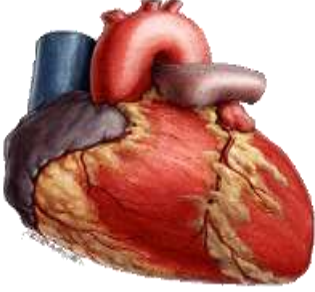
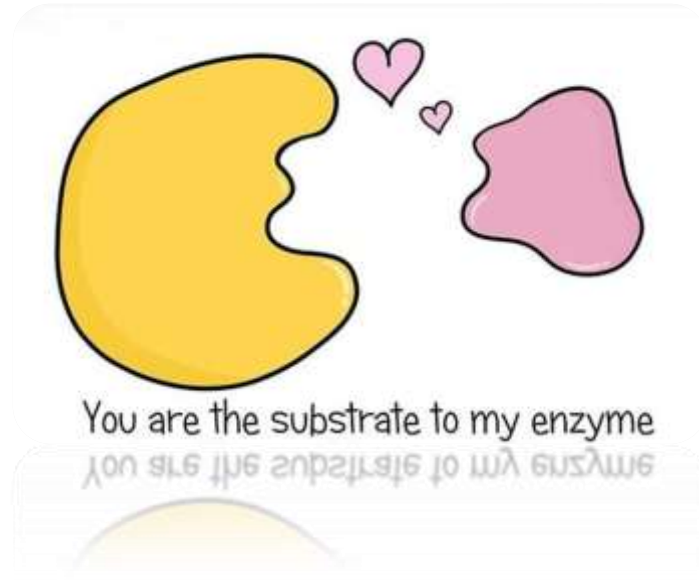


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مادة : العلوم الطبيعية



دروس الوحدة التعليمية الثالثة
دور البروتينات في التحفيز الانزيمي



الأستاذة : جوهري وسام

المستوى: 3 علوم تجريبية

الوحدة 03 : دور البروتينات في التحفيز الأنزيمي

التذكير بالمكتسبات:

بهدف استرجاع مكتسباتك حول دور الانزيمات الهاضمة وبعض خصائص الانزيم اليك المعطيات التالية:

- الشكل (ا) يوضح الجدول الموالي الانزيمات الهاضمة و دورها.

- الشكل (ب) من نفس الوثيقة فيُمثل جدول لنتائج تجريبية تُبين بعض خصائص الأنزيمات.



رقم التجربة	الشروط التجريبية	النتائج
1	الإمالة 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	إمالة 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 إسبدال النشاء بزلال البيض	لا يتحلل زلال البيض

تمثل الشكل أ..... حيث نلاحظ :

النشاء يتفكك الى مالتوز بواسطة الأميلاز اللعابي

البروتين يتفكك الى (متعددات الببتيد) ، احماض امينية بواسطة البروتياز
الدهن يتفكك الى أحماض دسمة و جليسيرول بواسطة الليباز المعى الدقيق

الاستنتاج:

يتم تبسيط المواد المركبة الى مواد بسيطة بواسطة عملية الهضم و ذلك بتدخل انزيمات نوعية

يمثل الشكل ب حيث نلاحظ :

في التجربة 1

في التجربة 2

من مقارنة (2 مع 1) يعمل الانزيم على تسريع التفاعل

من مقارنة التجريبتين (2 و 3) : تعمل الانزيمات في درجة حرارة مناسبة. تتخرب في درجة الحرارة العالية

.....

من مقارنة التجريبتين (2 و 4) : تعمل الانزيمات في درجة حرارة مناسبة. تثبط في درجة الحرارة المنخفضة

من مقارنة التجربة 2 و 5 : لكل انزيم مادة تفاعل (ركيزة) نوعية

من مقارنة التجربة 2 و 6 : تعمل الانزيمات في pH مناسب.

الاستنتاج :

الانزيمات وسائط حيوية بروتينات تسرع التفاعل تعمل في درجة حرارة و PH مناسبة

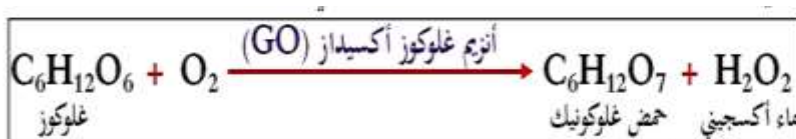
نوعية اتجاه مادة التفاعل

المشكل : فيما تتمثل العلاقة بين بنية ووظيفة الانزيم ؟

مفهوم الأنزيم :

ينشط انزيم الغلوكوز أوكسيداز GO الأكسدة الهوائية للغلوكوز و التي ينتج عنها

حمض الغلوكونيك و الماء الأوكسيجيني وفق المعادلة التالية



• باستعمال أنزيم غلوكوز أكسيداز تم إجراء سلسلة من التجارب عن طريق التجريب المدعم

بالحاسوب (EXAO) فكانت النتائج كالتالي:

تعريف الوثيقة

في غياب الأنزيم : ثبات تركيز الاكسجين عند قيمته اعظمية (8 ملغ/ ل) دليل على عدم استعماله أي لم تتم عملية اكسدة الجلوكوز بالرغم من وجود ال O_2 بمجرد اضافة **الأنزيم GO في الزمن 30 ثا نلاحظ تناقص** تركيز الاكسجين في الوسط حتى يصل الى 0,5 ملغ/ ل في الزمن 90 ثا ليثبت بعد ذلك عند هذه القيمة دليل على استعماله من طرف إنزيم جلوكوز أكسيداز (GO) لأكسدة

الاستنتاج : دور الإنزيم جلوكوز أكسيداز GO (في هذا التفاعل) **تحفيز** استهلاك ال O_2 لأكسدة الجلوكوز وإنتاج حمض الجلوكونيك والماء الأكسجيني H_2O_2 **(الإنزيمات تحفز وتنشط التفاعلات الكيميائية)**

يمثل المنحنى تغيرات تركيز الاكسجين بدلالة الزمن بوجود الإنزيم عند الحقن الاول و الثاني للجلوكوز حيث نلاحظ :
قبل حقن الجلوكوز : ثبات في تركيز الاكسجين الوسط دلالة على عدم حدوث تفاعل الاكسدة.

عند الحقن الاول للجلوكوز : انخفاض تركيز الاكسجين لاستهلاكه من قبل الإنزيم لأكسدة الجلوكوز (حدوث تفاعل انزيمي ثم يثبت في قيمة منخفضة دلالة على توقف التفاعل .

عند الحقن الثاني للجلوكوز : نلاحظ استمرار في انخفاض تركيز الاكسجين ويكون مماثل للحقن الاول.

الاستنتاج : الإنزيم لا يستهلك أثناء التفاعل بينما يتم استهلاك مادة التفاعل

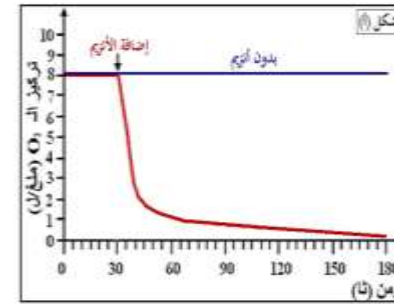
تمثل الوثيقة تغيرات تركيز الأكسجين في وسط التفاعل المحتوي على تركيز ثابت من انزيم بالاضافة الى سكر الجلوكوز و الفركتوز في درجة حرارة ثابتة حيث نلاحظ :
قبل اضافة الانزيم : ثبات تركيز الاكسجين من طرف الانزيم في حالة الفركتوز والجلوكوز

عند اضافة الانزيم : استمرار ثبات تركيز الاكسجين من طرف الانزيم في حالة الفركتوز وتناقص تركيزه في حالة الجلوكوز

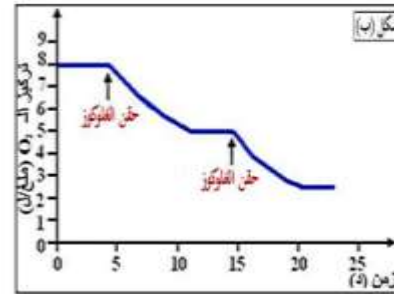
الاستنتاج: الأنزيم خاص بالجلوكوز (الأنزيم نوعي اتجاه مادة التفاعل) .

تمثل الوثيقة تفاعلين من تفاعلات الاكسدة الخلوية حيث نلاحظ

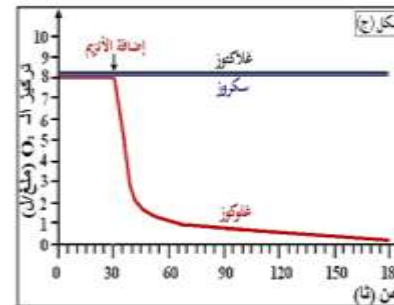
ان الجلوكوز يتحول (يتأكسد) في وجود الاكسجين الى حمض جلوكونيك و ماء اكسجيني بواسطة انزيم الجلوكوز اكسيداز،



• **تجربة 1:** يتم قياس تركيز الأكسجين في تجربتين، الأولى تم فيها حقن أنزيم GO بتركيز ثابت في محلول جلوكوزي (مادة التفاعل) بتركيز محدد، والثانية بدون إضافة الأنزيم، وذلك في شروط تجريبية ثابتة (درجة حرارة = 37°م و pH=7).



• **تجربة 2:** يتم قياس تركيز الأكسجين في تجربة تم فيها استعمال تركيز ثابت من أنزيم GO وحقن متكرر لتركيز محدد لمادة التفاعل (الجلوكوز)، وذلك في شروط تجريبية ثابتة (درجة حرارة 37°م و pH=7).



• **تجربة 3:** يتم قياس تركيز الأكسجين في 3 تجارب نستعمل في كل منها تركيز ثابت من الإنزيم GO ونُغيّر مادة التفاعل (جلوكوز، غلاكتوز أو سكروز)، وذلك في شروط تجريبية ثابتة (درجة حرارة 37°م و pH=7).

• كما تمثل الوثيقة (2) معادلتين كيميائيتين لتفاعلين في وجود أنزيمين مختلفين مع نفس الركيزة (الجلوكوز).



