التّمرين 01:

تضمَن جملة من الأنزيمات عملية هضم الأغذية في الأنبوب الهضمي وتُمتص نواتج هذه العملية على مستوى المعي الدقيق لتنتقل إلى الخلايا.

قد يحدث خلال عملية الهضم عدة مشاكل من بينها حالة عدم تحمل اللاكتوز (Intolérance au lactose).

- لتحديد التحولات التي تطرأ على اللاكتوز عند الشّخص المصاب بهذه الحالة مقارنة بالشّخص السّليم وسَبَب عدم تحمل اللاكتوز، نقترح الدراسة التالية:

الجزء الأول: لتحديد دور إنزيم اللاكتاز وبعض خصائص نشاطه، تجرى سلسلة من التجارب.

التجربة الأولى: نرغب في تبيان دور بعض العوامل المؤثّرة على نشاط انزيم اللاكتاز ولذلك تمّ قياس السّرعة الابتدائية لنشاط هذا الانزيم في شروط مختلفة أعطت النتائج الموضّحة في الوثيقة (1).

السرعة الابتدائية Vi (و إ)	درجة الحرارة (C°)		السرعة الابتدائية Vi (و إ)	درجة الـ PH
0,6	10		00	4
2,5	20		5	8,5
35	37		20	10
8	42		16	10,5
0,5	48		4	12

الوثيقة (1)

1) أنجز منحنى تغير السّرعة الابتدائية بدلالة درجة PH الوسط مفسرا تأثيرها على النشاط الانزيمي.

2) من خلال النتائج التجريبية، استنتج تأثير درجة الحرارة على النشاط الانزيمي.

التجربة الثانية: تمثّل الوثيقة (2): التفاعل الذي يحفزه إنزيم اللاكتاز، الشروط التجريبية والنتائج المحصل عليها:

$$\underset{\text{لاكتوز}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{اللاكتاز}} \underset{\text{جلوكوز}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{جلاكتوز}}{C_6H_{12}O_6}$$

التجربة	الشروط التجريبية في وجود اللاكتوز بتركيز 1ملي مول/ل	مدة التفاعل
1	في 37 °م وغياب أي وسيط	عدة أشهر
2	في 100 °م في وسط حامضي (PH= 4)	60 دقيقة
3	في 37 °م + اللاكتاز بتركيز 1 ميكرو مول/ل في وسط ذو PH يساوي10	60 ثانية
4	في 37 °م + اللاكتاز بتركيز 1 ميكرو مول/ل في وسط ذو PH يساوي4	عدة أشهر
5	في 37 °م+ اللاكتاز بتركيز 1 ميكرو مول/ل + الثيولاكتوز بتركيز 1 ملي مول/ل في وسط ذو PH يساوي10	3 دقائق

ملاحظة: الثيولاكتوز مادة ذات صيغة عامة قريبة جدا من صيغة اللاكتوز $C_{12}H_{22}O_{10}S$

الوثيقة (2)

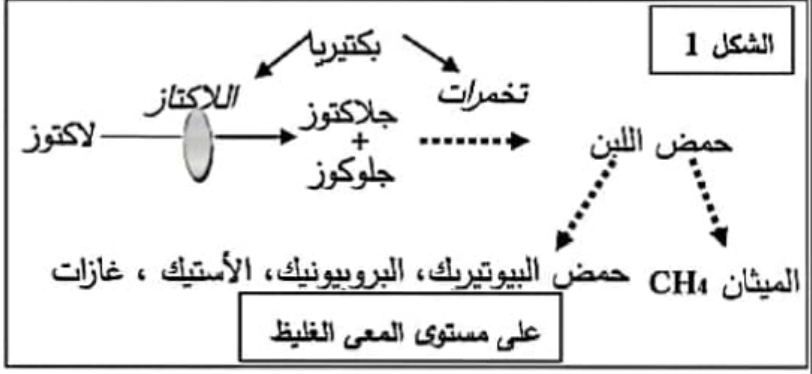
1) نمذج العلاقة بين الجزيئات المتواجدة في الوسط (3) والوسط (5) لتُفسّر النتائج المحصل عليها في كل وسط ثم ضع مفهوما دقيقا للإنزيم.

الجزء الثاني: تظهر على شخص يعاني من عدم تحمل اللاكتوز أعراض تتمثّل في انتفاخ وآلام في البطن، غازات وإسهال. لتحديد مصدر هذه الأعراض وعلاقتها بهضم اللاكتوز ودور اللاكتاز في ذلك نقدم الوثيقة (3):

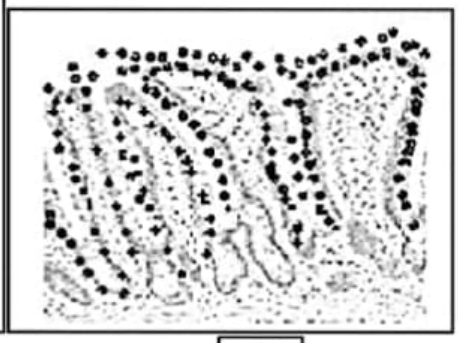
جزء من الأنبوب الهضمي	تركيز البكتيريا (عدد البكتيريا/مل)
المعي الدقيق	10^{1} إلى 10^{4}
المعي الغليظ	10^{12} إلى 10^{14}

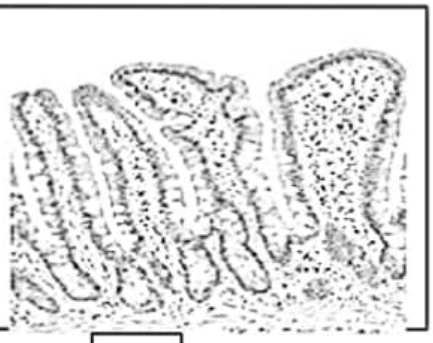
الشكل 2

الشكل 1



نتائج معالجة مقاطع رفيعة من جدار المعي الدقيق بأجسام مضادة خاصة باللاكتاز مرتبطة بجزيئات مشعة.
تمثل النقاط السوداء الإشعاع.
3 أ – عند شخص مصاب
3 ب – عند شخص سليم





الشكل 3 — 3 ب — 3 أ

الوثيقة (3)

بالاعتماد على أشكال الوثيقة (3) وباستدلال منطقي:

– اشرح سبب ظهور أعراض عدم تحمل اللاكتوز عند الشّخص المصاب وعدم ظهورها عند الشّخص السّليم رغم حدوث هضم اللاكتوز عند الشّخصين.

التّمرين 02:

بَيَّنَتْ العديدُ من الدراسات أن النشاط الأنزيمي يتطلب بنية فراغية خاصة به تسمح بأداء وظيفة محددة.
فَهَلْ كل اختلاف في بنية الأنزيمات يؤدي حتما إلى اختلاف في وظائفها؟

الجزء الأول:

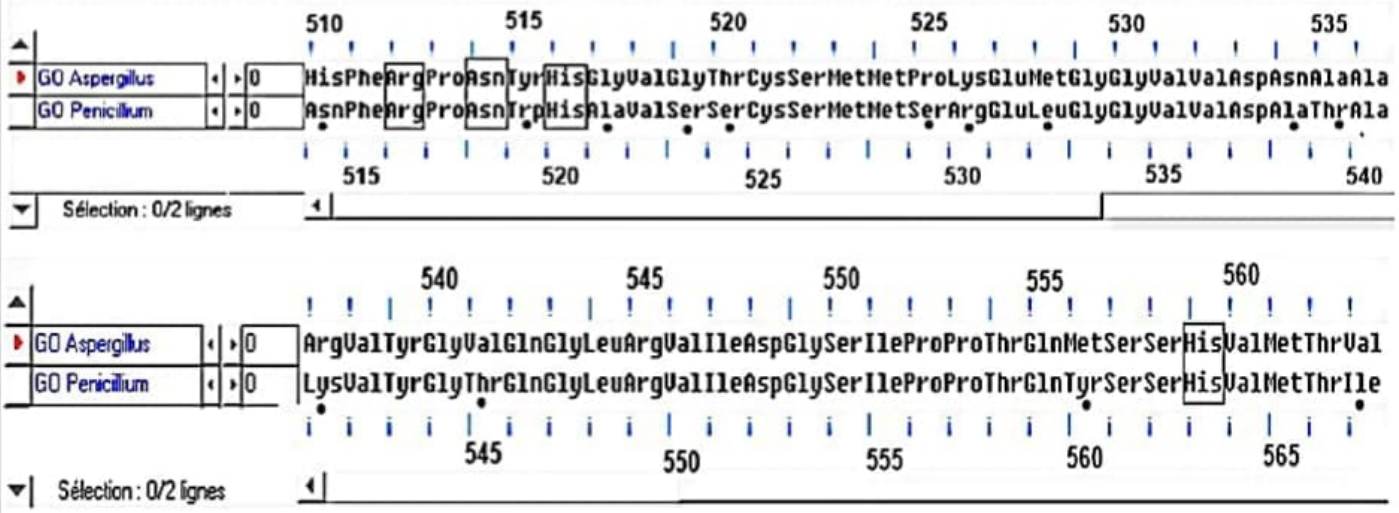
أجْرَى فريقٌ من الباحثين دراسة تجريبية حول أنزيم غلوكوز أكسيداز (GO) عند فِطْرَيْ أسبرجيلوس (Aspergillus niger) وبنيسليوم (Penicillium amagasakiense) والذي يحفز التفاعل الكيميائي التالي:

$$\text{Glucose} + O_2 + H_2O \rightarrow \text{Acide gluconique} + H_2O_2$$

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

	أنزيم غلوكوز أكسيداز GO	
	فطر الأسبيرجيلوس	فطر البينيسليوم
عدد الأحماض الأمينية	581	587
عدد البنيات الثانوية α	26	25
عدد البنيات الثانوية β	71	24
جسر ثنائي الكبريت	Cys_{164} -Cys_{206}	Cys_{168}-Cys_{210}
الأحماض الأمينية للموقع الفعال	Arg_{512},His_{516},His_{559},Asp_{424}	Arg_{516},His_{520},His_{563},Asp_{428}

الشكل (أ)



الشكل (ب)

الوثيقة (1)

1- اسْتَخْرِجْ الخطوات العملية المتبعة التي تسمح بحل المشكلة المطروحة انطلاقا من معطيات الوثيقة (1).

2- قَارِنْ بين الخصائص البنيوية لأنزيم GO عند الفطرين.

