

2022

# مجلة الممتاز

ملخص  
تمارين

## دور البروتينات في التحفيز الإنزيمي

الأستاذ: نويجم أحمد

العدد 01

# ملخص الوحدة

### 1. مفهوم الإنزيم :

الإنزيمات مركبات عضوية ذات **طبيعة بروتينية**، **لا تستهلك** أثناء التفاعل (وسائط حيوية)، **تسرع** التفاعلات و تتميز **بتخصصها** اتجاه مادة التفاعل (الركيزة) و نوع التفاعل، يتأثر **نشاطها** بظروف الوسط من درجة الحرارة T و درجة الحموضة PH ...

### 2. الموقع الفعال للإنزيم :

الإنزيمات ذات طبيعة بروتينية، إذن الموقع الفعال للإنزيم يتكون من **أحماض أمينية**.  
- **الموقع الفعال** هو جزء صغير من الأنزيم يأخذ شكل تجويف أو جيب يرتبط نوعيا بمادة التفاعل (تكامل بنيوي)، مُشكل من أحماض أمينية محددة وراثيا، يضم **موقعين**:

#### موقع التثبيت (الارتباط):

الذي يتكامل مع مادة التفاعل حيث المجموعات الكيميائية لمادة التفاعل تتوضع في المكان المناسب لترتبط مع بعض جذور الأحماض الامينية للموقع الفعال بروابط انتقالية (ضعيفة) فيتشكل المعقد E-S .

#### موقع التحفيز (التفاعل):

تمثلها بعض جذور الأحماض الأمينية للموقع الفعال التي تتفاعل مع مادة التفاعل بعد تشكل المعقد E-S .

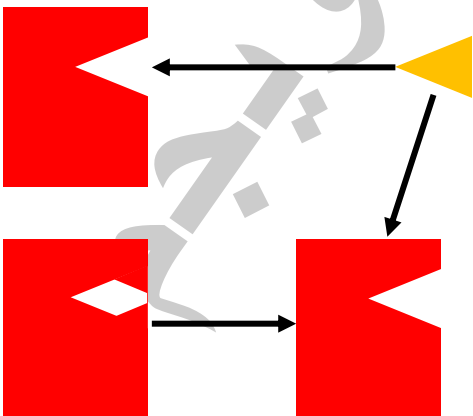
#### أنواع التفاعلات الإنزيمية



#### - طرق تشكل المعقد إنزيم-مادة التفاعل E-S :

✓ **تكامل القفل و المفتاح**: تشكل المعقد إنزيم- مادة التفاعل يتم نتيجة تكامل بنيوي بين الموقع الفعال للأنزيم ومادة التفاعل (يحدث مباشرة).

✓ **التكامل المحفز**: تشكل المعقد إنزيم- مادة التفاعل يتم نتيجة تكامل بنيوي بين الموقع الفعال للأنزيم ومادة التفاعل عند اقتراب هذه الأخيرة التي تحفز الأنزيم لتغيير شكله الفراغي فيُصبح مُكملا لشكل مادة التفاعل (يحدث في مرحلتين).



### 3. العوامل المؤثرة على النشاط الإنزيمي :

#### 1. تركيز مادة التفاعل S :

تزيد سرعة التفاعل الإنزيمي بزيادة تركيز مادة التفاعل حتى تصل إلى قيمتها الأعظمية وتثبت عندها مهما زاد تركيز مادة التفاعل. (تشبع الإنزيم)

#### 2. تركيز الإنزيم E :

كلما زادت كمية الإنزيم في الوسط زادت سرعة التفاعل الإنزيمي (تناسب طردي)

#### 3. حموضة الوسط PH :

لكل إنزيم درجة PH مثلى يكون نشاطه فيها أعظميا، و يقل هذا النشاط كلما ابتعدنا عنها. تؤثر درجة حموضة الوسط PH على الحالة الأيونية للوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية (NH<sub>2</sub> و COOH) المكونة للموقع الفعال حيث يفقد الموقع الفعال شكله المميز، بتغير حالته الأيونية وهذا يعيق تثبيت مادة التفاعل وبالتالي يمنع حدوث التفاعل.

#### 4. حرارة الوسط T :

لكل إنزيم درجة حرارة مثلى يكون نشاطه فيها أعظميا، و يقل هذا النشاط كلما ابتعدنا عنها. تقل حركة الجزيئات E و S بشكل كبير في درجات الحرارة المنخفضة ما يؤدي الى تناقص التصادمات الفعالة - تتخرب البروتينات في درجات الحرارة المرتفعة الأكبر من 40 (تكسير الروابط البينية)، وتفقد بنيتها الفراغية وبالتالي تفقد وظيفتها (فقدان النشاط الإنزيمي)

#### 5. المثبطات :

هي مركبات توقف أو تقلل من نشاط الإنزيم.  
1. التثبيط التنافسي : يتنافس المثبط و مادة التفاعل على الموقع الفعال للإنزيم لأن لهما نفس الشكل الفراغي.  
2. التثبيط غير التنافسي : المثبط و مادة التفاعل ليس لهما نفس الشكل الفراغي، يرتبط المثبط بالإنزيم في موقع يختلف عن الموقع الفعال.

يتبع بسلسلة تمارين  
شاملة للوحدة

# سلسلة التمارين

### التمرين الثاني | الموضوع الأول | بكالوريا 2021

#### التمرين الأول:

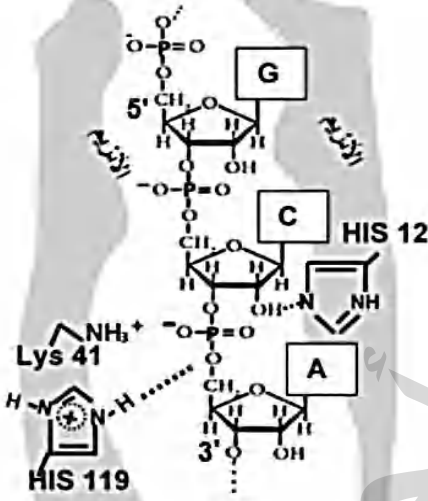
لتحافظ الخلايا الحية على وظائفها وَجِبَ أن تتوفر على مواد كيميائية تستعملها في تفاعلات أيضية حيوية تتوسطها أنزيمات تنشط في شروط نوعية ومحددة.

الريبونوكلياز (A) البكترياسي للأبقار، أنزيم ينشط طبيعيا في العصارة المعوية حيث (pH بين 7.3 و 8.5)، يكسك الروابط فوسفوثائية الإستر بعد النكليوتيدات البيريميدينية ذات القاعدة (C) أو القاعدة (U) بين الفوسفات والكربون (5'C) من النكليوتيدة الموالية في جزيئة الـ (ARN).

لَتَمَكِّنْكَ من تفسير الشروط المتعلقة ببنية ووظيفة هذا الأنزيم، نُقترح عليك الدراسة الموالية:

الجزء الأول:

تمثل الوثيقة (1) بعض الخصائص المُمَيِّزة لجزيئة الريبونوكلياز (A) وكيفية ارتباطها مع الركيزة (ARN).

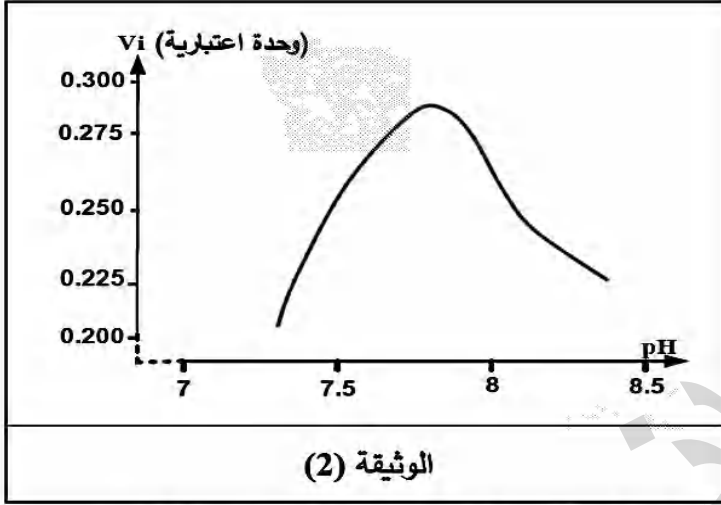
|                                                                                           |                                       |                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------|
|         | 01                                    | عدد السلاسل الببتيدية                             |
|                                                                                           | 124                                   | عدد الاحماض الأمينية                              |
|                                                                                           | كروي                                  | الشكل                                             |
|                                                                                           | قليل                                  | عدد البنيات الثانوية                              |
|                                                                                           | 04                                    | عدد الجسور ثنائية الكبريت                         |
|                                                                                           | هستيدين 12<br>ليزين 41<br>هستيدين 119 | أرقام الأحماض الأمينية المتواجدة في الموقع الفعال |
|                                                                                           | ARN                                   | الركيزة                                           |
| بعد (C) أو (U) بين الفوسفات والكربون 5'                                                   | موقع تفكيك الركيزة                    |                                                   |
| <p>الشكل (أ) - بعض الخصائص المميزة للريبونوكلياز (A)</p>                                  |                                       |                                                   |
| <p>الشكل (ب) - ارتباط الـ ARN بالموقع الفعال للريبونوكلياز (A) في الشروط الفيزيولوجية</p> |                                       |                                                   |
| <p>الوثيقة (1)</p>                                                                        |                                       |                                                   |

ملاحظة: في الشروط الفيزيولوجية السلسلة الجانبية His119 الممثلة في الشكل (ب) من الوثيقة (1) اكتسبت ( $H^+$ ) من الماء ( $H_2O$ ) المتواجد في الموقع الفعال.

كما يبيّن نتائج تجريبية ما يلي:

- حدوث تكامل بنيوي بين الريبونوكلياز (A) والحمض الريبي النووي (ARN) وعدم حدوث تكامل بنيوي مع الحمض الريبي النووي منقوص الأكسجين (ADN).
- حدوث الارتباط وانخفاض سرعة التفاعل عند إحداث طفرة باستبدال His119 بالأسبَرَاجِين (Asn).
- للعلم أن السلسلة الجانبية للأسبَرَاجِين تتمثل في  $(-CH_2-CONH_2)$ .

- 1- بَيِّنْ أن معطيات الشكل (أ) من الوثيقة (1) تسمح بتحديد المستوى البنيوي لجزيئة الريبونوكلياز (A).
  - 2- استِثْل من المعطيات السابقة:
  - لِنُثَبِتْ أن ارتباط الأنزيم بالركيزة يتم بفضل تكامل بنيوي يُتَرَجَّم على المستوى الجزيئي.
  - وَلِنُفَسِّرْ النتائج التجريبية المذكورة أعلاه.
- الجزء الثاني:



لإظهار كيفية تأثير بعض العوامل الخارجية على نشاط الريبونوكلياز (A) أُجْزِثَتِ التجربتان التاليتان:

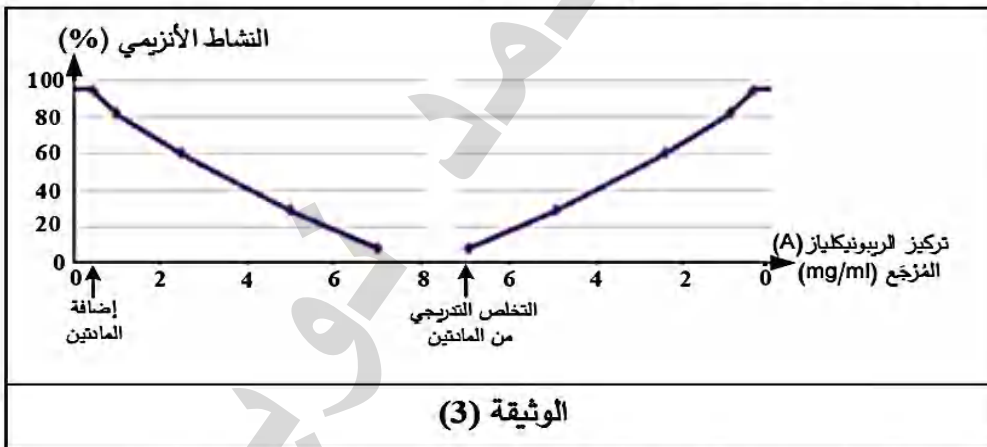
تجربة (1): نتلخص في قياس تأثير تغير الـ pH على السرعة الابتدائية للتفاعل ( $V_i$ ) بواسطة الريبونوكلياز (A) في درجة حرارة ( $37^\circ\text{C}$ ) وباقي العوامل ثابتة، النتائج ممثلة في الوثيقة (2).

- من جهة أخرى، يَبَيِّنُ النتائج أن الأنزيم يفقد نشاطه عند وضعه في عصارة معدية ( $\text{pH}=2$ ).

تجربة (2): تَمَّ قياس النشاط الأنزيمي للريبونوكلياز (A) بدلالة تركيز أنزيم الريبونوكلياز (A) المُزَجَّع في فترتين:

- الفترة الأولى: إثر إضافة جزيئات  $\beta$  ميركابتوإيثانول (تخرب الجسور ثنائية الكبريت) واليوريا (تخرب الروابط الهيدروجينية).

- الفترة الثانية: إثر التخلص التدريجي من جزيئات  $\beta$  ميركابتوإيثانول واليوريا.



النتائج المتحصل عليها ممثلة في الوثيقة (3).

ملاحظة: الصيغة الكيميائية لـ  $\beta$  ميركابتوإيثانول:  $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{SH}$  والصيغة الكيميائية لليوريا:  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

- 1- حَلِّلْ النتائج الممثلة في الوثيقة (2) ثم بَيِّنْ اعتمادا على بنية الموقع الفعال سبب النشاط الطبيعي للأنزيم في عصارة معدية (pH بين 7.3 و 8.5)، وعدم نشاطه في عصارة معدية ( $\text{pH}=2$ ).
- 2- فَسِّرْ النتائج الممثلة في الوثيقة (3).
- 3- إِسْتَخْلَصْ شروط عمل الموقع الفعال للأنزيم التي تم إبرازها في هذه الدراسة.

### التمرين الثاني:

### التمرين الثاني | الموضوع الأول | بكالوريا 2020

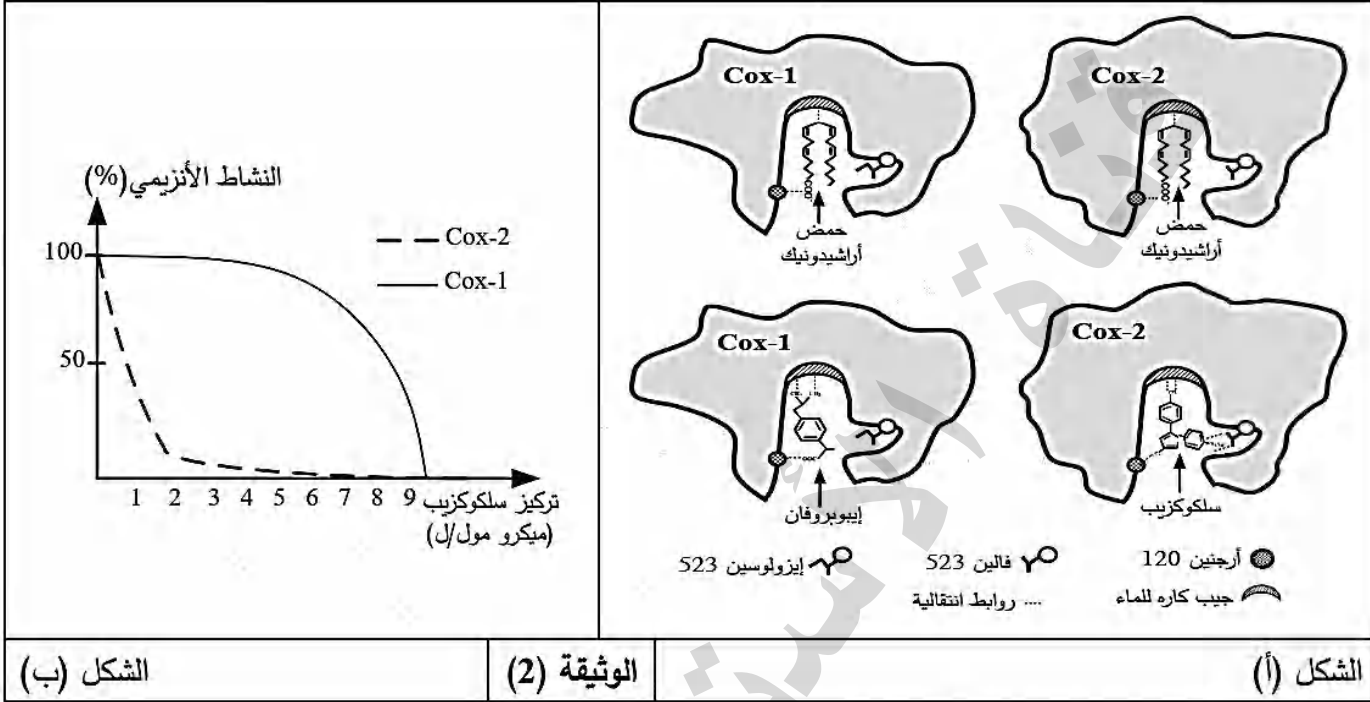
ترتكز خاصية التأثير النوعي المزدوج للأنزيم على تشكّل معقد "أنزيم - مادة التفاعل" تنشأ أثناء حدوثه روابط انتقالية بين جزء من مادة التفاعل ومنطقة خاصة من الأنزيم تُدعى الموقع الفعال. لفهم كيف استغل الخبراء هذه الخاصية في إنتاج دواء ناجع مع أعراض جانبية محدودة تُقترح الدراسة التالية:

الجزء الأول:

يُمثل الشكل (أ) من الوثيقة (1) مخططاً يوضح نشاط كل من أنزيم (Cox-1) وأنزيم (Cox-2)، بينما يُبين جدول الشكل (ب) من نفس الوثيقة تركيز دواء إيبوبروفان (Ibuprofène) اللازم لخفض نسبة نشاط الأنزيمين السابقين إلى 50% ويعتبر عن هذا التركيز ب (CI<sub>50</sub>).

| تركيز إيبوبروفان (CI <sub>50</sub> ) | نوع الأنزيم | <div> <p>حمض أراشيدونيك (الركيزة S)</p> <div> <p>أنزيم (Cox-2)</p> <p>برستاغلوندين من النمط الثاني (Pg2)</p> <p>يُسبب الحمى والألم (مظاهر الالتهاب)</p> </div> <p>التفاعل الأنزيمي</p> <div> <p>أنزيم (Cox-1)</p> <p>برستاغلوندين من النمط الأول (Pg1)</p> <p>يُحفز على إفراز المخاط الذي يحمي الجدار الداخلي للمعدة</p> </div> <p>تأثير برستاغلوندين</p> </div> |
|--------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9 ميكرو مول/ل                        | Cox-1       | الشكل (أ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 10 ميكرو مول/ل                       | Cox-2       | الشكل (ب)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                      |             | الوثيقة (1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

- حلّ مخطط الشكل (أ) من الوثيقة (1).
  - وضّح دور دواء إيبوبروفان مبرزا أعراضه الجانبية باستغلالك لمعطيات الوثيقة (1).
- الجزء الثاني: يُمثل الشكل (أ) من الوثيقة (2) رسومات تخطيطية للموقع الفعال لأنزيم (Cox-1) ولأنزيم (Cox-2) في وجود حمض أراشيدونيك كركيزة (S) ودواءين مختلفين (إيبوبروفان وسلوكوزيب). بينما يوضّح الشكل (ب) تغيّرات النشاط الأنزيمي بدلالة تركيز دواء سلوكوزيب.



1. انطلاقاً من الشكل (أ) من الوثيقة (2) علّل:
- تأثير الأنزيمين (Cox-1) و (Cox-2) على نفس الركيزة.
- تأثير إيبوبروفان على نفس الأنزيمين.
2. فسّر منحنى الشكل (ب) من الوثيقة (2).
3. اقترح حلاً يبيّن كيفية تخفيف الأعراض الجانبية للأدوية التي تستهدف النشاط الإنزيمي.

