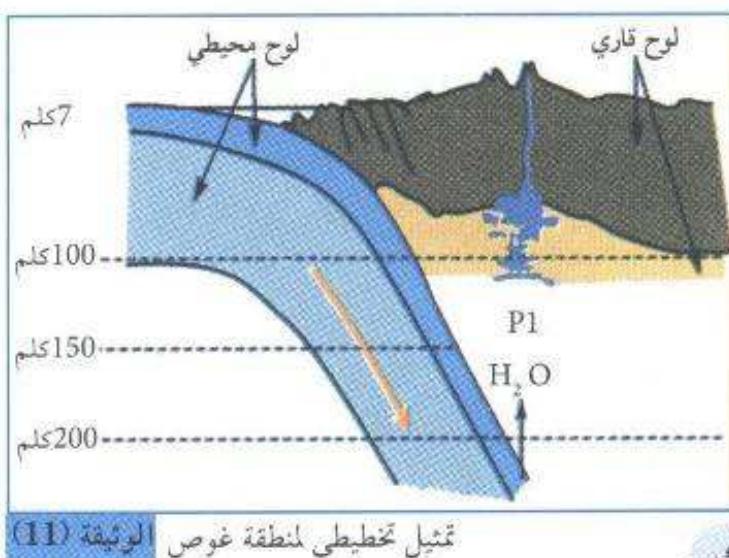
تنشأ الصخور على مستوى مناطق الغوص من الانصهار الجزئي للبيريدوتيت في ظروف فيزيائية وكيميائية مختلفة. بين انصهار قطع من البريدوتيت مخبريا في حالة وجود الماء (أ) وغيابه (ب) الناتج المبين في الوثيقة (10)



متحنيات تبين بداية انصهار البريدوتيت في ظروف فيزيائية وكيميائية مختلفة الوثيقة (10)

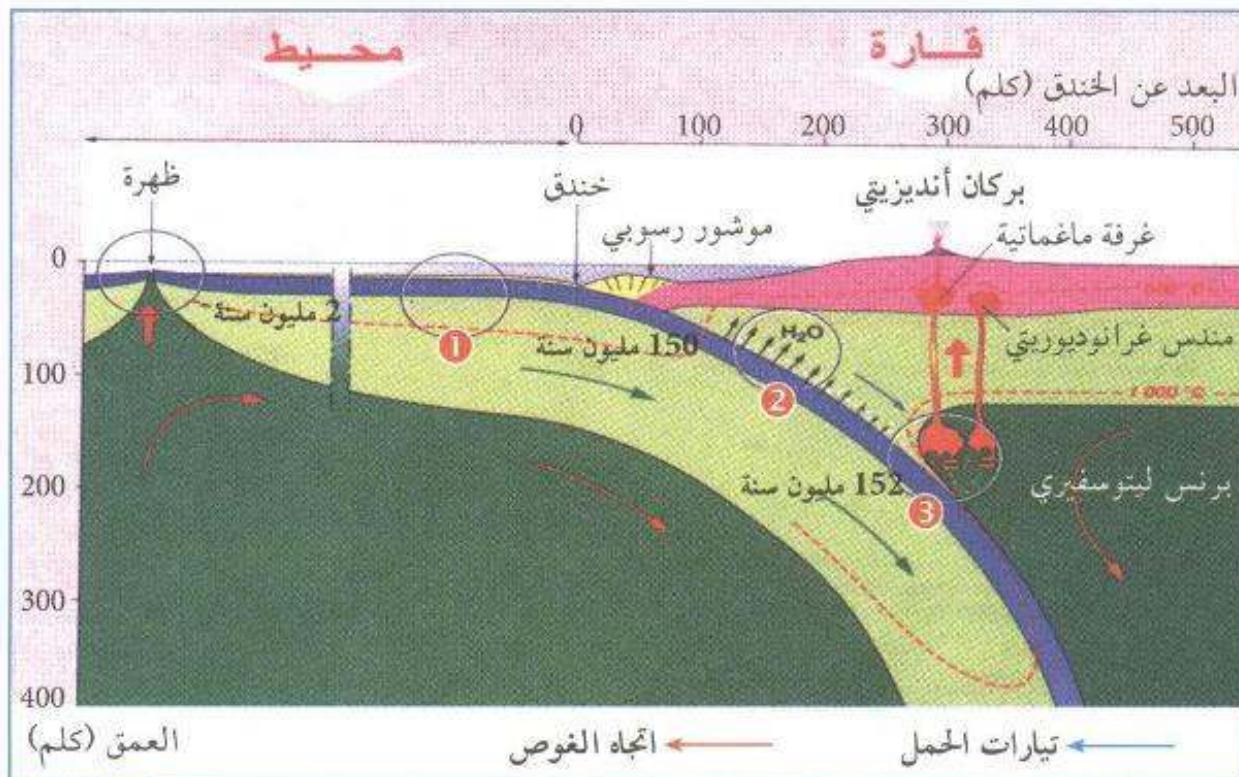
استغلال الوثائق:

1. حدد نشأة البريدوتيت المنصهر بالاستعارة بالوثيقة (8).
2. حدد الظروف الفيزيائية التي تتواجد فيها النقاط P_1 و P_2 .
3. استخرج الحالة الفيزيائية للبيريدوتيت في الحالة (أ) والحالة (ب) P_2 . علل النتائج المتوصل إليها.
4. استخرج من الوثيقة (11) الحالة الفيزيائية لبرنس اللوح الطافي في الموقع P_1 . علل إجابتك.



٦ مصدر الماء في البيريوديت المنصهر

بيت الدراسات أنه يمكن لبيريوديت برسن الصفيحة الطافية أن ينصلح بوجود الماء، فما هو مصدر الماء الموجود في الصخور؟ وما هي تأثيراته؟
يسلك الماء أثناء ظاهرة الغوص مساراً معيناً كما تبينه الوثيقة الموالية.

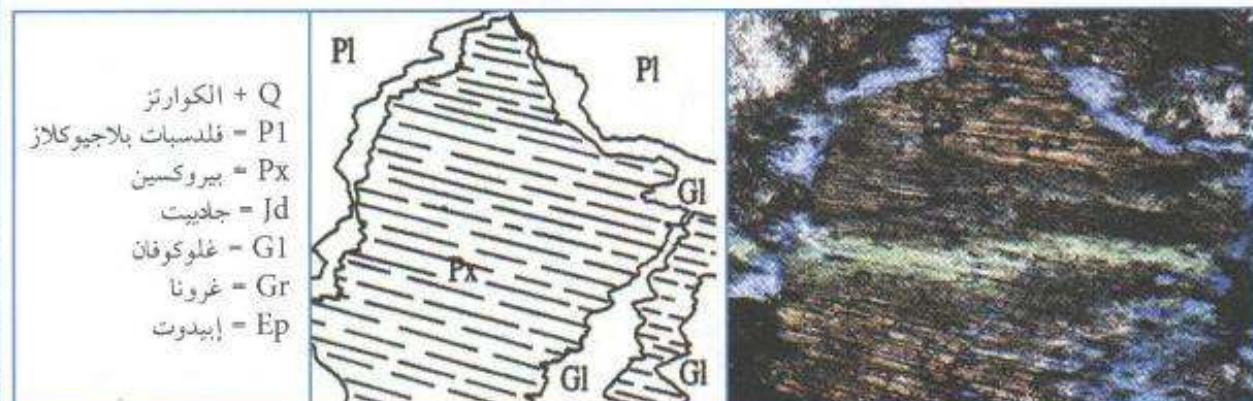


تمثيل تخطيطي مقطع في منطقة غوص يبين مسار الماء الوثيقة (12)

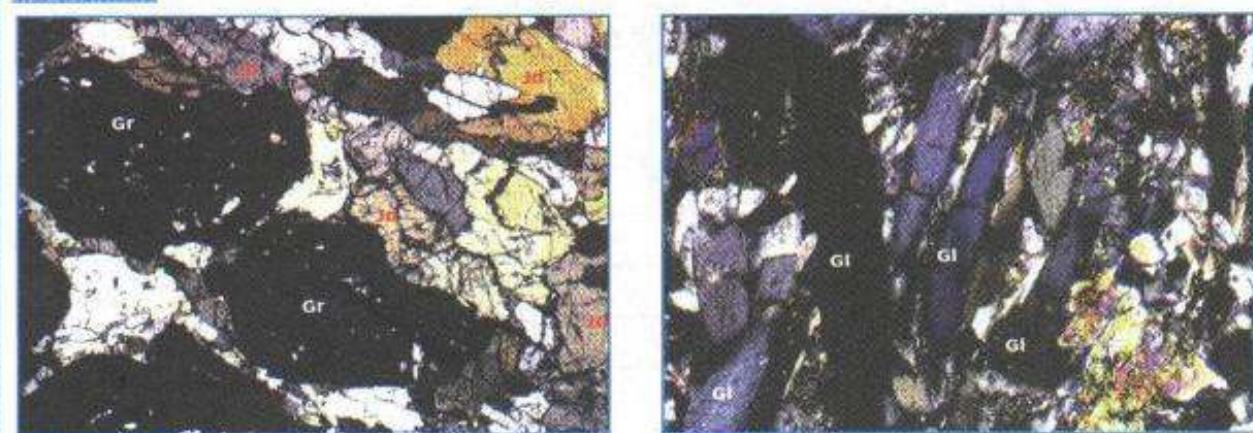
استغلال الوثائق:

- ما الذي يحدث للقشرة المحيطية عندما تنخفض تحت القشرة القارية؟
- ما الذي يحدث للبرنس الليتوسفيري في منطقة الغوص؟
- ما هو دور الماء في نشأة الصخور على مستوى مناطق الغوص؟

تتشع الصخور المتحولة المميزة للحواف النشطة عن تحولات بازلت وغابرو اللوح الغائص حيث تمثل الوثائق (13، 14 و 15) على التوالي عينات أخذت من المناطق (1، 2 و 3) من الوثيقة (12)، والتي توضح التغيرات المعدنية التي تحدث في مستويات مختلفة من الصفيحة المحيطية الغائصة.



(أ) صورة لشريحة الميتابيرو تحت الجهر المستقطب الوثيقة (13)



(ب) صورة لشريحة الشست الأزرق تحت الجهر المستقطب الوثيقة (14)

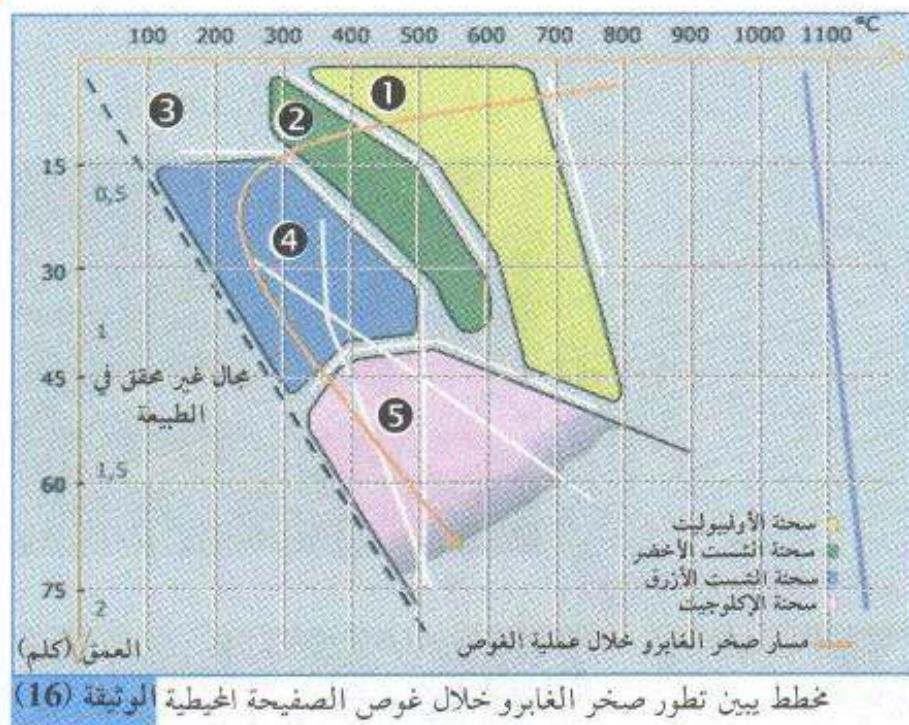
استغلال الوثائق:

- بالاعتماد على دراسة معادن الصخور المميزة لمناطق التباعد، قارن في جدول بين المعادن المكونة للقابر والميتابيرو. ماذا تستنتج؟
- قارن بين البنية النسيجية الميتابيرو والشست الأزرق من حيث تنظيم وشكل المعادن (Pl، Gl)، ثم اقترح تفسيراً لهذا التنظيم.
- قارن بين الشست الأزرق والإيكولوجيت من حيث التركيب المعدني والبنية النسيجية.