الجزء الثاني:

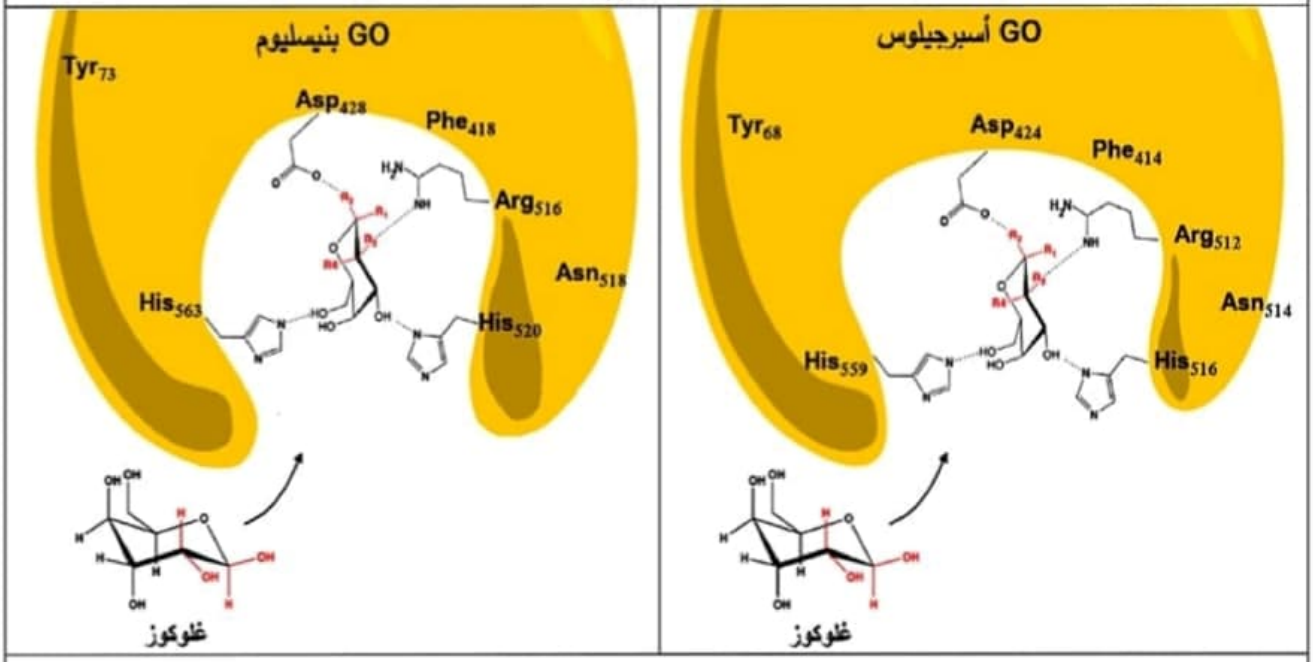
في دراسة مُكَمِّلَة، تَمَّ قياسُ النشاط الأنزيمي للغلوكوز أكسيداز بعد إحداث طفرات على مستوى الـ ADN المُشَفِّرْ له عند الفطرين السابقين وذلك مقارنة بالنشاط الأنزيمي للسلالة الطبيعية في الشروط الملائمة (25°C و pH=6).

النتائج المتحصل عليها في كل حالة ممثلة في الشكل (أ) من الوثيقة (2).

بينما يُمَثِّلُ الشكل (ب) من الوثيقة (2) بنية الموقع الفعال لأنزيم GO الطبيعي عند الفطرين.

رقم التجربة	الأحماض الأمينية لأنزيم GO			النتائج: السرعة الأعظمية للنشاط الأنزيمي Vmax
	عند Aspergillus (سلالة طبيعية)	عند Penicillium (سلالة طبيعية)	ناتج الاستبدال عند السلالات الطافرة	
1	بدون طفرة	بدون طفرة		100%
2	Tyr_{68}	Tyr_{73}	Phe	32%
3	Asp_{424}	Asp_{428}	Ala	7.2%
4	His_{516}	His_{520}	Ala	1.1%
5	Arg_{512}	Arg_{516}	Gln	3.5%
6	Asn_{514}	Asn_{518}	Thr	58.2%

الشكل (أ)



الشكل (ب)

الوثيقة (2)

1- فَسِّرْ النتائج التجريبية المحصل عليها باستغلالك لمعطيات الوثيقة (2) ومن معلوماتك.

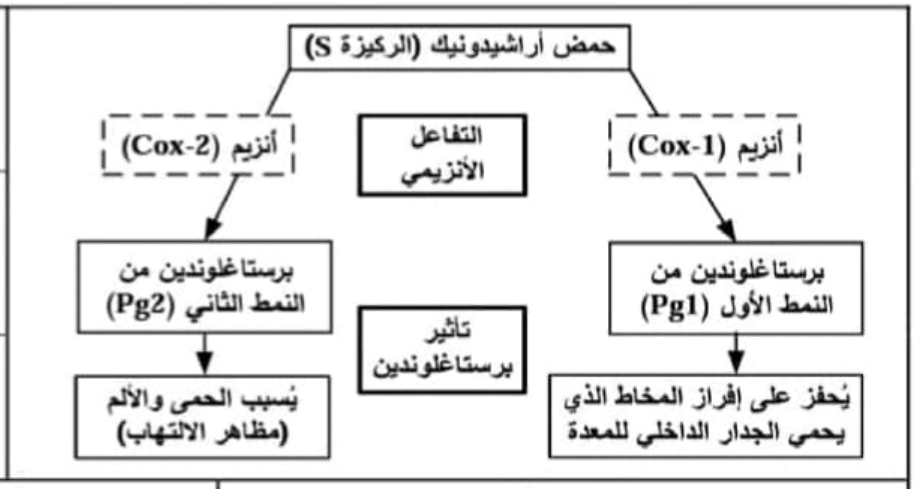
2- قَدِّمْ إجابة ملخصة للمشكلة العلمية المطروحة في بداية التمرين انطلاقا مِمَّا توصلت إليه في هذه الدراسة.

التّمرين 03:

ترتكز خاصية التأثير النّوعي المُزدوج للأنزيم على تشكّل معقد "أنزيم ـ مادة التفاعل" تنشأ أثناء حدوثه روابط انتقالية بين جزء من مادة التفاعل ومنطقة خاصة من الأنزيم تُدعى الموقع الفعّال. لفهم كيف استغّل الخبراء هذه الخاصية في انتاج دواء ناجع مع أعراض جانبية محدودة تُقترح الدراسة التالية:

الجزء الأول:

يُمثّل الشكل (أ) من الوثيقة (1) مخططا يوضح نشاط كل من أنزيم (Cox-1) وأنزيم (Cox-2)، بينما يُبيّن جدول الشكل (ب) من نفس الوثيقة تركيز دواء إيبوبروفان (Ibuprofène) اللازم لخفض نسبة نشاط الأنزيمين السابقين إلى 50% ويعبّر عن هذا التركيز بـ (CI_{50}).



نوع الأنزيم	تركيز إيبوبروفان (CI_{50})
Cox-1	9 ميكرو مول/ل
Cox-2	10 ميكرو مول/ل

الشكل (أ) | الشكل (ب)

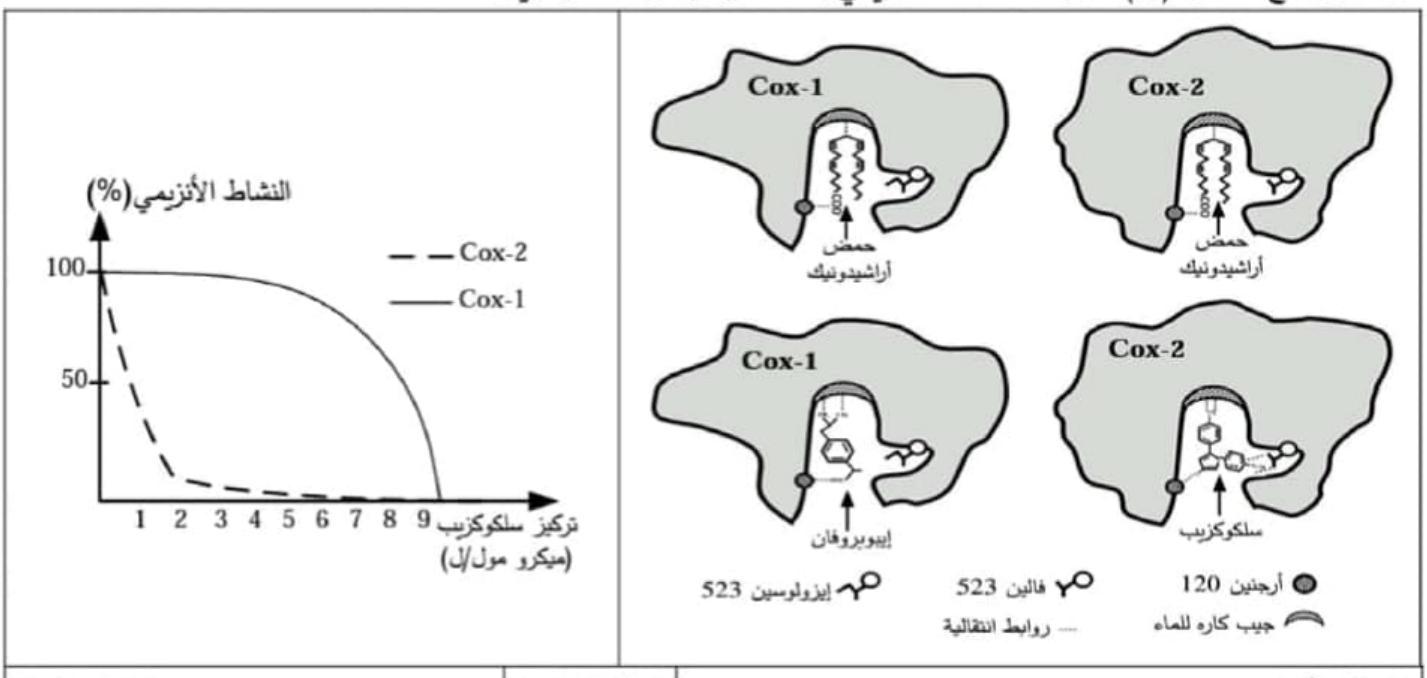
الوثيقة (1)

1. حلّل مخطط الشكل (أ) من الوثيقة (1).

2. وضّح دور دواء إيبوبروفان مبرزا أعراضه الجانبية باستغلالك لمعطيات الوثيقة (1).

الجزء الثاني: يُمثّل الشكل (أ) من الوثيقة (2) رسومات تخطيطية للموقع الفعال لأنزيم (Cox-1) ولأنزيم (Cox-2) في وجود حمض أراشيدونيك كركيزة (S) ودواءين مختلفين (إيبوبروفان وسلكوكزيب).

بينما يُوضّح الشكل (ب) تغيّرات النشاط الأنزيمي بدلالة تركيز دواء سلكوكزيب.



الشكل (أ) | **الوثيقة (2)** | الشكل (ب)

1. انطلاقا من الشكل (أ) من الوثيقة (2) علّل:

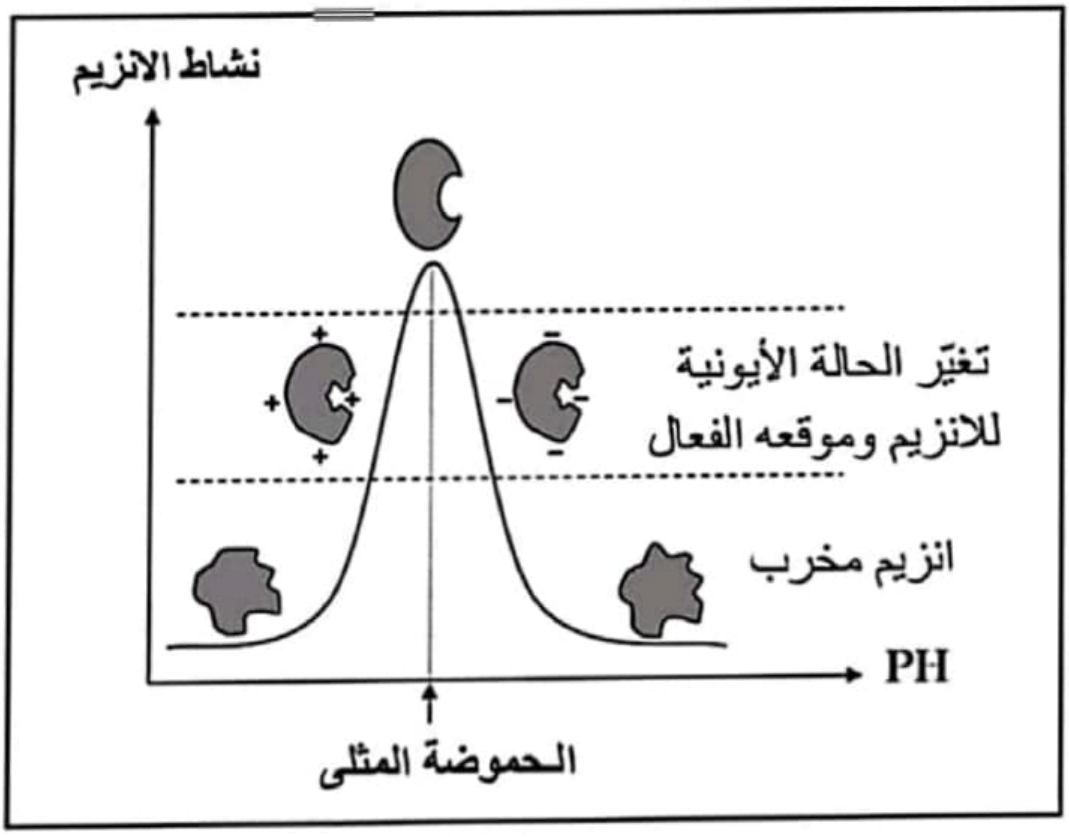
- تأثير الأنزيمين (Cox-1) و(Cox-2) على نفس الركيزة.
- تأثير إيبوبروفان على نفس الأنزيمين.

2. فسّر منحنى الشكل (ب) من الوثيقة (2).

3. اقترح حلا يُبيّن كيفية تخفيف الأعراض الجانبية للأدوية التي تستهدف النشاط الأنزيمي.

التّمرين 04:

تعتبر الانزيمات وسائط حيوية تتواجد في العضوية وتساهم في النشاطات الأيضية للخلايا . لتحديد آلية تأثر هذه الوسائط بدرجات الحموضة المختلفة نقترح الوثيقة الموالية :



1- قدّم تعريفا دقيقا للانزيم مذكرا بعواقب غيابه في العضوية مستشهدا بمثال .

2- انطلاقا من معطيات الوثيقة ومكتسباتك :

اكتب نصا علميا تشرح فيه آلية تأثر الانزيم بحموضة الوسط وعلاقة ذلك بمادة التفاعل .

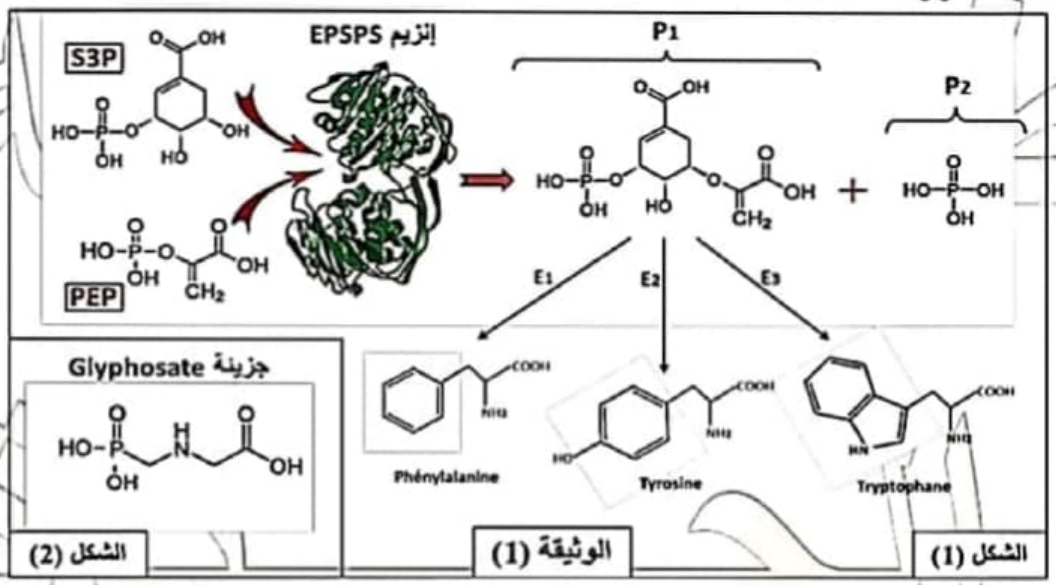
التّمرين 05:

لاحظ الفلاحون أن استعمال مبيد Herbicide يقضي نهائيا على الأعشاب الضارة و لكنه يسبب تباطؤا في نمو نباتات الصوجا باستثناء نسبة قليلة منها التي تنمو نموا جيدا. عند استشارة مختص زراعي بيّن لهم أن المادة الفعالة في مبيد Herbicide هي Glyphosate و هي مادة سامة توقف نمو الأعشاب الضارة و في نفس الوقت تعيق نمو نباتات الصوجا، و أن نباتات الصوجا التي نمت نموا جيّدا تبدي مقاومة لهذه المادة بسبب طفرة وراثية.

لغرض دراسة تأثير مادة Glyphosate على الأعشاب الضارة و الصوجا الطبيعي دون الطافر ،نقترح عليك الدراسة التالية:

الجزء الأول:

الـ EPSPS إنزيم موجود في جميع الخلايا النباتية، يوضح الشكل (1) من الوثيقة (1) آلية عمله بينما يوضح الشكل (2) الصيغة الكيميائية لمادة Glyphosate السامة.

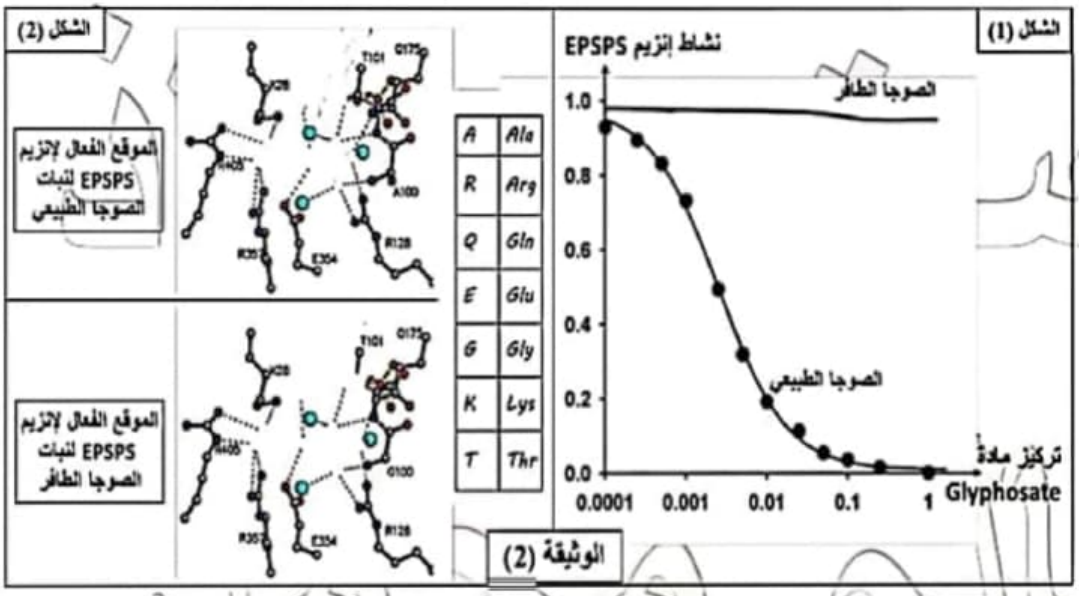


1- بيّن آلية عمل إنزيم الـ EPSPS مدعما إجابتك بنمذجة لمراحل الدورة الإنزيمية لهذا الانزيم.

2- باستغلالك الجيد لمعطيات الوثيقة (1) استخرج آلية تأثير مادة Glyphosate على نمو الأعشاب الضارة و نبات الصوجا الطبيعي ثم اقترح فرضية حول السبب الذي مكّن نبات الصوجا الطافر من مقاومة تأثير مادة Glyphosate.

الجزء الثاني:

أسفرت دراسات تم خلالها قياس النشاط الإنزيمي لإنزيم الـ EPSPS عند نبات الصوجا الطبيعي و الصوجا الطافر في وجود تراكيز متزايدة من مادة Glyphosate على النتائج الموضحة في الشكل (1) من الوثيقة (2). و من جهة أخرى تمت مقارنة بنية الموقع الفعال لإنزيم EPSPS عند كل من الصوجا الطبيعي و الصوجا الطافر فكانت النتائج كما هو موضح في الشكل (2) من الوثيقة (2) .



1- باستغلال معطيات الوثيقة (2) ناقش صحة الفرضية التي اقترحتها في الجزء الأول.

2- اقترح إجراءً تطبيقيا يمكّن الفلاحين من استعمال مبيد Herbicide الفعّال ضد الأعشاب الضارة دون التأثير على نمو نباتات الصوجا.

التّمرين 06:

لتحافظ الخلايا الحية على وظائفها وَجَبَ أن تتوفر على مواد كيميائية تستعملها في تفاعلات أيضية حيوية تَتَوَسَّطُهَا أنزيمات تَنْشُط في شروط نوعية ومحددة.

الريبونكلياز (A) البنكرياسي للأبقار، أنزيمٌ يَنْشُط طبيعيا في العصارة المعوية حيث (pH بين 7.3 و8.5)، يُفكك الروابط فوسفوثنائية الإستر بعد النكليوتيدات البيريميدينية ذات القاعدة (C) أو القاعدة(U) بين الفوسفات والكربون (5′C) من النكليوتيدة الموالية في جزيئة الـ (ARN).

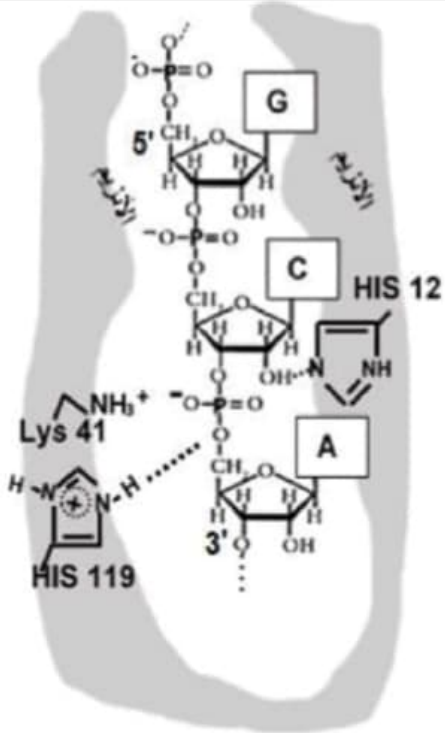
لِتَمْكِينك من تفسير الشروط المتعلقة ببنية ووظيفة هذا الأنزيم، تُقترح عليك الدراسة الموالية:

الجزء الأول:

تمثل الوثيقة (1) بعض الخصائص المُمَيِّزَة لجزيئة الريبونكلياز (A) وكيفية ارتباطها مع الركيزة (ARN).

عدد السلاسل الببتيدية	01
عدد الاحماض الأمينية	124
الشكل	كروي
عدد البنيات الثانوية	قليل
عدد الجسور ثنائية الكبريت	04
أرقام الأحماض الأمينية المتواجدة في الموقع الفعال	هيستيدين 12 ليزين 41 هيستيدين 119
الركيزة	ARN
موقع تفكيك الركيزة	بعد(C) أو (U) بين الفوسفات والكربون 5′

الشكل (أ) ـ بعض الخصائص المميزة للريبونكلياز (A)



الشكل (ب) ـ ارتباط الـ ARN بالموقع الفعال للريبونكلياز (A) في الشروط الفيزيولوجية

الوثيقة (1)

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 بَيَّنَت نتائج تجريبية ما يلي:

ـ حدوث تكامل بنيوي بين الريبونكلياز (A) والحمض الريبي النووي (ARN) وعدم حدوث تكامل بنيوي مع الحمض الريبي النووي منقوص الأكسيجين (ADN).

ـ حدوث الارتباط وانخفاض سرعة التفاعل عند إحداث طفرة باستبدال His119 بالأَسْبَرَاجِينْ (Asn).

للعلم أن السلسلة الجانبية للأَسْبَرَاجِينْ تتمثل في ($-CH_2-CONH_2$).

1ـ **بَيّنْ** أن معطيات الشكل (أ) من الوثيقة (1) تسمح بتحديد المستوى البنيوي لجزيئة الريبونكلياز (A).

2ـ **استَدِلْ** من المعطيات السابقة:

ـ **لتُثبت** أن ارتباط الأنزيم بالركيزة يتم بفضل تكامل بنيوي يُتَرْجَمُ على المستوى الجزيئي.

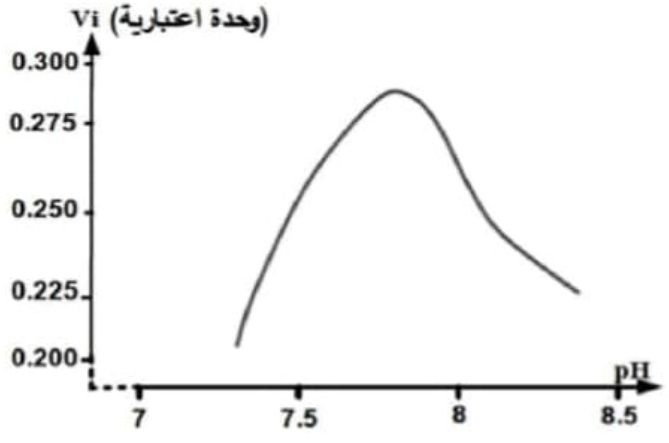
ـ **ولتُفَسِّر** النتائج التجريبية المذكورة أعلاه.

الجزء الثاني:

لإظهار كيفية تأثير بعض العوامل الخارجية على نشاط الريبونكلياز (A) أُنجِزَتْ التجربتان التاليتان:

تجربة (1): تتلخص في قياس تأثير تغير الـ pH على السرعة الابتدائية للتفاعل (Vi) بوساطة الريبونكلياز (A) في درجة حرارة (37°C) وباقي العوامل ثابتة، النتائج ممثلة في الوثيقة (2).

ـ من جهة أخرى، بَيَّنَتْ النتائج أن الأنزيم يفقد نشاطه عند وضعه في عصارة معدية(pH=2).



الوثيقة (2)

تجربة (2): تَمَّ قياس النشاط الأنزيمي للريبونكلياز (A) بدلالة تركيز أنزيم الريبونكلياز (A) المُرْجَع في فترتين:

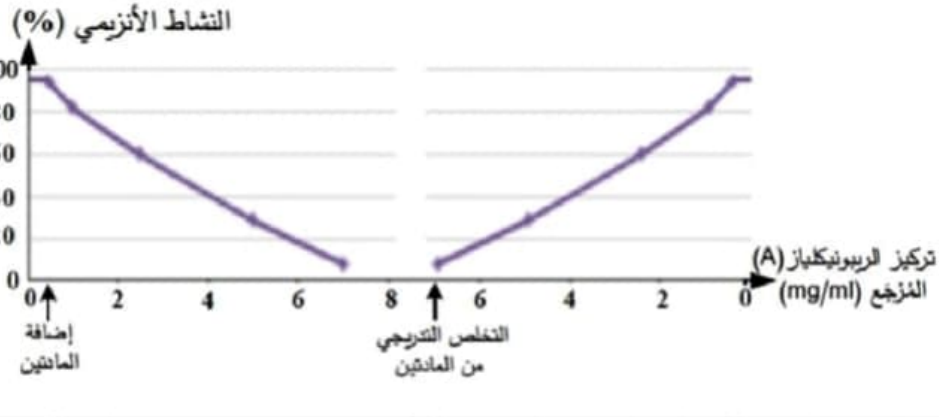
ـ **الفترة الأولى:** إثر إضافة جزيئات β ميركابتوإيثانول (تخرب الجسور ثنائية الكبريت) واليوريا (تخرب الروابط الهيدروجينية).

ـ **الفترة الثانية:** إثر التخلص التدريجي من جزيئات β ميركابتوإيثانول واليوريا.

النتائج المتحصل عليها ممثلة في الوثيقة (3).

ملاحظة: الصيغة الكيميائية لـ β ميركابتوإيثانول: $(HOCH_2CH_2SH)$

والصيغة الكيميائية لليوريا: $CO(NH_2)_2$



الوثيقة (3)

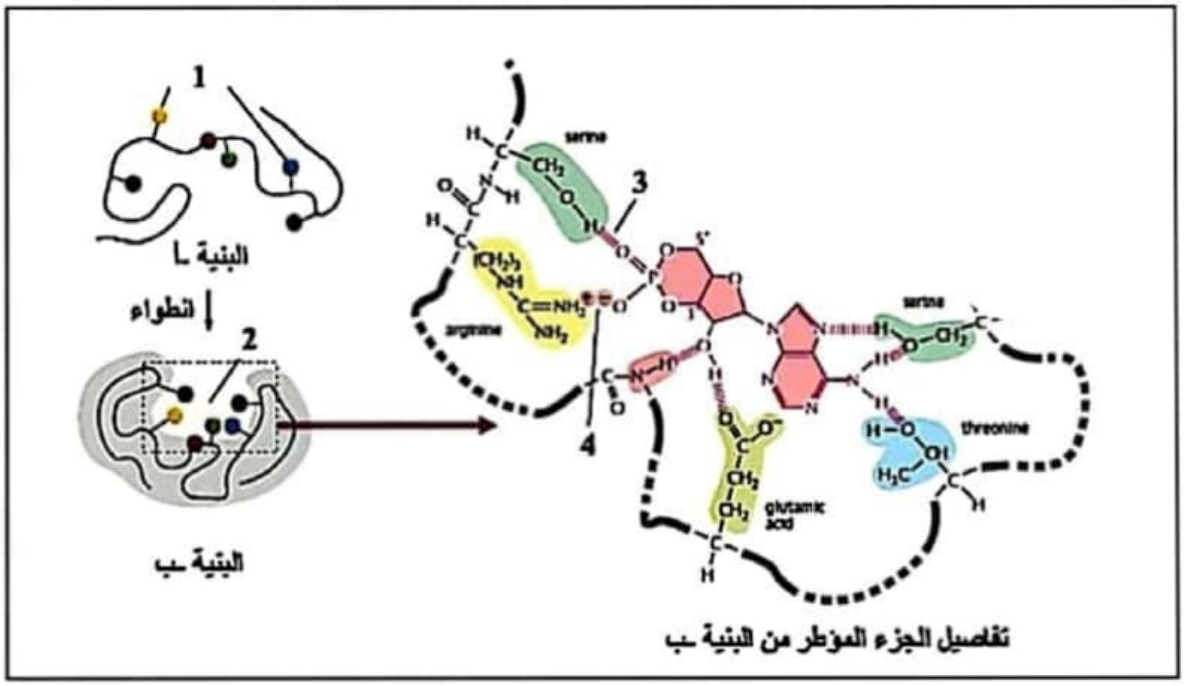
1ـ **حَلِّل** النتائج الممثلة في الوثيقة (2) ثم **بَيّن** اعتمادا على بنية الموقع الفعال سبب النشاط الطبيعي للأنزيم في عصارة معوية (pH بين 7.3 و8.5)، وعدم نشاطه في عصارة معدية (pH=2).

2ـ **فسّر** النتائج الممثلة في الوثيقة (3).

3ـ **إستَخلص** شروط عمل الموقع الفعال للأنزيم التي تم إبرازها في هذه الدراسة.

التّمرين 07:

تعتمد حياتنا بشكل كامل على الوظائف الحيوية المنسقة التي تؤديها البروتينات الوظيفية ، وتعتمد وظيفية البروتين و بنيته على خصائص وحداته البنائية ، تقدم الوثيقة أسفله تفاصيل بسيطة حول هذه العلاقات .



تفاصيل الجزء المؤطر من البنية ـب

1- **تعرف** على البيانات المرقمة من 1 إلى 4 ثم **اذكر** مميزات كل بنية.
2- بتوظيف معطيات الوثيقة ومعلوماتك المكتسبة **بين في نص علمي** أن التخصص الوظيفي لهذا الانزيم يبدأ من البنية (أ) .

التّمرين 08:

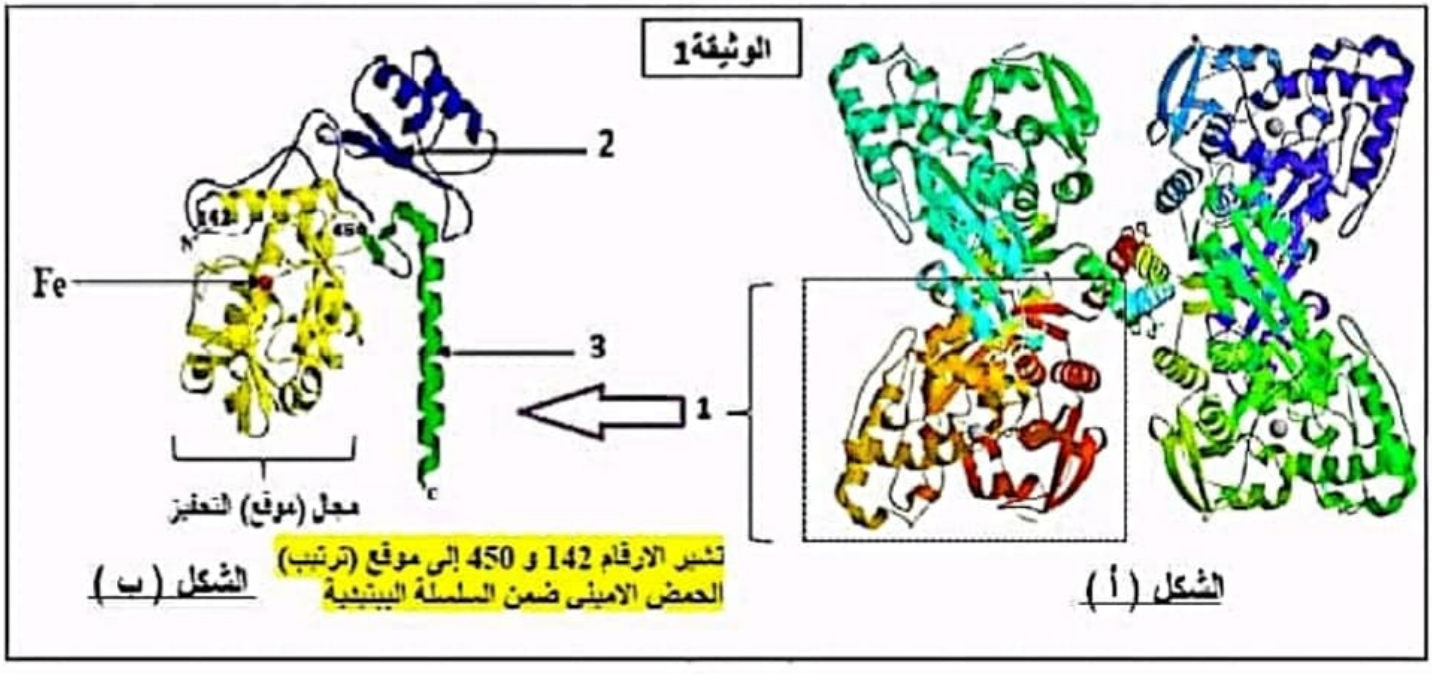
في إطار دراسة العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين الإنزيمي نقوم بالدراسة التالية:

مرض البوال التّخلفي (la phénylcétonurie) مرض وراثي نادر وخطير ينتج عن إضطراب في الاستقلاب الغذائي للحمض الأميني الفنيل ألانين.

- تراكم الفنيل ألانين في الدم سام للجهاز العصبي المركزي ويعيق نمو دماغ الطفل مما يسبب التّخلف العقلي.

- الإنزيم PAH (Phenylalanine hydroxylase) هو الإنزيم الذي يحفز تفاعل تحويل الحمض الأميني الفنيل ألانين (Phe)إلى الحمض الأميني التيروزين(Tyr).

الجزء الأول تبين **الوثيقة1** البنية الفراغية للإنزيم **PAH** (Phenylalanine hydroxylase)



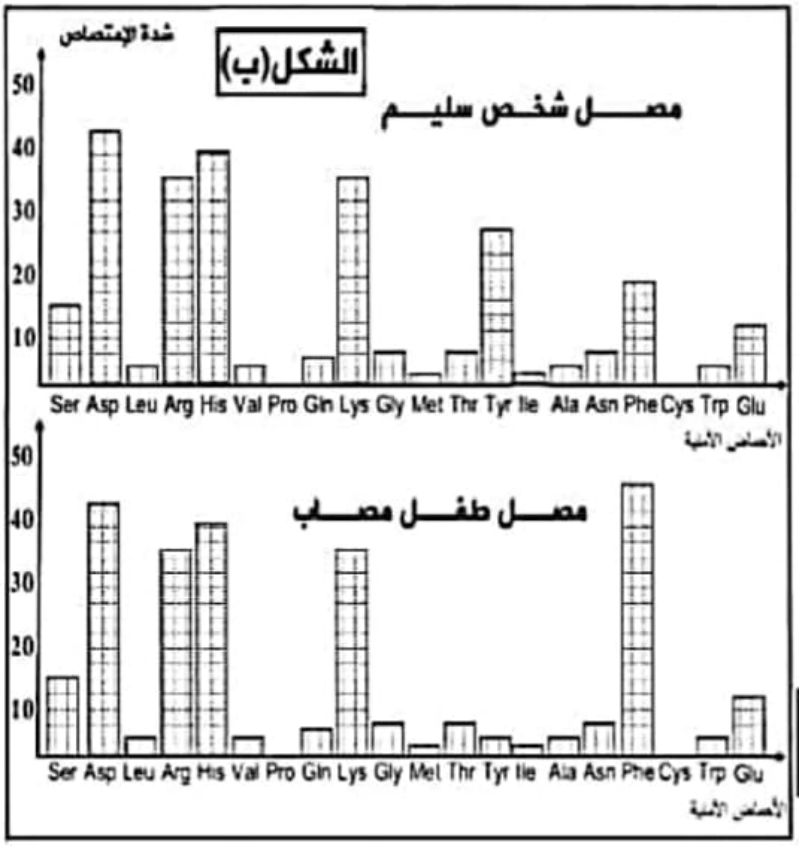
1-تعرف على البيانات المرقمة من 1 إلى 3 محدد مستوى البنية الفراغية لإنزيم (الشكل -أ-) مع التعليل.
2-تؤدي الطفرة (mut 194) التي تصيب المورثة المعبرة للإنزيم PAH (Phenylalanine hydroxylase) إلى تغيير الحمض الأميني 194 من الإنزيم.
-مستعينا بمعطيات الوثيقة 01 :إقترح فرضية حول مجال (موقع) الإنزيم المعني بالطفرة (mut 194)للإنزيم PAH.

الجزء الثاني

تستخدم عدة تقنيات للتحقق من فاعلية علاج مرض البوال التخلفي ،بما في ذلك تقنية الفصل اللوني تسمح هذه التقنية بفصل وتحديد الأحماض الأمينية للبلازما(المصل).

* يمثل الشكل (أ)الوثيقة 2 جزء من السلسلة الناسخة للمورثة المشرفة على بناء الإنزيم PAH والأحماض الأمينية الموافقة لها عند شخص سليم وآخر (طفل) مصاب بالمرض.

* يمثل الشكل (ب)الوثيقة 2 نتائج الفصل اللوني إنطلاقا من خليط لأحماض أمينية لمصل شخص سليم ومصل طفل مصاب بالمرض، يتم قياس كمية الأحماض الأمينية عن طريق قياس شدة الإمتصاص. (تزداد شدة الإمتصاص بزيادة كمية الأحماض الأمينية).



ترتيب الأحماض الأمينية		190	191	192	193	194	195	196	197	198	199
الشخص السليم	السلسلة الناسخة	CGT	AAC	TTA	AAA	CTC	CAA	GGA	CGC	CCC	AAT
	الأحماض الأمينية	Ala	Leu	Asn	Phe	Glu	Val	Pro	Ala	Gly	Leu
الشخص المريض	السلسلة الناسخة	CGT	AAC	TTA	AAA	CCT	CAA	GGA	CGC	CCC	AAT
	الأحماض الأمينية	Ala	Leu	Asn	Phe	Gly	Val	Pro	Ala	Gly	Leu

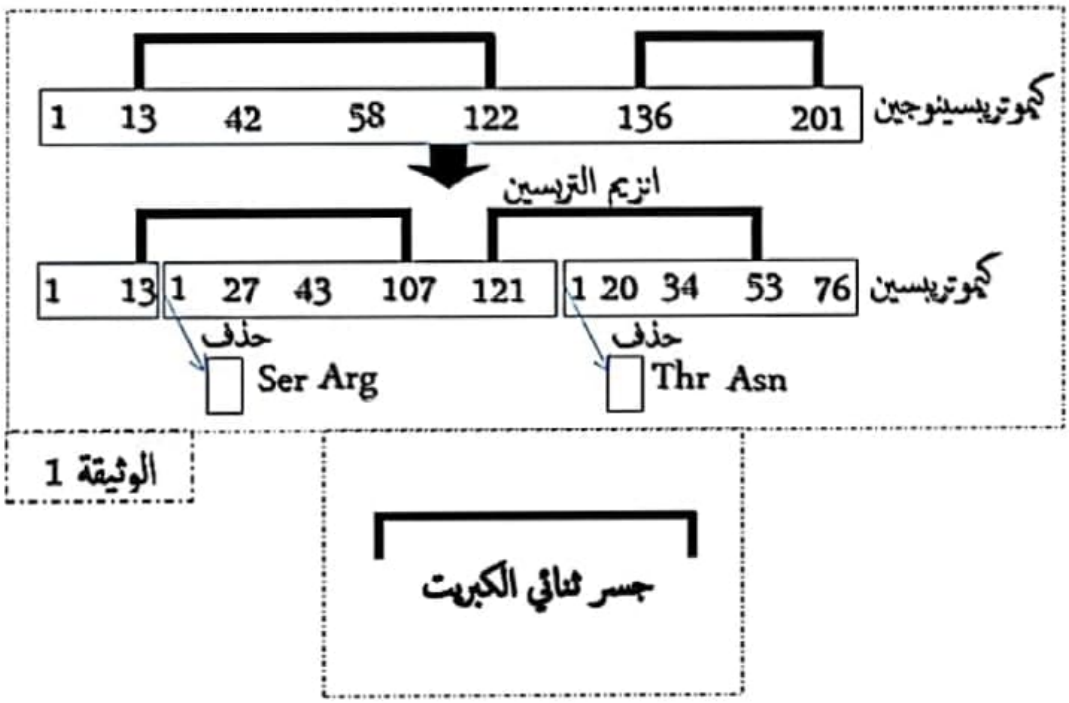
الشكل (أ)

الوثيقة 2

1 - استدل من خلال معطيات الوثيقة 2على صحة الفرضية.(السؤال2 من الجزء الأول).
2 - ما هي الحلول المقترحة للحد من حدة مرض البوال التخلفي (la phénylcétonurie) عند الأطفال.

التّمرين 09:

تفرز البنكرياس الكيموتريبسينوجان، وهو إنزيم غير نشط يتحول في العفج إلى إنزيم نشط يدعى الكيموتريبسين تحت تأثير إنزيم آخر هو التربسين، تلخص الوثيقة 1 تمثيلا لبنية كل من الإنزيمين.

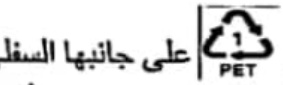


1- قدم وصفا لبنية الكيموتربسين مبرزا تأثير أنزيم التربسين على الكيموتربسينوجين.

2- اشرح في نص علمي العلاقة بين البنية الفراغية للبروتين و وظيفته مستغلا الوثيقة 1 و معلوماتك.

يجب أن يكون النص العلمي مهيكل على شكل مقال علمي (مقدمة + عرض + خاتمة)

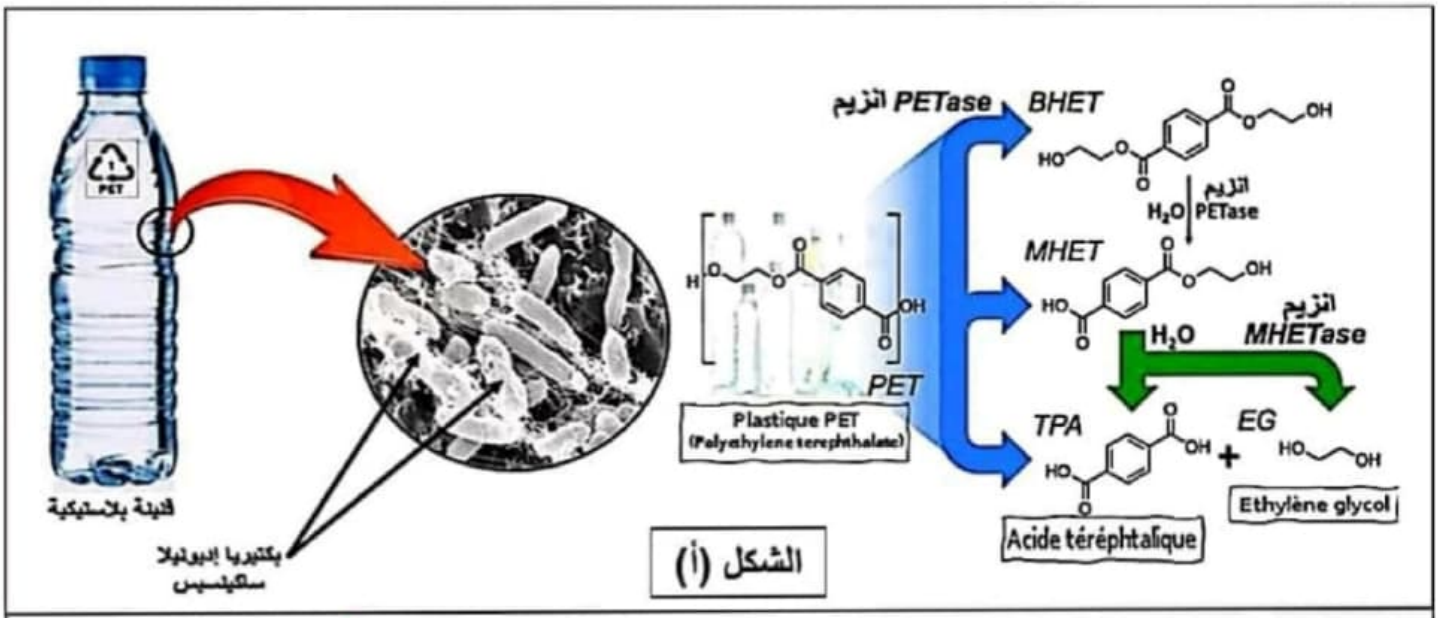
التّمرين 10:

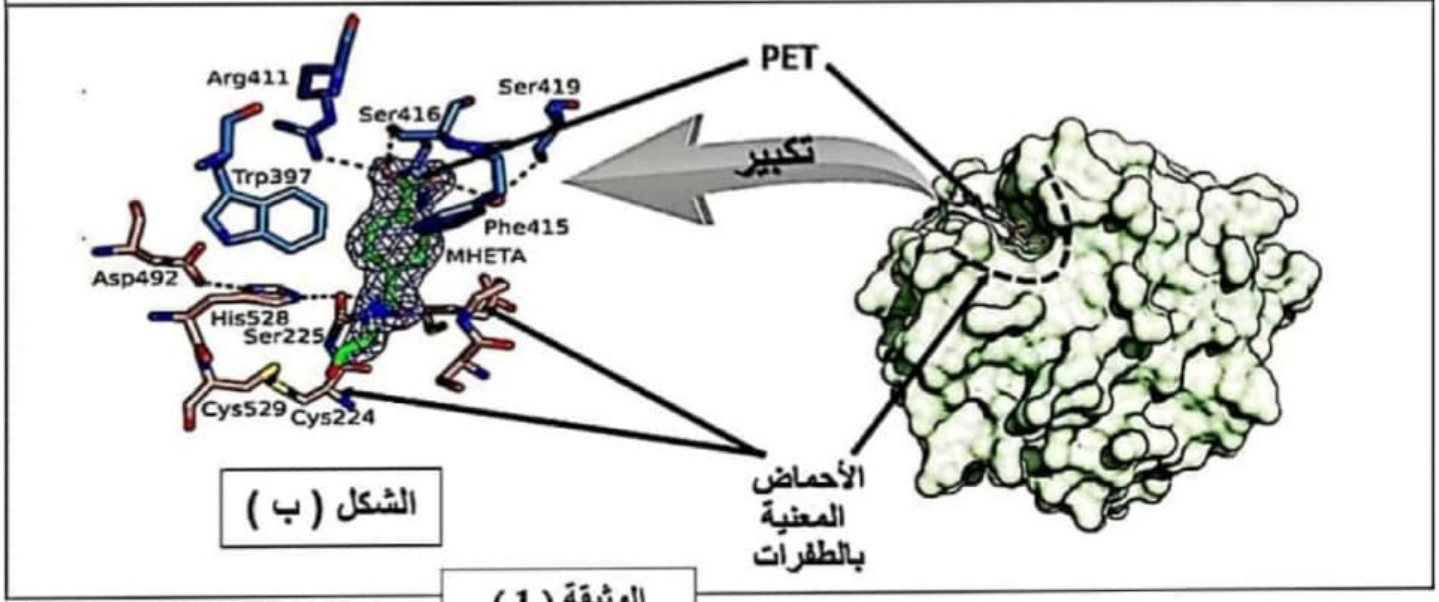
بعد إنهائك شرب الماء من قنينة بلاستيكية لابد أنك رأيت هذا الرمز  على جانبها السفلي. نعم إنه يرمز لنوع البلاستيك الذي صنعت منه وستلاحظ الرمز PET أيضا وهو الاختصار لمركب **البولي أثيلين تريفثاليت** الذي صنعت منه القارورة، وهو أحد أكثر أنواع البلاستيك شيوعاً في عالم الصناعة لتمتعه بقوة وخفة وزن وشفافية رشحته للاستعمال بشكل واسع لحفظ الأطعمة والمشروبات بشكل أساسي. كما أنه يدخل في صناعة الملابس "البوليستر"، حيث يتم إنتاج أكثر من 300 مليون طن بلاستيك سنويا منها 70 مليون طن من نوع PET التي تتحلل تلقائيا ببطء عبر مئات السنين، ولا تتيح التقنية الحالية تدوير سوى 30 % فقط منه بالحرارة العالية منتجا بلاستيك أقل جودة غير قابل للتدوير يستعمل في صناعة السجاد والملابس ما يدفع إلى الاستمرار في تصنيع البلاستيك من نوع PET.

الجزء الأول:

تمكّن علماء يابانيون من عزل بكتيريا إديونيلا ساكينسيس Ideonella Sakaiensis يمكنها العيش على مادة PET بتحليلها إلى مواد أبسط تتغذى عليها واكتشف بريطانيون صدفة الإنزيم PETase المحفز لتفاعل تحلل البلاستيك إلى مكوناته الأساسية في أيام لكن هذا المعدل أبطأ من المطلوب بكثير ويظهر هذا في الشكل (أ) من الوثيقة (01).

تم تطوير الإنزيم عبر إحداث طفرات مستحدثة على أحماض أمينية قريبة من موقعه الفعال كما تبينه معطيات الشكل (ب) من الوثيقة (01) فتظهر بنية معقد الإنزيم-ركيزة وتكبيرا لموقعه الفعال وموقع الطفرات التي رفعت سرعة نشاطه 3 أضعاف لكن هذا التعديل مازال دون المطلوب لأن الإنزيم لا يخترق طبقات البلاستيك بل يعمل على السطح ما يبقيه بطيئا.





الوثيقة (1)

1- **حدد** بدقة المشكلة التي تطرحها المعطيات في مقدمة التمرين؟

2- **بين كيف** أن الاكتشاف الياباني لا يمثل حلا حقيقيا للمشكلة المطروحة. ثم **اقترح** في شكل فرضية حلا أكثر دقة انطلاقا من نتائج الطفرات المستحدثة المقترحة في هذا الجزء.

الجزء الثاني:

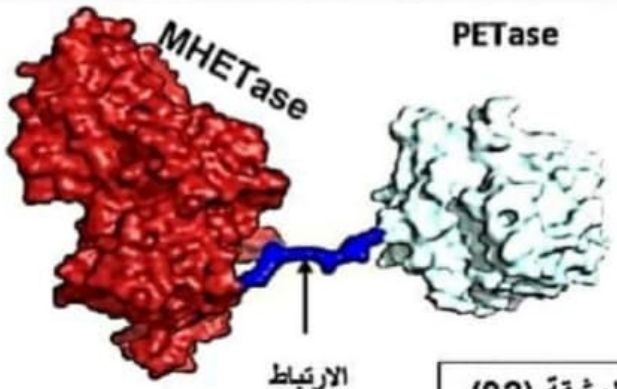
منذ 2016 تم تطوير الإنزيم مجددا بربطه بإنزيم آخر يسمى MHETase الذي يمكنه تقطيع البلاستيك وإحداث حفر عميقة في طبقاته حيث تظهر بنية الإنزيم الناتج فأصبح هذا الإنزيم يفكك 90% من البلاستيك في 10 ساعات بدل أيام ويمكنه الصمود في حرارة 72°م وهي حرارة بداية ذوبان البلاستيك وأعلن عن هذا النجاح في 08 أفريل 2020.

1 ـ باستغلال معطيات هذا الجزء **ناقش** مدى صحة فرضيتك.

2 ـ لقد أحدثت بعد ذلك طفرات جديدة على الإنزيم الناتج بإضافة أحماض أمينية مثبطة لتأثير الحرارة العالية قريبا من موقعه الفعال وأخرى لزيادة سرعته التي وصلت إلى 10 آلاف مرة الإنزيم السابق الذي يعد بإنتاج البلاستيك من إعادة التدوير وليس من المشتقات النفطية (التي تعتبر المصدر الأساسي للمواد الأولية لهذا النوع من البلاستيك) وقد يبدأ تطبيق هذه النتائج صناعيا بحلول 2024 أو 2025.

ـ **بين** باستدلال علمي أن الأمل معقود على هذا الإنزيم المطور مؤسس.

3- **قدم** إلى زملائك النصيحة التي تراها مناسبة بعد كل ما والأفاق العلمية لحلها.



الوثيقة (02)

التّمرين 11:

التمرين (نموذج لتمرين ثالث في البكالوريا) :

تعمل الانزيمات على سير التفاعلات في الانظمة الحية وتمتاز بالفعالية و السرعة بالاضافة الى التخصص الكبير في العمل مما يجعلها مركبات ذات اهمية كبيرة.



الجزء الاول:

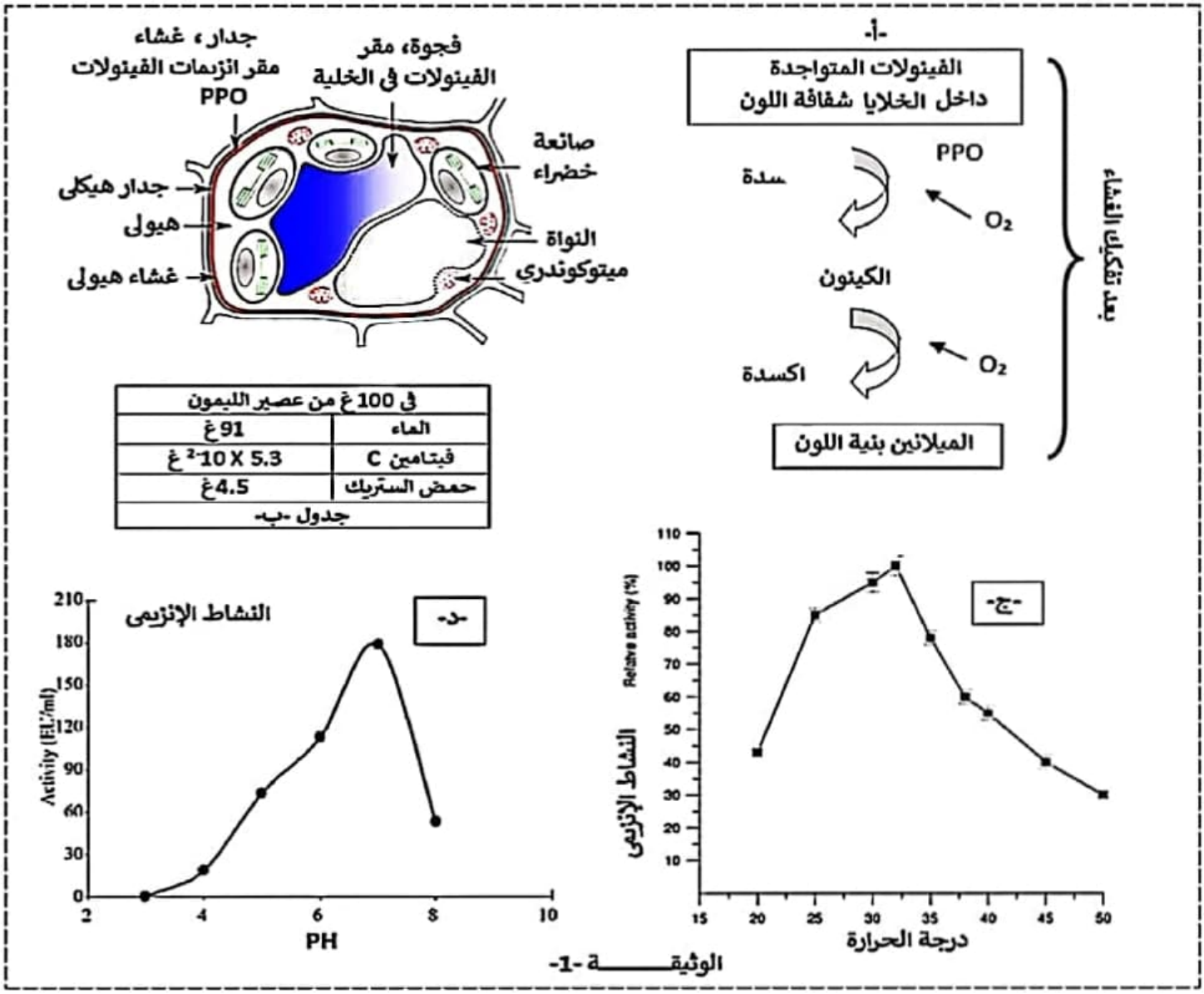
عند قطع تفاحة و تركها معرضة للهواء يتحول لون سطحها الى اللون البني و يتغير قوامها، يحدث هذا في ظاهرة تعرف بـ الإسمرار الأنزيمي Brunissement enzymatique

لفهم هذه الظاهرة نقترح عليك الدراسة التالية:

-تتميز الخضر و الفواكه باحتواءها على مركبات تعرف بالفينولات تتواجد داخل فجوات الخلايا بينما يتواجد انزيم بوليفينول اكسيداز PPO المسؤول عن اكسدتها خارجها، يفصل بينهما جدار و غشاء رقيق فعند قطع التفاح مثلا يتم كسر او تفكيك الغشاء و يبدأ الإنزيم في التفاعل مع الفينولات كما هو موضح في الوثيقة -1-أ- التي تبين مراحل الاسمرار الانزيمي.

-ينصح اخصائي الطهي إثر قطع التفاح بإضافة عصير الليمون للجزء المعرض للهواء للحد من ظاهرة الإسمرارالإنزيمي تظهر الوثيقة -1- ب- جدول يبين بعض المكونات الكيميائية لليمون.

كما يظهر كل من الشكلين –ج-د- النشاط الإنزيمي لأنزيم PPO لنبات البرقوق بدلالة تغيرات في درجةpH الوسط و كذا درجة الحرارة.



-1- بعد تحليلك للوثيقة -1- اقترح فرضية تفسر فيها سبب استعمال عصير الليمون للحد من ظاهرة الاسمرار الانزيمي.

الجزء الثاني:

لفهم الية تأثيرعصير الليمون على ظاهرة الاسمرار الانزيمي و اختبار مدى صحة الفرضية السابقة ننجز التجارب التالية:

التجربة -1- : ناخد 3 علب بتيري نضع :

في العلبة الأولى (شاهدة) : قطعة من التفاح تترك للهواء .

في العلبة الثانية : قطعة من التفاح + عصير الليمون تترك للهواء .

في العلبة الثالثة : قطعة تفاح + سائل درجة حموضته pH = 4 تترك للهواء .

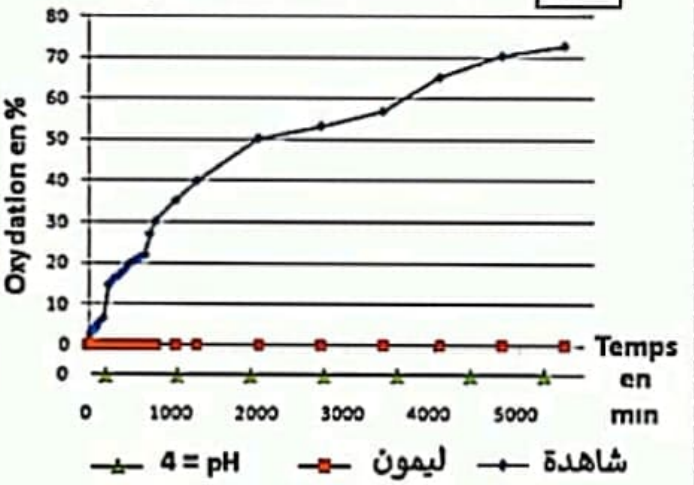
تم قياس النسبة المئوية لسطح التفاح المؤكسد النتائج مدونة في الوثيقة -2- أ-

التجربة -2- : تم قياس نشاط انزيم الـ PPO في وجود الفيتامين C الذي يعرف أيضا بحمض الأسكوربيك المتواجد في الليمون ، النتائج موضحة في الوثيقة -2-ب -

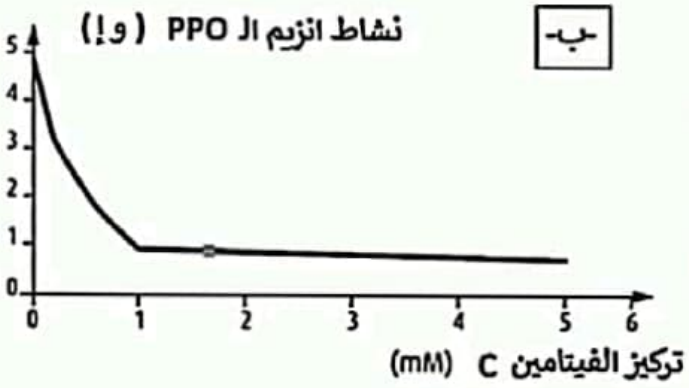
بينما تمثل الوثيقة -2-ج- نمذجة لتفاعل انزيم PPO في غياب الفيتامين C = حمض الاسكوربيك و في وجوده علما ان الفلوريدزين نوع من أنواع الفينولات و هي خاصة بالتفاح .

الوثيقـــــة -2-

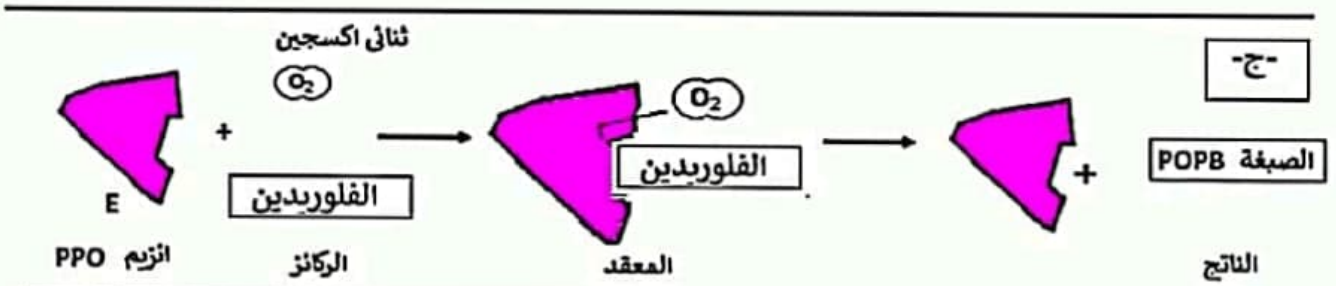
-أ- نسبة اكسدة (اسمرار) السطح

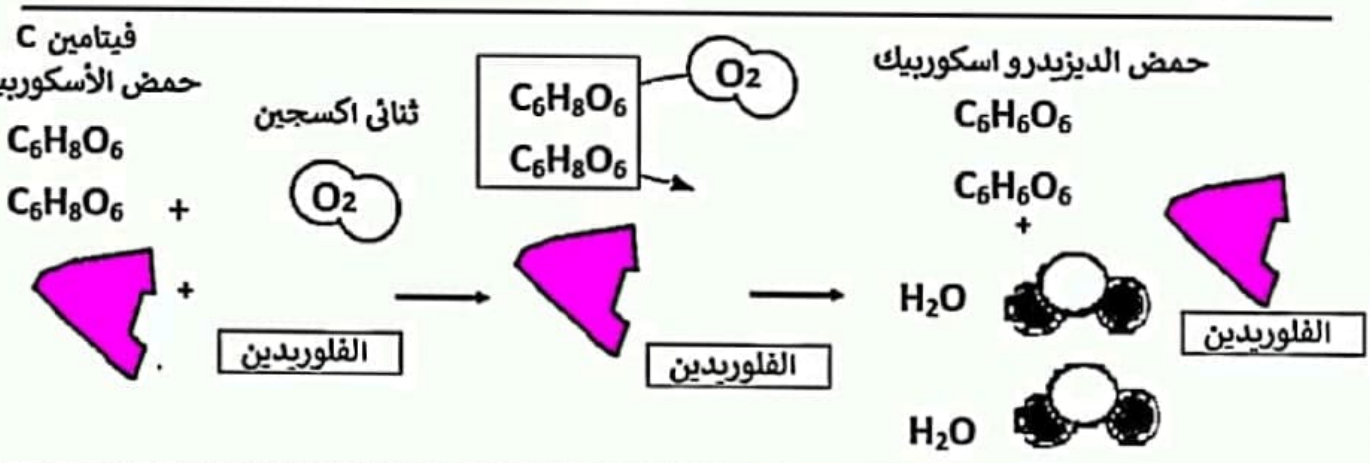


-ب- نشاط انزيم الـ PPO (و إ)



-ج-





-1- باستغلالك للوثيقة -2- برر نصيحة اخصائي الطهي مبينا تأثير الليمون على ظاهرة الإسمرار الإنزيمي مع مراقبة الفرضية.

الجزء الثالث:

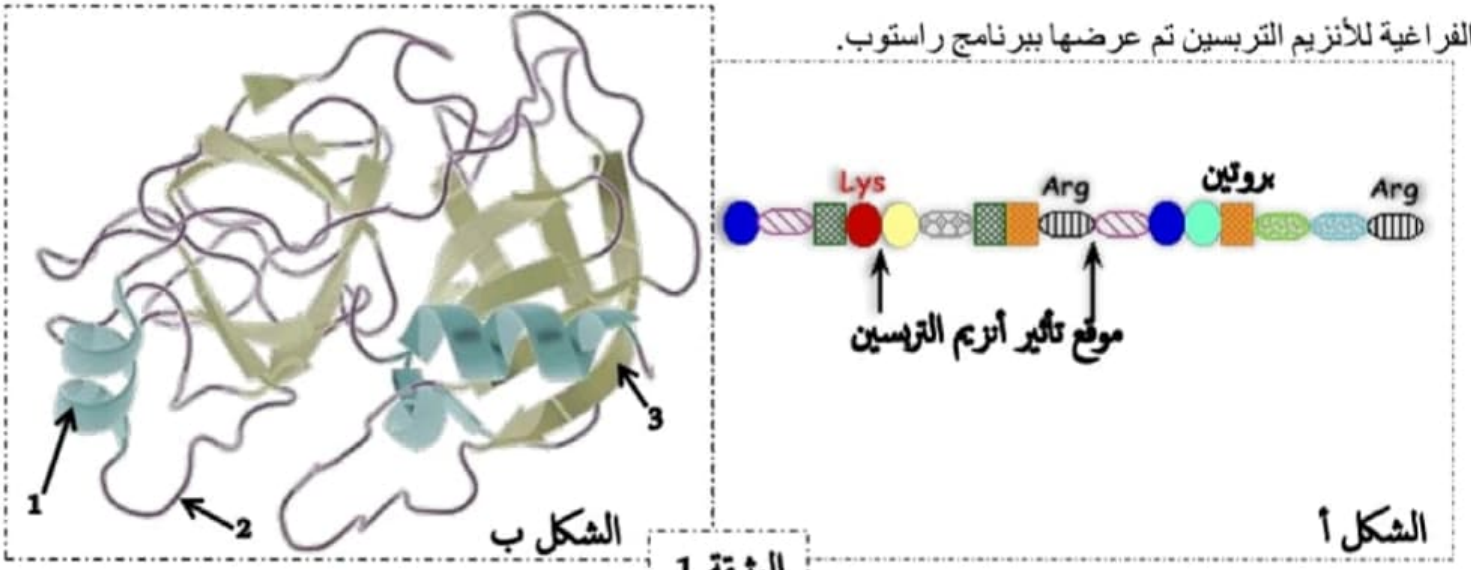
انطلاقا من كل هذه الدراسة اقترح حلا اخر للحد من ظاهرة الإسمرار الإنزيمي اثر قطع التفاح في حالة عدم توفر عصير الليمون

التّمرين 12:

يتم تحلل البروتينات أو الببتيدات إلى قطع ببيتيدية صغيرة بواسطة أنزيمات البروتياز مثل أنزيم التربسين, نريد الاجابة على المشكل العلمي التالي : **هل الاحماض الامينية الموجودة داخل الموقع الفعال للأنزيم البروتياز هي مصدر وظيفته النوعية ؟**.

الجزء الاول

أنزيم التربسين يتم افرازه من طرف الخلايا البنكرياسية على شكل تربسينوجين **(أنزيم خامل)** يعمل هذا الانزيم على تحليل الرابطة البيبتيدية من الجهة الكربوكسيلية للحمضين الاميني ليزين و أرجنين, الوثيقة **(1-أ)** توضح ذلك بينما الوثيقة **(1-ب)** فتبين البنية الفراغية للأنزيم التربسين تم عرضها ببرنامج راستوب.



الوثيقة 1

1- تعرف على البيانات المرقمة من **1** الى **3** للوثيقة **(1-ب)** ثم **بين** سبب وجود أحماض أمينية متقاربة لها أرقام متباعدة في أنزيم التربسين الوظيفي.

2- استخرج من الوثيقة **(1-أ)** الخاصية الوظيفية التي يتميز بها أنزيم التربسين ثم **قدم** مفهوما دقيقا للأنزيم.

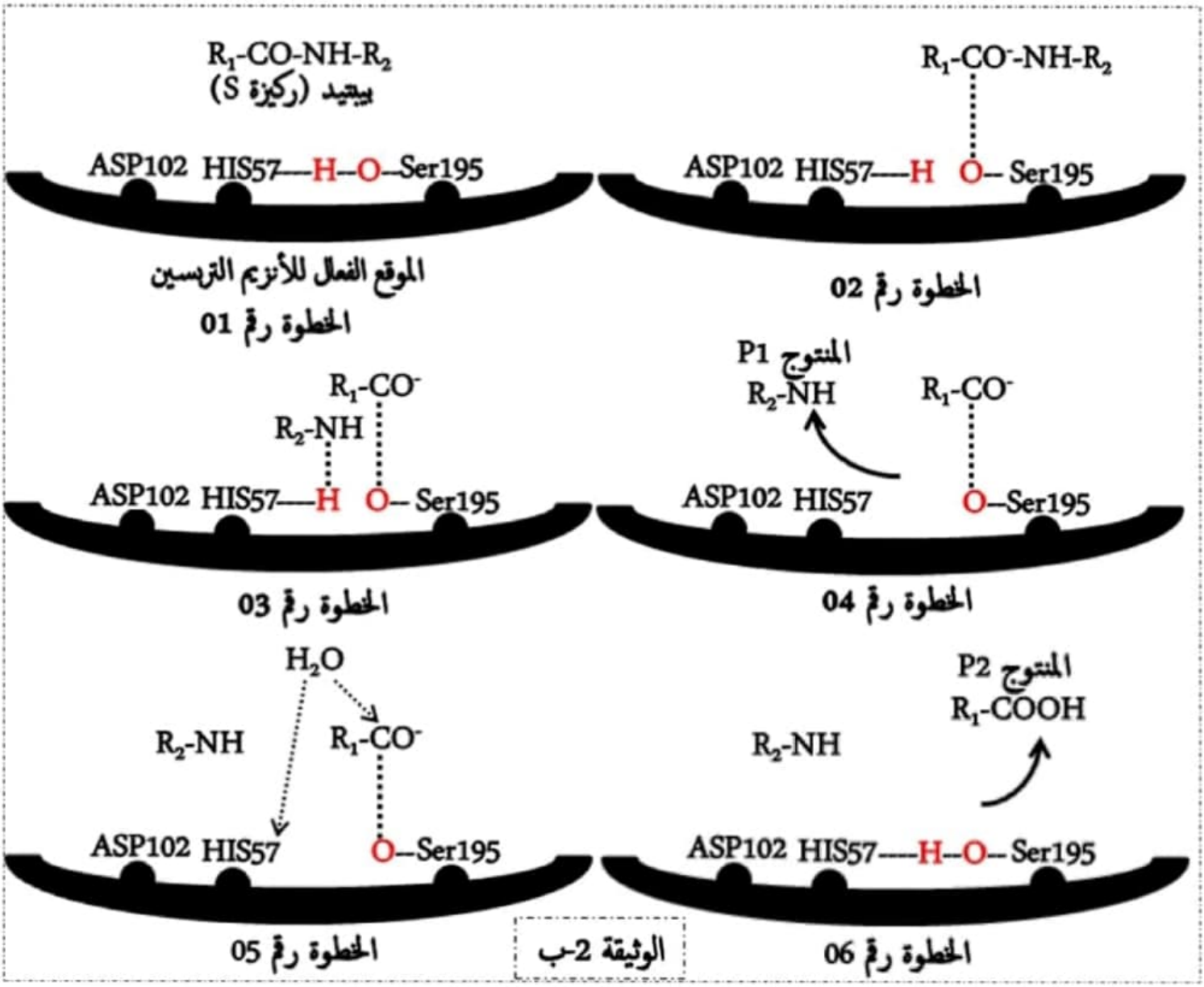
الجزء الثاني

للإجابة على المشكلة المطروحة في التمرين تم دراسة النشاط الأنزيمي للأنزيم التربسين, نقترح عليك المعطيات العلمية التالية :

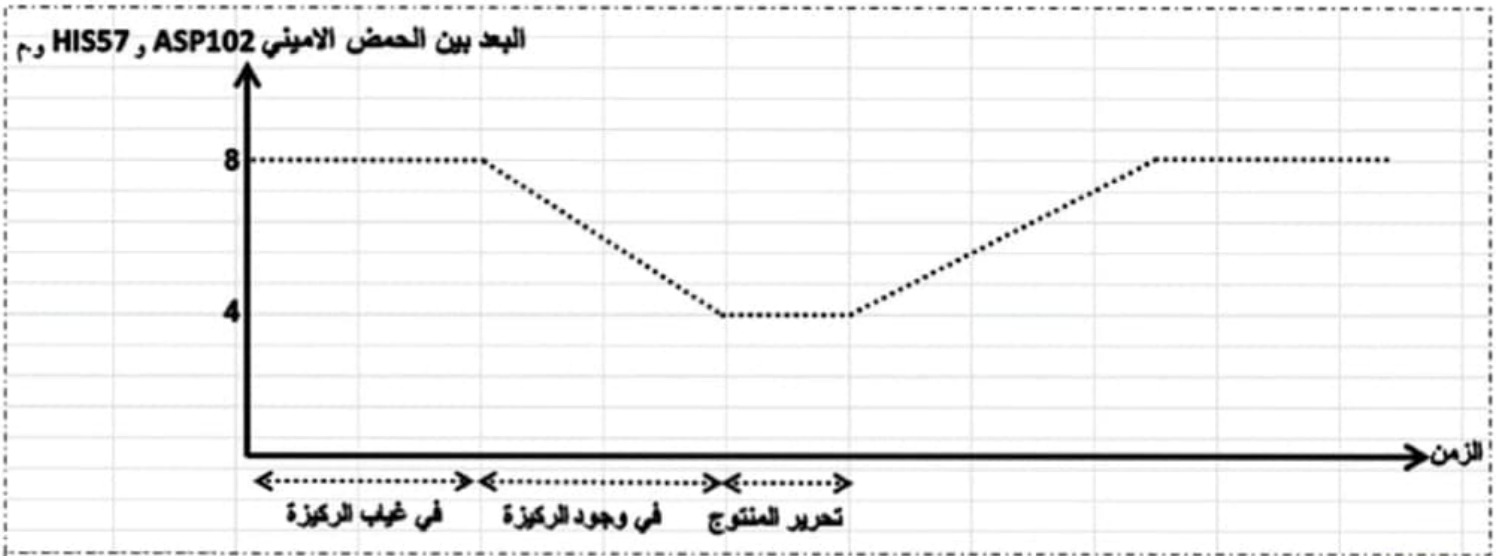
توضح الوثيقة **(2-أ)** نتائج اماهة البيبتيد في حالة أنزيم طبيعي و في حالة انزيم طافر بينما الوثيقة **(2-ب)** توضح مراحل التفاعل الأنزيمي للأنزيم التربسين الطبيعي, أما الوثيقة **3** فتبين نتائج محصل عليها للنشاط أنزيم التربسين في غياب و في وجود الركيزة.

أنزيم تربسين طبيعي	بنية فراغية مستقرة, اماهة شديدة للبيبتيد	
أنزيم تربسين طافر	**طفرة خارج الموقع الفعال**	بنية فراغية غير مستقرة, اماهة ضعيفة للبيبتيد
	طفرة باستبدال أحد الاحماض الامينية التالية : **Asp102/His57/Ser195**	عدم اماهة البيبتيد

الوثيقة 2-أ



الوثيقة 2-ب



الوثيقة 3

1- فسر نتائج الوثيقة 2.

2- مستغلا الوثيقة 3 و 2 قدم اجابة ملخصة للمشكلة العلمية المطروحة انطلاقا مما توصلت اليه من هذه الدراسة.