منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

ملف الحصة المباشرة و المسجلة

1 حصص مباشرة

2 حصص مسجلة

3 دورات مكثفة

أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

المجال التعلمي 1: التخصص الوظيفي للبروتينات

الوحدة التعلمية 3: دور البروتينات في التحفيز الأنزيمي

الحصة التعلمية 1: التخصص الوظيفي للبروتين في التحفيز الأنزيمي

مقدمة:

تعرفت من خلال دراستك للوحدة الثانية العلاقة بين بنية البروتين وتخصصه الوظيفي، أن وظيفة البروتين مُرتبطة باستقرار بنيته الفراغية الناتجة عن تتابع ارتباط الأحماض الأمينية بطريقة دقيقة في السلسلة البيبتيدية حسب الرسالة الوراثية.

وأن للبروتينات أدوار متعددة من بينها، تعمل كأنزيمات محفزة للتفاعلات الكيميائية التي تحدث في جميع خلايا الكائنات الحية بكفاءة وسرعة ودقة عالية، يتم فيها بناء جزيئات كبيرة ومُعقدة من جزيئات بسيطة تسمى عملية بناء وتكسير روابط الجزيئات لاستخلاص الطاقة الكيميائية المختزنة فيها وتسمى عملية هدم.

إن غياب الأنزيم أو توقفه عن العمل ينتج عنه خلل وظيفي قد يؤدي لموت الكائن الحي.

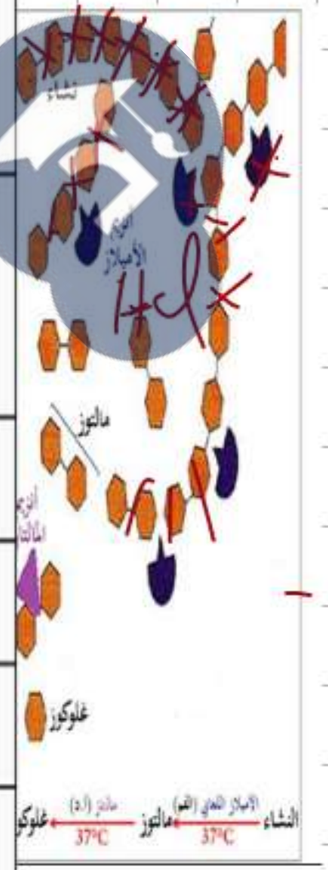
دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

يُمثل الشكل

فيُمثل جدول

رقم التجربة	الشروط التجريبية	النتائج
1	الإماهة الحامضية للنشاء (في وجود حمض كلور الماء) في درجة حرارة 100°م	بعد مرور 40 دقيقة يتحلل النشاء إلى وحدات من سكر العنب (غلوكوز)
2	إماهة النشاء في وجود إنزيم الأميلاز اللعابي في درجة حرارة 37°م في وسط معتدل (pH=7)	بعد مرور 7 دقائق يتحلل النشاء إلى سكر ثنائي هو سكر الشعير (مالتوز)
3	إعادة نفس التجربة 2 باستعمال لعاب مغلي	لا يتحلل النشاء
4	إعادة نفس التجربة 2 في درجة حرارة 0°م	لا يتحلل النشاء
5	إعادة نفس التجربة 2 في وسط حامضي أو قاعدي	لا يتحلل النشاء
6	إعادة نفس التجربة 2 مع إستبدال النشاء بزلال البيض	لا يتحلل زلال البيض



التعليمة:

- إستخرج خصائص الأنزيمات التي تُبرزها النتائج التجريبية الممثلة في الوثيقة (1).

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

الإجابة:

إستخراج خصائص الأنزيمات التي تُبرزها النتائج التجريبية:

- تسريع التفاعل الكيميائي.
- ذات طبيعة بروتينية.
- يتأثر نشاطها بعوامل الوسط (درَجة الحرارة و pH).
- تتميز بتأثيرها النوعي تُجاه مادة التفاعل.

الأنزيم يسرع التفاعلات الممكنة الحدوث

المشكلة: ما هي العلاقة بين بنية الأنزيم وتخصصه الوظيفي؟

بنية الانزيم تحدد وظيفته

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

لاحظنا من خلال التجربة 3 من الشكل (ب) للوثيقة (1) أن النشاء لم يتحلل بعد مُعاملته بلُعاب (يحتوي على أنزيم الأميلاز) مغلي،اي أن **تعريض الأنزيم لحرارة عالية تُوقف نشاطه**.

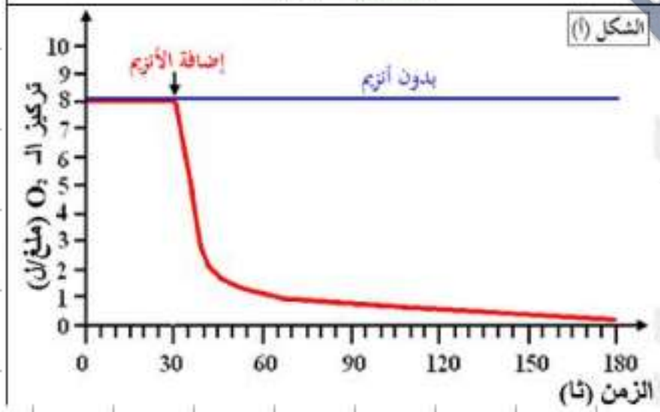
الفرضية: ترتبط وظيفة الأنزيم ببنيته الفراغية.

1.تعريف الأنزيم وبعض خصائصه:

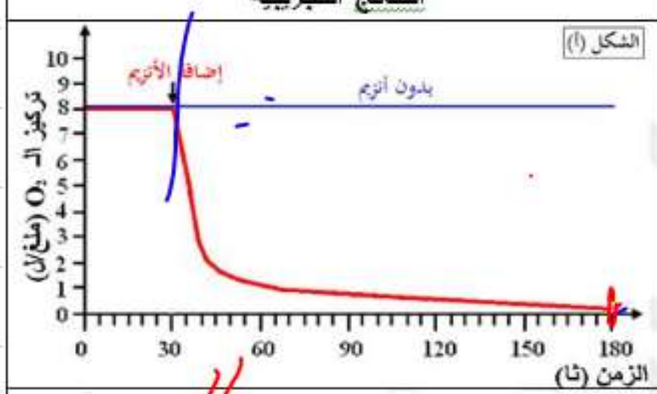
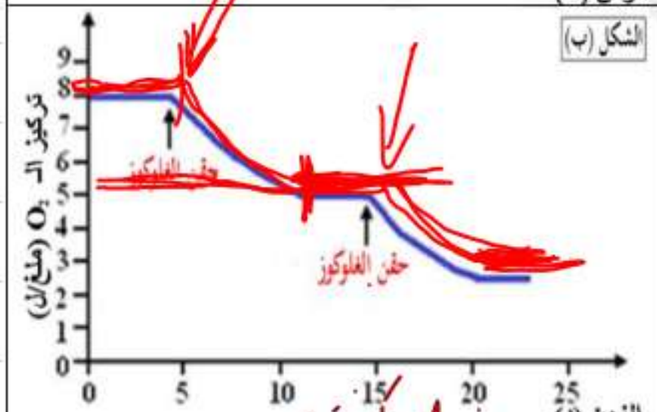
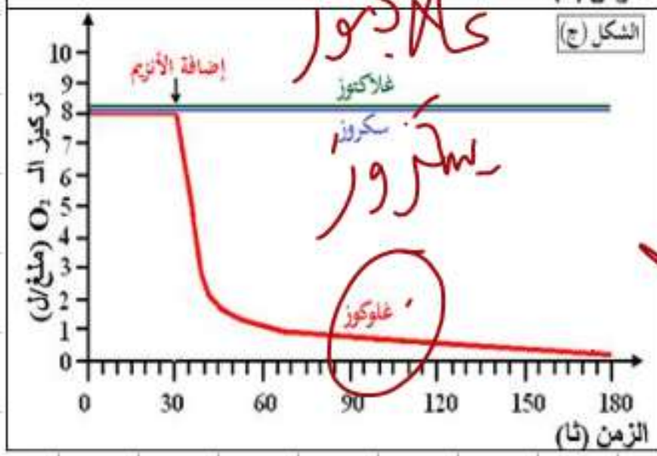
لإبراز بعض خصائص الأنزيمات وتقديم تعريفًا لها وقع الإختيار على أنزيم غلوكوز أكسيداز Glucose Oxidase (GO) الذي يُحفز تفاعل أكسدة الغلوكوز كما هو موضح في المعادلة التالية:

$$\underset{\text{غلوكوز}}{C_6H_{12}O_6} + O_2 \xrightarrow{\text{أنزيم غلوكوز أكسيداز (GO)}} \underset{\text{حمض غلوكونيك}}{C_6H_{12}O_7} + \underset{\text{ماء أكسجيني}}{H_2O_2}$$

ـ إستعمال أنزيم غلوكوز أكسيداز (GO) تم إجراء سلسلة من التجارب عن طريق **التجريب المدعم بالحاسوب (EXAO)** فكانت النتائج كما هو موضح في **الوثيقة (2)**.

رقم التجربة	الشروط التجريبية	النتائج التجريبية
1	يتم قياس تركيز الأكسجين في تجربتين، الأولى تم فيها حقن أنزيم GO بتركيز ثابت في محلول غلوكوزي (مادة التفاعل) بتركيز محدد، والثانية بدون إضافة الأنزيم، وذلك في شروط تجريبية ثابتة (درجة حرارة = 37°م وpH=7).	الشكل (أ) 

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

رقم التجربة	الشروط التجريبية	النتائج التجريبية
1	يتم قياس تركيز الأكسجين في تجربتين، الأولى تم فيها حقن أنزيم GO بتركيز ثابت في محلول غلوكوزي (مادة التفاعل) بتركيز محدد. والثانية بدون إضافة الأنزيم. وذلك في شروط تجريبية ثابتة (درجة حرارة = 37°م و pH=7)	الشكل (أ) 
2	يتم قياس تركيز الأكسجين في تجربة تم فيها استعمال تركيز ثابت من أنزيم GO وتكرار متكرر لتركيز محدد لمادة التفاعل (الغلوكوز). وذلك في شروط تجريبية ثابتة (درجة حرارة 37°م و pH=7).	الشكل (ب) 
3	يتم قياس تركيز الأكسجين في 3 تجارب نستعمل في كل منها تركيز ثابت من الأنزيم GO ونغير مادة التفاعل (غلوكوز، غلاكتوز أو سكروز). وذلك في شروط تجريبية ثابتة (درجة حرارة 37°م و pH=7).	الشكل (ج) 

الوثيقة (2)

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

كما تمثل الوثيقة (3) معدلتين كيميائيتين لتفاعلين في وجود أنزيمين مختلفين مع نفس الركيزة (الغلوكوز).

الوثيقة (3)

التعليمة:

- أبرز بعض خصائص الأنزيمات مُقدمًا تعريفًا للأنزيم وذلك بإستغلالك لمعطيات الوثيقتين (2) و(3).

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

الإستنتاج: الأنزيم لا يُستهلك أثناء التفاعل فهو وسيط حيوي.

إبراز بعض خصائص الأنزيمات مع تقديم تعريف للأنزيم:

إستغلال الوثيقة (2):

يُمثل الشكل (أ) منحنيي تغيرات تركيز الأكسجين بـ (ملغ/ل) بدلالة الزمن بـ (ثا) في غياب وفي وجود أنزيم GO، حيث نلاحظ:

- في غياب الأنزيم: ثبات تركيز الأكسجين عند القيمة الإبتدائية (8 ملغ/ل) طيلة فترة التجربة، وهذا يدل على عدم حدوث تفاعل أكسدة الغلوكوز.
- في وجود الأنزيم: تناقص في تركيز الأكسجين من 8 ملغ/ل إلى أن ينعدم، وهذا يدل على حدوث تفاعل أكسدة الغلوكوز.

الإستنتاج: الأنزيم يحفز التفاعل الكيميائي.

يُمثل الشكل (ب) منحنى تغيرات تركيز الأكسجين بـ(ملغ/ل) بدلالة الزمن بـ (د) في وجود أنزيم GO وبعد حقن متكرر لتركيز محدد لمادة التفاعل، حيث نلاحظ:

- قبل الحقن الأول لمادة التفاعل: ثبات تركيز الأكسجين عند القيمة الإبتدائية (8 ملغ/ل)، وهذا يدل على عدم حدوث تفاعل أكسدة الغلوكوز.
- بعد الحقن الأول لمادة التفاعل: تناقص تركيز الأكسجين من 8 ملغ/ل إلى 5 ملغ/ل ثم ثباته عند هذه القيمة، وهذا يدل على حدوث تفاعل أكسدة الغلوكوز الذي يُحفزه أنزيم GO بإستعمال الأكسجين ثم توقفه لنفاذ مادة التفاعل.
- بعد الحقن الثاني لمادة التفاعل: تناقص تركيز الأكسجين من 5 ملغ/ل إلى 2 ملغ/ل ثم ثباته عند هذه القيمة، وهذا يدل على حدوث تفاعل أكسدة الغلوكوز الذي يُحفزه أنزيم GO بإستعمال الأكسجين ثم توقفه لنفاذ مادة التفاعل.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

يُمثل الشكل (ج) منحنيات تغيرات تركيز الأكسجين بـ (ملغ/ل) بدلالة الزمن بـ (ثا) في وجود أنزيم GO ومواد تفاعل مختلفة، حيث نلاحظ:

- **قبل إضافة أنزيم GO:** ثبات تركيز O_2 عند القيمة الإبتدائية المرتفعة (8 ملغ/ل) في وجود مواد تفاعل مختلفة، **وهذا يدل على** عدم حدوث أي تفاعل كيميائي.
- **بعد إضافة أنزيم GO:**
  - **في وجود الغلاكتوز أو السكروز:** ثبات تركيز O_2 عند القيمة الإبتدائية المرتفعة (8 ملغ/ل)، **وهذا يدل على** عدم حدوث أي تفاعل كيميائي.
  - **في وجود الغلوكوز:** تناقص تركيز O_2 حتى ينعدم، **وهذا يدل على** حدوث تفاعل أكسدة الغلوكوز.

الإستنتاج: يتميز الأنزيم **بتأثيره النوعي تجاه مادة التفاعل (الركيزة)** (لكل أنزيم مادة تفاعل مُعينة).

إستغلال الوثيقة (3): تمثل الوثيقة (3) معادلتين كيميائيتين لتفاعلين في وجود إنزيمين مختلفين مع نفس الركيزة (الغلوكوز)، حيث نلاحظ:

- في **حالة تفاعل أكسدة الغلوكوز** بواسطة إنزيم غلوكوز أكسيداز يكون الناتج مُختلفًا عن **حالة تفاعل فسفرة الغلوكوز** بواسطة أنزيم غليكوكيناز، **وهذا يدل على** أن كل إنزيم يُحفز تفاعلاً خاص به.

الإستنتاج: يتميز الأنزيم **بتأثيره النوعي تجاه نوع التفاعل** (كل أنزيم يُحفز تفاعلاً مُعينًا).