### التمرين الثالث: التمرين الثاني | الموضوع الأول | بكالوريا 2019

بيّنت العديد من الدراسات أن النشاط الإنزيمي يتطلب بنية فراغية خاصة به تسمح بأداء وظيفة محددة. فهل كل اختلاف في بنية الأنزيمات يؤدي حتماً إلى اختلاف في وظائفها؟

الجزء الأول:

أجرى فريق من الباحثين دراسة تجريبية حول أنزيم غلوكوز أكسيداز (GO) عند فطرّي أسبرجيلوس (*Aspergillus niger*) وبنيسليوم (*Penicillium amagasakiense*) والذي يحفز التفاعل الكيميائي التالي:



النتائج المتحصل عليها ممثلة في الوثيقة (1): حيث يُمثَّل الشكل (أ) بعض الخصائص البنيوية لأنزيم GO عند الفطرين تم الحصول عليها بواسطة مبرمج راستوب (Rastop)، بينما يُبيِّن الشكل (ب) تسلسل الأحماض الأمينية في السلسلة الببتيدية لأنزيم GO عند كل فطر أُخِذَتْ من مبرمج أناجين (Anagène).

| أنزيم غلوكوز أكسيداز GO                                                        |                                                                                |                                |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| فطر البينيسليوم                                                                | فطر الأسبيرجيلوس                                                               |                                |
| 587                                                                            | 581                                                                            | عدد الأحماض الأمينية           |
| 25                                                                             | 26                                                                             | عدد البنيات الثانوية $\alpha$  |
| 24                                                                             | 71                                                                             | عدد البنيات الثانوية $\beta$   |
| Cys <sub>168</sub> -Cys <sub>210</sub>                                         | Cys <sub>164</sub> -Cys <sub>206</sub>                                         | جسر ثنائي الكبريت              |
| Arg <sub>516</sub> ,His <sub>520</sub> ,His <sub>563</sub> ,Asp <sub>428</sub> | Arg <sub>512</sub> ,His <sub>516</sub> ,His <sub>559</sub> ,Asp <sub>424</sub> | الأحماض الأمينية للموقع الفعال |
| الشكل (أ)                                                                      |                                                                                |                                |
|                                                                                |                                                                                |                                |
|                                                                                |                                                                                |                                |
| الشكل (ب)                                                                      |                                                                                |                                |

### الوثيقة (1)

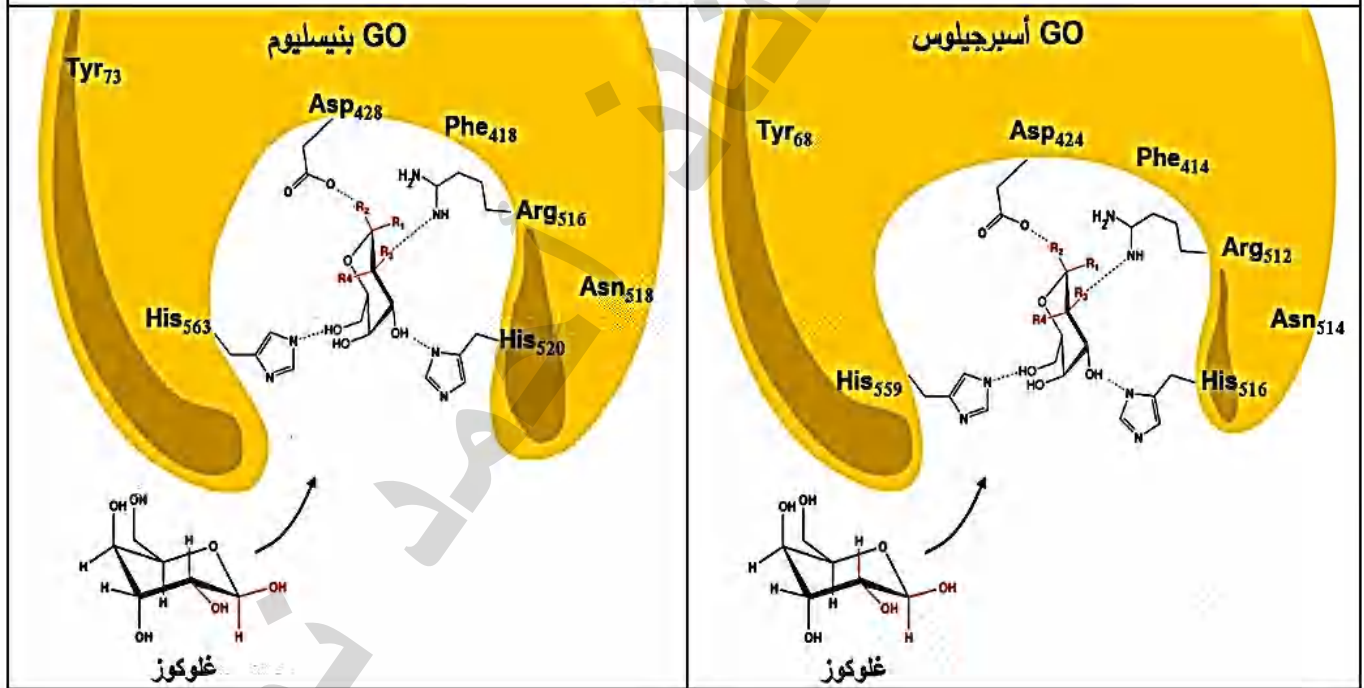
- 1- استخرج الخطوات العملية المتبعة التي تسمح بحل المشكلة المطروحة انطلاقا من معطيات الوثيقة (1).
- 2- قارن بين الخصائص البنيوية لأنزيم GO عند الفطرين.

### الجزء الثاني:

في دراسة مُكمِّلة، تمَّ قياس النشاط الأنزيمي للغلوكوز أكسيداز بعد إحداث طفرات على مستوى الـ ADN المُشَفَّر له عند الفطرين السابقين وذلك مقارنة بالنشاط الأنزيمي للسلسلة الطبيعية في الشروط الملائمة ( $25^{\circ}\text{C}$  و  $\text{pH}=6$ ). النتائج المتحصل عليها في كل حالة ممثلة في الشكل (أ) من الوثيقة (2). بينما يُمثَّل الشكل (ب) من الوثيقة (2) بنية الموقع الفعال لأنزيم GO الطبيعي عند الفطرين.

| رقم التجربة | الأحماض الأمينية لأنزيم GO        |                                   |                                         | النتائج: السرعة<br>الأعظمية للنشاط<br>Vmax الأنزيمي |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|             | عند Aspergillus<br>(سلالة طبيعية) | عند Penicillium<br>(سلالة طبيعية) | نتائج الاستبدال<br>عند السلالات الطافرة |                                                     |
| 1           | بدون طفرة                         | بدون طفرة                         |                                         | 100%                                                |
| 2           | Tyr <sub>68</sub>                 | Tyr <sub>73</sub>                 | Phe                                     | 32%                                                 |
| 3           | Asp <sub>424</sub>                | Asp <sub>428</sub>                | Ala                                     | 7.2%                                                |
| 4           | His <sub>516</sub>                | His <sub>520</sub>                | Ala                                     | 1.1%                                                |
| 5           | Arg <sub>512</sub>                | Arg <sub>516</sub>                | Gln                                     | 3.5%                                                |
| 6           | Asn <sub>514</sub>                | Asn <sub>518</sub>                | Thr                                     | 58.2%                                               |

الشكل (أ)



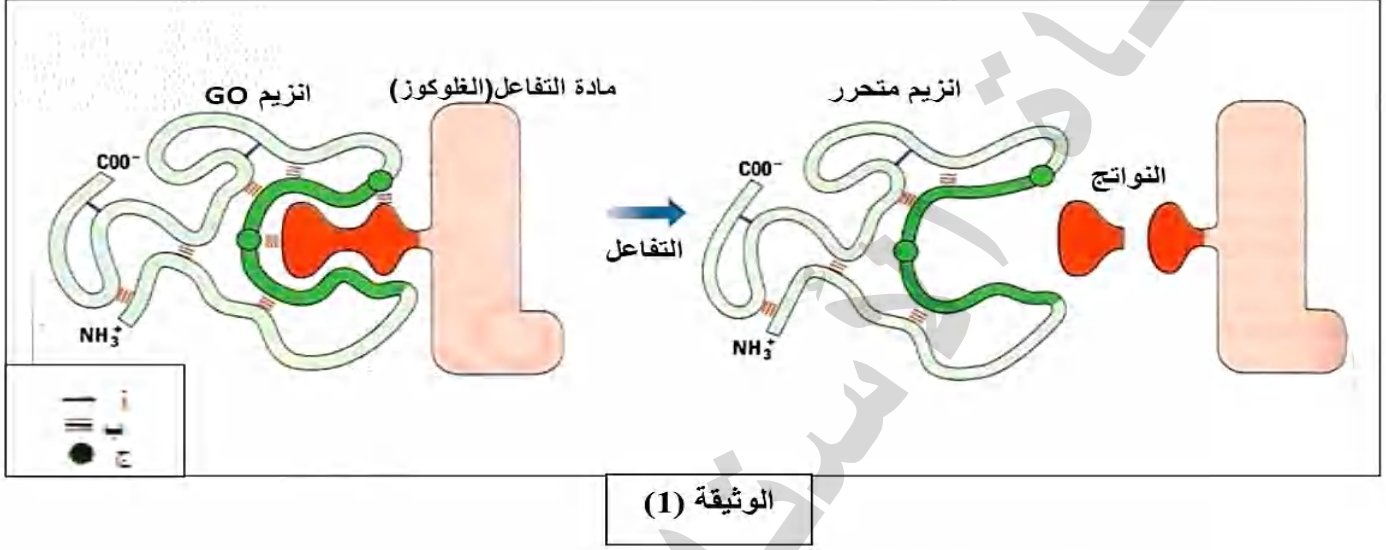
الشكل (ب)

### الوثيقة (2)

- 1- قَسِّرْ النتائج التجريبية المحصل عليها باستغلالك لمعطيات الوثيقة (2) ومن معلوماتك.
- 2- قَدِّمْ إجابة ملخصة للمشكلة العلمية المطروحة في بداية التمرين انطلاقاً مما توصلت إليه في هذه الدراسة.

### التمرين الرابع:

تلعب الإنزيمات دوراً أساسياً في التفاعلات الكيميائية التابعة لمختلف النشاطات الأيضية الحيوية للخلية من هدم و بناء. و لإظهار العلاقة الموجودة بين الإنزيم و مادة التفاعل نقترح عليك الوثيقة التالية التي توضح عمل إنزيم غلوكوز أوكسيداز GO الذي يحفز أكسدة الغلوكوز في وجود الأكسجين.

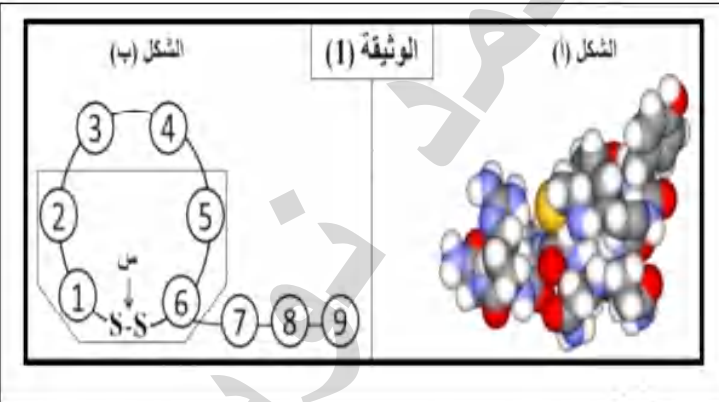


- 1- قدم مفهومًا للإنزيم، ثم تعرف على العناصر أ، ب، ج، مع تحديد دور كل عنصر.
- 2- من خلال ما توضحه الوثيقة و معلوماتك المكتسبة، لخص في نص علمي العلاقة الموجودة بين الإنزيم و مادة التفاعل مبرزاً مفهوم المحفز الحيوي النوعي و خصائص الإنزيم التي أدت إلى تشكل النواتج.

### التمرين الخامس:

الفازوبريسين (Vasopressine) هرمون مضاد لافراط التبول يعمل على إعادة امتصاص الماء على مستوى الكلية وخاصة في حالة جفاف الجلد (Déshydratation)

#### الجزء الأول:



- تمثل الوثيقة (1) بنية الفازوبريسين، حيث يمثل الشكل (أ) البنية الفراغية الممثلة بواسطة برنامج Rastop، بينما يمثل الشكل (ب) تمثيلاً بسيطاً لجزء من هذه البنية.
- 1- صف بدقة بنية الفازوبريسين معتمداً على شكلي الوثيقة (1)، مبيناً نوع النموذج المستعمل.

2- بالاعتماد على الصيغة العامة للأحماض الأمينية، اكتب الصيغة الكيميائية للجزء المؤطر في شكل (ب) مبرزاً الروابط الكيميائية الموجودة ودورها في اكتساب البروتين لبنية الفراغية.

3- يحتوي الفازوبريسين على أحماض أمينية غير متكررة باستثناء الثنائية (1 و 6) ولغرض تحديد تسلسل هذه الأحماض الأمينية تكسر الرابطة (س) بتقنية خاصة فنحصل على سلسلة خطية من الأحماض الأمينية نعاملها من الإنزيمات المحللة

# دور البروتينات في التحفيز الإنزيمي

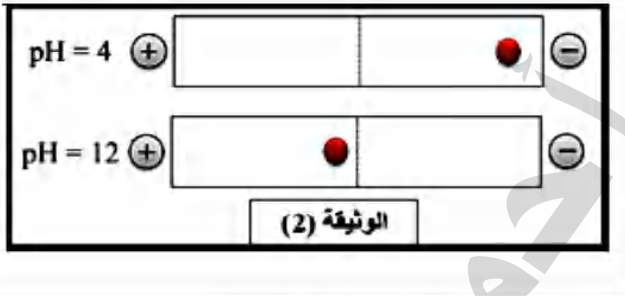
## سلسلة تمارين الوحدة الثالثة

لرؤابط البيبتيدية، يظهر الجدول (1) الانزيمات المحللة و مواضع تأثيرها و يظهر الجدول (2) مراحل و نتائج المعاملة الانزيمية.

| الجدول (2)                                      |                                              | الجدول (1)             |                                     |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| النتائج                                         | مراحل المعاملة الإنزيمية                     | مواضع التحلل           | الإنزيمات                           |
| Cys + Tyr + بيبتيد                              | 1 فازوبريسين + بيبسين                        | الجهة NH للـ Tyr , Phe | الببسين (Pepsine)                   |
| سداسي بيبتيد + Phe + ثنائي بيبتيد Cys-Tyr       | 2 فازوبريسين + كيموتريسين                    | الجهة CO للـ Tyr , Phe | الكيموتريسين (Chymotrypsine)        |
| Gly + بيبتيد                                    | 3 سداسي البيبتيد السابق + التريسين           | الجهة CO للـ Arg       | التريسين (Trypsine)                 |
| Cys-Pro-Arg ثنائي بيبتيد + ثنائي بيبتيد Gln-Asn | 4 خماسي البيبتيد السابق + أسبارتيك N بروتياز | الجهة NH للـ Cys       | أسبارتيك N بروتياز (Asp N protéase) |

أ- باعتماد على معطيات التجربة الموضحة في الجدولين (1 و 2)، بين الاحتمال الاصح لتسلسل الاحماض الامينية في سلسلة الفازوبريسين، معللا اجابتك المدعمة بكتابة السلسلة الخطية التي توضح ترتيب الاخماض الامينية لهذا الاخير.

ب- نخضع هرمون الفازوبريسين للهجرة الكهربائي في وسطين مختلفين من حيث درجة حموضة الوسط، الوسط الاول pH = 4 والثاني ذو pH = 12 نتائج التجربة موضحة



في الوثيقة (2).

- اشرح خصائص بيبتيد الفازوبريسين و التي سمحت

بالحصول على هذه النتائج مدعما اجابتك بالصيغة الكيميائية

للبيبتيد في كل وسط.

ملاحظة:  $\text{NH}_2\text{-peptide-COOH}$  تكتب صيغة البيبتيد اختصارا

الجزء الثاني:

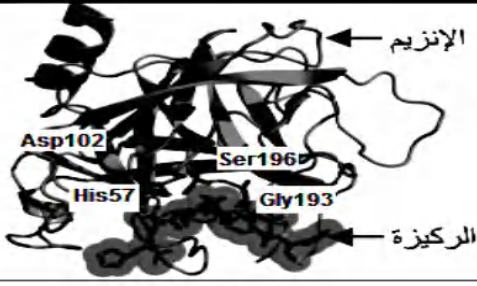
من اجل التعرف على خصائص الفازوبريسين تم استعمال الانزيمات المحللة للبروتينات مثل انزيم الكيموتريسين الذي استطاع العلماء تحديد الية عمله من اجل استعماله كوسيلة لتحديد بنية بعض البروتينات. فوجدوا ان هذا الانزيم يتكون من 241 حمض اميني، تظهر بنية الانزيم مشاركة احماض امينية معينة خلال عملية تفكيك البروتينات.

1- انطلاقا من الشكلين (1 و 2) و باستدلال منطقي، علل ارتباط وظيفة الانزيم بعدد قليل من احماضه الامينية.

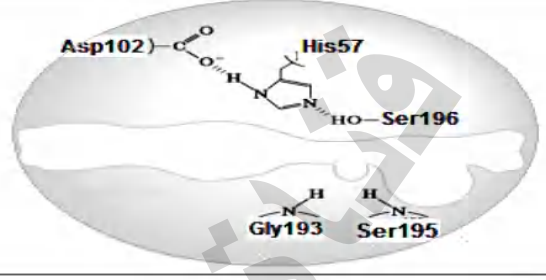
انطلاقا من مقارنتك بين الشكلين (3 و 4)، قدم فرضية بخصوص مصير الرابطة الكيميائية التكافؤية المتشكلة بين الحمض الاميني Ser196 و مادة التفاعل في الشكل (4).

# دور البروتينات في التحفيز الإنزيمي

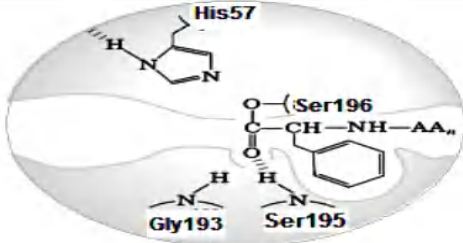
## سلسلة تمارين الوحدة الثالثة



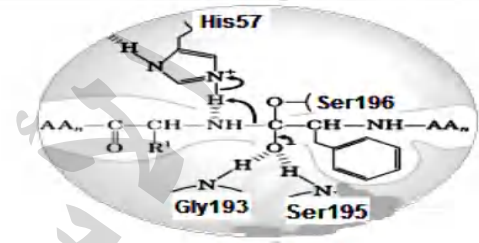
الشكل (2)



الشكل (1)



الشكل (4)

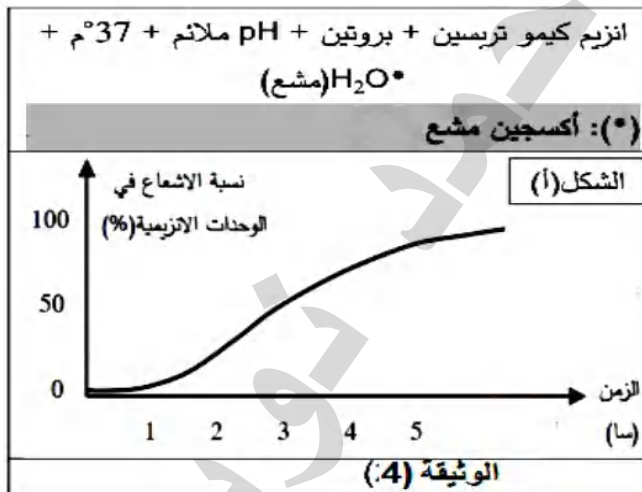


الشكل (3)

### الوثيقة (3)

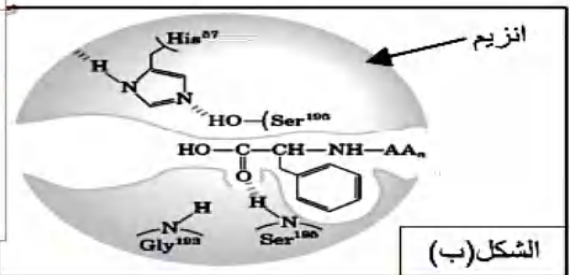
### الجزء الثالث:

لغرض التحقق من صحة الفرضية اجريت دراسة مكملة للدراسة السابقة تتعلق بانزيم الكيموتريسين, حيث:  
الشكل (أ): شروط ونتائج تجربة مخبرية .  
الشكل (ب): تمثيل للخطوة ما قبل الاخيرة من عمل الانزيم.



الشروط  
التجريبية

النتائج  
المتوصل  
اليها



الشكل (ب)

1-استدل من الشكلين (أ و ب) على مدى صحة الفرضية التي اقترحتها سابقا.

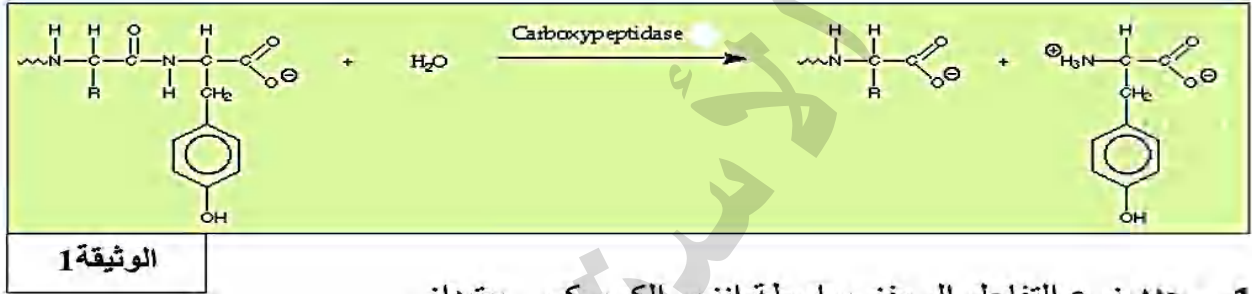
2-استنادا الى الوثيقة (3), وانطلاقا من الوثيقة (4) اشرح الية عمل انزيم الكيموتريسين مبينا خصوصيته في تفكيك بروتين الفازوبريسين.

### التمرين السادس:

الانزيمات محفزات بيولوجية , تمتلك تخصص مزدوج , اتجاه مادة التفاعل ونوع التفاعل .  
بغرض تفسير تخصصه الوظيفي وطريقة تأثيره على مادة التفاعل , نجري الدراسة التالية :

#### الجزء الأول :

الكربوكسي ببتيداز (carboxypeptidase) انزيم يفرزه البنكرياس والمعوي الدقيق , له دور هام في عملية الهضم .  
تمثل الوثيقة 1 التفاعل المحفز بواسطة انزيم الكربوكسي ببتيداز .

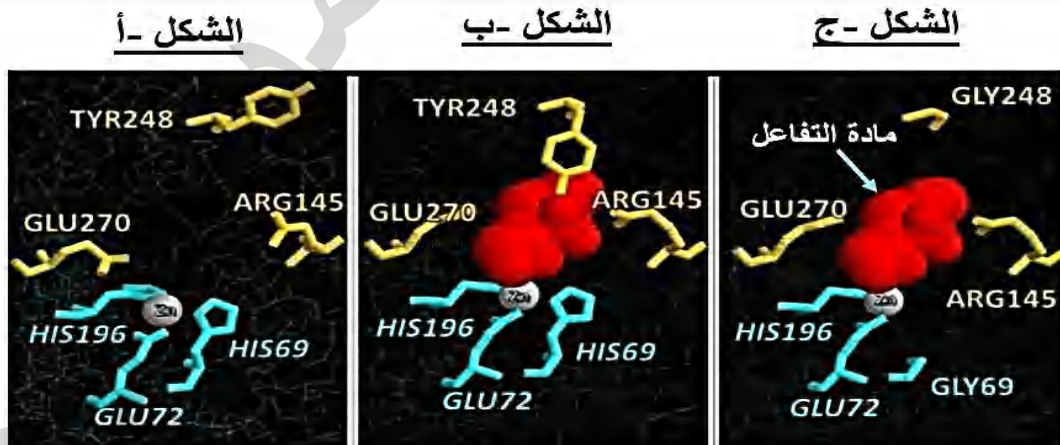


- 1 - حدد نوع التفاعل المحفز بواسطة انزيم الكربوكسي ببتيداز .
- 2 - حدد اهمية شحنة نواتج التفاعل في وظيفة انزيم carboxypeptidase .

#### الجزء الثاني :

خصائص التحفيز الانزيمي محددة بواسطة البنية الفراغية للانزيم نفسه , هذه الاخيرة تعتمد على تسلسل الاحماض الامينية في السلسلة متعددة الببتيد .

- تمثل الوثيقة 2 الاحماض الامينية المشكلة للموقع الفعال لانزيم كربوكسي ببتيداز العادي والطارف :
- الشكل (أ) : انزيم كربوكسي ببتيداز العادي فقط (في غياب مادة التفاعل).
  - الشكل (ب) : انزيم كربوكسي ببتيداز العادي في وجود مادة التفاعل.
  - الشكل (ج) : انزيم كربوكسي ببتيداز الطافر في وجود مادة التفاعل.



TYR248 . GLU270 . ARG145 . GLY248  
HIS196 . HIS69 . GLU72

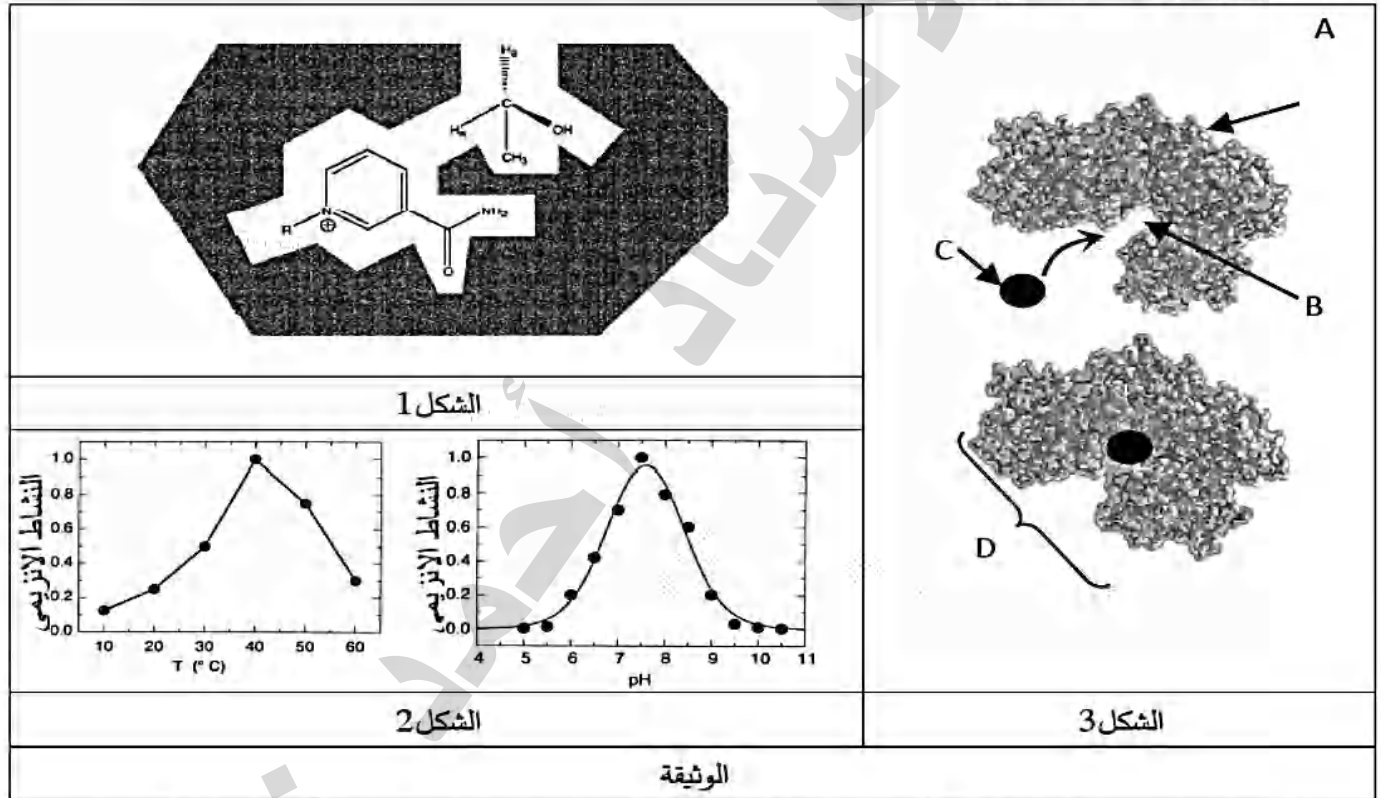
احماض أمينية لمنطقة التعرف :  
احماض أمينية لمنطقة التحفيز :

الوثيقة 2

- 1 - قارن بين الشكلين (أ) و (ب) .
- 2 - بالاعتماد على معطيات الشكل (ج) , قدم تفسير لغياب النشاط التحفيزي لانزيم الكربوكسي ببتيداز الطافر.
- 3 - بتوظيف المعلومات المستخرجة من هذه الدراسة ومكتسباتك المعرفية , بين ان وظيفة الانزيم مرتبط ببنيتة الفراغية .

### التمرين السابع:

تعتبر الإنزيمات من أهم المواد العضوية في الخلية نظرا للدور المهم الذي تلعبه في النشاطات الأيضية، ولدراسة بعض خصائصها و شروط عملها نقترح الوثيقة التالية:



(1) تعرف على البيانات الممثلة بالأحرف في الشكل 3، ذكرا كل خاصية من خصائص الإنزيمات التي تناقشها الأشكال 1، 2 و 3. ثم أجب بصحيح أو خطأ دون تصحيح الخطأ على العبارات التالية:

|   |                                                                                         |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| أ | يمكن للمادة (C) من الشكل 3 أن تحفز عدة إنزيمات مختلفة لتعط نفس الناتج .                 |
| ب | كل الأحماض الأمينية التي تدخل في تركيب الإنزيم تحدد تخصصه الوظيفي.                      |
| ج | بالضرورة الطفرة التي تعبر عن تغير في الجزء (B) تفقد الإنزيم قدرته على تشكيل المركب (D). |

(2) انطلاقا من الوثيقة ومعلوماتك، أكتب نصا علميا منظما تشرح فيه مصدر التخصص الوظيفي للإنزيم وآلية عمله.

### التمرين الثامن:

البوال التخلفي مرض نادر، لكنه الأكثر انتشاراً من بين الأمراض الأيضية الوراثية، من أعراض هذا المرض الإعاقة الذهنية وضعف البنية كما تكون بشرة معظم المصابين بالمرض قبل العلاج ذات لون فاتح، كذلك لون العينين والشعر. لغرض فهم هذا المرض وسببه وأصله الوراثي نقترح الدراسات التالية.

الجزء 1: أثناء بحثنا عن السبب الجزيئي لهذا المرض توصلنا أنه يتم في الجسم استهلاك الأحماض الأمينية بتدخل إنزيمات فقمنا بتتبع عمل بعض منها وتمكنا من تحضير أشكال الوثيقة (1) حيث:

- الشكل (أ): يمثل التفاعل الكيميائي الذي يحفزه إنزيم الفينيل ألانين هيدروكسيلاز (PHA).

- الشكل (ب): نتائج قياس كمية الفينيل ألانين والتيروزين في دم

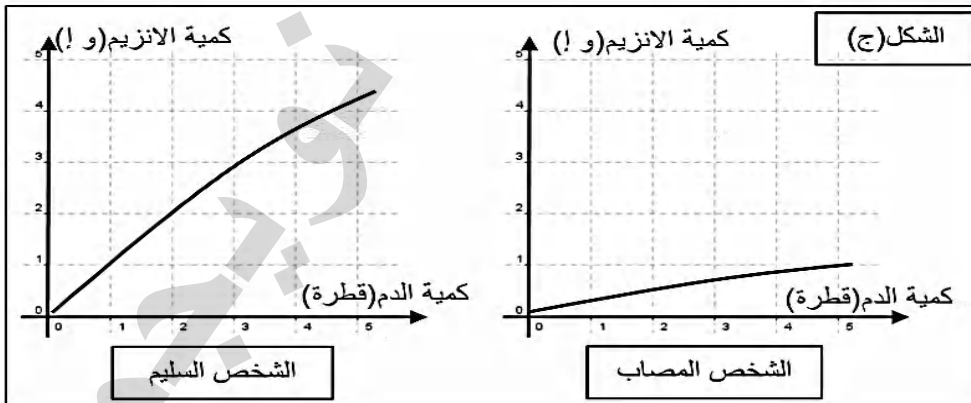
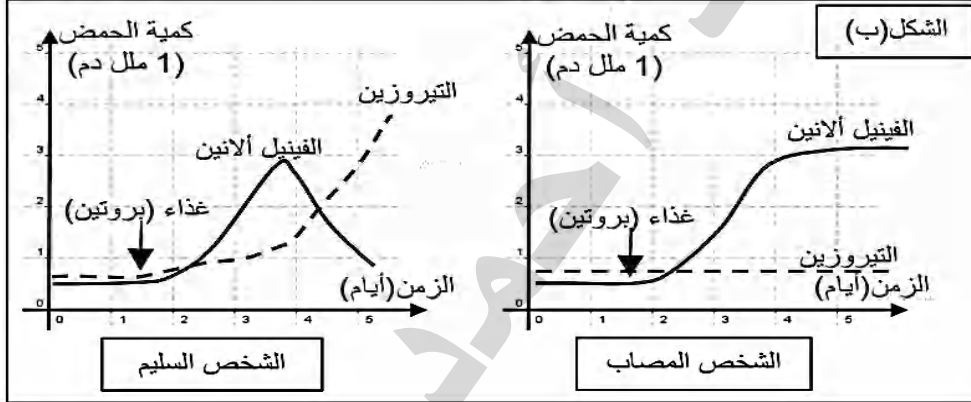
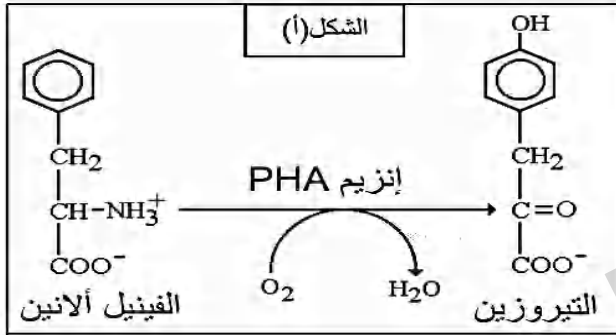
شخص مصاب بالبوال التخلفي وآخر سليم بعد تناول بروتين

- الشكل (ج): نتائج قياس كمية الفينيل ألانين هيدروكسيلاز في

قطرات من دم شخص مصاب بالبوال التخلفي وآخر سليم

- الشكل (د): يمثل معطيات علمية تم التوصل إليها أثناء دراسة

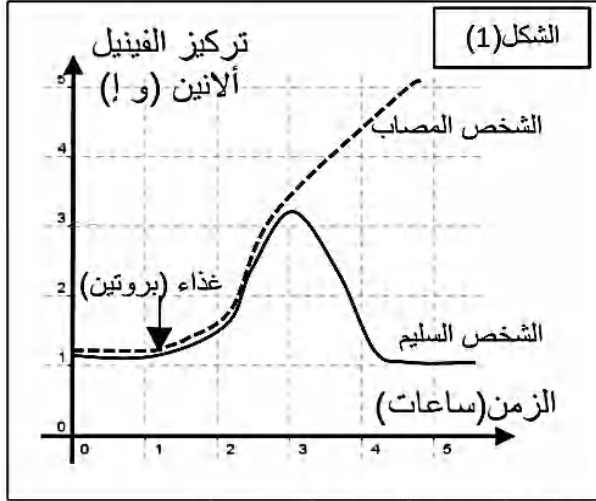
أسباب مرض البوال التخلفي.



انطلاقاً من أشكال الوثيقة (1):

(1) حلّ نتائج الشكل (ب)

(2) قدّم فرضية أو فرضيات تفسر بها ظهور أعراض مرض البوال التخلفي.



الجزء 2: بهدف تحديد السبب الحقيقي لظهور هذا المرض نعرض أشكال الوثيقة (2)، يمثل الشكل (1) نتائج تركيز حمض الفينيل ألانين في الدم عند الشخص المصاب والسليم بعد تناول وجبة غذائية بينما يمثل الشكل (2) نتائج دراسة أجريت على أنزيم PHA باستعمال برنامج Anagène

|           | 306 | 307 | 308 | 309 | 310 | 311 | 312 | 313 | 314 | 315 | 316 |                 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------|
| شخص سليم  | GGT | CGT | AAC | TTA | AAA | AAG | CAA | GGA | CGC | CCC | AAT | السلسلة الناسخة |
|           | Pro | Ala | Leu | Asp | Phe | Glu | Val | Pro | Ala | Gly | Leu |                 |
| شخص مصاب  | GGT | CGT | AAC | TTA | AAA | CCT | CAA | GGA | CGC | CCC | AAT | السلسلة الناسخة |
| الشكل (2) | Pro | Ala | Leu | Asp | Phe | Gly | Val | Pro | Ala | Gly | Leu |                 |

(1) وضّح كيف تسمح لك هذه النتائج بتأكيد أو نفي الفرضيات السابقة.

(2) إذا علمت أن ارتفاع نسبة الفينيل ألانين في الدم تؤدي إلى تلف في خلايا المخ، باعتماد أشكال الوثائق (1، 2) وباستدلال منطقي:

- علّل أعراض مرض البوال التخلفي المذكورة في مقدمة التمرين.

(3) قدّم الحلول الممكنة للتخفيف من حدة هذا المرض.

الجزء 3:

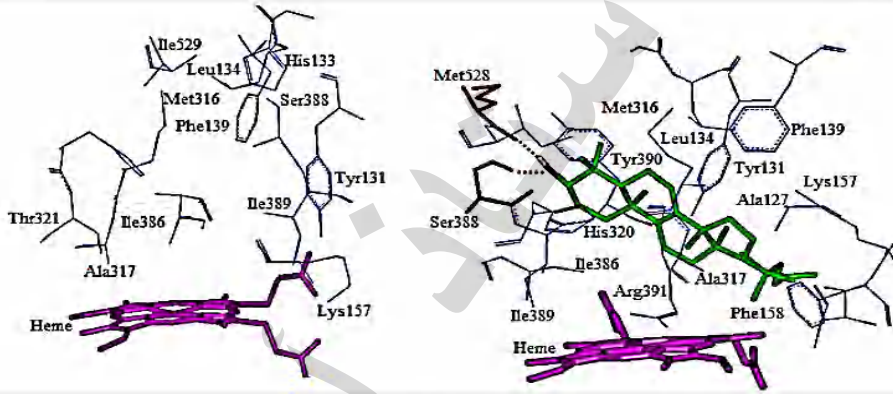
مما توصلت إليه ومكتسباتك، بيّن أهمية الإنزيمات في الحفاظ على تماسك ووحدة العضوية.

### التمرين التاسع:

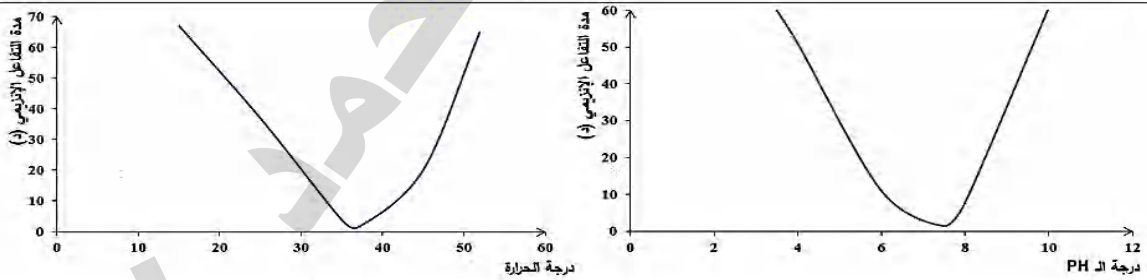
الإنزيمات عبارة عن وسائط حيوية تلعب أدوار مهمة ومختلفة داخل العضوية، كما أن النشاط الإنزيمي يتأثر إما سلبا أو إيجابا بعوامل مختلفة.