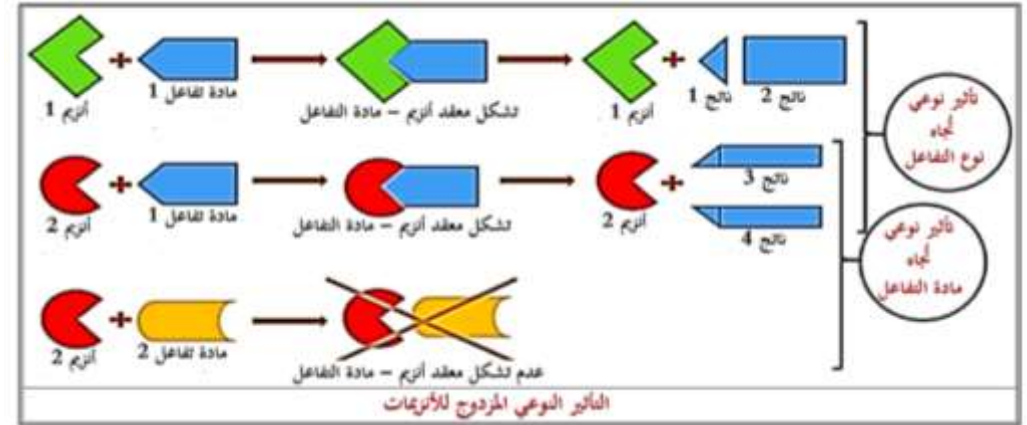
أبرز بعض خصائص الأنزيمات بما يسمح لك بتقديم تعريف للأنزيم وذلك باستغلالك لمعطيات الوثائق

_كما ان الغلوكوز يتحول (يتفسفر) في وجود الـ ATP بواسطة انزيم الجلوكيناز الى جلوكوز 6 فوسفات وH2O

الاستنتاج: الانزيم نوعي اتجاه نوع تفاعل (كل أنزيم يحفز نوعا واحدا من التفاعل).

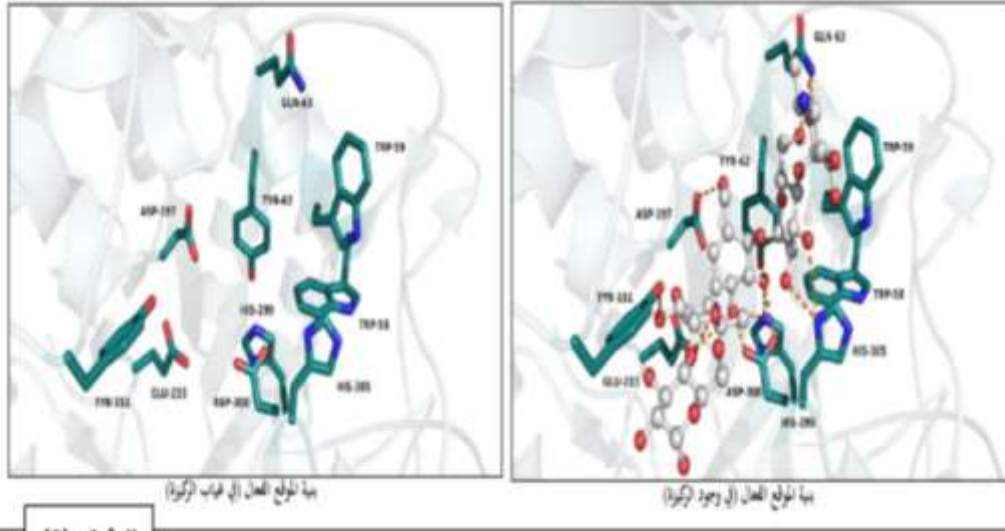
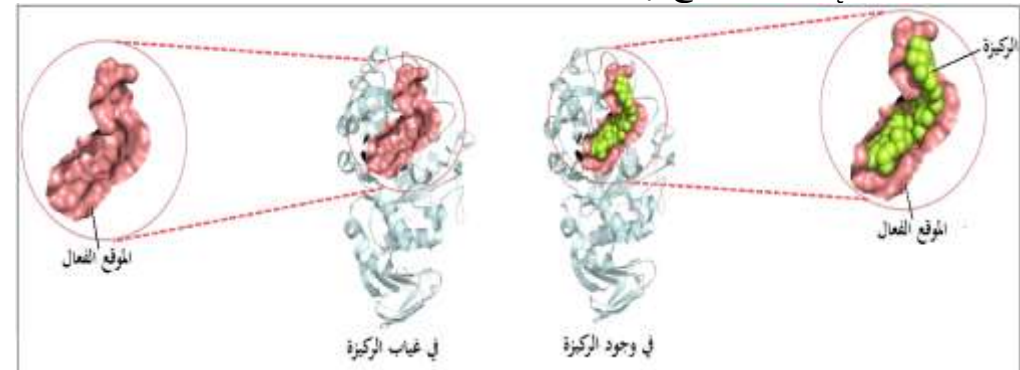
الربط : الانزيم هو وسيط حيوي من طبيعة بروتينية يعمل على تحفيز و تسريع التفاعلات الكيميائية، لا يستهلك أثناء التفاعل ، يتميز بالتخصص النوعي المزدوج نوعي اتجاه مادة التفاعل (الركيزة) و نوعي اتجاه نوع التفاعل و ينشط في شروط ملائمة من حرارة و pH مثلى.