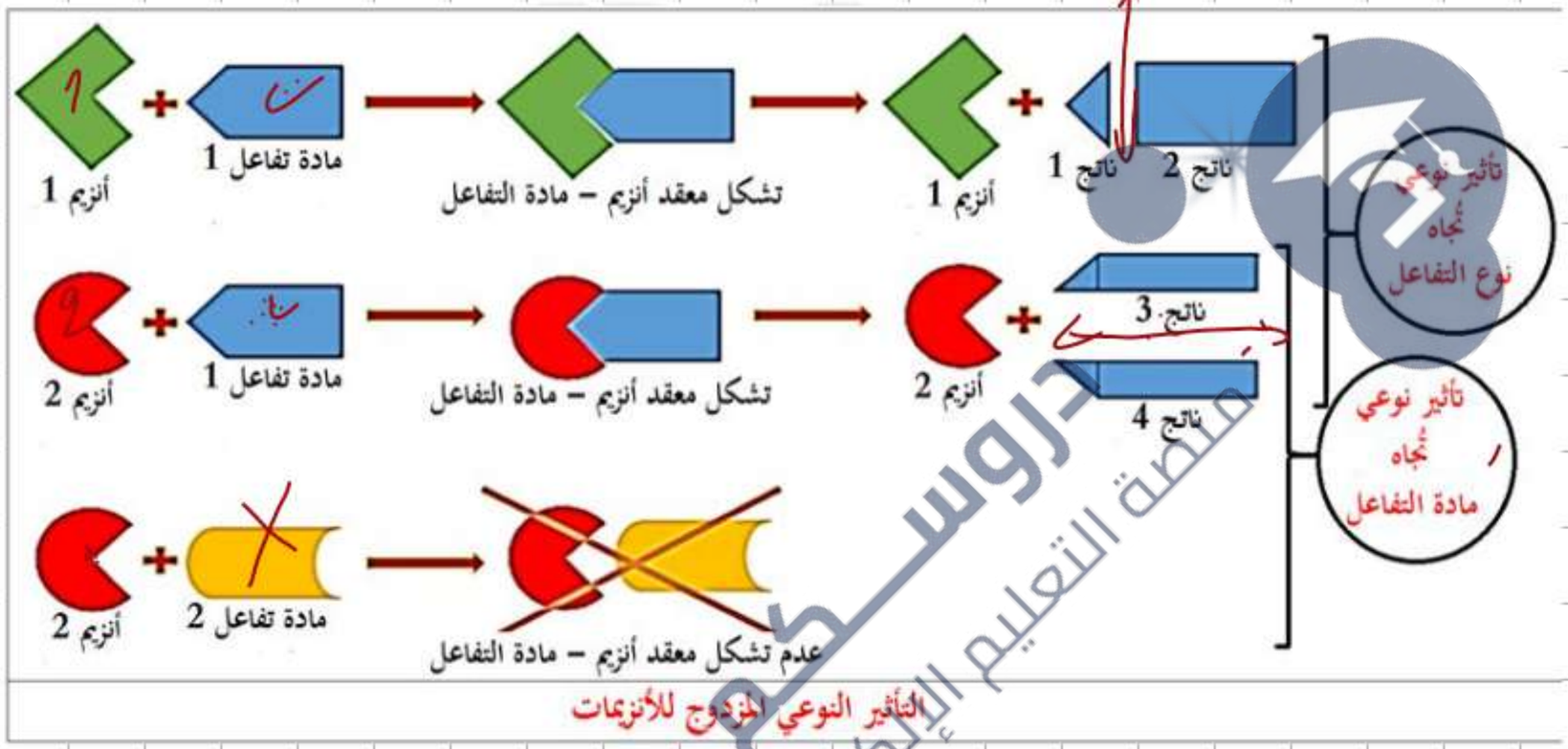
ومنه:

تعريف الأنزيم وبعض خصائصه: الأنزيم **وسيط حيوي** ضروري، **يُسرع (يُحفز)** التفاعل، يتميز **بتأثيره النوعي تجاه مادة التفاعل ونوع التفاعل** في شروط درجة حرارة ملائمة للحياة.

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com



التأثير النوعي المزدوج للأنزيمات

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

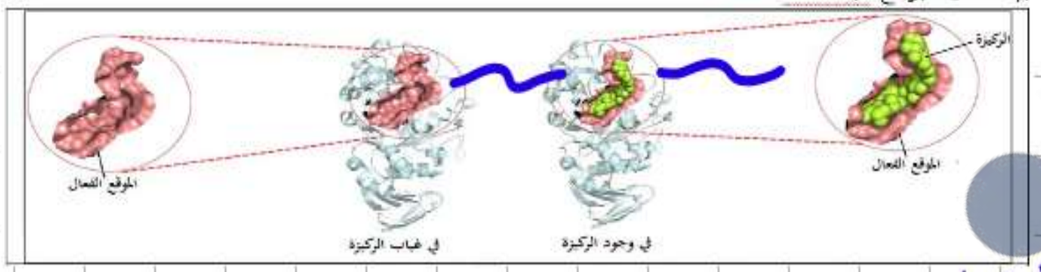
0699 320 999 / 044 77 64 11

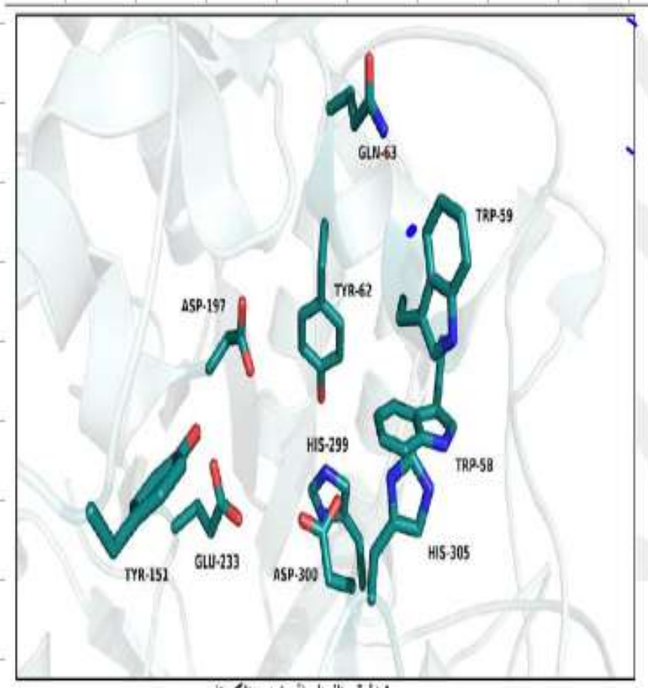
منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

2. العلاقة بين بنية الأنزيم وتأثيره النوعي المزدوج:

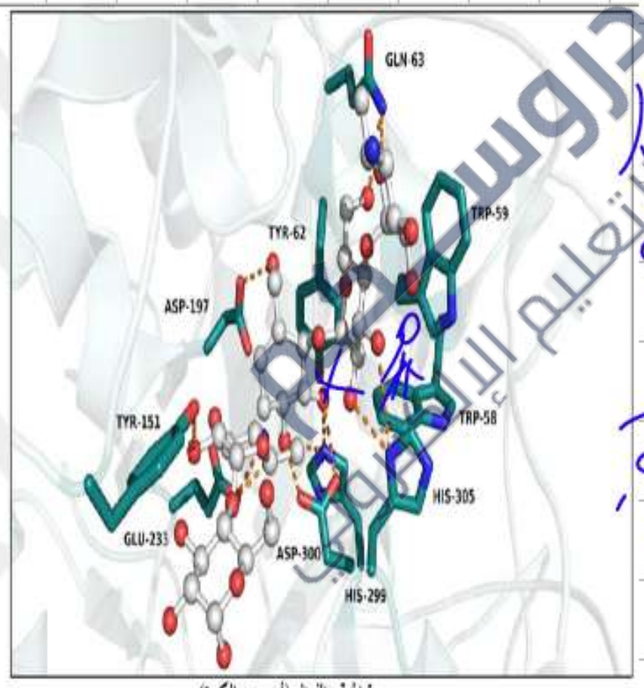
لمعرفة العلاقة بين بنية الأنزيم وتأثيره النوعي المزدوج نقترح عليك الدراسات التالية:

تمثل الوثيقة (4) نماذج جزيئية لبنية أنزيم الأميلاز اللعابي البشري في غياب وفي وجود الركيزة (النشاء) بإستعمال مبرمج Rastop.





بنية الموقع الفعال (في غياب الركيزة)



بنية الموقع الفعال (في وجود الركيزة)

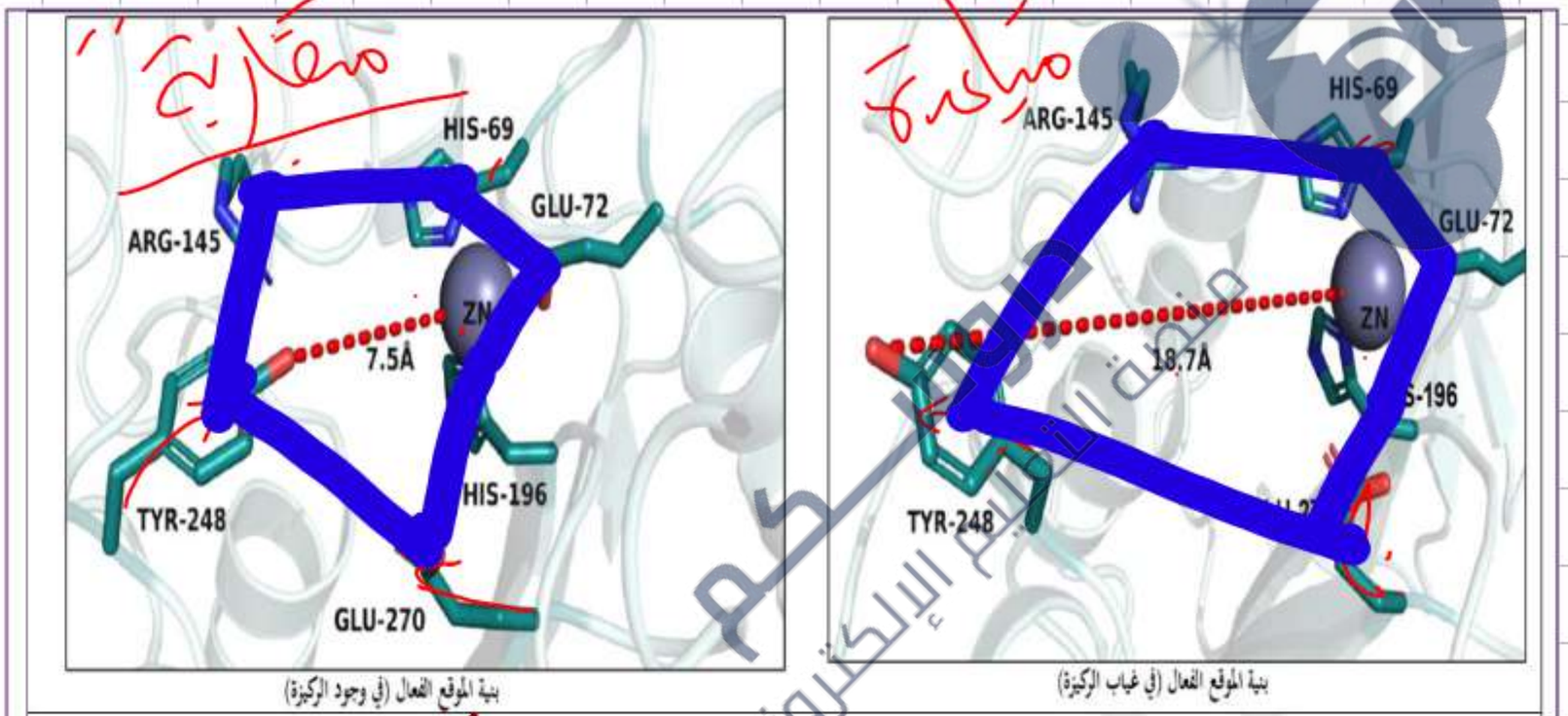
الوثيقة (4)

التكامل البنيوي يتوافق الحامض الكيميائية طاقة التفاعل (ك) مع الحامض الكيميائية للجذور R الحوامض الأمينية المشكلة الموقع الفعال حيث تنشأ بينهما روابط ثنائية.

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

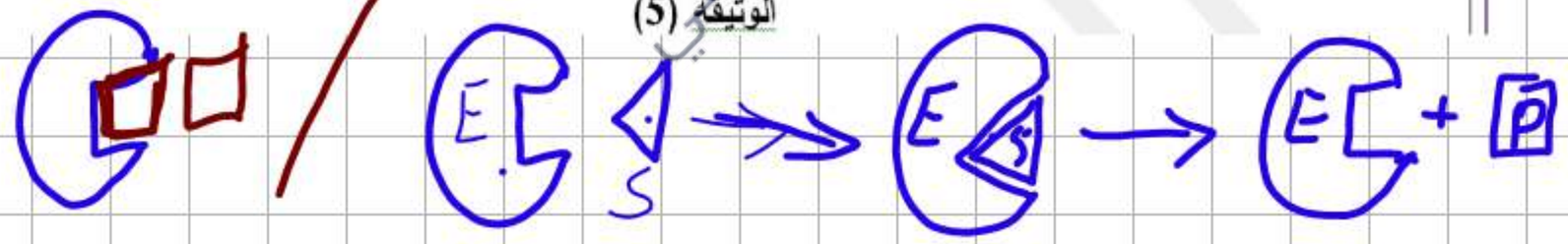
أنزيم الكربوكسي بيبتداز (أ) (Carboxypeptidase A) يُرمز له بـ **(CPA)** هو إنزيم معوي يقوم بكسر الرابطة الببتيدية من جهة النهاية الكربوكسيلية الحرة، ويكون التحلّل أسرع عند وجود سلسلة جانبية حلقية أو كارهة للماء في هذه النهاية، تمثل الوثيقة (5) نماذج جزيئية لبنية هذا الأنزيم في غياب وفي وجود الركيزة (متعدد الببتيد) بإستعمال مبرمج Rastop.



بنية الموقع الفعال (في وجود الركيزة)

بنية الموقع الفعال (في غياب الركيزة)

الوثيقة (5)



دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

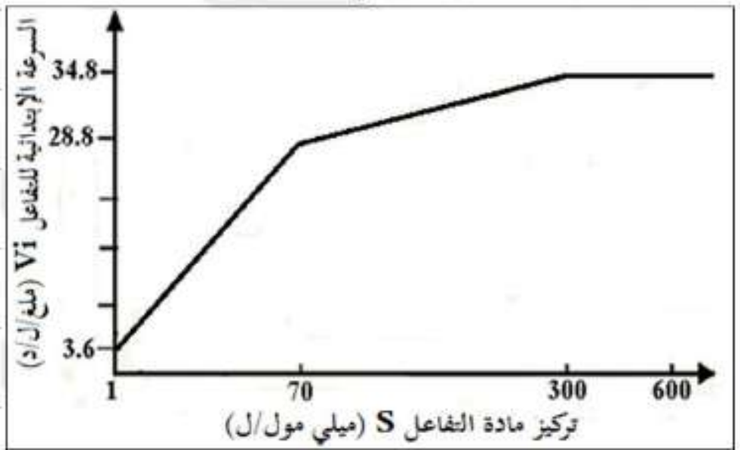
منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

تمثل **الوثيقة (6)** نتائج تأثير الطفرات على أحماض أمينية محددة في الموقع الفعال على تثبيت الركيزة (النشاء) وتحفيز التفاعل (إماهة) عند أنزيم الأميلاز.