معلومات مفيدة

- غلوكون (glaucomphane): معدن من عائلة الأومفيبول يميز الضغط العالي، لونه أزرق، يقطعه مستويان للانفصام بينهما زاوية 120°.
- جاديت (Jadeite): معدن من عائلة البيروكسین، له لون بني فاتح، يميز الضغط العالي.
- الغرونا (Grenat): معدن عام اللون في الضوء المستقطب، تضاريسه عالية، يبني تشققات، يدل على الضغط المتوسط والعلوي.

٧ شبكات تشكل الصخور



تشكل الصخور المختلفة في ظروف معينة من الضغط والحرارة حيث تتغير المعادن ويتغير الصخر بتغير هذه الظروف.

تبين الوثيقة (١٦) تطور صخر الغابرو خلال غوص الصفيحة المحيطية تحت صفيحة أخرى سواء كانت قارية أو محيطية، مما يؤدي إلى ظهور معادن جديدة.

يمكن تلخيص مختلف التحولات المعdenية في المعادلات التالية:

- (١) بلاجيوكلاز + بيروكسین + ماء \longleftrightarrow أومفيبولي (هورنبلاند).
- (٢) بلاجيوكلاز + هورنبلاند + ماء \longleftrightarrow كلوريت + أكتينوت.
- (٣) بلاجيوكلاز + كلوريت + أكتينوت \longleftrightarrow أومفيبولي (غلوكوفان) + ماء.
- (٤) بلاجيوكلاز + غلوكونافان \longleftrightarrow غرونا + بيروكسین (جلاييت) + ماء.

٦ استغلال الوثائق:

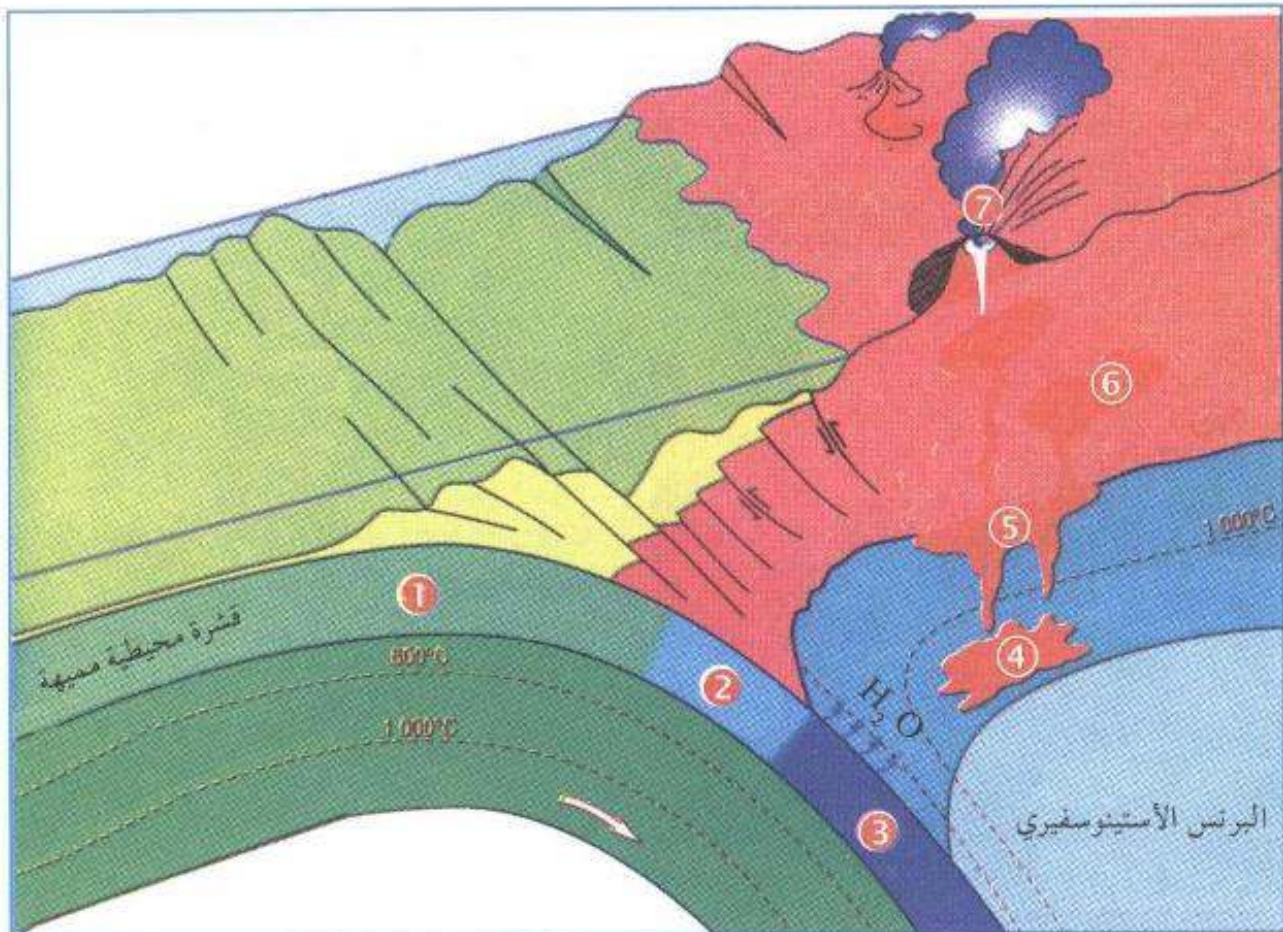
١. استنتاج ظروف تشكيل مختلف السحن المبينة في الوثيقة (١٦).
٢. ماذا تمثل كل من المعادلتين (١ و ٢) و (٣ و ٤)؟

* لخص في نص علمي أهم مراحل تشكل الصخور المميزة لمناطق الغوص.

معلومات مفيدة

السحن: تمثل في مجموعة من المعادن التي تشكلت في نفس الظروف الفيزيائية (الحرارة والضغط) الكيميائية.

مخطط تدريجي



- اعتماداً على معطيات الوثيقة (١٦) والمعلومات المتوصل إليها في النشاطات السابقة
1. تعرف على نوع الصخور المشار إليها بالأرقام (١، ٢، ٣، ٤ و٧)، ثم حدد ظروف نشأتها.
 2. ماذا يُمثل الرقمان (٥، ٤)؟

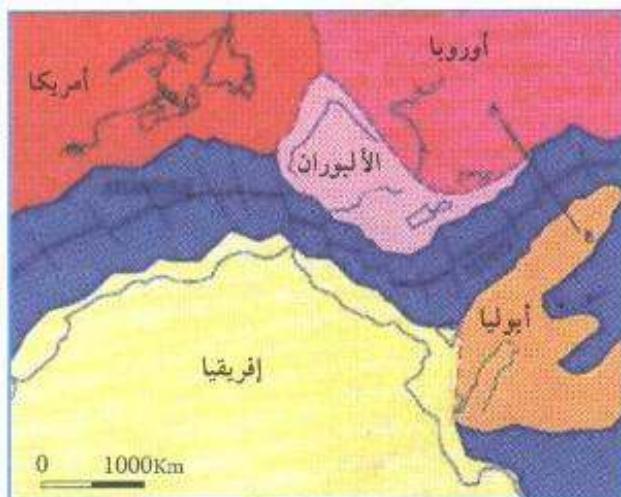
النشاط 6

التضاريس الناجمة عن التصادم

أن استمرار عملية غوص اللوح المحيطي تحت اللوح القاري سيؤدي حتماً إلى غلق الماء الرسوبي وتصادم الألواح القارية وبالتالي نشأة السلسلة الجبلية كالسلسلة المغاربية.

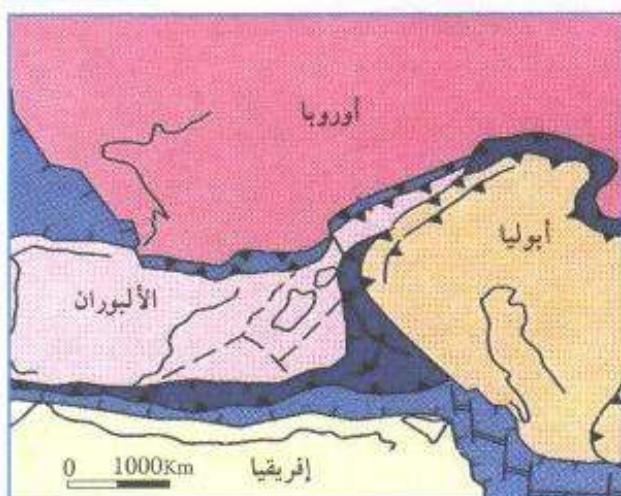
ما هي الشواهد البنوية والتروغرافية عن هذا التصادم؟

١ مراحل تشكيل السلسلة المغاربية

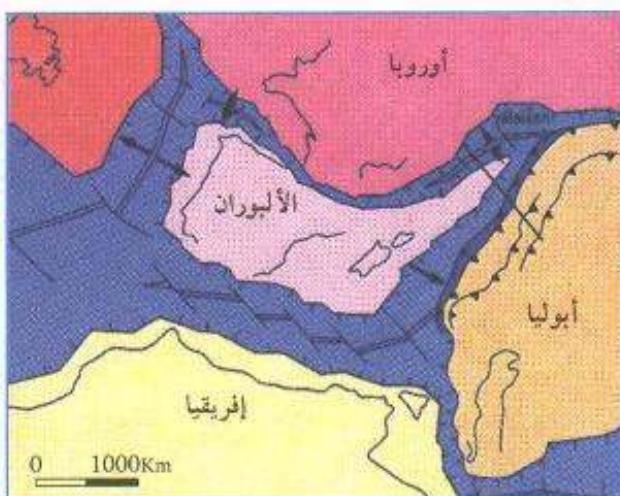


خرائطة شمال إفريقيا وجنوب أوروبا منذ 150 مليون سنة الوثيقة (١)

لفهم هذه الظاهرة الجيولوجية نقترح دراسة مراحل تشكيل السلسلة المغاربية خلال الميزوزوي والسينوزوي كما تبينه الوثائق الموقعة:



خرائطة شمال إفريقيا وجنوب أوروبا منذ 45 مليون سنة الوثيقة (٢)



خرائطة شمال إفريقيا وجنوب أوروبا منذ 100 مليون سنة الوثيقة (٣)

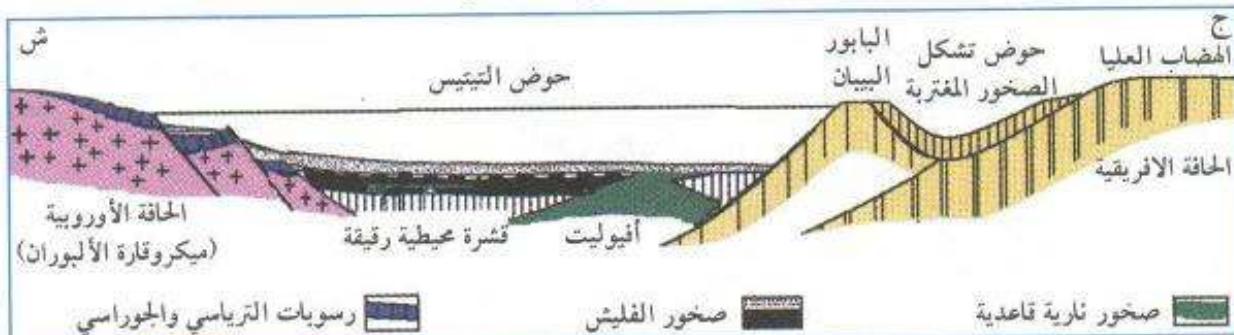
٢ استغلال الوثائق:

- قارن وضعية قارتي الألبوران وإفريقيا في الوثائق (١، ٢، ٣)، ماذا تستخلص؟

٢ دراسة مقاطع جيولوجية في السلسلة المغاربية

بدأت نشأة السلسلة المغاربية منذ الترياس، ومازالت مستمرة إلى يومنا الحالي، حيث مرت بأربعة مراحل أساسية تتمثل فيما يلي:

- مرحلة تباعدية: أدت إلى ظهور جوض التيتيس بين اللوح الإفريقي ولوح ميكرو قارة الألبوران (الذي كان جزءاً من اللوح الأوروبي).
- مرحلة تقاربية: أدت إلى غوص القشرة المحيطية الناشئة تحت لوح ميكرو قارة الألبوران.
- مرحلة التصادمية: أدت إلى طفو لوح ميكرو قارة الألبوران فوق اللوح الإفريقي، فنشأت بذلك السلسلة المغاربية.
- مرحلة فتح البحر الأبيض المتوسط: نتيجة تباعد اللوح الأوروبي عن اللوح الإفريقي وتقسيم لوح ميكرو قارة الألبوران، تمثل الوثائق المعاونة مرحنتين أساسيتين:



رسم تخطيطي لقطع جيولوجي عبر القبائل الكبرى في الوقت الحالي الوثيقة (4)



رسم تخطيطي لقطع جيولوجي عبر القبائل الكبرى في الوقت الحالي الوثيقة (5)



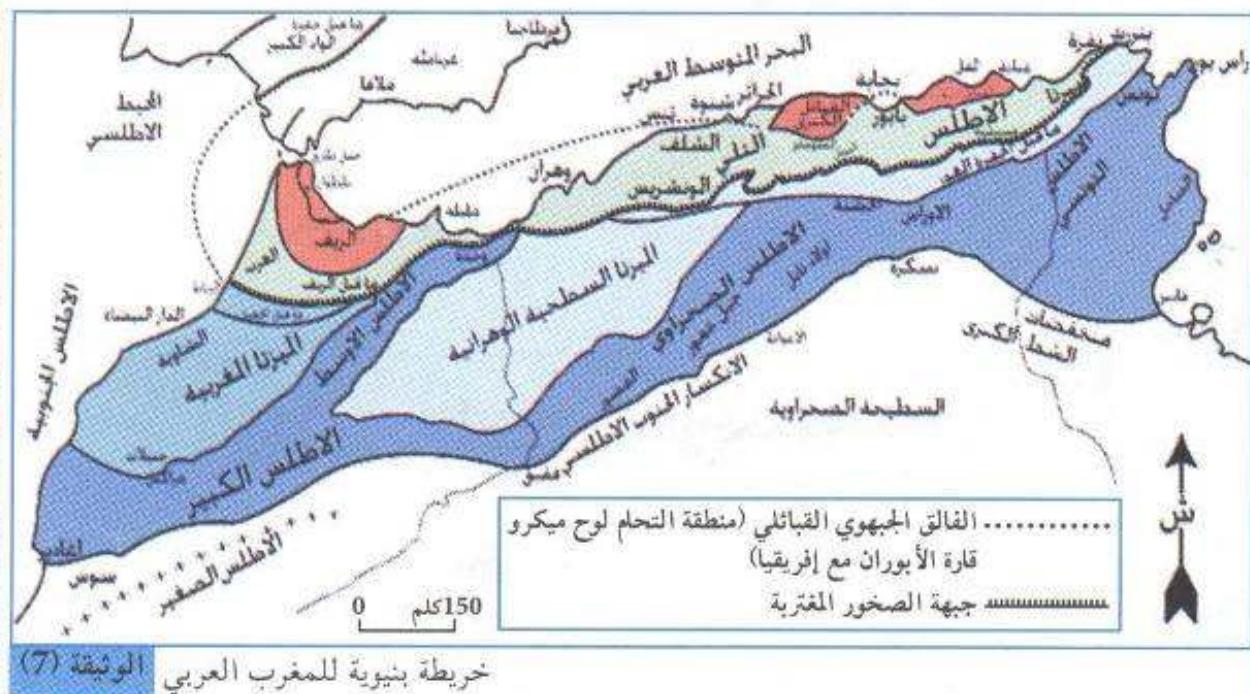
رسم تخطيطي لقطع جيولوجي عبر القبائل الصغرى في الوقت الحالي الوثيقة (6)

- انطلاقاً من نتيجة المقارنة السابقة وبالاعتماد على الوثيقة (4)، حدد وضعية صفيحة ميكرو قارة الألبوران والصفيحة الإفريقية.
- استنتج نوع حركة الصفائح التكتونية التي حدثت بعد نهاية الطباشيري حتى الوقت الحالي من الوثقتين (5 و6).
- ماذا حدث في المرحلة النهاية لحركة الصفيحتين.
- استنتج أنواع التضاريس الناشئة عن ذلك.

٣ دراسة بقايا لوح ميكرو قارة الألبوران في السلسلة المغاربية

تظهر بقايا لوح ميكرو قارة الألبوران التي تدل على تصدام الألواح التكتونية في مناطق معينة من اللوح الإفريقي.

تبين الوثيقة (٧) مكافحة.



خرائط بنائية للمغرب العربي الوثيقة (٧)

٤ استغلال الوثائق

- استنتاج مصدر صخور الريف والقبائل الكبرى والصغرى (اللون الأحمر) باستغلال الوثائق (٧، ٦، ٥).
- حدد آثار اصطدام اللوح الأوروبي باللوح الإفريقي وحدودها الجنوبية.

شواهد التقلص

تدل التضاريس العالية للسلالس الجبلية كجبال جرجرة، عن حركات عمودية يمكن ربطها بالحركات الأفقيّة للألواح التكتونية.

ما هي شواهد هذه الحركات؟ وما هو نوعها؟

❶ البيانات الجيولوجية المميزة لمناطق التقلص

تظهر في الطبيعة مناظر تدل على مختلف الحركات التي تعرضت لها الحركات التكتونية كما تبيّن الوثائق الموقّية:



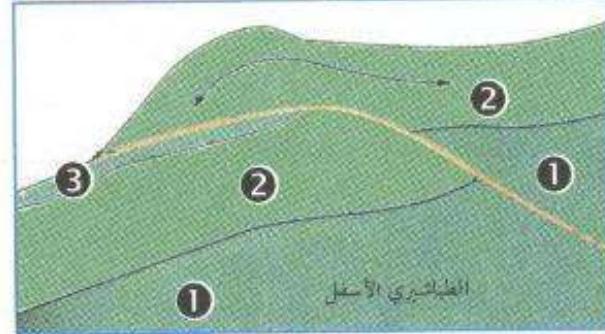
مكشـف لقطع في سلسلة جبلية ناشطة الوثيقة (1)



صورة لتضاريس مشوهة الوثيقة (2-أ)



عملية لفالق العكسي الوثيقة (3)

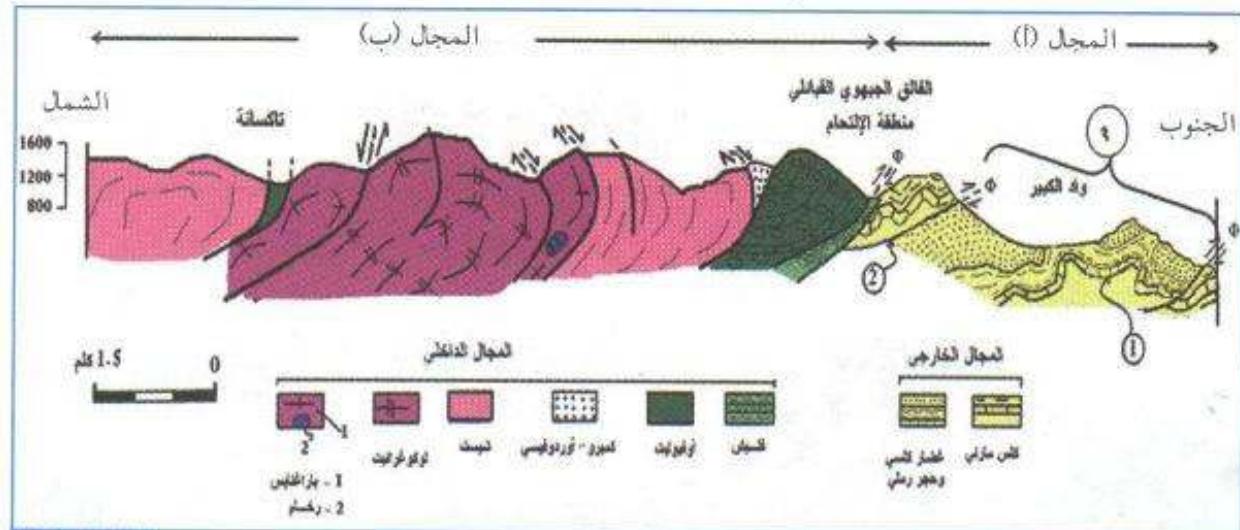


خطط تفسيري لتضاريس الوثيقة (2-أ) الوثيقة (2-ب)

❷ استغلال الوثائق:

1. إذا علمت أن الطبقات الصخرية الموضحة في الوثيقة (1) كانت في الأصل أفقية حدد نوع التشوهات التي تظهر في الصورة.
2. إذا علمت أن الطبقات الصخرية الموضحة في الرسم التفسيري والتي لها نفس الأرقام، كانت في الأصل على نفس الامتداد حدد التشوه الذي حدث لها.
3. باستغلال الوثيقة (3) حدد نوع التشوه الذي حدث في الوثيقة (2-أ).
4. ما هي العلاقة بين الطبقة 2 والطبقة 3 على جانبي الفالق المبين في الوثيقة (2-ب)؟
5. ماذا يمثل السهم الموضح في الطبقة 2 من الوثيقة (2-ب)؟
6. تعتبر صخور الطبقة 2 صخوراً مغتربة علل هذه التسمية.

أدى التصادم الذي حصل بين اللوح الأوروبي واللوح الإفريقي في بداية السينيوزوي (منذ 65 مليون سنة) إلى نشأت التضاريس المبنية في الوثيقة التالية:



رسم تخطيطي لمقطع في السلسلة المغاربية الوثيقة (4)

استغلال الوثائق:

1. حدد أنواع التشوّهات المشار إليها بالأرقام 1، 2 و 3 في المقطع.
2. ماذا يمثل المجالان (أ، ب)؟

معلومات مفيدة

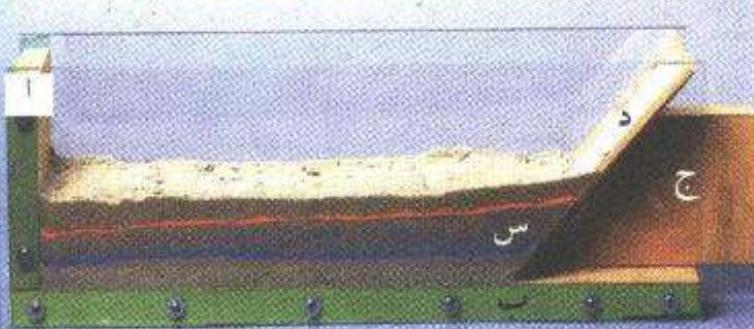
السلسلة المغاربية هي سلسلة جبلية تتدلى في شمال إفريقيا من القطر المغربي حتى القطر التونسي مروراً بالجزائر ومتندجيوباً على مسافة تقدرها 300 كيلومتر، يحدّها فالق كبير (فالق جنوب الأطلسي). تشكّلت هذه السلسلة خلال الحركات البایانية للجبل الأليبي. الصخور المفترية (Nappes de charriage) هي صخور انتقلت من مكان تواضعها إلى مكان آخر تحت تأثير قوى الانضغاط الجانبي، حيث تطفو فوق طحور أخرى أحدث منها.

٢ مذكرة بناء التصادم

تسمح النماذج بفهم الظواهر التي تحدث خلال الأزمة الجيولوجية والتي لا يمكن ملاحظتها بالعين المجردة، كمراحل تشكّل السلاسل الجبلية. تمثل الوثائق الموقالية التراكيب التجريبية المستعملة لإظهار أهم الظواهر الجيولوجية المرتبطة بالتصادم القاري.