وسيط: يسرع التفاعل / حيوي: لأنه من طبيعة بروتينية و يتميز بالحركية.



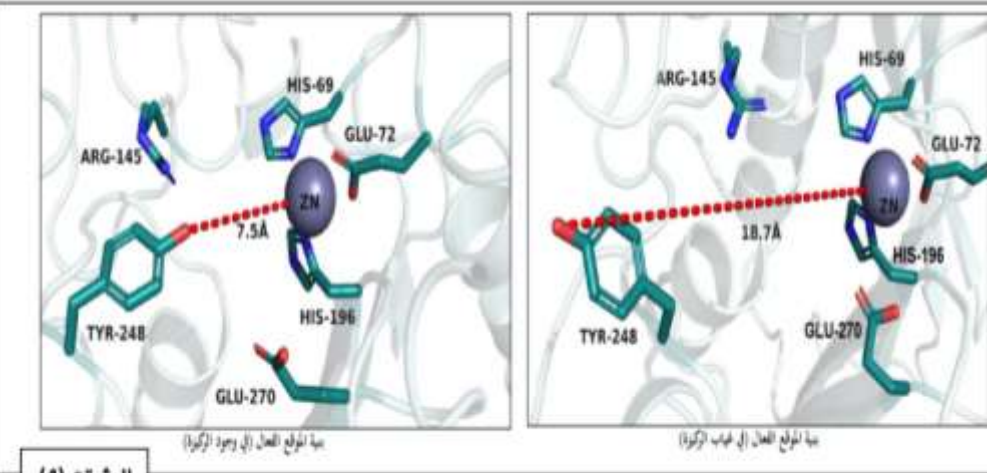
العلاقة بين بنية ووظيفة الأنزيم :

لمعرفة العلاقة بين بنية الأنزيم وتأثيره النوعي المزدوج نُقترح عليك الدراسات التالية:
تُمثل الوثيقة (4) نماذج جزيئية لبنية أنزيم الأميلاز اللعابي البشري في غياب وفي وجود الركيزة (النشاء) باستعمال مبرمج Rastop.



الوثيقة (3)

أنزيم الكربوكسي بيبتيديز (أ) (Carboxypeptidase A) يُرمز له بـ (CPA) هو إنزيم معوي يقوم بكسر الرابطة الببتيدية من جهة النهاية الكربوكسيلية الحرة، ويكون التحلل 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) باستعمال مبرمج Rastop.



الوثيقة (4)

(10) المتمثلة في: His305، Asp300، His299، Glu233، Asp197، Tyr151، Trp58، Trp59، Tyr62، Gln63. عددها نوعها وترتيبها محدد وراثيا

في وجود الركيزة: المجموعات الكيميائية لمادة التفاعل تتوضع في المكان المناسب لترتبط مع بعض جذور الأحماض الأمينية للموقع الفعال بروابط إنتقالية (غالبًا ضعيفة) فيتشكل المعقد أنزيم-مادة التفاعل، أي أن الموقع الفعال للأنزيم يتكامل بنيويًا 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.



إستغلال الوثيقة (5): تمثل الوثيقة (5) نماذج جزيئية لبنية أنزيم الكربوكسي بيبتيدياز (أ) في غياب وفي وجود الركيزة (متعدد الببتيد) باستعمال مبرمج Rastop، حيث نلاحظ: في غياب الركيزة: أن الموقع الفعال لأنزيم كربوكسي بيبتيدياز (أ) يتكون من عدد ونوع وترتيب محدد وراثيا من الأحماض الأمينية عددها قليل (6) تتمثل في: Glu270، Tyr248، Arg145، ذرة زنك مرتبطة بـ (His196، Glu72 و His69) والتي تأخذ وضعية فراغية مُتباعدة عن بعضها البعض (بينها مسافة كبيرة).

في وجود الركيزة: تأخذ الأحماض الأمينية للموقع الفعال وضعية فراغية مُتقاربة نحو مادة التفاعل، تنقص المسافة بينها أي أنه بمجرد إقتراب مادة التفاعل من الانزيم تحفزها على تغيير شكله الفراغي ليُصبح مُكملاً لشكل مادة التفاعل (تكامل محفز).

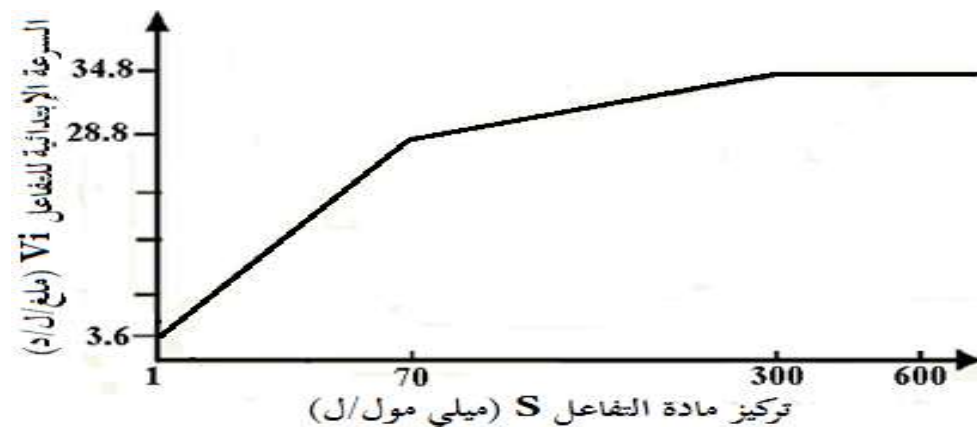
الإستنتاج: يحدث التكامل بين الموقع الفعال للأنزيم ومادة التفاعل عند إقتراب هذه الأخيرة التي تحفز الأنزيم لتغيير شكله الفراغي فيصبح مُكملاً لشكل مادة التفاعل: إنه التكامل المحفز، حتى تصبح المجموعات الكيميائية (الجذور الحرة) الضرورية لحدوث التفاعل في الموقع المناسب للتأثير على مادة التفاعل.

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 الابتدائية للتفاعل الأنزيمي بدلالة تركيز مادة التفاعل.



بيّن العلاقة بين بنية الأنزيم وتأثيره النوعي المزدوج بإستغلالك لمعطيات الوثائق

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) باستعمال 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 قليل ونوع محدد من الأحماض الأمينية

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.

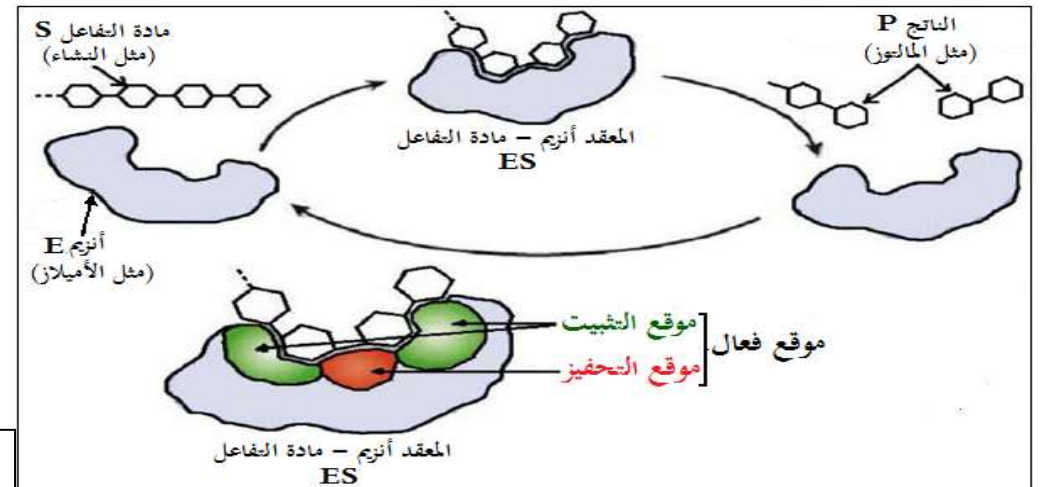
المرحلة 2 (في الأميلاز الطافر (Thr 52)): يُثبت الموقع الفعال الركيزة (النشاء) نتيجة التكامل البنيوي ويُحفز إماهتها، وهذا يدل على أن الحمض الأميني (Thr 52) الذي مسه التغيير لا ينتمي للأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال.

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، نوعًا وترتيبًا)، (متباعدة في الترتيب ومتقاربة فراغية) ذات تموضع فراغي دقيق يسمح بالتعرف النوعي على مادة التفاعل (الركيزة) وتثبيتها والتأثير عليها نوعيًا (تحفيز التفاعل)، كون بعضها تشكل موقع التثبيت وبعضها الآخر يشكل موقع التحفيز.



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

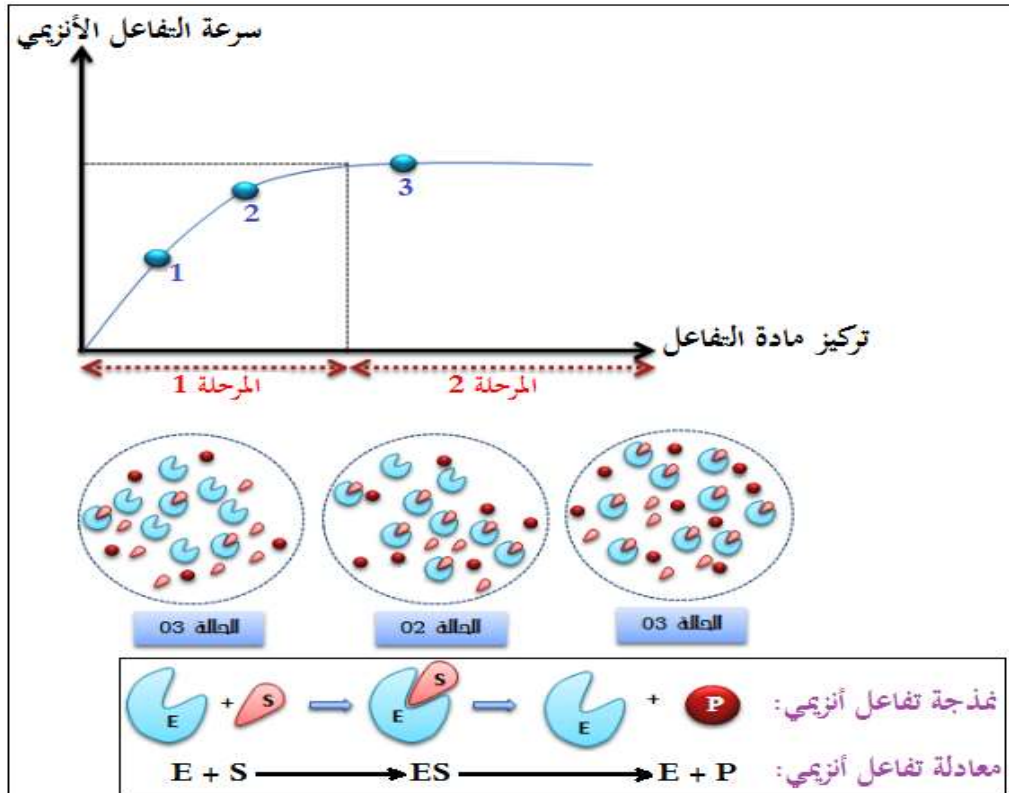
من التركيز 1 إلى 300 ميلي مول/ل من مادة التفاعل: تزايد سرعة التفاعل الأنزيمي بزيادة تركيز مادة التفاعل حتى تبلغ القيمة الأعظمية لها

34.8 ملغ/ل/د عند التركيز 300 ميلي مول/ل، سرعة التفاعل الأنزيمي تتناسب طرديًا 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

الإستنتاج: تتأثر سرعة التفاعل الأنزيمي بتركيز مادة التفاعل حيث تبلغ قيمة اعظمية وتثبت عندها في مجال محدود.

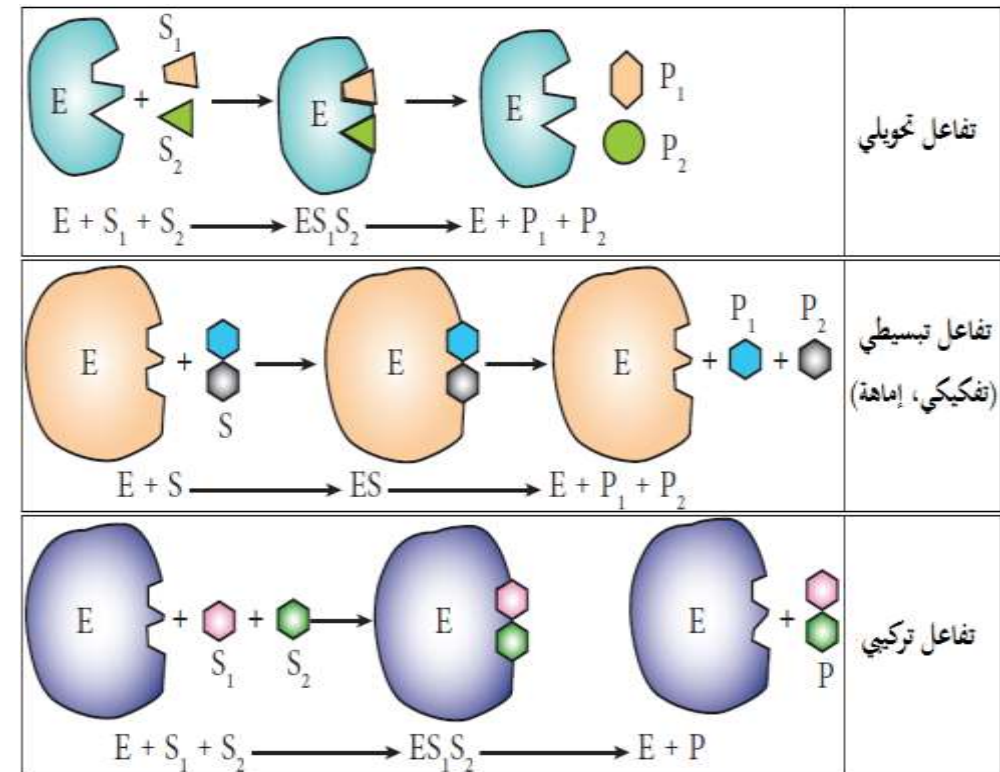
ملاحظة: يعود ثبات سرعة التفاعل الأنزيمي عند قيمة أعظمية في التراكيز العالية من مادة التفاعل إلى تشبع جميع المواقع الفعالة للجزيئات الأنزيمية بمادة التفاعل.



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 تغيير شكل الأنزيم يسمح بحدوث التفاعل لأن المجموعات الكيميائية الضرورية لحدوثه **تصبح في الموقع المناسب** للتأثير على مادة التفاعل.

تحفز الأنزيمات 3 أنواع من التفاعلات (**تفاعل تحويلي**، **تفاعل تبسيطي** أو **تفاعل تركيبي**).

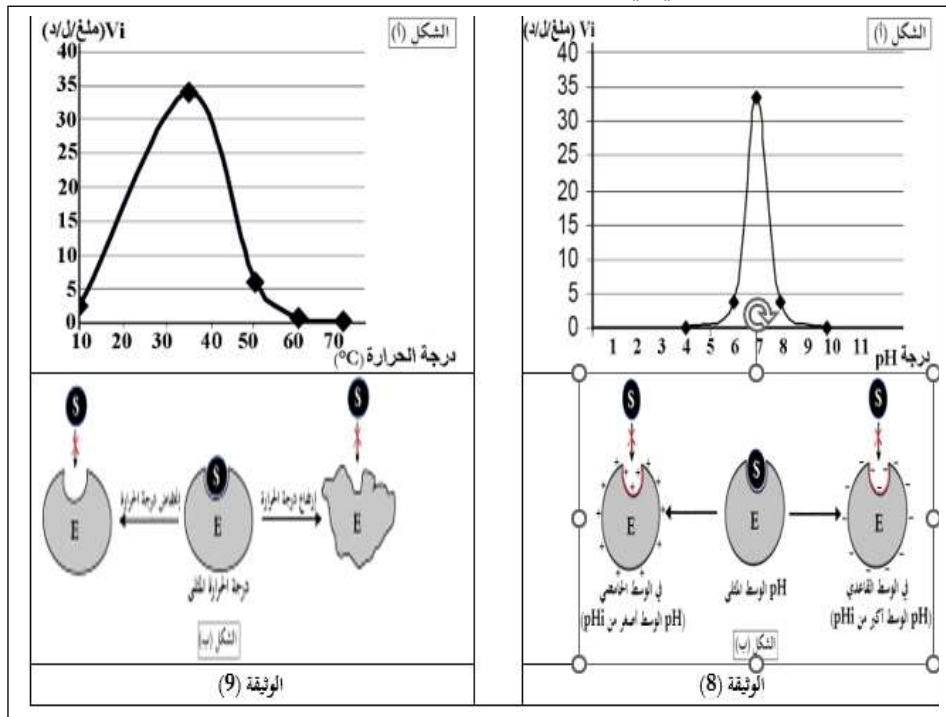


مثال: نوع التفاعل الأنزيمي الذي يحفزه أنزيم الأميلاز (تفاعل تبسيطي)، أنزيم ARN بوليميراز (تفاعل تركيبي)، أنزيم تنشيط الأحماض الأمينية (تفاعل تركيبي) وأنزيم GO (تفاعل تحويلي).

-تأثير درجة الحموضة (PH) و الحرارة على النشاط الانزيمي:

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.



اشرح آلية تأثير درجة الحموضة ودرجة الحرارة على النشاط الانزيمي باستغلالك لمعطيات الوثيقتين 7 و 8 وبتوظيف مكتسباتك حول خاصية التفكك الشاردي

للسلاسل الجانبية في السلسلة الببتيدية وخصائص الروابط غير التكافؤية المساهمة في استقرار البنية الفراغية للبروتين.

الإجابة :

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

من $pH = 4$ إلى $pH = 7$: كلما زادت درجة pH زادت السرعة الابتدائية للتفاعل الى غاية $pH = 7$ حيث تصل سرعة التفاعل الى قيمة اعظمية .

بعد $pH = 7$: تناقصت السرعة الابتدائية للتفاعل كلما زادت درجة pH .
الاستنتاج: يتأثر نشاط الانزيم بتغيرات pH الوسط حيث يكون نشاطه أعظميا عند درجة pH المثلى.

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 اي (الجذور التي تحتوي (NH_2 و $COOH$)) المشكلة للانزيم وبالخصوص تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال بحيث:

~ في الوسط الحامضي (pH الوسط أصغر من pH_i) تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية موجبة.
~ في الوسط القاعدي (pH الوسط أكبر من pH_i) تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية سالبة.

يفقد الموقع الفعال شكله المميز، بتغير حالته الأيونية وهذا يعيق تثبيت مادة التفاعل وبالتالي يمنع حدوث التفاعل.

الاستنتاج: 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 تفقده شكله المميز ليعيق تثبيت مادة التفاعل وبالتالي يمنع حدوث التفاعل
إستغلال الوثيقة (9):

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

عند درجة الحرارة $10^\circ C$: سرعة التفاعل الأنزيمي منخفضة تقدر بـ 2.5 ملغ/ل/د.
من درجة الحرارة $10^\circ C$ إلى $37^\circ C$: تزايد سرعة التفاعل الأنزيمي لتصل عند درجة الحرارة $37^\circ C$ الى قيمة أعظمية تقدر بـ 34 ملغ/ل/د.
ثم من درجة الحرارة $37^\circ C$ إلى $60^\circ C$: تناقص سرعة التفاعل الأنزيمي الى ان تنعدم من درجة الحرارة $60^\circ C$ إلى $70^\circ C$.

الإستنتاج: يتأثر النشاط الأنزيمي بتغيرات درجة حرارة الوسط، حيث يكون أعظميا عند درجة الحرارة المثلى (في هذه الحالة درجة الحرارة المثلى $= 37^\circ C$)

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

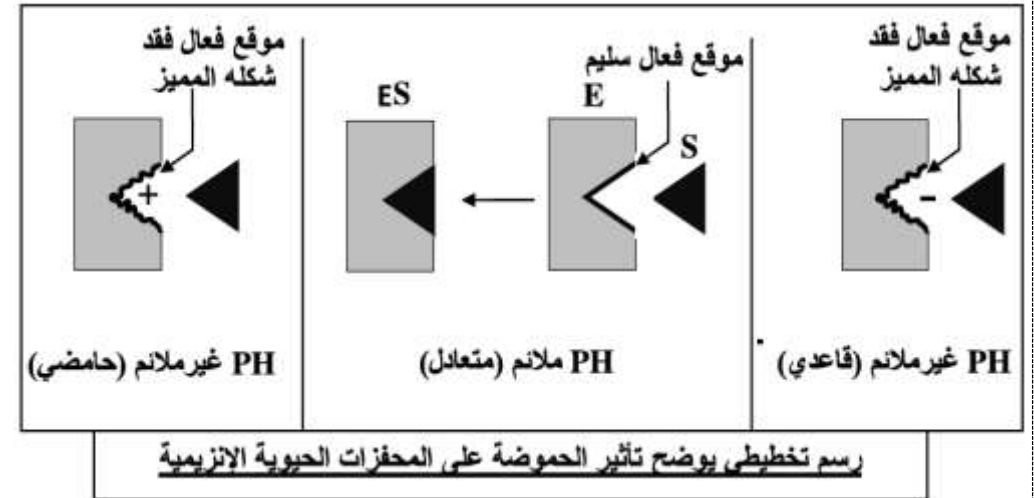
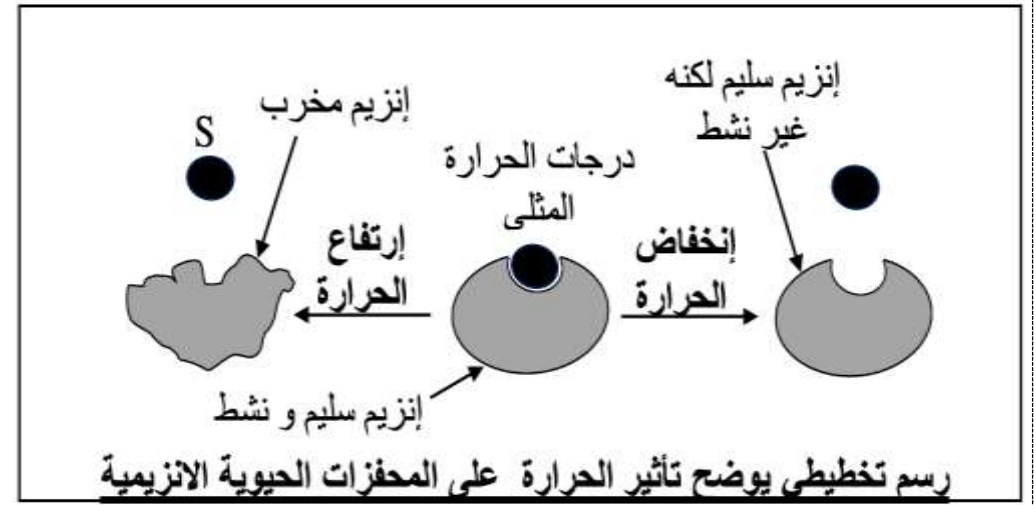
~ يتم النشاط الأنزيمي ضمن مجال محدد من درجة الحرارة بحيث:
~ تقل حركة الجزيئات بشكل كبير في درجات الحرارة المنخفضة،
~ فتقل التصادمات الفعالة وفرص التقاء الركيزة بالانزيم ويصبح الأنزيم غير نشط (يتشبث) بشكل عكوس.
~ يتخرب الانزيم في درجات الحرارة المرتفعة (أكبر من $40^\circ C$)، وتفقد نهائيا بنيته الفراغية المميزة نتيجة انكسار الروابط وبالتالي تفقد وظيفة التحفيز.

~ يبلغ التفاعل الأنزيمي سرعة أعظمية عند درجة حرارة مثلى، هي درجة حرارة الوسط الخلوي ($37^\circ C$) عند الإنسان.

الاستنتاج: 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 وينشط في درجة الحرارة المثلى

الربط : 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 تفقده 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.



4. حدد أوجه التشابه والاختلاف بين تأثير كل من درجة الحرارة و PH على نشاط الإنزيم.

تؤثر كل من درجة الحرارة و PH على النشاط الإنزيمي حيث يؤثران معا على البنية الفراغية للإنزيم وخاصة بنية الموقع الفعال .

إلا أننا نجد أن كلاهما يؤثران بصورة مختلفة حسب اختلاف العامل المؤثر (درجة الحرارة و PH) وحسب نوعية التأثير على الروابط التي تساهم في استقرار البنية الفراغية فمنها درجة الحرارة المرتفعة تكسر الروابط الضعيفة ودرجة PH تغير الشحنة الكهربائية للاجالية للإنزيم وبالتالي تغير الروابط الشاردية الموافقة وبالأخص تلك الموجودة بالموقع الفعال .