مراحل التجربة	الشروط التجريبية	النتائج التجريبية	
		تثبيت النشاء	إماهة النشاء
①	أميلاز طبيعي (غير طافر) + نشاء	+	+
②	أميلاز طافر (تغير الحمض الأميني Thr 52) + نشاء	+	+
③	أميلاز طافر (تغير الحمض الأميني Trp 58) + نشاء	−	−
④	أميلاز طافر (تغير الحمض الأميني Asp 197) + نشاء	+	−

الوثيقة (6)

تمثل **الوثيقة (7)** منحنى تغيرات السرعة الإبتدائية للتفاعل الأنزيمي بدلالة تركيز مادة التفاعل.



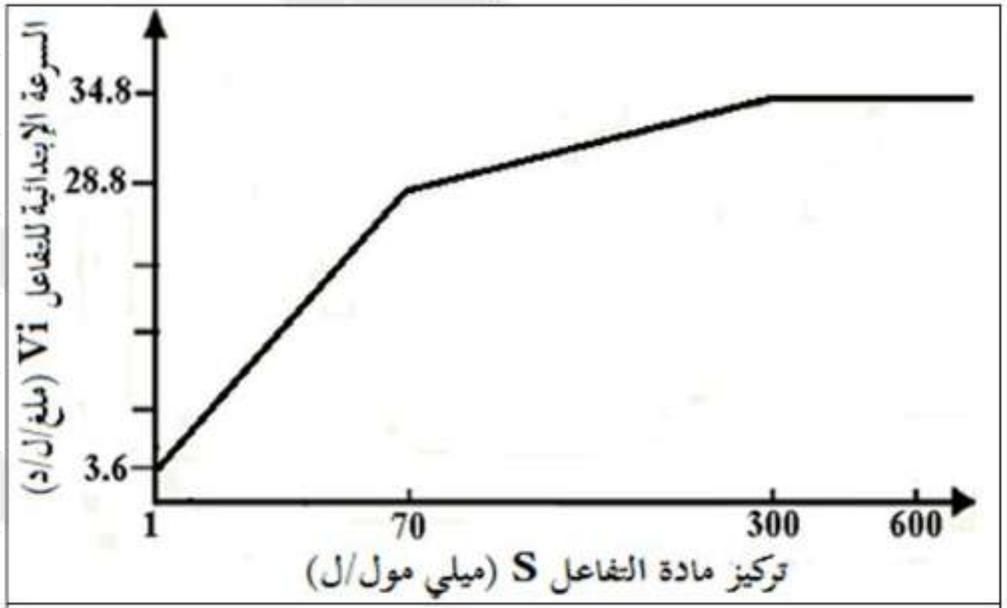
الوثيقة (7)

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

تمثل **الوثيقة (7)** منحنى تغيرات السرعة الإبتدائية للتفاعل الأنزيمي بدلالة تركيز مادة التفاعل.



الوثيقة (7)

التعليمة:

- **بيّن** العلاقة بين بنية الأنزيم وتأثيره النوعي المزدوج **باستغلالك** لمعطيات الوثائق (4)، (5)، (6) و(7).

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

تبيان العلاقة بين بنية الأنزيم وتأثيره النوعي المزدوج:

إستغلال الوثيقة (4): تُمثل الوثيقة (4) نماذج جزيئية لبنية أنزيم الأميلاز اللعابي البشري في غياب وفي وجود الركيزة (النشاء) بإستعمال مبرمج Rastop، حيث نلاحظ:

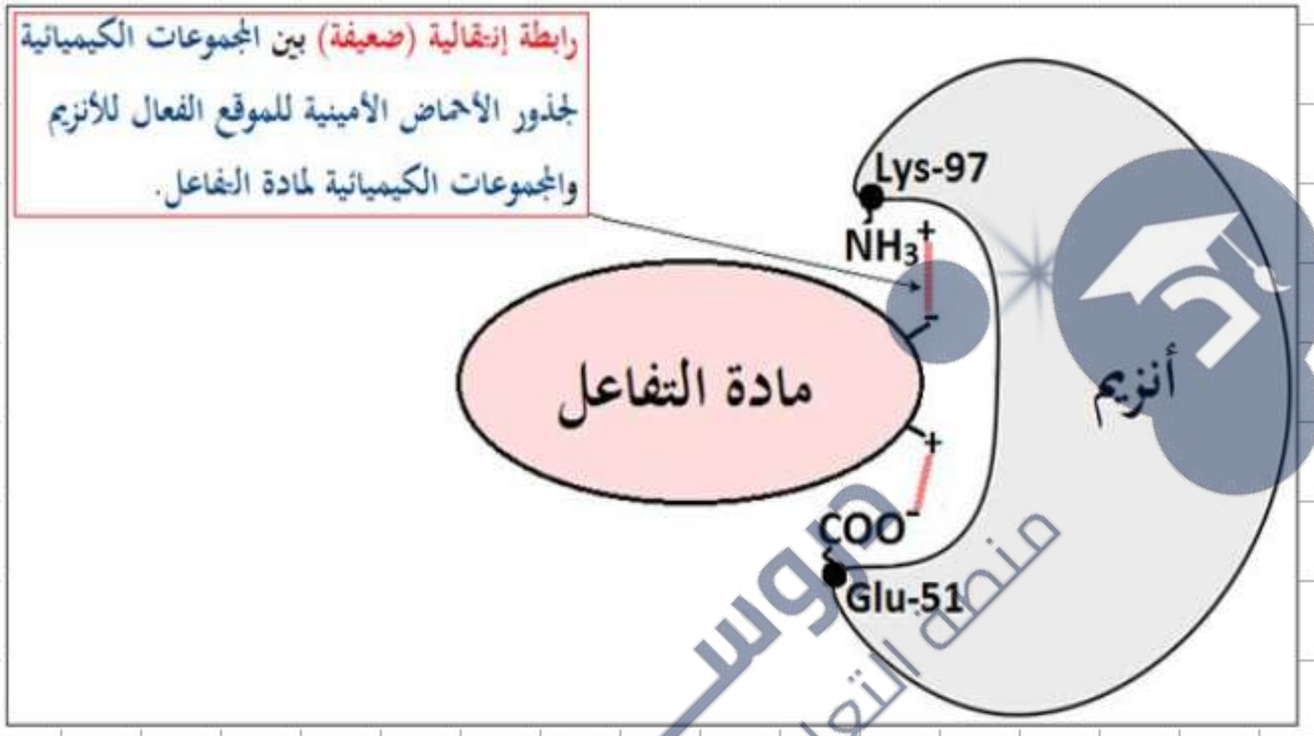
- **في غياب الركيزة:** أن أنزيم الأميلاز يحتوي على جزء صغير يأخذ شكل تجويف أو جيب صغير يُدعى **بالموقع الفعال** الذي يتكون من عدد ونوع محدد من الأحماض الأمينية (10) المتمثلة في: His305، Asp300، His299، Glu233، Asp197، Tyr151، Gln63، Tyr62، Trp59، Trp58.
- **في وجود الركيزة:** المجموعات الكيميائية لمادة التفاعل تتوضع في المكان المناسب لترتبط مع بعض جذور الأحماض الأمينية للموقع الفعال **بروابط إنتقالية** (غالبا ضعيفة) فيتشكل **المعقد أنزيم-مادة التفاعل**، **وهذا يدل على** أن الموقع الفعال للأنزيم **يتكامل بنيويا** مع مادة التفاعل مثل القفل والمفتاح **(تكامل بنيوي مباشر)**.

الإستنتاج: يرتكز التأثير النوعي المزدوج للأنزيم على تشكل **معقد أنزيم- مادة التفاعل**، تنشأ أثناء حدوثه **روابط إنتقالية** بين جزء من مادة التفاعل ومنطقة خاصة من الأنزيم تدعى **الموقع الفعال**.

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com



دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

إستغلال الوثيقة (5): تمثل الوثيقة (5) نماذج جزيئية لبنية أنزيم الكربوكسي بيتيداز (أ) في غياب وفي وجود الركيزة (متعدد البيبتيد) بإستعمال مبرمج Rastop، حيث نلاحظ:

- **في غياب الركيزة:** أن الموقع الفعال لأنزيم كربوكسي بيتيداز (أ) يتكون من عدد ونوع محدد من الأحماض الأمينية (6) تتمثل في: Glu270، Tyr248، Arg145، ذرة زنك مرتبطة بـ (His196، Glu72 و His69) والتي تأخذ **وضعية فراغية مُتباعدة عن بعضها البعض.**
- **في وجود الركيزة:** تأخذ الأحماض الأمينية للموقع الفعال **وضعية فراغية مُتقاربة نحو مادة التفاعل**، **وهذا يدل على** أن اقتراب مادة التفاعل حفز الأنزيم على تغيير شكله الفراغي ليُصبح مُكملاً لشكل مادة التفاعل **(تكامل محفز).**

الإستنتاج: يحدث التكامل بين الموقع الفعال للأنزيم ومادة التفاعل عند إقتراب هذه الأخيرة التي تحفز الأنزيم لتغيير شكله الفراغي فيصبح مُكملاً لشكل مادة التفاعل: إنه **التكامل المحفز**، إن تغير شكل الأنزيم يسمح بحدوث التفاعل لأن المجموعات الكيميائية الضرورية لحدوثه **تصبح في الموقع المناسب** للتأثير على مادة التفاعل.

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

إستغلال الوثيقة (6): تمثل الوثيقة (6) نتائج تأثير الطفرات على أحماض أمينية محددة في الموقع الفعال على تثبيت الركيزة (النشاء) وتحفيز التفاعل (إماهة) عند أنزيم الأميلاز، حيث نلاحظ:

- **المرحلة 1 (في الأميلاز الطبيعي):** يُثبت الموقع الفعال الركيزة (النشاء) نتيجة التكامل البنيوي ويُحفز إماهتها.
- **المرحلة 2 (في الأميلاز الطافر (Thr 52)):** يُثبت الموقع الفعال الركيزة (النشاء) نتيجة التكامل البنيوي ويُحفز إماهتها، **وهذا يدل على أن** الحمض الأميني (Thr 52) الذي مسه التغيير لا ينتمي للأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال.
- **المرحلة 3 (في الأميلاز الطافر (Trp 58)):** لا يُثبت الموقع الفعال الركيزة (النشاء) نتيجة عدم التكامل البنيوي ولذا لم يُحفز إماهتها، **وهذا يدل على** أن الحمض الأميني (Trp 58) الذي مسه التغيير ينتمي للأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال.
- **المرحلة 4 (في الأميلاز الطافر (Asp 197)):** يُثبت الموقع الفعال الركيزة (النشاء) نتيجة التكامل البنيوي ولكن لم يُحفز إماهتها، **وهذا يدل على** أن الحمض الأميني (Asp 197) الذي مسه التغيير ينتمي للأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال.

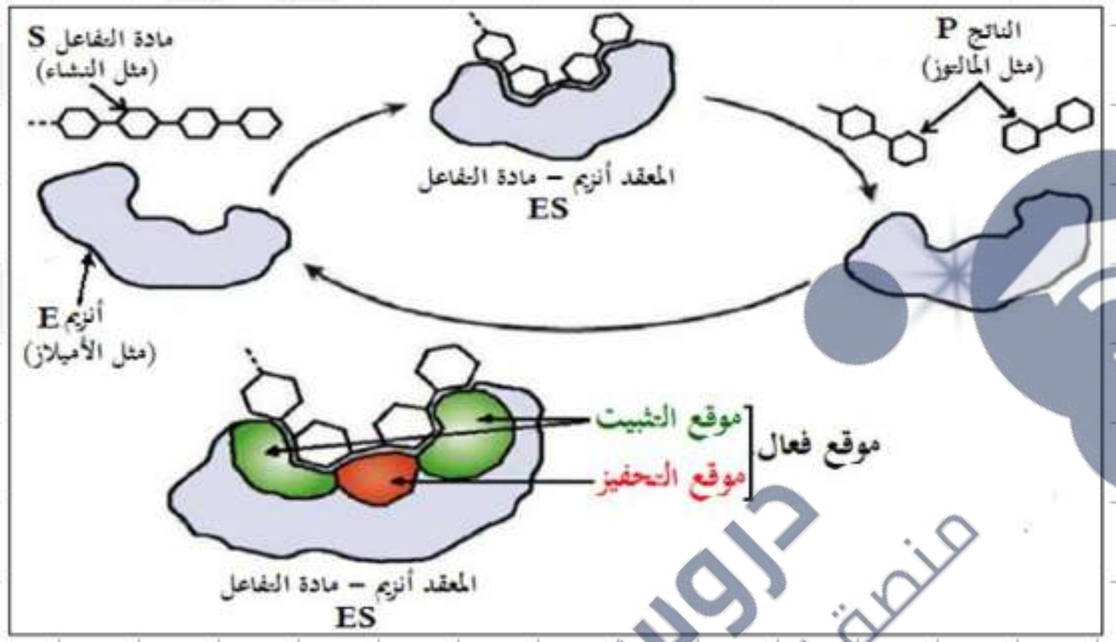
الإستنتاج: الموقع الفعال للأنزيم يتكون من أحماض أمينية بعضها لتثبيت الركيزة (موقع التثبيت) والبعض الآخر للتفاعل معها (موقع التحفيز).

ملاحظة: الموقع الفعال هو جزء من الأنزيم، يتشكل من عدد قليل من الأحماض الأمينية محددة وراثيًا (عددًا، نوعا وترتيبًا)، ذات تموضع فراغي دقيق يسمح بالتعرف النوعي على مادة التفاعل (الركيزة) وتثبيتها والتأثير عليها نوعيًا، بعض الأحماض تشكل موقع التثبيت وبعضها الآخر يشكل موقع التحفيز. (من بكالوريا 2016)

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com



دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

إستغلال الوثيقة (7): تمثل الوثيقة (7) منحنى تغيرات السرعة الإبتدائية للتفاعل الأنزيمي بـ (ملغ/ل/د) بدلالة تركيز مادة التفاعل بـ (ميلي مول/ل)، حيث نلاحظ:

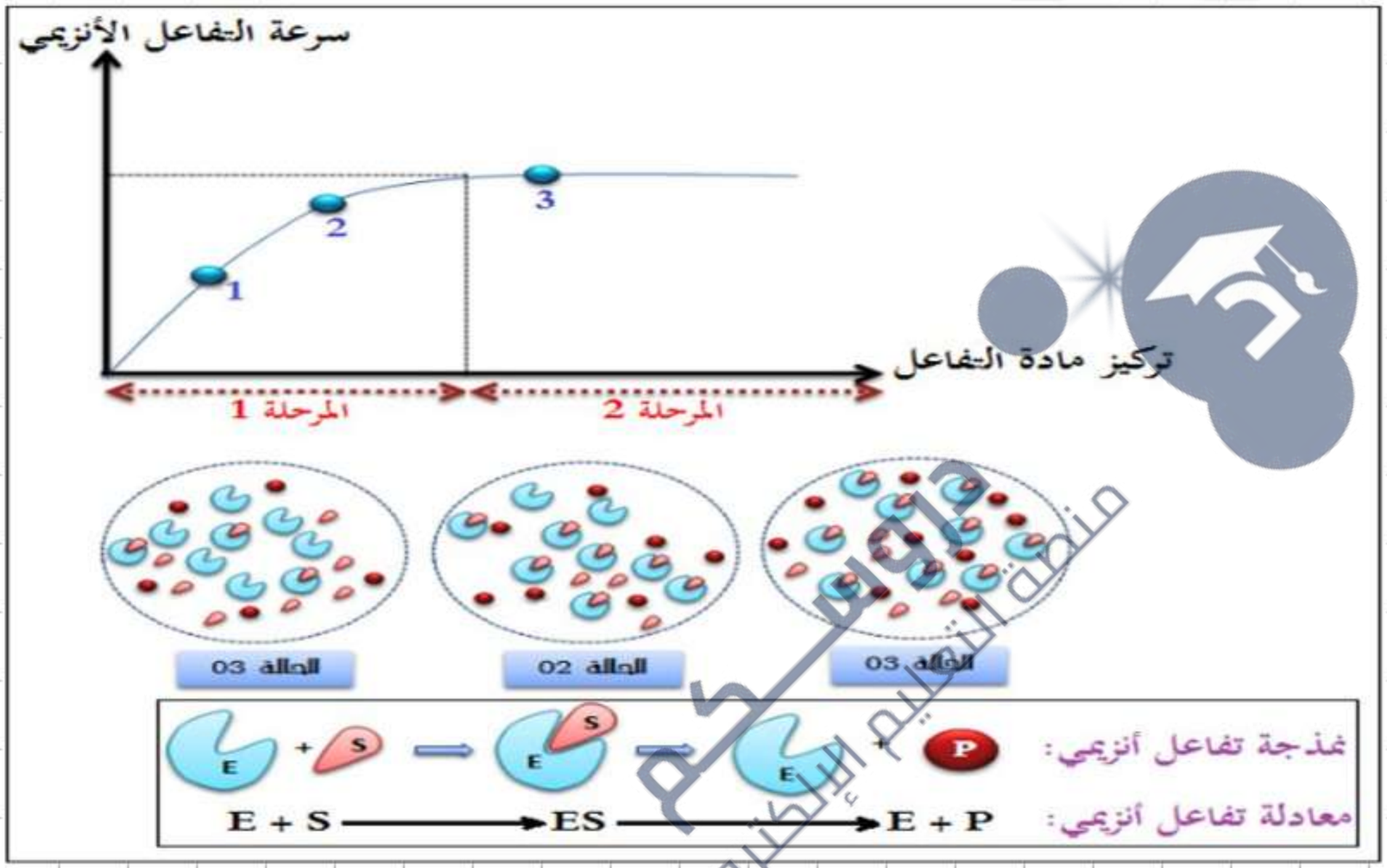
- **من التركيز 1 إلى 300 ميلي مول/ل من مادة التفاعل:** تزايد سرعة التفاعل الأنزيمي بزيادة تركيز مادة التفاعل حتى تبلغ القيمة الأعظمية لها 34.8 ملغ/ل/د عند التركيز 300 ميلي مول/ل، **وهذا يدل على** أن سرعة التفاعل الإنزيمي تتناسب طردًا مع التراكيز الضعيفة لمادة التفاعل.
- **إنطلاقًا من التركيز 300 ميلي مول/ل من مادة التفاعل:** ثبات سرعة التفاعل الأنزيمي عند القيمة الأعظمية 34.8 مل/ل/د مهما زاد تركيز مادة التفاعل، **وهذا يدل على** أنه في التراكيز العالية لمادة التفاعل تبقى سرعة التفاعل الإنزيمي ثابتة عند قيمة أعظمية.

الإستنتاج: تتعلق سرعة التفاعل الأنزيمي بتركيز مادة التفاعل في مجال محدود.

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com



دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

ومنه:

العلاقة بين بنية الأنزيم وتأثيره النوعي المزدوج:

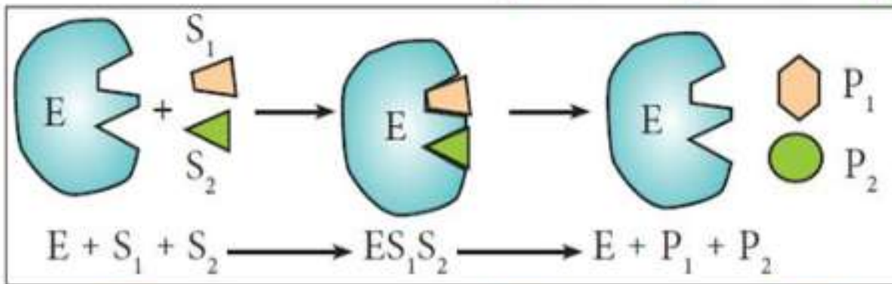
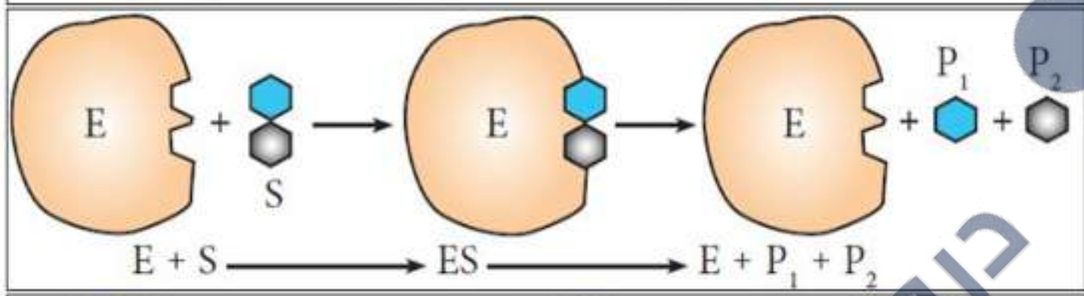
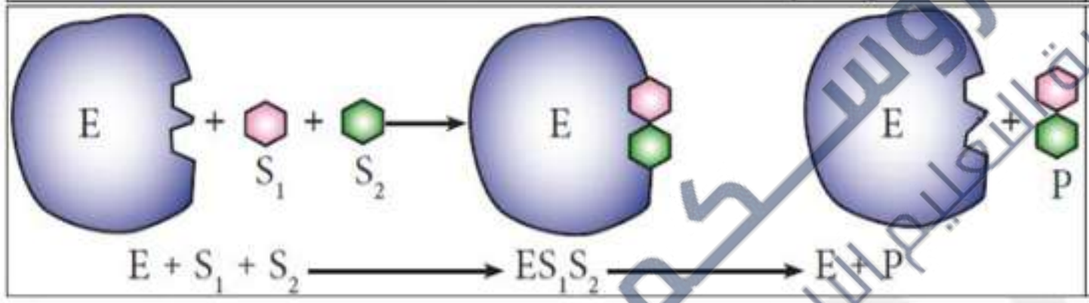
- يرتكز التأثير النوعي المزدوج للأنزيم على **تشكل معقد أنزيم- مادة التفاعل**، تنشأ أثناء حدوثه **روابط إنتقالية** بين جزء من مادة التفاعل ومنطقة خاصة من الأنزيم تدعى **الموقع الفعال**.
- يحدث التكامل بين الموقع الفعال للأنزيم ومادة التفاعل عند إقتراب هذه الأخيرة التي تحفز الأنزيم لتغيير شكله الفراغي فيصبح مكملاً لشكل مادة التفاعل: إنه **التكامل المحفز**.
- إن تغير شكل الأنزيم يسمح بحدوث التفاعل لأن المجموعات الكيميائية الضرورية لحدوثه **تصبح في الموقع المناسب** للتأثير على مادة التفاعل.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

ملاحظة: تُحفز الأنزيمات 3 أنواع من التفاعلات (تفاعل تحويلي، تفاعل تبسيطي أو تفاعل تركيبي).

تفاعل تحويلي	
تفاعل تبسيطي (تفكيكي، إماهة)	
تفاعل تركيبي	

مثال: نوع التفاعل الأنزيمي الذي يحفزه أنزيم الأميلاز (تفاعل تبسيطي)، أنزيم ARN بوليميراز (تفاعل تركيبي)، أنزيم تنشيط الأحماض الأمينية (تفاعل تركيبي) وأنزيم GO (تفاعل تحويلي).

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

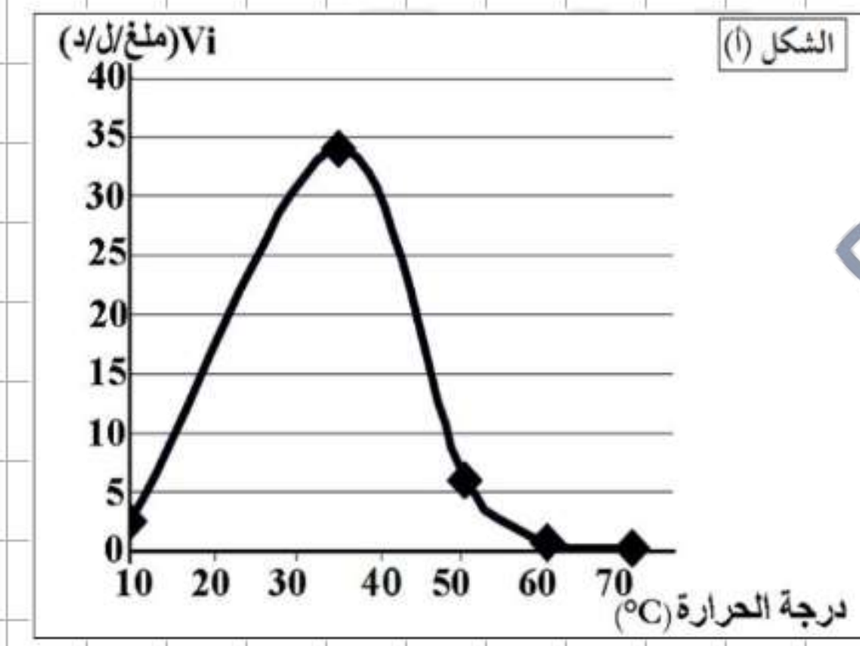
منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

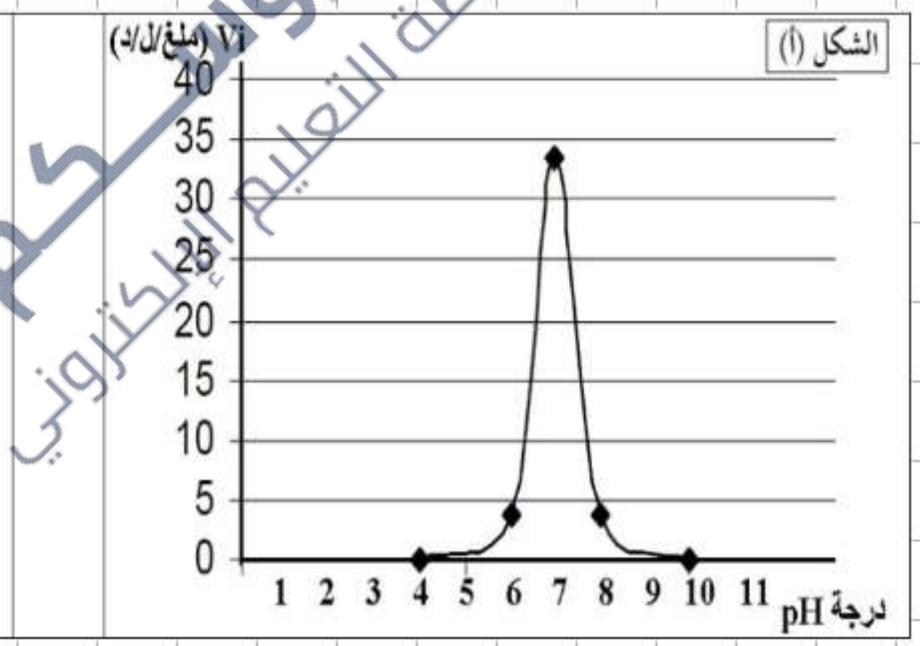
3.آلية تأثير درجة الحموضة ودرجة الحرارة على النشاط الأنزيمي:

لمعرفة آلية تأثير درجة الحموضة ودرجة الحرارة على النشاط الأنزيمي تُقترح عليك الدراسات التالية:

يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (8) تغيرات سرعة التفاعل الأنزيمي بدلالة درجة pH الوسط (حالة أكسدة الغلوكوز بواسطة أنزيم GO)، بينما الشكل (ب) من نفس الوثيقة فيمثل نمذجة تفاعل أنزيمي في درجات pH مختلفة.

كما يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (9) تغيرات سرعة التفاعل الأنزيمي بدلالة درجة حرارة الوسط (حالة أكسدة الغلوكوز بواسطة أنزيم GO)، بينما الشكل (ب) من نفس الوثيقة فيمثل نمذجة تفاعل أنزيمي في درجات حرارة مختلفة.

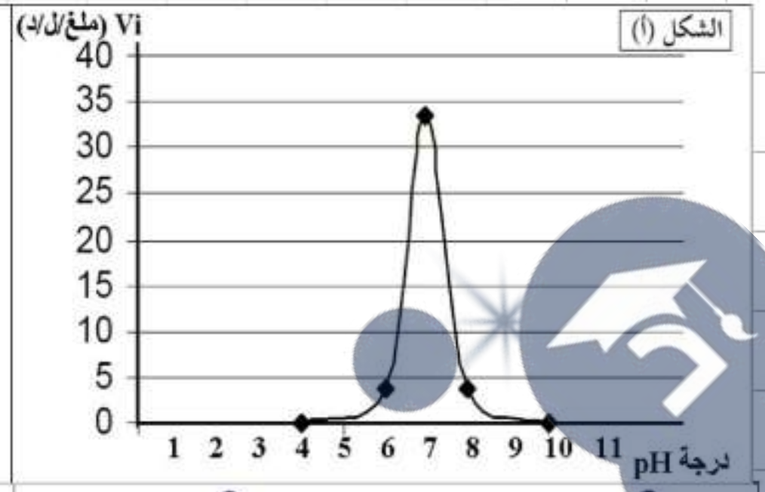


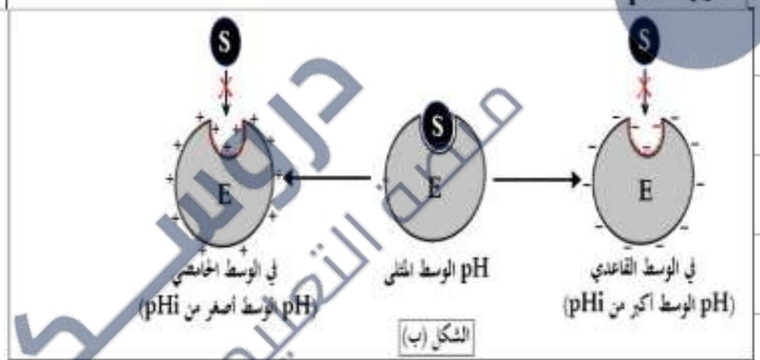


دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

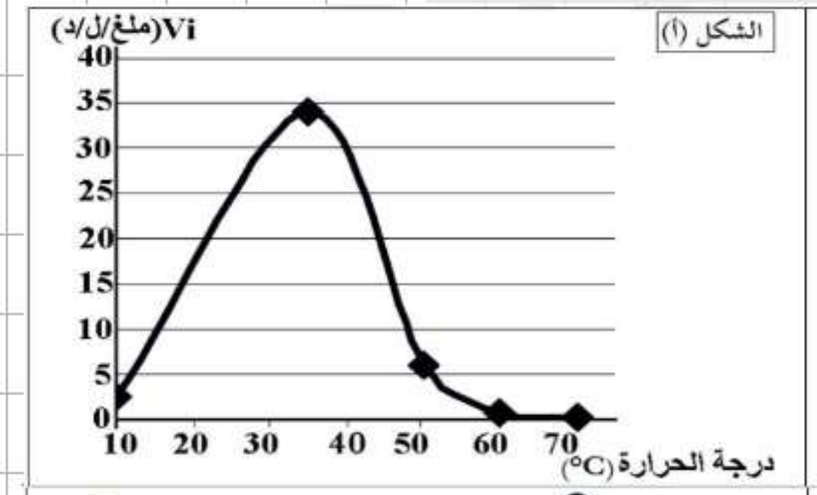
الشكل (أ)