الوسائل المستعملة:

- قطعة خشبية (أ) مربعة 10×10 سم، سمكها 2 سم.
- قطعة خشبية مستطيلة (ب) 40×10 سم، سمكها 2 سم.
- قطعة خشبية (ج) ذات ضلع مائل $10 \times 20 \times 10$ سم، سمكها 2 سم.
- قطعة خشب معاكس Contre-plaque مستطيلة الشكل 10×15 سم سمكها 5 ملم (القطعة د).



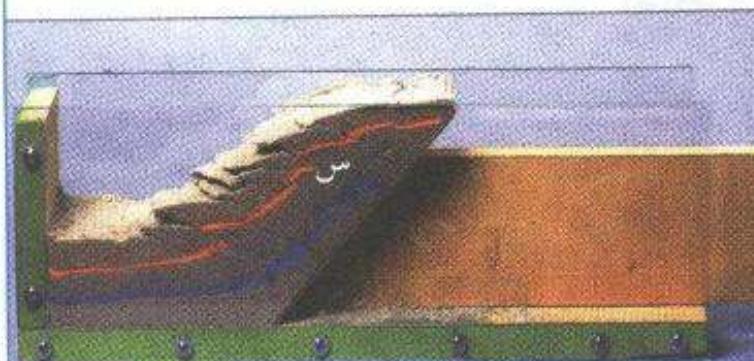
1

قبل التشوه



2

خلال التشوه



3

نهاية التشوه

نمذجة التصادم القاري (الوثيقة 5)

- 2 كلغ من الجبس أو الرمل.
- ملون أحمر وأزرق.
- قطعتان مستطيلتان من زجاج أمان من Plexiglas طولهما 40 سم وعرضهما 12 سم.

طريقة العمل:
 ثبت قطعة الخشب وزجاج الأمان (Plexiglas) كما هو مبين في التركيب التجريبي، ثم ضع طبقات الجبس الملون (الرمل) الواحدة تلو الأخرى كما هو مبين في الشكل.

استغلال الوثائق:

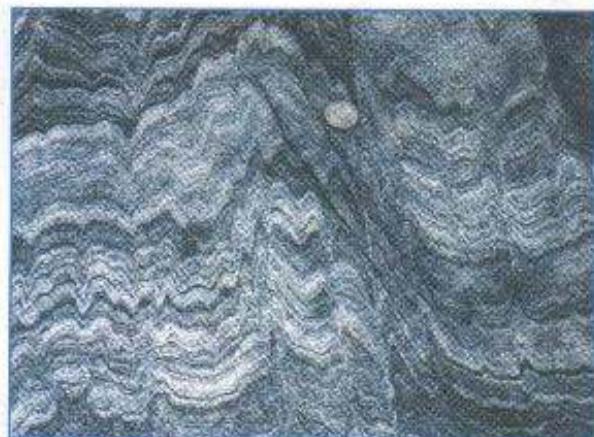
1. قارن بين شكل طبقات الجبس الملون في الأشكال (1، 2 و3).
2. حدد أنواع التراكيب الناتجة.
3. حدد نوع الحركة التي أدت إلى نشوء هذه التراكيب.
4. لاحظ تطور سماكة طبقات الجبس في الأشكال الثلاثة على مستوى المنطقة (س)، ملذا تستنتج؟
5. طابق بين نتائج النمذجة السابقة مع ما يحدث عند تصادم لوحين قاريين وتأثير ذلك على سماكة الليتوسفير.

٣ دراسة صخر الميغمايت

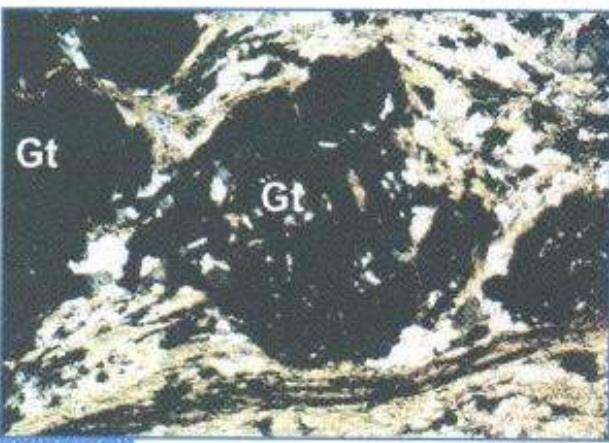
تنشأ على مستوى مناطق التصادم صخور ذات تركيب معينة ومعادن مميزة كصخر الميغمايت. ما هي هذه التركيب؟ وما هي المعادن المميزة لهذا الصخر؟
تبين الوثائق المولية التركيب الناتجة والمعادن المميزة لمناطق التصادم.



صورة لعينة لصخر الميغمايت (الوثيقة (7))



صورة لمكشوف لصخور ناتجة عن التصادم (الوثيقة (6))
القاري



صورة لشريحة بالجهر الاستقطابي تبين (الوثيقة (8))
معدن الغرونا

استغلال الوثائق:

- حدد أنواع التركيب الجيولوجية الناشئة المميزة لمنطقة التصادم من الوثيقة (6).
- حدد كيفية توضع المعادن المكونة لصخر الميغمايت من الوثيقة (7).
- تميز البنية الجيولوجية المبنية في الوثيقة (7) بالصفوفية، حدد الظروف المؤدية لظهورها.
- حدد العوامل الفيزيائية التي أدت إلى ظهور معدن الغرونا في الميغمايت.

لخص في نص علمي مراحل تشكيل صخر الميغمايت.

معلومات مفيدة

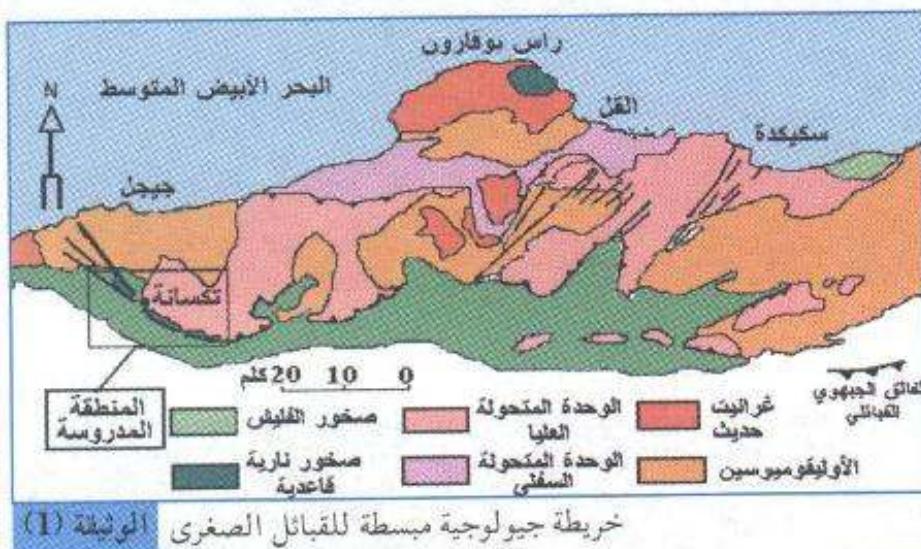
الميغمايت هو صخر متخلو يتكون من تناوب صفوف فاتحة ناتجة عن الانصهار الجزئي للغرانيت وصفوف عاقة مكونة من الأومفبيوليت والبيوتيت.

شواهد محيط قديم

تنتهي عملية التصادم القاري بغلق المحيط خلال تقارب ألواح تكتونية، حيث يختفي هذا الأخير على إثر عملية الغوص، وتصلم حواف الصفائح فتشوه وتندس بقايا المحيط داخل السلسلة الجبلية الناشئة على شكل أوفيليت.

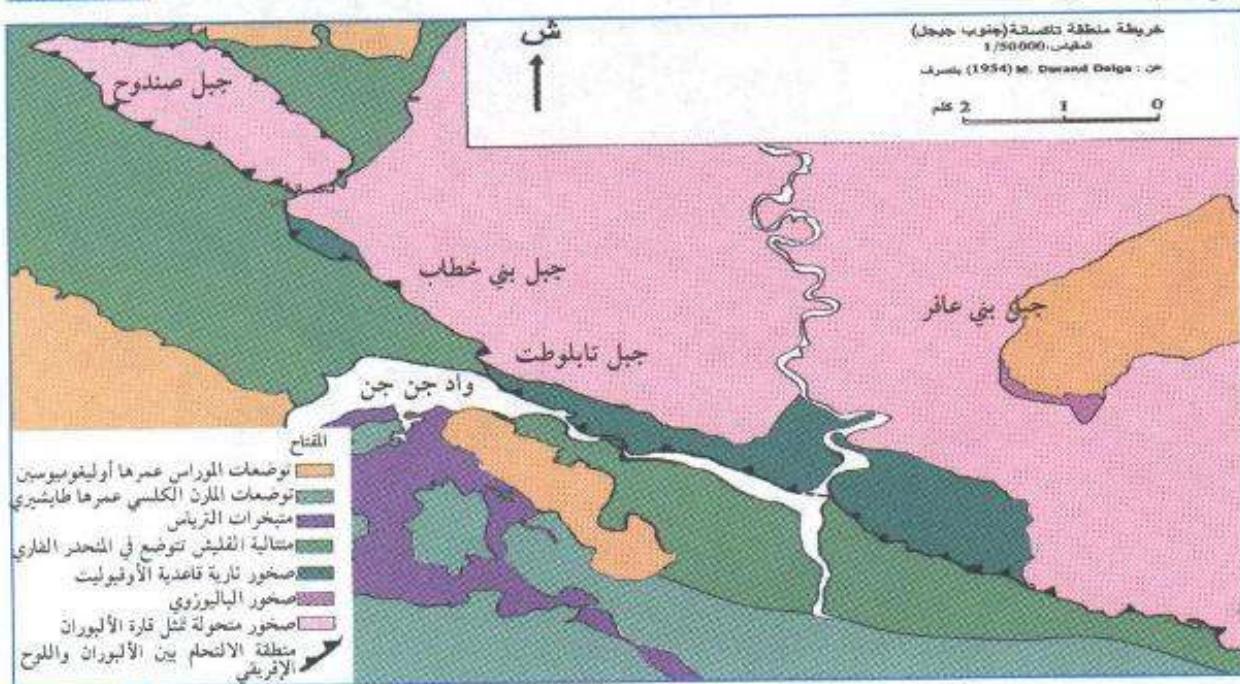
هل تحتوي السلسلة المغاربية على أوفيليت؟

١ موقع الأوفيليت في السلسلة المغاربية

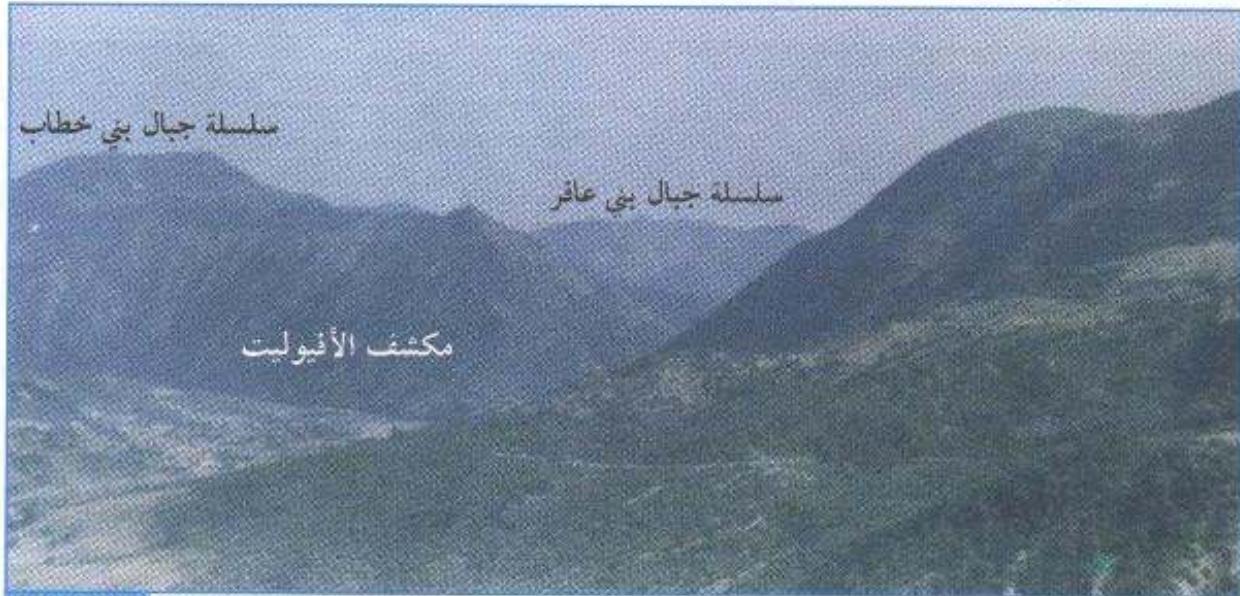


تظهر الشواهد الدالة على محيط قديم في السلسلة المغاربية على مستوى منطقة تكسانة بمحجول على شكل أوفيليت.