#### الجزء الأول:

يتميز الغشاء الهولي بتنوع مكوناته من بينها مادة الكوليسترول عند الخلية الحيوانية، يعمل إنزيم  $\alpha$  - 14 دي ميثلاز (14  $\alpha$ -Demethylase) على تركيبه انطلاقا من مادة أولية تعرف بـ "Lanosterol" والتي يحولها إلى "Ergosterol" في حالة خلية بكتيرية أو فطر. من أجل معرفة العلاقة بين هذا الإنزيم ومادة تفاعله والعوامل المتحكمة في نشاطه نقترح عليك الوثيقة (01)، حيث يمثل الشكل (أ) جزء من البنية الفراغية له في وجود وغياب مادة تفاعله، بينما يمثل الشكل (ب) تأثير كل من درجة الحرارة والـ PH عليه.



الشكل (أ)



الشكل (ب)

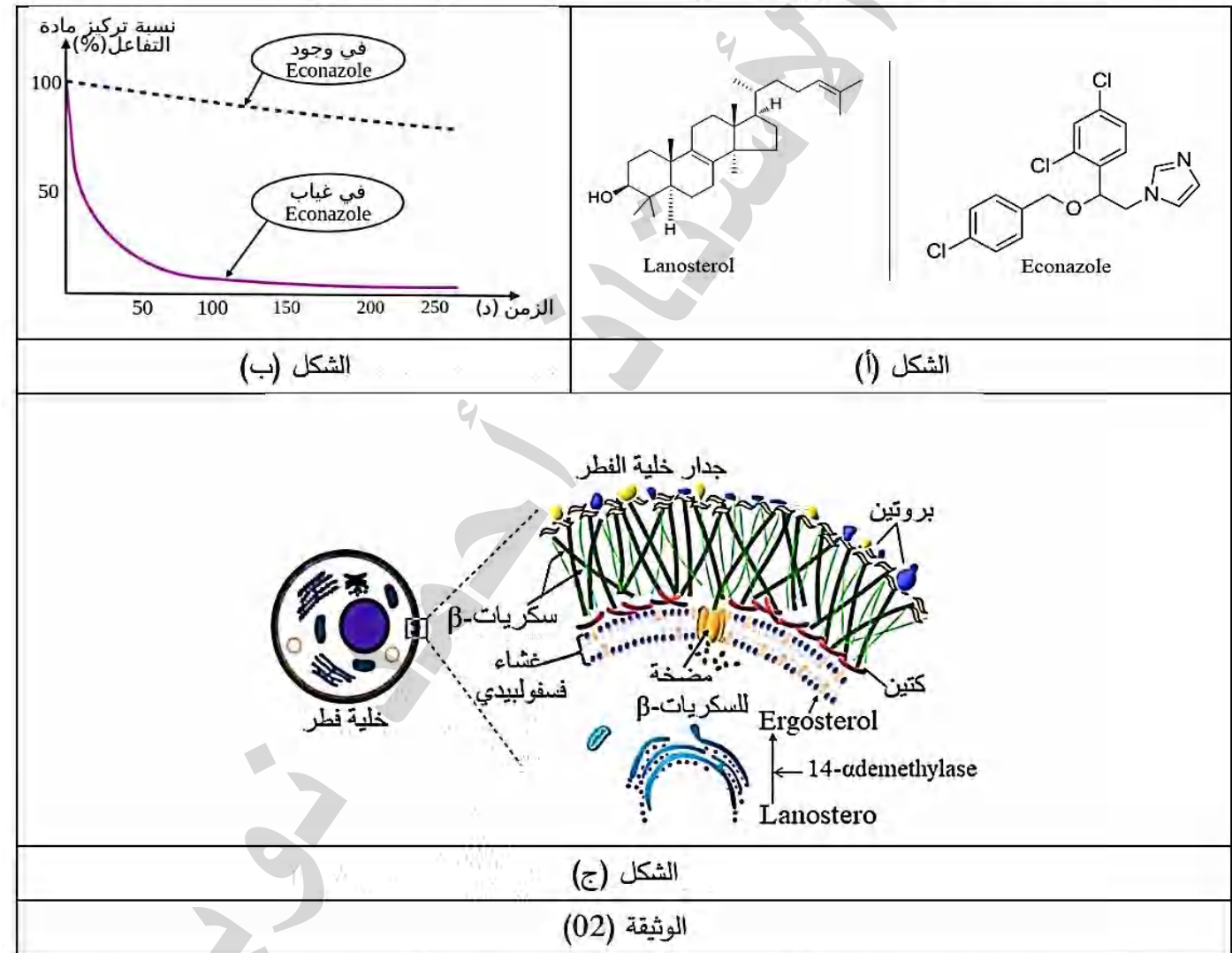
الوثيقة (01)

انطلاقا من الوثيقة (01):

- 1- بين العلاقة بين الإنزيم ومادة تفاعله مبرزا مميزات الإنزيم الموضحة في الوثيقة.
- 2- قدم دراسة تفسيرية لتأثير كل من درجة الحرارة والـ PH على نشاط الإنزيم المدروس ثم نمذج العلاقة بين الإنزيم ومادة تفاعله في درجة حرارة 50°م و PH = 4.

### الجزء الثاني:

سعفة القدم أو القدم الرياضي هو مرض فطري يصيب الجلد، يعتبر فطر *Candida Albicans* أحد المسببين له، يكون الرياضيون أكثر عرضة للإصابة به لأن أقدامهم معرضة لارتفاع درجة حرارتها ورطوبتها، مما يستدعي منهم زيارة الطبيب إذ يصف لهم في أغلب الحالات أدوية من عائلة "Azoles" والتي نجد من بينها الايكونازول "Econazole". لمعرفة سبب وصف الطبيب لهذا الدواء وآلية علاجه لسعفة القدم نقترح عليك الوثيقة (02)، حيث يمثل الشكل (أ) التركيب الكيميائي لكل من جزيئة "Lanosterol" وجزيئة "Econazole" والشكل (ب) يمثل تركيز "Lanosterol" في وجود وغياب "Econazole"، بينما يبين الشكل (ج) آلية تحويل مادة "Lanosterol" إلى "Ergosterol".



- 1- بالاعتماد على الوثيقة (02) وباستدلال علمي منطقي ناقش شرح الطبيب لأحد الرياضيين سبب تقديمه وصفة "Econazole" بهدف علاجه من سعفة القدم.
- 2- مما توصلت إليه ومعلوماتك لخص في فقرة مفهوم الإنزيم مبرزًا مختلف العوامل المؤثرة على سرعة نشاطه.

# دور البروتينات في التحفيز الإنزيمي

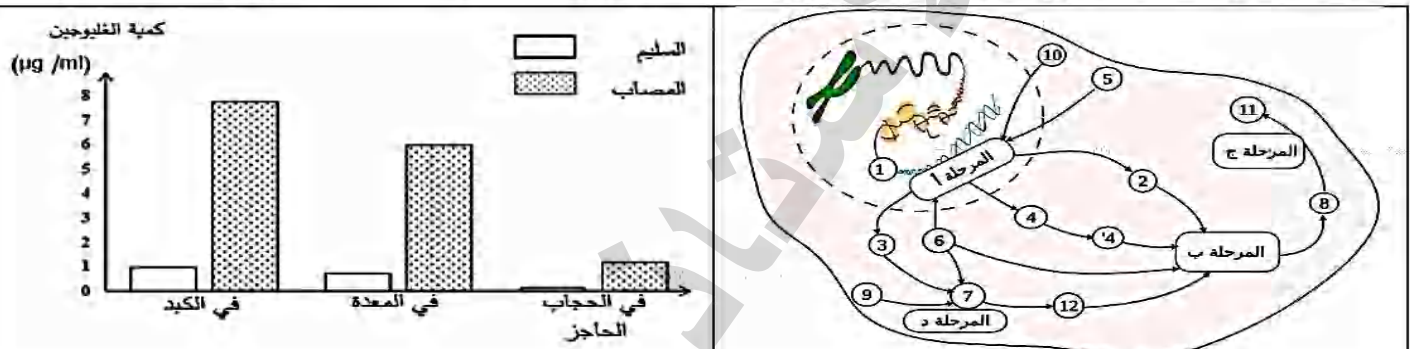
## سلسلة تمارين الوحدة الثالثة

### التمرين العاشر:

يعتبر التعبير المورثي آلية جد منظمة، إذ يتم بناء بروتينات ذات بنية محددة تؤهلها لأداء وظيفتها وأي خلل يمس هذه الآلية سوف يؤدي بالضرورة إلى تغير وظيفة تلك البروتينات.

الجزء الأول:

"ونيس" طالب سنة ثالثة علوم تجريبية مصاب بمرض بومب «Pompe disease» والذي يصنف ضمن الأمراض الوراثية نادرة الوقوع، يعرف أيضا باسم مرض "تضخم الغليكوجين"، يعاني المصابين به من عدة أعراض من بينها: ضعف عضلي شديد، تضخم القلب، مضاعفات في القلب والأوعية الدموية، مشاكل تنفسية وتأخر النمو....، في الحالة العادية تتم إمالة الغليكوجين بواسطة عدة إنزيمات من بينها إنزيم  $\alpha$ -غليكوزيداز (GAA) والذي وضح الشكل (أ) من الوثيقة (01) آلية بنائه، بينما بنيته ثلاثية الأبعاد المتروسة ببرنامج Rastop مثلت في الشكل (ب) مع جذور بعض الأحماض الأمينية وPHi الخاص لكل منها، أما الشكل (ج) من نفس الوثيقة فبين كمية الغليكوجين عند شخص مصاب بمرض بومب وآخر سليم.



| الحمض الأميني | Asp                  | Trp                            | Arg                    |
|---------------|----------------------|--------------------------------|------------------------|
| جذره          | <chem>CC(=O)O</chem> | <chem>Cc1c[nH]c2ccccc12</chem> | <chem>CCN(CC)CC</chem> |
| PHi           | 2,98                 | 5,88                           | 10,76                  |

الشكل (ب)

الوثيقة (01)

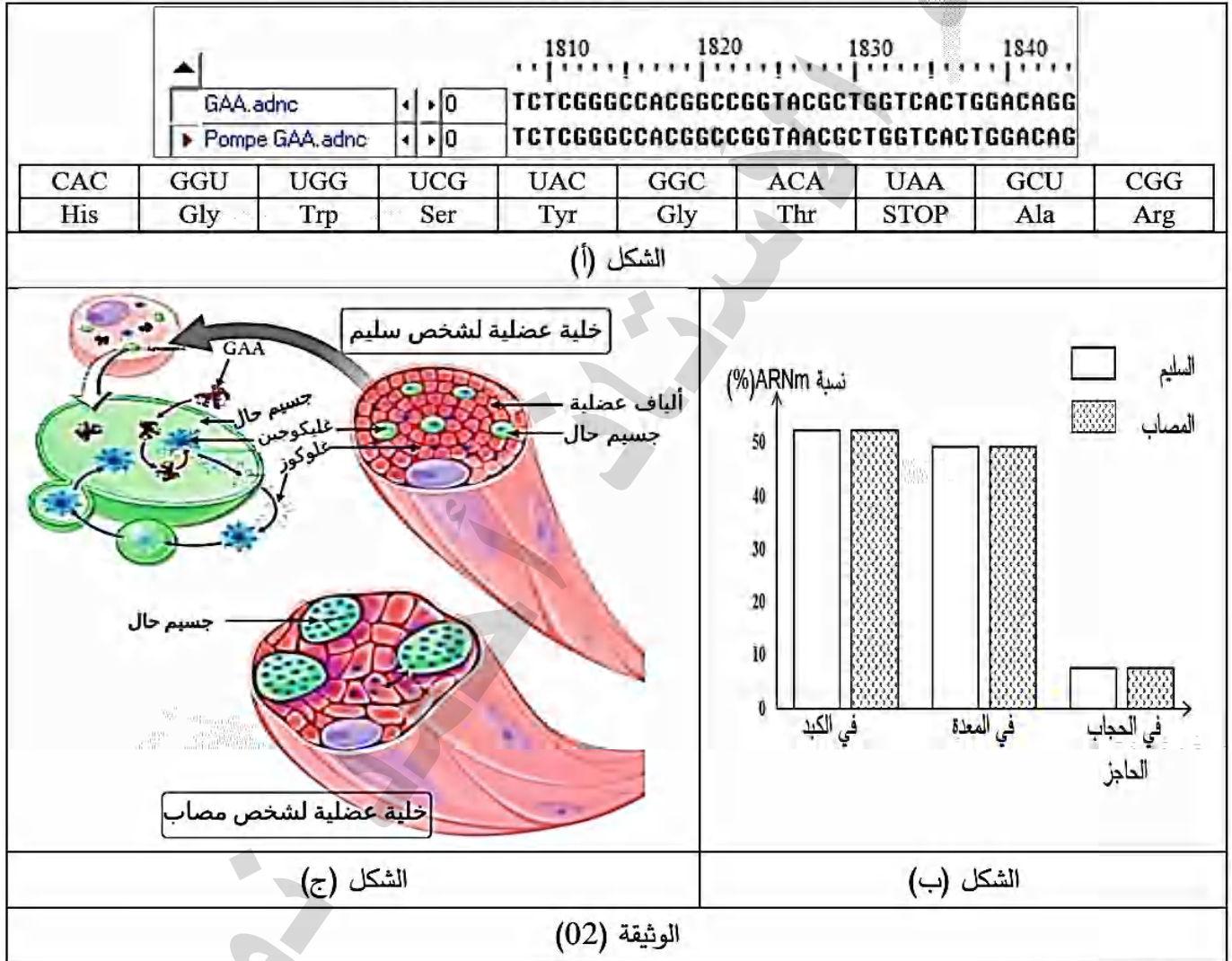
باستعمال الوثيقة (01):

1- أكتب بيانات الشكل (أ) ثم بين بدقة المستوي البنوي لإنزيم GAA ودور الأحماض الأمينية الموضحة عليه في اكتسابه لهذا المستوى موضحا نتائج الهجرة الكهربائية لكل منها وكذا صيغها الكيميائية في حالة ما إذا عرضت للهجرة الكهربائية في وسط ذي  $PH = 6$ .

2- قدم فرضيتين تفسر من خلالهما سبب إصابة "ونيس" بمرض بومب.

### الجزء الثاني:

كان فضول "ونيس" حول سبب إصابته بمرض بومب والأعراض التي يعاني منها في كل مرة يزداد خاصة بعد دراسته تخصص علوم تجريبية فقرر سؤال طبيبه المختص والذي قدم له الوثيقة (02) كوسيلة للإجابة عن تساؤلاته، حيث يبين الشكل (أ) التتابع النكليوتيدي لجزء من مورثة شخص مصاب بمرض بومب وآخر سليم منجز بواسطة برنامج Anagène وجزء من جدول الشفرة الوراثية، أما الشكل (ب) فيمثل نسبة ARNm عند نفس الشخصين، بينما يبين الشكل (ج) خلية عضلية لشخص مصاب وأخرى لشخص سليم مرفقة بتكبير لها يوضح آلية عملها في الحالة العادية.



الوثيقة (02)

باستغلال الوثيقة (02):

1- باستدلال علمي منطقي راقب مدى صحة الفرضيتين المقترحتين سابقا.

2- اشرح الفكرة التي توصل إليها "ونيس" في نهاية حوار مع الطبيب حول سبب إصابته بهذا المرض.

الجزء الثالث:

مما توصلت إليه ومعلوماتك أنجز رسما تفسيريا تبين من خلاله العلاقة بين المعلومة الوراثية والإصابة بمرض بومب.

# دور البروتينات في التحفيز الإنزيمي

## سلسلة تمارين الوحدة الثالثة

### التمرين الحادي عشر:

تعمل الانزيمات على سير التفاعلات في الأنظمة الحية و تمتاز بالفعالية و السرعة بالإضافة الى التخصص الكبير في العمل مما يجعلها مركبات ذات أهمية كبيرة

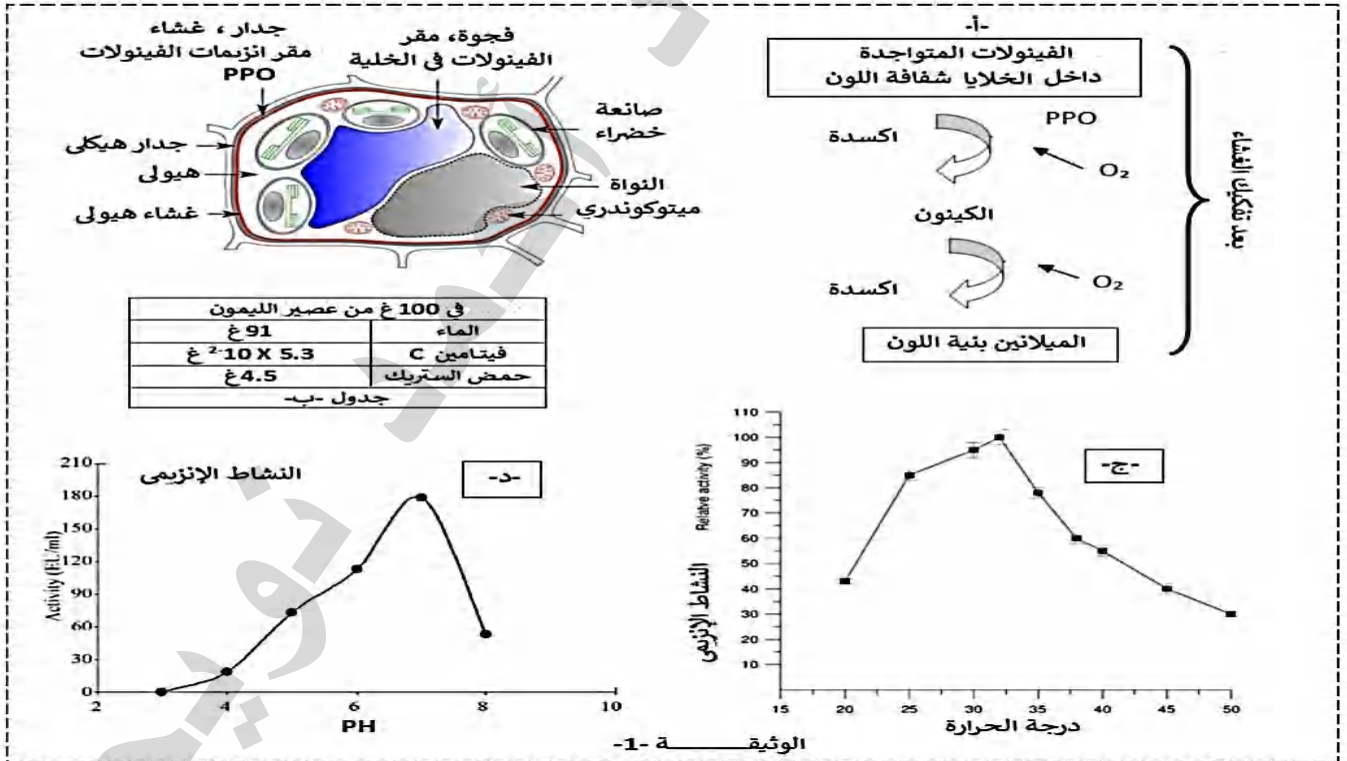
I. عند قطع تفاحة و تركها معرضة للهواء يتحول لون سطحها الى اللون البني و يتغير قوامها , يحدث هذا في ظاهرة تعرف بالاسمرار الإنزيمي Brunissement enzymatique لفهم هذه الظاهرة نقترح عليك الدراسة الآتية :



تتميز الخضر و الفواكه باختوائها على مركبات تعرف بالفينولات تتواجد داخل فجوات الخلايا بينما يتواجد انزيم بوليفينول اكسيداز PPO المسؤول عن اكسدةها خارجها , يفصل بينهما جدار و غشاء رقيق فعند قطع التفاح مثلاً يتم كسر او تفكيك الغشاء و يبدأ الإنزيم في التفاعل مع الفينولات كما هو موضح في الوثيقة ( 01 / أ ) التي تبين مراحل الاسمرار الإنزيمي .

ينصح عادة اثر قطع التفاح بإضافة عصير الليمون للجزء المعرض للهواء للحد من ظاهرة الاسمرار الإنزيمي تظهر الوثيقة ( 01 / ب ) جدول يبين بعض المكونات الكيميائية للليمون .

كما يظهر كل من الشكلين ( ج , د ) النشاط الإنزيمي لإنزيم PPO لنبات البرقوق بدلالة تغيرات في درجة pH الوسط و كذا درجة الحرارة .



1. بعد تحليلك للوثيقة 01 اقترح فرضية او فرضيات تفسر فيها سبب استعمال عصير الليمون للحد من ظاهرة الاسمرار الإنزيمي .

# دور البروتينات في التحفيز الإنزيمي

## سلسلة تمارين الوحدة الثالثة

II. لفهم الية تأثير عصير الليمون على ظاهرة الاسمرار الانزيمي نفجر التجارب التالية :

التجربة 01 : نأخذ 3 علب بيترى بحيث :

في العلبة الأولى : قطع من التفاح تترك في الهواء

في العلبة الثانية : قطع من التفاح + عصير الليمون تترك للهواء

في العلبة الثالثة : قطع من التفاح + سائل درجة حموضته تقدر بـ 4 تترك للهواء

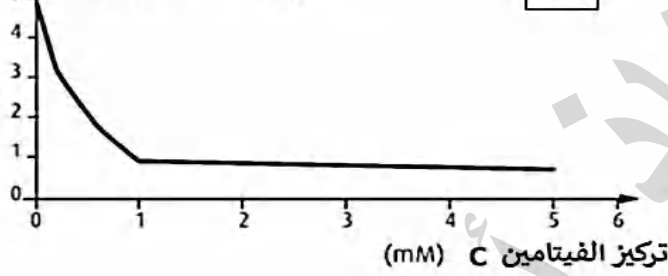
تم قياس النسبة المئوية لسطح التفاح المؤكسد النتائج مدونة في الوثيقة ( 2 - أ )

التجربة 02 : تم قياس نشاط انزيم PPO في وجود الفيتامين C الذي يعرف أيضا بإسم حمض الاسكوربيك المتواجد في الليمون النتائج موضحة في الوثيقة ( 2- ب ) .

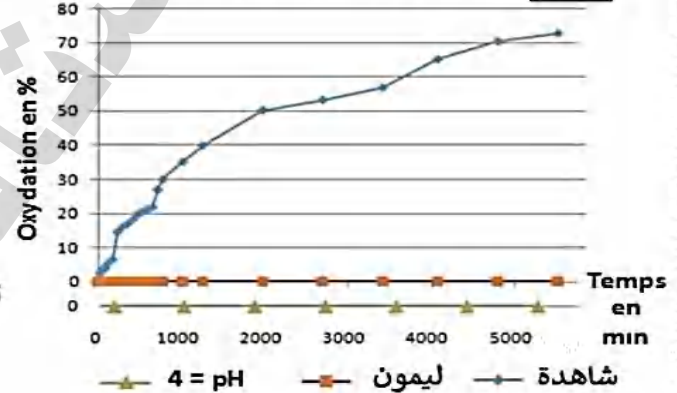
بينما تمثل الوثيقة 2-ج نمذجة لتفاعل انزيم PPO في غياب الفيتامين C وفي وجوده علما أن الفلوريدين نوع من أنواع الفينولات وهي خاصة بالتفاح .

### الوثيقة 2-

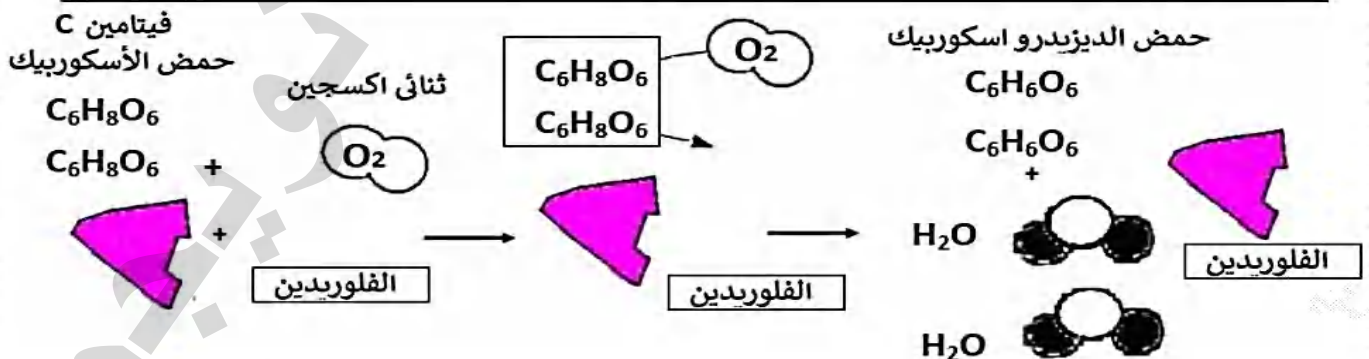
نشاط انزيم ال PPO ( و ! )



نسبة اكسدة ( اسمرار ) السطح



ج-



1. من خلال دراستك للوثيقة ( 2-أ ) وضح العلاقة بين النشاط الانزيمي لانزيم PPO و نسبة الاسمرار
2. من خلال الوثيقة 02 و معلوماتك المكتسبة بين تأثير الفيتامين C على ظاهرة الاسمرار مصادقا على الفرضية الصحيحة .
3. نمذج بدقة تأثير الحرارة و الحموضة على النشاط الإنزيمي في رسم متقن عليه كافة البيانات

### التمرين الثاني عشر:

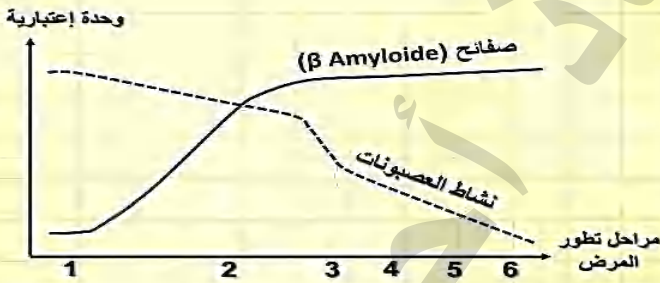
داء الزهايمر هو السبب الأكثر شيوعًا للخرف فهو حالة تتضمن انخفاضًا مستمرًا في القدرة على التفكير وفي المهارات السلوكية والاجتماعية ما يؤثر سلبيًا في قدرة الشخص على العمل بشكل مستقل ، لمعرفة أسبابه ندرس الموضوع التالي :

#### الجزء الأول :

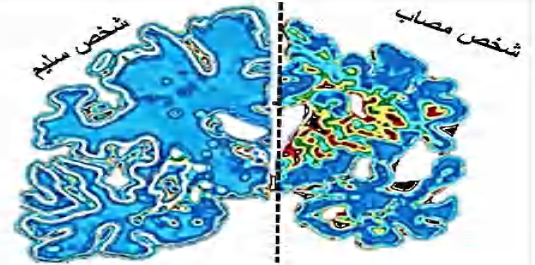
اكتشف العلماء أن المسبب الرئيسي لهذا الداء هو ترسب صفائح بروتينية على أغشية الخلايا العصبية هذه الصفائح مكونة من بروتين (  $\beta$  Amyloide ) الذي يرمز له بـ ( AB42 ) حيث يفقد الشخص القدرة على تفاعله مع المحيط زمانيا ومكانيا

- الدراسات في هذا المجال أثبتت أن بروتين ( AB40 ) يدخل في بناء وتجديد العصبونات

1- يمثل الشكل (أ) و(ب) من الوثيقة (1) بنية النسيج العصبي ومقطع في الدماغ لشخص مصاب بالزهايمر وآخر سليم، اما الشكل (ج) من نفس الوثيقة فيمثل تغيرات النشاط العصبي خلال مراحل مختلفة من الإصابة .

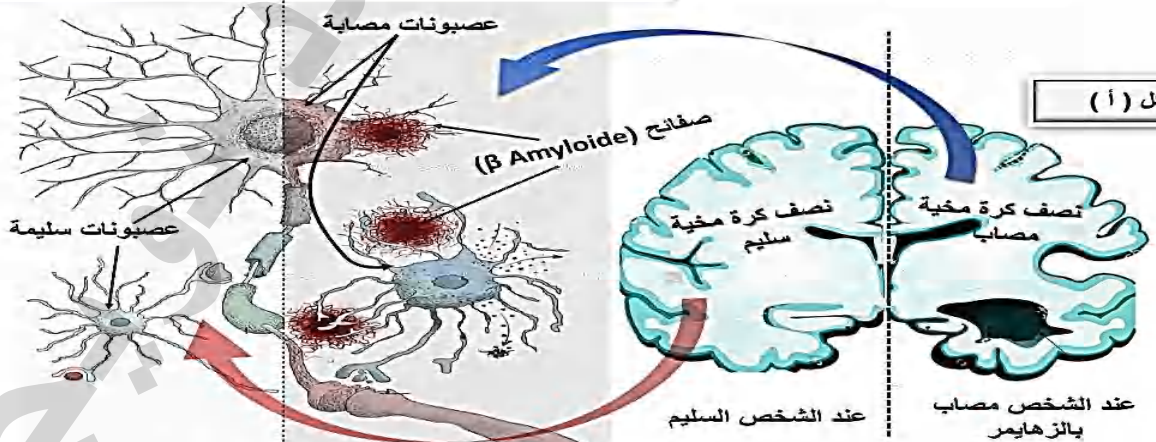


الشكل ( ج )



صورة بالرنين المغناطيسي لنصفي كرتين مخيتين عند شخص سليم و آخر مصاب بالزهايمر

الشكل ( ب )



الشكل ( أ )

الوثيقة (1)

# دور البروتينات في التحفيز الإنزيمي

## سلسلة تمارين الوحدة الثالثة

أ - باستغلالك لمعطيات الوثيقة (1) اقترح فرضية تفسر بها سبب الإصابة بمرض الزهايمر؟

2 لمعرفة آلية تأثير بروتين (AB42) انجزت بعض الدراسات والتي أظهرت بعض الخصائص البيوكيميائية لكل من (AB42) و (AB40) جدول الوثيقة (2) يوضح البعض منها:

| أوجه المقارنة                                       | بروتين AB40  | بروتين AB42      |
|-----------------------------------------------------|--------------|------------------|
| نسبة الأحماض الأمينية الكارهة للماء على سطح الجزيئة | 3 %          | 80 %             |
| نسبة الأحماض الأمينية الكارهة للماء في مركز الجزيئة | 79 %         | 20 %             |
| انزيم $\beta$ سكريتاز                               | لا يؤثر      | يؤثر             |
| انزيم $\alpha$ سكريتاز                              | يؤثر         | لا يؤثر          |
| خاصية الذوبان في المحاليل                           | قابل للذوبان | غير قابل للذوبان |

الوثيقة (2)

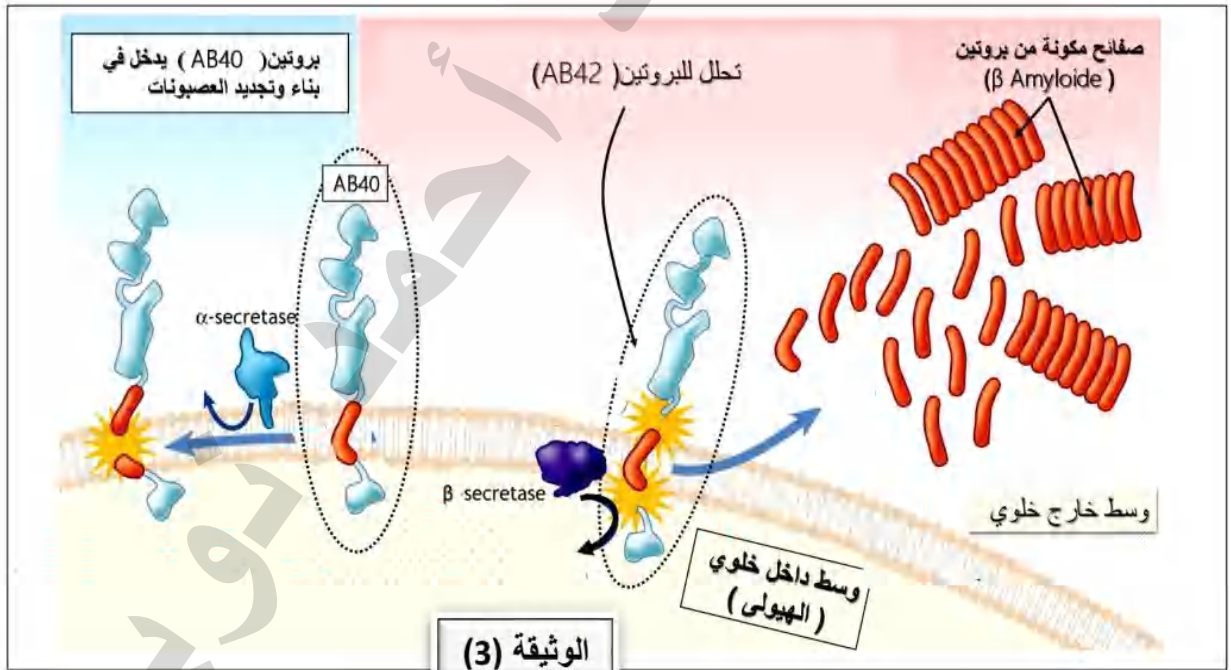
أ - قارن بين النتائج الموضحة بالجدول ؟

ب - استخرج أهم الخصائص التي يتميز بها الانزيمين  $\beta$  سكريتاز و  $\alpha$  سكريتاز ؟

ج - علل عدم فعالية انزيم  $\alpha$  سكريتاز على بروتين (AB42) ؟

### الجزء الثاني :

كشفت البحوث عن طريقة نشاط الانزيمين  $\beta$  سكريتاز و  $\alpha$  سكريتاز في مستوى الخلايا العصبية للدماغ عند الانسان كما توضحه الوثيقة (3)



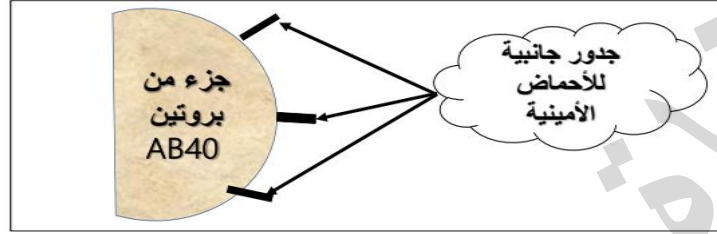
الوثيقة (3)

1 - حدد العلاقة بين الخواص البنوية لكل من (AB42) و (AB40) وتأثير الإنزيمين ؟

2 - هل تؤكد النتائج التي توصلت إليها الفرضية المقترحة سابقا وضح ذلك ؟

### الجزء الثالث :

\_\_ مثل برسم تخطيطي مبسط للمعقد الذي يتشكل من إرتباط AB40 و إنزيم  $\alpha$  سكريتاز



### التمرين الثالث عشر:

#### التمرين الأول (08 نقاط) :

تشرف جملة من الانزيمات على التفاعلات الكيميائية داخل العضوية مما يضمن لها توازن فيزيوكيميائي قد يحدث خلل في عمل احد هذه الانزيمات مما ينتج عنه امراض من بينها مرض تخزين الغليكوجين من النمط الأول **glycogénose type 1** الذي تتمثل أعراضه في تضخم الكبد (زيادة حجمه) وقصور حاد في نسبة السكر في الدم. لتحديد سبب حدوث هذا المرض نقترح الدراسة التالية :

#### الجزء الأول :

يتم تخزين الجلوكوز الدموي في الكبد عند ارتفاع كميته في الدم و عند انخفاض نسبة السكر تحرر الكبد الجلوكوز في الدم تمثل الوثيقة (1) بعض تفاعلات هدم ابدالالغليكوجين على مستوى الخلايا الكبدية لشخص سليم بعد حدوث قصور سكري الوثيقة 1 (ب) تمثل نتائج قياس نشاط انزيم الفوسفوريلاز Glyogène

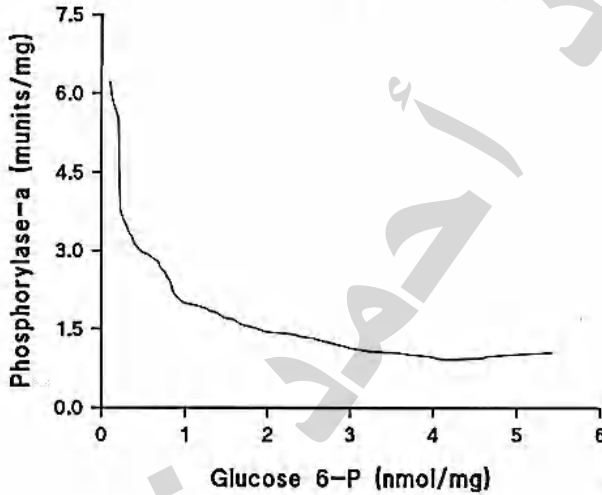
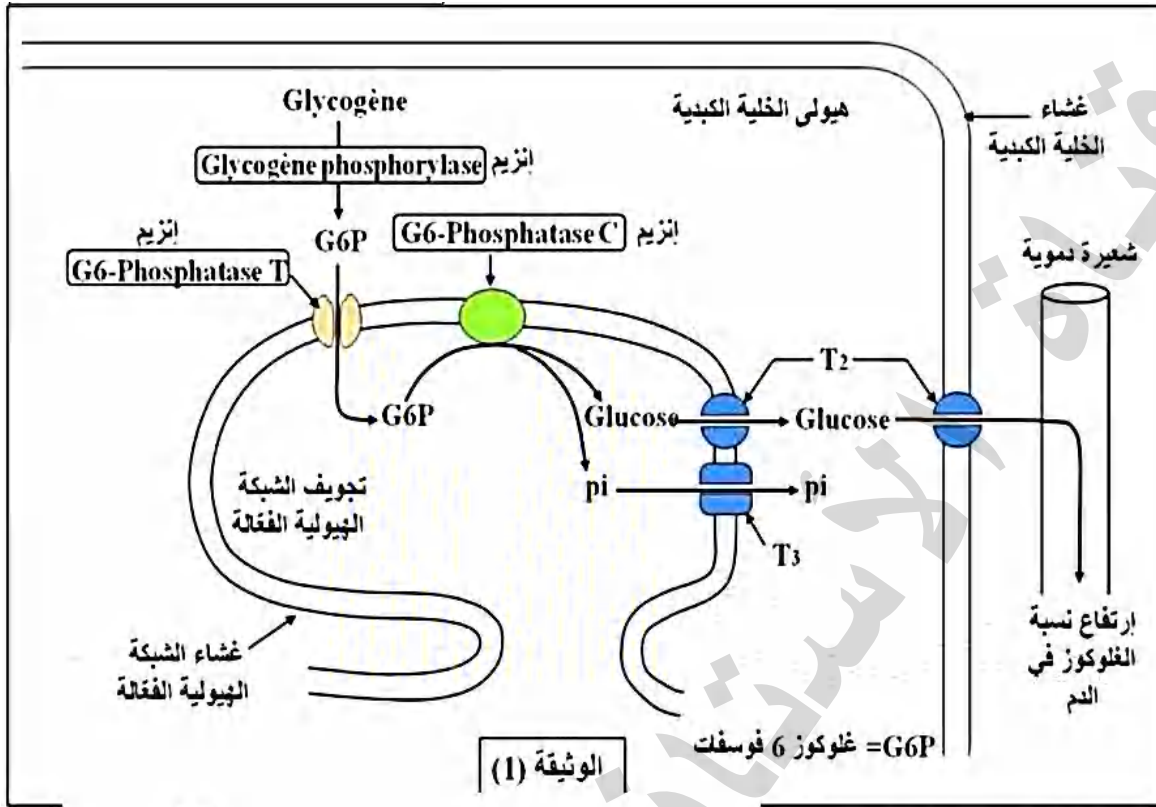
phosphorylase بدلالة تركيز الجلوكوز 6 فسفات G6p



صورة لطفل مصاب **glycogénose type 1**

# دور البروتينات في التحفيز الإنزيمي

## سلسلة تمارين الوحدة الثالثة



- 1- إستنادا الى معطيات الوثيقة (1 أ) إشرح طريقة تحرير الجلوكوز في الدم انطلاق من الغليكوجين، ثم علل اعراض مرض تخزين الغليكوجين من النمط الاول.
- 2- حل منحنى الوثيقة 1 (ب) ثم نمذج العلاقة بين انزيم الفوسفوريلاز و الجلوكوز 6 فسفات.
- 2- إقترح ثلاث فرضيات تفسريها سبب المرض.

(ب) الوثيقة 1

الجزء الثاني : من أجل تحديد أصل المرض أجريت دراسات على الخلايا الكبدية للمواليد المصابين بهذا المرض نستعرض بعضها في مرحلتين:

المرحلة 1: بإستعمال تقنيات خاصة تم تحديد تتابع النكليوتيدات في جزء من الأليل المسؤول عن تركيب إنزيم G6- Phosphatase T لدى مولود سليم (الشكل أ) من الوثيقة 2، الشكل (ب) من الوثيقة 2 يمثل مرحلة ادماج الاحماض الامينية في G6- Phosphatase T عند مولود مصاب بمرض تخزين الغليكوجين من النمط الأول.

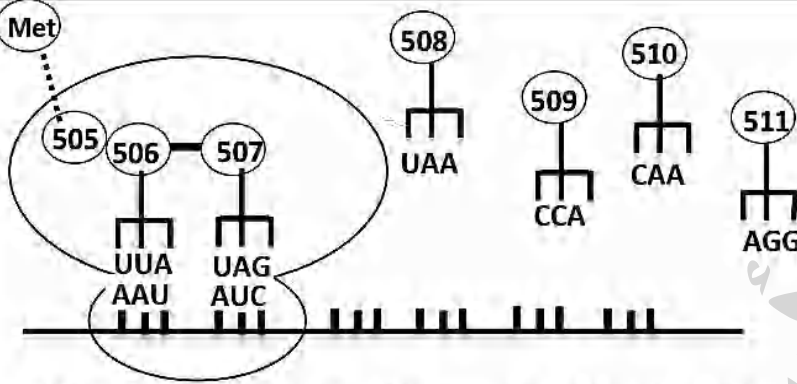
# دور البروتينات في التحفيز الإنزيمي

## سلسلة تمارين الوحدة الثالثة

الشكل ( أ ) السلسلة الغير ناسخة لانزيم G6- Phosphatase T للشخص السليم

506 507 508 509 510 511 512  
AAT ATC ATC TTT GGT GTT TCC

اتجاه القراءة



|     |                              |
|-----|------------------------------|
| Lys | AAG , AAA                    |
| Glu | GAG, GAA                     |
| Asn | AAC, AAU                     |
| Ile | AUA, AUC, AUU                |
| Tyr | UAU, UAC                     |
| Gly | GGG, GGA, GGC, GGU           |
| Phe | UUC, UUU                     |
| Val | GUG, GUA, GUC, GUU           |
| Ser | UCC, UCU, UCA, UCG, AGU, AGC |

جدول الاحماض الامينية و رمازاتها

الشكل ( ب ) ترجمة ARNm لانزيم G6- Phosphatase T

الوثيقة 2

**المرحلة 2 :** إستعملت فيها 100 عينة مختلفة من الخلايا الكبدية المستخلصة من مواليد مصابين بهذا المرض ، حيث تم حصن الخلايا في وسط فسيولوجي مناسب وحقنها بالجليكوجين المشع **Glycogène** ثم تمت معايرة المركبات التي تظهر في الهيولة وتجويف الشبكة الهيولية الفعالة، النتائج المحصل عليها مدونة في الوثيقة 3 ( أ ) ، الوثيقة 3 ( ب ) تمثل نتائج قياس نشاط انزيم الفوسفوريلاز **Glycogène phosphorylase** بدلالة تركيز الجلوكوز 6 فسفات **G6P**

| في 20% من العينات المدروسة |         | في 80% من العينات المدروسة |         | جدول الوثيقة 3                    |
|----------------------------|---------|----------------------------|---------|-----------------------------------|
| تجويف الشبكة الهيولية      | الهيولى | تجويف الشبكة الهيولية      | الهيولى |                                   |
| -                          | +       | -                          | +       | جليكوجين مشع <b>Glycogène</b>     |
| -                          | +       | +                          | +       | غلوكوز 6 فسفات مشع <b>G6P</b>     |
| -                          | -       | -                          | -       | غلوكوز مشع <b>G</b>               |
|                            |         |                            |         | + وجود الاشعاع - عدم وجود الاشعاع |

باستغلال الوثيقة 2 و 3 :

1- قارن بين تسلسل الاحماض الامينية في سلسلة انزيم **G6- Phosphatase T** عند الشخص المصاب و الشخص السليم .

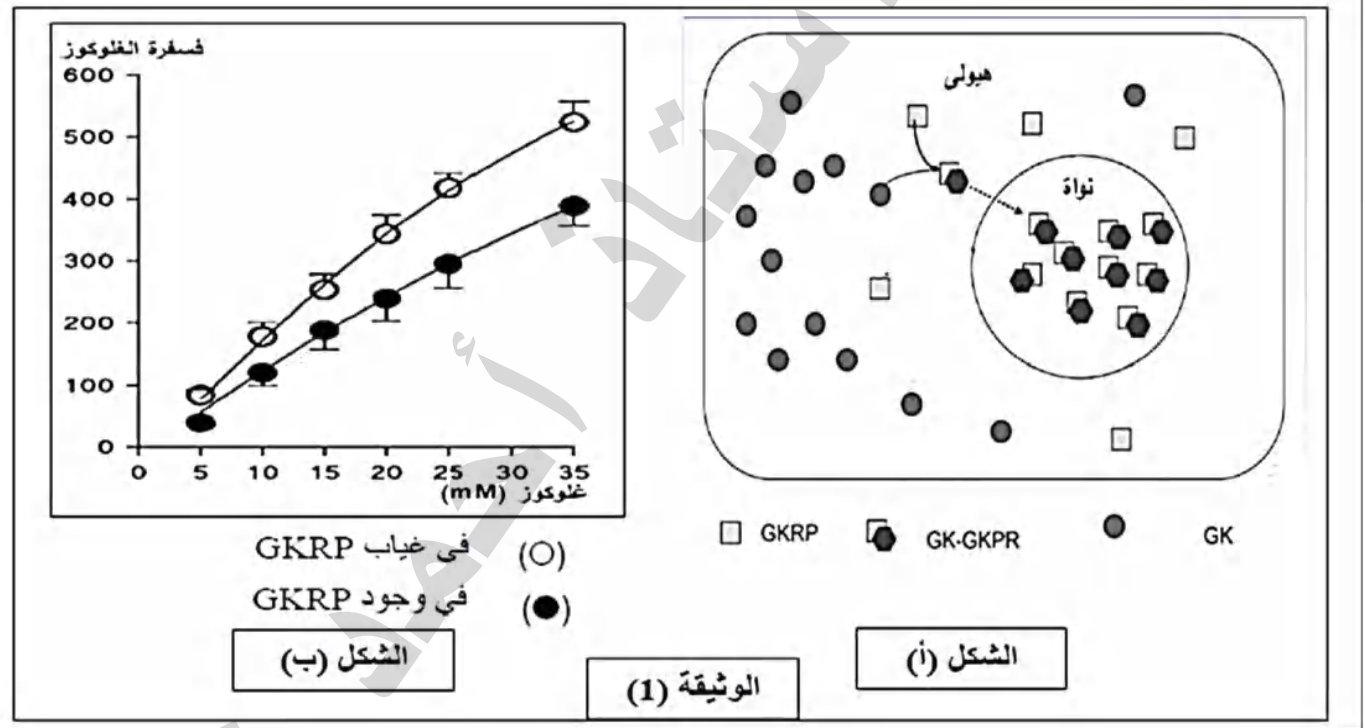
2- ناقش صحة الفرضيات السابقة مبينا كيفية حدوث الاصابة بالمرض تخزين الجليكوجين الغليكوجين من النمط الأول **glycogénose type 1** .

### التمرين الرابع عشر:

لاظهار التخصص الوظيفي للبروتينات في التحفيز الانزيمي نقترح عليك الدراسة التالية :

#### الجزء الأول :

يتواجد انزيم غلوكوكيناز ( GK ) على مستوى خلايا الكبد حيث يحول الغلوكوز الداخل الى الكبد في هيولى الخلايا الى غلوكوز-6- فوسفات ( G-6-P ) لتخزينه على شكل غليكوجين ، ينظم عملية التحويل بروتين تنظيمي GKRP داخل خلايا الكبد كما هو ممثل في الشكل (أ) من الوثيقة (1) .  
يوضح الشكل (ب) من الوثيقة (1) تغير و تأثير نشاط انزيم الغلوكوكيناز في وجود و في غياب بروتين GKRP .

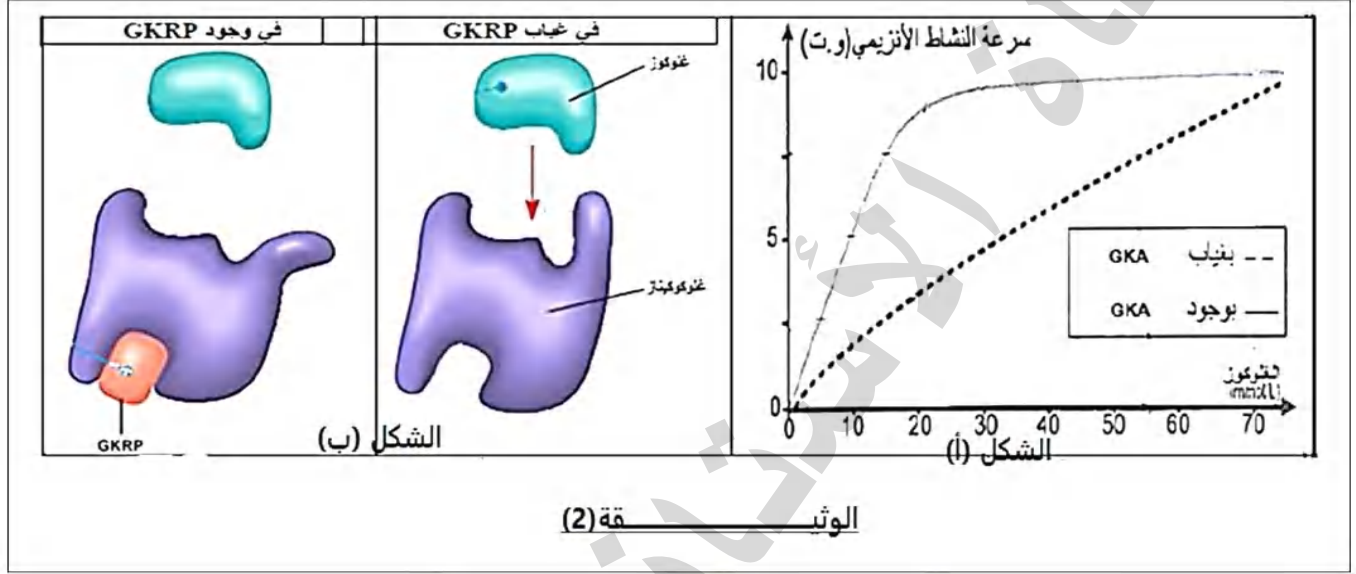


1- حدد من الشكل (أ) من الوثيقة (1) مميزات انزيم غلوكوكيناز ( GK ) ثم حلل منحنى الشكل (ب) من نفس الوثيقة .

2- اقترح فرضية تفسيرية لكيفية عمل دواء GKA على خفض نسبة السكر في دم المصاب وذلك اذا علمت أن هذا الدواء يستعمل لعلاج ارتفاع نسبة السكر في الدم عند مرضى السكري .

### الجزء الثاني :

لتحديد آلية عمل دواء GKA نقترح دراسة الوثيقة (2) حيث :  
يمثل الشكل (أ) تغيرات سرعة نشاط انزيم GK بدلالة تركيز الجلوكوز .  
يمثل الشكل (ب) حالة انزيم GK في غياب و وجود بروتين GGRP .



الوثيقة (2)

**المطلوب :** باستغلالك للوثيقة (2) و ما جاء في التمرين صادق على صحة الفرضية المقترحة .

**الجزء الثالث :** اعتمادا على ما سبق و مكتسباتك بين كيف يكتسب الانزيم تخصصه الوظيفي .

### التمرين الخامس عشر:

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

### الجزء الأول :

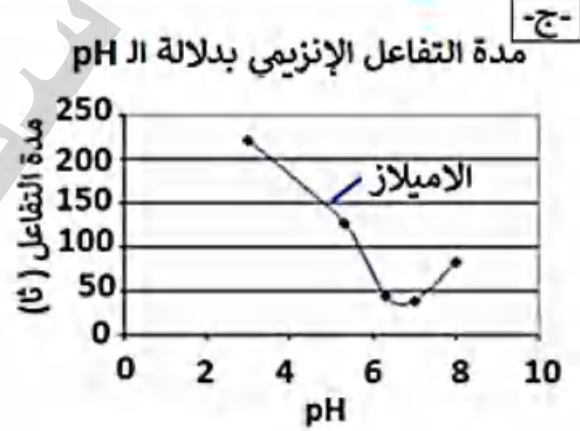
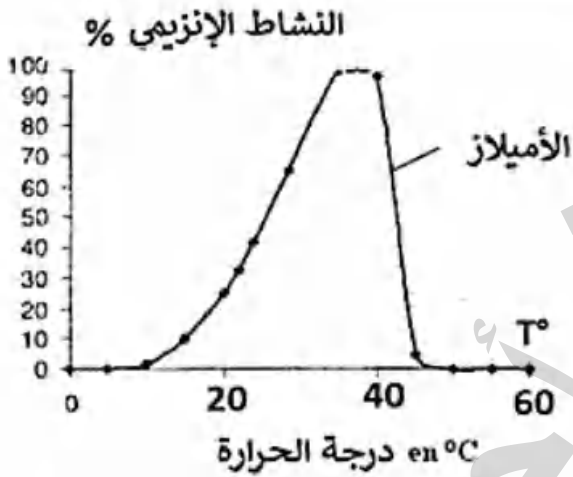
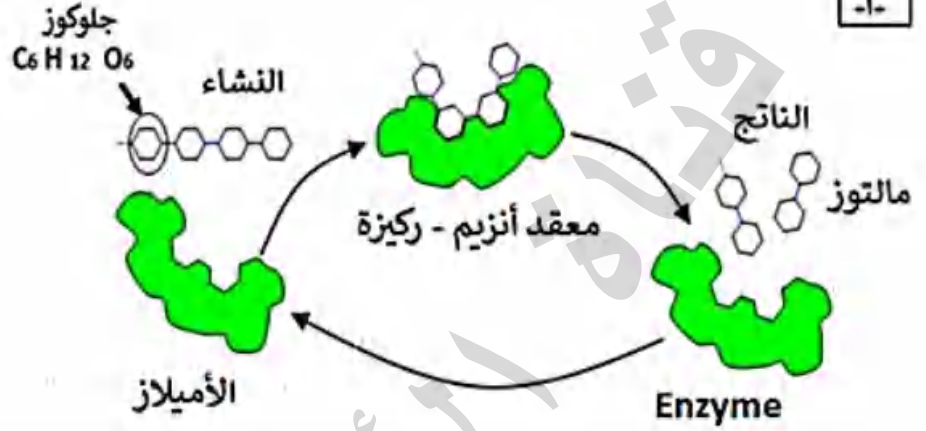
قد يحدث خلال عملية الهضم عدة مشاكل نتيجة عدم تحمل بعض المغذيات (l'intolérance alimentaire) .  
كمثال ندرس في هذا الموضوع حالة عدم تحمل النشاء (l'intolérance a l'amidon) .

تظهر عند شخص يعاني من عدم تحمل النشاء l'intolérance a l'amidon تشنجات على مستوى المعدة ، انتفاخ و آلام البطن ، إنتاج مفرط للغازات ، التقيؤ ، إسهال ... ، لفهم سبب المرض نقترح عليك هذه الدراسة التالية :

تُظهر الوثيقة (1) بنية وكيفية تأثير إنزيم الأميلاز المتواجد في اللعاب على مادة التفاعل و شروط عمله .



إنزيم الأميلاز



-د-

| الأنبوب | محتوى الأنبوب       | تحليل الانابيب بمحلول فهلج + تسخين |                |                |
|---------|---------------------|------------------------------------|----------------|----------------|
|         |                     | ز 0                                | ز 0 + 15 دقيقة | ز 0 + 30 دقيقة |
| 1       | النشاء + الأميلاز   | -                                  | +              | ++             |
| 2       | المالتوز            | +++                                | +++            | +++            |
| 3       | السكرورز + الأميلاز | -                                  | -              | -              |
| 4       | النشاء + ماء        | -                                  | -              | -              |
|         |                     | - غياب سكريات المرجعة              |                |                |
|         |                     | + وجود سكريات مرجعة                |                |                |

وثيقة 1

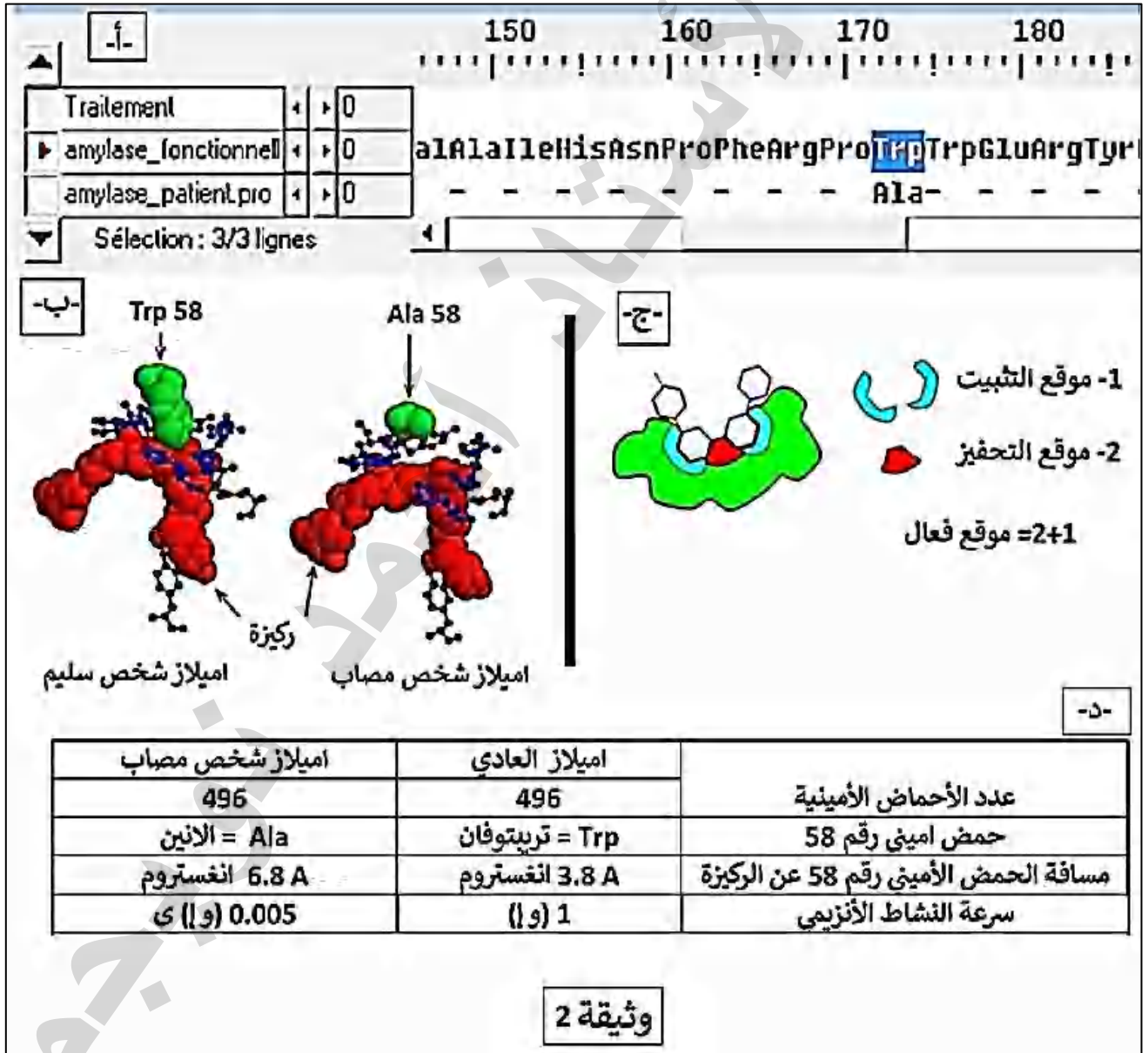
- 1- باستغلالك للوثيقة (1) استخرج مميزات إنزيم الأميلاز .
- 2- اقترح فرضيات تفسر فيها عدم تحمل النشاء عند بعض الأشخاص .

الجزء الثاني :

لفهم أعراض هذا المرض وعلاقته بهضم النشاء و لتأكيد مدى صحة الفرضيات نقدم لك الوثيقة (2) .

ملاحظة : تم تمثيل في برنامج الاناجين :

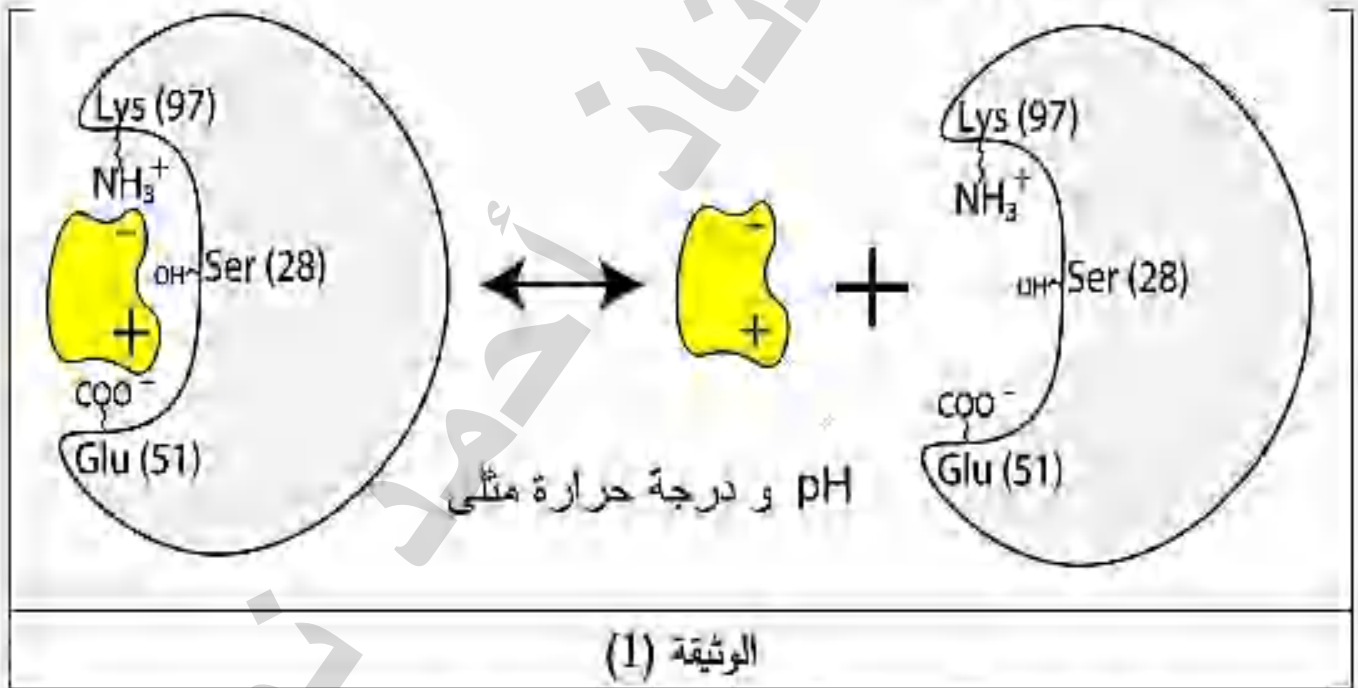
- الأميلاز اللعابي عند شخص غير مصاب : **amylase\_fonctionnelle** .
- الأميلاز اللعابي عند شخص يعاني من عدم تحمل النشاء : **amylase\_patient.pro** .



- 1- باستغلال منطقي للمعطيات المقترحة في الموضوع ، اشرح سبب معاناة بعض الأشخاص من عدم قدرتهم على هضم النشاء .
- 2- ناقش العلاقة بين معطيات الوثيقة (2) و الحالة الصحية لشخص يعاني من عدم تحمل النشاء l'intolérance a l'amidon لتؤكد صحة إحدى الفرضيات المقترحة سابقا .
- 3- على ضوء ما توصلت إليه قَدَم نصيحة لشخص يعاني من مرض عدم تحمل النشاء .

### التمرين السادس عشر:

تعتبر الانزيمات من الجزيئات البروتينية الحيوية و التي تقوم بوظائف هامة حيث أن نقصها او غيابها يؤدي الى خلل في العضوية وهذا الدور راجع الى خصائص مختلفة تميزها و من أجل هذه الدراسة نقدم اليك الوثيقة (1) .



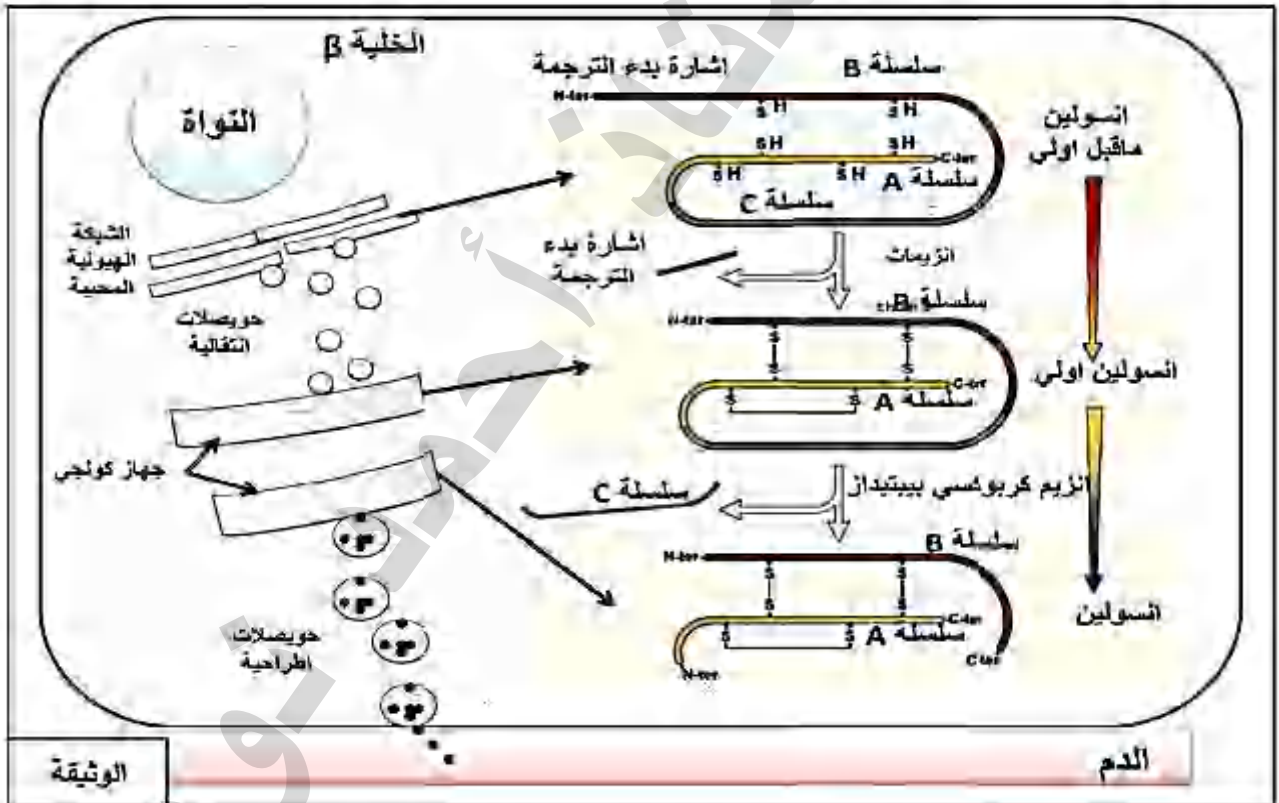
- 1- حدد الخاصية الانزيمية الموضحة في الوثيقة (1) مع التعليل .
- 2- انطلاقا من نفس الوثيقة اكتب في نص علمي العوامل المؤثرة في هذه الخاصية .

### التمرين السابع عشر:

تتداخل وظائف البروتينات لضمان سلامة العضوية ، و المحافظة على ثبات تركيز مجموعة من العوامل الفيزيولوجية أهمها نسبة السكر في الدم . نريد في هذه الدراسة تسليط الضوء على العلاقة بين وظائف بعض البروتينات الضرورية في "استتباب" نسبة السكر في الدم ( العودة الى القيم الطبيعية في حالة حدوث اضطراب ) .

**الجزء الأول :** يعاني مريض من عجز في إنتاج الأنسولين وهو هرمون ذو طبيعة بروتينية يتدخل في تنظيم نسبة السكر في الدم . بعد الكثير من الفحوصات ، وُجد أن البنكرياس عند هذا الشخص يضمن بشكل صحيح إنتاج أنسولين أولي غير نشط (proinsulin).

- تمثل الوثيقة (1) سلسلة التخليق الحيوي للأنسولين في الخلية بيتا البنكرياسية حيث يتم ضمان الخطوة الأخيرة من تخليق الأنسولين بواسطة إنزيم يسمى carboxypeptidase .



ملاحظة : جهاز غولجي هو محطة تجمع وإرسال رئيسية لمنتجات البروتين المستلمة من الشبكة الهيولية المحيية يضم وجهها تحوش هـ م و وجهها آخر نحو الحويصلات الانطراحية .

- 1- باستغلال الوثيقة (1) اقترح فرضية تفسر بها المشكل الصحي الذي يعاني منه المريض .

# دور البروتينات في التحفيز الإنزيمي

## سلسلة تمارين الوحدة الثالثة

**الجزء الثاني:** الإنزيم محفز بيولوجي من طبيعة بروتينية ، نسمي المادة القادرة على تحفيز الإنزيم على التفاعل معها بالركيزة التي ترتبط مع الإنزيم على مستوى الموقع الفعال حيث تنشأ بينهما روابط انتقالية مايسمح بحدوث التفاعل و تحرير الناتج .

- الكربوكسي بيبتيلاز Carboxypeptidase عبارة عن سلسلة بروتينية تشكل فيها بعض الأحماض الأمينية موقعا فعالا عن طريق انطواء هذه السلسلة.

الوثيقة (2-أ)

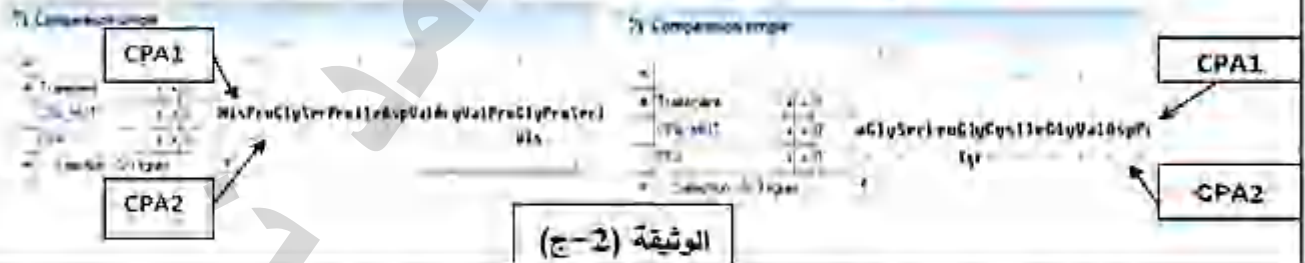
- تعلم أن الأحماض الأمينية في الموقع الفعال ضرورية لعمل الإنزيم:

- تشارك ثلاثة أحماض أمينية : His69 ، Glu72 ، His196 في تحفيز التفاعل الكيميائي.

- تلعب ثلاثة أحماض أمينية Arg145 و Tyr248 و Glu270 دور موقع تثبيت الركيز .

- تتضمن الوثيقة (2-ب ، 2-ج ) ملفين تحصلنا عليهما باستعمال ميرمج راسنوب و آخر باستعمال ميرمج

anagène - CPA1 : إنزيم كربوكسي بيبتيلاز عند الشخص المصاب . CPA2 : الإنزيم كربوكسي بيبتيلاز وظيفي



1- باستغلال المعطيات المقدمة في الوثيقة (2-أ) اقترح إستراتيجية للحل من أجل التحقق من صحة الفرضية .

2- باستغلال أشكال الوثيقة (2-ب ، 2-ج ) بين أن تنفيذ هذه الاستراتيجية يسمح بالتحقق من صحة الفرضية .

**الجزء الثالث :** من خلال ما جاء في هذا الموضوع قدم خلاصة حول أهمية التخصص الوظيفي للبروتينات لضمان

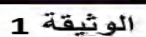
الحفاظ على سلامة العضوية . كمثال "استتباب نسبة السكر في الدم" .

تعمل الإنزيمات على تنشيط التفاعلات في الأنظمة الحية وتمتاز بالفعالية والتخصص الوظيفي العالي مما يجعلها مركبات ذات أهمية كبيرة ، يتأثر نشاطها بعوامل الوسط من حرارة و pH .

يعتبر النتروجين (الأزوت) عنصر ضروري لاستمرار حياة النبات وذلك بأشكاله المتعددة ( يمتص أساسا على شكل نترات  $\text{NO}_3^-$  ويمتص بكميات قليلة على شكل أمونيوم  $\text{NH}_4^+$  ) . ينتج النتروجين عن أيض الكائنات الحية الدقيقة انطلاقا من اليوريا المضاف على شكل سماد وذلك بفعل إنزيم اليورياز .

لفهم كيف استغل الخبراء الخصائص الوظيفية للإنزيم في تحقيق التوازن بين الحفاظ على البيئة والجانب الاقتصادي نقترح الدراسة التالية :

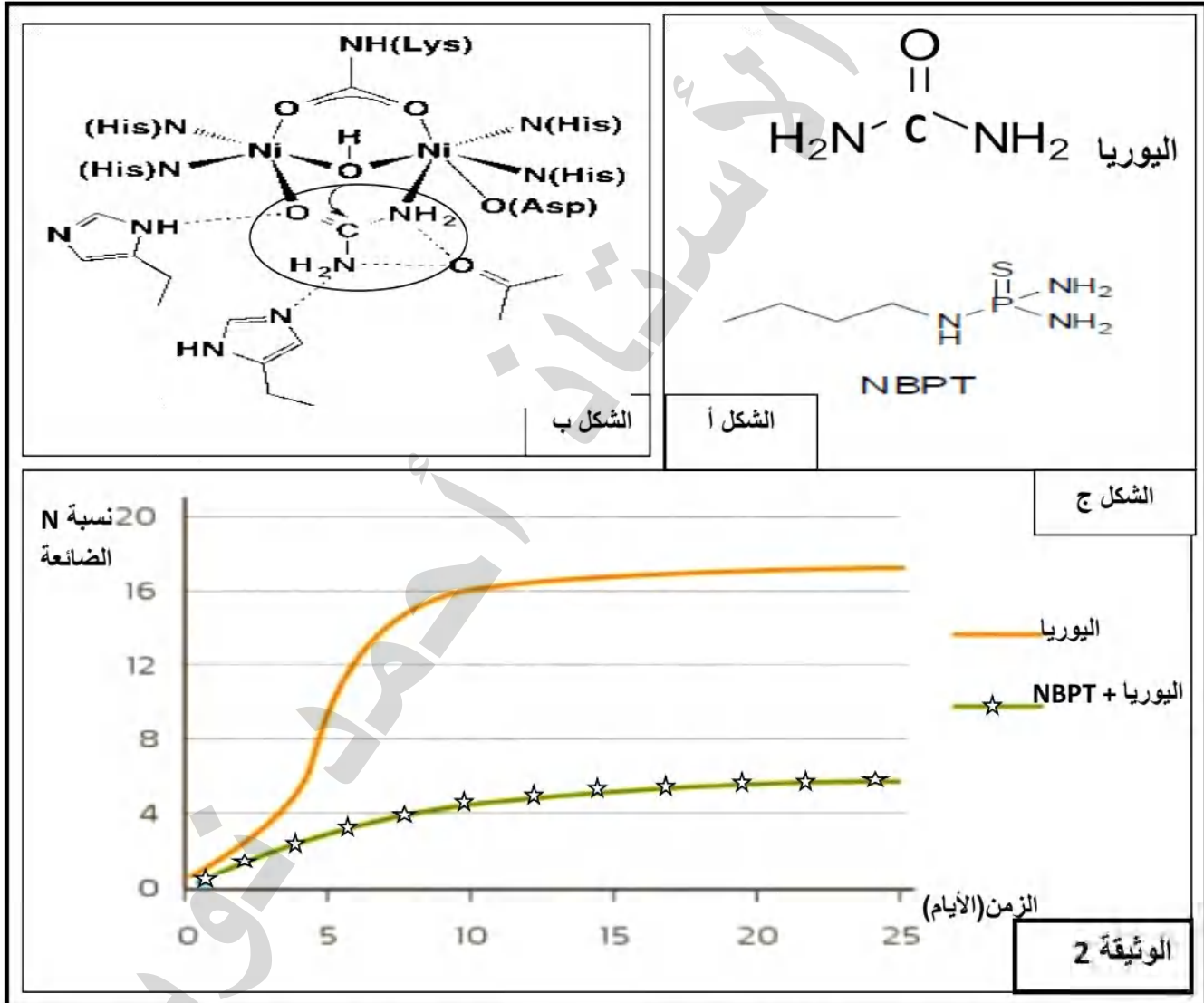
لإظهار تأثير بعض العوامل على نشاط إنزيم اليورياز تم قياس نسبة نشاط هذا الإنزيم في شروط مختلفة و قدمت لك معادلة التفاعل الأنزيمي المحفز من طرف اليورياز، النتائج موضحة في الوثيقة (1). يمثل الشكل أ تغيرات نسبة النشاط الإنزيمي بتغيرات pH الوسط والشكل ب يمثل تغيرات نسبة نشاط إنزيم اليورياز بدلالة تركيز  $\text{NH}_4^+$  أما الشكل ج فيمثل تحولات الأزوت الناتجة عن نشاط اليورياز على اليوريا.



1 - باستغلالك لمعطيات الوثائق ومعلوماتك وضح تأثير العوامل المدروسة على نشاط اليورياز ثم اشرح تأثير تغيرات نشاطه على البيئة.

الجزء الثاني : للوصول إلى التوازن بين ضرورة النشاط الإنزيمي وعواقبه قام المختصون بإضافة مواد كيميائية لسماد اليوريا من بينها NBPT .

يمثل الشكل أ الصيغة الكيميائية المفصلة لكل من اليوريا و BNPT والشكل ب يمثل المعقد يورياز - اليوريا أما الشكل ج فيمثل تغيرات نسبة N الضائعة بدلالة الزمن في وسطين أحدهما بوجود اليوريا فقط و الآخر بوجود اليوريا و NBPT.



1- باستغلال المعطيات بين كيف سمحت معرفة الخصائص الوظيفية للإنزيم بالحد من سلبات نشاط اليورياز دون التأثير على الجانب الإيجابي له.

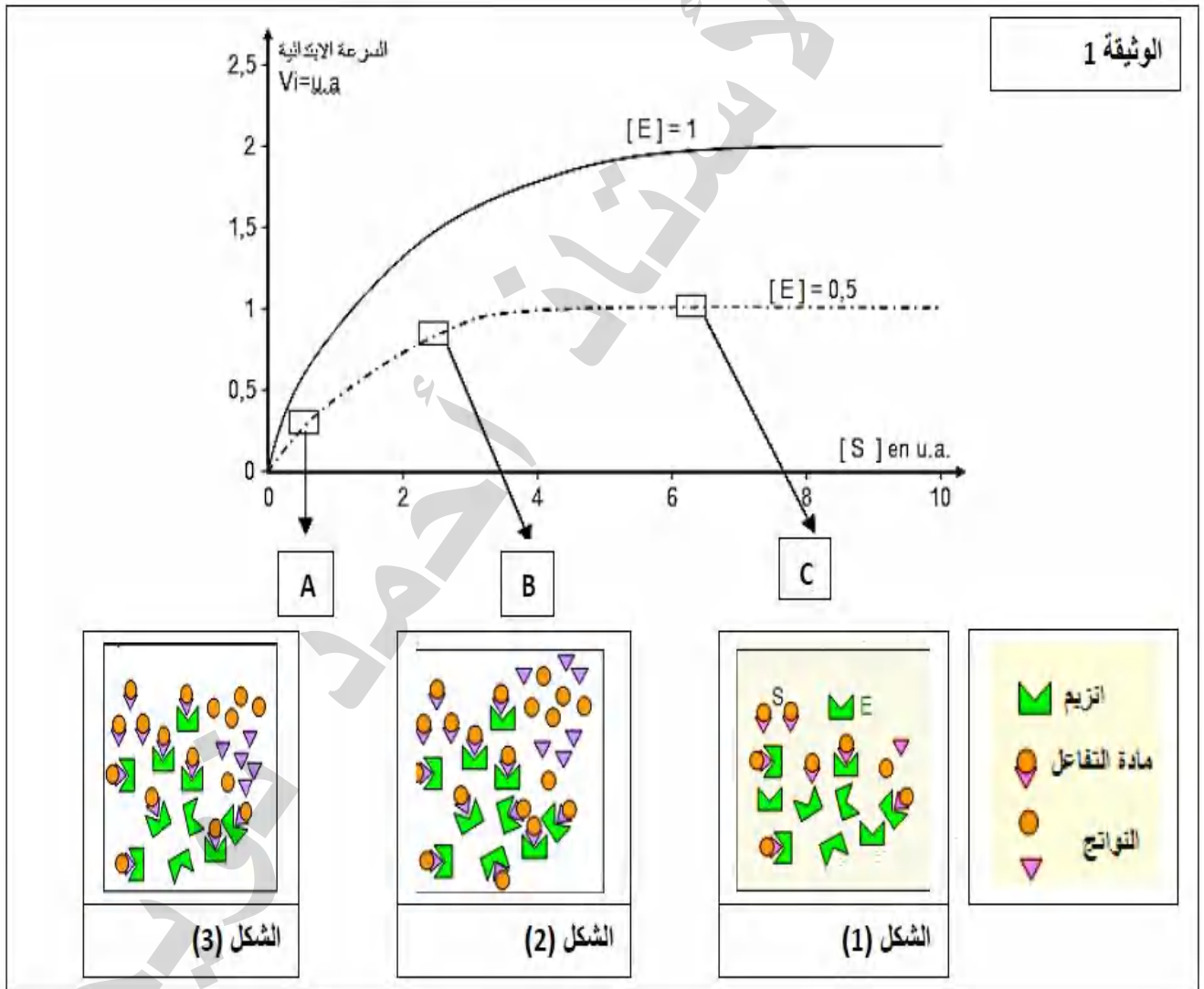
### التمرين التاسع عشر:

يتمثل النشاط الخلوي في العديد من التفاعلات الكيميائية الأيضية، تلعب الإنزيمات دورا أساسيا في هذه التفاعلات الحيوية.

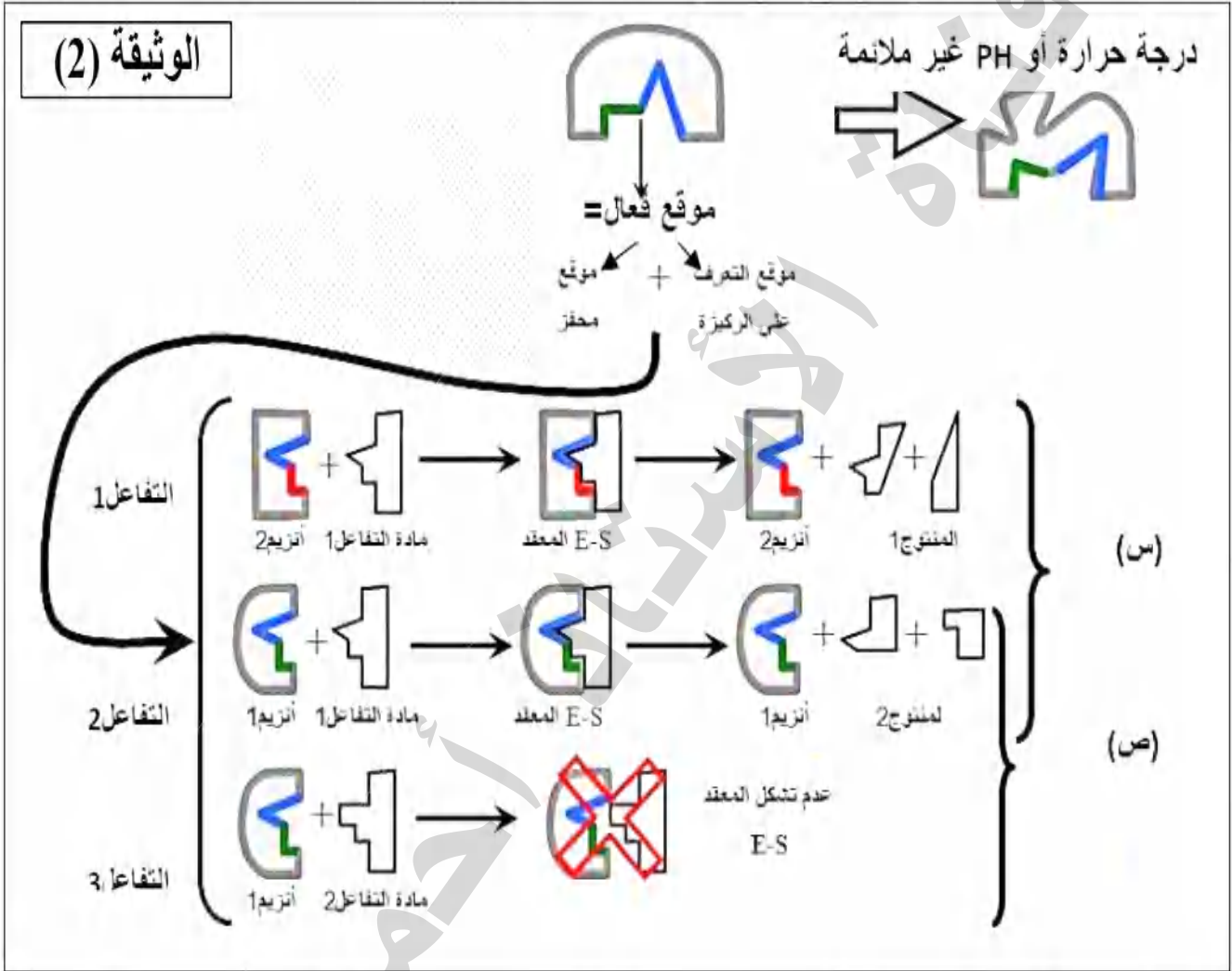
I - تمثل الوثيقة (1) دراسة تغيرات السرعة الابتدائية للتفاعل الإنزيمي بدلالة تركيز مادة التفاعل S وتركيز الإنزيم E.

1- قارن المنحنيين تحليليا مقارنا.

2- صل كل مرحلة (A، B، C) بالشكل المناسب.



II – تلعب الإنزيمات دورا محفزا للتفاعلات الكيميائية، ولمعرفة بعض خصائصها نقدم الوثيقة (2).



1- استنتج العلاقة بين البنية الفراغية للإنزيم ومادة التفاعل انطلاقا من الحالتين (س) و (ص).

2- استخرج خصائص الإنزيم المبينة في الوثيقة انطلاقا من مقارنة التفاعل (1 مع 2) والتفاعل (2 مع 3) مع تعليل الإجابة.

III – بالاعتماد على ما سبق ومكتسباتك، اكتب نصا علميا تفسر فيه آلية تأثير درجة الـ PH ودرجة الحرارة على النشاط الإنزيمي.

### التمرين العشرون:

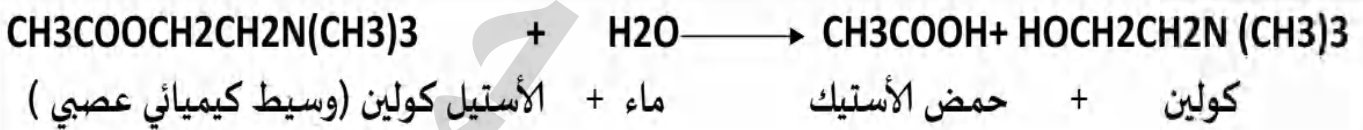
تؤدي الإنزيمات دورا فعالا في حياة الكائنات الحية نظرا للوظائف العديدة التي تقوم بها، وتختلف أدوارها باختلاف المواد التي تؤثر عليها.

غاز الحروب المسمى بالسارين صيغته الكيميائية (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>FO<sub>2</sub>P) سريع الإنتشار في الهواء (جزيئة متطايرة) عديم الرائحة واللون، عند إستنشاقه يمكن أن يسبب الوفاة في وجود كميات ضئيلة منه يسمى هذا النوع من الغازات بغازات السمية العصبية، من أهم الأعراض التي يسببها: صداع حاد، تشنج العضلات إسهال، الإفراط في إفراز اللعاب، توقف التنفس. يؤدي غاز السارين إلى الموت في الساعات الأولى إذا لم يعطى للشخص الذي إستنشقه دواء يسمى المضاد السمي.

لفهم تأثير غاز الحروب السارين على النشاط الإنزيمي نقترح عليك الدراسة التالية :

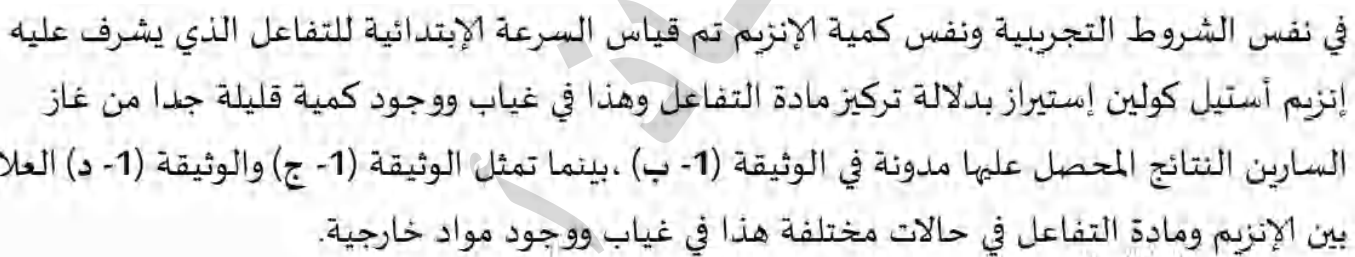
### الجزء الأول:

الأستيل كولين إستيراز (ACHE) هو إنزيم يحفز التفاعل التالي :



تظهر الوثيقة (1-أ) نمذجة للتفاعل الذي يشرف عليه إنزيم أستيل كولين إستيراز مع إهمال وعدم تمثيل جزيئة الماء في هذه النمذجة.

## سلسلة تمارين الوحدة الثالثة



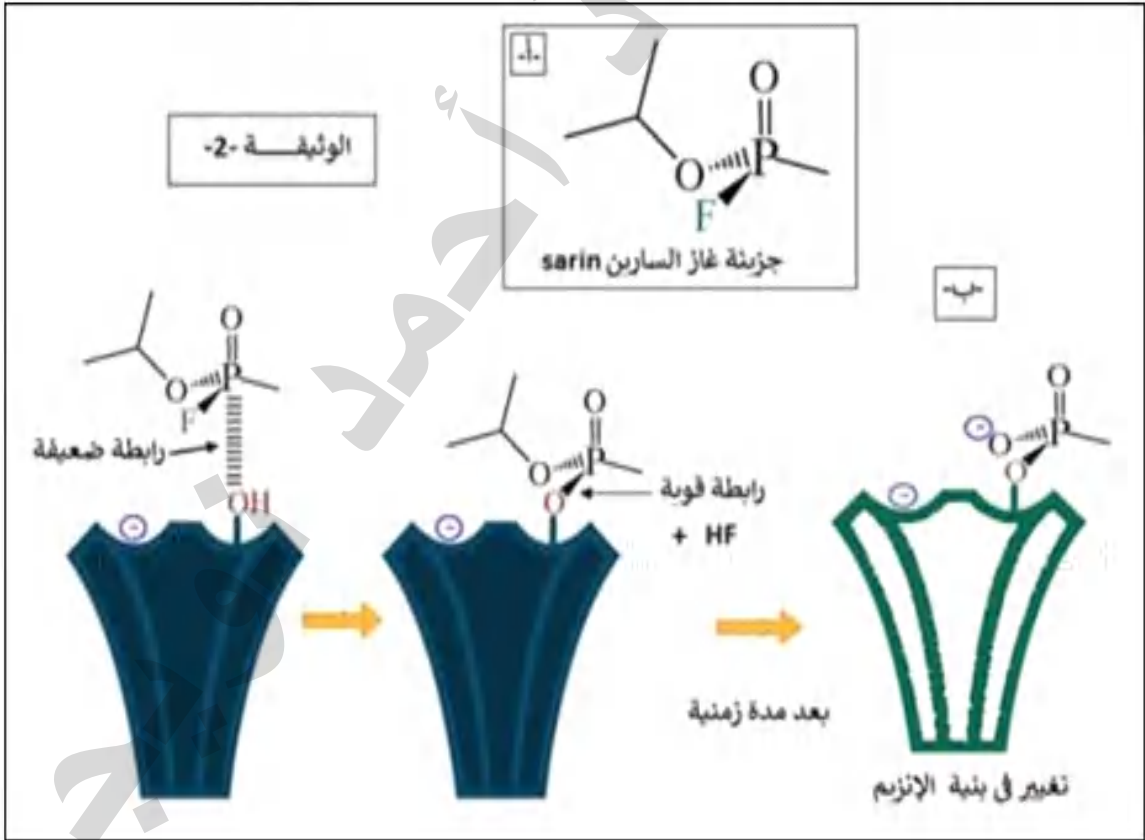
1- قدم تحليلاً للوثيقة (1)، ثم إقترح فرضيتين تفسرهما تأثير غاز السارين على النشاط الإنزيمي.

### الجزء الثاني :

لفهم الأعراض التي يسببها هذا الغاز وللتأكد من مدى صحة الفرضيات التي تم إقترحها في الجزء الأول نقدم لك الوثيقة (2) حيث :

تمثل الوثيقة (2- أ) بنية جزيئة غاز السارين، بينما الوثيقة (2- ب) توضح نمذجة لتأثير هذا الغاز على نشاط إنزيم أستيل كولين إستيراز .

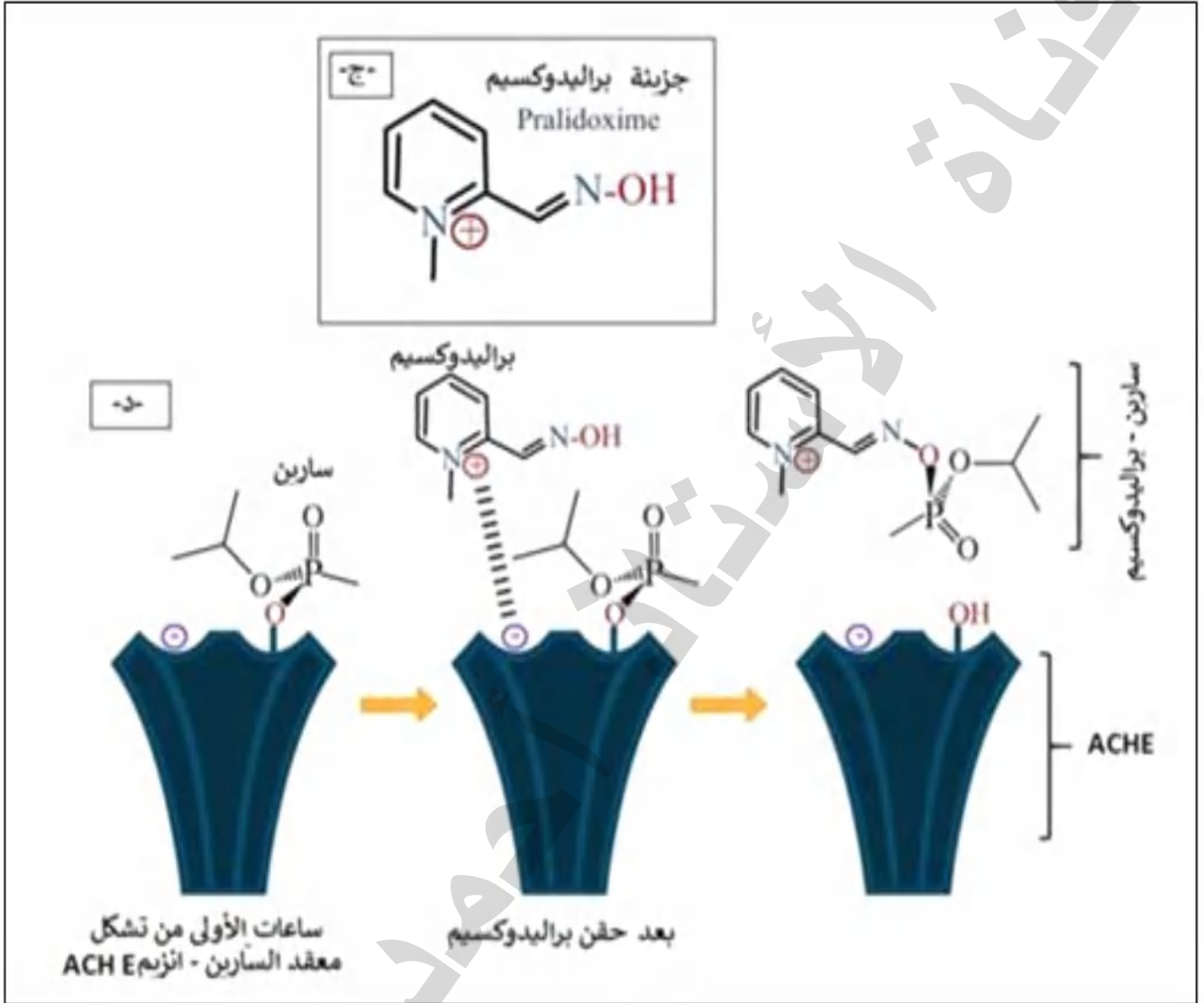
لتفادي خطر غاز السارين يستعمل الجنود دواء مضاد يسمى البراليدوكسيم (Paralidoxime) في الساعات الأولى بعد إستنشاقهم له في ظرف لا يتعدى 5 ساعات.



# دور البروتينات في التحفيز الإنزيمي

## سلسلة تمارين الوحدة الثالثة

بينما الوثيقة (2-ج) توضح بنية جزيئة البراليدوكسيم، أما الوثيقة (2-د) تبين آلية نشاطه.



1- باستغلالك لمعطيات الوثيقة (2) برر تسمية السارين بغاز السم العصبي مع اختبار صحة الفرضيات المقترحة مبرزاً دور البراليدوكسيم.

PRALIDOXIME



تابعونا على :

الأستاذ أحمد نويجم

الأستاذ أحمد نويجم