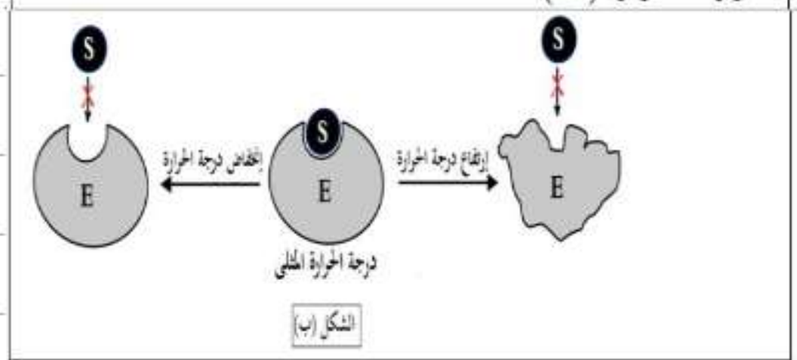




الوثيقة (8)

الشكل (أ)





الوثيقة (9)

التعليمة:

- إشرح آلية تأثير درجة الحموضة ودرجة الحرارة على النشاط الأنزيمي بإستغلالك لمعطيات الوثيقتين (8) و(9) وبتوظيف مكتسباتك حول خاصية التفكك الشاردي للسلاسل الجانبية في السلسلة الببتيدية وخصائص الروابط غير التكافؤية المساهمة في إستقرار البنية الفراغية للبروتين.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

شرح آلية تأثير درجة الحموضة ودرجة الحرارة على النشاط الأنزيمي:

إستغلال الوثيقة (8):

يمثل **الشكل (أ)** تغيرات سرعة التفاعل الأنزيمي بدلالة درجة pH الوسط، حيث نلاحظ:

- **عند pH = 4**: سرعة التفاعل الأنزيمي معدومة.
- **من pH = 4 إلى pH = 7**: تزايد سرعة التفاعل الأنزيمي.
- **عند pH = 7**: تبلغ سرعة التفاعل الأنزيمي قيمة أعظمية تقدر بـ 33 ملغ/ل/د.
- **من pH = 7 إلى pH = 10**: تناقص سرعة التفاعل الأنزيمي.
- **عند pH = 10**: سرعة التفاعل الأنزيمي معدومة.

وهذا يدل على أن درجة الحموضة تؤثر على النشاط الأنزيمي.

الإستنتاج: يتأثر النشاط الأنزيمي **بدرجة pH الوسط**، حيث يكون **أعظميًا** عند درجة pH محددة تدعى **بدرجة pH المثلى** (في هذه الحالة درجة pH المثلى =7)، وكلما إبتعدنا عن هذه القيمة **ينخفض** النشاط الأنزيمي.

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

يمثل **الشكل (ب)** نمذجة تفاعل أنزيمي في درجات pH مختلفة، حيث نلاحظ:

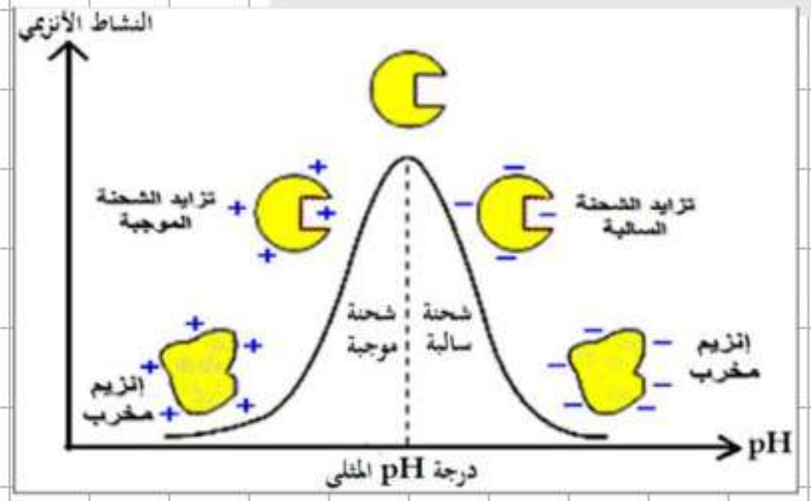
- أن درجة حموضة الوسط **تؤثر على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية (NH_2- و- COOH)** في السلاسل البيبتيدية وبالخصوص تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال بحيث:
  - في الوسط الحامضي (pH الوسط أصغر من pHi) **تُصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية موجبة.**
  - في الوسط القاعدي (pH الوسط أكبر من pHi) **تُصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية سالبة.**
- **يفقد الموقع الفعال شكله المميز، بتغير حالته الأيونية** وهذا يعيق تثبيت مادة التفاعل وبالتالي يمنع حدوث التفاعل.
- لكل أنزيم **درجة pH مُثلى**، يكون نشاطه عندها أعظميًا.

الإستنتاج: تؤثر درجة الحموضة **على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية** في السلاسل البيبتيدية وبالخصوص تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال، **فتتغير حالته الأيونية** التي **تُفقده شكله المميز** ليعيق تثبيت مادة التفاعل وبالتالي يمنع حدوث التفاعل .

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com



إستغلال الوثيقة (9):

يمثل **الشكل (أ)** تغيرات سرعة التفاعل الأنزيمي بدلالة درجة حرارة الوسط، حيث نلاحظ:

- **عند درجة الحرارة 10°C:** سرعة التفاعل الأنزيمي منخفضة تقدر بـ 2.5 ملغ/ل/د.
- **من درجة الحرارة 10°C إلى 37°C:** تزايد سرعة التفاعل الأنزيمي.
- **عند درجة الحرارة 37°C:** تبلغ سرعة التفاعل الأنزيمي قيمة أعظمية تقدر بـ 34 ملغ/ل/د.
- **من درجة الحرارة 37°C إلى 60°C:** تناقص سرعة التفاعل الأنزيمي.
- **من درجة الحرارة 60°C إلى 70°C:** سرعة التفاعل الأنزيمي معدومة.

وهذا يدل على أن درجة الحرارة تؤثر على النشاط الأنزيمي.

الإستنتاج: يتأثر النشاط الأنزيمي **بدرجة حرارة الوسط**، حيث يكون **أعظميا** عند درجة حرارة محددة تدعى **بدرجة الحرارة المثلى** (في هذه الحالة درجة الحرارة المثلى = 37°C)، وكلما إبتعدنا عن هذه القيمة **ينخفض** النشاط الأنزيمي.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

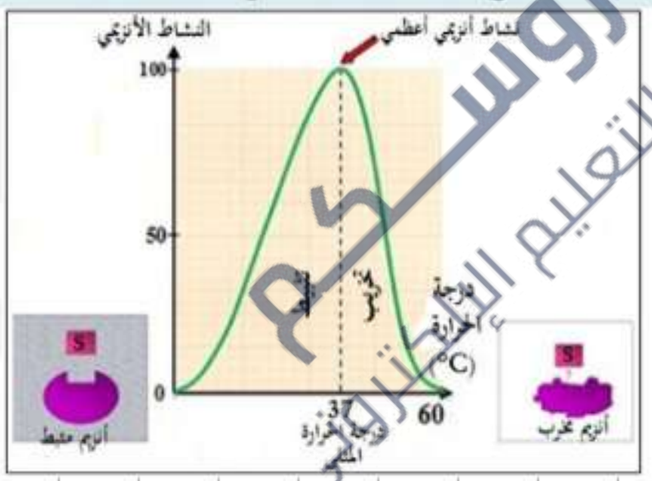
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

يمثل الشكل (ب) نمذجة تفاعل أنزيمي في درجات حرارة مختلفة، حيث نلاحظ:

- يتم النشاط الأنزيمي ضمن مجال محدد من درجة الحرارة بحيث:
  - تقل حركة الجزيئات بشكل كبير في درجات الحرارة المنخفضة، ويُصبح الأنزيم غير نشط.
  - تتخرب البروتينات في درجات الحرارة المرتفعة (أكبر من 40°C)، وتفقد نهائيًا بنيتها الفراغية المميزة وبالتالي تفقد وظيفة التحفيز.
- يبلغ التفاعل الأنزيمي سرعة أعظمية عند درجة حرارة مثلى، هي درجة حرارة الوسط الخلوي (37°C) عند الإنسان.

الإستنتاج: تؤثر درجات الحرارة المنخفضة على النشاط الأنزيمي **بتثبيطها للأنزيم (قلة حركة الجزيئات)**، بينما تؤثر درجات الحرارة المرتفعة **بتخريبها للأنزيم (فقدانه للبنية الفراغية الوظيفية)** مما يمنع حدوث التفاعل في الحالتين.



دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

ومنه:

- يتأثر النشاط الأنزيمي بدرجة pH الوسط، حيث تؤثر درجة الحموضة على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية في السلاسل الببتيدية وبالخصوص تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال، فتتغير حالته الأيونية التي تُفقده شكله المميز ليعيق تثبيت مادة التفاعل وبالتالي يمنع حدوث التفاعل .
- يتأثر النشاط الأنزيمي بدرجة حرارة الوسط، حيث تؤثر درجات الحرارة المنخفضة بتثبيطها للأنزيم (قلة حركة الجزيئات)، بينما تؤثر درجات الحرارة المرتفعة بتخريبها للأنزيم (فقدانه للبنية الفراغية الوظيفية) مما يمنع حدوث التفاعل في الحالتين.

ملاحظة: المفهوم الدقيق للأنزيم: الأنزيم وسيط حيوي (لا يُستهلك) من طبيعة بروتينية. يُسرع (يُحفز) التفاعل، يتميز بتأثيره النوعي تُجاه مادة التفاعل ونوع التفاعل، يعمل في شروط ملائمة مثلى من الـ pH والحرارة. (من بكالوريا 2018).

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

الخلاصة:

- الأنزيمات وسائط حيوية ضرورية، تتميز بتأثيرها النوعي تجاه مادة تفاعل (ركيزة) معينة ونوع التفاعل في شروط درجة حرارة مُلائمة للحياة.
- يرتكز التأثير النوعي المزدوج للأنزيم على تشكل معقد أنزيم– مادة التفاعل، تنشأ أثناء حدوثه روابط إنتقالية بين جزء من مادة التفاعل ومنطقة خاصة من الأنزيم تدعى الموقع الفعال.
- يحدث التكامل بين الموقع الفعال للأنزيم ومادة التفاعل عند إقتراب هذه الأخيرة التي تحفز الأنزيم لتغيير شكله الفراغي فيُصبح مُكملاً لشكل مادة التفاعل: إنه التكامل المحفز .
- إن تغير شكل الأنزيم يسمح بحدوث التفاعل لأن المجموعات الكيميائية الضرورية لحدوثه تُصبح في الموقع المناسب للتأثير على مادة التفاعل.
- تؤثر درجة حموضة الوسط على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية في السلاسل الببتيدية وبالخصوص تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال بحيث:
  - في الوسط الحامضي (pH الوسط أصغر من pHi) تُصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية موجبة.
  - في الوسط القاعدي (pH الوسط أكبر من pHi) تُصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية سالبة.
- يفقد الموقع الفعال شكله المميز، بتغير حالته الأيونية وهذا يعيق تثبيت مادة التفاعل وبالتالي يمنع حدوث التفاعل.
- لكل أنزيم درجة pH مُثلى، يكون نشاطه عندها أعظميًا.
- يتم النشاط الأنزيمي ضمن مجال محدد من درجة الحرارة بحيث:
  - تقل حركة الجزيئات بشكل كبير في درجات الحرارة المنخفضة، ويُصبح الأنزيم غير نشط.
  - تتخرب البروتينات في درجات الحرارة المرتفعة (أكبر من 40°C)، وتفقد نهائيًا بنيتها الفراغية المميزة وبالتالي تفقد وظيفة التحفيز.
- يبلغ التفاعل الأنزيمي سرعة أعظمية عند درجة حرارة مُثلى، هي درجة حرارة الوسط الخلوي (37°C) عند الإنسان.

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

التقويم:

- إشرح في نص علمي تأثير درجة الحموضة ودرجة الحرارة على النشاط الأنزيمي من خلال ماسبق ومعلوماتك.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

النص العلمي:

الأنزيمات وسائط حيوية تعمل في شروط محددة من درجة حموضة ودرجة حرارة، **فكيف تؤثر درجة الحموضة ودرجة الحرارة على النشاط الأنزيمي؟**

تأثير درجة الحموضة على النشاط الأنزيمي:

- تؤثر درجة حموضة الوسط على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية في السلاسل البيبتيدية وبالخصوص تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال بحيث:
  - في الوسط الحامضي (pH الوسط أصغر من pHi) تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية موجبة.
  - في الوسط القاعدي (pH الوسط أكبر من pHi) تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية سالبة.
- يفقد الموقع الفعال شكله المميز، بتغير حالته الأيونية وهذا يعيق تثبيت مادة التفاعل وبالتالي يمنع حدوث التفاعل.
- لكل أنزيم درجة pH مثلى، يكون نشاطه عندها أعظميًا.

تأثير درجة الحرارة على النشاط الأنزيمي:

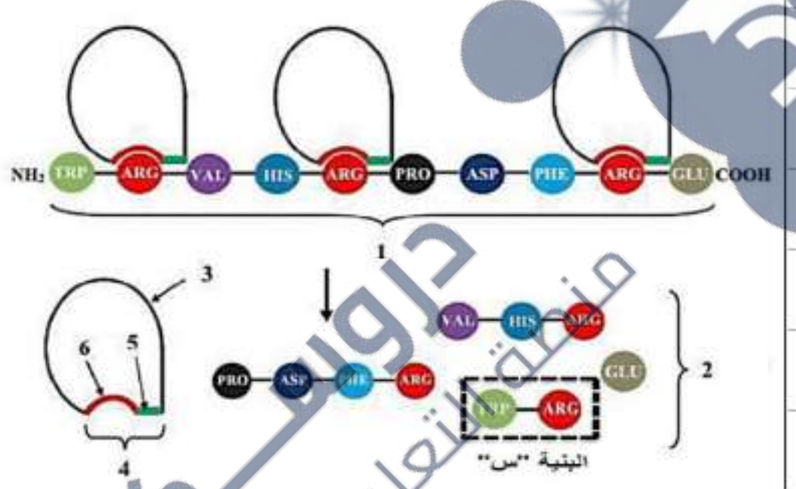
- يتم النشاط الأنزيمي ضمن مجال محدد من درجة الحرارة بحيث:
  - تقل حركة الجزيئات بشكل كبير في درجات الحرارة المنخفضة، ويصبح الأنزيم غير نشط.
  - تتخرب البروتينات في درجات الحرارة المرتفعة (أكبر من 40°C)، وتفقد نهائيًا بنيتها الفراغية المميزة وبالتالي تفقد وظيفة التحفيز.
- يبلغ التفاعل الأنزيمي سرعة أعظمية عند درجة حرارة مثلى، هي درجة حرارة الوسط الخلوي (37°C) عند الإنسان.

يتأثر النشاط الأنزيمي بدرجة الحموضة ودرجة الحرارة، حيث لكل أنزيم درجة حموضة ودرجة حرارة مثلى يكون فيها النشاط الأنزيمي أعظمي.