تقع هذه المنطقة على مستوى التحام مكرو قارة الألبوران باللوح الإفريقي كما تبينه الوثيقتين (1 و 2).



تظهر مكاشف الأفيوليت في جنوب تكسانة على مستوى وادجن جن وهي ممثلة بالبازلت الوسادي، البازلت الكتلي، السربونتين والغابرو (يكون هذا الأخير نادراً).



صورة لمكاشف صخور الأفيوليت في وادجن جن (الوثيقة 3)

تتوسط متالية الفليش في الوسط البحري العقيم وتميز منطقة المنحدر القاري.



صورة لمكاشف الفليش في منطقة تاكسانة (الوثيقة 4)

● استغلال الوثائق:

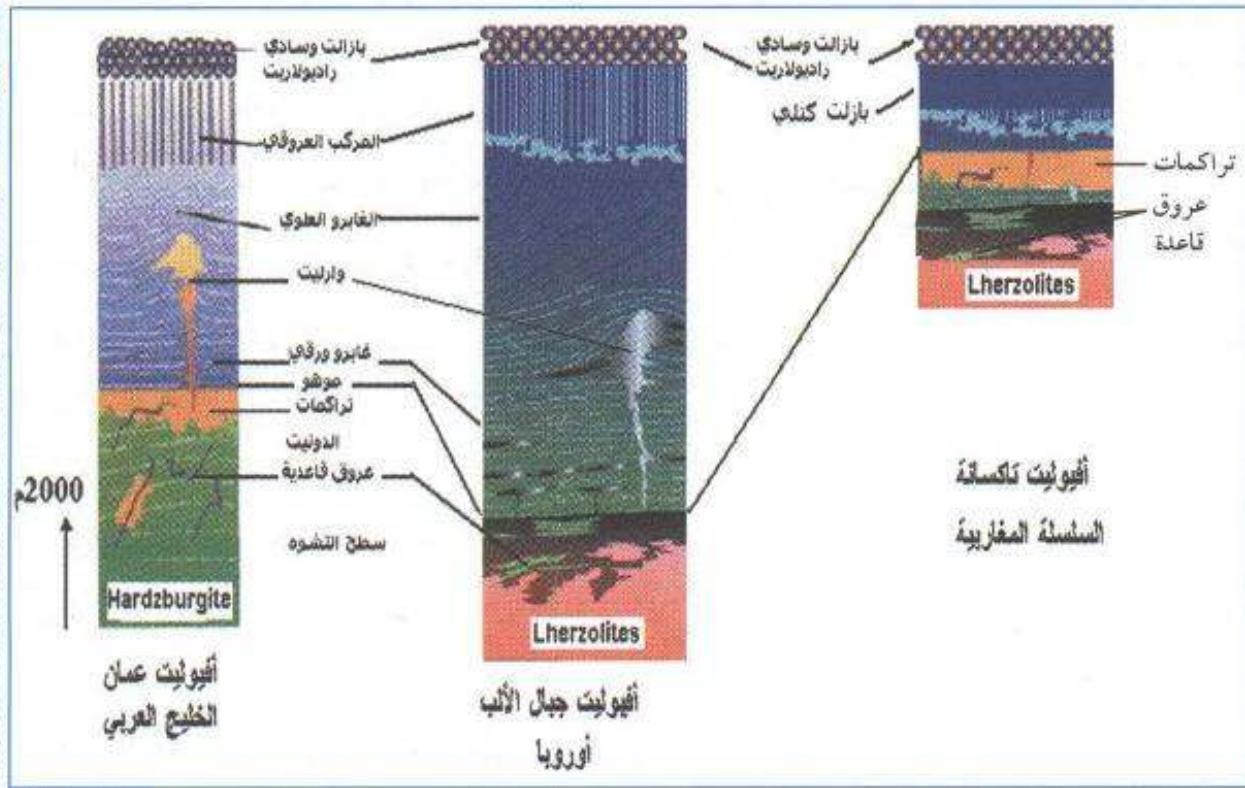
1. لماذا تعتبر الأفيوليت شواهد على وجود محيط مستحاثي؟
2. ما هي الأدلة على التقارب القاري (من الوثيقة 4)؟
3. تبين الوثيقة (4) طبقة رسوبية توضعت أفقيا ثم انطوت، احسب مسافة التقربيّة للتقارب؟

٢ مقارنة بين مكونات الأفيوليت في كل من عمان، الألب و تاكسانة

تظهر السلاسل الأفيوليتية في مختلف السلاسل الجبلية الناشئة سواء كانت حديثة أو قديمة على شكل قطع متبايرة بسبب شدة عامل التصادم بين الألواح التكتونية، تتكون هذه السلاسل من صخور نارية قاعدية وفوق قاعدية.

بيّنت الدراسات البتروغرافية وجود اختلافات بين السلاسل الأفيولوتية رغم كونها تشكّلت في فترات زمنية متقاربة.

تبين الوثيقة الموالية أعمدة لمكاشف الأفيوليت في كل من عمان، الألب و تاكسانة.



أعمدة الأفيوليت المناطق عمان، الألب و تاكسانة الوثقة (٥)

- قارن بين الأعمدة الأفيوليتية الثلاثة في جدول من حيث نوع البيريدوتيت، نوع البازلت وسمك طبقة الغابرو، ماذا تستنتج؟

* أنجز مخططاً تحصيلياً تبيّن فيه ديناميكية الليتوسفير من التباعد إلى غاية تشكّل سلسلة جبلية.

معلومات هامة

Harzburgites: عبارة عن بيريدوتيت يحتوي على أوليفين وبروكسين معيني مستقيم (OPX) بكمية كبيرة، يمكن من خلاله تصنّيف الأفيوليت (Harzburgite Ophiolite Types HOT).

Lherzolite: عبارة عن بيريدوتيت يحتوي على أوليفين وبروكسين أحاطي الميل (CPX) بكمية كبيرة، يمكن من خلاله تصنّيف الأفيوليت (Lherzolite Ophiolite Types LOT).

راديوهاريت: صخور رسوبية تتشكل من قواعع الشعاعيات.

Ophiolite: كلمة من أصل إغريقي (Ophis) تدل على الثعبان، قطع من القشرة الحفيظية مندسة في سلسلة جبلية.

النشاط التكتوني والبنيات الجيولوجية المرتبطة به

إن حدود الصفائح التكتونية عبارة عن مناطق نشطة تنشأ على مستواها تضاريس مميزة نتيجة الحركات المختلفة

النشاط ①: الظواهر المرتبطة بالبناء (خصائص الظهرات وسط محيطية)

تتميز مناطق البناء بانتشار زلزال سطحية، وبراكين من النمط الطفحي وسلالس جبلية تتوزع وفق أحزمة في وسط المحيطات مشكلة الظهرات.

تشكل الظهرات وسط محيطية نتيجة الحركات التباعدية التي تغير بها القشرة الأرضية.

النشاط ②: المعماتية وتشكل اللوح المحطي

تشكل على مستوى الظهرات وسط محيطية بشكل مستمر قشرة جديدة بفضل بركنة نشطة، وتكون الحمم المنبعثة جد مائعة مشكلة وسائل بركانية نتيجة التبريد السريع للمagma عند ملامسة الماء.

يقطع الظاهرة نوعان من الفوائل التي تسبب في الزلزال السطحية:

- فوائق عادية موازية لمحور الظاهرة تعمل على توسيعها.
- فوائق تجويفية عمودية على محور الظاهرة تعمل على تغيير مسار الظاهرة ودورانها حول الصفائح التكتونية.

النشاط ③: تشكل التضاريس المميزة للظاهرة وسط محيطية

يتكون اللوح المحطي من الأسفل إلى الأعلى من: بيريدوتيت - غابرو - بازلت. ينضهر الجزء العلوي من البرنس العلوي جزئياً مشكلاً ماغما بازلي يحتوي على معادن ذات عنصر كيميائية ثقيلة كالخلد والمنغنزيوم.

ينشأ البيريدوتيت من المعادن الثقيلة التي لم تنصهر، وينشأ الغابرو ذو النسيج الجبلي من التبريد البطيء للمagma البازلي في العمق، وينشأ البازلت ذو النسيج الميكروليتي من التبريد السريع للمagma على السطح. تتوقف لزوجة الماغما على مدى غناه بالسيليسي، حيث يكون الماقما البازلي غني بالعناصر الحديدية المغذية وفقير بالسيليسي وبالتالي يكون مائعاً، حيث يتسبب في بركنة من النوع الطفحي.

يعود الانصهار الجزيئي لبيريدوتيت البرنس إلى الخفاض الضغط على مستوى الظهرات نتيجة صعود المoho.

عندما يحدث انقطاع في الليتوسفيير القاري تتصعد تيارات الحمل الساخنة وتتصعد معها مواد منصهرة فتظهر بنية مكونة من خندق الانهيار ومدرجات محددة بفوق عادية مما يؤدي إلى تشكيل حشف (رف).

يكون الليتوسفيير المحيطي أعمق خندق الانهيار رقيقة جداً، مما يؤدي إلى انخفاض الضغط، الانصار الجزئي لبريدوتيت البرنس (المعطف) وتجمع المواد المنصهرة في الغرفة الماغماتية.

تؤدي التفاعلات النبوية للعناصر المشعة داخل البرنس إلى تعدد المادة المكونة له وصعود المoho فتحدب بذلك القشرة القارية وتتعرى، فتصبح رقيقة، يؤدي ذلك إلى ظهور فوق عادي (عادية).

النشاط التكتوني على مستوى مناطق الغوص

يؤدي استمرار إنتاج المagma على مستوى الظاهرات وسط محيطية نظرياً إلى توسيع القشرة المحيطية، لأن حجم الكره الأرضية يبقى ثابتاً حدوث ظاهرة جيولوجية تعمل على هدم القشرة الرائدة في مناطق الغوص.

النشاط ④: الظواهر المرتبطة بالغوص

تميز مناطق الغوص بوجود خنائق محيطية، زلازن عنيفة (تكون سطحية في المحيط وكلما اتجهنا نحو القارة يزداد عمقها)، بركنة إنفجارية، قوس من الجزر البركانية كسلسلة جزر اليابان والأنتيل وسلامسل جبلية كسلسلة الأنديز بأمريكا الجنوبية.

يعوض اللوح المحيطي تحت الحافة النشطة لصفحة تضم قشرة قارية أو قشرة محيطية، تكون الصفيحة الغائصة محيطية، وتكون الصفيحة الطافية chevauchante قارية أو محيطية.

النشاط ⑤: اختفاء اللوح المحيطي والظواهر المرتبطة بالغوص

تنخفض درجة حرارة الليتوسفيير المحيطي ويزداد سكه وكثافته كلما ابتعدنا عن الظاهرة مما يؤدي إلى غوصه، حيث يعد هذا الاختلاف في الكثافة أحد اخر مركبات الأساسية للغوص.

تنقسم الصخور المغماطية المرتبطة بالغوص إلى نوعين:

- صخور بركانية من نمط أنديزيت (Andésite): تتميز بتبريد سريع على السطح.

- صخور اندساسية من نمط غرانوديوريت: تتميز بتبريد بطء في العمق.

تنتج هذه الصخور من مagma غني بالسيلسيوس، كثير المزوجة، يتسبب في بركنة إنفجارية.

ينتج مagma مناطق الغوص عن الانصهار الجزيئي للبريدوتيت المكون لبرنس الصفيحة الطافية (Chevauchante)، يعود هذا الانصهار إلى إمامه البرنس، حيث يلعب الماء دور مذيب يخفيض من درجة حرارة الانصهار.

يصل الماء إلى البرنس عن طريق الصفيحة الغائصة ويتحرر بسبب الضغط المسلط عليها من طرف الصفيحة الطافية، يكون الماء الناتج غنياً بالسيليسيت بسبب التباين في درجة حرارة انصهار المعادن السيليكاتية، التي تتطلب حرارة منخفضة والمعادن الحديدية المغنية التي تنصهر في درجة حرارة مرتفعة.

يؤدي فقدان الماء من الصفيحة الغائصة بسبب الضغط المسلط عليها إلى تحفتها وتغير معادنها، تدعى هذه الظاهرة بالتحول.

يؤدي التحول إلى ظهور معادن جديدة تدل على الضغط العالي والحرارة المنخفضة المميزة لمناطق الغوص كالغلوكوفان (Glauophane)، الغرونا (Grenat) والجاديت (Jadeite).

تسمح ظاهرة الغوص بظهور مجالات ثبات المعادن في ظروف مميزة من الضغط والحرارة تدعى بالسحن تنتج عن ظاهرة الغوص سحن الشست الأزرق والإكلوجيت.

النشاط التكتوني على مستوى مناطق التصادم

يؤدي استمرار عملية غوص اللوح الخبطي تحت اللوح القاري إلى غلق الخوض الروسي وتصدام الألواح القارية وبالتالي نشأة السلسل الجبلية.

النشاط ⑥: التضاريس الناشئة عن التصادم

إن الحالات الجيولوجية للجزائر مرتبطة من الناحية الباليوجغرافية مع ما يحدث في البلدان المجاورة على المستوى المغاربي، وكذا السلسلة الألبية الخيطية بغرب البحر الأبيض المتوسط.

ينتج التصادم عن تقارب لوحين قاريين عقب ظاهرة الغوص، ويؤدي ذلك إلى تشكيل سلسلة جبلية. تدعى هذه العملية بالحركة البنائية للجبال (Orogenèse).

تمر كل حركة بناء للجبال بمرحلتين أساستين، تمثل الأولى في مرحلة التباعد والثانية في مرحلة التقارب.

النشاط ⑦: شواهد التقلص

تتجلى قوى الانضغاط في نشوء طيات، فوالق عكssية وهجرة الصخور المفتربة نحو المناطق الخلفية للسلسل الجبلية.

يؤدي التصادم القاري إلى تقلص أفقى يتسبب في زيادة سمك الليتوسفير نتيجة التضاعف القشرى ونشوء سلاسل جبلية عالية ومتقدمة.

يدل صخر الميغمايت على التضاعف القشرى والزيادة في سمك الليتوسفير، ارتفاع الضغط ودرجة الحرارة.

ينتج عن التقلص الفشري تحول الصخور العميقة تحت تأثير ارتفاع درجة الحرارة والضغط انصهار جزئي لغروانيت القشرة القارية.

شواهد محيط قديم

يؤدي تقارب الألواح التكتونية إلى تشوّه حدود الصفائح واندساس بقايا المحيط داخل السلسلة الجبلية على شكل أفيوليت.

النشاط ⑧: شواهد محيط قديم

يعتبر الأفيوليت (قطع من الليتوسفير المحيطي) في السلسلة الجبلية الحديثة شاهداً على التصادم القاري وغلق الأحواض (اغبيات) الفاصلة بينها.

تعتبر الصخور النارية القاعدية وفوق القاعدية المتواجدة ضمن السلسلة المغاربية والسلسلة الألبية شواهد على اختفاء محيط قديم عقب غوص الليتوسفير المحيطي ثم تصادم اللوح الإفريقي مع لوح ميكروقارنة الألبوران واللوح الأوروبي.

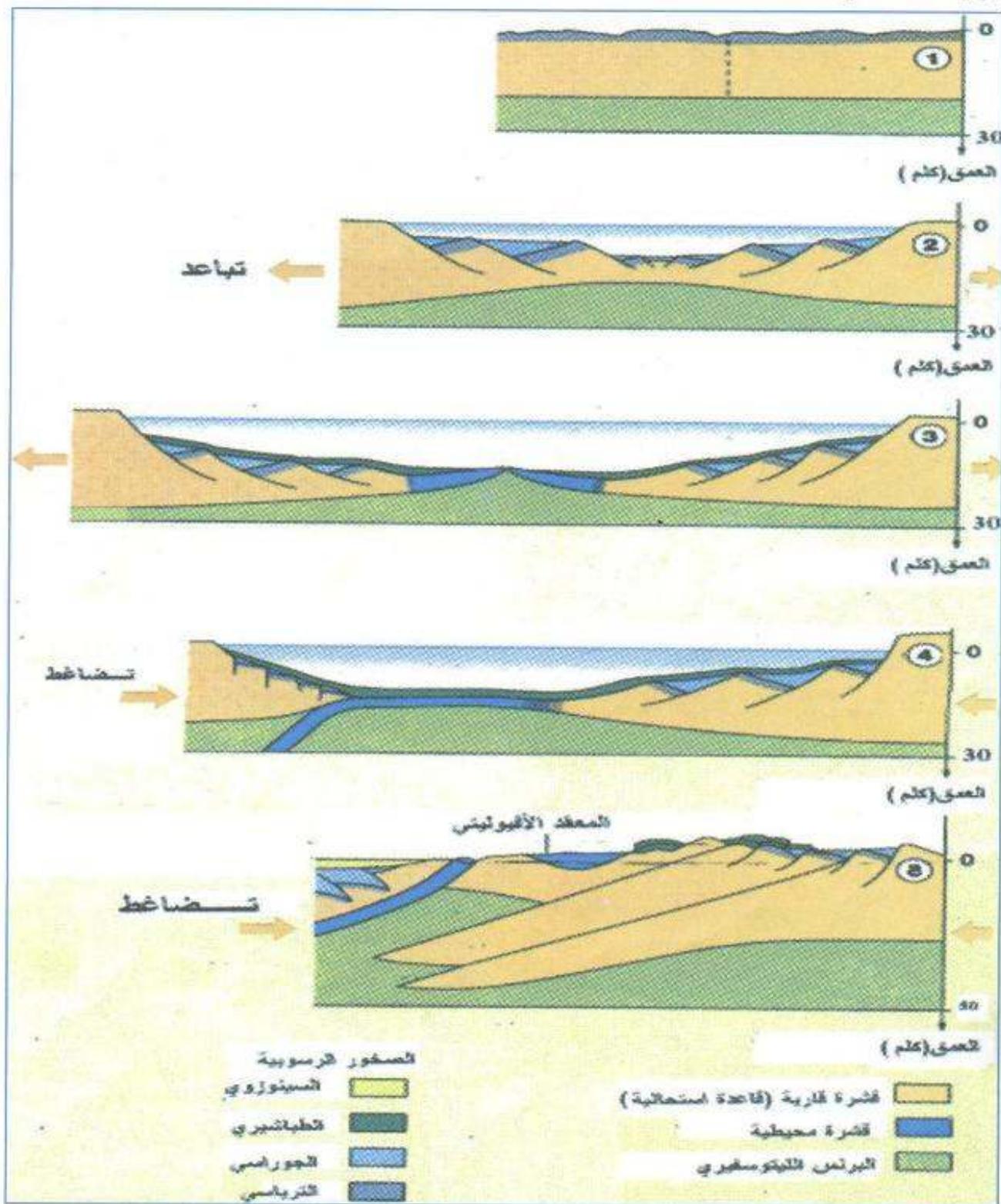
تميّز الأفيوليت بميّالية تتشكل من الأسفل إلى الأعلى من المستويات التالية: بيريدوتيت - غابرو - مركب بازلتي.

تعتبر الأفيوليت قطعاً من الليتوسفير المحيطي التي لم يشملها الغوص، اندست في منطقة التحام البحرين وبرزت إلى السطح نتيجة عمليات التعرية عبر الزمن الجيولوجي.

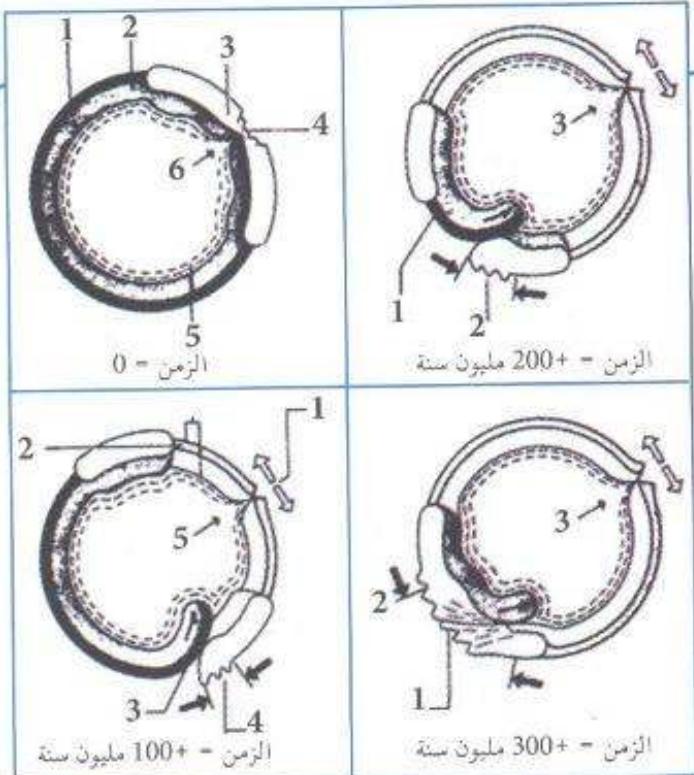
تعتبر منطقة تاكسانة الشاهد الوحيد في الجزائر على تواجده مثل هذه الصخور.

المخطط التحصيلي

يمثل المخطط التحصيلي التالي ديناميكية الليتوسفير من التباعد إلى غاية تشكيل سلسلة جبلية (Orogenèse)



اسنتم معارفی و اوظف قدراتی

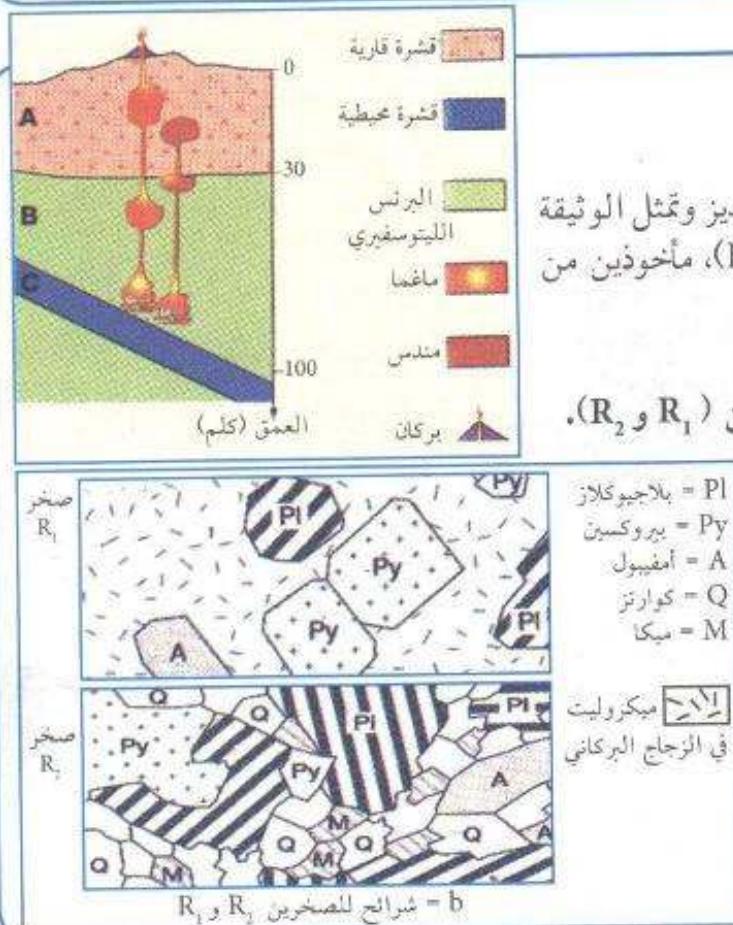


التمرين 1

تبين الرسومات المقابلة مراحل تطور الليتوسفير منذ 300 مليون سنة إلى يومنا الحالي:

١. ضع البيانات الالزمه مكان الأرقام على الرسومات.
 ٢. أعط عنواناً مناسباً لكل رسم.
 ٣. حلل في نص علمي كل مرحلة من مراحل تطور الليتوسفير.
 ٤. انطلاقاً من معلوماتك اعط مثلاً عن كل مرحلة.
 ٥. ماذا يمثل توالى المراحل الأربع ؟

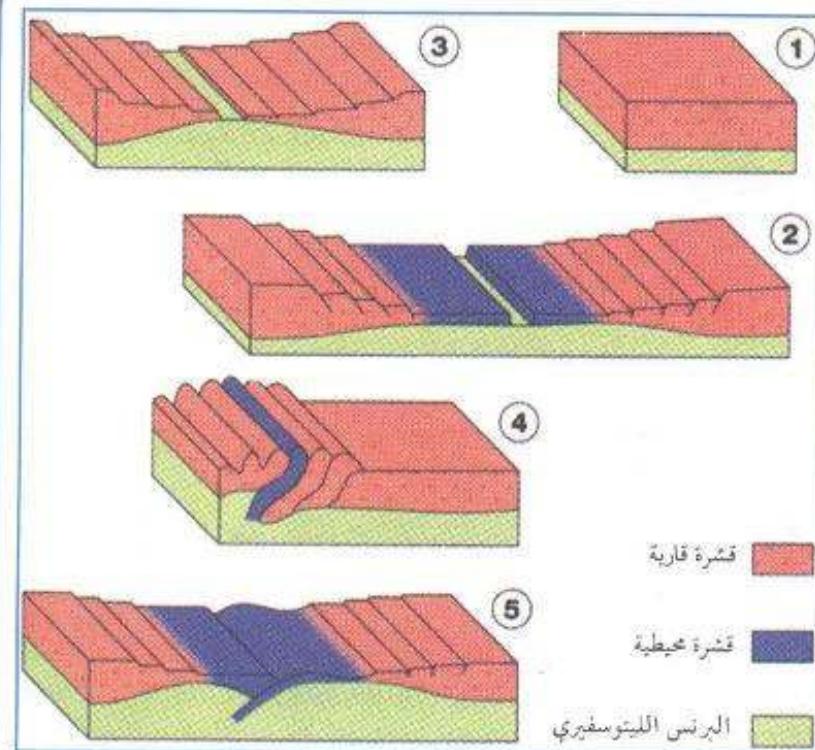
التمرير 2



- تبين الوثيقة (1) رسماً تشكيلاً لمنطقة الأ
 (2) شريحتين لصخرين ناريين (R_1) و(R_2).
 هذه المنطقة.

 1. ضع البيانات الالزمه على الرسم.
 2. حدد على المقطع مكان تشكيل الصخر.
 3. اشرح كيفية تشكيل الصخرين (R_1) و(R_2).
 4. ما هو نوع المagma الذي تشكل منه الصخaran (R_1 و(R_2)).
 5. أعط اسماء لكل من الصخرين (R_1) و(R_2).

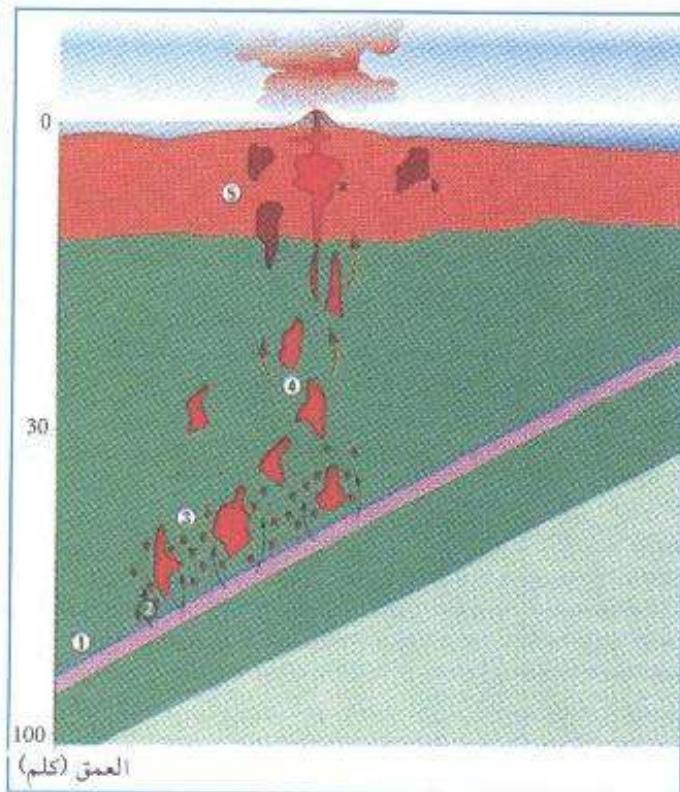
التمرين 3



تمثل الوثيقة المقابلة مختلف مراحل تشكيل سلسلة جبال himalaya الناتجة عن تصادم قارتي الهند وأسيا منذ 65 مليون سنة.

1. رتب هذه المراحل.
2. من خلال دراستك، عين مراحل التباعد، الغوص والتصادم.
3. ما هي الصخور الناتجة عن المراحل (2, 4, 5)؟
4. ما هي الشواهد الدالة على وجود حركة بانية للجبال؟

التمرين 4

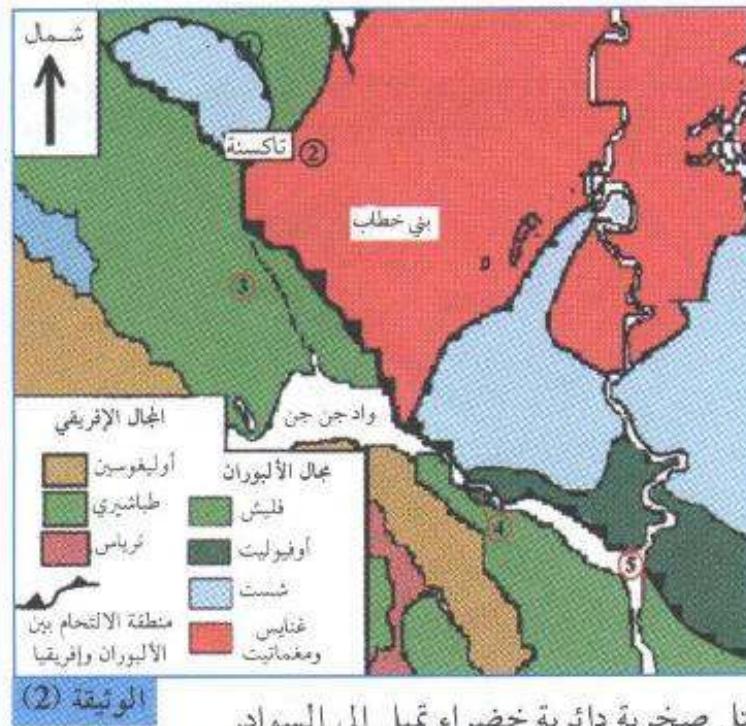
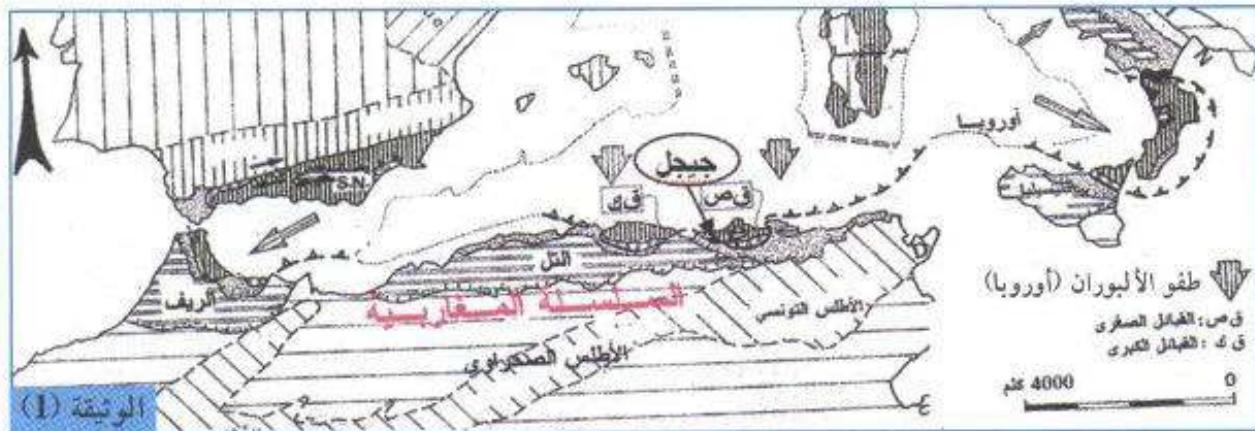


تمثل الوثيقة المقابلة مقطعاً جيولوجياً للحافة الغربية لقاربة أمريكا الجنوبية، اعتماداً على معلوماتك أجب على الأسئلة التالية:

1. حدد توجيه المقطع.
2. ضع البيانات اللازمة مكان الأرقام على المقطع.
5. ضع عنواناً للرسم.

التمرين 5

على إثر الجامعة الصيفية التي أقيمت في مدينة جيجيل الساحلية سنة 2004، قام مفتشو العلوم التحقيقية ببرحة إلى جبل تاكسانة الواقعة جنوب جيجيل حيث توافقوا عند عدة محطات.



- المحطة 1: تقع على الطريق الرابط بين جيجيل وتاكسانة تتميز بوجود صخور خضراء عاقة.

- المحطة 2: تقع على بعد 2 كلم شرق تاكسانة، تتميز بوجود صخور سوداء تقطعها أحزمة بيضاء.

- المحطة 3: تقع على مستوى الطريق الرابط بين تاكسانة وواد جن جن، تتميز بوجود صخور رسوبية مطوية تقطعها فوالق عكسي.

- المحطة 4: تظهر على مستوى جسر واد جن جن تتميز بوجود صخور خضراء زرقاء.

- المحطة 5: تقع داخل الواد، وتتمثل في كتل صخرية دائيرية خضراء تميل إلى السواد.

نوع الصخر	المعدن	المحطة
بازلت كتلي	أوليفين + بلاجيوكلاز + ميكروليت + زجاج بركانى	1
مغماتيت	كوارتز + غرونا + بلاجيوكلاز + ميكا + فلسبار	2
فليش	تناوب طبقات صخور رسوبية فاتحية مع الغضار	3
بيريدوتيت	سربيتين + كالسيت	4
بازلت وسادي	زجاج بركانى + ميكروليت + أوليفين + بلاجيوكلاز	5

أخذنا من كل محطة عينة لدراستها في المخبر، حيث تم إنجاز شرائح سمكها 30 م، وبعد دراستها بال المجهر الاستقطابي تحصلنا على النتائج المدونة في الجدول المقابل.

ملاحظة: ينبع كل من السربتين والكالسيت على التوالي من تفكك الأوليفين والبوروكسين.

1. بنها على معلوماتك حول حركة الألواح التكتونية وباستغلال الوثيقتين (1 و 2) حدد الواح الذي تقع عليه منطقتا جيجيل وتاكسانة.

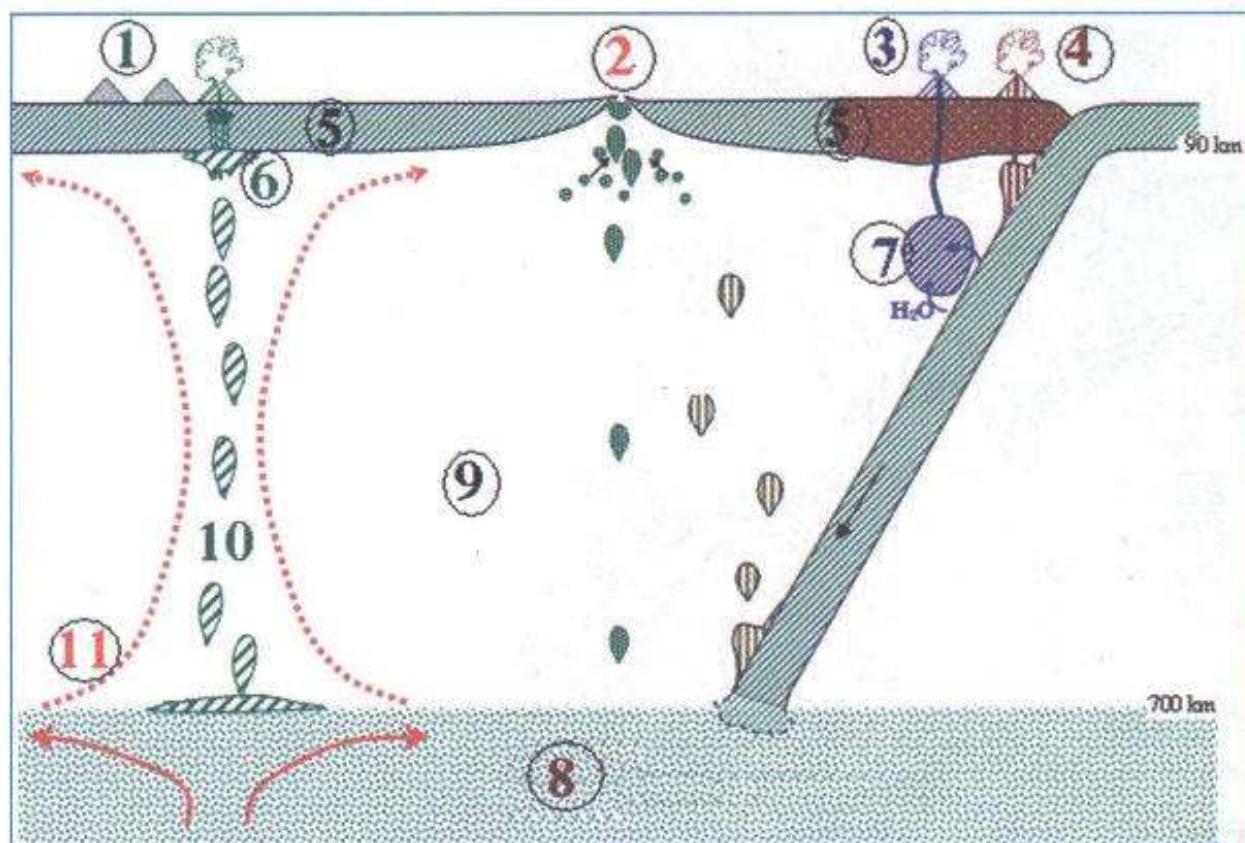
2. على ماذا تدل أنواع المختلفة من الصخور التي تكون منطقة تاكسانة.

3. استنتج الشواهد الدالة على وجود تقارب قاري على مستوى منطقة تاكسانة.

4. لخص في نص علمي أهم مراحل تشكيل السلسلة المغاربية.

5. استنتاج العلاقة بين السلسلة المغاربية والسلسلة الألبية.

التمرين 6



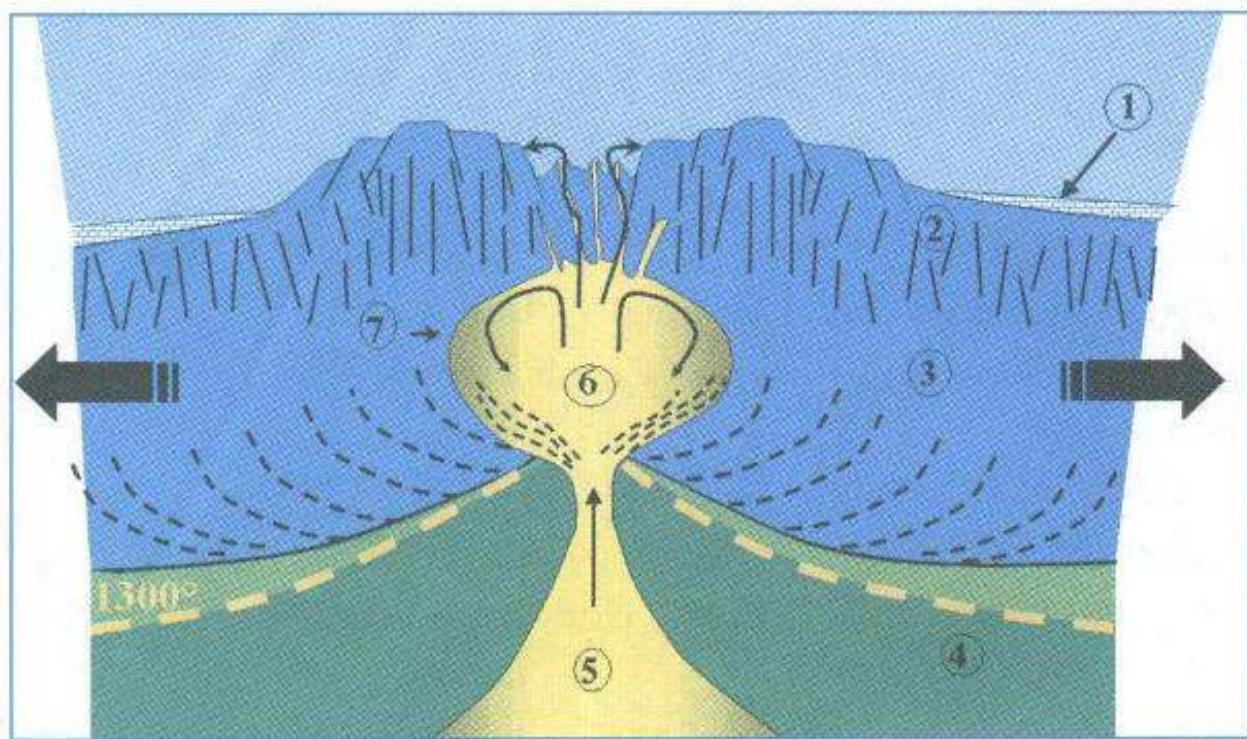
1. ضع عنواناً مناسباً للرسم.

2. ضع البيانات المناسبة مكان الأرقام المبينة في الرسم.

3. ما هي الصخور الناشئة على مستوى مناطق الغوص؟

4. ما هي الصخور الناشئة على مستوى مناطق البناء؟

التمرين 5



1. ضع عناوانا مناسباً للرسم.
2. ضع البيانات المناسبة مكان الأرقام المبينة في الرسم.
3. ما هي الآلة التي يتشكل بها المagma؟

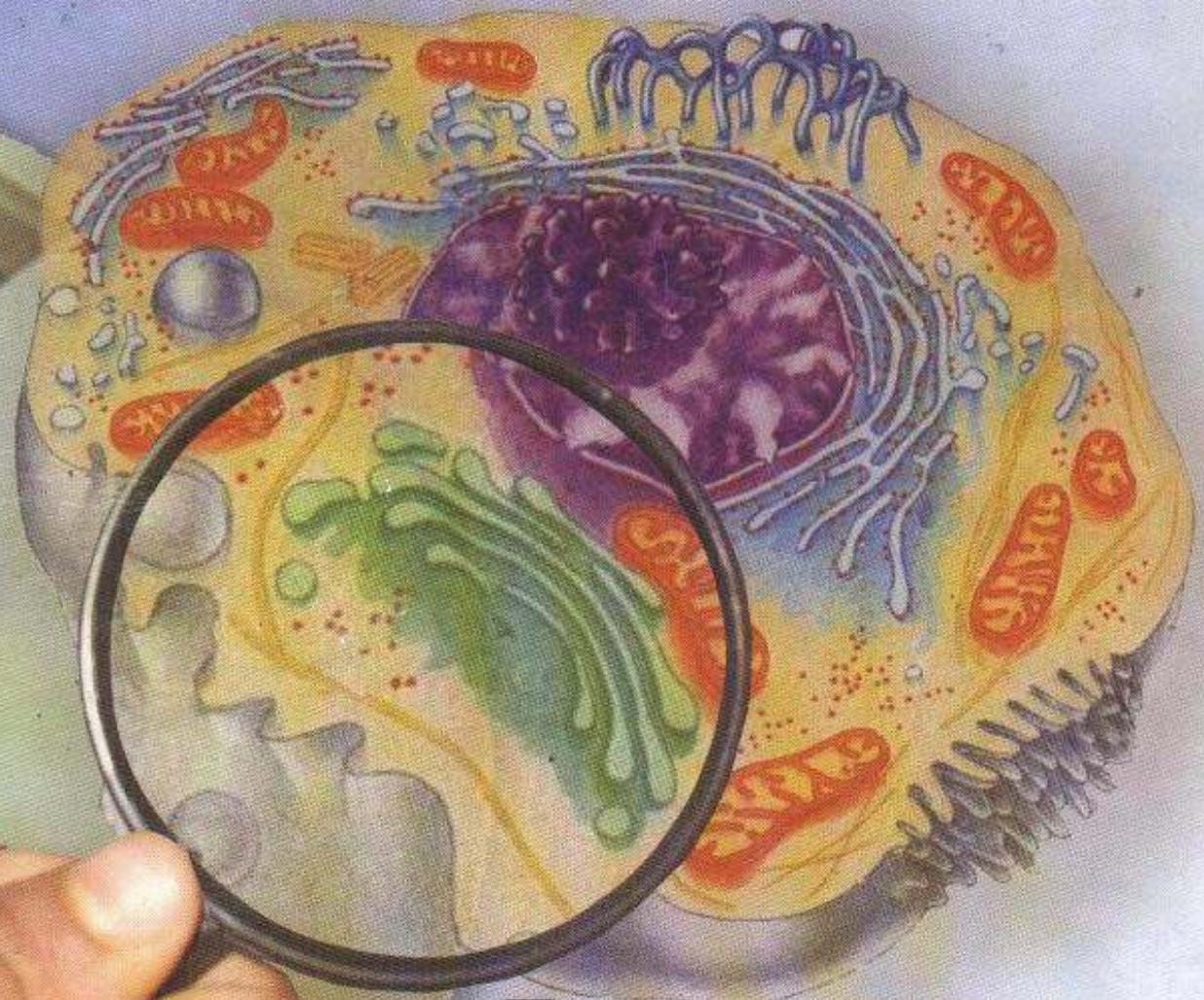
قائمة المراجع المنشورة

المراجع باللغة العربية:

- كاملی ع - أساسيات الكيمياء الحيوية - دار هومة - الجزائر 2002

المراجع باللغة الفرنسية:

1. Jacques Bergeron - sciences de la vie et de la terre 1er S - Hatier 2001
2. Jacques Bergeron - S.V.T terminal S - Hatier 2002
3. Collection Raymond Tavernier, Claude Lizeaux - S.V.T term S - Bordas 2002
4. R.Tavernier, C.Lizeaux - S.V.T term S - Bordas 1999
5. Collection Colomand - Biologie Géologie (S.V.T) - Hachette 1994
6. M.Dupot.J.Souchou.J.P.Veillot - Nouveau mémento de Biologie - Vuibert supérieur 1998
7. Neil A. Campbell, Richard Mathieu - Biologie - ERPI editions 1995
8. Purves, Augustine, Fitz Patrick, Holl Lautia, Mcnamara, Williams - Neurosciences - juillet 2005
9. Le cours de Janis Kuby, Richard A. Goldsby, Thomas J. kindt. Barbara A. Osborne - Immunologie - DUNOD 2001
10. Christian Camara, Claudine Gastou, Thérèse Moreau - S.V.T - Entrainement 1re S - Hachette 2006
11. Sophie Lebrun, Patrice Delguel - BAC 2006, S.V.T Terminal - Hachette 2005
12. Heuriette Hornassel, J.M Homassel - Reussir son BAC Term S, S.V.T - Jokers Bordas 2000
13. Heuriette Homassel, J.M Homassel - S.V.T Mémo BAC Terminal S - Bordas 2002
14. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (M.A.T.E) Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement 2005



سعر البيع: 300,00 دج

MS : 1316/07



الديوان الوطني للمطبوعات المدرسية