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني

تمارين استرجاع المعلومات في وحدة الإنزيمات

تتخصص بعض البروتينات بعد تركيبها وظيفيا في التحفيز الأنزيمي لتلعب دورا هاما على المستوى الخلوي والعضوي ، لإبراز بعض خصائص الأنزيمات نقترح عليك الوثيقة التالية والتي يمثل الشكل (أ) منها رسما تفسيريا لآلية عمل أنزيم التربسين الذي تنتجه البنكرياس ليعمل في الأمعاء الدقيقة بينما يمثل الشكل (ب) البنية الفراغية لأنزيم تربسين ببرنامج Rastop.



الشكل (أ)

ملاحظة: يعمل التربيسين في درجة حرارة تقدر ب37°م ودرجة حموضة ph=8

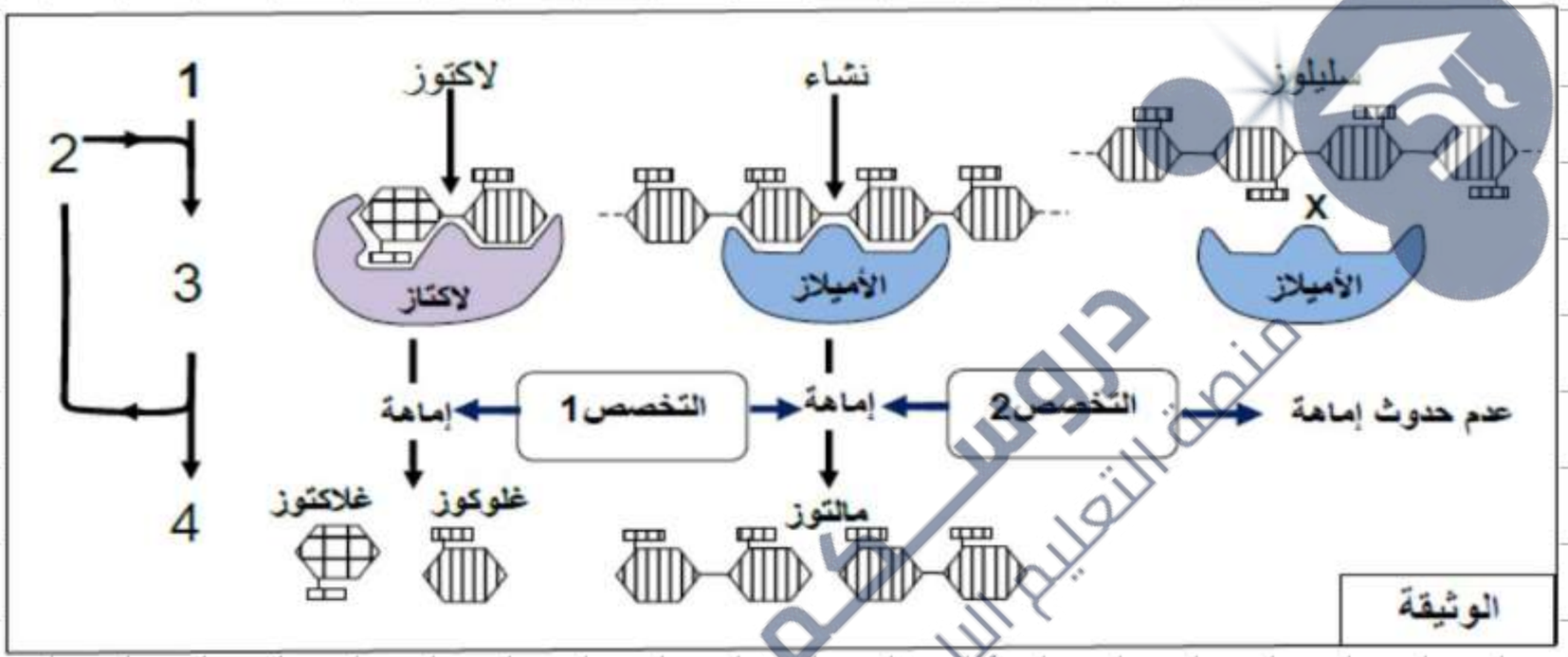
الشكل (ب)

الوثيقة

1- **تعرف** على البيانات المشار إليها بالأرقام ونوع التفاعل الأنزيمي الموضح في الوثيقة **مدعما** إجابتك بمعادلة ثم مثل الصيغة الكيميائية للبنية "س" من الشكل (أ) باستعمال الصيغة العامة للأحماض الأمينية.

2- باستغلالك للوثيقة ومكتسباتك **وضح** في نص علمي مفهوم الأنزيم ودور العنصرين 5 و6 من البنية 4 في التخصص المزدوج للأنزيم.

بعد تناول السكريات المعقد مثل النشاء، إماهة هذه الأخيرة إلى مغذيات (غلوكوز) على مستوى الجهاز الهضمي، يتطلب نشاط إنزيمي جد متخصص. تمثل الوثيقة 3 أمثلة مختلفة على التخصص الوظيفي للانزيمات.



1- **تعرف** على العناصر المشكلة للتفاعل الانزيمي والمشار إليها بالأرقام (1،2،3،4) ثم نوع كل من التخصص الانزيمي 1 و2.

2- انطلاقا من معطيات الوثيقة ومكتسباتك المعرفية ، **اشرح** في نص علمي خصائص الإنزيمات (هنا انزيمات الهضم) وشروط عملها.

- حلول تمارين استرجاع المعلومات في الإنزيمات-

1- البيانات:

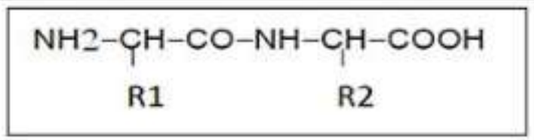
1- الركيزة (مادة تفاعل S) ، 2- نواتج ، 3- إنزيم E ، 4- الموقع الفعال للإنزيم ، 5- موقع التحفيز ، 6- موقع التثبيت.

نوع التفاعل: تفاعل تفكيك (إماهة).

معادلة التفاعل:

$$E + S \longrightarrow ES \longrightarrow E + P1 + P2$$

التمثيل الكيميائي لـ "س":



2- النص العلمي:

البروتينات متخصصة وظيفيا بشكل مزدوج ، تلعب دور وسائط حيوية تقوم بتسيير مختلف التفاعلات في العضوية ، فما مفهوم الإنزيم ، وما هو دور موقعي التثبيت والتحفيز من الموقع الفعال في التخصص الوظيفي المزدوج للإنزيم؟

العرض:

مفهوم الأنزيم: وسيط حيوي ذو طبيعة بروتينية يسرع التفاعل له تأثير نوعي مزدوج اتجاه الركيزة واتجاه نوع التفاعل ، لا يستهلك يتأثر بشروط الوسط (PH، درجة الحرارة).

دور موقع التثبيت في التخصص النوعي إتجاه مادة التفاعل:

- يسمح الموقع الفعال بتثبيت مادة تفاعل واحدة وكذا إجراء تفاعل واحد.
- يسمح تقابل المجموعات الكيميائية لمادة التفاعل والجذور الحرة للموقع الفعال بنشأة المعقد الأنزيمي الذي يرتكز عليه النشاط الأنزيمي.

إن هذا التقابل هو ما يفسر على المستوى الجزيئي تخصص نوعي للأنزيم تجاه الركيزة

دور موقع التحفيز في التخصص النوعي إتجاه نوع التفاعل:

تتكون من تتابع محدد لـ AA ، بوجود المعقد ES داخل الموقع الفعال للإنزيم يتم تنشيط التفاعل وتحول الركيزة إلى ناتج عن طريق نوع واحد من التفاعل (إماهة ، تركيب ، تحويل) وهذا ما يفسر امتلاك الأنزيم تخصص نوعي اتجاه نوع التفاعل.

الخاتمة: للإنزيم تخصص وظيفي مزدوج تجاه مادة ونوع التفاعل بفضل الأحماض الأمينية للتثبيت والتحفيز المتواجدة في موقعه الفعال.

- التعرف على العناصر المشكلة للتفاعل الأنزيمي:

1- الركيزة S ،2- أنزيم E، 3- معقد أنزيمي ES ، 4- ناتج التفاعل P.

تحديد نوع كل من التخصص 1 و2:

التخصص1: **تخصص نوعي إتجاه نوع التفاعل الكيميائي** (أنزيم الأميلاز يحفز تفاعل إماهة النشاء إلى مالتوز، أما اللاكتاز يحفز إماهة اللاكتوز إلى غلاكتوز+غلوكوز.)

التخصص 2: **تخصص نوعي إتجاه مادة التفاعل**(الأميلاز يتكامل بنيويا فقط مع النشاء في الموقع الفعال، أما في حالة اللاكتوز يلاحظ عدم تشكل معقد ES لغياب التكامل البنيوي بين اللاكتاز والموقع الفعال لأنزيم الأميلاز)

2- النص العلمي:

مقدمة: يعتمد الإنسان في غذاءه على سكريات معقدة مثل النشاء، فأثناء عملية الهضم تعمل الأنزيمات على إماهة السكريات المعقدة إلى مغذيات مثل غلوكوز لكي تُمتص على مستوى الأمعاء.

ماهي خصائص الأنزيمات الهاضمة وما شروط عملها؟

العرض:

يعمل أنزيم الأميلاز على إماهة النشاء (سكر معقد) إلى غلوكوز أثناء عملية الهضم ، فالأميلاز يحفز هذا التحويل في شروط محددة من Ph ودرجة الحرارة فالأنزيمات محفزات حيوية.

- يملك الأنزيم موقعا فعالا مسؤولا عن تخصصه الوظيفي يتكون من:
- منطقة التعرف (AA للتثبيت) : تُعرف بتتابع محدد من AA ، تتكامل بنيويا مع الركيزة وتثبتها في الموقع الفعال.
- منطقة التحفيز (AA للتحفيز): تتكون من تتابع محدد لـ AA ، تنشط التفاعل وتحول الركيزة إلى ناتج وهذا ما يفسر امتلاك الأنزيم تخصص نوعي اتجاه نوع التفاعل.
- يتم التفاعل (التحفيز الأنزيمي) على خطوات:
- تشكل معقد ES على مستوى الموقع الفعال ثم التأثير على الركيزة(تنشيط التفاعل) للحصول على النواتج P وتحرير E (لا يستهلك أثناء التفاعل).

شروط عملها:

- درجة الحرارة: يبلغ التفاعل الأنزيمي سرعة أعظمية عند درجة حرارة مثلى تقدر بـ 37 م عند الانسان.
- درجة Ph: تؤثر حموضة الوسط على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة لـ AA خاصة الموجودة على مستوى الموقع الفعال، ولكل أنزيم قيمة PH مثلى.
- تركيز مادة التفاعل أو الأنزيم.
- خلو الوسط من مواد مؤثرة على نشاط الأنزيم.
- سلامة الموقع الفعال (غياب الطفرات).

الخاتمة:

الأنزيمات وسائط حيوية تتميز بتأثيرها النوعي اتجاه مادة التفاعل (ركيزة) في شروط درجة حرارة ملائمة للحياة.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

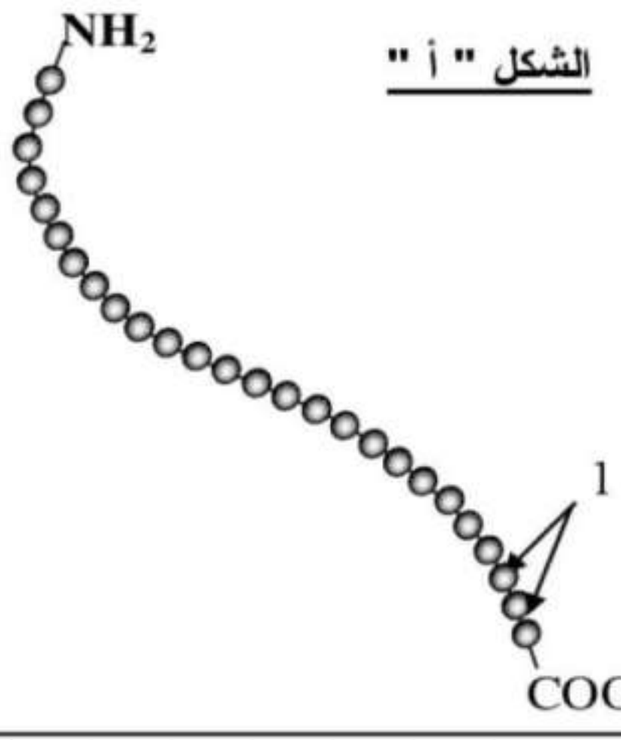
التمرين الأول:

تقسم البنية الفراغية للبروتينات إلى أربعة مستويات بنيوية متدرجة في تعقيدها لتستقر في الأخير على مستوى بنائي.

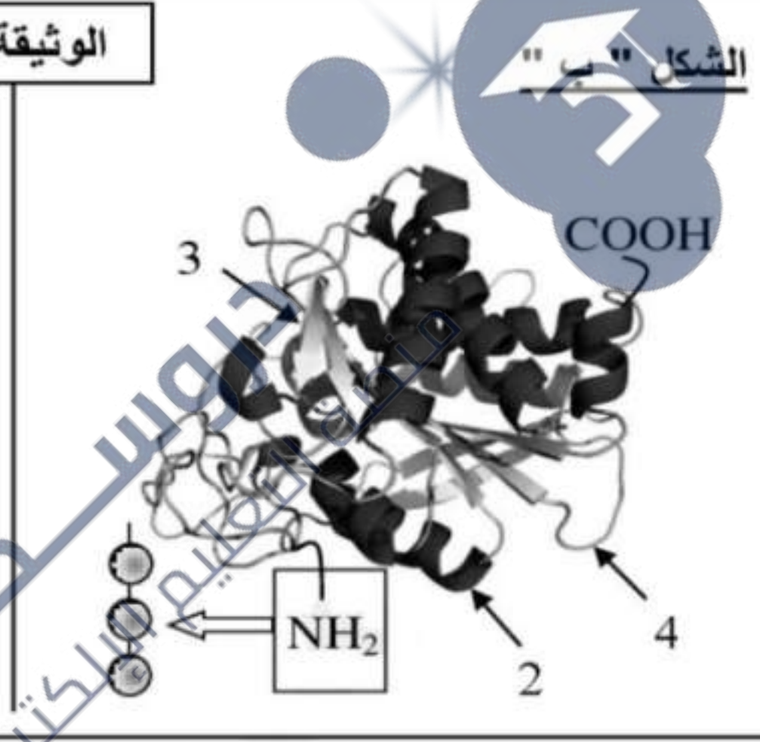
لتوضيح ذلك نعرض عليك الوثيقة التالية التي تمثل نوعين مختلفين من هذه المستويات.

الوثيقة (1)

الشكل " أ "



الشكل " ب "



1- **سم** البيانات المرقمة ثم **حدد** مستوى البنية الفراغية الموضحة في الشكل " ب " من الوثيقة.

2- مستندا على الوثيقة ومعارفك المكتسبة **لخص في نص علمي** كيف الانتقال من المستوى البنائي للشكل " أ " إلى المستوى البنائي للشكل " ب " **وعلاقة** ذلك بنشاط البروتين.

التمرين الأول:

1- تسمية البيانات:

1- أحماض أمينية ،2- بنية ثانوية حلزونية α ، 3- بنية ثانوية ورقية β ،4- منطقة انعطاف.

المستوى البنائي: بنية ثالثية.

النص العلمي:

المقدمة:

بعد انتهاء عملية الترجمة يكتسب البروتين بنية فراغية وظيفية محددة بانتقاله من المستوى البنائي الأولي إلى الثالثي ،فكيف يتم هذا الانتقال وما علاقته بنشاط البروتين.

العرض : تكتسب البروتينات بنيتها الفراغية ثلاثية الأبعاد انطلاقا من :

* **البنية الأولية**: هي تتابع الأحماض الأمينية المرتبطة فيما بينها **بروابط ببتيدية (تكافؤية قوية)** فقط لتكوين سلسلة ببيتيدية.

* **البنية الثانوية**: هي التفاف (إنطواء) السلسلة البيبتيدية ذات البنية الأولية في مناطق محددة و ذلك بتشكيل **روابط هيدروجينية (لا تكافؤية ضعيفة)** بين (CO- و NH-)، نميز في هذه البنية نوعين:

- **البنية الثانوية الحلزونية α** : التفاف السلسلة الببتيدية في شكل حلزوني

- **البنية الثانوية الورقية β** : انطواء السلسلة الببتيدية على شكل وريقات مطوية.

* **البنية الثالثية**: هي انطواء السلسلة الببتيدية ذات البنية الثانوية (الحلزونية α فقط أو الوريقية β أو كليهما) على مستوى المناطق البينية لهذا تدعى هذه الأخيرة **بمناطق الإنعطاف**، تحافظ البنية الثالثية على استقرارها بوجود **أربعة** أنواع من الروابط و هي:

- **الروابط الهيدروجينية (لا تكافؤية ضعيفة)**: تنشأ بين الوظائف الكيميائية لجذور الأحماض الأمينية.

-**الروابط الشاردية (لا تكافؤية ضعيفة)**: تنشأ بين المجموعات الكيميائية السالبة و الموجبة في جذور الأحماض الأمينية المتأينة.

- **الروابط الكارهة للماء (لا تكافؤية ضعيفة)**: تنشأ بين الجذور الكارهة للماء للأحماض الأمينية.

- **الروابط (الجسور) ثنائية الكبريت (تكافؤية قوية)**: تنشأ بين جذرين لحمضين أمينيين من نوع سيستينين (Cys).

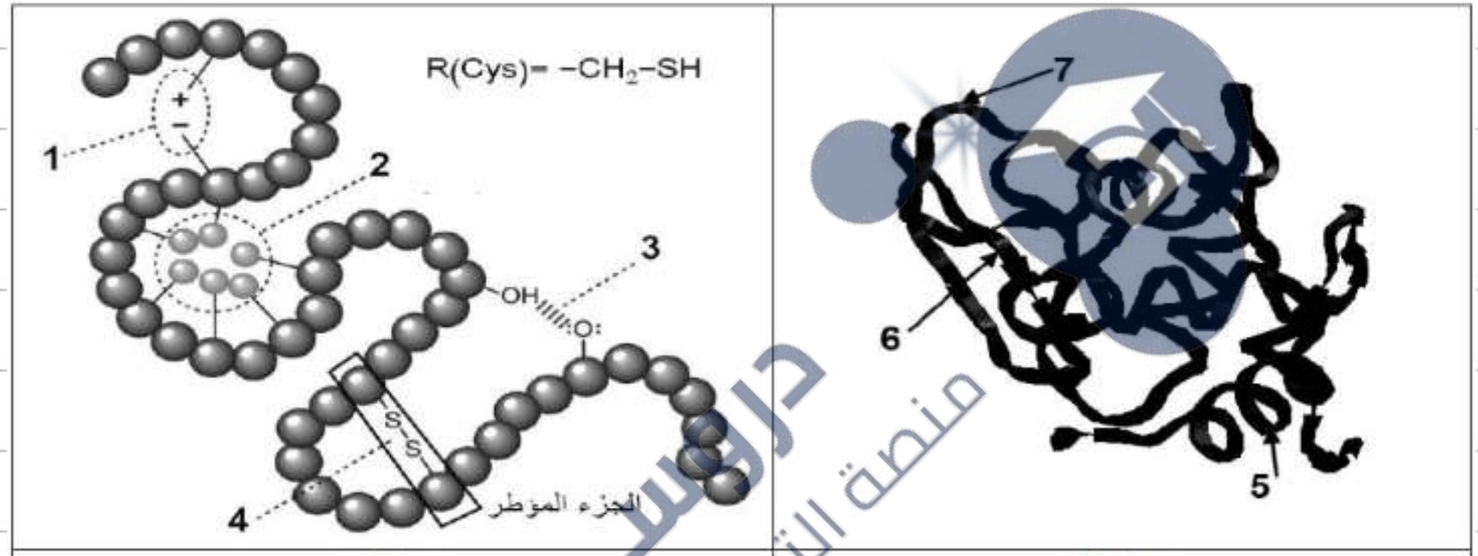
- تسمح البنية الثالثية بإعطاء تخصص محدد للبروتين تؤهله للقيام بوظيفته وإن أي خلل لترتيب الأحماض الأمينية يؤدي إلى فقدان الوظيفة.

الخاتمة:

المستويات البنيوية للبروتين تبتدئ من مستوى أولي ثم ثانوي ثم ثالثي الذي يسمح بتخصص وظيفي له.

التمرين الثاني:

يتوقف التخصص الوظيفي للبروتين على ثبات بنيته الفراغية ، تهدف الدراسة الموالية إلى معرفة كيفية اكتساب البروتين لبنيته الوظيفية . يمثل الشكل (أ) للوثيقة التالية البنية الفراغية لبروتين مكون من سلسلة ببتيدية تم الحصول عليها باستعمال مبرمج راستوب بينما الشكل (ب) عبارة عن جزء توضيحي لها.



الشكل(ب)	الشكل(أ)
جذور بعض الأحماض المكونة للبروتين السابق:	
$R1= -CH_2-CO-NH_2$ $R2= -(CH_2)_4-NH_2$ $R3= -CH_2-COOH$	
الوثيقة	

1- **تعرف** على البنيات المرقمة من 1 إلى 7 وكذا **أنواع** الأحماض ذات الجذور (R3,R2,R1) ثم **اكتب** الصيغة الكيميائية للجزء المؤطر من الشكل (ب) ذاكرا أهمية العنصر4 في البناء الفراغي لبروتين الشكل (ب).

2- انطلاقا من معارفك والوثيقة، **اشرح** في نص علمي أهمية البناء الخطي للبروتين في اكسابه بنية فراغية وظيفية مبرزا أثر المعلومات الوراثية في ذلك.

التمرين الثاني:

1- البيانات:

1- رابطة شاردية (أيونية) ، 2- رابطة كارهة للماء ، 3- رابطة هيدروجينية ، 4- رابطة كبريتية ،5- منطقة انعطاف ،6- بنية ورقية β ، 7- بنية حلزونية α .

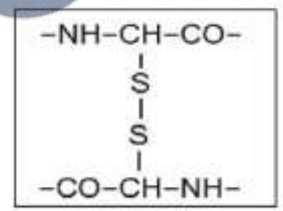
- كتابة أنواع الأحماض الأمينية :

R1: حمض أميني متعادل.

R2: حمض أميني قاعدي.

R3: حمض أميني حامضي.

- كتابة الصيغة الكيميائية :



أهمية الرابطة الكبريتية: تحافظ على تماسك واستقرار البنية الفراغية للبروتين.

النص العلمي:

المقدمة:

يتكون كل بروتين من سلسلة ببتيدية مميزة بثلاث متغيرات والمتمثلة في عدد ونوع وترتيب الأحماض الأمينية الداخلة في تركيب البروتين، تشكل بنيته الأولية المحددة لبنيته الفراغية وبالتالي وظيفته. فكيف تعمل البنية الأولية للبروتين على تحديد بنيته الفراغية ؟

العرض:

إن عدد ، نوع ، ترتيب الـ AA في السلسلة الببتيدية للبروتين دقيق جدا فهي محددة بمعلومة وراثية بمعلومة وراثية من أجل تركيب بروتين ذو بنية فراغية وظيفية ، حيث أن هذه الأحماض الأمينية مسؤولة أن تشكيل روابط البناء الفراغي أثناء اكتساب البروتين لبنية فراغية وظيفية ، حيث يضمن عدد الـ AA حجم البروتين في حين يسمح نوعها بتحديد نوع الروابط الناشئة في البنية الفراغية بينما يؤمن ترتيبها مكان تواجد هذه الروابط في البنية الفراغية للبروتين ما يؤكد بشكل كبير أن عدد ونوع وترتيب الـ AA في البنية الأولية هو المسؤول المباشر عن البنية الفراغية للبروتين إذ يؤدي اختلاف في هذه المتغيرات الثلاثة إلى اختلاف البنية الفراغية ثم الوظيفة بالإضافة إلى أن البنية الفراغية تتحكم فيها روابط كيميائية (شاردية ، هيدروجينية ، كارهة للماء، كبريتية) تنشأ بين

جذور الـ AA تحافظ على ثبات واستقرار البنية الفراغية وبالتالي الوظيفة، تكون هذه الروابط متموضعة بطريقة دقيقة في السلسلة الببتيدية حسب الرسالة الوراثية.

- إن حدوث طفرة في المورثة ينجم عنها تغير في عدد،نوع،ترتيب الـ AA في البروتين وبالتالي بنية فراغية غير وظيفية.

الخاتمة:

ترتبط بنية البرويتن الأولية ارتباطا وثيقا بوظيفته إذ تعتبر مصدر البنية الفراغية المحددة للوظيفة.

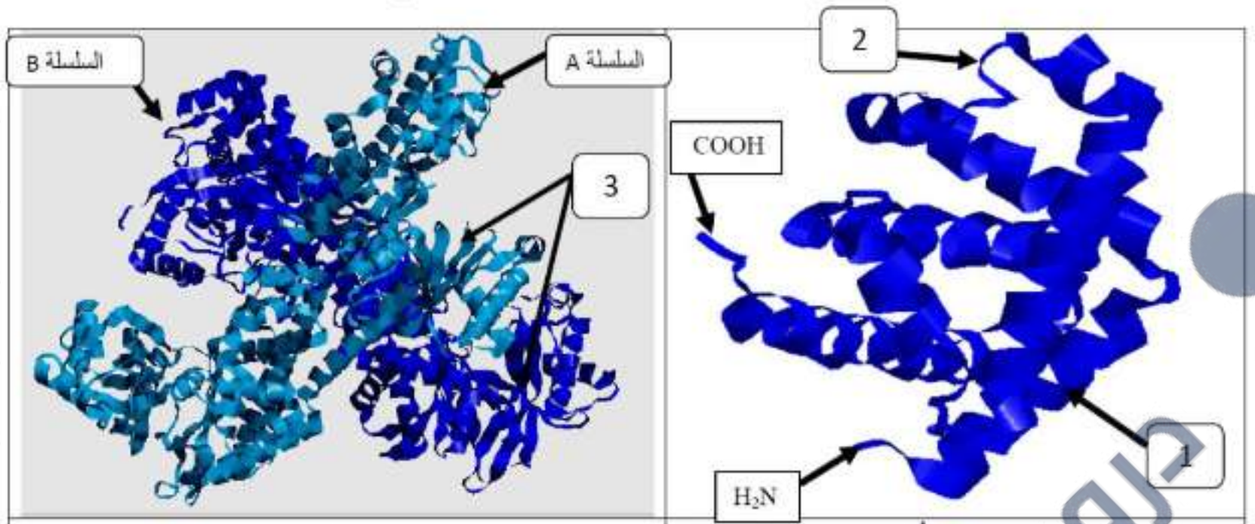
منصة التعليم الإلكتروني

التمرين الثالث:

تأخذ البروتينات بعد تركيبها بنيات فراغية معقدة تكسبها وظيفة محددة .لدراسة العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين نقترح عليك الوثيقة التالية حيث:

الشكل (أ) من الوثيقة يمثل البنية الفراغية للبروتينين (أ و ب) تم الحصول عليها باستعمال برنامج راستوب.

بينما جدول الشكل (ب) من نفس الوثيقة يقدم معطيات لبعض الأحماض الأمينية الداخلة في تركيب البروتين (أ و ب).



بروتين (ب) بروتين (أ)

الشكل (أ)

رقم	1	2	3	4
الحمض الأميني	ليزين Lys	حمض الأسبارتيك Asp	فالين Val	سستين Cys
نقطة التعادل الكهربائي: pHi	9.74	3.22	5.96	5.06
الكتلة المولية للأحماض الأمينية (g/mol)	146	133	117	121
الصيغة الكيميائية للجذر R–	$-(CH_2)_4-NH_2$	$-CH_2-COOH$	$-CH(CH_3)_2$	$-CH_2-SH$

جدول الشكل (ب)

الوثيقة

1- سم البيانات المرقمة من (1 إلى 3) للبروتينين (أ وب) في الشكل (أ) من الوثيقة ، محددا مستواها البنيوي مع التعليل ، ثم صَنِّفْ الأحماض الأمينية المحللة بجدول الشكل (ب) من نفس الوثيقة ،واكتب الصيغة الكيميائية لناتج وفق الترتيب (1-2-4-3) ،ثم جِدْ وزنه الجزيئي وشحنته عند PH=1.

2- وضح في نص علمي دور الأحماض الأمينية في استقرار البنية الفراغية الوظيفية للبروتين من معطيات الوثيقة ومكتسباتك.

التمرين الثالث:

البيانات:

1- بنية ثانوية α ، 2- منطقة الانعطاف ، 3- بنية ثانوية β.

المستوى البنيوي للبروتين مع التعليل:

البروتين (أ): بنية ثالثية.

التعليل: وجود سلسلة ببتيدية واحدة بها بنيات ثانوية حلزونية وورقية ومناطق الانعطاف.

البروتين (ب): بنية رابعية

التعليل: وجود تحت وحدتين A وB كل تحت وحدة ذات بنية ثالثية .

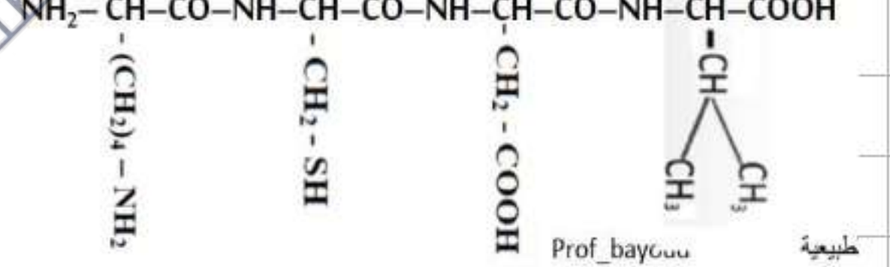
تصنيف الأحماض الأمينية:

Cys +Val هي أحماض أمينية متعادلة.

Lys حمض أميني قاعدي.

Asp حمض أميني حامضي.

الصيغة الكيميائية لناتج ارتباط الأحماض الأمينية :



طبيعية Prof_bayoud

إيجاد الوزن الجزيئي لرباعي الببتيد:

ارتباط الأحماض الأمينية الأربعة بروابط ببتيدية مع تحرير 3 جزيئات ماء.

الوزن الجزيئي لرباعي الببتيد هو مجموع الكتل المولية للوحدات البنائية مع طرح الوزن الجزيئي للماء.

(146+136+117+121)- 3(18) = 517- 54 = 463 g /mol

شحنة رباعي الببتيد: عند PH=1 وسط جد حامضي .

يسلك الببتيد سلوك القاعدة فيكتسب بروتينات +H: فتتأين الوظيفة الأمينية الحرة 1 والوظيفة الأمينية لجذر Lys.

النص العلمي:

المقدمة:

تتحكم المعلومة الوراثية المحددة في تركيب بروتين محدد المشكل أساسا من مجموعة أحماض أمينية محددة تكسبه بنية فراغية وظيفية ، فكيف تتدخل الأحماض الأمينية في استقرار البنية الفراغية الوظيفية للبروتين؟

العرض:

وفق آليتي النسخ والترجمة يتم التعبير المورثي لجزيئة ADN المحددة فنحصل على جزيئة بروتينية تضم عدد ونوع وترتيب محدد من الأحماض الأمينية مترابطة بروابط ببتيدية .

من خصائص الأحماض الأمينية نجد أنها تملك صيغة كيميائية عامة بها جزء ثابت وجزء متغير R.

يتم على أساس السلسلة الجانبية R تصنيف الأحماض الأمينية منها:

AA متعادلة تسمح بنشأة روابط كارهة للماء . أو روابط هيدروجينية أو جسور كبريتية.

حسب درجة حموضة الوسط مصدر للخاصية الأمفوتيرية تسمح بنشأة روابط شاردية.

-تأخذ البروتينات بنيات فراغية أكثر تعقيدا نتيجة نشأة الروابط الكيميائية (الهيدروجينية، الكارهة للماء،الشاردية والجسور الكبريتية) بين المجموعات الكيميائية للسلاسل الجانبية لل AA المحددة والمتوضعة بطريقة دقيقة ضمن السلسلة أو السلاسل الببتيدية حسب المعلومة الوراثية.

تسمح بالكشف عن المناطق النشطة للبروتينات ومنه تساهم هذه الروابط في استقرار البنية الفراغية الطبيعية للبروتين ،ومنه اكتساب وظيفة متخصصة.

فللأحماض الأمينية دور مهم في استقرار البنية الفراغية الوظيفية للروتين .

أي تغير يمس الأحماض الأمينية دور مهم في استقرار البنية الفراغية الطبيعية للبروتين ،ومنه اكتساب البنية الفراغية الوظيفية للبروتين.

أي تغير يمس الأحماض الأمينية المحددة الداخلة في تركيب البروتين (من حيث النوع والعدد والترتيب) سيؤدي إلى إفقاده لبنيته الفراغية الطبيعية ومنه فقدان الوظيفة .

الخاتمة:

تتوقف البنية الفراغية الوظيفية للبروتين على الأحماض الأمينية المحددة (عدد ونوع وترتيب) وكذا على الروابط الكيميائية التي تنشأ بين المجموعات الكيميائية للسلاسل الجانبية لل AA حسب المعلومة الوراثية.

منصة التعليم الالكتروني

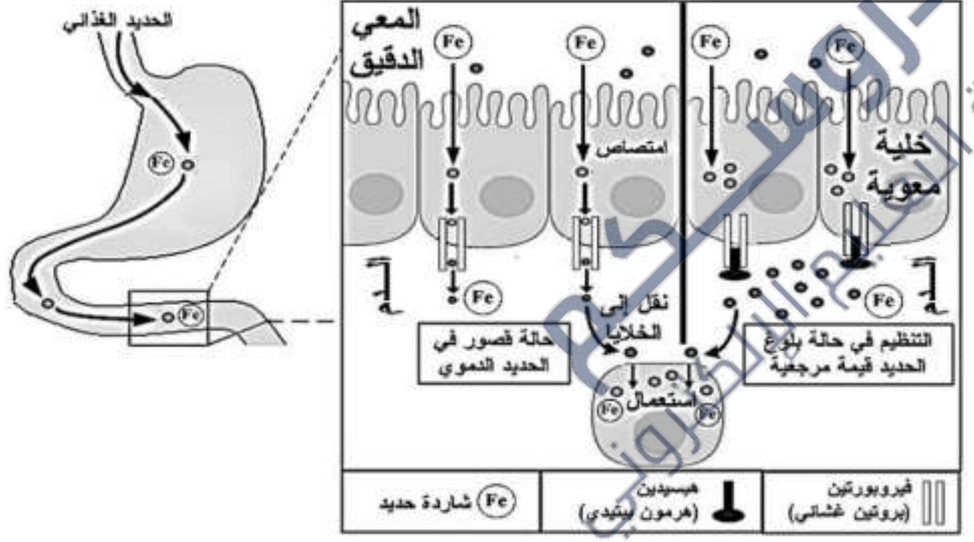
تتوقف سلامة العضوية على النشاط الطبيعي لخلاياها الحية التي تركب جزيئات بروتينية تخصصها الوظيفي تحدده ببنيتها الفراغية.

لإبراز العلاقة بين بنية البروتين وتخصصه الوظيفي تقترح الدراسة التالية:

الجزء الأول:

الاصطباغ الدموي (Haemochromatosis) مرض وراثي يتسبب في اختلالات وظيفية في العضوية ناتجة عن تراكم عنصر الحديد (Fe) داخل الخلايا حين يرتفع تركيزه في الدم عن القيمة المرجعية .

- تمثل الوثيقة (1) آلية امتصاص ونقل وتنظيم الحديد في العضوية.



الوثيقة (1)

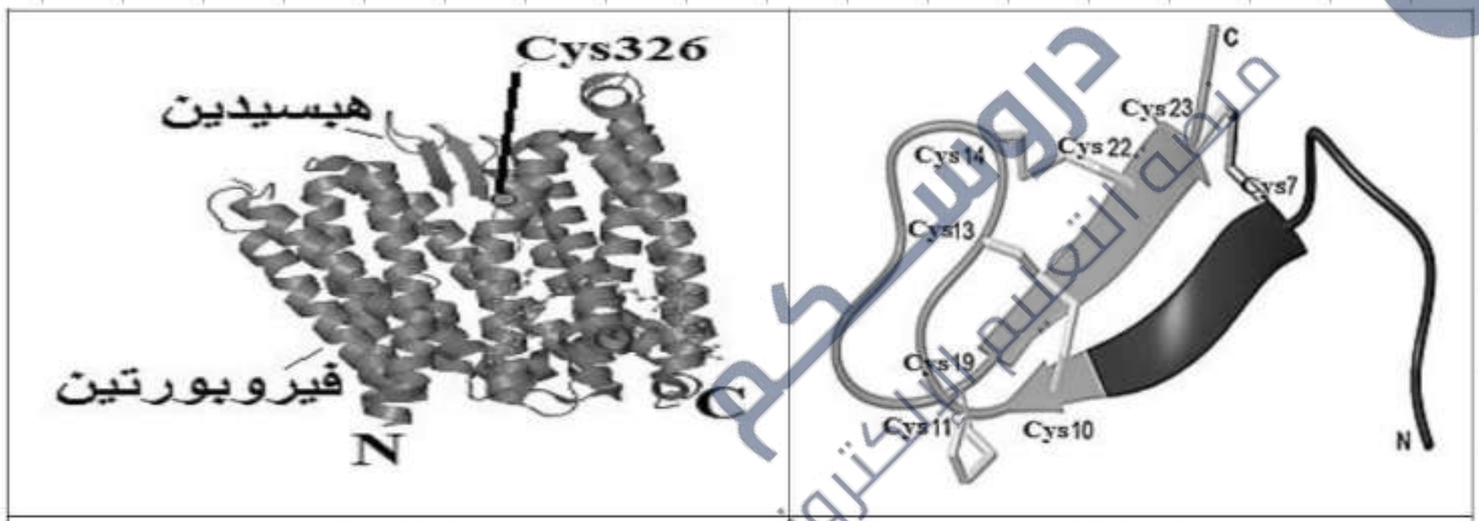
- باستغلالك للوثيقة (1)، **اقترح** فرضيتين تفسر بهما سبب الإصابة بمرض الاصطباغ الدموي.

الجزء الثاني:

لتفسير الإصابة بمرض الاصطباغ الدموي ، تقترح عليك الوثيقتين (2) و(3) حيث:

- تمثل الوثيقة (2) البنية الفراغية المأخوذة عن مبرمج محاكاة راستوب ، لبروتين "هبسيدين " في الشكل (أ) ولبروتين " فيروبوتين " مرتبط بالهبسيدين في الشكل (ب).

- توضح الوثيقة (3) جزء من السلسلة غير المستنسخة للأليل SLC40A1 الذي يشفر لتركيب بروتين " فيروبورتين " عند شخص سليم وعند شخص مصاب بالاصطباغ الدموي ، وكذا جزء من جدول الشفرة الوراثية.



الشكل(ب) الشكل(أ)

الوثيقة (2)

<u>ملاحظة:</u> يرتبط الهبسيدين بالفيروبورتين بواسطة الحمض الأميني Cys7من جزئه الداكن في جهة النهاية N

- الأليل SLC40A1 عند شخص سليم:

... ATG ACT GTC CTG GGC TTT GAC TGC ATC ACC ACA ....

- الأليل SLC40A1 عند شخص مصاب بالاصطباغ الدموي:

... ATG ACT GTC CTG GGC TTT GAC TAC ATC ACC ACA ....

.... 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 ....

الرامزات	GUC	ACU ACC ACA	CUG	UAC	GAC	UGC	UUU	AUC	AUG	GGC
الحمض الأميني	Val	Thr	Leu	Tyr	Asp	Cys	Phe	Ile	Met	Gly

الوثيقة (3)

- **ناقش** باستغلالك للوثيقتين (2) و(3) ، صحة إحدى الفرضيتين المقترحتين.

الجزء الثالث:

لخص في مخطط بناء على ما سبق ومكتسباتك سبب الإصابة بالاصطباغ الدموي وعلاقته ببنية البروتين وتخصصه الوظيفي.

منصة التعليم الإلكتروني

الجزء الأول:

<u>استغلال الوثيقة + اقتراح فرضيتين تفسيريتين لسبب الإصابة بالمرض:</u>

<u>استغلال الوثيقة:</u>

تمثل الوثيقة (1) آلية امتصاص ونقل وتنظيم الحديد في العضوية حيث نلاحظ:

في حالة قصور في الحديد الدموي تدخل شاردة الحديد المتواجدة في المعي الدقيق إلى الخلية المعوية وبوجود بروتين غشائي (فيروبورتين) على سطحها يتم نقل شاردة إلى الدم ثم إلى الخلايا لتستعملها في وظائفها الحيوية.

التنظيم في حالة بلوغ الحديد قيمة مرجعية: يتم نفاذية شاردة الحديد إلى داخل الخلية المعوية ويكون تركيز شاردة الحديد مرتفع في الدم ليتدخل بروتين الهبستدين ويرتبط بالفيروبورتين فيمنع انتقاله من الخلية المعوية إلى الدم إلى حين استعمال الفائض من الحديد المتواجد من طرف الخلايا.

الاستنتاج: يتدخل بروتين الفيروبورتين والهبستدين لنقل وتنظيم الحديد في العضوية.

الفرضيتان التفسيريتان:

حدوث طفرة في بروتين الهبستدين لا تسمح بمراقبة تنظيم تركيز الغلوكوز في الدم عند ارتفاعه وبالتالي استمرار دخوله وتراكمه في الخلايا يسبب مرض الاصطباغ الدموي.

طفرة في بروتين الفيروبورتين تسمح بنقل الحديد إلى الدم وعدم تثبيت الهبستدين على مستواه ينتج عنه دخول مستمر للحديد إلى الخلايا وتراكمه يسبب مرض الاصطباغ الدموي.

<u>الجزء الثاني:</u>

<u>استغلال الوثيقتين (2) و(3) + مناقشة صحة الفرضيتين:</u>

<u>الشكل (أ) للوثيقة (2):</u> يمثل البنية الفراغية للهبستيدين حيث نلاحظ:

سلسلة ببتيدية واحد تبدأ بـ N وتنتهي بـ C يتكون من بنية ثانوية ورقية β ومناطق انعطاف يحافظ على استقرار بنيته الفراغية 4 جسور كبريتية بين جذور Cys.

الاستنتاج: بنية الهبستدين الفراغية ثالثية.

منصة التعليم الإلكتروني

الجزء الثاني:

استغلال الوثيقتين (2) و(3) + مناقشة صحة الفرضيتين:

الشكل (أ) للوثيقة (2): يمثل البنية الفراغية للهبستيدين حيث نلاحظ:

سلسلة ببتيدية واحد تبدأ بـ N وتنتهي بـ C يتكون من بنية ثانوية ورقية β ومناطق انعطاف يحافظ على استقرار بنيته الفراغية 4 جسور كبريتية بين جذور Cys.

الاستنتاج: بنية الهبستدين الفراغية ثالثية.

الشكل (ب) للوثيقة (2): يمثل البنية الفراغية لبروتين الفيروبورتين مرتبط بالهبستدين حيث نلاحظ أن :

الفيروبورتين عبارة عن سلسلة ببتيدية واحدة تبدأ بـ N وتنتهي بـ C تتكون من بنيات ثانوية حلزونية α ومناطق انعطاف يرتبط بها الهبستدين في الحمض الأميني Cys 326.

الاستنتاج: تضم بنية الفيروبورتين الثالثية موقعا لتثبيت الهبستدين .

استغلال الوثيقة (3): الذي يمثل جزء من السلسلة غير المستنسخة للأليل SLC40A1 الذي يشفر لتركيب بروتين " فيروبورتين " عند شخص سليم وعند شخص مصاب بالاصطباغ الدموي حيث نلاحظ:

الـ ARNm لمورثة الأليل SLC40A1 عند الشخص السليم :

.....AUG ACU GUC CUG GGC UUU GAC UGC AUC ACC ACA.....

تتابع الأحماض الأمينية الموافقة لها:

....Met - Thr - Val - Leu – Gly – Phe – Asp – **Cys** – Ile – Thr – Thr.....

الـ ARNm لمورثة الأليل SLC40A1 عند الشخص المصاب بالمرض :

.....AUG ACU GUC CUG GGC UUU GAC UAC AUC ACC ACA.....

تتابع الأحماض الأمينية الموافقة لها:

....Met - Thr - Val - Leu – Gly – Phe – Asp – **Tyr**– Ile – Thr – Thr.....

تماثل قطعتي الـ ADN للأليل SLC40A1 عند الشخص السليم والمصاب ما عدا في الثلاثية (TGC) 326 حيث تم استبدال النيكليوتيدة G بـ A لتصبح الثلاثية TAC أدى إلى تغير الحمض الأميني من Cys إلى Tyr عند المصاب بالمرض.

الاستنتاج: سبب المرض هو حدوث طفرة استبدال في المورثة المسؤولة عن تشفير بروتين الفيروبورتين .

دروسكم للتعليم الإلكتروني

الربط لمناقشة صحة الفرضيتين:

إن لبروتين الفيروبورتين بنية ثالثية كما للهبستدين نفس البنية.

عند الشخص السليم يتشكل جسر ثنائي الكبريت بين الهبستدين والفيروبورتين على مستوى Cys 326 تسمح بارتباطه وتؤدي إلى منع تدفق الحديد إلى الدم إلى أن يتم استهلاكه من طرف خلايا العضوية وانخفاضه في الدم .

عند الشخص المصاب حدوث طفرة استبدال Cys ب Tyr في الموضع 326 يمنع ارتباط الهبستدين بالفيروبورتين لغياب الجسر الكبريتي يؤدي إلى إستمرار نقل الحديد إلى الدم وبالتالي يستمر دخوله إلى الخلايا فيتراكم ويسبب ظهور المرض.

مما سبق فإن الفرضية (2) صحيحة وننفي صحة الفرضية (1).

الجزء الثالث:

مخطط لسبب الاصابة بالاصطباغ الدموي وعلاقته ببنية البروتين وتخصصه الوظيفي:

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني