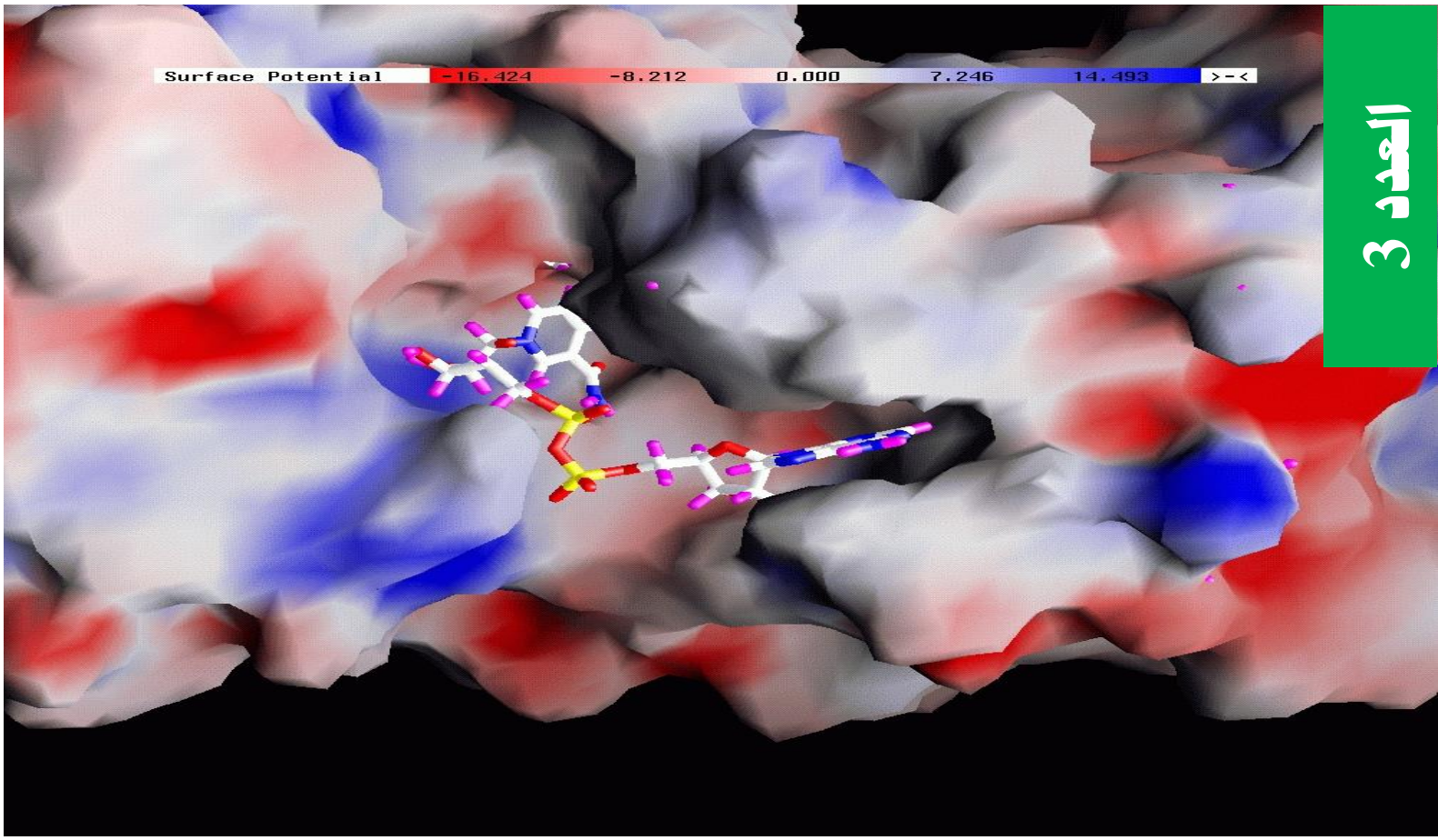
سلسلة التحضير الجيد للبكالوريا

BAC 2017

مادة علوم الطبيعة والحياة

الوحدة3 : النشاط الانزيمي للبروتينات

العدد 3



33 تمرين نموذجي مرفق بالتصحيح

تغطي كل أفكار الوحدة ومتوافقة مع المنهاج الرسمي

اعداد

الأستاذ : بوالريش أحمد

متقن القل

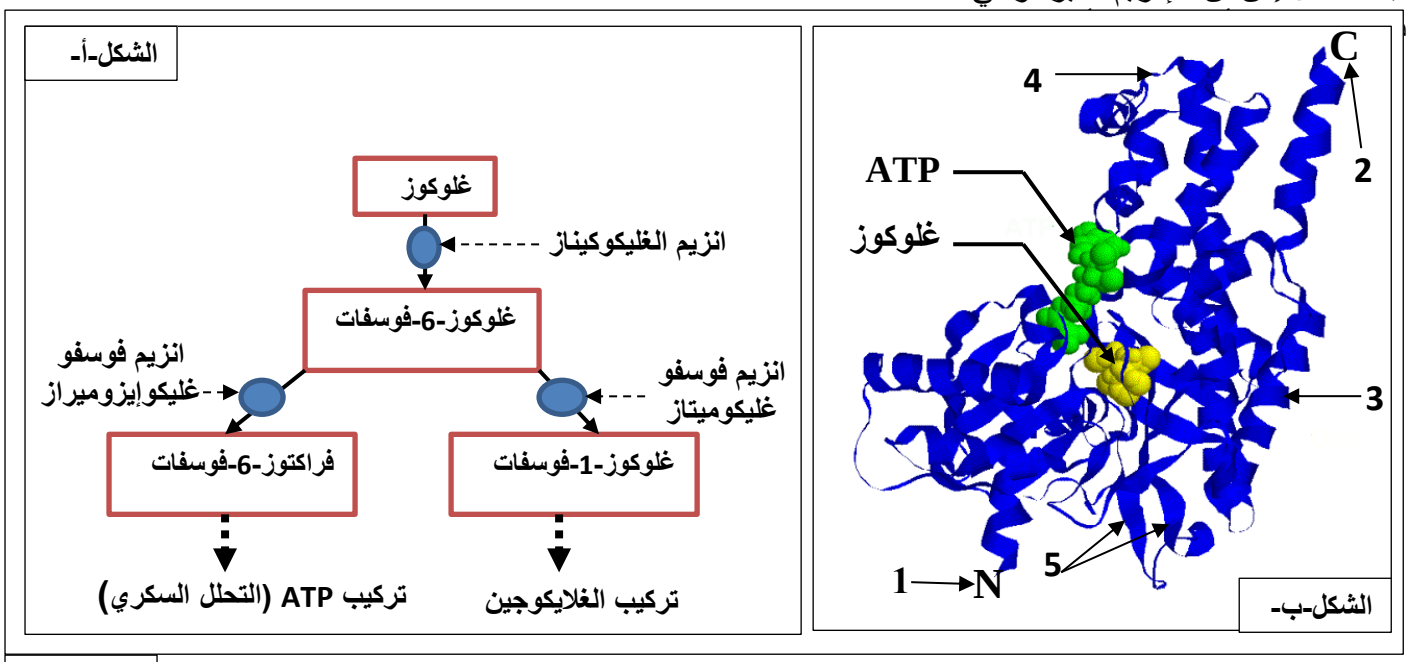
التمرين الأول

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

I – 1 – يقدم الشكل (أ) من الوثيقة 1 بعض التفاعلات الايضية التي تحدث على مستوى الخلية.

أ – حدد نوع التفاعل الذي يحفزه كلا من الإنزيم فوسفوغلوكوميتاز ، الإنزيم غليكوكينازو انزيم فوسفوغليكوإيزوميراز).

ب – **علل** إذن أن للإنزيم تأثير نوعي.



الوثيقة1

2 – يمثل الشكل (ب) من الوثيقة1 نمذجة جزيئية للتحفيز الإنزيمي للغليكوكيناز.

أ – سم البيانات المرقمة من 1 الى 5.

ب– تعرف على البنية الفراغية لأنزيم الغليكوكيناز . علل اجابتك ؟

ج – ما هي المعلومة التي يقدمها الشكل (ب) من الوثيقة1 فيما يخص كيفية تشكيل المعقد "إنزيم . مادة التفاعل" ؟

د – مثل برسم تخطيطي طريقة ارتباط انزيم الغليكوكيناز بمادة التفاعل والناتج عن تفاعل الشكل (ب).

3 – لابراز العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين ننجز الدراسة التالية :

نقدم لك المعطيات التجريبية التالية :

المعطيات1 : توضع خميرة (saccchomyces cervisiae) لمدة ساعتان في وسط يحتوي على الغلوكوز كمصدر وحيد للطاقة، ثم نقيس تركيز بعض المواد الايضية داخل الخلايا عند سلالة طبيعية وسلالة طافرة على مستوى المورثة التي تشفر لانزيم فوسفوغليكوايزوميراز(pgi1).نتائج القياسات ممثلة في الشكل (أ) من الوثيقة2 .

أ – حلل وفسر النتائج الممثلة بالشكل (أ) من الوثيقة2. ماذا تستنتج؟

المعطيات2 : انزيم الغليكوكيناز يتكون من سلسلة واحدة متعددة الببتيد مكونة من 465 حمض أميني . درس الباحثون انزيمات الغليكوكيناز المحتوية على حمض أميني مستبدل نتيجة حدوث طفرة على مستوى المورثة . يتم التعبير على نشاط الانزيم من خلال سرعة التفاعل (Vmax) في شروط تجريبية مثلى ، مع توفر كمية معتبرة من مادة التفاعل.

نتائج القياسات المحصل عليها ممثلة في الشكل (ب) من الوثيقة (2).

الجزيئات	التركيز داخل الخلية (nmol/mg من المادة الجافة)	
	سلالة طبيعية	سلالة طافرة pgi1
غلوكوز-6 -فوسفات	2.07	76.20
فراكتوز-6-فوسفات	0.43	<0.10
ATP	5.30	0.87

الشكل-أ-

	موقع الحمض الاميني المستبدل بواسطة الطفرة	الحمض الاميني الاصلي	الحمض الاميني المستبدل	Vmax
انزيم طبيعي				100
انزيمات طافرة	175	Glycine (غليسين)	Arginine (ارجينين)	51
	203	Valine (فالين)	Alanine (آلانين)	0.5

الشكل-ب-

الوثيقة2

ب – حلل وفسر نتائج الشكل (ب) من الوثيقة2.ماذا تستخلص فيما يخص العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين؟

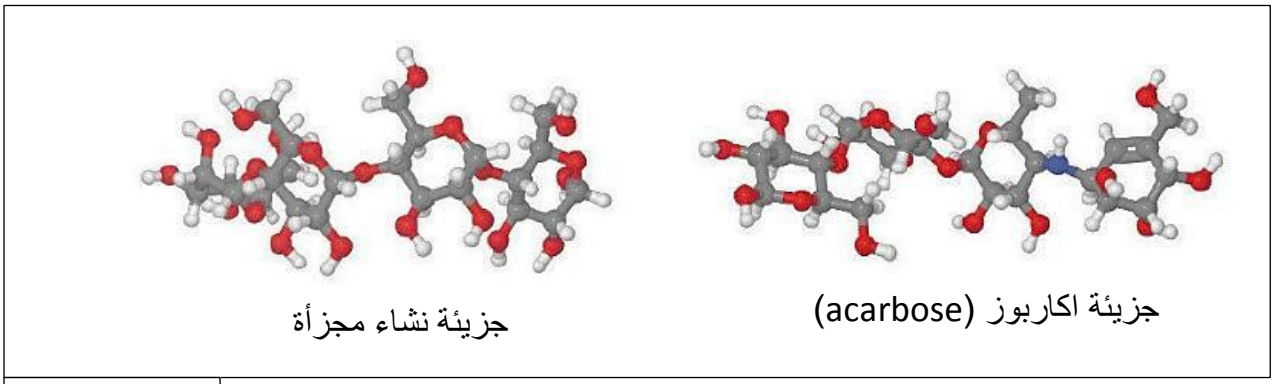
II– باستغلال النتائج التي توصلت اليها ومعلوماتك المكتسبة ، ميز بين كل من:

- المحفز والانزيم - ناتج التفاعل ومادة التفاعل - سرعة التفاعل و السرعة الابتدائية (Vmax)
- الموقع الفعال والمعقد ES

التمرين الثاني

نريد من خلال هذه الدراسة ، التعرف على بعض خصائص الانزيمات وشروط عملها.
اكاربوز (acarbose) هو دواء يستخدم لخفض نسبة السكر في الدم بعد وجبة غذائية.كما تستخدم كذلك في معالجة مرض السكري. للتعرف على خصائص هذه المادة وتاثيراتها على نشاط أنزيم الأميلاز نجري الدراسة التالية :

1 – تمثل الوثيقة (1)بنية جزيئة النشاء (مجزأة) وجزيئة الاكاربوز.



الوثيقة 1

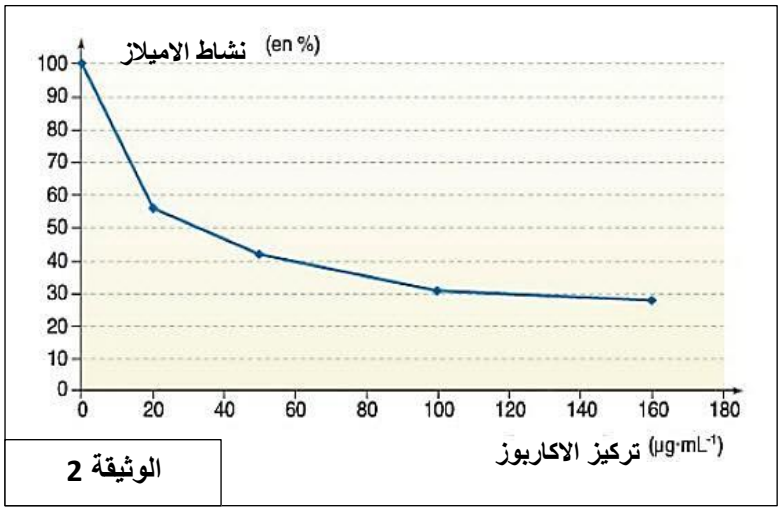
- **قارن بين جزيئة الاكاربوز وجزيئة النشاء.**

2 – الوثيقة (2) تمثل نتائج قياسات فعالية إماهة النشاء بواسطة انزيم الاميلاز في وجود الأكاربوز في الوسط.
نسبة النشاط تحدد بقياس كمية المنتوج المتشكل خلال 30دقيقة في درجة حرارة 37 درجة مئوية.
القياسات المحصل عليها في غياب مادة الاكاربوز تستخدم كقيمة مرجعية (100% من النشاط).

أ – حلل منحنى الوثيقة (2).

ب – ماذا تستنتج؟

جـ - اقترح فرضية تفسر بها طريقة تأثير الاكاربوز على نشاط انزيم الاميلاز.



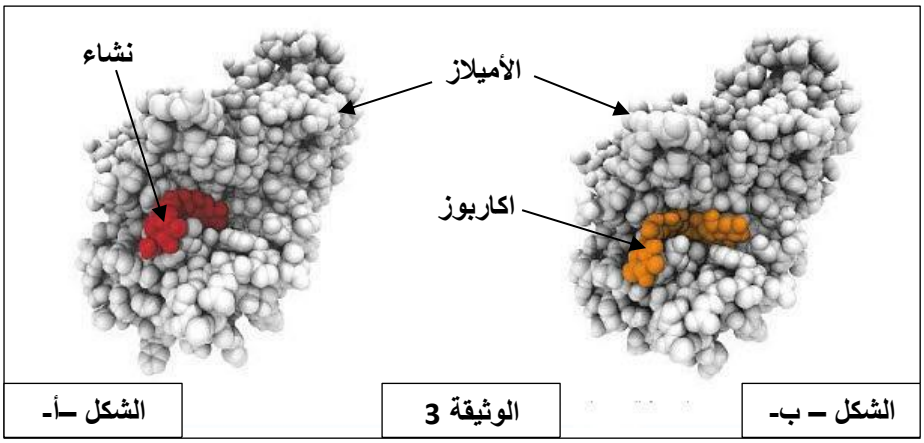
الوثيقة 2

3 – لتحقق من صحة الفرضية المقترحة، نقدم لك الشكلين (أ) و(ب) من الوثيقة (3) والتي تمثل انواع جزيئات الاميلاز في وجود النشاء أو في وجود اكاربوز.

أ – قارن بين الشكلين (أ) و(ب).

بـ - هل تسمح لك معطيات الوثيقة (3) من التأكد من صحة الفرضية المقترحة سابقا؟ علل؟

جـ - تسمى مادة الكاربوز "مثبط تنافسي" ،علل هذه التسمية.



الشكل –أ- الوثيقة 3 الشكل – ب-

4 – انطلاقا من المعلومات المستخرجة من دراسة هذه الوثائق ومعلوماتك :

أ - اشرح طريقة عمل الاكاربوز.

بـ - استخرج بعض خصائص الانزيمات .

التمرين الثالث

الانزيمات ذات بنية ووظيفة محددة ، لدراسة خصائص الانزيم التي تمكنه من القيام بهذا الدور ، وكيفية قياس نشاطه . نجري الدراسة التالية :

I – أنزيم الأميلوسنتيتاز (Amylo-synthetase) يشرف على تركيب النشاء.لأختبار مدى نشاطه على ثلاثة من المواد المتفاعلة : (غلوكوز) أو (غلوكوز-6-فوسفات) أو (غلوكوز-1-فوسفات) ، نستخلص هذا الانزيم من خلايا لب درنة البطاطا يحوي كل منها على 2ml من احدى المواد المتفاعلة السابقة الذكر وتحضن في وسط درجة حرارته ثابتة (37 م^0) .

رقم الانبوب	المادة المضافة	نتائج المعايرة			
		ز$_0$	ز$_1$	ز$_2$	ز$_3$
1	غلوكوز	-	-	-	-
2	غلوكوز-1-فوسفات	-	+	+	+
3	غلوكوز-6-فوسفات	-	-	-	-

(+) وجود النشاء **(-)** غياب النشاء

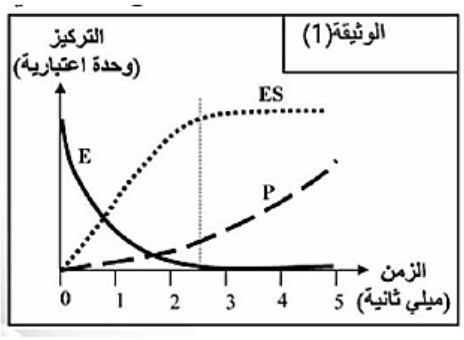
1 – اقترح طريقة تمكنك من الكشف عن مدى وجود النشاء في الانابيب الثلاثة .

2 – حلل النتائج التجريبية وماذا تستنتج ؟

3 – حدد نوع التفاعل الذي يتوسطه إنزيم الأميلوسنتيتاز .

II - التفاعل السابق يتم فيه استعمال مادة التفاعل (S) لانتاج النشاء (P) والمحفز بالانزيم (E).

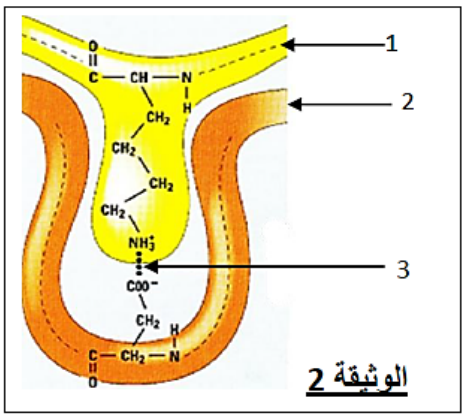
بتقنية خاصة نتتبع تغيرات كل من (S) و (P) بدلالة الزمن في اللحظات الاولى من التجربة مكن من تسجيل النتائج الممثلة في منحنيات الوثيقة (1).



1 – قارن وفسر تطورات كل من (E) و (P) و (ES) خلال الازمنة (ز=1) و (ز=3).

2 – مثل برسومات تخطيطية عليها كافة البيانات العلاقة بين (E) و (S) خلال الازمنة (ز=1) و (ز=3).

3 – ماذا تتوقع بالنسبة لتطورتراكيز كل من (S) و (P) و (ES) بعد مدة زمنية معتبرة من بداية التجربة ؟



III – توضح الوثيقة (2) التخصص النوعي للانزيم

1 – تعرف العناصر المرقمة (3.2.1) .

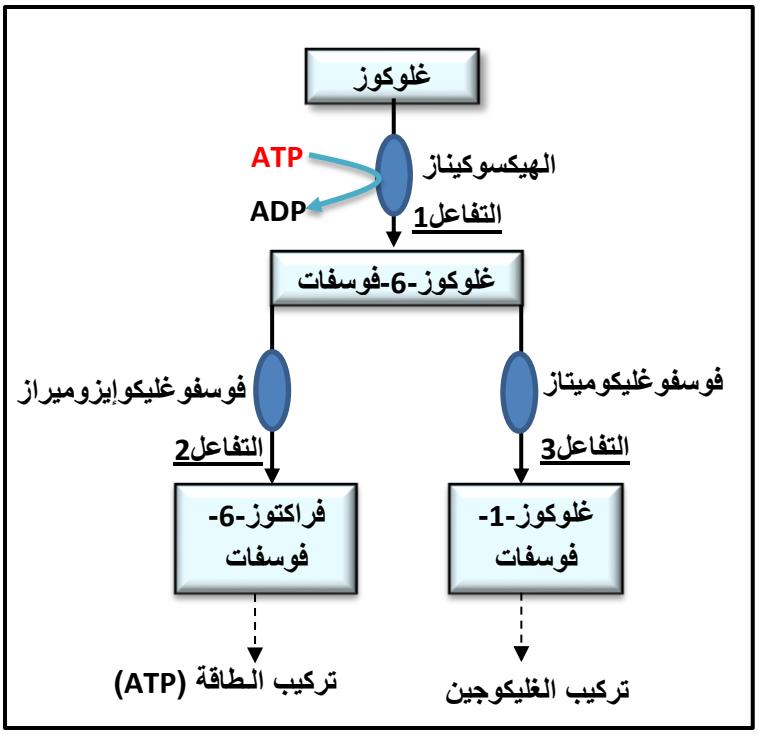
2 – ماعلاقة ما يشر اليه الرقم (3) بدرجة حموضة الوسط (PH) ؟

3 – من خلال ما سبق ، هل ترى أن البنية الفراغية لها علاقة بوظيفة الانزيم ؟ علل إجابتك.

التمرين الرابع

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

1 - على مستوى الخلايا ، يتحول الغلوكوز بسرعة إلى غلوكوز-6-فوسفات .تمثل الوثيقة(1) الطرق الأيضية الممكنة للغلوكوز في الوسط ضمن خلوي منها الخلية الكبدية.



لوثيقة1

أ – **حدد** نوع التفاعل الذي يحفزه كل من إنزيم الهيكسوكيناز ،انزيم فوسفوغليكوميتاز وانزيم فوسفوغليكوإيزوميراز.

ب - علل إذن أن للإنزيم تأثير نوعي.

جـ - مثل برسم تخطيطي كل من التفاعل (1) والتفاعل (2) .

2 – الكيموتربسين هو انزيم يتبع مجموعة انزيمات التمييه (التحلل المائي) ، يتواجد في العصارة البنكرياسية. يتكون من 241 حمض أميني .هذا الانزيم عال التخصص حيث يعمل على كسر الروابط الببتيدية على مستوى بعض الأحماض الأمينية بمهاجمته للنهاية الحمضية (COOH).

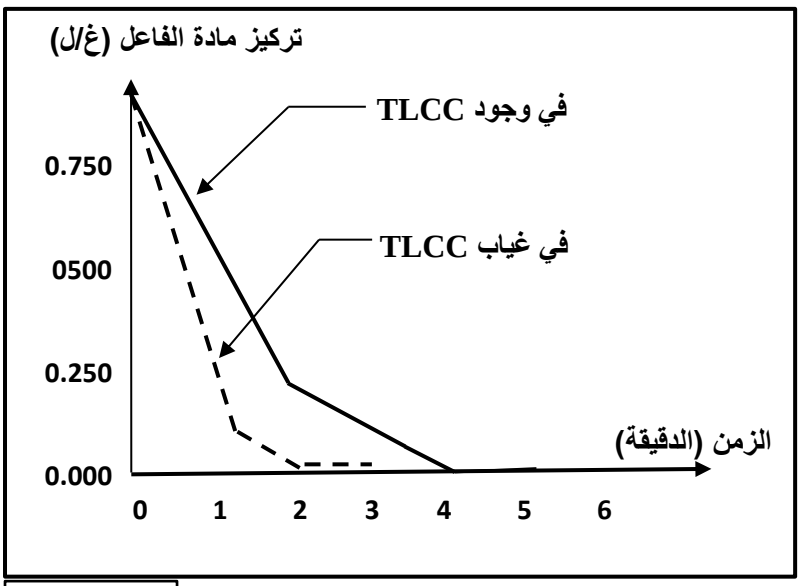
نميز مجموعتين من الأحماض الأمينية تنتمي إلى الانزيم هما : المجموعة A والمجموعة B .

- إذا تغيرت الاحماض الامينية للمجموعة A، يصبح الإنزيم غير قادر على التعرف على مادته المتفاعلة .
- ثلاث أحماض أمينية مشكلة للمجموعة B (حمض الأسبارتيك،الهيستيدين والسيرين) نجدها في موضع متماثل عند بقية انزيمات التمييه ، إذا تم تغير حمض أميني واحد من بين الاحماض الأمينية الثلاثة فإن مادة التفاعل لا يتم إماهتها ، بالرغم من تشكل المعقد إنزيم- مادة التفاعل.

أ – **كيف** نسمي الاحماض الامينية المنتمية لكل من المجموعة A والمجموعة B ؟ مع **تحديد** دور كل مجموعة.

ب - كيف نسمي مجموع A+B؟

جـ - ما هي المعلومة الإضافية و**المكملة** لتلك التي توصلت اليها من خلال اجابتك على السؤال (1-ب) فيما يخص التأثير النوعي للإنزيم .



لوثيقة2

3 – جزيئة "TLCC" تمتلك بنية فراغية مماثلة لجزء من مادة تفاعل الانزيم ،لكن الكيموتربسين لا يسبب أي تحول لجزيئة TLCC.

منحنى الوثيقة (2) يوضح نتائج نشاط انزيم الكيموتربسين في وجود أو غياب جزيئات TLCC.

أ – **قدم تحليل مقارن** لمنحنيي الوثيقة(2).ماذا تستنتج.

ب - فسر النتائج الملاحظة .

جـ - علل ثبات تراكيزكل من الكيموتربسين و الـ TLCC طوال مدة التجربة؟

4 – من خلال ما توصلت اليه من هذه الدراسة ومعارفك المكتسبة :

أ – **أعط** تعريف عام للانزيم

ب - حدد ضمن جدول بعض أوجه التشابه والاختلاف للإنزيمات.

التمرين الخامس

تتميز الأرانب المتوحشة (a) بفرو داكن وتتميز الارانب من سلالة الأرنب الهيملايي (b) Lapin himalayen بفرو أبيض باستثناء بعض المناطق من الجسم التي تكون داكنة (نهاية القوائم والأنف والأذنيين والذيل) كما هو موضح في الوثيقة (1-أ). عند إزالة الفرو للأرنب الهيملايي ووضع هذا الأرنب في وسط درجة حرارته 15م^0 طيلة فترة تجديد فروه ،يظهر الفرو الجديد كله داكنا مثل فرو السلالة المتوحشة.**درجة حرارة الجسم الطبيعية عند الأرنب هي 37م^0**.

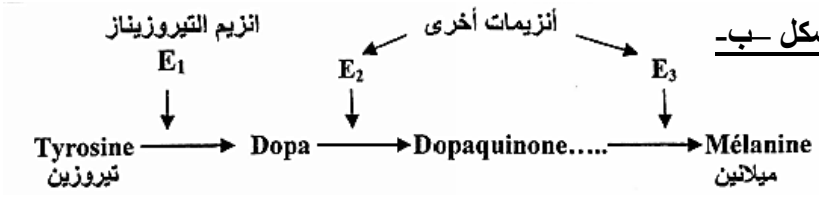
I - لفهم العلاقة بين تغير لون الفرو عند الأرنب الهيملايي ودرجة حرارة الوسط. نقترح المعطيات التالية :

ينتج لون الفرو الداكن عن وجود مادة الميلانين التي يتم تركيبها حسب سلسلة من التفاعلات الكيميائية الممثلة في الوثيقة (1- ب) .

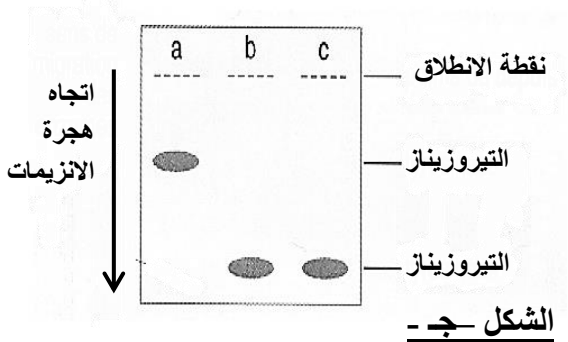


الشكل ـ أ

الشكل ـ ب-



الوثيقة 1



الشكل ـ جـ -

1 – باستغلالك لمعطيات الوثيقة (1) ، أقترح فرضية أو فرضيات تفسر بها عدم ظهور اللون الداكن في بقية الجسم عند الارنب الهيملايي .

2 – نكشف بواسطة تقنية الكروماتوغرافيا عن انزيمات الفرو لكل من الارنب المتوحش والهيملايي ، حيث :

- a : انزيم الارنب المتوحش
- b : انزيم الارنب الهيملايي.
- c : انزيم الارنب الهيملايي وضع في درجة حرارة 15م^0.

النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (1-جـ-).

أ – حلل النتائج المحصل عليها.

بـ - ماذا تستنتج؟

3 – تمثل الوثيقة (2-أ-) البنية الفراغية لانزيم التيروزيناز(**Tyrosinase**) للارنب الهيملايي في درجة حرارة 30م^0 و36 م^0.

أ - كيف تسمح لك معطيات الوثيقة (2-أ) بتأكيد صحة الفرضية التي اقترحتها في السؤال1.

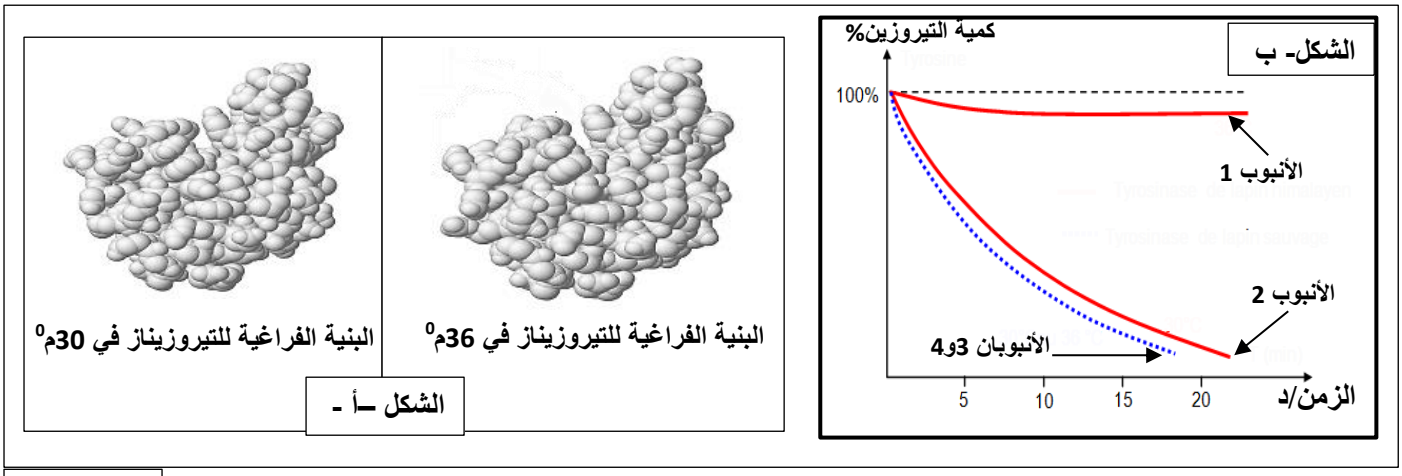
– تم استخلاص انزيم التيروزيناز من خلايا فرو أرنب هيملايي ، ووضع هذا الانزيم في أنبوبين 1 و 2 يحتويان على نفس التركيز من التيروزين :

- وضع الانبوب 1 في وسط ذي درجة حرارة ثابتة تساوي 36 م^0.
- وضع الانبوب 2 في وسط ذي درجة حرارة ثابتة تساوي 30 م^0.

تم استخلاص انزيم التيروزيناز من خلايا فرو أرنب متوحش ، ووضع هذا الانزيم في أنبوبين 3 و 4 يحتويان على نفس التركيز من التيروزين :

- وضع الانبوب 3 في وسط ذي درجة حرارة ثابتة تساوي 36 م^0.
- وضع الانبوب 4 في وسط ذي درجة حرارة ثابتة تساوي 30 م^0.

بعد ذلك تم تتبع تطور نسبة التيروزين في هذه الأنابيب ، النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2-ب) .



الوثيقة 2

بـ ـ ماهي المعلومة الإضافية المستخلصة من تحليلك لمنحنيات الوثيقة (2-ب-)؟

4 – لتوضيح سبب تأثر البنية الجزيئية لانزيم التيروزيناز بدرجة حرارة الوسط عند الأرنب الهيملايي ، تقترح معطيات الوثيقة (3-أ) . تمثل الوثيقة (3-ب) مستخرجا من جدول الشفرة الوراثية.

ملاحظة :

- ***الأليل المتوحش :*** جزء من السلسلة الغير مستنسخة لمورثة التيروزيناز عند أرنب متوحش.
- ***الأليل الهيملايي :*** جزء من السلسلة الغير مستنسخة لمورثة التيروزيناز عند أرنب هيملايي.

تتابع النيكليوتيدات	... 1 2 3 4 5 6 7
الأليل المتوحش	...CAGAAAAGTGTGACATTTGCA.....
الأليل الهيملايي	...CAGAAAAGTGACATTTGCA.....

الوثيقة (3-أ)

Cys	Ser	Val	Ala	Ile	Thr	Gln	Asp	Phe	Lys
UGU	AGU	GUU	GUU	AUU	AUC	UAA	UAU	UUU	AAA
UGC	AGC	GUC	GCC	AUC	ACA	CAG	GAC	UUC	AAG
		GUA	GCA	AUA	ACG				
		GUG	GCG						

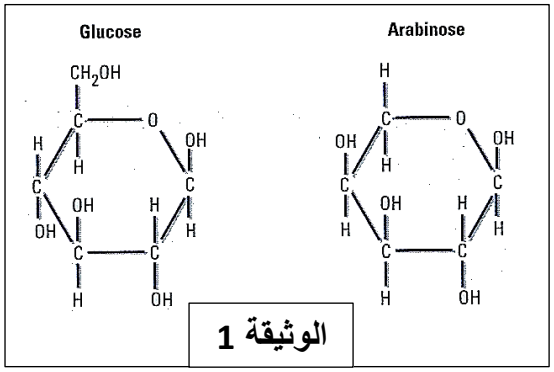
الوثيقة (3-ب)

- **باستغلالك لمعطيات الوثيقتان (3-أ) و(3-ب) ،فسر سبب تأثر لون الفرو بدرجة حرارة الوسط عند الأرنب الهيملايي.**

التمرين السادس

لدراسة نشاط انزيم غلوكوز-اكسيداز(**glucose-oxydase**) وبعض العوامل التي تؤثر على نشاطه التحفيزي, قمنا بالدراسة التالية :

1 – الغلوكوز-اكسيداز انزيم يحفز تفاعل اكسدة الغلوكوز في وجود الاوكسجين ,تمثل الوثيقة (1) الصيغ الكيميائية لنوعين من السكريات هما : الغلوكوز(**glucose**) وارابينوز(arabinose)

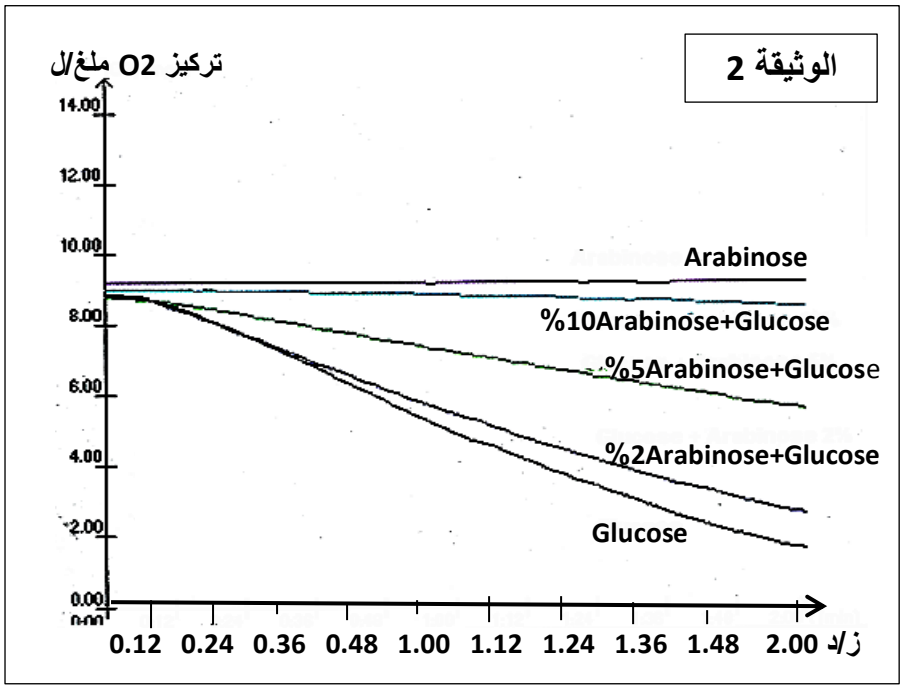


الوثيقة 1

أ – **اكتب** التفاعل الكيميائي المحفز بانزيم غلوكوز-اكسيداز.

بـ – **قارن** بين جزيئة الغلوكوز وجزيئة الأرابينوز.

2 – لدرس تأثير وجود الارابينوز على النشاط التحفيزي لانزيم غلوكوز- اكسيدازتم اجراء سلسلة من خمسة تجارب المواد المستعملة موضحة في الوثيقة (2) : تم قياس تركيز الاكسجين داخل المفاعل الحيوي بدلالة الزمن ،في وجود الارابينوز لوحده ، او في وجود الغلوكوزمختلط مع الارابينوزفي مختلف التراكيز (0%, 2%, 5%, 10%). تركيز الغلوكوز ثابت في جميع التجارب.



أ – **حلل** منحنيات الوثيقة (2).

بـ - **ماذا تستنتج** ؟

جـ - **اقترح فرضية** تفسر بها طريقة تأثير الارابينوز على انزيم الغلوكوز اكسيداز.

3 – لتحقق من صحة الفرضية المقترحة ، نقدم لك الشكلين (أ) و (ب) من الوثيقة (3) .

أ – **حدد** نوع التفاعل الذي حدث في الشكل (أ) .

بـ - **باستغلالك** للشكل(أ) ، **استخرج** شروط عمل الانزيم .

جـ - علق على الشكل (ب) من الوثيقة (3) .

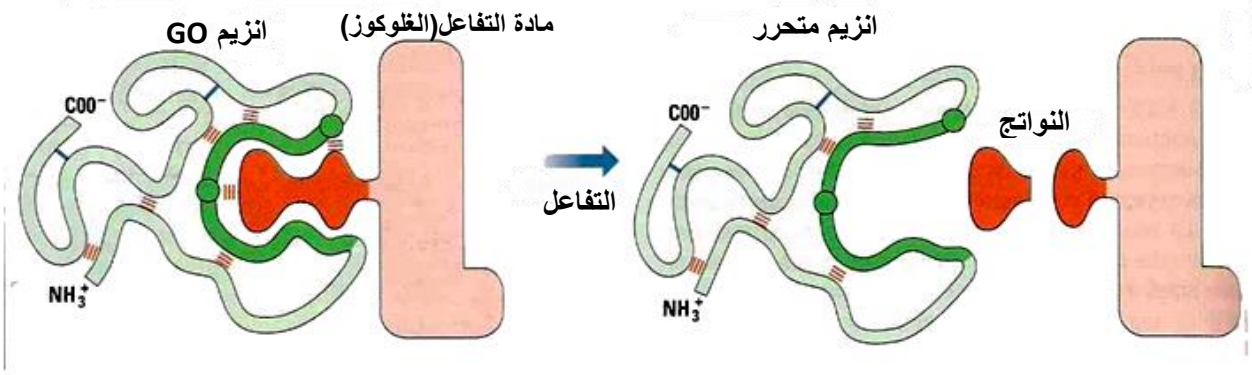
د – **تعرف** على العناصر (أ،ب،ج) الممثلة في الشكل (ب) من الوثيقة (3)، مع **تحديد** دور كل عنصر.

هـ – **هل** تسمح لك معطيات الوثيقة (3) من التأكد من الفرضية المقترحة سابقا ؟ **علل** إجابتك؟

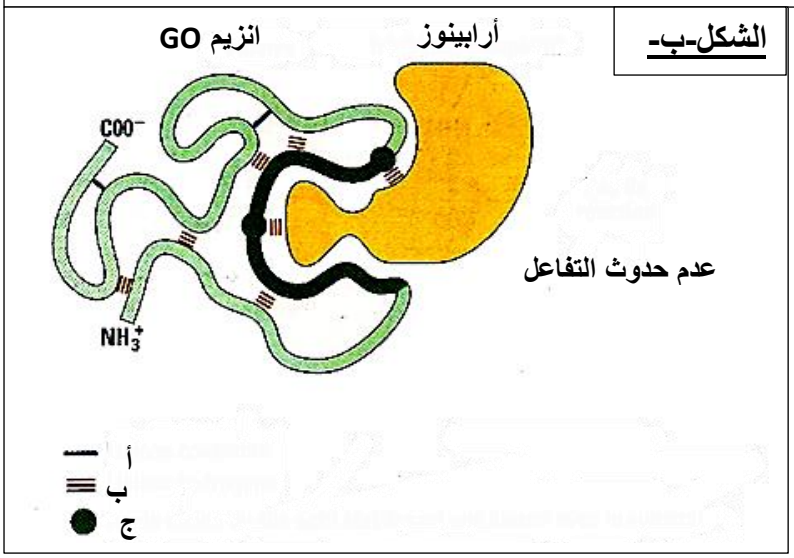
4 – من خلال ما توصلت اليه ومعلوماتك المكتسبة ،**استخرج** بعض خصائص الانزيمات.

الشكل-أ-

معقد انزيم – مادة التفاعل



الشكل-ب-



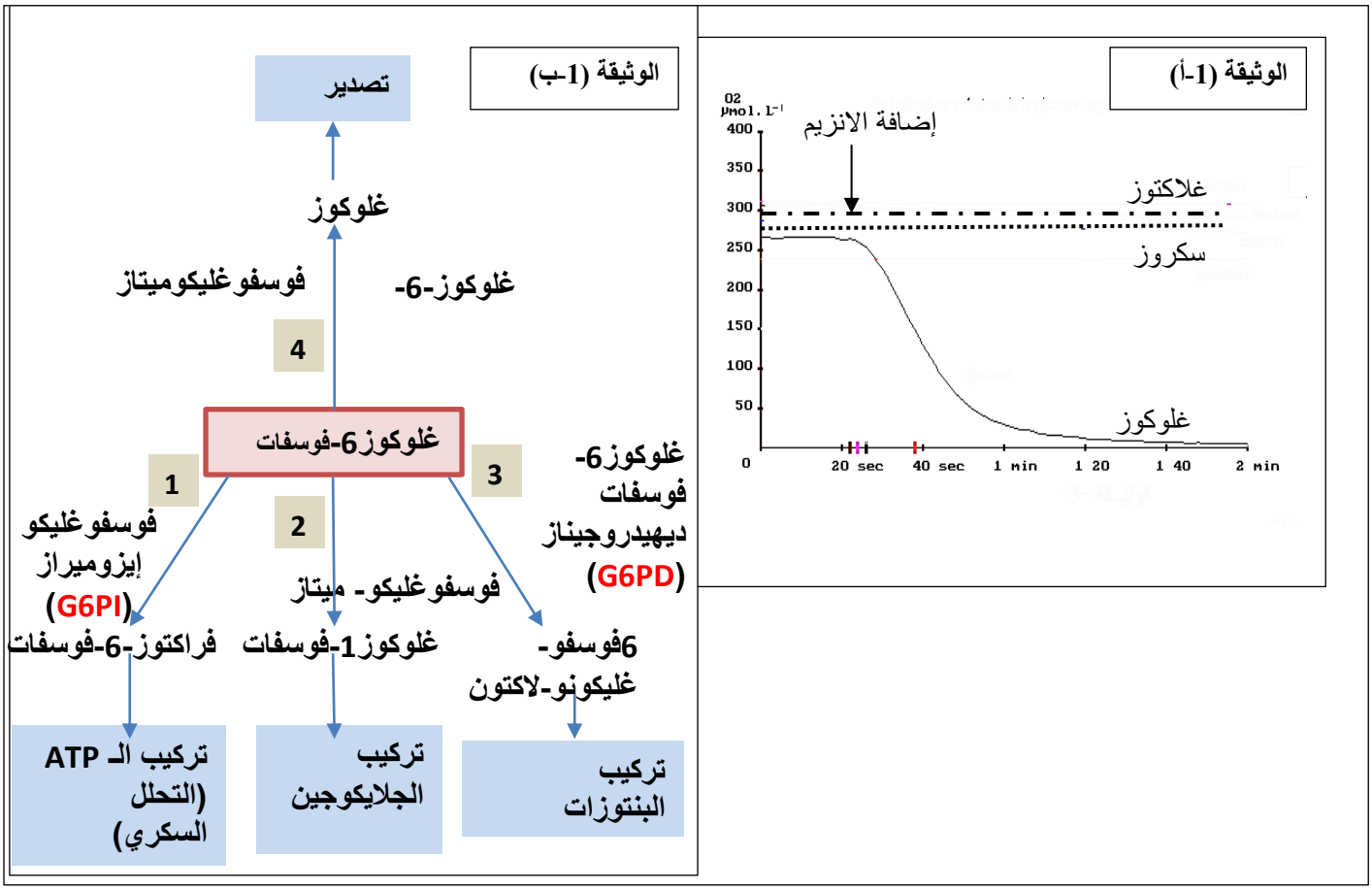
الوثيقة 3

التمرين السابع

نرغب في دراسة العلاقة الموجودة بين نشاط الأنزيم و بنيته الفراغية.

I – تمثل الوثيقة (1-أ) قياس تغيرات تركيز ثنائي الأكسجين المحصل عليها عن طريق جهاز الـ ExAO باستعمال إنزيم الغلوكوز -اوكسيداز.

تقدم الوثيقة (1-ب) بعض التفاعلات الايضية التي يتعرض لها غلوكوز6-فوسفات على مستوى الخلايا الكبدية.



الوثيقة 1

1 –حلل وفسر منحنى الوثيقة(1-أ).

2 – ماذا تستنتج.

3 – ماهي المعلومات التي تقدمها لك الوثيقة (1-ب)

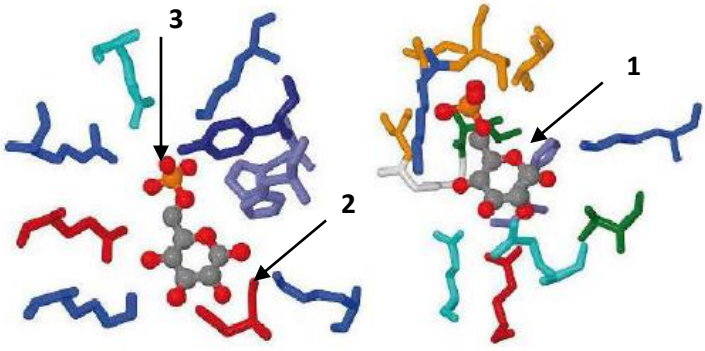
4 – ماهي الخاصية التي اظهرتها الوثيقتان (1-أ) و(1-ب) ، **وضح** ذلك برسومات تخطيطية تفسيرية مدعمة بالبيانات.

II - تمثل الوثيقة (2) مقارنة للموقع الفعال لأنزيمين يستعملان نفس مادة التفاعل.

1 – تعرف على البينات المرقمة من 1 إلى3

2 - بالاعتماد على الوثيقة (2) ، **بين** كيف تحدد البنية الفراغية للأنزيم وظيفيته .

3 – ماذا تتوقع فيما يخص نشاط أنزيم **G6PD** عند معاملته بدرجة حموضة (PH) غير ملائمة ؟ **علل** إجابتك.



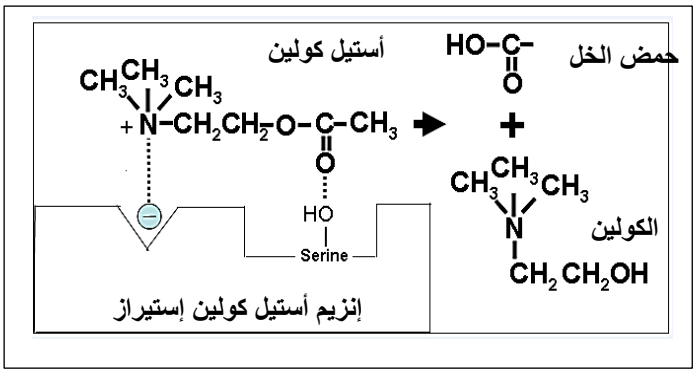
الوثيقة 2

التمرين الثامن

لدراسة نشاط أنزيم أستيل كولين إستراز قمنا بالدراسة المبينة في مايلي :

I - يقوم هذا الأنزيم كوسيط لتنشيط التفاعل التالي :

الأستيل كولين إستراز
الأستيل كولين + H20 ⟵ حمض الأسيتيك (الخل) + ثيوكولين



الوثيقة 1

1 – أين يمكننا أن نجد هذا النوع من الأنزيم في العضوية ؟

2 – بالاعتماد على معادلة التفاعل ، أستنتج دور الإنزيم في هذا التفاعل.

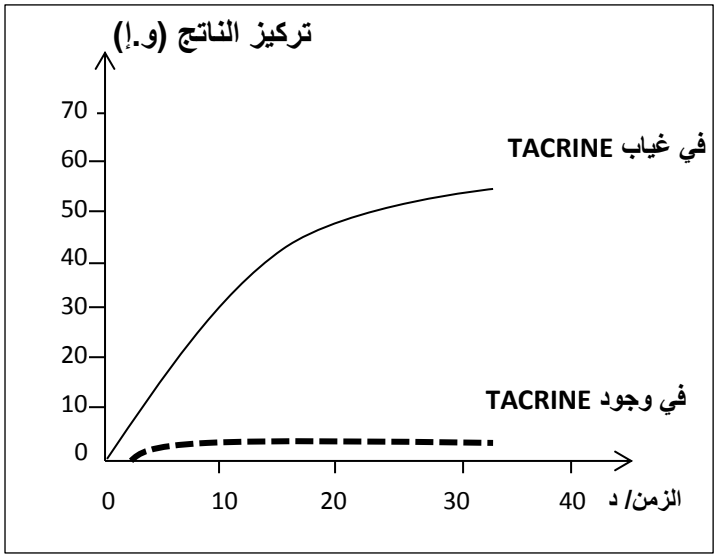
الوثيقة (1) توضح العلاقة بين الإنزيم ومادة التفاعل.

3 – ماهي المعلومات المستخلصة من هذه الوثيقة ؟

4 – مثل برسم تخطيطي التفاعل الإنزيمي موضحا العلاقة بين الانزيم ومادة التفاعل .

II -لتحديد نشاط الإنزيم نقوم بقياس تركيز الناتج في وجود وغياب مادة التاكرين (TACRINE) ، عند إضافة الاستيل كولين.

النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2) .

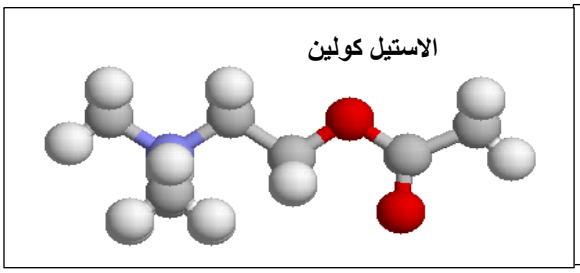


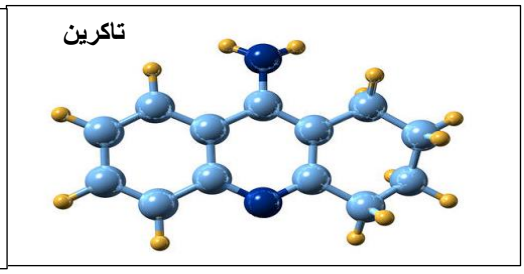
1 – حلل المنحنيين واستنتج تأثير مادة التاكرين على النشاط الانزيمي.

2 – بالاعتماد على معطيات الوثيقة (3) ، **قدم تفسيرا لآلية تأثير مادة التاكرين على الانزيم ،مدعما إجابتك برسم تخطيطي عليه البيانات.**

3 – باستغلالك للوثيقة (1) ومعارفك المكتسبة حول بنية وخصائص البروتين ،إقترح تفسيرا لآلية تأثير PH علىنشاط الإنزيم.

الوثيقة 2

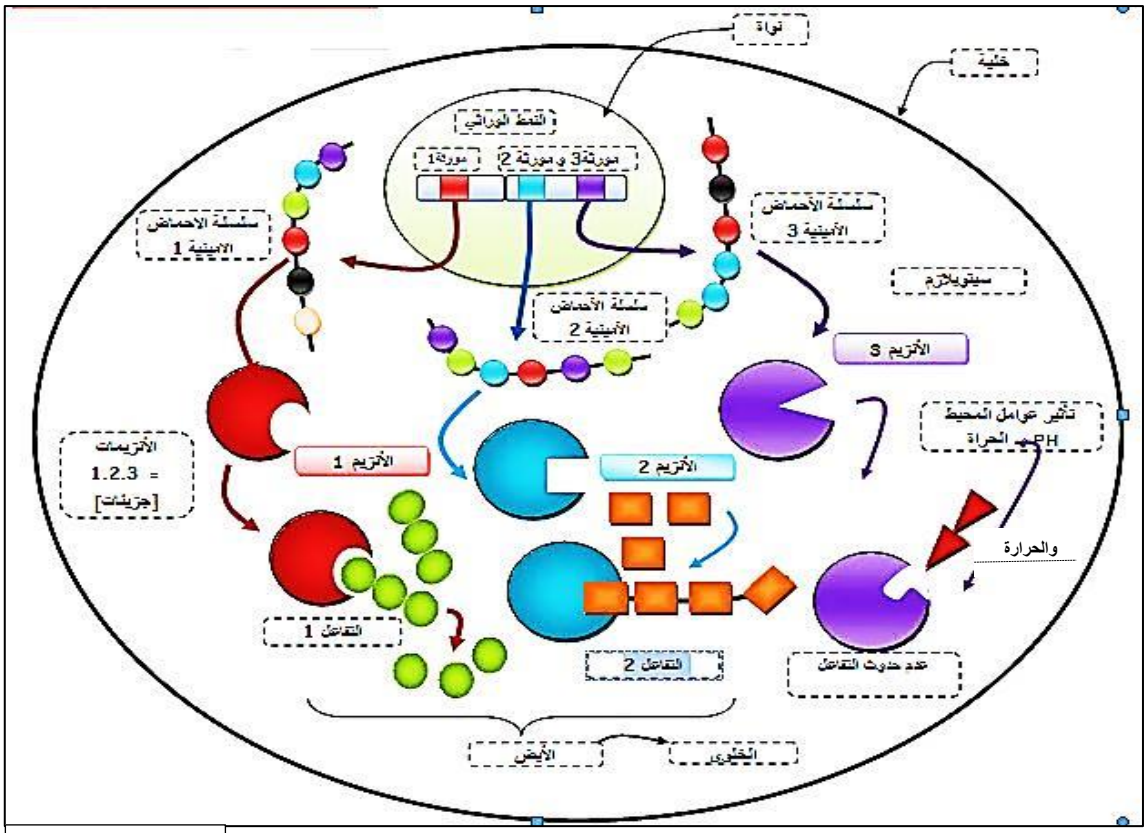




التمرين التاسع

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

I – تمثل الوثيقة (1) النمط الوراثي والظاهري والظروف المحيطة بالانزيمات.



الوثيقة 1

1 – حدد نوع التفاعل الذي يقوم به الانزيم1 والانزيم2 .

2 – كيف تفسر عدم حدوث التفاعل في حالة الانزيم3 ؟

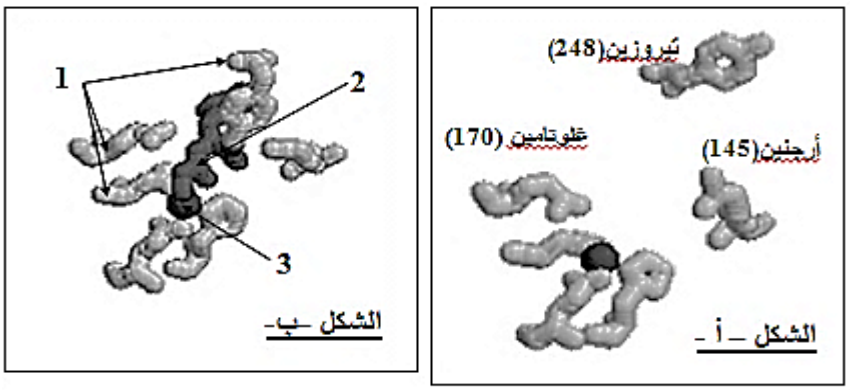
3 – بالاعتماد على الوثيقة (1)، كيف تفسر التخصص الوظيفي للانزيمات ؟

II- لدراسة آلية عمل الانزيمات والعوامل المؤثرة على نشاطها ، نستعرض التجربتين التاليتين:

التجربة 1 :

تمثل الوثيقة (2) الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال لأنزيم كربوكسي بيبتيداز :

- ✓ **الشكل (أ) : في غياب مادة التفاعل .**
- ✓ **الشكل (ب) : في وجود مادة التفاعل .**



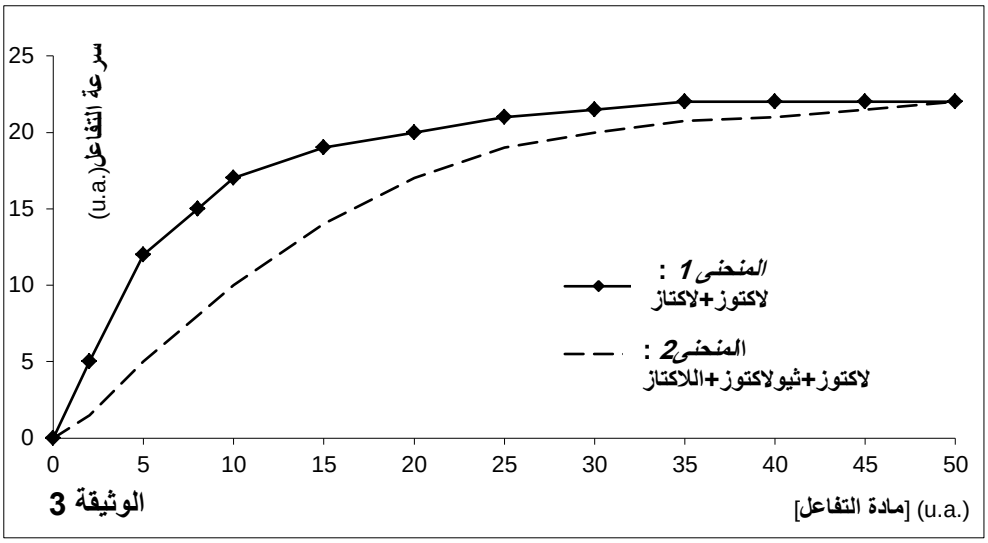
1: أحماض أمينية 2 : مادة التفاعل 3 : ذرة الزنك التي تمثل موقع التحفيز

الوثيقة 2

1 – قارن بين الشكلين (أ) و (ب) .
2 - ماذا تستنتج حول طريقة عمل الأنزيم .
3 – قدم تعريف للموقع الفعال .

التجربة 2 :

يقوم أنزيم اللكتاز بإماهة سكر اللاكتوز إلى غلوكوز+غلاكتوز . تم قياس السرعة الأبتدائية لتفاعل الإماهة بدلالة تركيز اللاكتوز في غياب مركب ثيولاكتوز (المنحنى1) وفي وجوده (المنحنى 2) . النتائج موضحة في الوثيقة (3) .



الوثيقة 3

1 – حلل المنحنيين . أستنتج تأثير اضافة ثيولاكتوزعلى نشاط الانزيم.
2 – قدم تفسيرا لآلية تأثير مركب ثيولاكتوز إذا علمت أن صيغته ($C12H_{22}O_{10}S$) قريبة جدا من صيغة اللاكتوز ($C_{12}H_{22}O$) .

التمرين العاشر

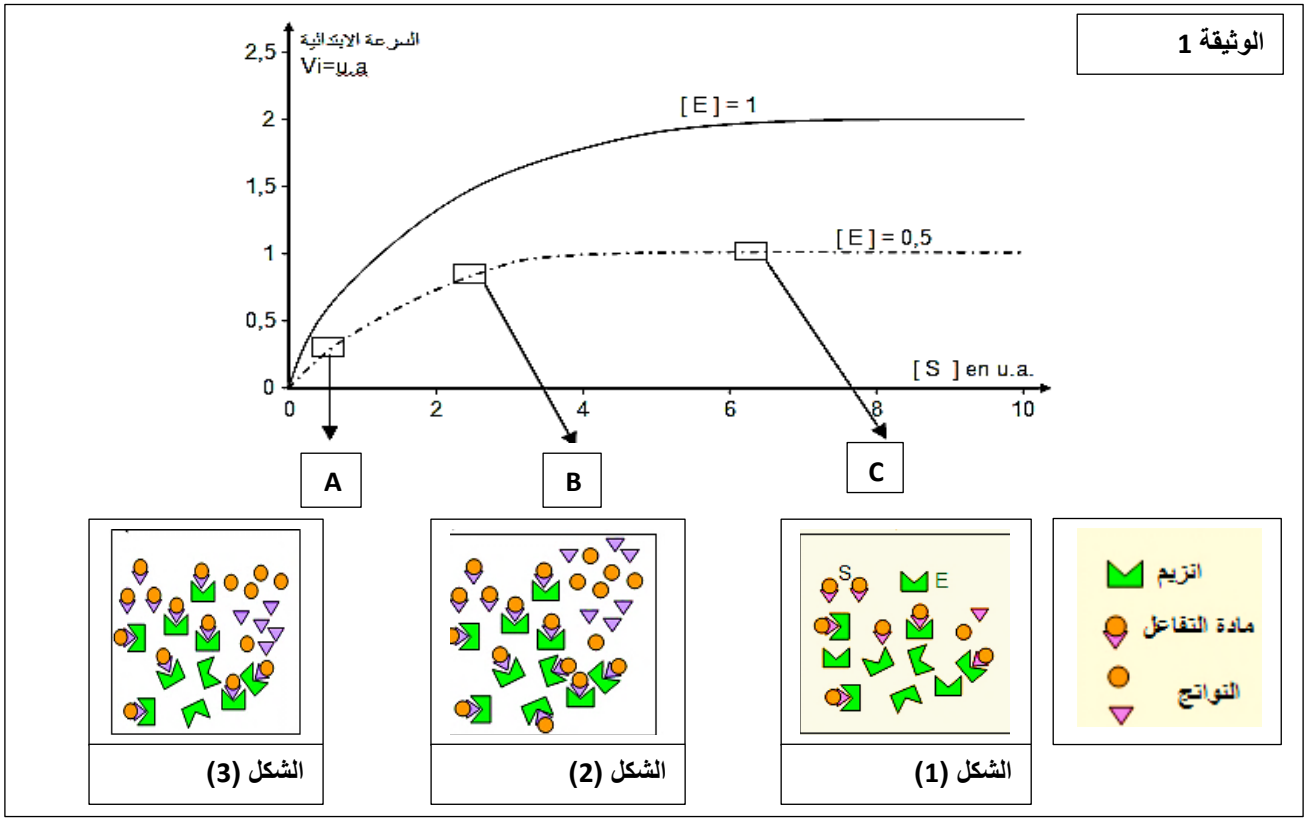
يتمثل النشاط الخلوي في العديد من التفاعلات الكيميائية الأيضية. تلعب الإنزيمات دورا أساسيا في تحفيز هذه التفاعلات الحيوية

1– تمثل الوثيقة (1) دراسة تغيرات السرعة الابتدائية للتفاعل الانزيمي بدلالة تركيز مادة التفاعل (S) وتركيز الانزيم (E).

أ – ماذا تستنتج من التحليل المقارن للمنحنيين ؟

كل مرحلة (A.B.C) توافق أحد الأشكال (1.2.3) .

ب – صل كل مرحلة بالشكل المناسب . **علل** اجابتك ؟

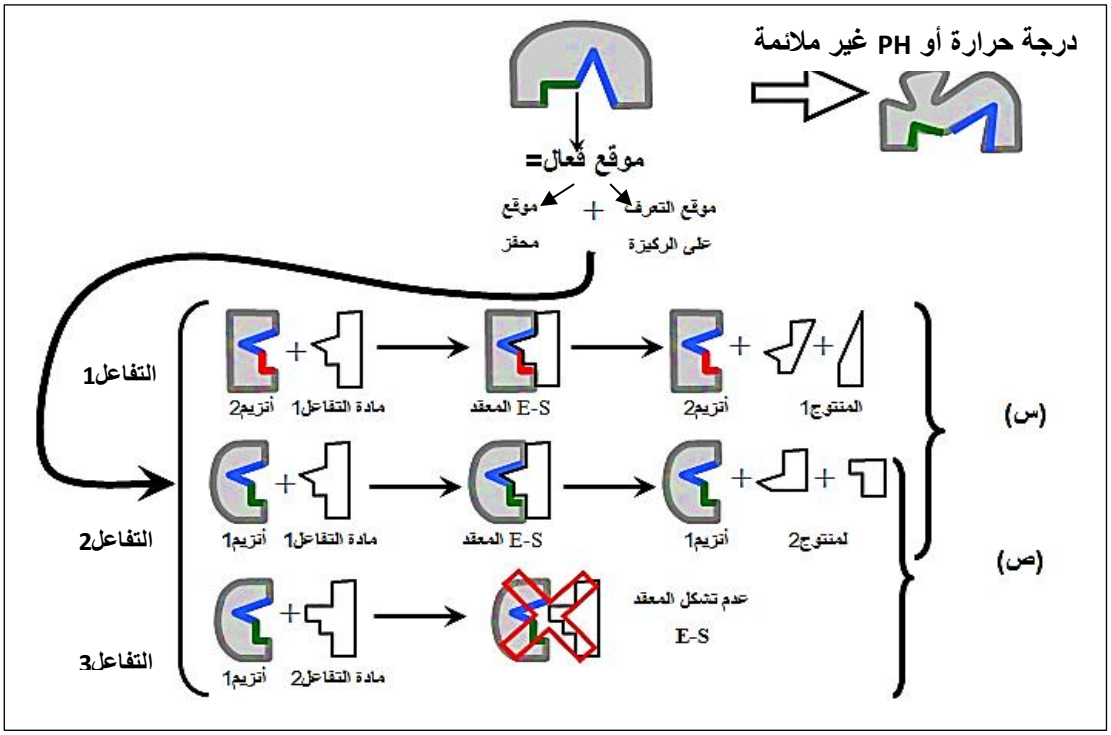


2 – تلعب الانزيمات دوار محفزا للتفاعلات الكيميائية ، ولمعرفة بعض خصائصها نقدم لك الوثيقة (2).

أ – ماذا تستنتج فيما يخص العلاقة بين البنية الفراغية للأنزيم ومادة التفاعل (الركيزة) انطلاقا من الحالتين (س) و (ص) من الوثيقة (2) ؟

ب - تبين الوثيقة (2) بعض خصائص الانزيم ، **استخرج** هذه الخصائص من مقارنة التفاعل (1مع2) والتفاعل (2مع3)، **مع تعليل** اجابتك .

جـ - انطلاقا من الوثيقة (2) ومعارفك **اقترح تفسير** لآلية تأثير الـ PH ودرجة الحرارة على النشاط الأنزيمي .



التمرين الحادي عشر

تتدخل البروتينات الأنزيمية خصوصا في التفاعلات البيوكيميائية.

1 - عرف المصطلحات التالية:

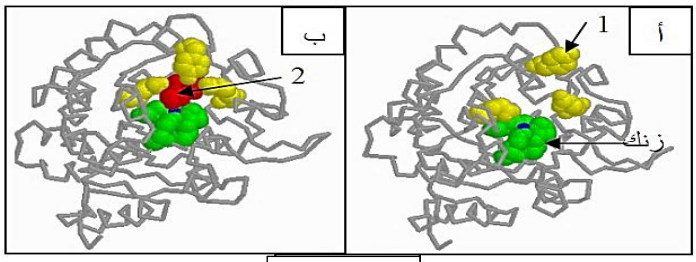
مادة التفاعل – التخصص المزدوج للأنزيم - المعقد" أنزيم -مادة التفاعل.

2 - إن للبنية ثلاثية الأبعاد للأنزيم دور أساسي في تشكيل المعقد" أنزيم -مادة التفاعل."

تظهر الوثيقة (1) تشكيل معقد" أنزيم -مادة التفاعل."

أ – تعرف على العنصرين 1 و2 .

ب – بالاعتماد على الوثيقة(1) ، بين كيف تحدد البنية الفراغية للأنزيم وظيفيته.



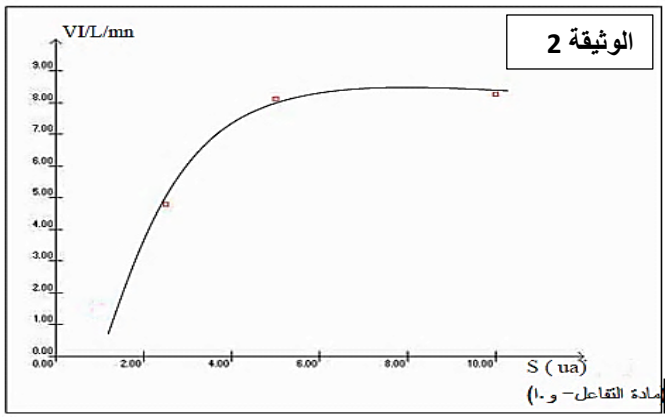
الوثيقة 1

3 - تمثل الوثيقة (2) تطور السرعة الابتدائية للتفاعل الأنزيمي بدلالة تركيز مادة التفاعل.

المطلوب:

أ – ما هي المعلومة التي تستخلصها من تحليلك لمنحنى هذه الوثيقة ؟

ب – باستغلالك للمعلومات المستخلصة من الموضوع ، اقترح تفسيرا للمنحنى البياني الوثيقة (الوثيقة 2) .



التمرين الثاني عشر

تعتبر البروتينات أساس الحياة تتدخل في كل الوظائف الحيوية ، نذكر على سبيل المثال الأنزيمات التي تؤمن أدوار فعالة في حياة الكائنات الحية.

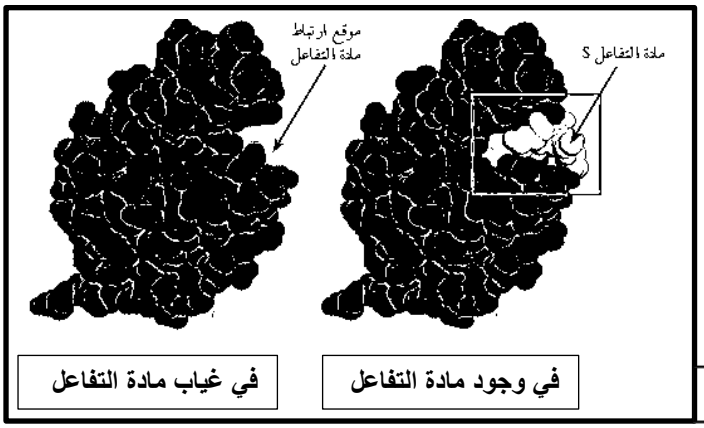
1 - تبرز الوثيقة(1-أ) الموقع الفعال للإنزيم الريبونيوكلياز في غياب و في وجود مادة التفاعل.

أ– تمثل الوثيقة (1-ب) الروابط الكيميائية لهذا الأنزيم.

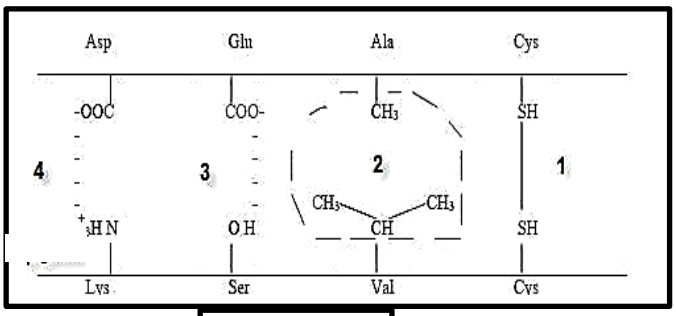
- تعرف على البيانات المرقمة في الوثيقة (1-ب) .

ب - فسر كيف يمكن أن ترتبط وظيفة البروتين ارتباطا وثيقا ببنيتها الفراغية ؟ ثم قدم تعريفا للموقع الفعال.

جـ - ما المعلومة التي يمكن استخراجها من الوثيقة(1-أ)فيما يخص نشاط الموقع الفعال ؟



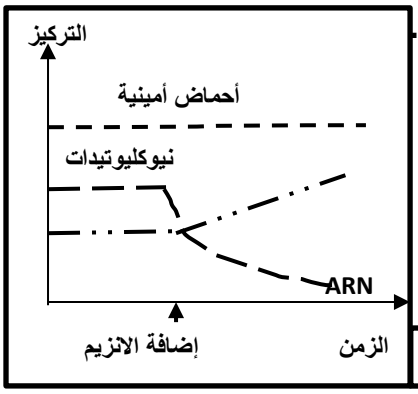
الوثيقة 1 –أ-



الوثيقة 1 –ب-

د – باستغلالك للمعلومات السابقة وبالاستعانة بمعلوماتك ، علل تخصص الأنزيم بالنسبة لمادة التفاعل.

2 - لدراسة نشاط انزيم الريبونيوكلياز مخبريا يستخدم تركيب تجريبي مدعم بالحاسوب (EXAO) وفي شروط تجريبية ملائمة و ثابتة (PH ، درجة حرارة الوسط ....



الوثيقة 2

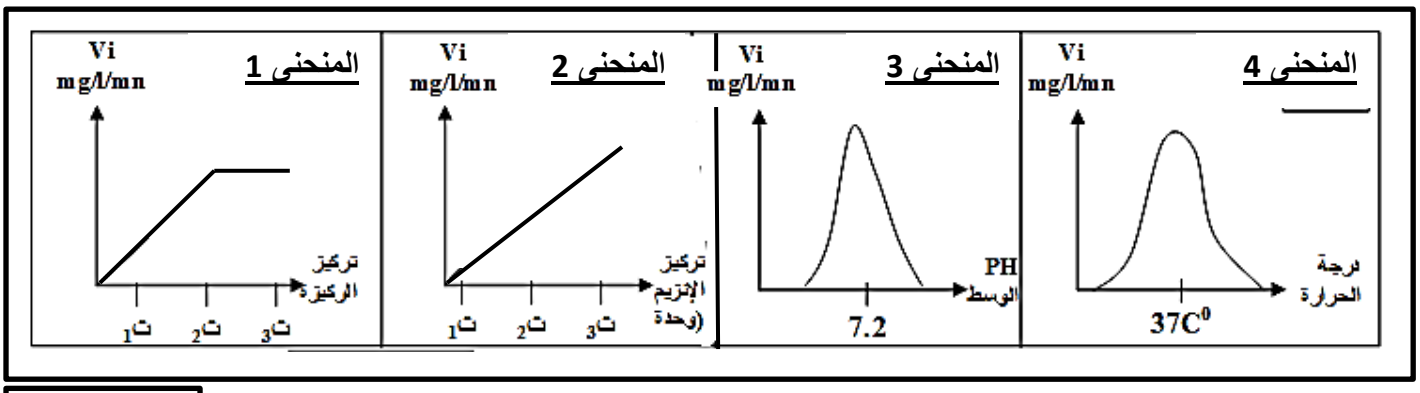
الوثيقة (2) تمثل نتائج تغيرات تركيز : الأحماض الأمنية الحرة ، النيوكليتيدات ، الـ ARN ، قبل وبعد إضافة انزيم الريبونيوكلياز.

أ) فسر هذه النتائج وماذا تستنتج ؟

ب) نعيد نفس التجربة ونغير في كل مرة إحدى متغيرات الوسط نتتبع تغيرات السرعة الإبتدائية (Vi) لهذا الإنزيم بدلالة هذا المتغير النتائج المحصل عليها ممثلة في منحنيات الوثيقة (3).

- فسر النتائج المتحصل عليها ؟

جـ - قدم رسومات تخطيطية تفسر نتائج الوثيقة(2) ، ومنحنى4 ومنحنى 3 من الوثيقة(3) عند درجة حرارة ودرجة حموضة غير ملائمتين لنشاط الأنزيم .

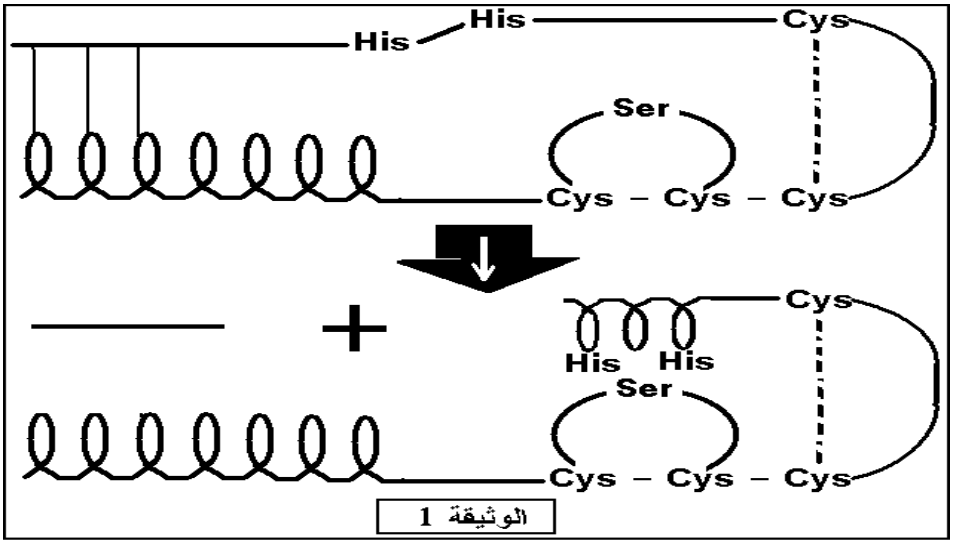


الوثيقة 3

التمرين الثالث عشر

قصد التعرف على خصائص الإنزيم أجريت الدراسات التالية

1- التريبسين إنزيم هضمي يفكك البروتينات : يكون بعد إفرازه خاملا ويسمى تريبسينوجين ، ثم يتحول تحت تأثير إنزيم معوي هو الأنتيروكيناز إلى تريبسن نشط (فعال) كما تبينه الوثيقة 1

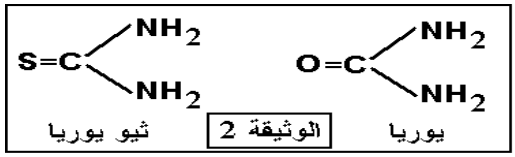


الوثيقة 1

أ- حلل الوثيقة مبرزا التحول الحاصل للتريبسينوجين حتى أصبح تريبسين نشط (علما أن الموقع الفعال يضم الأحماض الأمينية **(His.Ser.His)** **ب-** ما نوع الرابطة التي أشير لها بالخط المتقطع ؟

جـ - ماذا يمثل القوس الواصل بين **Cys** و **Cys** في الجانب الأيمن من الإنزيم ؟

2- اليورياز إنزيم يفكك اليوريا لكن في وجود مادة مشابهة لها مثل الثيويوريا (كما في الوثيقة2) حيث في وجود الثيويوريا تنقص سرعة التفاعل الإنزيمي بقدر كمية الثيويوريا.



الوثيقة 2

أ – ماذا تعتبر اليوريا ضمن التفاعل الإنزيمي ؟

ب- أوجد الإختلاف بين اليوريا والثيويوريا ، وهل يمكنك إقتراحتسمية للثيويوريا ضمن التفاعل الإنزيمي .

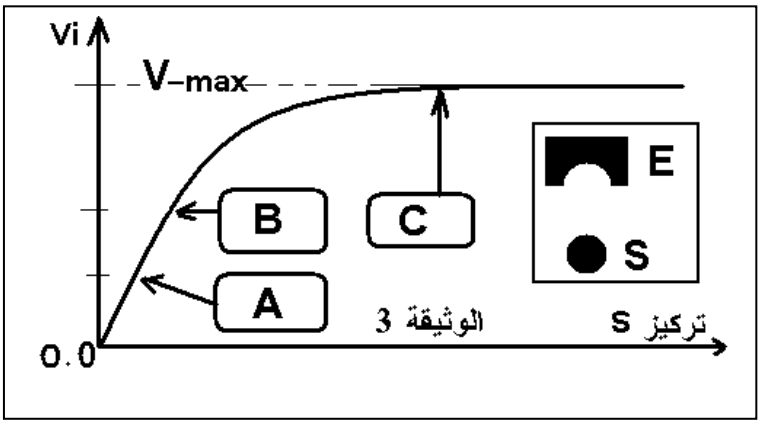
جـ - فسر إذن النتائج .

3- مستغلا معطيات الوثيقة 3-

أ- ماذا يمثل شكل هذا المنحنى ؟

ب- مثل برسوم تخطيطية العلاقة بين **E** و **S** وذلك خلال المراحل **A، B ، C**.

ج- هل يمكن إعتبار إرتباط الجسم المضاد بالمستضد هو تفاعل إنزيمي ؟ **علل إجابتك**

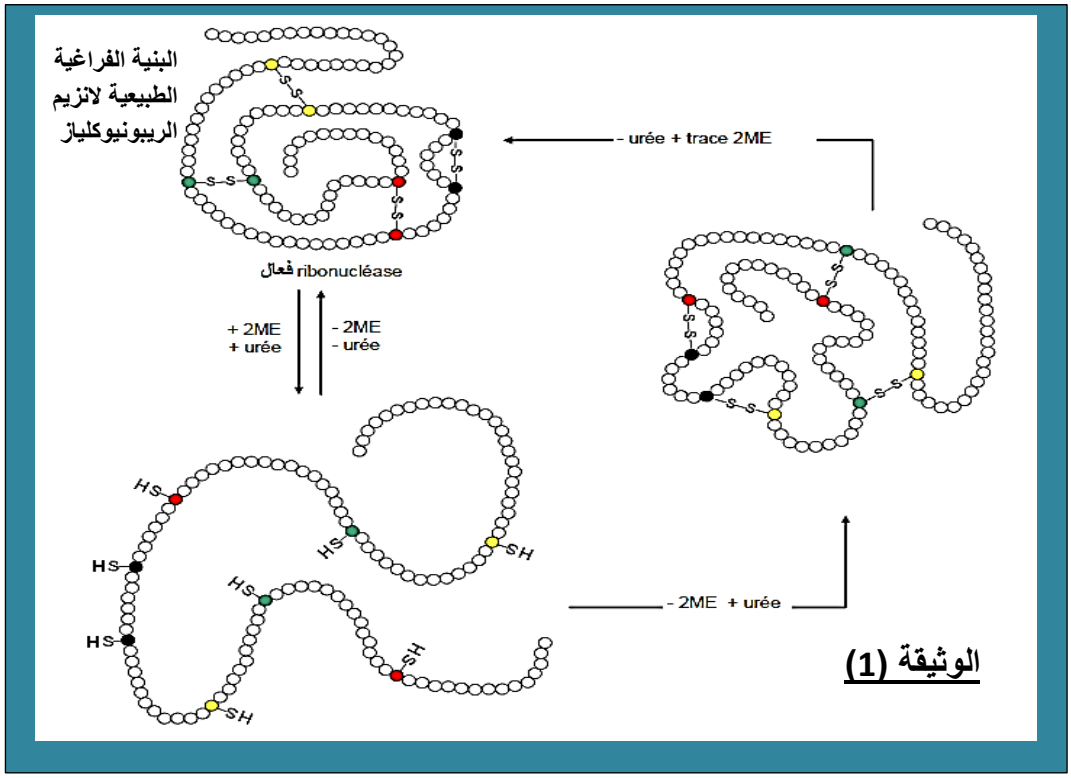


الوثيقة 3

التمرين الرابع عشر

تؤدي الانزيمات دورا فعالا في حياة الكائنات الحية ، فهي تمتلك بنية فراغية تسمح لها بأداء وظيفتها.

1 – لدراسة العلاقة بين بنية الانزيم ووظيفته أجرى العالم Anfinsen تجربة على انزيم ريبونيوكلياز ، باستعمال مادة مركبتو إيثانول (ME) واليوريا (UREE) .
نتائج التجربة ممثلة في الوثيقة (1) .

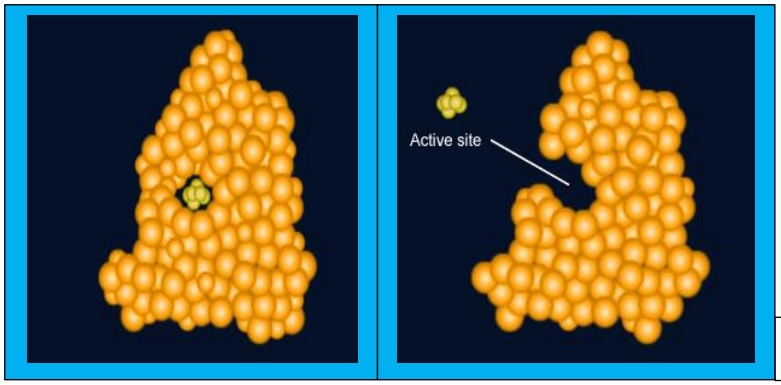


الوثيقة (1)

أ – ماهو تاثير كل من مادة اليوريا ومادة مركبتوإيثانول على الانزيم ؟
ب - ماذا تستنتج من هذه التجربة ؟
جـ - ماذا تستخلص ؟

2 – في ظروف تجريبية ملائمة ننجز التجربة المبينة في الجدول التالي:

الوسط	محتوى التجربة		النتيجة
1	محلول ملائم ، ريبونيوكلياز	إضافة الـ ARN	انخفاض كمية الـ ARN
2	محلول ملائم ، ريبونيوكلياز ، يوريا	إضافة الـ ARN	كمية الـ ARN ثبتة
3	محلول ملائم ، ريبونيوكلياز ، يوريا ،مركبتو إيثانول	إضافة الـ ARN	كمية الـ ARN ثبتة
	المرحلة الثانية :إزالة اليوريا ومركبتوإيثانول من الوسط 3		انخفاض كمية الـ ARN



الوثيقة (2)

أ – قدم تفسيرا للنتائج المحصل عليها في الاوساط 1,2,3مستعينا بالوثيقة (2)
بـ - ماذ تستخلص فيما يخص عمل انزيم ريبونيكلياز؟

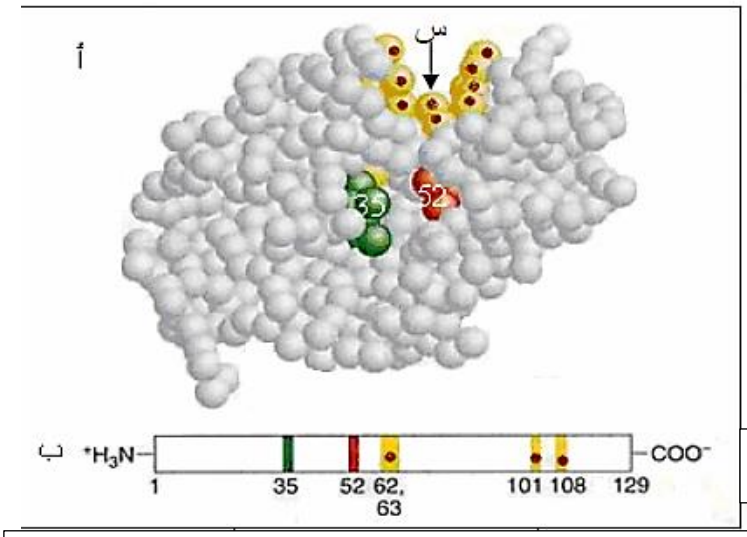
التمرين الخامس عشر

اليزوزيم أنزيم نجده في اللعاب، الدموع و المخاطيات، تتكون سلسلته البروتينية من 129 حمض أميني وهو أنزيم دفاعي ضد البكتيريا .يوجد بالنسبة لكل نوع معين، جزيئات ليزوزومية توافق مورثات طافرة.

- تمثل الوثيقة (1) جزيئة ليزوزوم (الشكل 1-أ) و قطعة من السلسلة البيتيدية الموافقة (الشكل 1-ب)
- تمثل الوثيقة (2) ثلاث نماذج من جزيئات ليزوزيم:

(أ) : الشكل المرجعي (الشاهد)

"ب "و"ج": شكلان طافران



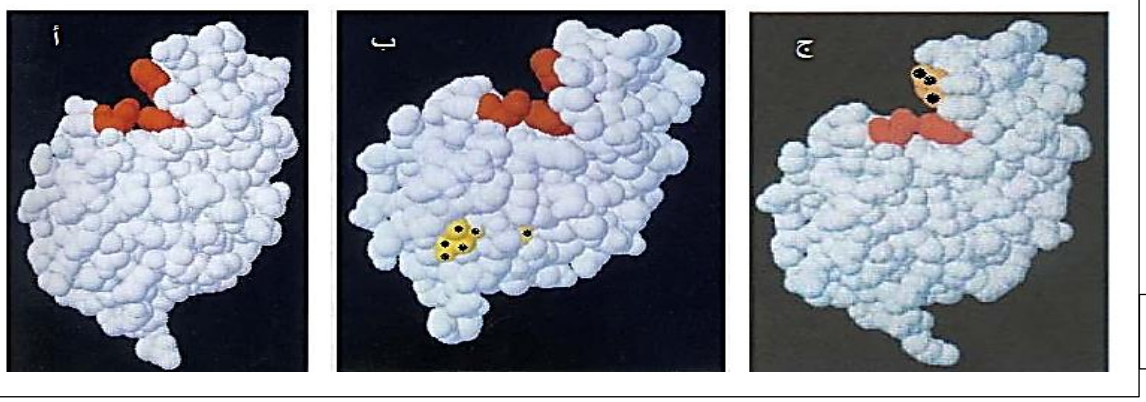
الوثيقة1

1 – أ - تعرف على البنية (س) من الوثيقة (1).

ب - ذكر بدورها.

ج – تظهر الوثيقة (1) الخاصية البنيوية لهذه البنية.

- **ماهي هذه الخاصية؟**



الوثيقة2

2 - أوجد تقاربا بين الوثيقت"1" و"2" واقترح تفسيرا لعدم قدرة اليزوزيم من الشكل" ج "على تحفيز متعددات السكريد.

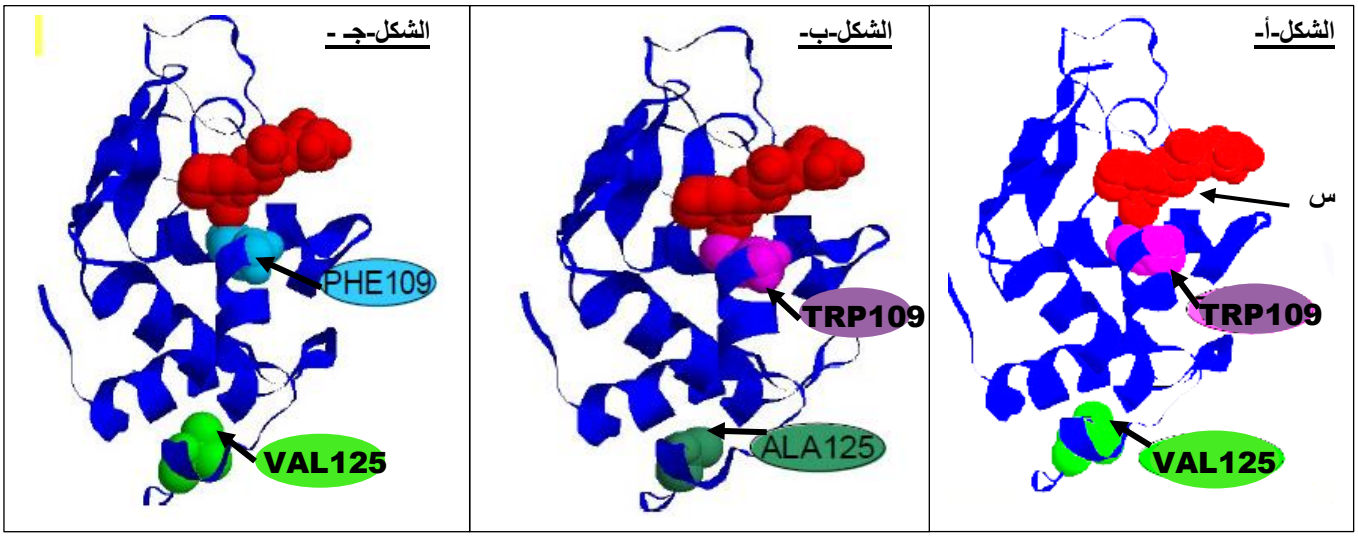
التمرين السادس عشر

اليزوزيم أنزيم نجده في اللعاب، الدموع و المخاطيات، تتكون سلسلته البروتينية من_129 حمض أميني وهو أنزيم دفاعي ضد البكتيريا .يوجد بالنسبة لكل نوع معين، جزيئات ليزوزومية توافق مورثات طافرة.

1 - تمثل الوثيقة (1) ثلاث نماذج من جزيئات ليزوزيم :

- الشكل (أ) : شكل مرجعي (شاهد)

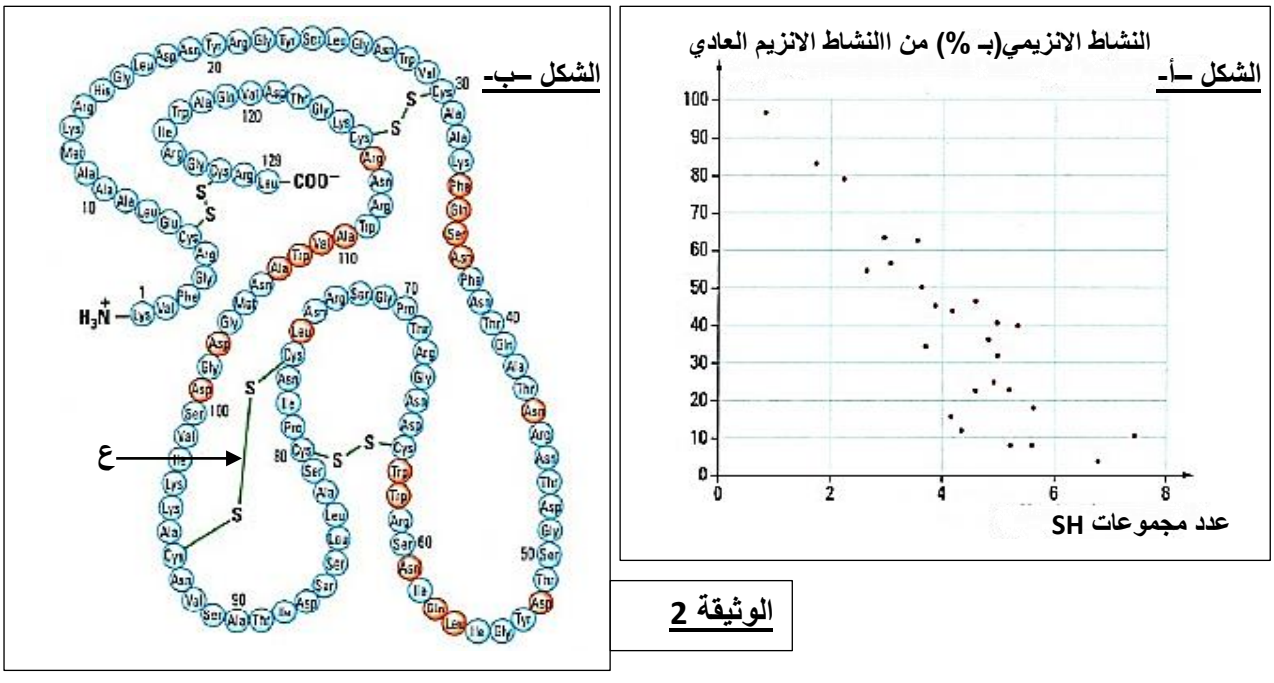
- الشكلان (ب)و(جـ) : شكلان طافران



الوثيقة 1

أ - **تعرف** على البنية (س) من الوثيقة (1).
بـ - **ذكر** بدورها.
جـ - يظهر الشكل (أ) من الوثيقة (1) الخاصية البنيوية لهذه البنية (س) . **ما هي** هذه الخاصية؟
د – **حدد** أي من جزيئة انزيم الليزوزم (الشكل ب) او (الشكل (جـ) غير قادرة على تحفيز متعددات السكريد. **علل** إجابتك ؟

2 - بهدف التعرف على تأثير درجة الحرارة على نشاط انزيم الليزوزم ننجز التجربة التالية :
يمثل الشكل(ب) من الوثيقة(2) احدى البنى المكونة لانزيم الليزوزم ، بينما يمثل الشكل(أ) من الوثيقة(2) نتائج تجربية اجريت على انزيم الليزوزم في درجات حرارة مرتفعة ومتزايدة.
أ – **تعرف** على البنية الممثلة في الشكل(ب) من الوثيقة(2).
بـ - **ماذا** يمثل العنصر(ع) من الوثيقة(2) ؟ **حدد** دوره.
جـ - **حلل** نتائج الشكل (أ) من الوثيقة(2) . ماذا **تستنتج**؟
د - **بالاعتماد** على ما توصلت ايه من دراسة الوثيقة (2) ومعارفك المكتسبة ، **اشرح** كيف تؤثر الحرارة على نشاط الانزيم



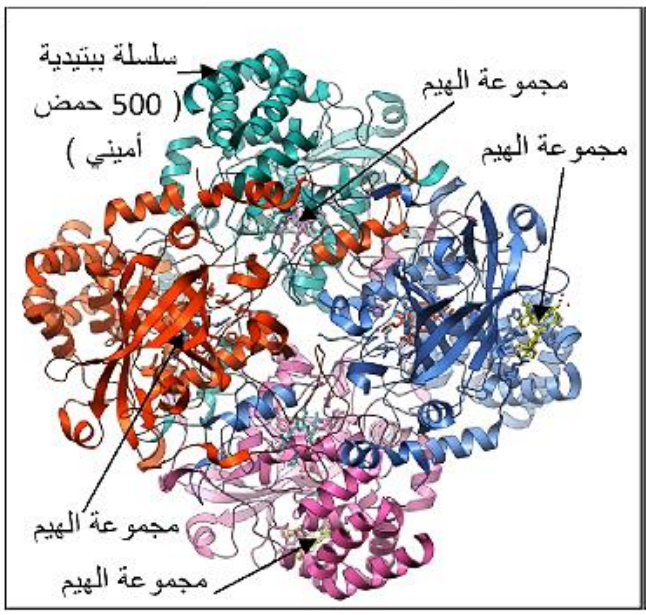
الوثيقة 2

التمرين السابع عشر

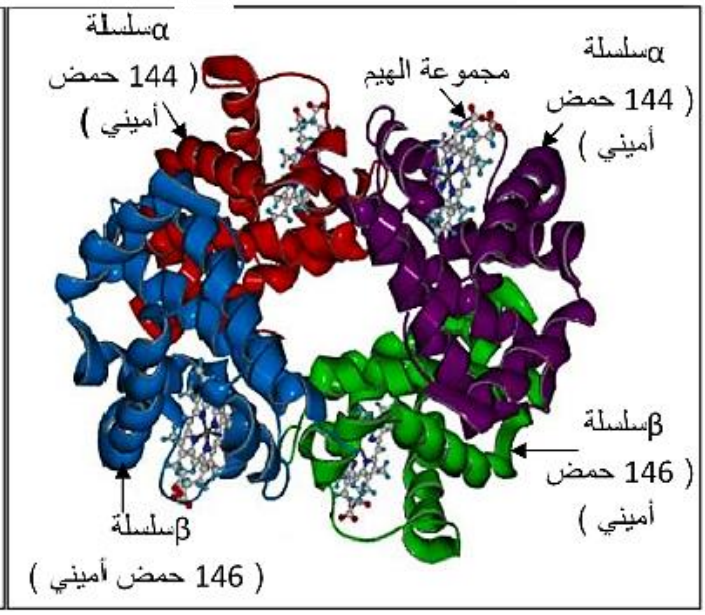
البروتينات جزيئات ضخمة تتوقف وظائفها على بنيتها والخصائص التي تتمتع بها . لفهم العلاقة بينهما نقترح الدراسة التالية:

1 – تمثل الوثيقتين1و2 دراسة مقارنة لكل من الهيموغلوبين والكتالاز.

- الوثيقة1 : تمثل البنية الفراغية لجزيئة الهيموغلوبين
- الوثيقة2 : تمثل البنية الفراغية لجزيئة الكتالاز.



الوثيقة2



الوثيقة1

أ – **استخرج** عناصر المقارنة بين المركبين ، ثم **قارن** بينهما إذا علمت أن السلاسل الببتيدية للكتالاز متماثلة.

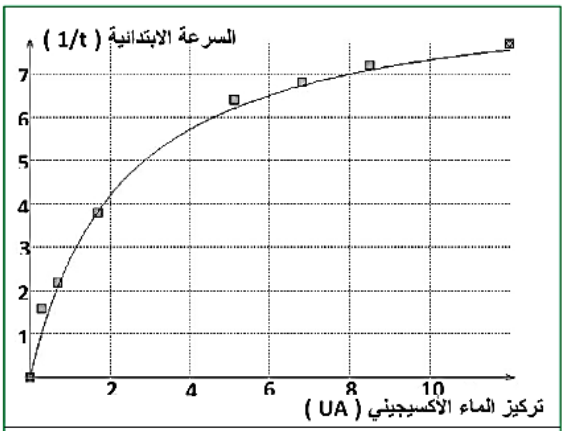
ب - حرر فقرة علمية تقارن فيها بين وظيفة كل جزيئة مستغلا الوثيقة3 .

الوثيقة3

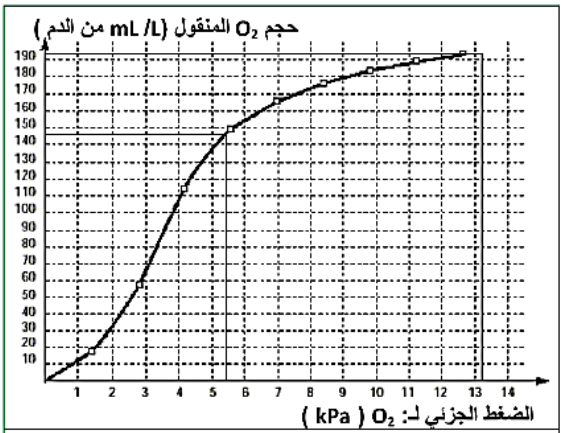
$$H_2O_2 \xrightarrow{\text{كتالاز}} H_2O + \frac{1}{2} O_2$$

$$4O_2 + Hb \longrightarrow Hb(O_2)_4$$
أكسيهيموغلوبين

جـ - حلل المنحنيين أسفله ، ثم **استنتج** العلاقة بين الجزيئتين المدروستين وغاز O_2.



تغير النشاط الأنزيمي للكتالاز بدلالة تغيّر تركيز H_2O_2



نسبة تشبع الهيموغلوبين بدلالة الضغط الجزئي لغاز O_2

3 - نرغب في دراسة العلاقة الموجودة بين نشاط الأنزيم و بنيته الفراغية.

التمرين الثامن عشر

خميرة الخبز كائن وحيد الخلية متواجد طبيعيا على قشرة العنب نستعمله في التجارب التالية:

التجربة (1) : نضع كميات متساوية من الخميرة في ثلاثة أنابيب حيث:

الأنبوب (A) يحتوي على محلول السكروز
الأنبوب (B) يحتوي على محلول المالتوز
الأنبوب (C) يحتوي على الماء المقطر

	الأنبوبة (A)	الأنبوبة (B)	الأنبوبة (C)
الكشف عن الجلوكوز	+	+	-

بعد 10د نكشف عن تواجد الجلوكوز في كل أنبوبة (الجدول)

- فسر نتائج هذه التجربة .

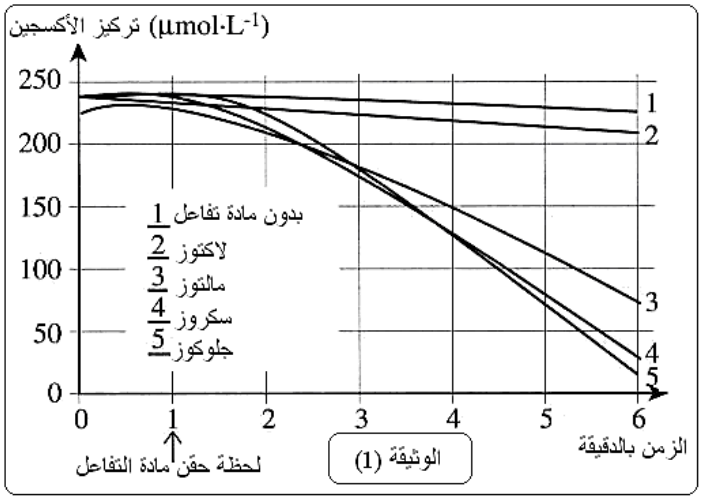
التجربة (2) :

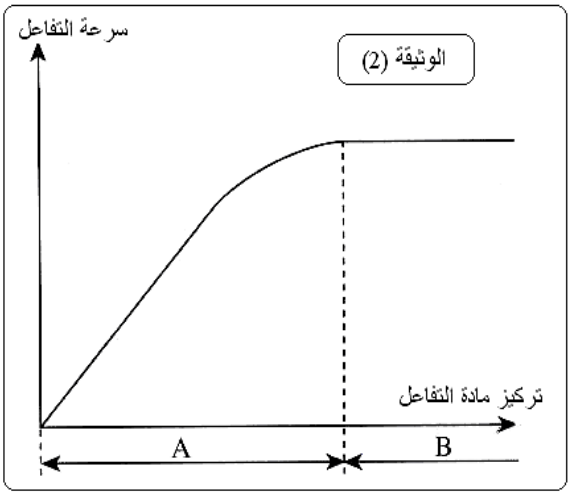
تؤخذ كمية من الخميرة وتوضع في وسط غني بالأوكسجين و ذلك في وجود مادة التفاعل .

نقيس استهلاك الأوكسجين من طرف الخميرة عند كل مادة تفاعل النتائج ممثلة في منحنيات الوثيقة (1)

1- حلل وفسر النتائج المحصل عليها.

2- اشرح العلاقة بين هذه النتائج التجريبية و محتوى الخميرة من الإنزيمات .





2- **ضع** نماذج لجزيئات الأنزيم و مادة التفاعل خلال الفترة (A) و الفترة (B) من المنحنى .

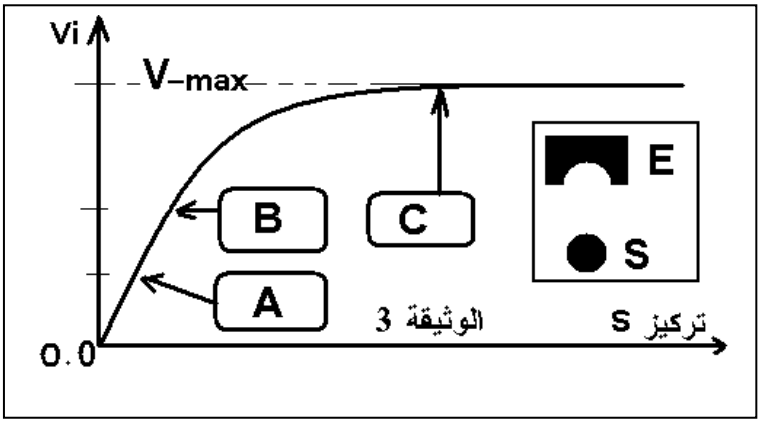
3- **أرسم** شكل المنحنى في حالة لو كانت كانت كمية الإنزيم أقل مرتين.

4 مستغلا معطيات الوثيقة 3-

أ- ماذا يمثل شكل هذا المنحنى ؟

ب- **مثل** برسوم تخطيطية العلاقة بين **E** و **S** وذلك خلال المراحل **A، B ، C**.

ج- هل يمكن إعتبار إرتباط الجسم المضاد بالمستضد هو تفاعل إنزيمي ؟ علل إجابتك

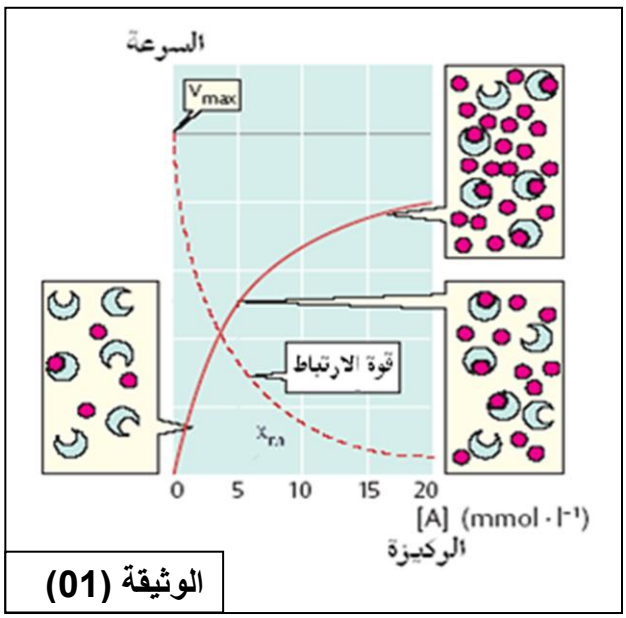


التمرين التاسع عشر

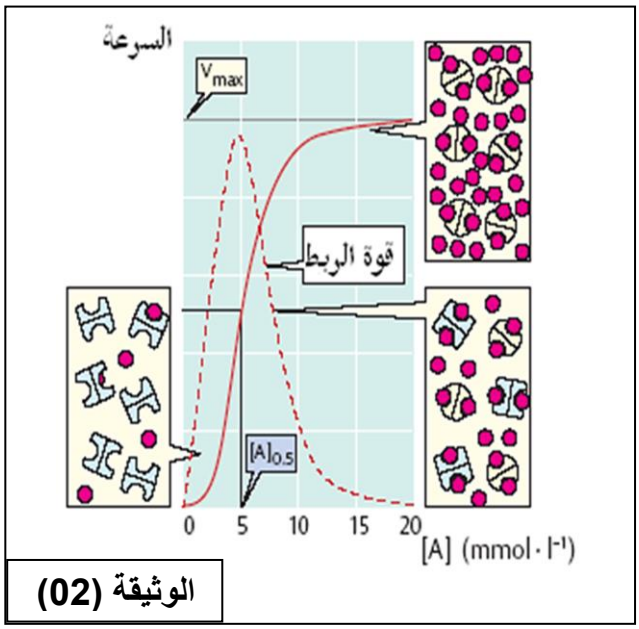
لتحديد طبيعة وخواص الإنزيم ، ننجز التجارب الملخصة بالجدول التالي:

التجارب	الشروط التجريبية	المعاملة بالماء اليودي(النتيجة)
1	أنبوب اختبار1 + محلول النشاء + أميلاز ، PH =2 أنبوب اختبار 2+ محلول النشاء + أميلاز ، PH= 7 أنبوب اختبار 3+ محلول النشاء + أميلاز ، PH= 10	وجود النشاء (-). (+). وجود النشاء (-).
2	أنبوب اختبار 4+ محلول النشاء + أميلاز ،درجة الحرارة 0°م وبعد 10 دقائق نرفع درجة الحرارة الى 30°م. أنبوب اختبار 5+ محلول النشاء + أميلاز ،درجة الحرارة 60°م وبعد 10 دقائق نرفع درجة الحرارة الى 30°م.	وجود النشاء (-)، بعد 10 دقائق (+) وجود النشاء (-)، بعد 10 دقائق (-)
3	أنبوب اختبار6 + محلول النشاء + أميلاز ، PH= 7 أنبوب اختبار7 + محلول النشاء + بيبسين ، PH= 7	(+). وجود النشاء (-).

1- بالاعتماد على النتائج المحصل عليها حدد خصائص الإنزيم ، ثم عرفه .
2- قدم بشكل مخطط بسيط مراحل تحول النشاء.
3- الى أي مجموعة ينتمي هذا الإنزيم ؟
4- مثل برسم تخطيطي حالة الإنزيم في الأنابيب 2 و5 و7.
5- تتغير العلاقة بين سرعة التفاعل في وجود الإنزيم وتركيز مادة التفاعل (الركيزة) نقدم الوثيقة (01).
α- حلل النتائج الممثلة بالوثيقة (01). ماذا تستنتج؟
β- نقدم الآن حالة التشبع في حركية أخرى للأنزيمات لكن يشارك فيها نوعين من الإنزيمات الوثيقة (02).
1- قارن بين هذه الحالة والحالة السابقة .
2- حدد عمل الإنزيمين ، ماذا تستنتج ؟



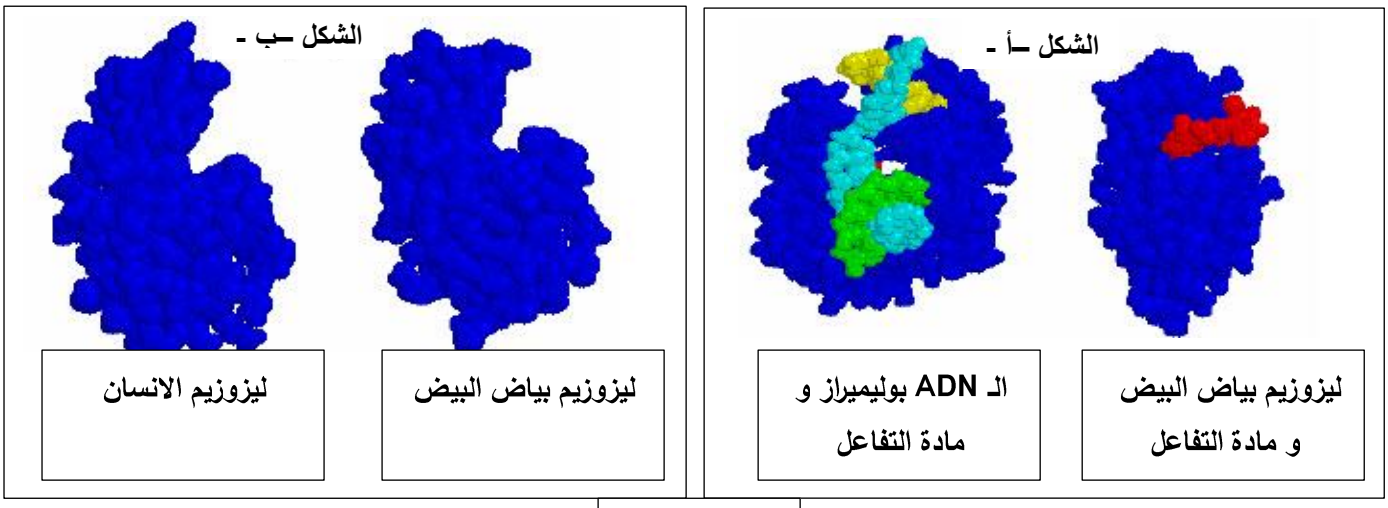
الوثيقة (01)



الوثيقة (02)

التمرين العشرون

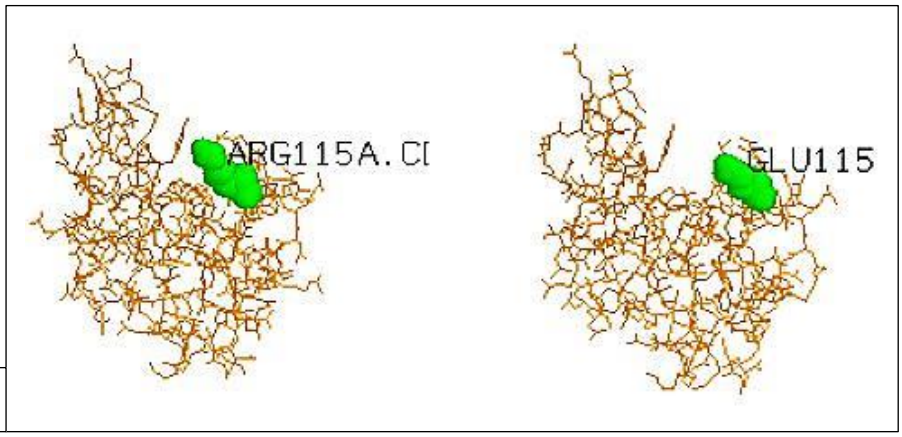
1 - تمثل الوثيقة (1) نماذج جزيئية لإنزيمات ذات نشاطات مختلفة (1-أ) و إنزيمات لها نفس النشاط لكن مأخوذة من عضويات تنتمي إلى أنواع مختلفة (1-ب) .



الوثيقة-1-

- **ما هي المعلومات التي يمكن استخلاصها من تحليلك لهذه الوثيقة ؟**

2 - سمحت المقارنة بين جزيئتين من ليزوزيم الإنسان ، إحداهما ذات نشاط عادي و الأخرى ذات نشاط ضعيف، بإظهار اختلاف على مستوى الحمض الآميني رقم 115. يتمثل هذا الاختلاف في استبدال الحمض الاميني أرجينين (ARG) لليزوزيم العادي بحمض أميني آخر و هو حمض الغلوتاميك (GLU) في الليزوزيم الطافر .تحدد الوثيقة (2) موقع هذه الطفرة .



الوثيقة-2-

أ - ما هي الفرضية التي يمكنك تقديمها لتفسير النشاط الضعيف للإنزيم الطافر؟

ب - للتحقق من صحة الفرضية المقترحة، نقوم بمقارنة أبعاد الموقع الفعال لجزيئتي الليزوزيم .النتائج المحصل عليها مدونة في جدول الوثيقة (3) .

الجزيئات	المسافة بـ A°			
	VAL 110.CB – GLY48.CA	ALA 108.O – ASN60.CB	ARG115.NH – ASP49.CB	ALA111.CB – ASN44.CB
الانزيم الناشط	14.484	7.867	14.766	11.208
انزيم ذو نشاط ضعيف	14.272	7.635	14.105	10.529

VAL110.CB: C = لكربون B= في موقع β للحمض الاميني فالين

VAL110= موقع الفالين على مستوى السلسلة البيبتيدية للانزيم :110

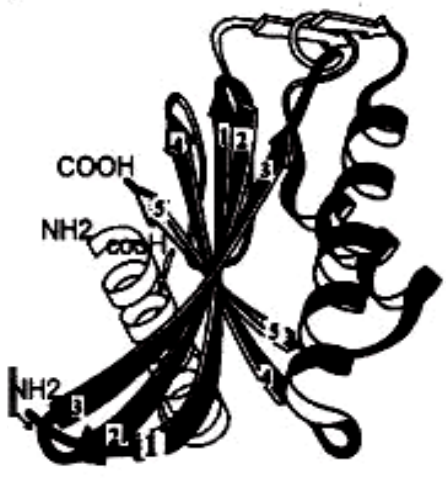
الوثيقة-3-

α - هل تسمح لك هذه النتائج بالتحقق من الفرضية المقترحة سابقا ؟
β - تحدد هذه النتائج سبب فقدان الانزيم الطافر نشاطه وضح ذلك.
- ماذا تستخلص ؟

التمرين الحادي و العشرون

يتمثل النشاط الخلوي في العديد من التفاعلات الكميائية الأيضية التي تقوم بها مجموعة كبيرة من الأنزيمات .
للتعرف على العلاقة بين بنية ووظيفة الانزيم نقوم بدراسة أنزيم الهيكسوكيناز hexokinase الذي تم استخلاصه وتنقيته من العضلة الهيكلية للفأر.يتكون الأنزيم من سلسلتين ببتيديتين تحتويان معا على 920 حمض أميني .الوثيقة (1) تمثل بنيته الفراغية.

1 – حدد البنية الفراغية لهذا الأنزيم ؟ **علل** اجابتك.
2 – تعرف على أنواع البنيات الثاوية ، **وماهو** عددها في السلسلة الببتيدية ؟
3 – ماهي أنواع الروابط التي تساهم في الحفاظ على استقرار هذه البنية ؟



نموذج الشريط السميك
للهيكسوكيناز Hexokinase

الوثيقة 1

يتدخل الهيكسوكيناز في التفاعل التالي :

غلوكوز + ATP ⟵ غلوكوز– 6 فوسفات + ADP

4 – مثل برسم تخطيطي التفاعل الانزيمي الذي يقوم به هذا الأنزيم ؟محددا نوع التفاعل.

لدراسة حركية التفاعلات لأنزيم الهيكسوكيناز نقوم بسلسلة من التجارب :

- **التجربة 1 :**

نقوم بقياس السرعة الابتدائية(Vi) للتفاعل الانزيمي بدلالة تركيز مادة الغلوكوز ، والنتائج موضحة في جدول الوثيقة (2).

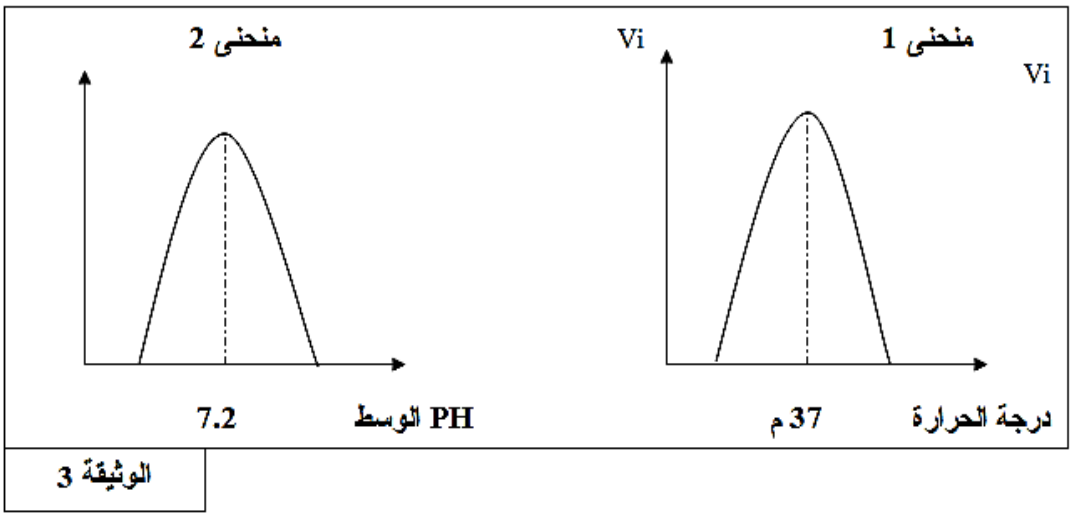
تركيز الغلوكوز (ملي مول)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	09	1	2	3
Vi (ملي مول/ثا)	5	6.67	7.5	8	8.33	8.57	8.75	9	9.09	9.52	9.68

أ- **أرسم** منحنى تغيرات السرعة الابتدائية للتفاعل بدلالة تركيز مادة التفاعل ؟

ب- **حلل** المنحنى **وماذا تستنتج** ؟

- **التجربة 2 :**

نعيد قياس السرعة الابتدائية للتفاعل الانزيمي بدلالة درجة الحرارة ثم بدلالة PH الوسط ، النتائج ممثلة في منحنيات الوثيقة (3).



الوثيقة 3

فسر المنحنيين وماذا تستنتج حول العلاقة بين بنية ووظيفة الانزيم .

التمرين الثاني و العشرون

الـ ADN –بوليميراز هو إنزيم يسمح بتضاعف إل ADN قبل شروع الخلية في الانقسام الخلوي

I ـ قصد دراسة مدي تأثير درجة الحرارة علي النشاط الإنزيمي قمنا باستخلاص هذا الإنزيم (ADN–بوليميراز) من خلايا كائنات مختلفة و استعملناه في تجارب نتائجها مبينة في جدول الوثيقة (1).

درجة الحرارة C° / % ال ADN المتشكل	0	10	20	25	30	37	40	45	75	95	150
إنزيم ADN بوليميراز مستخلص من خلية إنسان	0	0.05	2	19.8	27.5	98.4	1	0	0	0	0
إنزيم ADN بوليميراز مستخلص من خلية نبات	0	0.5	25	99	88	31	0	0	0	0	0
إنزيم ADN بوليميراز مستخلص منخلية بكتيريا تعيش في مياه الساخنة Thermo Philus aquaticus TAC	0	0	0	0	0	0.5	0.7	2.5	1.5	99	0

1– ارسم علي نفس المعلم منحني تغيرات سرعة النشاط الإنزيمي بدلالة درجة حرارة الوسط لكل انزيم

2– ماذا تستنتج من تحليلك لهذه المنحنيات

3– مباهي درجة الحرارة المثلي لعمل كل إنزيم

4–فسر تأثير تغير درجة الحرارة علي النشاط الإنزيمي

II – اخترع علماء الوراثة تقنية جديدة تسمح لهم بمضاعفة أل ADN مخبريا(In vitro) بواسطة جهاز خاص توضع فيه كل لوازم تضاعف أل ADN

تعرف هذه التقنية بال PCR(polymérases chain réaction) و تسمح انطلاقا من جزيئه ال ADN أصلية الحصول علي عدد كبير جدا من النسخ .تتطلب هذه التقنية استعمال درجة حرارة تتراوح من (90 ° إلي 95 °) قصد فصل سلسلتين نيوكليوتيدتين

1– من خلال معطيات الجدول ماهو الإنزيم الأمثل لهذه التقنية علل اجابتك

2– إذا علمت أن جريئة أل ADN بوليميراز المستعملة تعمل العديد من المرات دون أن يتم إضافة جزيئات جديدة من الإنزيم إلي الجهاز

3– ماهي الخاصية التي تبرزها هذه المعلومة

III – لتحديد كيفية تأثير الإنزيمات على ركائزها أجريت تجريبيتين في شروط مختلفة نتائجها موضحة في الجدول

- في التجربة 01 – نبقي في الوسط جزيئات انزيم E حرة
- في التجربة 02– نبقي في الوسط جزيئات الركيزة S حرة

رقم التجربة / الشروط و النتائج	التجربة 01	التجربة 2
تركيز الإنزيم (E) (وحدة اعتبارية)	10	4
تركيز الركيزة (S) (وحدة اعتبارية)	4	16
درجة الحرارة	20 C°	20 C°
قيمة أل PH	PH=7	PH=7
قيمة المعقد(E–S)	4	4
السرعة الابتدائية (ملغ/ل/د)	34.8	34.8

1– قدم تحليلا مقارنا للتجربتين ماذا تستنتج

2– ماهو العامل المحدد لسرعة التفاعل الإنزيمي في كل تجربة ماذا تستنتج

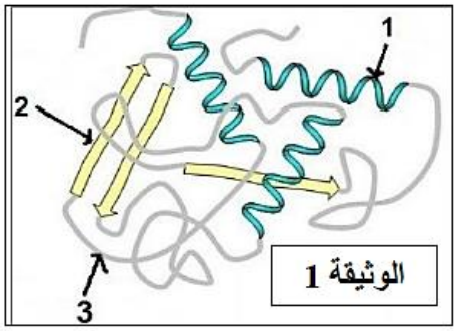
3– لدينا التفاعل الإنزيمي التالي :

$$E + S \longrightarrow (E\text{-}S) \longrightarrow E + P$$

مثل هذا التفاعل برسم تخطيطي

التمرين الثالث و العشرون

الإنزيمات جزيئات بروتينية ضرورية للخلية من أجل إتمام بجميع نشاطاتها الحيوية.



الوثيقة 1

I-1-تمثل الوثيقة1 البنية الفراغية لإنزيم تمت ملاحظتها ببرنامج الراستوب.

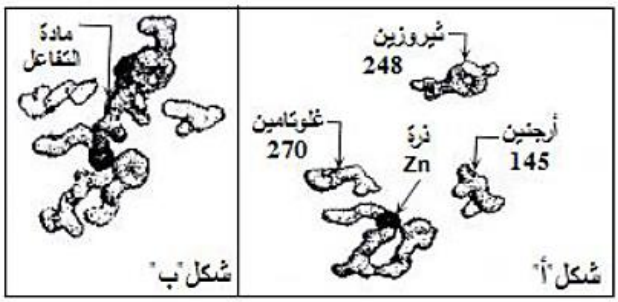
أ–تعرف على البيانات المرقمة.

ب– مانمط البنية الممثلة في الوثيقة وماهو نموذج الراستوب المستعمل؟علل.

ج–ماأهمية هذه البنية بالنسبة للإنزيم؟

2–تمثل الوثيقة2الأحماض الأمينية للموقع الفعال لإنزيم كربوكسي ببتيداز في غياب الركيزة (شكل"أ") وفي وجودها (شكل"ب").

أ– عرف الموقع الفعال.



الوثيقة2

ب– تبين هذه الوثيقة أدلة حول التخصص الوظيفي للإنزيم.وضح ذلك.

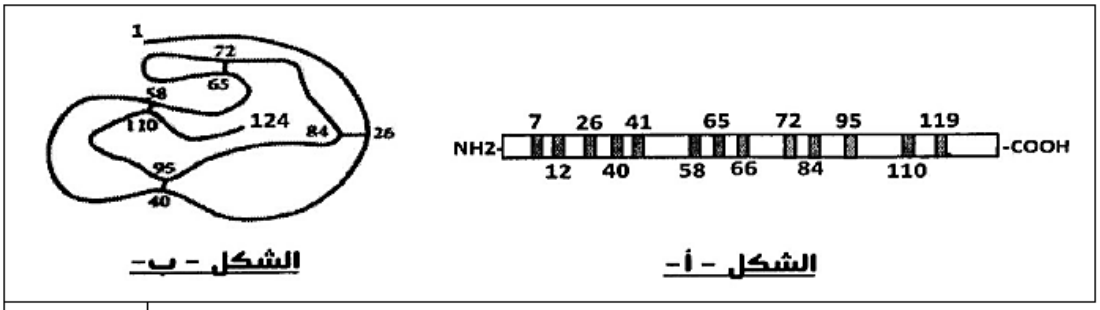
3–لغرض إظهار تأثير عوامل الوسط على النشاط الأنزيمي نقترح ما يلي:

–تغيرات سرعة التفاعل الإنزيمي وسرعة التفاعل الكيميائي بدلالة درجة الحرارة يترجمها المنحنيين (أ ، ب) من الوثيقة3.

التمرين الرابع و العشرون

I. الريبونيوكلياز إنزيم جد ضروري في عملية التنظيم الخلوي يلعب دورا أساسيا في تفكيك أحد أنماط جزيئات الـ ARN الهيولية السابقة خلال المراحل التي تلي عملية التعبير المورثي على المستوى الخلوي ولدراسة بنيته الفراغية وكيف يأخذ بنيته الفعالة والعوامل المؤثرة على نشاطه نقترح الدراسة التالية:

1. يمثل الشكل - أ - من الوثيقة (3) البنية الأولية لإنزيم الريبونكلياز والشكل - ب- رسم تخطيطي لهذا الإنزيم والأرقام تمثل الأحماض الأمينية اللازمة في استقرار البنية الفراغية للإنزيم حسب ترتيبها في السلسلة.



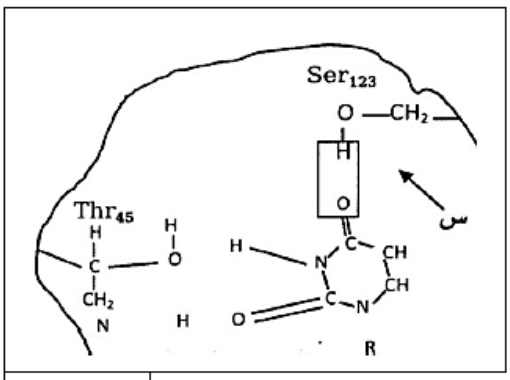
الوثيقة (3)

أ- صف بنية الإنزيم الممثلة في الشكل –ب- من الوثيقة (3).

ب- وضح بمعادلة كيميائية الطريقة التي يرتبط بها الحمضين الأمينيين 26 و 84.

- يعطى R الحمضين هو (R = CH2 – SH).

2. قصد التعرف على خصوصية البنية الفراغية للجزء (س) من بنية الأنزيم السابق (الريبونكلياز) وعلاقته بمادة التفاعل تمت دراسة التركيب الكيميائي لهذا الجزء والنتائج المحصل عليها ممثلة بالوثيقة (4). حيث تبين من مقارنة النشاط الأنزيمي التحفيزي لكل من أنزيم الريبونكلياز الطبيعي والطافر انه على مستوى الحمض الأميني Ser 123 أو Thr 45 لا يمكنه تثبيت مادة التفاعل (ARN) وبالتالي عدم حدوث تفاعل تحفيزي .



الوثيقة (4)

عند حدوث طفرة على مستوى أحد الأحماض الأمينية HIS 52 أو HIS 119 أو LYS 4 . فان مادة التفاعل يمكنها التثبيت على الجزء (س) بينما لا يحدث تحفيز أنزيمي .

1 / ما هي المعلومات التي تقدمها هذه المعطيات حول دور كل الأحماض الأمينية Ser 123 و Thr 45 و HIS 52 و HIS 119 و LYS 41 من الوثيقة (4)

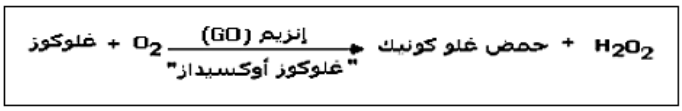
- ماذا تستنتج حول خصوصية الجزء (س) من الأنزيم .

II. من خلال النتائج التي توصلت إليها و معلوماتك ضع مخططا تشرح فيه تركيب البروتين واكتساب بنيته الفعالة.

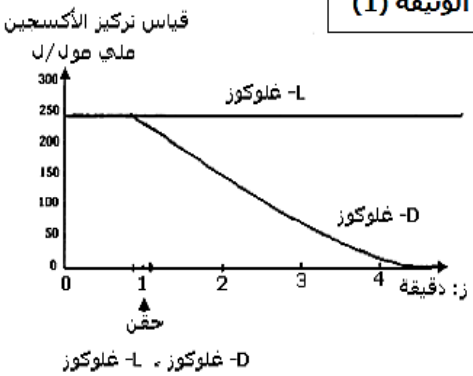
التمرين الخامس و العشرون

يعتبر النشاط الإنزيمي مظهرا من مظاهر التخصص الوظيفي للبروتينات، ويرتبط ذلك أساسا باالبنية الفراغية للإنزيم الذي يعمل في شروط محددة.

I-إنزيم " غلوكوز أوكسيداز (GO) " يقوم كوسيط لتنشيط تفاعل أكسدة الغلوكوز كالتالي:



– باستعمال إنزيم " GO " تم إجراء سلسلة من التجارب عن طريق " التجريب المدعم بالحاسوب " ExAO في ظروف ثابتة من (درجة الحرارة ، الـ PH ، تركيز من إنزيم " GO")، في وجود الأكسجين تم متابعة تغيرات تركيز الأكسجين في الوسط، وهذا باستعمال D–غلوكوز ، و L– غلوكوز في تجربتين منفصلتين النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (1).



1- حلل ثم فسر النتائج المحصل عليها عند استعمال (D– غلوكوز)؟ .

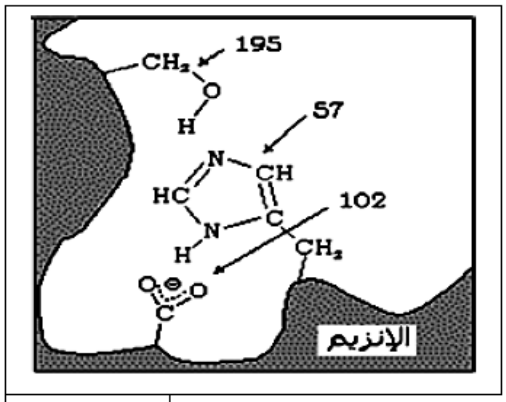
2- ماذا تستخلص من هذه النتائج .

3 - في زمن خمس دقائق تم إضافة كمية من (D– غلوكوز ، L– غلوكوز)، و O_2 بتركيز 250 ملي مول/ل عبر المفاعل الحيوي للتركيب التجريبي المتصل بالحاسوب.

أ– ما هي النتائج المُتوقع الحصول عليها.

ب– ما هي المعلومة الإضافية التي يمكن تقديمها ؟

II-تظهر الوثيقة (2) البنية الفراغية لجزء صغير من الإنزيم، تشير الأرقام الموضحة في الوثيقة إلى العناصر الفاعلة في الإنزيم.



1- سمّ البنية الممثلة في الوثيقة (2).

2- ماذا تمثل الأرقام (57 ، 102 ، 195).

3- ما أهمية العناصر المرقمة في نشاط الإنزيم.

4- كيف تسمح لك المعلومات المتوصل إليها من شرح الاختلاف المسجل في نتائج المبينة في الوثيقة (1).

III-

من خلال ما توصلت إليه و معلوماتك بيّن العلاقة بين بنية الإنزيم و نشاطه الوظيفي.

التمرين السادس و العشرون

نقترح من خلال هذا الموضوع دراسة تأثير عوامل المحيط على تفاعلات تركيب النشاء ، هذا التركيب يحفز بواسطة انزيم الأميلو-سنتيتاز(amylo-synthétase) المتواجد على مستوى خلايا درنة البطاطا الفتية.

I - اول مرحلة من هذا التركيب هي تركيب الأميلوز انطلاقا من غلوكوز-1- فوسفات وفق المعادلة التالية:

ن (غلوكوز-1- فوسفات) ⟸ الأميلوز + ن(مجموعة فوسفات)

تم اجراء مجموعة من التجارب ، مراحلها ونتائجها ممثلة في جدول الوثيقة(1) ،الاختبار خلال هذه التجارب يتم بعد 15 دقيقة من إضافة مادة التفاعل حيث يأخذ الكاشف ماء اليود اللون الأسود مع الأميلوز، بينما الكاشف محلول فهلنج يأخذ اللون الأحمر مع الغلوكوز-1-فوسفات وغلوكوز-6- فوسفات.

الرقم	محتوى أنبوب الاختبار	الحرارة	PH	محلول فهلنج	ماء اليود
1	غلوكوز-1- فوسفات + اميلوسنتيتاز	40م^0	7	-	+
2	غلوكوز-1- فوسفات + اميلوسنتيتاز	90م^0	7	+	-
3	الأنبوب2 يعاد الى درجة حرارة 40م^0	40م^0	7	+	-
4	غلوكوز-1- فوسفات + اميلوسنتيتاز	3م^0	7	+	-
5	الأنبوب4 يعاد الى درجة حرارة 40م^0	40م^0	7	-	+
6	غلوكوز-1- فوسفات + اميلوسنتيتاز+حمض Hcl	40م^0	2	+	-
7	غلوكوز-1- فوسفات + اميلوسنتيتاز+ الصودا(NaOH)	40م^0	10	-	-
8	غلوكوز-6- فوسفات + اميلوسنتيتاز	40م^0	7	+	-

الوثيقة1

ملاحظة :
الرمز (+) : يشيرإلى التفاعل موجب مع الكاشف.
الرمز (-) : يشيرإلى التفاعل سالب مع الكاشف.

1 – ما الطبيعة الكيميائية للاميلوز . انطلاقا من المعادلة الكيميائية , **حدد** نوع التفاعل المحفز بانزيم الاميلوسنتيتاز.

2 - فسر النتائج التجريبية الممثلة في الوثيقة1.

3 - بالاستعانة برسم تخطيطي , **اشرح** على المستوى الجزيئي نتائج التجربة5.

4 – اذا علمت باننا نتحصل على نفس النتائج التجريبية السابقة مع محفزات انزيمية أخرى ، **استنتج** الخصائص العامة لعمل الانزيمات مع **تحديد** كل مرة التجربة او التجارب التي تسمح بذلك.

5 – بتوظيف معارفك المكتسبة ، **اذكر** بقية خصائص التحفيز الانزيمي والتي لم تظهرها التجارب السابقة.

II – تمثل الوثيقة2 دراسة تغيرات السرعة الابتدائية للتفاعل الانزيمي بدلالة تركيز مادة التفاعل (S) عند تركيزين مختلفين للانزيم E (1 وإ ،0.5 و.إ) .

1 – حلل ثم **فسر** المنحنى1.

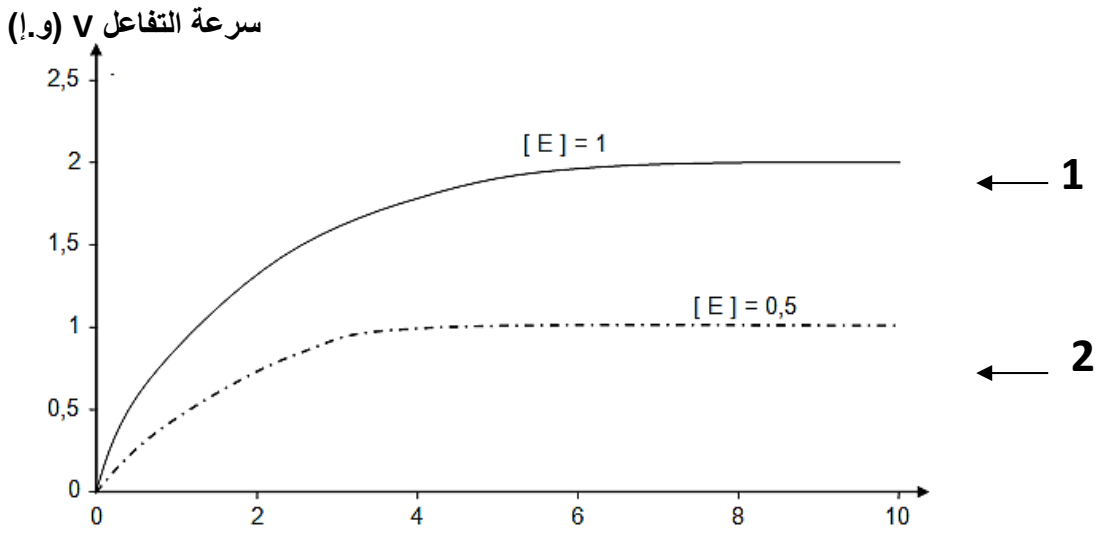
2 – اشرح الاختلاف الملاحظ في السرعة القصوى (Vmax) عند تغير تركيز الانزيم.

III – بتوظيف المعارف اتي توصلت إليها خلال هذه الدراسة ومعارفك المكتسبة :

1 – قدم تعريفا للمصطلحات التالية :

- المحفز - سرعة التفاعل - السرعة الابتدائية (Vi) - الموقع الفعال

2 - حدد - ضمن جدول بعض أوجه التشابه والاختلاف للإنزيمات.

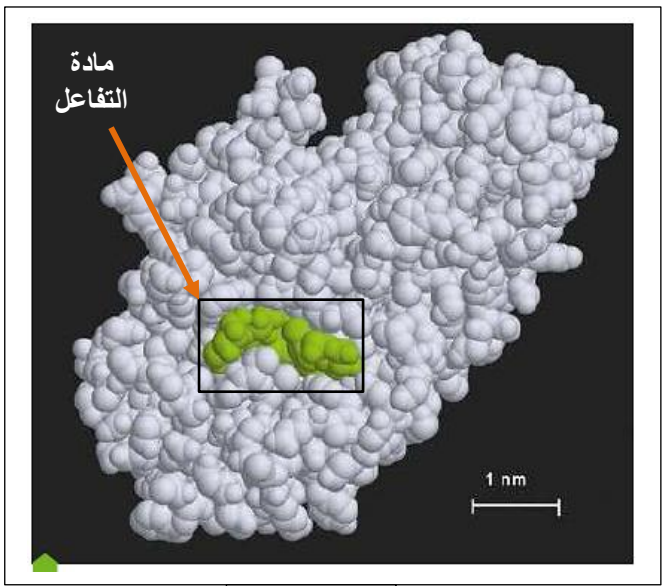


الوثيقة2

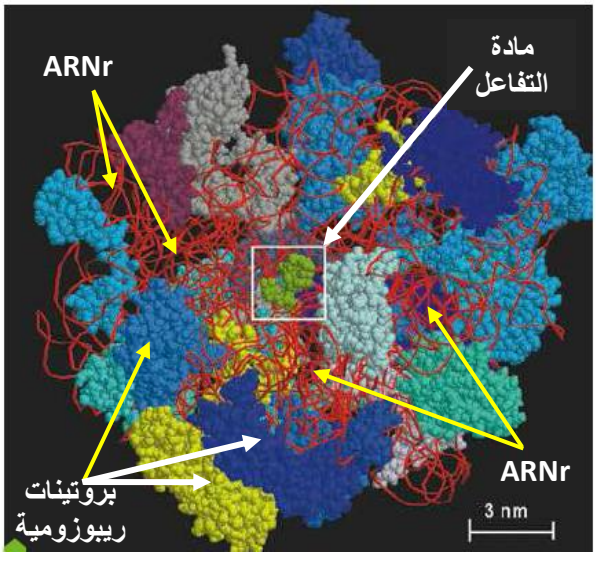
التمرين السابع و العشرون

المحفزات البيولوجية تمتلك بنيات وظيفية مختلفة ، لدراسة خصائصها التي تمكنها من القيام بهذا الدوروشروط عملها نقدم لك دراسة اجريت على نوعين من المحفزات البيولوجية هما انزيم الأميلاز (amylase) والريبوزوم :

I – 1- ان للبنية الفراغية دورأساسي في النشاط التحفيزي . تظهر الوثيقة (1) هذه الدور،حيث الشكل (أ) يمثل نموذج لجزيئة الأميلاز خلال نشاطها التحفيزي بينما يمثل الشكل (ب) نموذج لتحث وحدة ريبوزمية كبرى خلال نشاطها التحفيزي .



الشكل-أ-



الشكل-ب-

الوثيقة1

أ – **قدم** تعريفا لـ"المحفز البيولوجي"

ب – قارن بين الشكلين (أ وب) من الوثيقة1.

ج – بتوظيف معارفك المكتسبة ومعطيات الوثيقة1 ،**استخرج** نوع التفاعل الكيميائي المحفز من طرف كل من انزيم الأميلاز والريبوزوم (تحث الوحدة الكبرى).

2 - نقوم بمقارنة أبعاد الموقع الفعال (المسافة بين الجزيئات المكونة للموقع الفعال ومادة التفاعل) لكل من انزيم الاميلاز وتحث الوحدة الريبوزومية الكبرى.

* يمثل الشكل (أ) من الوثيقة2 ابعاد الموقع الفعال على مستوى انزيم الاميلاز(المسافة الفاصلة بين ثلاثة أحماض أمينية الأقرب لمادة التفاعل ومادة التفاعل).

أ - ماهي المعلومة **المستخرجة** من معطيات الشكل(أ) من الوثيقة2 فيما يخص العلاقة بين البنية الفراغية والموقع الفعال لانزيم الأميلاز.

يمثل الشكل (ب) من الوثيقة2 المسافة الفاصلة بين أربعة بروتينات (الاقرب لمادة التفاعل) ومادة التفاعل على مستوى الموقع الفعال لتحث وحدة الريبوزومية الكبرى ، بينما يمثل الشكل (ج) من نفس الوثيقة المسافة الفاصلة بين أربعة نيوكليوتيدات للـ ARN الريبوزومي (الأقرب لمادة التفاعل) ومادة التفاعل على مستوى نفس الموقع الفعال.

ب- حلل معطيات الشكلين (ب وج). **ماذا ستنتج؟**

الجزيئات (أحماض أمينية)	Trp58	His299	Asp300
المسافة بـ nm	0.4	0.3	0.3

His299 :
موقع الهستيدين على مستوى السلسلة الببتيدية للانزيم :299

الشكل-أ-

الجزيئات (البروتينات)	1	2	3	4
المسافة بـ nm	2.2	2.4	1.8	2.0

الشكل-ب-

الجزيئات (نيوكليوتيدات الـ ARNr)	A2485	A2486	A2637	U2619
المسافة بـ nm	0.4	0.7	0.5	0.6

A2485:
موقع نيكليوتيدة الأدنين :2485

الشكل-ج-

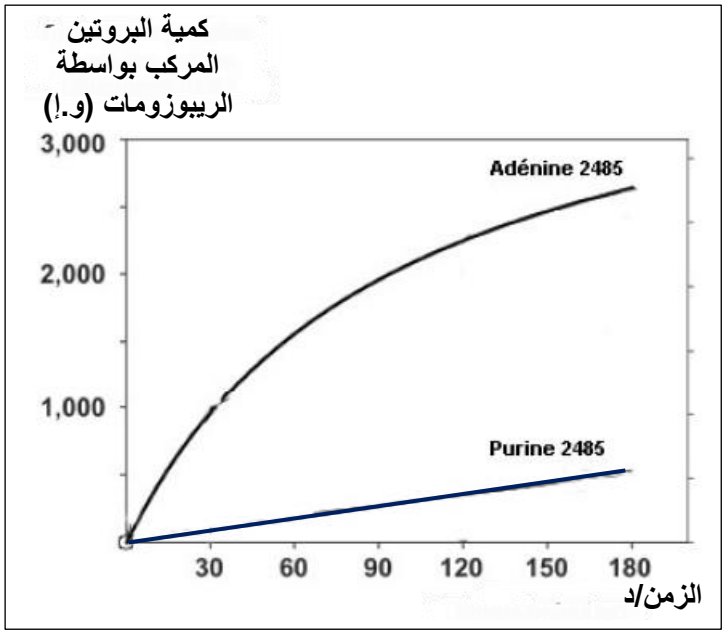
الوثيقة2

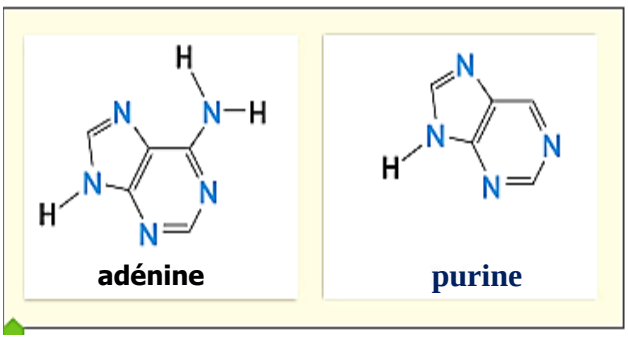
II – لدراسة عواقب تغيير البنية الفراغية لكل من انزيم الاميلاز والـ ARN الريبوزومي نقدم لك المعطيات التجريبية التالية :

1 – على مستوى انزيم الأميلاز تغيير الحمض الاميني التربتوفان رقم 58 بالحمض الاميني آلانين يؤدي إلى غياب النشاط التحفيزي للأميلاز.

- انطلاقا من هذه المعطيات ، **أشرح** على المستوى الجزيئي سبب فقدان الانزيم نشاطه التحفيزي.

2 – على مستوى الريبوزوم يتم استبدال الريبونيكليوتيد آدنين رقم 2485 للـ ARNr للريبوزوم بقاعدة بسيطة من البيورين (purine). النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (3) .





الوثيقة3

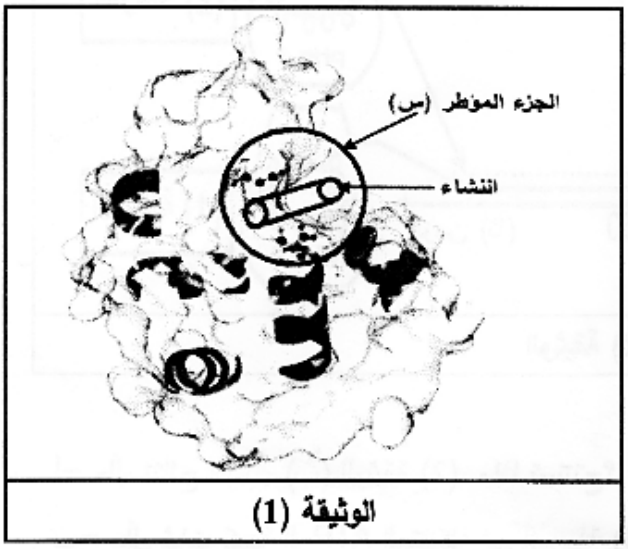
- **هل** تتوافق معطيات ونتائج الوثيقة3 مع ما توصلت اليه في اجابتك على السؤال (I-2- ب) ؟ **اشرح** ذلك.

III – بتوظيف المعارف المبنية التي توصلت اليها من خلال هذه الدراسة ، **بين** في نص علمي ان الريبوزوم يمتلك خصائص المحفز البيولوجي مماثلة للانزيم.

التمرين الثامن و العشرون

يُعتَبَرُ النشاط الإنزيمي مظهرا من مظاهر التخصص الوظيفي للبروتينات والذي يرتبط أساسا ببنيتها الفراغية ويتم وفق شروط ملائمة لحياة الخلية.

I– النشاء سكر معقد يُحَلَّلُ تدريجيا على مستوى الأنبوب الهضمي بتدخل إنزيمات نوعية مثل: الأميلاز ، αغلوكوزيداز والمالتاز ، ليصبح في النهاية سكرا بسيطا(غلوكوز) الذي يُمتص على مستوى الزغبات المعوية.



الوثيقة (1)

– تمثل الوثيقة (1) البنية الفراغية لإنزيم الأميلاز (أحادي السلسلة البيبتيدية) أُخِذت عن مبرمج محاكاة Rastop.

1– ماذا يمثل الجزء المُؤطر (س)؟ علّل إجابتك.

2– أ– تعرّف على المستوى البنائي لجزيئة الأميلاز مع التعليل.

ب– اذكر الروابط الكيميائية المساهمة في ثبات هذه البنية.

II– 1– للتعرف على أهمية الجزء المؤطر(س) في نشاط إنزيم الأميلاز أُجريت المراحل التجريبية التالية:

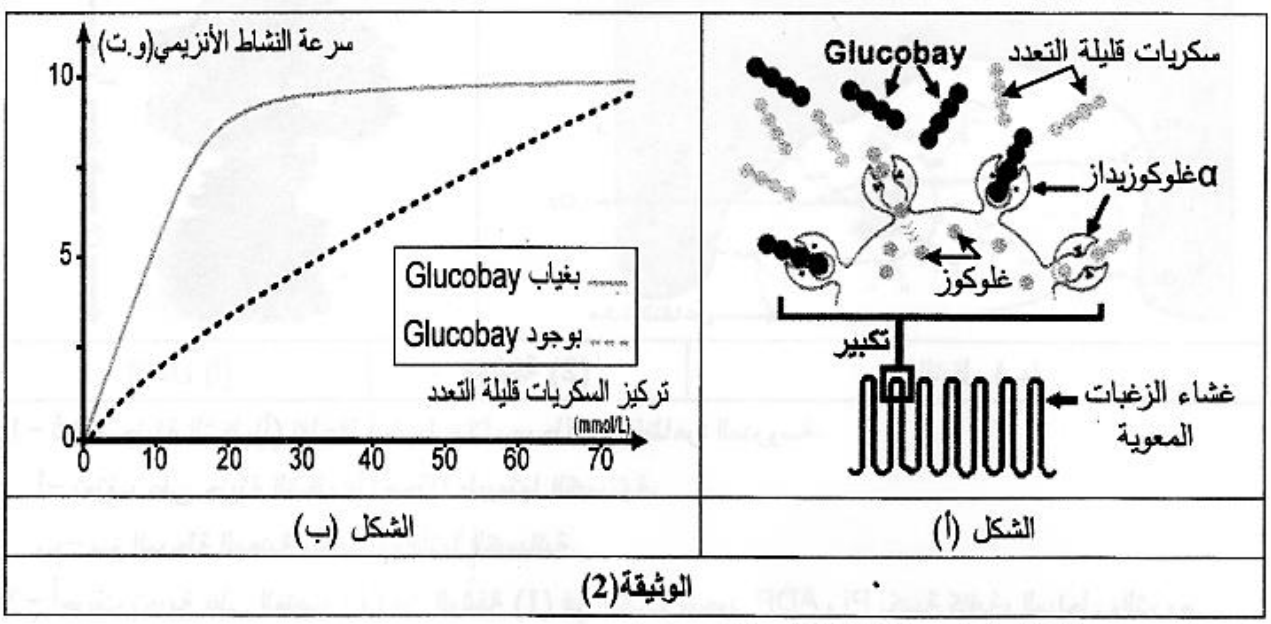
مراحل التجربة	الشروط التجريبية	النتائج التجريبية	
		تثبيت النشاء	إماهة النشاء
①	أميلاز طبيعي (غير طافر) + نشاء	+	+
②	أميلاز طافر (تغير الحمض الأميني Thr 52) + نشاء	+	+
③	أميلاز طافر (تغير الحمض الأميني Trp 58) + نشاء	–	–
④	أميلاز طافر (تغير الحمض الأميني Asp 197) + نشاء	+	–

أ– فَسّر النتائج التجريبية.

ب– ماذا تستخلص بخصوص الجزء المؤطر(س)؟

2– يتواجد إنزيم α غلوكوزيداز(α – Glucosidase) على مستوى غشاء خلايا الزغبات المعوية يُحول السكريات قليلة التعدد إلى غلوكوز الذي ينتقل إلى الدم كما هو ممثل في الشكل (أ) من الوثيقة (2)، مما يسبب ارتفاع نسبة السكر في الدم عند المصابين بالداء السكري، ولتفادي ذلك يستعمل Glucobay كعلاج.

أما الشكل (ب) من الوثيقة (2) فيمثل تغير نشاط إنزيم α غلوكوزيداز بوجود وبغياب مادة Glucobay.



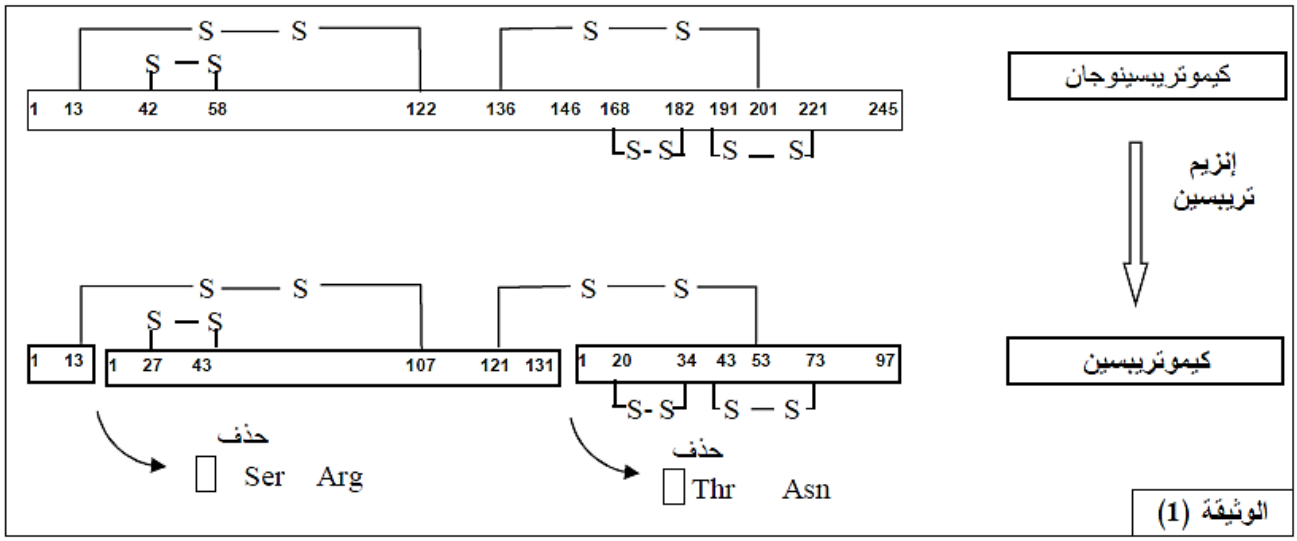
أ- حَلّل منحنيي الشكل (ب) من الوثيقة (2). ماذا تستنتج؟

ب- فَسّر معتمدا على الوثيقة (2) كيف يعمل هذا الدواء على تخفيض نسبة السكر في دم المصاب.

III- انطلاقا مما سبق بيّن كيف يكتسب الأنزيم تخصصه الوظيفي.

التمرين التاسع و العشرون

1- تفرز الغدة البنكرياسية الكيموتريبسينوجان، وهو إنزيم غير نشط يتحول في العفج إلى إنزيم نشط يدعى الكيموتريبسين تحت تأثير إنزيم آخر هو التريبسين، تلخص الوثيقة (1) تمثيلا لبنيتي كل من إنزيم الكيموتريبسينوجان وإنزيم الكيموتريبسين.



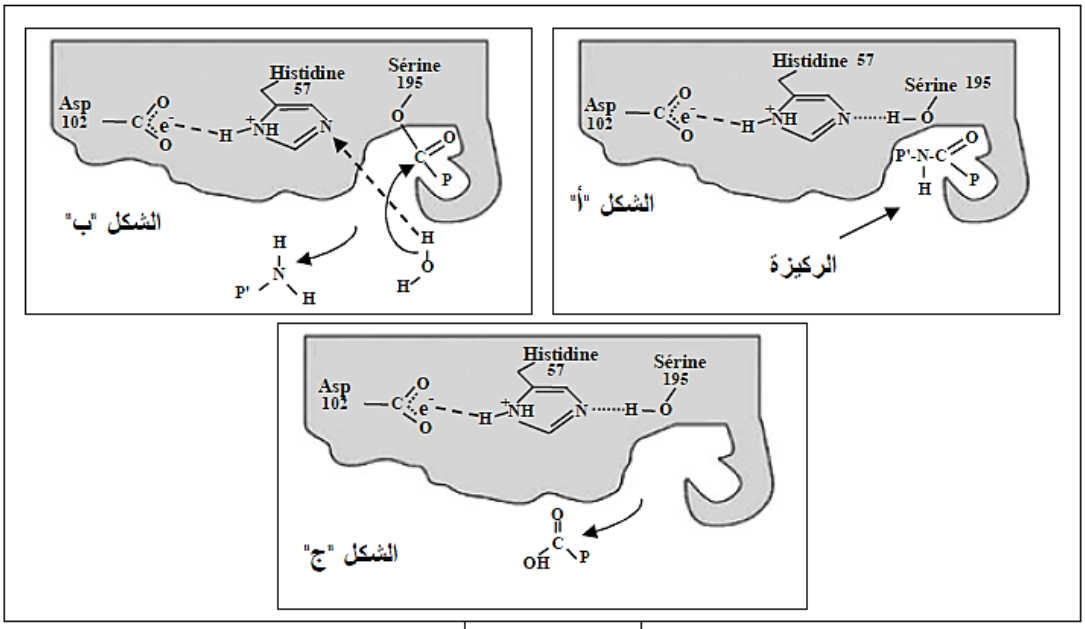
أ- قدِّم وصفا تفصيليا لبنية كل من الإنزيمين.

ب- ما هو تأثير إنزيم التريبسين على سلسلة الكيموتريبسينوجان ؟

جـ- بالاستعانة بالوثيقة (1) قدِّم تعريفا للبنية الفراغية للبروتين.

أ- قدِّم وصفا تفصيليا لبنية كل من الإنزيمين.
ب- ما هو تأثير إنزيم التريبسين على سلسلة الكيموتريبسينوجان ؟
ج- بالاستعانة بالوثيقة (1) قدِّم تعريفا للبنية الفراغية للبروتين.

2- تمثل الوثيقة (2) جزءا من إنزيم الكيموتريبسين يبرز العلاقة بين الركيزة والموقع الفعال للإنزيم.



الوثيقة (2)

أ- حلِّل الشكل " أ " من الوثيقة (2).
ب- جد العلاقة بين البنية الفراغية للإنزيم وتخصصه الوظيفي.
ج- ما هي المعلومة التي يمكن استخراجها من الوثيقة (2) فيما يخص نشاط الموقع الفعال لهذا الإنزيم ؟
د- باستغلالك الوثيقة (2) ماذا يمكنك استخلاصه فيما يخص نشاط الموقع الفعال ؟
هـ- قدِّم تعريفا للموقع الفعال .

3- يتم التفاعل الإنزيمي النوعي وفق المعادلة التالية: $E + S \longrightarrow ES \longrightarrow E + P$
باستعمال المعارف المبنية ومعلوماتك، اشرح هذه المعادلة مدعما إجابتك برسم إجمالي.

التمرين الثلاثون

لإظهار دور البروتينات في النشاط الإنزيمي، نقترح الدراسة التالية:

1- عند مزج كميات معلومة من الإنزيم (E) ومادة التفاعل (S) في شروط مناسبة، ينتج عنه تفاعل إنزيمي كما هو موضح بالعلاقة التالية:

$$E + S \xrightarrow{V_1} E\text{-}S \xrightarrow{V_2} E + P$$

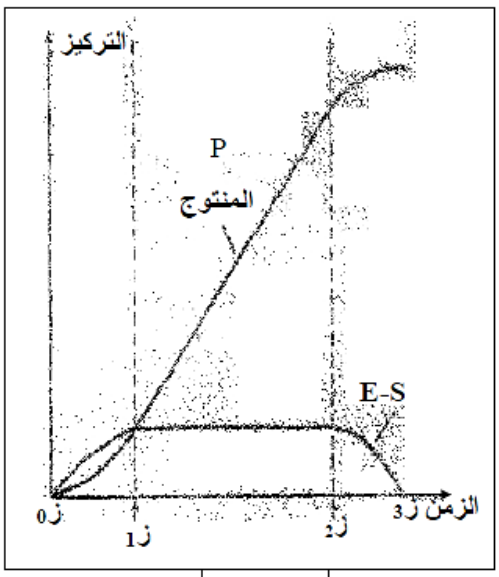
حيث: V_1 تمثل سرعة التفاعل بين الـ (E) والـ (S).

V_2 تمثل سرعة التفاعل المؤدية إلى تشكل الناتج E + P

أ- ماذا يمثل (E-S) ؟

ب- كيف يتم قياس سرعة التفاعل الإنزيمي ؟

ج- ما هي طبيعة العلاقة البنيوية بين (E) و(S)؟



الوثيقة (1)

2- يعمل الإنزيم ريبونيكلياز على إماهة الـ ARN، ويسمح تتبع تطور تركيز كل من المنتوج P والـ E-S بالحصول على الوثيقة (1).

أ- حلّل منحنيي الوثيقة (1).

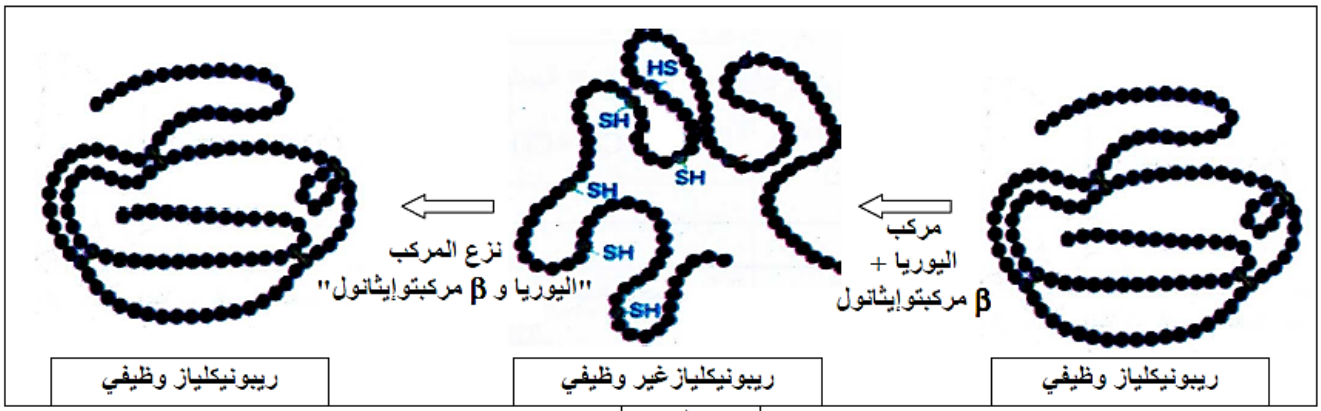
ب- قدّم تفسيرا للنتائج المحصل عليها.

ج- مثّل برسم تخطيطي تفسيري يوضح العلاقة بين (E) و(S) و(P) في الأزمنة التالية: ز0 ، ز1 ، ز2 .

* ملاحظة: استعمال الرموز المعطاة.

إنزيم مادة التفاعل المنتوج

3- تمّ حضن إنزيم الريبونيكلياز مع مادتي β مركبتوإيثانول واليوريا، فأصبح الإنزيم عندئذ غير وظيفي. وبعد التخلص من هاتين المادتين في وجود الأكسجين، يسترجع الإنزيم نشاطه كما هو موضح بالوثيقة (2).



الوثيقة (2)

- من هذه المعطيات التجريبية، ومعلوماتك. ما هي الأسباب التي أدت إلى فقدان الإنزيم نشاطه؟ علّل إجابتك.

التمرين الحادي والثلاثون

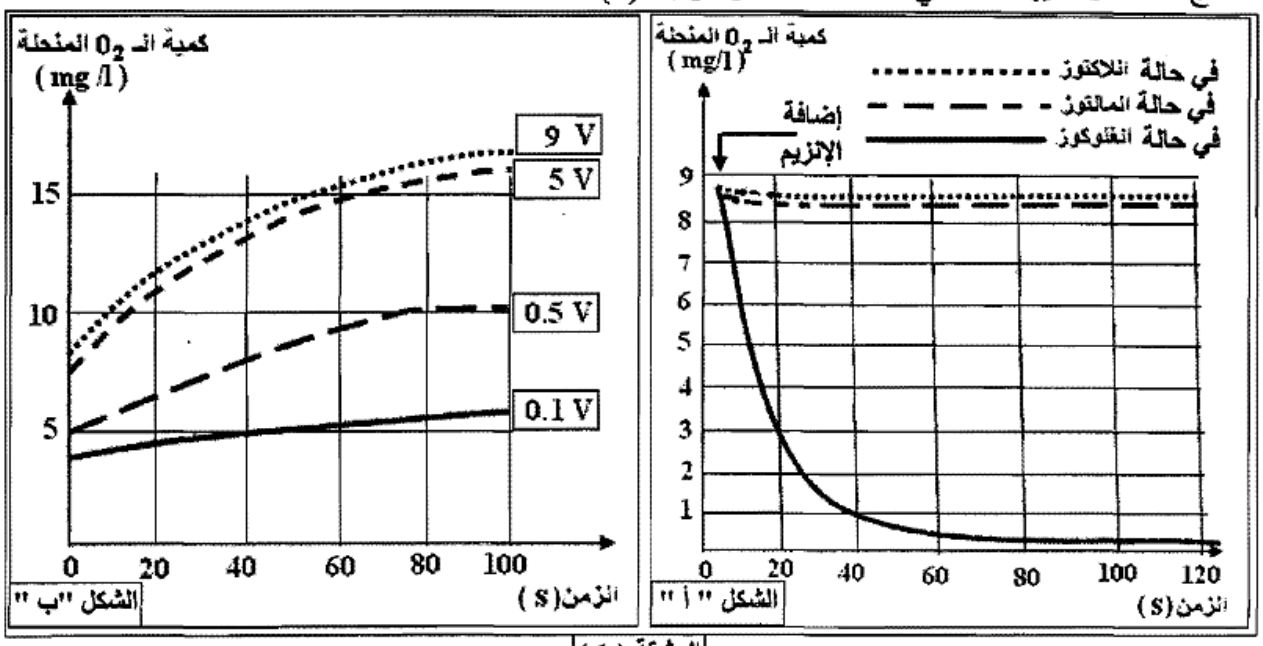
1ـ لدراسة حركية التفاعلات الإنزيمية أجريت تجارب مدعمة بالحاسوب (ExAO) .

التجربة الأولى : وضع إنزيم غلوكوز أكسيداز (Glucose oxydase) في وسط درجة حرارته 37°م وذي pH = 7 داخل مفاعل خاص وبواسطة لاقط الـ O_2 تم تقدير كمية الـ O_2 المستهلكة في التفاعل عند استعمال مواد مختلفة (غلوكوز، لاكتوز، مالتوز) . نتائج القياسات ممثلة في منحنيات الشكل" أ" من الوثيقة (1) .

التجربة الثانية : حضرت أربعة محاليل من الماء الأكسجيني بتراكيز مختلفة (0.1v ، 0.5v ، 5 v ، 9 v) وأضيف 0,5 ml من إنزيم الكاتالاز(catalase) لكل محلول ،حيث يحفز هذا الإنزيم تحوّل الماء الأكسجيني (H_2O_2) السام بالنسبة للعضوية إلى ماء وثنائي الأكسجين (O_2) حسب التفاعل التالي:

$$H_2O_2 + H_2O_2 \xrightarrow{\text{Catalase}} 2H_2O + O_2$$

ـ النتائج المحصل عليها ممثلة في الشكل " ب" من الوثيقة (1).



الوثيقة (1)

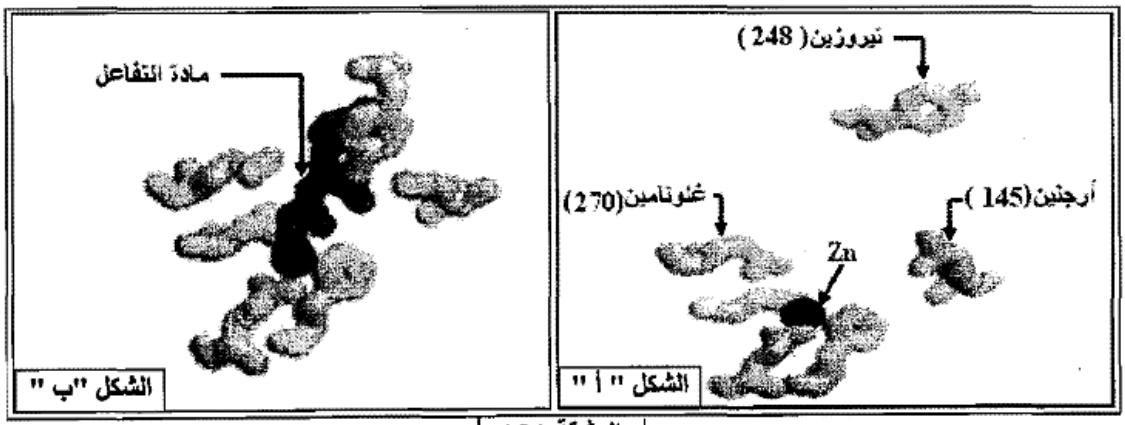
أـ حلل وفسر منحنيات الشكل" أ" والشكل " ب" من الوثيقة (1).

ب ـ ماذا تستخلص فيما يتعلق بنشاط الإنزيم في كل حالة؟

2ـ تمثل الوثيقة (2) الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال لإنزيم كربوكسي بيبتيداز(Carboxy Peptidase) :

ـ الشكل " أ" في غياب مادة التفاعل .

ـ الشكل " ب" في وجود مادة التفاعل .



الوثيقة (2)

أ ـ قارن بين الشكلين " أ" و" ب" .

ب ـ ماذا تستنتج حول طريقة عمل الإنزيم ؟

3 ـ باستغلال نتائج الدراسة السابقة :

أ ـ مثل برسم تخطيطي طريقة تأثير الإنزيم على ماد ة التفاعل مع وضع البيانات.

ب ـ قدم تعريفا دقيقا لمفهوم الإنزيم.

التمرين الثاني والثلاثون

تلعب الأنزيمات دورا أساسيا في التفاعلات الكيميائية التابعة لمختلف النشاطات الحيوية للخلية من هدم وبناء.

-1

* تمثل منحنيات الشكل (أ) من الوثيقة (1) حركية التفاعلات الأنزيمية بدلالة مادة التفاعل باستعمال إنزيم غلوكوز أكسيداز .

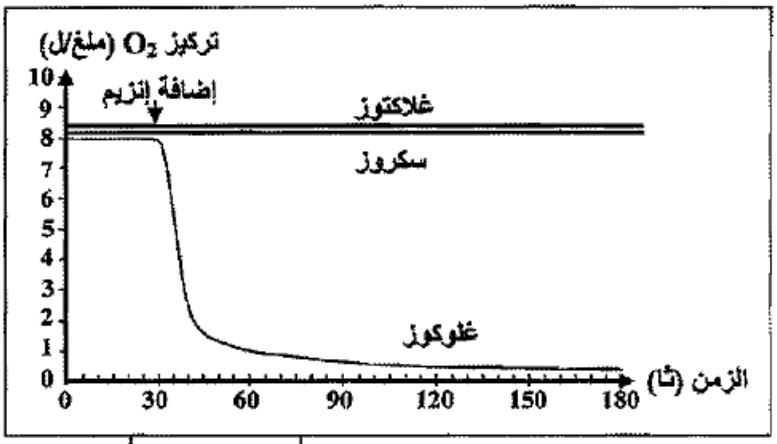
* أما معادلات الشكل (ب) من الوثيقة (1) فتظهر تفاعلين من تفاعلات الأكسدة الخلوية.

أ- قدّم تحليلا مقارنا للتسجيلات الثلاث للشكل (أ) من الوثيقة (1).

ب- ما هي المعلومة التي تقدمها لك معادلات الشكل (ب)من الوثيقة (1) حول النشاط الأنزيمي ؟

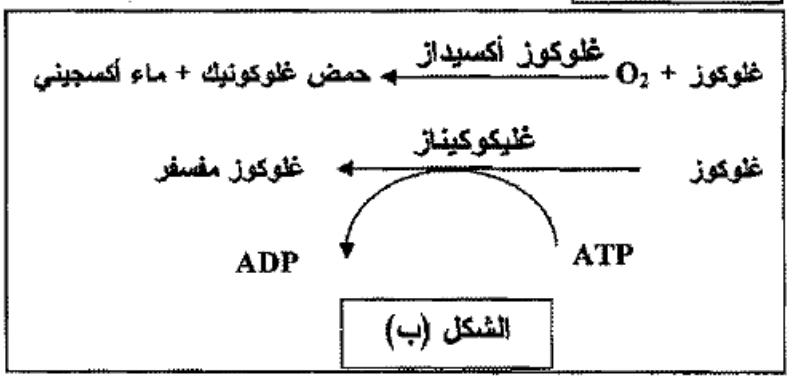
جـ- ماذا تستخلص حول نشاط الأنزيم الذي تقدمه لك الوثيقة (1) ؟

علل إجابتك.



الشكل (أ)

الوثيقة (1)

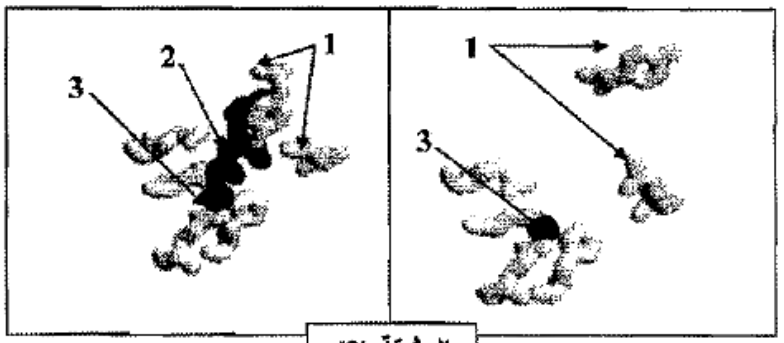


الشكل (ب)

2- يمثل الشكل (أ) للوثيقة (2) الأحماض الأمينية التي يتشكل منها الموقع الفعال للأنزيم، بينما يمثل الشكل (ب) الموقع الفعال في وجود مادة التفاعل.

أ- قدّم تعريفا للموقع الفعال.

ب- ما هي الأدلة التي تقدّمها الوثيقة (2) حول التخصص الوظيفي للأنزيم ؟



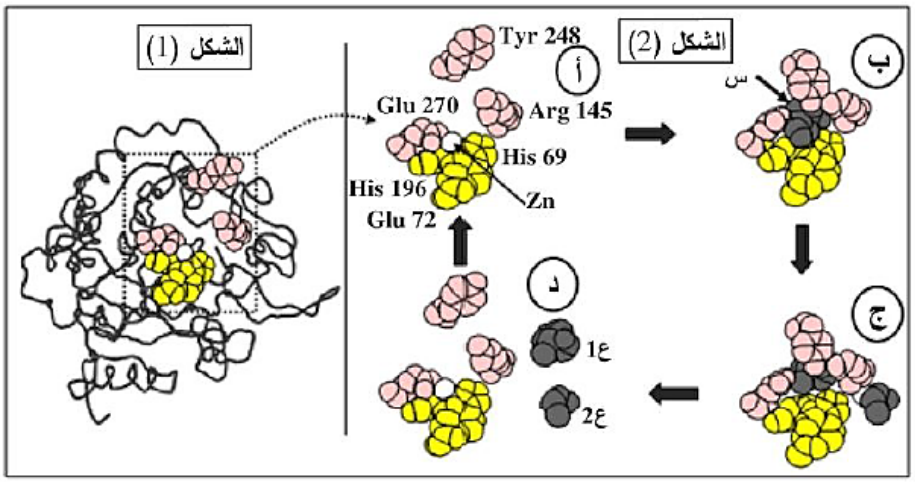
الشكل (ب) الوثيقة (2) الشكل (أ)

1- أحماض أمينية ، 2- مادة التفاعل ، 3- ذرة زنك مكونة للموقع

التمرين الثالث والثلاثون

تَظْهَرُ البروتينات بِبِنْيَات فراغية مختلفة، مُحَدَّدة بعدد، نوع وترتيب الأحماض الأمينية التي تدخل في تركيبها.
لإظهار التخصُّص الوظيفي للبروتينات في التحفيز الأنزيمي وتأثير الوسط على نشاطها تُقْتَرح عليك الدراسة التالية:

I - يُبَيِّنُ الشكل (1) من الوثيقة (1) البنية الفراغية لأنزيم كربوكسي ببتيداز بينما الشكل (2) فيمثّل آلية عمل الجزء المؤطر من الشكل (1).



الوثيقة (1)

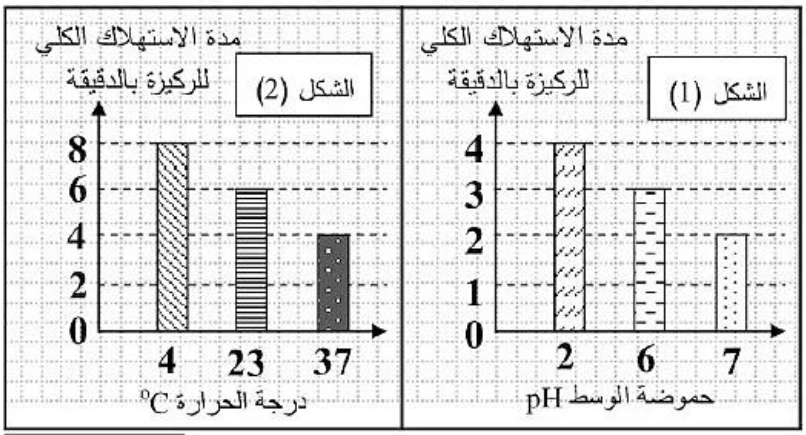
باستغلالك لمعطيات الوثيقة (1):

1- ماذا تمثّل الأحماض الأمينية المرقمة في الشكل 2 (الجزء المؤطر من الشكل 1) والعناصر (س، ع1، ع2)؟

2- اشرح كيفية الانتقال من **الحالة (أ)** إلى **الحالة (د)**، مثّل ذلك بمعادلة.

3- استخرج من الشكل (2) الأدلة التي تؤكّد أن الأنزيمات وسائط حيوية.

II - يؤثّر تغيُّر عوامل الوسط على نشاط الأنزيمات، لإظهار ذلك تم قياس مدّة الاستهلاك الكلّي لمادة التفاعل في وجود أنزيم نوعي وضمن شروط محدّدة، النتائج المحصّل عليها ممثّلة في شكلي الوثيقة (2).



الوثيقة (2)

باستغلالك لشكلي الوثيقة (2):

1- استخرج الشروط الملائمة لعمل هذا الأنزيم، علل.

2- فسّر مدّة الاستهلاك للركيزة عند pH = 2 ، ودرجة حرارة = 4 °C.

III - من خلال ما توصلت إليه في الدراسة السابقة ومعلوماتك، قدّم تعريفا للموقع الفعال.

التصحيح

التمرين الأول

I– 1 – أ - تحديد نوع التفاعل الذي يحفزه كلا من الإنزيم فوسفوغلوكوميتاز ، الإنزيم غليكوكينازو انزيم فوسفوغليكوإيزوميراز):

الانزيم	نوع التفاعل
غليكوكيناز	يحفز التفاعل : غلوكوز+ATP ⟵ غلوكوز-6- فوسفات + ADP
فوسفوغلوكوميتاز	يحفز التفاعل : غلوكوز-6- فوسفات ⟵ غلوكوز -1- فوسفات
فوسفوغليكوإيزوميراز	يحفز التفاعل : غلوكوز-6- فوسفات ⟵ فراكتوز -6 - فوسفات

ب – تعليل التأثير النوعي للانزيم :

- الإنزيم فوسفوغلوكوميتاز: هو إنزيم تماكب (isomérase) (تحويل مادة واحدة) عمل على تحويل مجموعة الفوسفات من مكان في الجزيئة (ذرة الكربون رقم6) إلى مكان آخرفي نفس الجزيئة (ذرة الكربون رقم1).
- انزيم فوسفوغليكوإيزوميراز : هو انزيم تماكب (تحويل مادة واحدة) عمل على تحويل الغلوكوز-6- فوسفات إلى فراكتوز-6- فوسفات .
- انزيم الغليكوكيناز : هو انزيم فسفرة (تحويل مادتين) عمل على فسفرة الغلوكوز إلى غلوكوز 6فوسفات.

✓ اذن يؤثر الانزيمان فوسفوغلوكوميتاز و فوسفوغليكوإيزوميراز على نفس مادة التفاعل (غلوكوز-6- فوسفات) إلا أن المنتوج مختلف و هو ما يبين أن لكل إنزيم تأثير نوعي : لا يحفز إلا تفاعل واحد **(تخصص نوعي بالنسبة للتفاعل الكيميائي)**.

2 - أ - تسمية البيانات المرقمة من 1 الى 5 :

✓ 1 – نهاية امينية 2 – نهاية كربوكسيبية 3 – بنية ثانوية α حلزون 4- منطقة الانعطاف 5 – بنية ثانوية β وريقات

ب- التعرف على البنية الفراغية لأنزيم الغليكوكيناز :

- **بنية ثالثية**

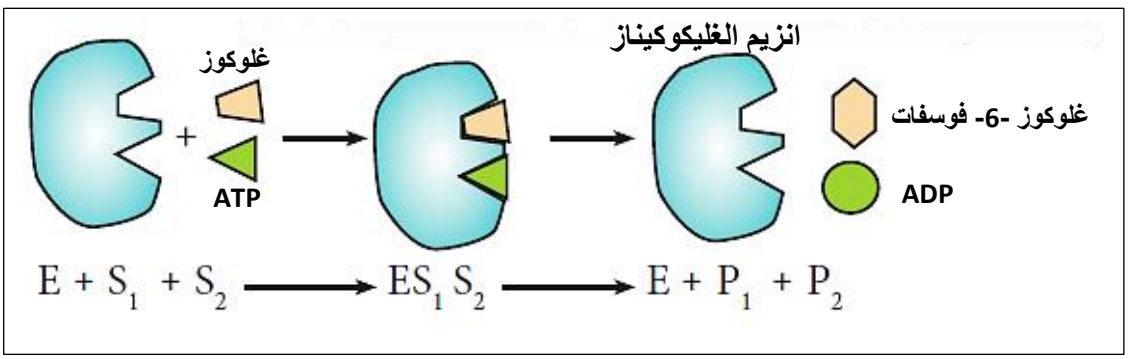
التعليل :

- وجود نهايتان فقط (سلسلة واحدة)
- شكلها كروي
- التفاف لعدد من البنيات بالثانوية لسلسلة ببتيدية واحدة تفصلها مناطق انعطاف.
- تتميز بنقص في الطول وزيادة في السمك (بسبب الالتفاف).

ج –المعلومة التي يقدمها الشكل (ب) من الوثيقة1 فيما يخص كيفية تشكيل المعقد "إنزيم - مادة التفاعل" :

تشكيل المعقد "إنزيم - مادة التفاعل" يتم نتيجة تكامل بنيوي بين موقع خاص للإنزيم (الموقع الفعال) وجزء محدد من مادة التفاعل.

د – رسم تخطيطي يوضح طريقة ارتباط انزيم الغليكوكيناز بمادة التفاعل والناتج عن تفاعل الشكل (ب):



3 - أ – تحليل وتفسير النتائج الممثلة بالشكل (أ) من الوثيقة2:

عند السلالة الطبيعية (انزيم فوسفوغليكوإيزوميراز عادي) :

- نسجل انخفاض معتبر في تركيز غلوكوز 6فوسفات والفراكتوز -6 – فوسفات مع انتاج كمية كبيرة نسبيا من ATP ، يفسر ذلك بارتفاع النشاط التحفيزي لانزيم فوسفوغليكوإيزوميراز وبقية الانزيمات المحفزة لسلسلة التفاعلات الايضية المفكك للفراكتوز -6 – فوسفات والمؤدية الى تركيب ATP .

عند السلالة الطافرة (انزيم فوسفوغليكوإيزوميراز طافر) :

- انخفاض ضعيف جدا للغلوكوز -6- فوسفات ، يقابله كمية ضئيلة جدا من الفراكتوز مع تركيب كمية معتبرة نسبيا من جزيئات الـ ATP (مقارنة مع التركيز الضعيف للفراكتوز -6 – فوسفات.
- يفسر ذلك بانخفاض النشاط التحفيزي للانزيم فوسفوغليكوإيزوميراز الطافر وبالتالي تحول كمية ضئيلة جدا من الغلوكوز 6فوسفات الى فراكتوز6 فوسفات ،بينما لا يؤثر على التفاعلات الكيميائية المؤدية الى هدم الفراكتوز6 فوسفات والمؤدية الى انتاج كمية معتبرة من ATP .

الاستنتاج :

- نشاط الانزيم (وظيفته) مرتبط ببنيته الفراغية .
- للانزيم (فوسفوغليكوإيزوميراز) تخصص نوعي بالنسبة لمادة التفاعل (غلوكوز-6 – فوسفات).

ب – تحليل وتفسير نتائج الشكل (ب) من الوثيقة2.

التحليل :

- نشاط انزيم الغليكوكيناز الطبيعي اعظمي (سرعة التفاعل=100).
- نشا ط انزيم الغليكوكيناز الطافر على مستوى الحمض الاميني رقم 175 متوسط (Vmax=51) أي اقل بمرتين من نشاط الانزيم العادي .
- نشط انزيم الغليكوكيناز الطافر على مستوى الحمض الاميني رقم 203 ضعيف جدا يكاد ينعدم (Vmax=0.5) أي اقل بـ 200 مرة من نشاط الانزيم العادي .

التفسير :

- يفسر النشاط انزيم الغليكوكيناز الطبيعي لامتلاكه بنية فراغية طبيعية تسمح بتشكل المعقد ES-.
- بفسرالنشاط المتوسط انزيم الغليكوكيناز الطافر على مستوى الحمض الاميني رقم 175 بان الطفرة لم تصيب الموقع الفعال للانزيم
- بفسرالنشاط الضعيف جدا انزيم الغليكوكيناز الطافر على مستوى الحمض الاميني رقم 203 بان الطفرة اصابت الموقع الفعال مما أدى الى تغير بنيته الفراغية مما أعاق تشكل المعقد ES ومنه عدم تحفيز التفاعل الكيميائي.

الاستخلاص :.

- وجود أحماض أمينية من نوع محدد في أماكن محددة من السلسلة الببتيدية تحدد البنية الفراغية للبروتين وبالتالي وظيفته .
- البنية الفراغية للانزيم : خاصة الموقع الفعال ضروري لتشكيل المعقد ES.
- الاحماض الامينية المشكلة للموقع الفعال هي التي تحدد الخواص الكيميائية للانزيم .
- يتطلب تحفيز التفاعل تشكل المعقد " انزيم-مادة التفاعل" .

II– التميز بين :-

المحفز والانزيم :

- **المحفز :** مادة تسرع التفاعل الكيميائية وتؤثر بتراكيز ضعيفة ، وتبقى على حالها عند نهاية التفاعل (لا تستهلك).
- **الانزيم :** محفز من طبيعة بروتينية (محفز حيوي)

ناتج التفاعل ومادة التفاعل:

- **مادة التفاعل :** جزيء الذي يتحول الى منتوج ويحفز هذه التحول (التفاعل الكيميائي) بواسطة انزيم.
- **ناتج التفاعل :** جزيء ناتج عن تحول مادة تفاعل ،هذا التحول (التفاعل الكيميائي) يحفز بواسطة انزيم نوعي.

سرعة التفاعل و السرعة الابتدائية (Vmax) :

- **سرعة التفاعل :** تغير تركيز المواد المتفاعلة (او النواتج) لتفاعل كيميائي بدلالة الزمن.

- **السرعة الابتدائية (Vmax) :** سرعة تشكل نواتج عند بداية التفاعل ، عند التركيز العالي من مادة التفاعل ، حيث تصل الى أقصاها (Vmax).

الموقع الفعال والمعقد ES :

- **الموقع الفعال :** فراغ (تجويف) داخل الانزيم على مستواه يتم تحفيز تفاعل كيميائي واحد فقط.
أو هو جزء من الإنزيم له القدرة على التعرف النوعي لمادة التفاعل و تحويلها.

المعقد ES : هو ارتباط نتيجة التكامل البنيوي بين الموقع الفعال و جزء محدد من مادة التفاعل.

التمرين الثاني

1 – المقارنة بين جزيئة الاكاربوز وجزيئة النشاء :

- جزيئة الاكاربوز متشابهة كثيرا مع جزيئة النشاء حيث الجزء الايسرلجزيئة النشاء متطابقة مع الجزء الايسر للاكاربوز، اما الجزء النهائي جهة اليمين فهو مختلف بين كل جزيئة .

أ – تحليل منحنى الوثيقة (2) :

- كلما زاد تركيزالاكاربوز يقل نشاط انزيم الاميلاز، حيث تنخفض الى قيمة دنى تقدر بـ 30% عند التركيز 100 ميكروغرام/ل.
- **بعد التركيز** 100 ميكروغرام/ل يبقى نشط انزيم الاميلاز عند القيمة الدنى **30%.**

ب - الاستنتاج :

- مادة الاكاربوز لا يتم تحويلها ومنه نستنتج ان انزيم الاميلاز لا يحفز الا اماهة النشاء.

جـ – الفرضية المقترحة لتفيسر بها طريقة تأثيرالاكاربوز على نشاط انزيم الاميلاز:

- تثبيت الاكاربوز مكان النشاءعلى انزيم الاميلاز على مستوى الموقع الفعال .

3– أ – المقارنة بين الشكلين (أ) و (ب) :

- **في الشكل (أ) :** نلاحظ تجويف (الموقع الفعال لانزيم الاميلاز) مثبت عليه جزء من النشاء.
- **في الشكل (ب) :**الاكاربوز كذلك له القدرة على التثبيت على مستوى الموقع الفعال للاميلاز في مكان جزء (قطعة) النشاء

ب - نعم تسمح هذه المعطيات من التأكد من صحة الفرضية السابقة.

التعليل :

- تثبيت الاكاربوز مكان تثبيت النشاء يغير من البنية الفراغية لانزيم الاميلاز (الموقع الفعال) مما يمنع تشكل المعقد ES (انزيم-مادة التنفاعل) وهذا يؤدي الى انخفاض نشاط انزيم الاميلاز(تباطئ في سرعة التفاعل).

جـ - تعليل التسمية مادة الكاربوز "مثبط تنافسي" :

- لانه يثبت في مكان مادة التفاعل (الركيزة) على مستوى الموقع الفعال للانزيم مما يؤدي الى تثبيط نشاط الانزيم اتجاه مادته المتفاعلة.

3– أ – شرح طريقة عمل الاكاربوز :

- الاكاربوز بنيته مماثلة لبنية النشاء ، لذلك يثبت على الموقع الفعال له على انزيم الاميلاز.
- الاكاربوز لا يتم تفكيكه لان الموقع الفعال نوعي اتجه مادة التفاعل وهي النشاء.
- الاكاربوزيمنع العمل الجيد للاميلاز (ينافس جزيئات النشاء على الموقع الفعال) ومنه عدم هدم النشاء وينجم عنه قلة الجلوكوز الممتص على مستوى الامعاء.

ب- خصائص الانزيمات :

- **تتميز الانزيمات بالتخصص المزدوج :**

- تخصص اتجاه مادة التفاعل :لا يعمل الانزيم الا على مادة تفاعل (ركيزة) واحدة (النشا).
- تخصص اتجاه نوع التفاعل : الانزيم لا يحفز الا نوع واحد من التفاعلات (تفكيك النشاء)

نشاط الانزيم يعتمد على بنيته الفراغية.

التمرين الثالث

I – 1 طريقة الكشف عن مدى وجود النشاء في الانابيب الثلاثة :

- اضافة قطرة من ماء اليود يؤدي الى ظهور لون ازرق بنفسجي دليل على وجود النشاء.

2 – تحليل النتائج التجريبية :

- **الانبوب1 :** مادة التفاعل الغلوكوز، يلاحظ غياب النشاء خلال كل الازمنة
- **الانبوب2 :** مادة التفاعل غلوكوز-1- فوسفات ، في ز0 يلاحظ عدم وجود النشاء ، في الانبوب مع ظهور النشاء خلال الازمنة الموالية،ز1 ،ز2 ، ز3 .
- **الانبوب3 :** مادة التفاعل غلوكوز--6فوسفات ، يلاحظ غياب النشاء خلال كل الازمنة

الأستنتاج :

- انزيم الأميلوسنتيتاز يعمل على مادة التفاعل غلوكوز-1-فوسفات فقط .
- الانزيم الاميلوسنتيتاز عمله **نوعي**.

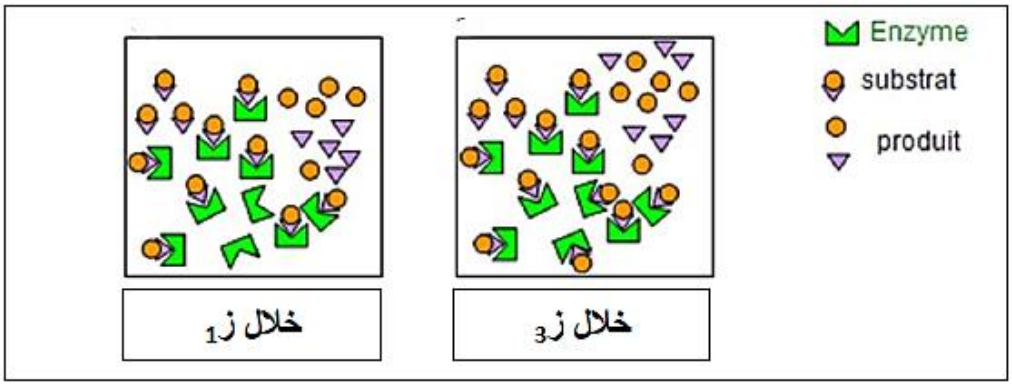
3 - نوع التفاعل الذي يتوسطه إنزيم الأميلوسنتيتاز:

- تفاعل تركيب (بناء)

II – 1 – المقارنة والتفسير:

- **خلال الزمن ز1 :** يلاحظ تناقص في تركيز الانزيم E لارتباطه مع مادة التفاعل وتشكيل المعقد ES هذا الاخير يرتفع تركيزه ، حيث يحفز الانزيم التفاعل الكيميائي مما ينتج عنه نواتج P التي يرتفع تركيزها تزامنيا مع ارتفاع تركيز ES .
- **خلال الزمن ز3** : اختفاء جزيئات الانزيم الحرة E لارتباطها كلها بمادة التفاعل ، ولذلك يصل تركيز المعقد ES الى قيمة قصوى ثابتة ، يرافق ذلك ارتفاع مستمر في تركيز النواتج P نتيجة تحفيز الانزيم للتفاعل الكيميائي

2- رسومات تخطيطية توضح العلاقة بين E و S :



3 – تتوقع بالنسبة لتطورتراكيز كل من (S) و (P) و (ES) بعد مدة زمنية معتبرة من بداية التجربة

- نفاذ مادة التفاعل S
- توقف تشكل المنتوج P

- اختفاء المعقد ES مع تحرر الانزيم E وتراكمه.

III – 1- التعرف على العناصر المرقمة :

- 1 – جزء من مادة التفاعل 2- الموقع الفعال (جزء من الانزيم) 3 – رابط شاردية

2 – علاقة الروابط الشاردية بدرجة حموضة الوسط PH

- لهذه الروابط دور في ارتباط مادة التفاعل بالموقع الفعال ، كما تلعب دور في استقرار و ثبات البنية الفراغية للانزيم.
- تؤثر درجة PH الغير ملائمة على شحنة المجموعات الكيميائية الحرة في جذور الاحماض الامينية خاصة تلك الموجودة في الموقع الفعال للانزيم مما يمنع حدوث التكامل بين المجموعات الكيميائية في الموقع الفعال والمجموعات الكيميائية لمادة التفاعل ، مما يفقد الانزيم فعاليته التحفيزية .

3 –

- **نعم** هناك علاقة بين البنية الفراغية للانزيم ووظيفته

التعليل

- يعتمد التأثير النوعي للانزيم ومادة التفاعل على تشكل معقد إنزيم- مادة التفاعل ES تتكون اثناء تشكل المعقد روابط ضعيفة انتقالية بين مادة التفاعل والموقع الفعال.
- ان التكامل بين بين الموقع الفعال ومادة التفاعل يحدث نتيجة لتوضع المجموعات الكيميائية لمادة التفاعل في المكان المناسب مع المجموعات الكيميائية لجذور بعض الاحماض الامينية في الموقع الفعال للانزيم.
- وعليه

التمرين الرابع

1 – أ - تحديد نوع التفاعل :

- التفاعل المحفز بانزيم الهيكسوكيناز : فسفرة (تركيب)
- التفاعل المحفز بانزيم فوسفوعليكوميتاز : تماكب (تحويل)
- التفاعل المحفز بانزيم فوسفوغليكوايزوميراز : تماكب (تحويل)

بـ - تعليل التأثير النوعي للانزيم :

✓ **الإنزيم فوسفوغلوكوميتاز** هو إنزيم تماكب عمل على تحويل مجموعة الفوسفات من مكان في الجزيئة (ذرة الكربون رقم6) إلى مكان آخرفي نفس الجزيئة (ذرة الكربون رقم1)

✓ **الانزيم فوسفوغليكوايزوميراز:** انزيم تماكب يحفزتحويل الغلوكوز6فوسفات إلى فراكتوز6فوسفات (يغير ترتيب المجموعات الوظيفية داخل الجزيئة).

✓ إذن يؤثر الإنزيمان على نفس مادة التفاعل (غلوكوز 6 فوسفات) إلا أن المنتوج مختلف و هو ما يبين أن لكل إنزيم تأثير نوعي : **لا يحفز إلا تفاعل واحد.**

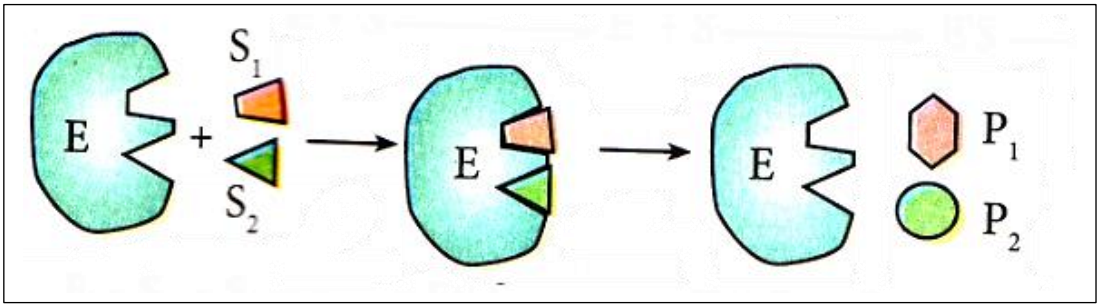
- **انزيم الهيكسوكيناز** لا يرتبط الا مع مادة تفاعل واحدة : غلوكوز ، عكس الانزيمات الأخرى فهي تشترك في ارتباطها بمادة تفاعل واحدة هي الغلوكوز6فويفات.

✓ اذن يتمثل التأثير النوعي لإنزيم في ارتباطه النوعي: بمعنى أنه يؤثر إلا على **مادة تفاعل واحدة نوعية**.

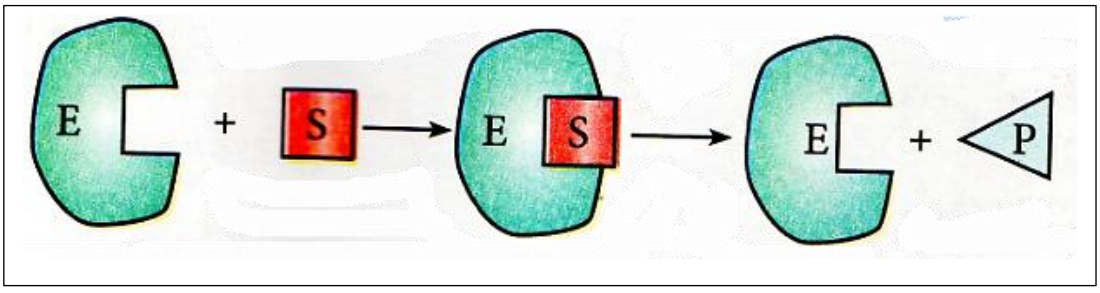
- تمتلك الإنزيمات تخصص نوعي بالنسبة لمادة التفاعل و تخصص نوعي بالنسبة للتفاعل الكيميائي مما يبين أن للإنزيمات **" تخصص مزدوج"**

جـ - ارسم تخطيطي :

- **التفاعل الأول : فسفرة الغلوكوز (تحويل مادتين): غلوكوز + ATP ⟵ غلوكوز6فوسفات+ADP**



- **التفاعل الثاني : تماكب (تحويل مادة واحدة):**



2 – أ - تسمية الاحماض الأمينية وتحديد دورها:

- **المجموعةA :** تشكل هذه الاحماض الامينية موقع تعرف وتثبيت مادة التفاعل في مناطق جد متخصصة،حيث تلعب دور في تشكيل المعقد انزيم-مادة التفاعل.
- **المجموعة B :** تشكل موقع التحفيز المسؤول على التفاعل الكيميائي ،على مستوى هذا الموقع يتم كسر الرابطة التساهمية (الببتيدية) مع تثبيت جزيء ماء (إماهة).

بـ - تسمية المجموع A+B :

- يسمى المجموع بالموقع الفعال للانزيم : على مستواه يتم تثبيت مادة التفاعل وحدوث التفاعل بكسر الرابطة الببتيدية بسرعة كبيرة.

جـ - المعلومة الإضافية والمكملة فيما يخص الـاثير النوعي للانزيم :
- نوع الاحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال ، تحدد الخواص الكيميائية للانزيمات (التخصص المزدوج).
- **الانزيم نوعي اتجاه مادة التفاعل :** يرجع ذلك الى الاحماض الامينية المشكلة لموقع التعرف على مادة التفاعل
- **الانزيم يمتلك تخصص نوعي بالنسبة للتفاعل الكيميائي :** يرجع ذلك الى الاحماض الامينية المشكلة لموقع التحفيز.

3 – أ – تحليل مقارن لمنحنيي الوثيقة (2) :
- في غياب مادة TCCL يلاحظ انخفاض سريع في تركيز مادة التفاعل مع مرور الزمن الى ان تنعدم (نفاد مادة التفاعل) بعد ساعتين من بداية التجربة ، بالمقابل في وجود مادة TCCL ، نلاحظ انخفاض بطيئ نسبيا في مادة التفاعل مع مرور الزمن ولكن نفاد (انعدام) مادة التفاعل يكون بعد 4 دقائق من بداية التجربة .

الاستنتاج :
- مادة TCCL تقلل من نشاط الانزيم

بـ - تفسير النتائج :
- البنية الفراغية لجزيئة TCCL مماثلة لجزء من مادة التفاعل . فهي تنافس مادة التفاعل على نفس الموقع الفعال (موقع التعرف) و مما يعيق ارتباط مادة التفاعل بالموقع الفعال، مما ينجم عنه تباطئ في سرعة التفاعل (اماهة البروتينات).
- فجزيئة TCCLT مثبط لانه يقلل من فعالية الانزيم ، وتنافسي لانه ينافس مادة التفاعل على الموقع الفعال.

جـ - تعليل ثبات تراكيزكل من الكيموتربسين و TCCL طوال مدة التجربة :
- **TCCL** لا يتم تحويلها من طرف انزيم الكيموتربسين بالرغم من تثبيتها ، لذلك تبقى تراكيزها في الوسط ثابتة .
- **الانزيم** ، من خلال تعريفه فهو محفز ، يؤثر نوعيا على التفاعل الكيميائي ولا يستهلك اثناء التفاعل(يبقى تركيزه ثابت عند نهاية التفاعل) .

4 – أ - تعريف عام للانزيم :
- الانزيم محفز حيوي ، يسرع من التفاعلات الكيميائية.
- الانزيمات تمتلك تخصص مزدوج(لمادة التفاعل ونوع التفاعل)
- نشط الانزيم يتأثر بعوامل المحيط مثل درجة الحرارة المرتفعة ودرجة الحموضة PH الغير ملائمة.
- الانزيمات لا تستهلك اثناء التفاعل

بـ -أوجه التشابه والاختلاف للانزيمات :

أوجه التشابه	أوجه الاختلاف
- الإنزيم طبيعة بروتينية - تبقى على حالتها بعد التفاعل. - يتم تركيبها بعد النسخ وترجمة.	- كل انزيم تشرف على تركيبه مورثة معينة. - كل انزيم يتخصص في تفاعل معين. - كل انزيم ذو بنية فراغية معينة.

التمرين الخامس

السؤال	عناصر الاجابة	النقطة
1	**فرضية أو فرضيات تفسر عدم ظهور اللون الداكن في بقية الجسم عند الارنب الهيملايي :** **الفرضية1:** - نتيجة تأثير درجة الحرارة ،غياب نشاط انزيم التيروزيناز (انزيم غير فعال) وبالتالي عدم تركيب صبغة الميلانين. **الفرضية2:** - نتيجة تأثير درجة الحرارة ،عدم قدرة الخلايا على تركيب انزيم التيروزيناز وبالتالي عدم تركيب صبغة الميلانين. **كما يمكن إضافة فرضيات أخرى منها** :تأثير الحرارة على نشاط الانزيمين E1.E2 التي تحفز بقية المراحل المختلفة المؤدية الى تركيب الميلانين.	
2 -أ	**تحليل النتائج المحصل عليها :** نلاحظ من نتائج الكروماتوغرافيا لانزيمات التيروزينازلكل من الارنب المتوحش والهيملايي: - انزيم التيروزيناز للارنب المتوحش لا يهاجر الى مسافة ابعد من المسافة التي وصل اليها كلا النوعين من انزيم التيروزين الارنب الهيملايي اللذان يقطعان مسافة أطول. **الاستنتاج :** - كلا النوعين من الارنب المتوحش والهيملايي لا يمتلكان نفس التيروزيناز. - مهما كانت درجة حرارة الوسط ، فالارنب الهيملايي يمتلك نفس التيروزيناز(نفس الوزن الجزيئي تقريبا).	
3-أ	**تأكيد صحة الفرضية او الفرضيات المقترحة في السؤال1:** - من خلال ملاحظة البنية الفراغية لانزيم التيروزيناز للارنب الهيملايي ليس نفسه في درجة حرارة 36م^0 و30م^0 ، فدرجة الحرارة المرتفعة 36م^0 أدت إلى تغير في البنية الفراغي للانزيم خاصة على مستوى الموقع الفعال. **اذن الفرضية1 : هي الصحيحة** - تغير البنية الفراغية للانزيم خاصة على مستوى الموقع الفعال (انزيم غير فعال)	
ب	**تحليل منحنيات الوثيقة (2-ب) :** - **تتغير نسبة تيروزين الارنب الهيملايي حسب درجة حرارة الوسط :** ❖ في درجة حرارة 36م^0 : تبقى نسبة التيروزين في الوسط تقريبا ثابتة عند قيمة مرتفعة. ❖ في درجة حرارة 30م^0 :تنخفض نسبة التيروزين في الوسط. اذن نشاط انزيم التيروزيناز لارنب الهيملايي مرتبط بدرجة الحرارة فيكون فعال في درجة حرارة 30م^{0}وغير فعال في درجة حرارة 36م^0 - **تنخفض نسبة تيروزين الارنب المتوحش في درجتي ال حرارة36م^0 و30م^0.** اذن تيروزيناز الارنب المتوحش يحفز التفاعل الكيميائي انطلاق من مادة التفاعل النوعية له (التيروزين) مهما كانت درجة الحرارة 36م^0 او30م^0 **المعلومة الأضافية** : - انزيم تيروزيناز الارنب الهيملايي يختلف عن تيروزيناز الارنب المتوحش ،حيث نشاطه التحفيزي يتأثر بدرجة الحرارة.	
4	تفسير سبب تأثر لون الفرو بدرجة حرارة الوسط عند الارنب الهيملايي : - تتابع الاحماض الامينية المطابقة للأليل المتوحش ARNm: ...CAG AAA AGU GUG ACA UUU GCA... تتابع الاحماض الامينية: ...Gln-Lys-Ser-**Val-The-Ala…** - تتابع الاحماض الامينية المطابقة للأليل الهيملايي ARNm: ...CAG AAA AGU GAC AUU UGC A.. تتابع الاحماض الامينية: ...Gln-Lys-Ser-**Asp-Ile-Cys…**	

	التفسير : - تؤدي طفرة ضياع نيكليوتيدتين AC على مستوى الرامزة رقم 4 الى تغير في تتابع الأحماض الأمينية المكونة لانزيم التيروزيناز مما يؤدي إلى تغير البنية الفراغية للانزيم خاصة على مستوى الموقع الفعال ، فيصبح الانزيم غير قادر على تثبيت مادة التفاعل (التيروزين) لعدم وجود تكامل بين بنية الموقع الفعال لانزيم التيروزيناز (انزيم غير فعال) ومادة التفاعل ، ينجم عن ذلك عدم تحول التيروزين الى الميلانين (غياب تركيب الميلانين) يؤدي الى توقف سلسلة تركيب الميلانين في باقي الجسم ماعدا الأطراف .	

التمرين السادس

1 – أ - التفاعل الكيميائي المحفز بانزيم غلوكوز-اكسيداز :

Glucose + dioxygène → gluconolactone + eau oxygénée

$C_6H_{12}O_6 + O_2 \rightarrow C_6H_{10}O_6 + H_2O_2$

ب - المقارنة بين جزيئة الغلوكوز وجزيئة الأرابينوز:

- يتشابه السكران من حيث شكل الصيغة الحلقية (سداسية الشكل)
- يختلف سكر الارابينوز عن الغلوكوز من حيث عدد ذرات الكربون (5) ، وللغلوكوز (6) ، وكذلك وضعية مجموعة (OH) الكحولية على ذرة الكربون رقم (4).

2 – أ – تحليل المنحنيات :

- في وجود الارابينوز فقط يلاحظ ثبات تركيز O_2 في الوسط (عدم استهلاكه)
- في وجود الغلوكوز مع الارابينوز : يلاحظ تناقص في تركيز O_2 الوسط دلالة على استهلاكه ، وتتوقف كمية O_2 المستهلكة على تركيز الارابينوز في الوسط ، حيث تناقص O_2 يكون ضعيف في التراكيز العالية من الارابينوز ، ويكون مرتفع في التراكيز الضعيفة لهذا الاخير.
- في وجود الغلوكوز فقط : نسجل تناقص كبير في تركيز O_2 الوسط يصل الى حوالي2 ميكروغرام/ملي لتر في الزمن 2 دقيقة.

ب – الاستنتاج :

- الارابينوز مادة مثبطة لنشاط انزيم غلوكوز- اكسيدازخاصة في التركيز المرتفعة للارابينوز.

ج – الفرضية :

- الارابينوز بمنع تثبيت الغلوكوز في الموقع الفعال لانزيم الغلوكوز-اكسيداز
- او الارابينوز يثبط الموقع الفعال لانزيم الغلوكوز اكسيداز.

3 – أ – تحديد نوع التفاعل الذي حدث في الشكل (أ) :

- تفاعل اكسدة
- وتقبل الاجابة التالية : تفاعل تحويل مادتين (الغلوكوز+ O_2)

ب - شروط عمل الانزيم :

- عمل انزيم يتطلب تشكيل المعقد انزيم – مادة التفاعل (ES) نتيجة التكامل البنيوي بين الموقع الفعال وجزء من مادة التفاعل.

جـ - التعليق على الشكل (ب) :

- الارابينوز له نهاية ذات بنية فراغية مكملة للموقع الفعال لانزيم الغلوكوز-اكسيداز ، لذلك يثبت على الموقع الفعال الخاص بالغلوكوز.

د – التعرف على العناصر :

- **العنصر(أ) :** رابطة تساهمية او جسر ثنائي الكبريت
- **العنصر(ب) :** رابطة هيدروجينية
- **العنصر(ج) :** حمض اميني للموقع الفعال

دورها :

- الروابط ثنائية الكبريت والهيدروجينية تحفاظ على ثبات البنية الفراغية للانزيم خاصة على مستوى الموقع الفعال.
- الاحماض الامينية المتواجدة في الموقع الفعال فهي تنشأ روابط مع مادة التفاعل (رابطة انتقالية).

هـ - نعم تم التأكد من صحة الفرضية

التعليل

- من خلال البنية الفراغية للغلوكوز والارابينوز ، نلاحظ ان لكلا الجزيئتين نهاية مشتركة (متشابهة) مكملة للموقع الفعال لانزيم غلوكوز اكسيداز

- التفاعل بين الانزيم ومادة التفاعل يتطلب تكامل بنيوي بين الموقع الفعال لانزيم الغلوكوز –اكسيداز و جزيئة الغلوكوز ،مثل الارابينوز الذي يمتلك بنية فرغية مماثلة لجزيئة الغلوكوز ، وعليه الارابينوز يثبت على الموقع الفعال للانزيم.
- الارابينوز يثبط او يوقف الموقع الفعال لانزيم الغلوكوز اكسيداز مما يمنع تشكل المعقد انزيم-مادة التفاعل .
- عدم ثبيت مادة التفاعل (الغلوكوز) على الموقع الفعال لانزيم الغلوكوز –اكسيداز ،يؤدي الى عدم تشكل أي ناتج وبالتالي سرعة التفاعل تنخفض.

4 –

الخصائص :

- الانزيم نوعي اتجاه مادة التفاعل ونوع التفاعل (التخصص الوظيفي المزدوج)
- الانزيمات تؤثر بكميات ضئيلة جدا.

الانزيم لا يستهلك اثناء التفاعل الكيميائي

التمرين السابع

I-1 – تحليل وتفسير منحنى الوثيقة (1-أ) :

- تمثل منحنيات الوثيقة تغيرات تركيز الاكسجين قبل وبعد إضافة انزيم غلوكوز اكسيداز في وجود سكر الغلاكتوز ثم السكروز ثم في وجود الجلوكوز بدلالة الزمن.
- قبل إضافة الانزيم : تركيز الاكسجين بقي ثابت عند القيمة 280 ميكرومول/ل تقريبا ، يفسر ذلك بعدم استهلاكه لغياب الانزيم.
- بعد إضافة الانزيم : بقي تركيز الاكسجين ثابتا في وجود الغلاكتوز او السكروز ، يفسر ذلك بعدم استهلاكه في اكسدة السكريات لعدم تشكل المعقد ES .يتناقص تركيز الاكسجين بسرعة في وجود الجلوكوز لاستهلاكه في اكسدة الجلوكوز (مادة التفاعل) يرجع ذلك لتشكل معقد انزيم-مادة التفاعل (غلوكوز-اكسيداز-جلوكوز)ES.

2 – الاستنتاج :

- للانزيم تأثير نوعي على مادة التفاعل يرتبط معها ليشكل معقد (انزيم-مادة التفاعل).

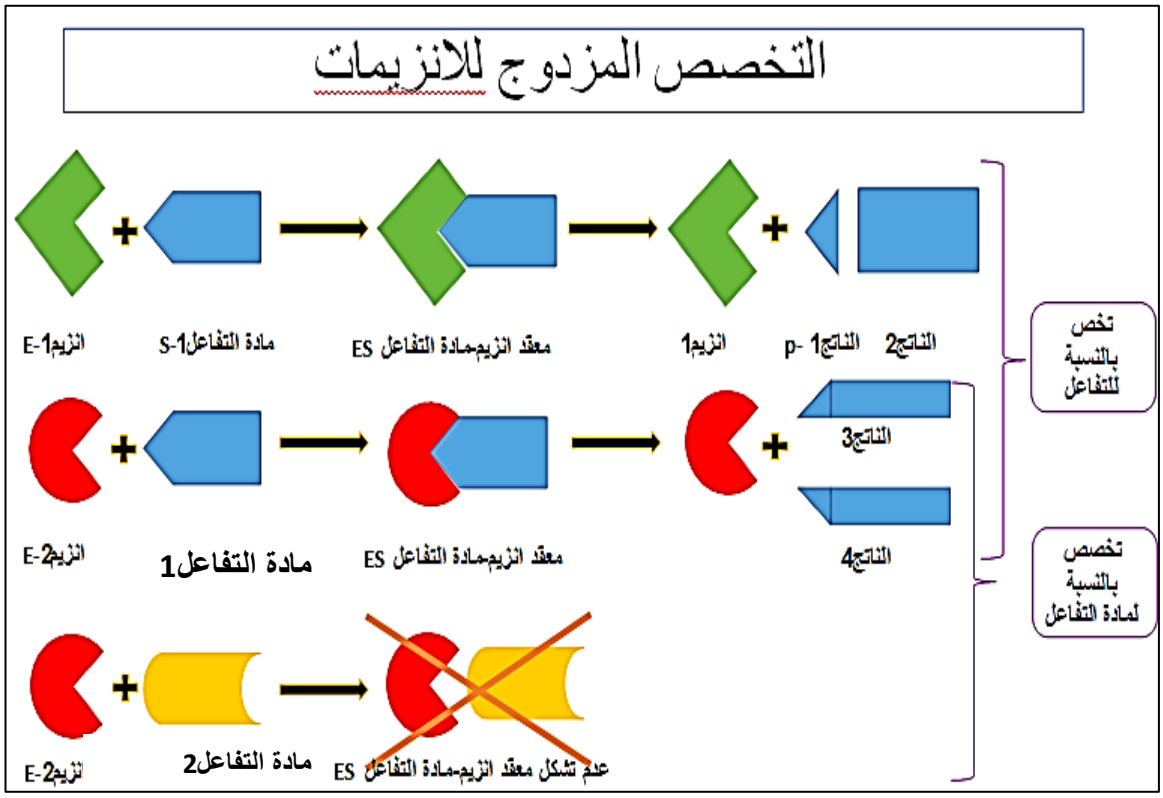
3 – المعلومات التي تقدمها الوثيقة (1-ب) :

- الانزيمات الاربعة تشترك في مادة تفاعل واحدة وهي جلوكوز-6-فوسفات
- اختلاف في ناتج التفاعل حسب نوع الانزيم
- الانزيم لا يحفز إلا نوع معين من التفاعل الكيميائي.

4 – الخاصية التي تم إظهارها :

- للانزيم تخصص مضاعف (مزدوج) :
  - ✓ تخصص بالنسبة لمادة التفاعل
  - ✓ تخصص بالنسبة للتفاعل في حد ذاته (نوع التفاعل).

التوضيح برسومات تخطيطية تفسيرية :



1 – التعرف على البينات :

1 – الموقع الفعال 2 – حمض اميني للموقع الفعال 3 – مادة التفاعل

2 – كيفية تحديد البنية الفراغية للانزيم :

- تبين الوثيقة2 بنية محددة لكل من الإنزيم و مادة التفاعل، مادة التفاعل قريبة من الموقع الفعال لكلا الإنزيمين.
- اختلاف في نوع الاحماض الامينية المشكلة للموقع الفعال عند كل من انزيم G6PD وانزيم G6PI ، هو المحدد لنوع التفاعل المحفز من قبل كل انزيم برغم اشتراكهما في نفس مادة التفاعل.
- تسمح البنية الفراغية للأنزيم بالتقارب بين أحماض أمينية متواجدة في أماكن متباعدة من السلسلة متعددة البيبتيد و المتدخلة في منطقة من الجزيئةالخاصة بالوظيفة أي الموقع الفعال الذي يتفاعل مع الركيزة .

3 – تأثير درجة الحموضة PH الغير ملائمة على نشاط الانزيم :

- يفقد الانزيم بنيته الفراغية وبالتالي وظيفته.

التعليل:

- تؤثر درجة حموضة الوسط على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية في السلاسل البيبتيدية وبالأخص تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال كما يلي:
  - في الوسط الحمضي الوظائف الأمينية تثبت H^+ و تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية موجبة.
  - في الوسط القاعدي تفقد الوظائف الكربوكسيلية H^+ وتصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية سالبة.

يؤدي تغير الحالة الأيونية للموقع الفعال (بابتعاد PH الوسط التفاعلي عن الـ PH الامثل) إلى فقد الشكل المميز له مما يعيق تثبيت مادة التفاعل وبالتالي يمنع حدوث التفاعل.

التمرين الثامن

1 – يتواجد انزيم الأستيل كولين استيراز على مستوى الشق المشبكي

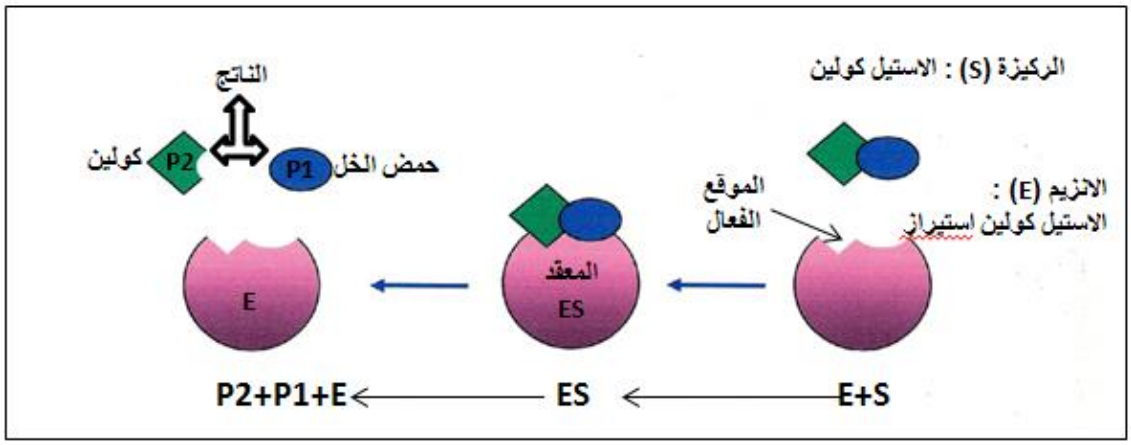
2 – دورالانزيم في هذا التفاعل :

- اماهة الاستيل كولين (مادة التفاعل) إلى حمض الخل و قاعدة الكولين (المنتوج).

3 – المعلومة المستخلصة من هذه الوثيقة :

- للانزيم موقعي تثبيت للاستيل كولين حيث ترتبط مادة التفاعل مع الموقع الفعال بروابط انتقالية تحفز النشاط الانزيمي بالقيام بوظيفته.

4 – رسم تخطيطي للتفاعل الانزيمي يوضح العلاقة بين الانزيم ومادة التفاعل :



II -1 تحليل المنحنيين :

✓ **بدون إضافة التاكرين :** نسجل ارتفاعا في تركيز الناتج مع مرور الزمن أي أرتفاع سرعة التفاعل الانزيمي ، يقوم الانزيم في وجود الركيزة (الاستيل كولين) بإماهتها إلى حمض الخل + كولين .

✓ **في وجود مادة التاكرين :** نسجل غياب الناتج ومنه غياب النشاط الانزيمي أي عدم إماهة الاستيل كولين .

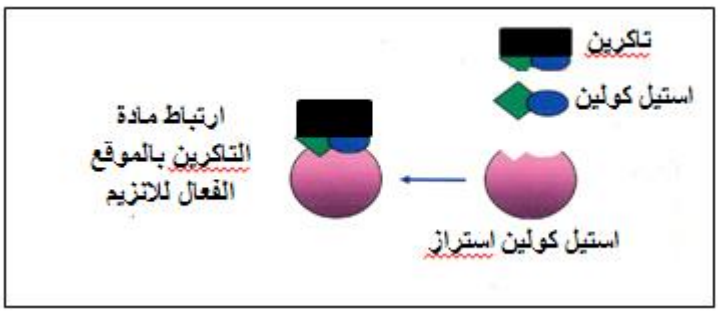
الاستنتاج :

✓ مادة التاكرين هي مادة مثبطة لعمل انزيم الاستيل كولين استراز.

2 – تفسير تأثير مادة التاكرين :

✓ تعتبر مادة التاكرين المثبط المنافس للاستيل كولين ، حيث يرتبط بالموقع الفعال للانزيم نتيجة حدوث تكامل بنيوي مما يعرقل ارتباط الاستيل كولين بالانزيم مما يثبط عمله لعدم تشكل المعقد انزيم – مادة التفاعل (الاستيل كولين- الاستيل كولين استراز) .

الرسم التخيطي التوضيحي :



التمرين التاسع

1 – تحديد نوع التفاعل الذي يقوم به :

الانزيم1 : تفاعل تفكيك (تبسيط)

الانزيم2 : تفاعل تركيب

2 - تفسير عدم حدوث التفاعل في حالة الانزيم3 :

عدم تشكل معقد انزيم-مادة التفاعل ES لعدم وجود تكامل بين الموقع الفعال ومادة التفاع ،ويرجع ذلك:

-**درجة الحرارة المرتفعة :** تفقد الانزيمات بنيتها الفراغية المميزة وبالتالي تفقد الوظيفة التحفيزية.

درجة PH غير الملائمة :تفقد الموقع الفعال شكله المميز ، بتغير حالته الايونية مما يعيق تثبيت مادة التفاعل وبالتالي يمنع حدوث التفاعل .كما يعمل على تغير البنية الفراغية الثالثية للانزيم.

3 - تفسير التخصص الوظيفي للانزيمات :

- يرتكز التخصص الوظيفي للانزيم على تشكل معقد انزيم-مادة التفاعل.
- فالانزيمات (طبيعة بروتينية) تظهر بنيات فراغية مختلفة محدد بعدد وطبيعة وتتابع الاحماض الامينية التي تدخل في بنائها.
- تتوقف البنية الفراغية للانزيم وبالتالي التخصص الوظيفي للبروتين على الروابط التي تنشأ بين الاحماض الامينية ومتموضعة بطريقة دقيقة في السلسلة الببتيدية حسب الرسالة الوراثية.
- فكل مورثة تشرف على تركيب انزيم واحد.

II - التجربة1 :

1 – المقارنة بين الشكلين (أ) و (ب):

- في غياب مادة التفاعل (الشكل أ) : تأخذ الاحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال وضعية فراغية معينة متباعدة.
- في وجود مادة التفاعل (الشكل ب) : تأخذ الاحماض الامينية الارجنين والتيروزين المشكلة للموقع الفعال وضعية فراغية متقاربة نحو مادة التفاعل.

2 – الاستنتاج حول طريقة عمل الأنزيم :

تتم طريقة عمل الانزيم بحدوث تكامل بين الموقع الفعال للانزيم ومادة التفاعل عند اقتراب هذه الاخيرة التي تحفز الانزيم لتغيير شكله الفراغي ، فيصبح الموقع الفعال مكملا لشكل مادة التفاعل مشكلا بذلك معقد(انزيم-مادة التفاعل) وهو ما يسمح بالتأثير التحفيزي للانزيم .

3 –تعريف للموقع الفعال :

الموقع الفعال هو : جزء من الانزيم له القدرة على التعرف النوعي لمادة التفاعل وتحويلها.

التجربة2 :

1 – تحليل المنحنيين :

يلاحظ تناقص في سرعة التفاعل في البداية (عندما تكون تراكيز مادة التفاعل منخفض نسبيا) لكن الانخفاض في السرعة يقل عند ارتفاع تركيز مادة التفاعل (اللاكتوز) ثم يختفي تأثير المثبط (الثيولاكتوز) وتصبح السرعة القصوى متشابهة في كلا الحالتين.

الاستنتاج :

أن إضافة مادة ثيولكتوز يكون له تأثير مثبط لنشاط الإنزيم لأنه يقلل من سرعة التفاعل.إذا كان تركيز هذه المادة في التفاعل ثابت ويكون قليل.

2 –تفسير آلية تأثير مركب ثيولاكتوز :

يرتبط هذا المركب بالموقع الفعال مما يعيق ارتباط مادة التفاعل(اللاكتوز) وهو مايعرف بالتثبيط التنافسي. أي أن المركب يشبه مادة التفاعل ويحدث بينه وبين مادة التفاعل الطبيعية تنافس على الارتباط بالموقع الفعال. عندما يكون تركيز مادة التفاعل كبيرا تكون هي الغالبة ويكون تأثير المثبط مهملا.

التمرين العاشر

1 – أ – التحليل المقارن :

يلاحظ كلما زاد تركيز مادة التفاعل ازدادت سرعة التفاعل ، ولكن السرعة أكبر في حالة وجود تركيز عال من الانزيم:

- عند تركيز لانزيم = 0.5 : تزداد سرعة التفاعل لتبلغ قيمة قصوى تقدر بحوالي 1 وحدة اعتبارية عند التركيز 3 وحدة اعتبارية بعدها تصبح السرعة ثابتة (تشبع جميع الانزيمات)
- عند تركيز للانزيم =1 : تزداد سرعة التفاعل لتبلغ قيمة قصوى تقدر بحوالي 2 وحدة اعتبارية عند التركيز 6 وحدة اعتبارية بعدها تصبح السرعة ثابتة (تشبع جميع الانزيمات)

الاستنتاج :

- سرعة التفاعل الانزيمي (النشاط الانزيمي) تزداد طرديا بزيادة تركيز مادة التفاعل.
- تركيز الانزيم يحدد سرعة التفاعل بطريقة طردية مع توفر كمية متزايدة من مادة التفاعل.

ب - وصل كل مرحلة بالشكل المناسب مع التعليل :

- **المرحلة A :**توافق الشكل (1) لأن تركيز مادة التفاعل أقل من تركيز الانزيم والنواتج قليلة.
- **المرحلة B** :توافق الشكل (3) لزيادة تركيز مادة التفاعل ونواتج التفاعل.
- **المرحلة C :** توافق الشكل (2) لان كل الانزيمات مشغولة وزيادة معتبرة في تركيز نواتج التفاعل.

2 – أ - العلاقة بين البنية الفراغية للأنزيم ومادة التفاعل (الركيزة) :

- اذا هناك تكامل بين الموقع الفعال للانزيم ومادة التفاعل يتشكل المعقد (انزيم-مادة التفاعل) وفي هذه الحالة يكون الانزيم في حالة نشاط (الحالة س) .
- اذا لم يكن هناك تكامل بين الموقع الفعال للانزيم ومادة التفاعل لا يتشكل المعقد (انزيم-مادة التفاعل) وفي هذه الحالة يكون الانزيم غير نشيط (الحالة ص) .

ب - استخراج الخصائص من مقارنة التفاعل (1مع2) والتفاعل (2مع3)، مع تعليل :

- من مقارنة التفاعل (1مع2) :الانزيم متخصص اتجاه نوع التفاعل :
التعليل :يلاحظ في كلا التفاعلين نفس مادة التفاعل ولكن النواتج تختلف حسب نوع الانزيم المتدخل.
- من مقارنة التفاعل (2مع3) :الانزيم متخصص اتجاه مادة التفاعل :
التعليل : في التفاعل (2) حدوث التفاعل لحدوث تكامل بين الموقع الفعال للانزيم (1) ومادة التفاعل وبالتالي يشكل المعقد (انزيم-مادة التفاعل).
في التفاعل (3) عدم حدوث التفاعل لعدم تشكل المعقد (انزيم-مادة التفاعل)، لعدم وجود تكامل بين الموقع الفعال للانزيم (1) ومادة التفاعل مختلفة عن الاولى .
- تمتلك الإنزيمات **تخصص مزدوج** ، تخصص نوعي بالنسبة للتفاعل الكيميائي و تخصص نوعي بالنسبة لمادة التفاعل

جـ - تفسير لآلية تأثير الـ PH ودرجة الحرارة على النشاط الأنزيمي :

- **تأثير الـPH :**

تؤثر درجة حموضة الوسط على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية في السلاسل البيبتيدية وبالأخص تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال كما يلي:
في الوسط الحمضي الوظائف الأمينية تثبت H^+ و تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية موجبة .
في الوسط القاعدي تفقد الوظائف الكربوكسيلية H^+ وتصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية سالبة.
يؤدي تغير الحالة الأيونية للموقع الفعال (بابتعاد pH الوسط التفاعلي عن الـpH الأمثل) إلى فقد الشكل المميز له مما يعيق تثبيت مادة التفاعل وبالتالي يمنع حدوث التفاعل .

تأثير درجة الحرارة :

- تتخرب البروتينات في درجات الحرارة المرتفعة(أكبر من 40 °م) ، و تفقد نهائيا بنيتها الفراغية المميزة وبالتالي تفقد وظيفة التحفيز.
- تقل حركة الجزيئات بشكل كبير في درجات الحرارة المنخفضة ، ويصبح الأنزيم غير نشط

التمرين الحادي عشر

1 التعاريف:
الركيزة : جزيئة تتفاعل مع الأنزيم
التخصص المزدوج للأنزيم : قدرة الأنزيم على التخصص النوعي بالنسبة للتفاعل و مادة التفاعل.
المعقد انزيم -مادة التفاعل :ارتباط نوعي و مؤقت بين الأنزيم و مادة التفاعل .
2 - أ التعرف على البنيات:
1 - حمض أميني للموقع الفعال **2**- مادة التفاعل
ب - البنية ثلاثية الأبعاد ووظيفة الأنزيم:
تسمح البنية الفراغية للأنزيم بالتقارب بين أحماض أمينية متواجدة في أماكن متباعدة من السلسلة متعددة الببتيد و المتدخلة في منطقة من الجزيئةالخاصة بالوظيفة أيالموقع الفعال الذي يتفاعل مع الركيزة.
3 - أ المعلومة:
ثبات المنحنى يدل على عدم استقرار المعقد: انزيم – ركيزة الذي ينفصل بمجرد نهاية التفاعل.

التمرين الثاني عشر

أ- تعرف على البيانات المرقمة في الوثيقة (1-ب) :
1 – جسرثنائي كبريتي 2- تجاذب الجذور الكارهة للماء 3 – روابط هيدروجينية 4 - روابط شاردية
ب - تفسير كيف يمكن أن ترتبط وظيفة البروتين ارتباطا وثيقا ببنيتها الفراغية :
- **تعود البنية ثلاثية الابعاد للبروتين إلى الروابط التي تنشأ بين بعض جذور أحماض أمينية محددة متوضعة في سلسلة متعدد الببتيد حسب الرسالة الوراثية ، تعمل هذه الروابط على تماسك وأستقرار البنية .**

يتوقف شكل الجزيئة على تتالي الأحماض الأمينية في السلسلة وأي تغير في ترتيب الأحماض الأمينية يترتب عنه في أغلب الأحيان تغير في شكل البروتين.

- ***تعريف الموقع الفعال :***

- عبارة عن جزء محدد من بنية الإنزيم يجعل هذه البنية ثلاثية الأبعاد مكملة لبنية جزء محدد من مادة التفاعل.
- أو هو جزء من الإنزيم له القدرة على التعرف النوعي لمادة التفاعل و تحويلها.
جـ - المعلومة التي يمكن استخراجها من الوثيقة(1-أ)فيما يخص نشاط الموقع الفعال :
تثبت الركيزة (مادة التفاعل) على الموقع الفعال للإنزيم نتيجة التكامل البنيوي.
د– تعليل تخصص الأنزيم بالنسبة لمادة التفاعل :
تحدد البنية الفراغية للإنزيم موقع فعال ، يأخذ هذا الموقع شكلا مكملا لشكل الركيزة(مادة التفاعل) أوجزء منها وهذا ما يفسر التخصص الأنزيمي.
إذن البنية الهندسية للركيزة هي التي تحفز التفاعل الكيميائي.
2 – أ - تفسير هذه النتائج :
- **في غياب انزيم الريبونيوكلياز يلاحظ ثبات تركيز كل من النيوكليونيدات (المنتوج) والـ ARN(مادة التفاعل) والاحماض الأمينية .**
- **بعد إضافة الانزيم يلاحظ زيادة في تركيز النيوكليوتيدات وتناقص تركيز الـ ARNمع ثبات تركيز الاحماض الامينية.**
- ***الاستنتاج :***

يتمثل التأثير النوعي لإنزيم الريبونيوكلياز في ارتباطه النوعي: بمعنى أنه لايؤثر إلا على مادة تفاعل واحدة نوعية وهي الـ ARN ولا يؤثر على الاحماض الامينية .
ب - تفسير النتائج المتحصل عليها :
المنحنى1 :
- **من ت1 إلى ت2 : يلاحظ زيادة في السرعة الابتدائية راجع الى زيادة الوحدات الانزيمية المتدخلة في التفاعل (يتم التفاعل بتشكيل معقد "إنزيم - مادة التفاعل).**
- **من ت2 فما فوق :تبقة السرعة الابتدائية ثابتة عند قيمة قصوى ، ويفسر ذلك بحدوث تشبع جميع الإنزيمات الموجودة في الوسط بمادة التفاعل .**
- **فسرعة التفاعل مرتبطة بكمية المادة المتوفرة في الوسط حيث تكون هذه السرعة قصوى في بداية التفاعل عند توفر كمية كبيرة من المادة .**

المنحنى2 :
- **تتناسب سرعة التفاعل تناسبا طرديا مع زيادة تركيز الانزيم اي كلما كان تركيز الانزيم كلما زادت سرعة التفاعل ويفسر ذلك بزيادة تشكيل المعقد "إنزيم - مادة التفاعل) ويرجع ذلك لتزايد الوحدات الانزيمية المتدخلة .**

المنحنى3 :

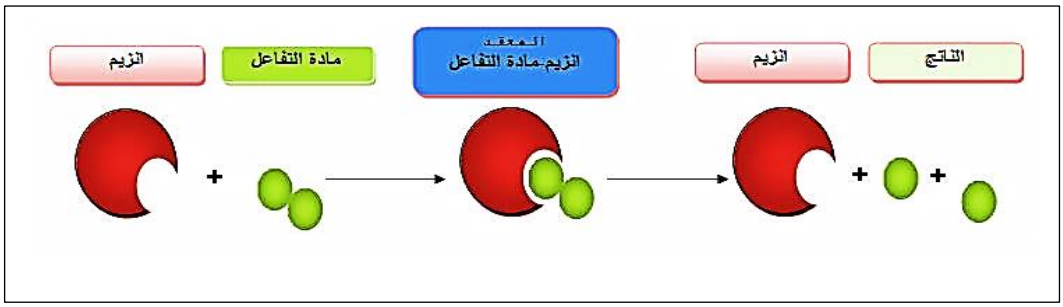
- تبلغ درجة PH المثلى 7.2 يكون عندها نشاط الانزيم أعظمي
- عند ارتفاع او انخفاض درجة الـ PH نلاحظ تناقص النشاط الانزيمي حيث تؤثر درجة الحموضة على المجاميع الامينية او الحمضية في الجذور الجانبية للاحماض الامينية فتنكسر الروابط الشاردية مما يفقد الانزيم بنيته الفراغية وخاصة بنية الموقع الفعال ، بصورة غير عكسية فلا يتشكل المعقد انزيم-مادة التفاعل وبالتالي لا ينشط الانزيم

المنحنى4 :

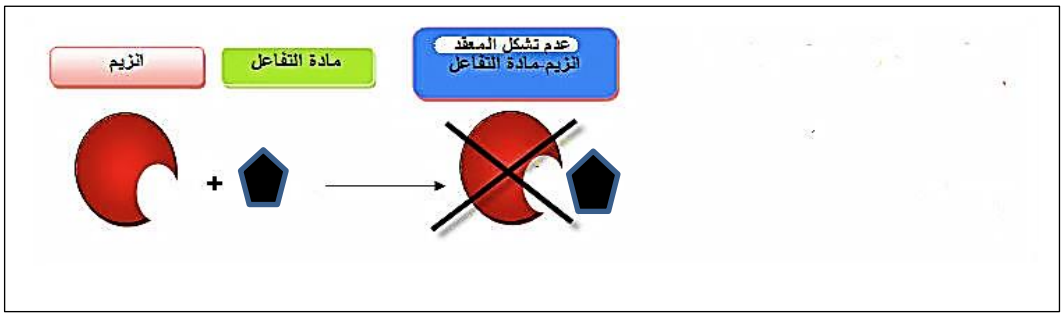
- يمثل المنحنى تغيرات السرعة الابتدائية بدلالة درجة الحرارة.
- نلاحظ انخفاضا للنشاط الانزيمي عند انخفاض درجة الحرارة ويتوقف كليا وبصورة عكسية عند الحرارة المنخفضة بسبب قلة حركة الجزيئات.
- عند الحرارة المرتفعة يبدأ تخريب الانزيم بصورة غير عكسية بسبب تكسير الروابط الهيدروجينية المحافظة على بنيته الفراغية وخاصة بنية الموقع الفعال فلا يحدث تكامل بنيوي بين الركيزة والموقع الفعال فلا يتشكل المعقد انزيم-مادة التفاعل وبهذا لا ينشط الانزيم.
- يبلغ نشاط الانزيم اقصاه عند درجة حرارة ملائمة للحياة تقدر ب 37م .

جـ - رسومات تخطيطية تفسر نتائج الوثيقة(2) :

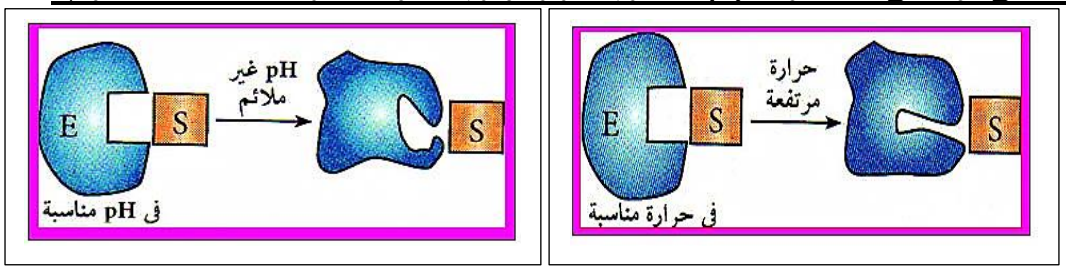
- ***في حالة كون مادة التفاعل هي الـ ARN :***



- ***في حالة كون مادة التفاعل هي الأحماض الأمينية :***

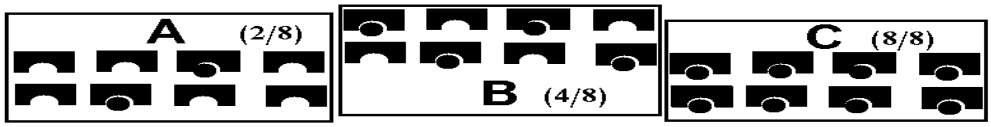


رسومات تخطيطية تفسرنتائج منحنى4 ومنحنى 3 من الوثيقة(3) عند درجة حرارة ودرجة حموضة غير ملائمتين لنشاط الأنزيم .



التمرين الثالث عشر

1- تحليل الوثيقة أ :يقوم إنزيم الأنتيروكيناز بكسر بعض الروابط للتريبسينوجين مما أدى لتشكيل روابط جديدة وحدوث تقارب لبعض الأحماض الأمينية مما سمح بتشكل الموقع الفعال فتحول الإنزيم إلى الشكل الفعال(تريبسين)
ب- نوع الرابطة المشار إليها بالخط المتقطع هي رابطة تكافئية ثنائية الكبريت (أو جسر ثنائي الكبريت)
جـ - يمثل القوس تسلسل أحماض أمينية مترابطة بروابط ببتيدية
2- أ - تعتبر اليوريا ضمن التفاعل الإنزيمي هي :: مادة التفاعل /أو المادة المتفاعلة/أو الركيزة (S)
ب – الإختلاف بينهما يتمثل في ذرة واحدة O ضمن اليوريا S ضمن الثيويوريا (البقية تماثل تام).
- إقتراح تسمية للثيويوريا (ضمن التفاعل الإنزيمي) هي :: مادة منافسة / أو مادة مثبطة
جـ تفسير النتائج : للمادتين (اليوريا والثيويوريا) نفس الشكل وبالتالي كلاهما له تكامل بنيوي مع الموقع الفعال وهو ما يفسر بطء التفاعل الإنزيمي النوعي مع اليوريا في وجود الثيويوريا لأنها تتثبت على الموقع الفعال بسهولة مانعة اليوريا من التثبت
3- أ يمثل شكل هذا المنحنى شكل التفاعلات الإنزيمية



ب- التمثيل برسوم تخطيطية
ج- لا يعتبر تفاعل إنزيمي
التعليل لا يوجد نواتج.
ولا يعود الجسم المضاد إلى وضعه الأول

التمرين الرابع عشر

أ –تاثير كل من مادة اليوريا ومادة مركبتوإيثانول على الانزيم :
- ✓ **تاثير مادة اليوريا :** يعيق إنطواءالطبيعي للبروتين (إنزيم الريبونيكلياز)
- ✓ **تأثير مادة مركبتوإيثانول :** يعمل على تفكيك الجسور ثنائية الكبريت

ب – الإستنتاج : البنية الفراغية لإنزيم الريبونيكلياز و بالتالي وظيفيته تعتمد على تسلسل أحماض أمينية محددة بالعدد و النوع ينجم عنها إنطواء السلسلة بطريقة جد دقيقة و نوعية .

جـ - الإستخلاص : البنية الفراغية للبروتين ناجمة عن وجود روابط بين السلاسل الجانبية لأنواع محددة من الحموض الأمينية .

2 – أ – تفسير النتائج المحصل عليها :
الوسط 1 : انخفض كمية الـ ARN يدل على تفكيكه بفعل انزيم الريبونيكلياز نتيجة التكامل البيوي بين موقعه الفعال ومادة التفاعل أي تشكل معقد انزيم – مادة التفاعل (ES).
الوسط 2 و3 :
- ✓ كمية الـ ARN ثابتة دلالة على عدم تفكيكه ، حيث اصبح الانزيم غير فعال نتيجة فقد بنيته الفراغية الوظيفية ، فلم يتشكل المعقد (ES) .
- ✓ تفكك الـ ARN خلال المرحلة الثانية يدل على ان الانزيم استعادة بنيته الفراغية الطبيعية (الوظيفية) عند ازالة اليوريا ومركبتوإيثانول ، مما سمح بتشكل المعقد ES (ريبونيوكلياز-ARN).

ب – الاستخلاص :
- ✓ انزيم الريبونيوكلياز من طبيعة بروتينية ، يمتلك بنية فراغية طبيعية (وظيفية) ثابتة تسمح له هذه البنية بظهور الموقع الفعال الذي يتكامل بنيويا مع مادة التفاعل (ARN) مما يسمح بتشكل المعقد ES(ريبونيوكلياز-ARN) حيث يتم تفكيك ARN الى نيكليوتيدات(المنتوجP) .

التمرين الخامس عشر

1ـ أ ـ البنية (x) تمثل الموقع الفعال لليزوزيم

ب – الدور : مكان تثبيت مادة التفاعل الخاضعة للتحفيز الانزيمي.

ج – الخاصية البنيوية : تبين الوثيقة (1) أن الموقع الفعال مكون من أحماض أمينية آتية من مناطق مختلفة للسلسلة متعددة الببتيد، يرجع هذا التقارب لانطواء السلسلة على نفسها.

2 ـ تفسير عدم قدرة اليزوزيم من الشكل "جـ" على التحفيز الأنزيمي :

- يتبين من الوثيقة (1) أن الموقع الفعال متشكل من أحماض أمينية محددة، آتية من مناطق معينة من السلسلة الببتيدية.
- توضح مقارنة الشكل "ب" بالشكل المرجعي أن الطفرة لم تؤثر على منطقة الموقع الفعال لكن أثرت على احد الأحماض الأمينية لباقي السلسلة ، ليس هو الحال بالنسبة للشكل "ج" أين أثرت الطفرة على هذا الموقع (حمض أميني للموقع الفعال استبدل بحمض أميني آخر).

تغيير تتالي الأحماض الأمينية للموقع الفعال أدى إلى تغيير البنية الفراغية للإنزيم و بالتالي عدم حدوث التكامل البنيوي " إنزيم – مادة تفاعل" ،و في هذه الحالة، يفقد إنزيم الشكل "ج" قدرته على تحفيز التفاعل.

التمرين السادس عشر

1 – أ - التعرف على البنية (س) :
- تمثل البنية (س) تمثل الموقع الفعال لليزوزيم

ب - دوره :
- مكان تثبيت مادة التفاعل الخاضعة للتحفيز الانزيمي.

جـ - الخاصية البنيوية للبنية (س):
- تبين الوثيقة (1 – شكل-ب-) أن الموقع الفعال مكون من أحماض أمينية آتية من مناطق مختلفة للسلسلة متعددة الببتيد، يرجع هذا التقارب لانطواء السلسلة على نفسها.

د – جزيئة الانزيم غير قادرة على تحفيز التفاعل :
- هي : الجزيئة الممثلة في الشكل (ج) وليس الجزيئة الممثلة في الشكل (ب)

التعليل :
- **الجزيئة الممثلة في الشكل (ج)** لان الطفرة أثرت على الموقع الفعال (تغير في البنية الفراغية للموقع الفعال)، حيث أستبدل الحمض الاميني التربتوفان (TRP109) لليزوزيم الطبيعي بحمض الفنيل آلانين (PHE) عند اليزوزيم الطافر(ج) ، بمعنى تغيير في تتالي الأحماض الامينية، أدى إلى تغيير في شكل هذا الأخير مما اثر سلبا على نشاطه.
- **اما الجزيئة الممثلة في الشكل (ب) : فهي قادرة على تحفيز التفاعل** لان الطفرة لم تؤثر على منطقة الموقع الفعال لكن أثرت على احد الأحماض الأمينية لباقي السلسلة، حيث استبدل الحمض الاميني الفالين (VAL125) لليزوزم الطبيعي بحمض اميني آلانين (ALA)

2 - أ – التعرف على البنية :
- **بنية ثالثية** : (- انطواء السلسلة الببتيدية – وجود جسور كبريتية - وجود نهايتان)

ب – يمثل العنصر (ع) :
- جسر كبريتي (رابطة ثنائية الكبريت)

دور الجسور الكبريتية :
- تؤمن مع بقية الروابط الاتصال بين جذور الأحماض الأمينية المشكلة للبنية الأولية للبروتين و الذي يتوقف عليه الشكل النهائي لهذا البروتين.

جـ - تحليل النتائج :
- يمثل المنحنى تغير النشاط الانزيمي(بـ %) من النشاط الانزيم العادي بدلالة عدد مجاميع SH.
- في غياب مجاميع SH على مستوى الانزيم يكون النشاط الانزيمي عند قيمة قصوى (بنية فراغية طبيعية).
- كلما زاد عدد مجاميع SH ينخفض النشاط الانزيمي الى غاية ان ينعدم تقريبا عند العدد 7 الى 8 .

الاستنتاج :
- تنكسر الجسور الكبريتية في درجات الحرارية العالية ، وتتشكل مجاميع SH ،يؤدي ذلك الى تغير في نشاط الانزيم (تغير في بنيته الفراغية خاصة على مستوى الموقع الفعال).

د – تأثير درجة الحرارة على النشاط الانزيمي :
- يبلغ التفاعل الإنزيمي سرعة أعظمية عند درجة **حرارة مثلى** (عند الانسان= 37 0 م.)
- **عند الحرارة المنخفضة :** يصبح الإنزيم غير نشط وتتناقص حركيته.

عند الحرارة المرتفعة : تخريب الإنزيم الذي يفقد نهائيا بنيته الفراغية المميزة وبالتالي يفقد وظيفة التحفيز.

التمرين السابع عشر

1. أستخرج عناصر المقارنة و أقارن بينها في جدول.

عناصر المقارنة	الهيموغلوبين	الكتالاز
السلاسل الببتيدية	أربعة سلاسل غير متماثلة	أربعة سلاسل متماثلة
مجموعة الهيم	أربع مجموعات مركزية	أربع مجموعات مركزية
البنية الفراغية	رابعية	رابعية

1. الفقرة العلمية:

لكل من الهيموغلوبين و الكتالاز مجموعات الهيم بمركزها Fe^{+2} الذي يشكل نواة التفاعل في الحالتين ممّا يجعل الجزيئتين قابلتين للأكسدة. ففي الهيموغلوبين ترتبط جزيئات O_2 بنواة التفاعل لتشكيل مركب الأكسيهيموغلوبين وهو الشكل الذي ينقل الأكسجين في جسم الإنسان .أما بالنسبة للكتالاز فترتبط فيه نواة التفاعل (الموقع الفعّال) بالركيزة (H_2O_2) بتفكيكها إلى H_2O و O_2 .

2. تحليل المنحنين:

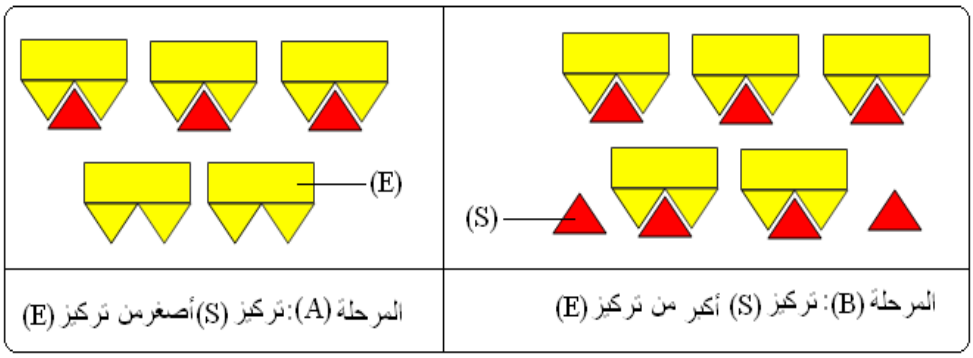
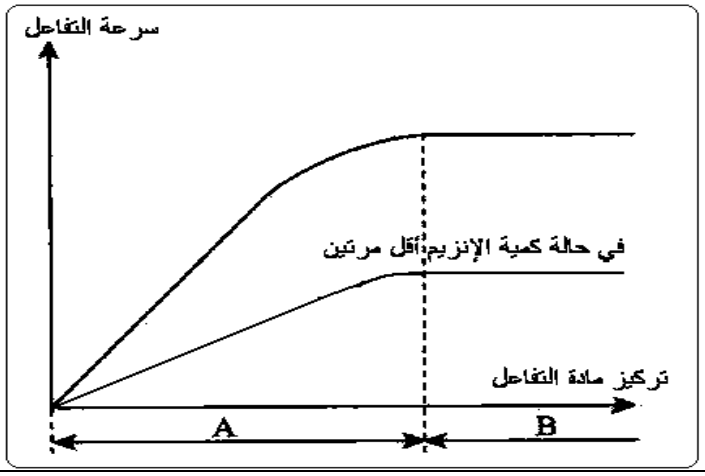
- تزداد عدد جزيئات O_2 المرتبطة بالهيموغلوبين كلما ارتفع الضغط الجزئي لها في الوسط فنقول أن تشبّع Hb بالأكسجين يزداد باستمرار ليّنقل إلى أنحاء الجسم.أما عند ثبات تشبع Hb بـال O_2 في الضغط الجزيئ المرتفع فإن الجسم يلجأ إلى نقله بشكل حر.

- يزداد نشاط الكتالاز باستمرار عندما يكون تركيز مادة التفاعل H_2O_2 منخفض إلى حد معين أين تثبت السرعة الابتدائية عندما يصبح تركيز هذه المادة عاليا بسبب تشبع المواقع الفعّالة للأنزيم بهذه الأخيرة .

العلاقة بين الأكسجين و الجزيئتين المدروستين:

العلاقة طردية بين نسبة O_2 المتواجدة في الوسط و كمية الأكسيهيموغلوبين المتشكلة فيه من جهة وبين سرعة تفكيك H_2O_2 وتشكيل H_2O و O_2 من جهة أخرى.

التمرين الثامن عشر

التجربة 1	**- تفسير النتائج:** - وجود الغلوكوز في الأنبوب (A) يدل على تحلل السكروز إلى غلوكوز بواسطة خلايا الخميرة - وجود الغلوكوز في الأنبوب (B) يدل على تحلل المالتوز إلى غلوكوز بواسطة خلايا الخميرة - غياب الغلوكوز في الأنبوب (C) يعود إلى عدم وجود أي مصدر له (الماء المقطر خال من السكريات)
التجربة 2 -1	**- تحليل وتفسير النتائج:** - في غياب مادة التفاعل أو في وجود اللاكتوز كمادة تفاعل نلاحظ عدم استهلاك الأكسجين من الوسط مما يدل على عدم حدوث تفاعل أنزيمي بسبب غياب مادة التفاعل في الحالة (1) أو غياب الانزيم المحلل في الحالة (2) - في وجود كل من المالتوز ، السكروز و الغلوكوز ، نلاحظ استهلاك كميات كبيرة من الأكسجين مما يدل على حدوث تفاعلات إنزيمية بين هذه الركائز والإنزيمات النوعية الموجودة في الوسط (خلايا الخميرة)
-2	**- شرح العلاقة:** - عدم هدم اللاكتوز يدل على أن خلايا الخميرة لا تملك (لا تركب) الإنزيم الخاص بهدم اللاكتوز - هدم كل من المالتوز ، السكروز و الغلوكوز يدل على أن خلايا الخميرة تملك (تركب) الإنزيمات النوعية التي تهدم هذه المواد
التجربة 3 -1	**- تحليل و تفسير المنحنى :** - خلال الفترة (A) : نلاحظ زيادة سرعة التفاعل الإنزيمي بزيادة تركيز مادة التفاعل مما يدل على أنه في هذه المرحلة يكون تركيز الإنزيم أكبر من تركيز مادة التفاعل (ما تزال مواقع التثبيت على مستوى الإنزيم شاغرة) - خلال الفترة (B) : نلاحظ ثبات سرعة التفاعل مهما زاد تركيز مادة التفاعل مما يدل على أن جميع مواقع التثبيت على مستو الإنزيم أصبحت مشغولة (تشبع الإنزيم بمادة التفاعل).
-2	**- النماذج:** 
-3	**- رسم المنحنى:** 

التمرين التاسع عشر

1 - تحديد خصائص الإنزيم:

من التجربة 1: الـPH يؤثر على النشاط الإنزيمي .

من التجربة 2: درجة الحرارة تؤثر على النشاط الإنزيمي .

من التجربة 3: للإنزيم عمل متخصص أو الإنزيم نوعي .

تعريف الإنزيم: مواد بروتينية مصنعة داخل الخلية الحية والقادرة على إسراع التفاعل ، عن طريق تقليل طاقة تنشيطه ولها تخصص نوعي لا تحيد عنه .

2 - تقديم مخطط بسيط لمراحل تحول النشاء:

نشاء ـــــ محلول النشاء ـــــ دكسترينات ـــــ مالتوز ـــــ غلوكوز

+ ماء أميلاز أميلاز مالتاز

3 - ينتمي هذا الإنزيم (الأميلاز): الى انزيمات التفكك (التحلل المائي)

4 التمثيل برسم تخطيطي حالة الإنزيم في الأنابيب 2 و5 و7:

		
الأنبوب2	**الأنبوب 5**	**الأنبوب7**

5 -

α- تحليل النتائج الممثلة بالوثيقة (01):

- في التراكيز المنخفضة من مادة التفاعل تكون سرعة التفاعل منخفضة لكن الارتباط بقيم مرتفع .
- تتزايد سرعة التفاعل كلما زاد تركيز مادة التفاعل .تناقص لقيم الارتباط .
- تثبت سرعة التفاعل في القيمة العظمى وهي حالة تشبع عمل جميع الإنزيمات يأخذ الارتباط قيم صغرى .

الاستنتاج:

يميز هذا المنحنى حركية الإنزيم ويظهر وجود المعقدات إنزيم مادة التفاعل .

β-

3- المقارنة بين هذه الحالة والحالة السابقة:

هذه الحالة تتطلب عمل نوعين من الإنزيمات لذا يعمل الأول فترفع من قيمة الارتباط لمادة التفاعل ومنها تتدخل النوع الثاني من الإنزيم يقلل من قيمة الارتباط مع ملاحظة تزايد في سرعة التفاعل حتى نصل الى حالة التشبع .

4- تحديد عمل الإنزيمين:

الأنزيم الأول يقوم بالربط أما الإنزيم الثاني فيقوم بالتحليل وفك الارتباط .

الاستنتاج : للتفاعلات التي تتدخل فيها الإنزيمات حركية خاص بحيث تتحدد سرعة التفاعل على تدخل محدد للإنزيم.

التمرين العشرون

1 - المعلومات التي يمكن استخلاصها من تحليل لهذه الوثيقة :

- الانزيمات ذات النشاطات المختلفة (ليزوزيم الإنسان -ليزوزيم بياض البيض) تظهر بنيات فراغية مختلفة.
- الانزيمات ذات النشاط نفسه والتي تنتمي إلى أنواع مختلفة ، بنياتها الفراغية متشابهة.
- يوجد تكاملا بنيويا بين الركيزة و قطعة محددة لجزئية الإنزيم.

2- أ - الفرضية التي يمكن تقديمها لتفسير النشاط الضعيف للإنزيم الطافر:

تبين الوثيقة 3 أن الطفرة تتواجد على مستوى حافة الموقع الفعال .وعليه يمكن تقديم الفرضية التالية:

- استبدال الحمض الاميني ارجينين (ARG) لليزوزيم الطبيعي بحمض أميني آخر :الحمض الغلوتاميك (GLU) عند اليزوزيم الطافر ، بمعنى تغيير في تتالي الأحماض الامينية، أدى إلى تغيير في البنية الفراغية لهذا الأخير مما اثر سلبا على نشاطه.

ب – α – نعم

- تؤكد هذه النتائج فرضية العلاقة بين تغيير شكل الموقع الفعال و ضعف نشاط الإنزيم.

β - مصدر فقدان النشاط للانزيم:

- من القيم المقدمة في جدول الوثيقة 4 نستنتج أن الموقع الفعال لليزوزيم الطافر اصغر من الموقع الفعال لليزوزيم العادي و يفسر ذلك بتغيير البنية الفراغية الموقع الفعال مما أدى إلى النقص المسجل في نشاط الليزوزيم الطافر.
- **الخلاصة** : نشاط الإنزيم مرتبط ارتباطا وطيدا مع بنيته الفراغية.

التمرين الحادي و العشرون

1 **تحديد البنية الفراغية :** هي بنية ثالثيةلاحتوائها على سلسلتين ببتيديتين لكن سلسلة واحدة فقط ذات بنية ثالثية اما الاخرى فهي ذات بنية ثانوية .

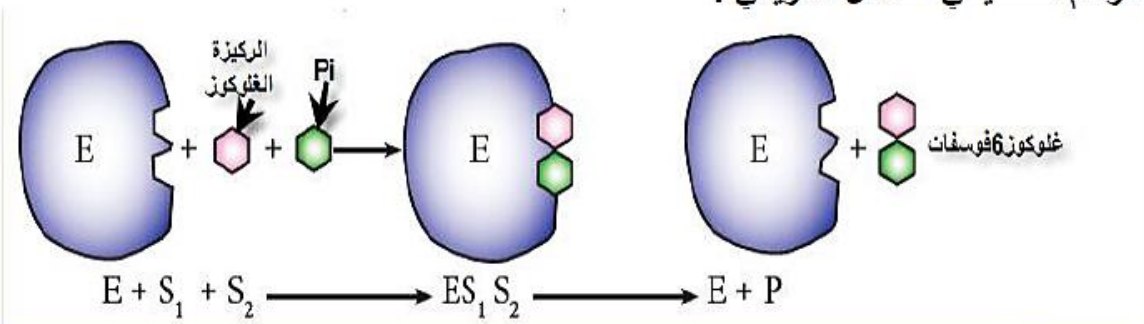
2 **انواع البنيات الثانوية :**

- في السلسلة الاولى : بنيات α وهي البنيات الحلزونية وعددها 2 ، البنيات β وهي البنيات على شكل وريقات وعددها 7 .
- في السلسلة الثانية " يوجد فقط بنية α وعددها 1

3 **الروابط التي تساهم في الحفاظ على استقرار هذه البنية هي :**

- روابط هيدروجينية بين الوظائف الكميائية للجذور
- جسور كبريتية الناتجة بين جذرين لحمضين أمينيين السستئين
- روابط شاردية بين المجموعات الكميائية السالبة والموجبة في الجذور
- تجاذب الجذور الكارهة للماء.

4 **الرسم التخطيطي للتفاعل الانزيمي :**



تجربة 1

- نوع التفاعل : فسفرة (تركيب)

أ – أرسم منحنى تغيرات السرعة الابتدائية للتفاعل بدلالة تركيز مادة التفاعل :

ب –

- تحليل المنحنى :
- من 0.1-0.3 ملي مول : نلاحظ مع زيادة تركيز مادة التفاعل تزداد السرعة الابتدائية بصفة معتبرة نتيجة زيادة تشكل المعقدات الانزيمية .
- من 0.3-3 ملي مول : نلاحظ مع زيادة تركيز مادة التفاعل تزداد السرعة الابتدائية ببطء نتيجة تشبع معظم الانزيمات
- الاستنتاج :

التفاعل الانزيمي يتم بسرعة كبيرة في وجودتركيزمرتفع للركيزة

تجربة 2	**تفسير المنحنى1 :** - يمثل المنحنى تغيرات السرعة الابتدائية بدلالة درجة الحرارة. - نلاحظ انخفاضا للنشاط الانزيمي عند انخفاض درجة الحرارة ويتوقف كليا وبصورة عكسية عند الحرارة المنخفضة بسبب قلة حركة الجزيئات. - عند الحرارة المرتفعة يبدأ تخريب الانزيم بصورة غير عكسية بسبب تكسير الروابط الهيدروجينية المحافظة على بنيته الفراغية وخاصة بنية الموقع الفعال فلا يحدث تكامل بنيوي بين الركيزة والموقع الفعال فلا يتشكل المعقد انزيم-مادة التفاعل وبهذا لا ينشط الانزيم. - يبلغ نشاط الانزيم اقصاه عند درجة حرارة ملائمة للحياة تقدر ب 37م **تفسير المنحنى1 :** - تبلغ درجة PH المثلى 7.2 يكون عندها نشاط الانزيم أعظمي - عند ارتفاع او انخفاض درجة الـ PH نلاحظ تناقص النشاط الانزيمي حيث تؤثر درجة الحموضة على المجاميع الامينية او الحمضية في الجذور الجانبية للاحماض الامينية فتنكسر الروابط الشاردية مما يفقد الانزيم بنيته الفراغية وخاصة بنية الموقع الفعال ، بصورة غير عكسية فلا يتشكل المعقد انزيم-مادة التفاعل وبالتالي لا ينشط الانزيم **الاستنتاج حول العلاقة بين بنية ووظيفة الانزيم :** تسمح البنية الفراغية للأنزيم وخاصة بنية الموقع الفعال بالارتباط مع مادة التفاعل ليتشكل معقد (انزيم-مادة التفاعل) بفضل روابط انتقالية ضعيفة ، يسمح هذا المعقد بتحفيز الانزيم على القيام بنشاط معين ، انه التكامل المحفز ' ومنه للبنية علاقة وطيدة مع نشاط الانزيم.

التمرين الثاني و العشرون

I – 1– رسم المنحنيات
2– **الاستنتاج** :تؤثر درجة الحرارة علي النشاط الإنزيمي حيث لكل إنزيم درجة حرارة مثلي يكون فيها نشاطه أعظمي
3–درجة حرارة المثلي لعمل كل إنزيم . إنزيم ADN بوليميراز للإنسان 37 م° . إنزيم ADN بوليميراز للنبات 25 م° . إنزيم ADN بوليميراز للبكتريا 95 م°
4 – تفسير تأثير تغيرات درجة الحرارة علي النشاط الإنزيمي: . يتأثر النشاط الإنزيمي بتغير درجة الحرارة لأنه من طبيعة بروتينية ..... عند درجة الحرارة المرتفعة تتكسر الروابط الهيدروجينية فيفقد البروتين بنيته الفراغية و بالتالي نشاطه هذا التغير في البنية غير عكوس أي لا يعود الإنزيم إلي نشاطه إذا انخفضت الحرارة . عند درجات الحرارة المنخفضة .تقل حركة الجزيئات مما يؤدي إلي توقف نشاط الإنزيم كما انه يعود إلي نشاطه الاعتيادي إذا ارتفعت الحرارة من جديد و بالتالي التفاعل عكوس.
II– 1 – الإنزيم الأمثل لهذه التقنية هو : إنزيم ADN بوليميراز للبكتريا... . **التعليل:** لان التقنية تحتاج إلي رفع درجة الحرارة إلي 95 م° و إنزيم Tac له نشاط إنزيمي عالي في هذه الدرجة (درجة حرارة مثلي لنشاطه الإنزيمي)

2. الخاصية التي تبرزها هذه المعلومة: الإنزيم يلعب دور وسيط حيوي لا يستهلك في التفاعل
III-1 . التحليل المقارن للتجربتين: بوجود شروط مماثلة من الحرارة و ال PH تلاحظ انه رغم كون : – التركيز E في التجربة 1 اكبر من التركيز E في التجربة 02 و التركيز S في التجربة 2 ا كبر من التركيز S في التجربة 01 فان عدد المعقدات E–S في التجربة 1 يساوي عدد المعقدات E–S في التجربة 2 كما أن السرعة الابتدائية متساوية في التجربتين.
الاستنتاج: يتحكم تركيز الإنزيم و الركيزة معا في تشكيل المعقدات الإنزيمية
2–العامل المحدد لسرعة التفاعل الإنزيمي في كل تجربة: . في التجربة 01 هي الركيزة . في التجربة 02 هي تركيز الإنزيم
3– رسم تخطيطي يبين التفاعل الإنزيمي.....

التمرين الثالث و العشرون

I–1–أ–البيانات:1– حلزون.2–وريقة مطوية(بيتا).3–مناطق انعطاف.

ب– نمط البنية:ثالثية:سلسلة واحدة متكبة ومتكورة تبدي تشكيلات ثانوية حلزونية ومطوية تتخللها مناطق انعطاف.

النموذج:الشريط السميك"كاريكاتور": الأسهم الممثلة للوريقة موجهة.

ج– أهمية البنية: يسمح انطواء السلسلة في الفراغ بفضل الروابط الكيميائية المختلفة بإبراز للبروتين والإنزيم خاصة الموقع النشط وظيفيا ونقصد "الموقع الفعال".

2–أ–تعريف: منطقة أوجيب(تجويف)ضمن البنية الفراغية تستقر فيه الركيزة أو جزء منها لتتحول إلى منتوج ويتألف من موقعين التثبيت والتحفيز.

ب– التوضيح:

–في غياب الركيزة (الشكل"أ")تباعد الأحماض الأمينية للموقع الفعال.

–في وجود الركيزة المثبتة (الشكل"ب") تغيرالشكل الهندسي للموقع، حيث تحرض(تحفز)الركيزة الإنزيم على تغيير شكله الفراغي تقارب الأحماض الأمينية ليتم التكامل والإحكام."التكامل المحفز"

3-أ- النسب+ التعليل:

-المنحنى (أ) يمثل سرعة التفاعل الإنزيمي .

*تزداد سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة حيث تبلغ أقصى قيمة لها ، ثم تتناقص بزيادة درجة الحرارة إلى أدنى قيمة لها.

- المنحنى (ب) يمثل سرعة التفاعل الكيميائي

*تزداد سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة تناسب طردي.

ب-تفسير المنحنيين:

* المنحنى "أ": في المجال الأول0-37م°: نفسر زيادة سرعة التفاعل الإنزيمي بزيادة درجة الحرارة لزيادة حركية جزيئات مادة التفاعل (S) و الإنزيم (E) ، مما يزيد من فرص التصادمات بين (E) و (S) و منه سرعة تشكل المعقد (ES).

- بلوغ سرعة التفاعل الإنزيم أقصاها عند درجة الحرارة المثلى:

يفسر بالحركية القصوى للجزيئات و بالتالي السرعة الكبيرة في تشكل المعقد (ES).

- في المجال الثاني37-60م°: نفسر تناقص سرعة التفاعل الإنزيمي بزيادة درجة الحرارة للتخريب التدريجي للجزيئات الإنزيمية نتيجة تحطم و تكسر الروابط الكيميائية بين جذور الأحماض (R) الأمينية التي تحافظ على ثبات البنية الفراغية للإنزيم.

*المنحنى "ب": تناسب طردي حيث تزداد حركية الجزيئات بزيادة درجة الحرارة.

ج- الPH الأمثل:هوPHالوسط الذي يوافق أقصى نشاط(سرعة) للإنزيم.

د- مستوى التأثير :تغيّر درجة الحموضة PH على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة على مستوى الجذور (R) للأحماض الأمينية (AA) خاصة تلك المتواجدة على مستوى الموقع الفعال للإنزيم.

هـ- تحديد المجالات مع التعليل:

شكل"أ" يكون عند الPHالأمثل=8:إمكانية تشكل الرابطة الشاردية بين الإنزيم والركيزة وبالتالي تشكيل المعقد إ-ركيزة.(الشحن متعاكسة + و-).

شكل"ب"يكون في PH أكبر> 8:عدم إمكانية تشكل الرابطة الشاردية مما يعيق تثبيت الركيزة (S) وتشكيل المعقد كون أن محصلة الشحنة الكهربائية سالبة (-)في الموقع الفعال.

شكل"ج"يكون فيPH أصغر <8:عدم إمكانية تشكل الرابطة الشاردية الضرورية لتشكيل المعقد كون أن محصلة الشحنة الكهربائية موجبة (+).

- فيفقد الإنزيم (E) بنيته الفراغية بما في ذلك الشكل المميّز للموقع الفعال عليه و بالتالي تتباطأ سرعة التفاعل الإنزيمي.

III-شروط تحقيق العلاقة بين (E) و (S):

- الإنزيم نوعي إتجاه (S). درجة الحرارة و الـ PH ملائمة.

- المجموعات الكيميائية في الموقع الفعال للإنزيم في مكان مناسب للارتباط مع المجموعات الكيميائية لمادة التفاعل.

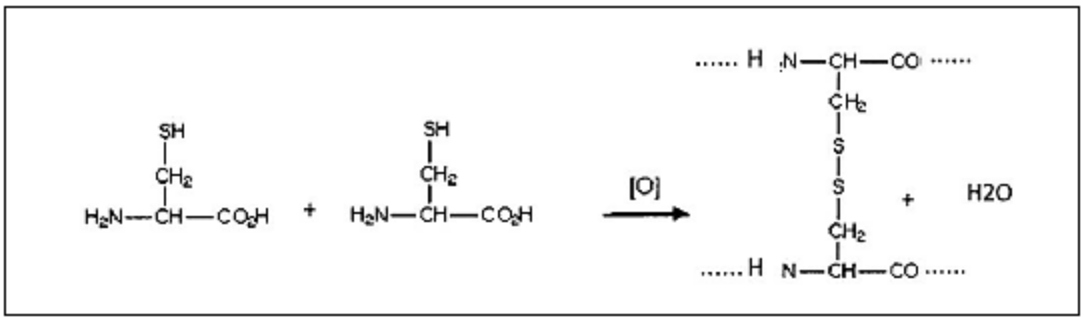
التمرين الرابع و العشرون

2 . أ / 1 . **وصف بنية الانزيم :**

بنيته ثالثية ناتجة من خلال انطواء سلسلة ببتيدية مكونة من 124 حمض أميني نتيجة تشكل روابط كيميائية بين جذور الاحماض الامينية كالجسور ثنائية الكبريت بين ثنائيات الاحماض الامينية (84 . 26) و (72 . 65) و (40 . 95) و(110 . 58) حيث تؤمن هذه الروابط استقرار بنية الانزيم .

---

2 . التوضيح بمعادلة .



---

1 . المعلومة المقدمة :

. Ser123 أو Thr45 أحماض أمينية تضمن تثبيت الركيزة بفضل بناء روابط انتقالية معها .

. HIS 52 و HIS 119 و LYS 41 أحماض أمينية تضمن حدوث التفاعل المتعلق بالركيزة بفضل بناء روابط انتقالية معها .

---

2 . **الاستنتاج حول خصوصية الجزء (س):** يتضمن الموقع الفعال للأنزيم موقعين .

أ . موقع تثبيت الركيزة .

ب . موقع تحفيزي لحدوث التفاعل المتعلق بالركيزة .

التمرين الخامس و العشرون

I –

1- تحليل المنحنى الخاص بـ D غلوكوز:

. يمثل المنحنى تغيرات تركيز الـ O_2 بدلالة الزمن قبل و بعد حقن D غلوكوز.

. قبل حقن D غلوكوز ثبات تركيز O_2 في الوسط بقيمة أعظمية عند 250 ملي مول/ل.

. بعد حقن D غلوكوز انخفاض تدريجي في تركيز O_2 في الوسط ثم ينعدم عند زمن 4،5 د

التفسير:

- يفسر ثبات تركيز الـ O_2 في الوسط بأنه لم يستهلك في أكسدة D الغلوكوز لغياب هذا الأخير.
- يفسر تناقص في تركيز الـ O_2 لاستهلاكه من قبل إنزيم (GO) لأكسدة D غلوكوز إلى حمض الغلوكونيك و H_2O_2 .
- يفسر انعدام تركيز الـ O_2 بعد زمن 4،5 دقيقة لنفاذه من الوسط.

2- الاستخلاص:

إنزيم (GO) لم يتمكن من أكسدة L غلوكوز لأن عمله نوعي إتجاه مادة التفاعل D غلوكوز (خصوصية الإنزيم اتجاه مادة التفاعل) .

3- أ- النتائج المتوقع الحصول عليها:

- **عند حقن D غلوكوز:** تناقص في تركيز الـ O_2 بمرور الزمن.

- **عند حقن L غلوكوز:** ثبات تركيز الـ O_2 بمرور الزمن.

ب- المعلومة الإضافية:

الأنزيم لا يستهلك أثناء التفاعل أي أنه لا يتأثر بالتفاعل.

(لم يضاف الإنزيم بعد خمسة (5) دقائق).

II-

1- تسمية البنية: الموقع الفعال للإنزيم.

2- دلالة الأرقام:

تمثل الأرقم المبينة في الوثيقة (2) المجموعات الكيميائية لجذور الأحماض الأمينية على مستوى الموقع الفعال.

3- أهمية العناصر المرقمة في نشاط الإنزيم:

تشكيل روابط انتقالية ضعيفة مع المجموعات الكيميائية الخاصة بمادة التفاعل (الركيزة) تسمح بالتكامل البنيوي مع الركيزة.

4- شرح الاختلاف المسجل في نتائج الوثيقة (1):

أكسدة إنزيم (GO) لـ D غلوكوز و دون L غلوكوز راجع إلى التكامل البنيوي بين الموقع الفعّال و مادة التفاعل ، هذا التكامل يحدث نتيجة لتوضع المجموعات الكيميائية لمادة التفاعل (D غلوكوز) في المكان المناسب مع المجموعات الكيميائية لجذور بعض الأحماض الأمينية في الموقع الفعّال للإنزيم.

III

خلاصة العلاقة بين بنية الإنزيم و نشاطه الوظيفي:

تتوقف البنية الفراغية و بالتالي نشاطه الوظيفي للإنزيم على الروابط التي تنشأ بين جذور الأحماض أمينية محددة (روابط كبريتية ، روابط شاردية ،.....) و متموضعة بكيفية دقيقة في السلسلة الببتيدية ، تسمح بإبراز الموقع الفعال عليه عند تفكيك هذه الروابط يفقد الإنزيم بنيته الفراغية بما في ذلك الشكل الفراغي للموقع الفعال فيصبح الإنزيم غير فعّال.

التمرين السادس و العشرون

1 – الطبيعة الكيميائية للأميلوز :

- ✓ عبارة عن سكر متعدد ناتج عن تكاثف لجزيئات غلوكوز-1-فوسفات.

نوع التفاعل :

- ✓ تفاعل تركيب (بناء)

2 – تفسير النتائج :

التجربة1 (الشاهد):

- ✓ غلوكوز-1- فوسفات + اميلوسنتيتاز وفي درجة حرارة 40م^0 و PH=7 : كان الاختبار بمحلول فهلنج سالب اما الاختبار بماء اليود فكان موجب ، يفسر ذلك باختفاء الغلوكوز-1-فوسفات وتشكل الاميلوز نتيجة تحفيز انزيم اميلوسنتيتازلتفاعل بلمرة (تكاثف) الغلوكوز-1-فوسفات الى الاميلوز.

التجربة2:

- ✓ غلوكوز-1- فوسفات + اميلوسنتيتاز وفي درجة حرارة 90م^0 و PH=7: عند رفع درجة الحرارة كان الاختبار موجب مع محلول فهلنج وسالب مع ماء اليود ، يفسر ذلك بوجود الغلوكوز-1-فوسفات في الانبوب وغياب الاميلوز، بسبب عدم حدوث تكاثف لجزيئات الغلوكوز-1-فوسفات نتيجة غياب النشاط التحفيزي للانزيم بسبب درجة الحرارة المرتفعة .

التجربة3:

- ✓ عند إعادة الانبوب2 الى درجة حرارة 40م^0 ، نحصل على نفس نتائج التجربة 2 ، يفسر ذلك بعدم استعادة الانزيم لنشاطه التحفيزي (عدم حدوث التفاعل) رغم توفر جميع الشروط الملائمة لنشاطه

التجربة4:

- ✓ غلوكوز-1- فوسفات + اميلوسنتيتاز وفي درجة حرارة 3م^0 و PH=7 : نحصل على نفس نتائج التجربة2 ، يفسر ذلك بتثبيط النشاط التحفيزي للانزيم عند درجة حرارة منخفضة .

التجربة5:

- ✓ عند إعادة الانبوب4 الى درجة حرارة 40م^0 : نحصل على اختبار سالب مع محلول فهلنج وموجب مع ماء اليود ، يفسر ذلك بحدوث تفاعل تركيب الاميلوز نتيجة استعادة الانزيم نشاطه التحفيزي .

التجربة6:

- ✓ غلوكوز-1- فوسفات + اميلوسنتيتاز + حمض Hcl وفي درجة حرارة 40م^0 و PH=2 : عند تغيير قيمة PH الوسط (حامضي) كان الاختبار موجب مع محلول فهلنج وسالب مع ماء اليود ، يفسر ذلك بوجود الغلوكوز-1-فوسفات في الانبوب وغياب الاميلوز لعدم حدوث تفاعل تركيب الاميلوز نتيجة لغياب النشاط التحفيزي لانزيم اميلوسنتيتاز.

التجربة7:

✓ غلوكوز-1- فوسفات + اميلوسنتيتاز + الصودا وفي درجة حرارة 40م^0 و PH=10 : عند تغيير قيمة PH الوسط (قاعدي) كان الاختبار موجب مع محلول فهلنج وسالب مع ماء اليود ، يفسر ذلك بوجود الغلوكوز-1-فوسفات في الانبوب وغياب الاميلوز لعدم حدوث تفاعل تركيب الاميلوز نتيجة لغياب النشاط التحفيزي لانزيم اميلوسنتيتاز.

التجربة8:

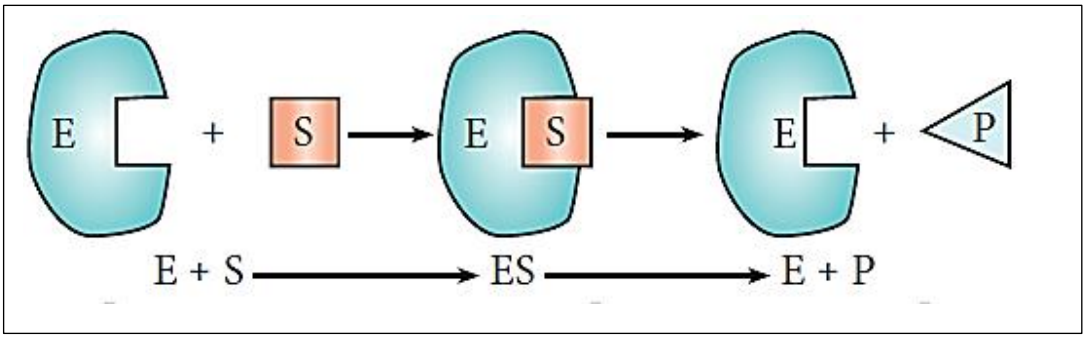
✓ عند إعادة التجربة1 مع استبدال مادة التفاعل غلوكوز-1- فوسفات بغلوكوز-6- فوسفات ، نحصل على نفس نتائج التجربة2 ، يفسر ذلك بعدم تشكل الاميلوز لعدم حدوث تفاعل تركيب الاميلوز نتيجة غياب النشاط التحفيزي للانزيم .

3 – شرح نتائج التجربة5 على المستوى الجزيئي : توفر الشروط الملائمة لنشاط الانزيم

✓ يمتلك الانزيم بنية ثلاثية الابعاد محددة باحماض امينية معينة .

✓ يرتكز التخصص الوظيفي للإنزيم على تشكل معقد أنزيم – مادة التفاعل (اميلوسنتتاز –غلوكوز1-فوسفات) ، ينشأ أثناء حدوثه رابطة انتقالية بين جزء من مادة التفاعل ومنطقة خاصة من الأنزيم تدعى الموقع الفعال .وهذا يؤدي الى تحفيز التفاعل وتشكيل المنتوج (الاميلوز).

الرسم التخطيطي



4 – الخصائص العامة لعمل الانزيمات

✓ من مقارنة التجربتين 2 و4 مع1 : نشاط الانزيم يتطلب درجة حرارة مثلى ، في حالة انزيم الاميلوسنتيتاز تقدر بـ 40م^0.

✓ من مقارنة التجربتين 6و7 مع1 : نشاط الانزيم يتطلب درجة PH مثلى ، في حالة انزيم الاميلوسنتيتاز تقدر بـ 7 .

✓ من مقارنة التجربة8 مع التجربة1 : يمتلك الانزيم (اميلوسنتيتاز) تخصص نوعي بالنسبة مادة التفاعل (غلوكوز-1-فوسفات).

5 – بقية خصائص التحفيز الانزيمي :

✓ يمتلك الانزيم تخصص نوعي بالنسبة للتفاعل الكيميائي .

✓ الانزيمات لا تستهلك خلال التفاعل الكيميائي وتؤثر بكميات ضئيلة جدا.

III-1- تحليل وتفسير المنحنى1

التحليل :

✓ من التركيز0 إلى6 و.إ لمادة التفاعل : سرعة التفاعل تزداد بزيادة تركيز مادة التفاعل إلى ان تصل السرعة إلى قيمة قصوى تقدر بـ 1.2 و.إ عند التركيز6 و.إ.

✓ ابتداء من التركيز 6و.إ لمادة التفاعل, سرعة التفاعل الانزيمي تبقى ثابتة عند قيمة قصوى V_{max} = 1.2 و.إ

التفسير :

✓ في البداية تزداد سرعة التفاعل إلى غاية ارتباط كل جزيئات الانزيم بمادة التفاعل في صورة معقد ES .

✓ في الجزء الثاني , بقاء السرعة ثابتة عند قيمة قصوى لان الانزيم في حالة تشبع ، كل الانزيمات مثبتة لمادة التفاعل ، فمهما زاد تركيز مادة التفاعل تبقى سرعة التحفيز عند قيمة قصوى V_{max}.

2 – شرح الاختلاف الملاحظ في السرعة القصوى (V_{max}) عند تغير تركيز الانزيم:

- ✓ عند إضافة المزيد من جزيئات الانزيم فان السرعة تزداد نتيجة الزيادة في تشكيل المعقد ES ولمدة أطول إلى غاية ارتباط كل جزيئات الانزيم بمادة التفاعل عندئذ تصل سرعة التفاعل إلى قيمة قصوى
- ✓ تركيز الانزيم يحدد سرعة التفاعل بطريقة طردية مع توفر كمية متزايدة من مادة التفاعل.



عند تركيز 1 و.إ للانزيم : زيادة في تشكل معقد ES خلال وحدة الزمن=5	عند تركيز 0.5 و.إ للانزيم : العدد الأقصى للمعقد ES =3

III -1 تعرف المصطلحات :

المحفز:

- ✓ مادة تسطيع بتراكيز ضعيفة من تسريع التفاعلات الكيميائية ولا تستهلك في نهاية التفاعل.

سرعة التفاعل :

- ✓ تغير في تركيز مواد التفاعل (او النواتج) لتفاعل كيميائي بدلالة الزمن.

السرعة الابتدائية V_i

- ✓ سرعة تشكل النواتج في بداية التفاعل عند التراكيز الكبيرة لمادة التفاعل , وتصل إلى سرعة قصوى V_{max}.

الموقع الفعال :

- ✓ جزء من الإنزيم له القدرة على التعرف النوعي لمادة التفاعل و تحويلها.

2 – أوجه التشابه والاختلاف للانزيمات

أوجه التشابه	أوجه الاختلاف
- الإنزيم طبيعة بروتينية - تبقى على حالتها بعد التفاعل. - يتم تركيبها بعد النسخ وترجمة.	- كل انزيم تشرف على تركيبه مورثة معينة. - كل انزيم يتخصص في تفاعل معين. - كل انزيم ذو بنية فراغية معينة.

التمرين السابع و العشرون

I -1 - أ – تعريف "المحفز البيولوجي":

- مادة كيميائية تسرع من التفاعل الكيميائي ، دون ان تتحول خلال التفاعل ولا تستهلك في نهاية التفاعل ، وتعمل في شروط ملائمة للحياة من درجة حرارة و PH ملائمين .

ب- المقارنة بين انزيم الاميلاز وتحث الوحدة الريبوزومية الكبرى :

✓ أوجه التشابه :

- كليهما يمتلك بنية فراغية كروية والتي تشكل تجويف (موقع فعال) على مستواه يتم تثبيت مادة التفاعل.

✓ أوجه الاختلاف :

- مادة التفاعل هي النشاء بالنسبة لانزيم الاميلاز بينما البروتينات في مرحلة التشكل هي مادة التفاعل بالنسبة لتحث الوحدة الريبوزومية الكبرى.
- الاميلاز عبارة عن بروتين يتكون من سلسلة واحدة من الأحماض الأمينية بينما الريبوزوم (تحث الوحدة الريبوزومية الكبرى) عبارة عن تجمع جزيئات لمعقد من البروتينات الريبوزومية والـ ARN الريبوزومي.

ج - نوع التفاعل الكيميائي المحفز من طرف كل من انزيم الأميلاز والريبوزوم (تحث الوحدة الكبرى):

✓ بالنسبة للاميلاز : نوع التفاعل إماهة (تفكيك) النشاء

✓ بالنسبة لتحث الوحدة الريبوزومية الكبرى : نوع التفاعل تركيب (بناء) ، حيث يتم ربط الاحماض الامينية مع بعضها مشكلة سلسلة ببتيدية.

2 - أ - المعلومة المستخرجة من معطيات الشكل(أ) من الوثيقة2 فيما يخص العلاقة بين البنية الفراغية والموقع الفعال لانزيم الأميلاز:

✓ الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال لانزيم الاميلازوالتي تتدخل في عملية التحفيز الأنزيمي هي تلك التي تقع على مسافة من مادة التفاعل أقل من nm1 ، مثال على ذلك الحمض الاميني التربتوفان رقم 58 يبعد بمسافة تقدر بـ nm0.4 عن مادة التفاعل.

ب- تحليل معطيات الشكلين (ب وج) على مستوى الريبوزوم:

✓ الشكل (أ) : الاحماض الامينية للبروتينات الأقرب من مادة التفاعل تقع على مسافة في حدود nm 2.0.

✓ الشكل (ب) : في حين بعض نيكليوتيدات الـ ARNr تبع بمسافة أقل من nm1 عن مادة التفاعل. مثل الادنين رقم 2485 يبعد فقط بـ nm 0.4 عن مادة التفاعل :

الاستنتاج :

✓ جزيئات الـ ARNr على مستوى الموقع الفعال والأقرب من مادة التفاعل ، تلعب دور محفز على مستوى الريبوزوم.

II -1 - شرح سبب فقدان الانزيم نشاطه التحفيزي على المستوى الجزيئي :

✓ تغيير لحمض الاميني التربتوفان رقم 58 بالالنين (أحد مكونات الموقع الفعال) على مستوى انزيم الاميلاز ، أدى الى فقدان هذا الأخير لنشاطه التحفيزي ، يرجع ذلك الى تغيير في البنية الفراغية الطبيعية للانزيم على مستوى الموقع الفعال مما يعيق تشكل المعقد "انزيم - مادة التفاعل" مما أدى الى توقف النشاط التحفيزي للاميلاز.

2 – نعم تتوافق معطيات ونتائج الوثيقة3 مع ما توصلت اليه في اجابتك على السؤال (I-2- ب) :

✓ جزيئات الـ ARNr على مستوى الموقع الفعال والأقرب من مادة التفاعل ، تلعب دور محفز على مستوى الريبوزوم.

الشرح :

✓ تغيير الادنين رقم 2485 بقاعدة بسيطة البيورين لتحث الوحدة الريبوزومية الكبرى أدى إلى انخفاض حاد في قدرتها على تركيب البروتين خلال 3 ساعات (انخفاض النشاط التحفيزي للريبوزوم) ،فالريبوزم المتغير يركب البروتينات أقل بـ 5 مرات من كمية الروتينات المركبة من قبل الريبوزوم الطبيعي ، فهذا الانخفاض في النشاط التحفيزي للريبوزم المتغير يعود الى عرقلة تشكل المعقد "ريبوزوم - بروتين في مرحلة التشكل"

II – النص العلمي : تبيان بأن الريبوزوم يمتلك خصائص المحفز البيولوجي مماثلة للانزيم:

✓ يمتلك الريبوزوم خصائص مشابهة لانزيمات من طبيعة بروتينية : حيث تمتلك الريبوزومات موقع فعال تثبت عليه مادة التفاعل. على مستوى النزيم مثل الأميلاز .

- ✓ الاحماض الأمينية على مستوى الموقع الفعال والقريبة من مادة التفاعل هي المتدخلة في عملية التحفيزوتغيرها يخفض النشاط التحفيزي للانزيم . على مستوى الريبوزوم البروتينات ليست هي الأقرب لمادة التفاعل وانما الـ ARNr وتغير النيكليوتيدات المرتبطة مع مادة التفاعل او الركيزة يؤدي الى فقدان الخصائص التحفيزية للريبوزوم.
- ✓ اذن الـ ARNr هو الذي يلعب دور المحفز في الريبوزوم (تحث الوحدة الريبوزومية الكبرى) ويطلق عليه اسم الريبوزيم (ribozyme)

التمرين الثامن و العشرون

I –

1 – يمثل الجزء المؤطر (س) :

- الموقع الفعال

التعليل :

- يمثل منطقة صغيرة من الانزيم (تجويف) متكامل بنيويا مع جزء من مادة التفاعل

2 - أ – التعرف على المستوى البنائي لجزيئة الأميلاز :

- بنية ثالثية

التعليل :

- التفاف لعدد من البنيات الثانوية لسلسلة ببتيدية واحدة تفصلها مناطق انعطاف.
- تتميز بنقص في الطول وزيادة في السمك بسبب الالتفاف

ب – الروابط الكيميائية المساهمة في ثبات البنية الثالثية :

- الجسور ثنائية الكبريت الناتجة من جزيئتين من حمض السستيين Cysteine.
- الروابط الملحية أو الشاردية (الكهربائية الساكنة) electrostatic الناتجة من تجاذب الشحنات المتعاكسة الموجودة على السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية القاعدية والحامضية.
- الروابط الهيدروجينية الناتجة من بعض المجموعات في السلاسل الجانبية.
- تجاذب الأطراف أو السلاسل الكارهة للماء مثل السلاسل الجانبية لـ Phe ، Ile و Leu .

II -1- تفسير النتائج التجريبية :

المرحلة1 :

- الاميلاز طبيعي (غيرطافر) وفي وجود مادة التفاعل (النشاء) :
تثبيت النشاء يعود للتعرف على مادة التفاعل من قبل جزء من الموقع الفعال، اما اماهة النشاء يفسر بتحفيز التفاعل الكيميائي على مستوى جزء آخر من الموقع الفعال. في هذه الشروط التجريبية تتشكل روابط انتقالية على مستوى الموقع الفعال بين جذور بعض الاحماض الامينية والمجاميع الوظيفية لمادة التفاعل.

المرحلة2 :

- اميلاز طافر (تغير الحمض الاميني Thr52) وفي وجود مادة التفاعل:
نفس تفسير نتائج المرحلة الأولى لان الطفرة لم تصيب الموقع الفعال

المرحلة3 :

- اميلاز طافر (تغير الحمض الاميني Thr58) وفي وجود مادة التفاعل:
عدم تثبيت مادة التفاعل يعود لعدم التعرف عليها ، ونجم عنها كذلك عدم اماهة النشاء لغياب التحفيز ،ويعود ذلك الى عدم تشكل الروابط الانتقالية على مستوى الموقع الفعال بين جذر الحمض الاميني المغير ومادة التفاعل (النشاء) .

المرحلة3 :

- اميلاز طافر (تغير الحمض الاميني Asp197) وفي وجود مادة التفاعل:

تثبيت النشاء (مادة التفاعل) يعود للتعرف عليها من قبل جزء من الموقع الفعال عن طريق تشكل الروابط الانتقالية ، وعدم اماهة النشاء لغياب التحفيز الانزيمي لعدم تشكل الروابط الانتقالية على مستوى جزء من الموقع الفعال بين الحمض الاميني المغير ومادة التفاعل.

ب – الاستخلاص فيما يخص الموقع الفعال :

يتكون الموقع الفعال من جزئين هما :

- جزء يشكل موقع التثبيت له القدرة على التعرف النوعي لمادة التفاعل
- جزء يشكل موقع التحفيز ، على مستواه يتم تحفيز التفاعل الكيميائي وتحويل مادة التفاعل.
- على مستوى الموقع الفعال تتكون روابط انتقالية ضعيفة بين مادة التفاعل وجذور لاحماض امينية مشكلة للموقع الفعال.

2 – أ – تحليل منحنيي الشكل (ب) من الوثيقة (2) :

- يمثل الشكل (ب) تغير سرعة النشاط الانزيمي بدلالة تركيز السكريات قليلة التعدد ، في وجود او غياب دواء Glucobay.
- في غياب دواء Glucobay : تزداد سرعة النشاط الانزيمي بزيادة تركيز السكريات قليلة التعدد (مادة التفاعل) وتصل السرعة الى قيمة قصوى (10و.ت)عند التركيز 20mmol/L وتبقى ثابتة بعد هذا التركيز.
- في وجود دواء Glucobay : تزداد سرعة النشاط الانزيمي بزيادة تركيز السكريات قليلة التعدد ، لكن عند نفس التركيز من مادة التفاعل تكون هذه السرعة اقل ارتفاعا مقارنة مع تلك المسجلة في غياب مادة Glucobay.

الاستنتاج :

- دواء Glucobay يخفض سرعة النشاط الانزيمي : فهو يثبط نشاط (فعالية) انزيمα-glucosidase.

ب – تفسير كيفية عمل هذا الدواء على تخفيض نسبة السكر في دم المصاب :

- للسكر قليل التعدد ودواء Glucobay نفس الشكل (البنية الفراغية) ، فكلاهما يثبتان على مستوى الانزيم لوجود تكامل بنيوي بينهما وبين الموقع الفعال للانزيم.
- في وجود دواء Glucobay ، يتم تثبيث كميات قليلة من السكريات قليلة التعدد على الانزيم لان بعض مواقع التثبيت مشغولة من قبل الدواء. اذن هناك منافسة على الموقع الفعال بين دواء Glucobay (مثبط تنافسي) والسكريات قليلة التعدد.
- اذن في وجود الدواء ، قليل من السكريات قليلة التعدد (مادة التفاعل) تثبت على الموقع الفعال ، فتنخفض سرعة اماهة السكريات قليلة التعدد ينجم عن ذلك تحرر كمية قليلة من جزيئات الغلوكوز في الدم مما يؤدي الى انخفاض نسبة السكر في دم المصاب اثر تناول وجبة غذائية .

III- تبيان كيفية اكتساب الانزيم تخصصه الوظيفي :

- التخصص الوظيفي للانزيم مرتبط ببنيته الفراغية (ثلاثية الابعاد)
- تتوقف البنية ثلاثية الأبعاد للإنزيم على تموضع فراغي محدد لأحماض أمينية معينة محددة وراثيا. تسمح هذه البنية بتجمع أحماض أمينية موجودة في أماكن مختلفة من السلسلة لتشكيل موقع له خصائص هندسية تكمل بنية الجزء الموافق من مادة التفاعل ، انه الموقع الفعال.
- يرتكز التخصص الوظيفي للإنزيم على تشكل معقد أنزيم مادة التفاعل، ينشأ أثناء حدوثه رابطة انتقالية بين جزء من مادة التفاعل و الموقع الفعال للانزيم الذي يتكون من موقع لتثبيت مادة التفاعل وموقع التحفيز لتحويل مادة التفاعل.

التمرين التاسع و العشرون

-1

ـ أ ـ الوصف التفصيلي :

- إنزيم الكيموتريبسينوجان :

يتكون من سلسلة واحدة من الأحماض الأمينية تتشكل من 245 حمض أميني كما تتوفر على خمسة جسور ثنائية الكبريت قائمة بين الحمضين (13 و 122) وبين الحمضين (42 و 58) وبين الحمضين (136 و 201) وبين الحمضين (168 و 182) وبين الحمضين (191 و 221) .

- إنزيم كيموتريبسين :

يتكون من ثلاث سلاسل ببتيدية هي :

ـ السلسلة الأولى تتكون من 13حمض أميني

ـ السلسلة الثانية تتكون من131حمض أميني

ـ السلسلة الثالثة تتكون من 97 حمض أميني

ترتبط السلسلة الأولى مع الثانية بجسر ثنائي الكبريت القائم بين الحمض الأميني رقم(13) من السلسلة الأولى مع الحمض الأميني رقم (107) من السلسلة الثانية ، ترتبط السلسلة الثانية بالسلسلة الثالثة بجسر ثنائي الكبريت قائم بين الحمض الأميني(121) في السلسلة الثانية مع الحمض الأميني رقم(53) من السلسلة الثالثة

ب ـ تأثير أنزيم التريبسين على الكيموتريبسينوجان يتمثل في حذف أربعة أحماض أمينية وكسر السلسلة الأصلية إلى ثلاثة سلاسل .

ج ـ تعريف البنية الفراغية للبروتين :

ـ تتوقف البنية الفراغية وبالتالي التخصص الوظيفي للبروتين على الروابط التي تنشأ بين أحماض آمينية محددة (روابط ثنائية الكبريت وشار دية .....) تكون متوضعة بطريقة دقيقة في السلسلة أو السلاسل الببتيدية مما يكسبها بنية ثابتة ومستقرة .

- 2

أ ـ تحليل الشكل " أ " من الوثيقة (2):

ـ يتبين أن مادة التفاعل (الركيزة) تتثبت في منطقة خاصة محددة من الأنزيم تتمثل في الموقع الفعال للأنزيم.

ب ـ العلاقة بين البنية الفراغية للأنزيم وتخصصه الوظيفي : يرتبط التخصص الوظيفي للأنزيم بامتلاك كل أنزيم موقع فعال نوعي محدد بعدد ونوع وترتيب أحماض أمينية متوضعة في منطقة محددة ضمن السلسلة الببتيدية حيث تنشأ بين هذه الأحماض الأمينية قوى ربط مختلفة تعطي شكلا فراغيا مميزا لهذا الموقع الفعال الذي يبدي تكامل فراغي وبنيوي مع مادة التفاعل .

ج ـ المعلومات التي يمكن استخراجها فيما يخص نشاط الموقع الفعال: يرتبط نشاط هذا الأخير لهذا الأنزيم بالتغيير المؤقت الذي يحدث نتيجة كسر الروابط التي نشأت بين الحمضين الأمينيين Histidine و Serine مما يحفز التفاعل وهذا ما يعرف بالتكامل المحفز

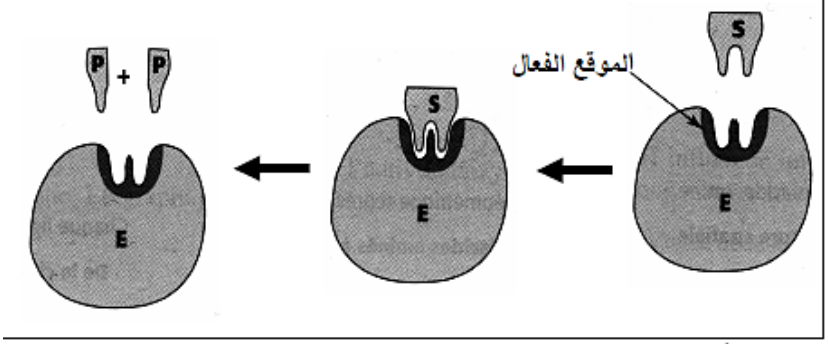
د ـ استخلاص فيما يخص نشاط الموقع الفعال :

ـ إن تغير شكل الموقع الفعال للأنزيم بعد ارتباطه بالركيزة يسمح بحدوث التفاعل لأن المجموعات الضرورية لحدوثه تصبح في الموضع المناسب للتأثير النوعي على مادة التفاعل .

هـ ـ تعريف الموقع الفعال:

ـ جزء من الأنزيم يرتبط بمادة التفاعل ، يتشكل من موقعين أحدهما موقع التثبيت والثاني موقع التحفيز أو التنشيط . يتكون من أحماض أمينية محددة ومتموضعة بطريقة دقيقة.

3 ـ يمتلك الأنزيم منطقة خاصة تدعى الموقع الفعال تتكامل بنيويا مع الركيزة (S) أو جزء منها يؤدي هذا التكامل بتشكل رابطة انتقالية بينهما ينجم عنه تشكيل معقد إنزيم مادة التفاعل (ES).يسمح ذلك تغير شكل الأنزيم على مستوى الموقع الفعال بحدوث التفاعل الحيوي يترتب عنه تحرير الناتج(P) والأنزيم (E)الذي يدخل في تفاعل ثاني .



الرسم :

التمرين الثلاثون

1-

أ- يمثل (ES) المعقد " إنزيم ــ مادة التفاعل " .

ب- كيفية قياس سرعة التفاعل :

تقاس سرعة التفاعل بكمية المادة المستهلكة أو الناتجة خلال وحدة الزمن

ج- طبيعة العلاقة البنيوية بين [E] و [S]: تكامل بنيوي بين الإنزيم ومادة التفاعل

2-

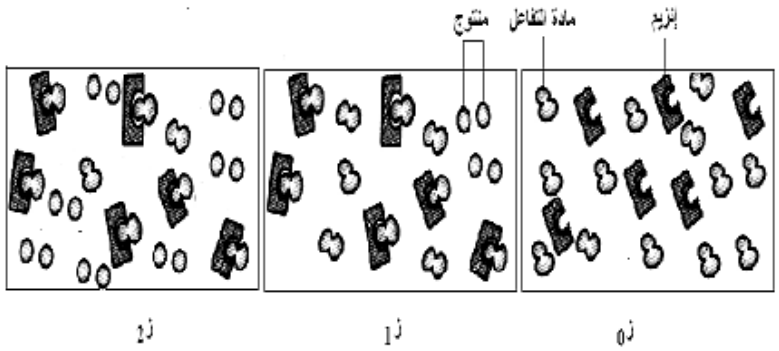
أ- تحليل منحنيي الوثيقة (1) :

- من z_0 إلى z_1 : زيادة سريعة في تشكل المعقد " إنزيم مادة التفاعل" ليبلغ حدا أعظميا في z_1 ، وزيادة سريعة في المنتوج .
- من z_1 إلى z_2 : ثبات ديناميكي (كمي) في تشكل المعقد "إنزيم مادة التفاعل" عند الحد الأعظمي واستمرار زيادة المنتوج.
- من z_2 إلى z_3 : تناقص في تشكل المعقد إلى أن ينعدم وتباطؤ في زيادة المنتوج إلى أن يثبت .

ب- تفسير النتائج المحصل عليها :

- من z_0 إلى z_1 : تشكل المعقد يدل على أن الإنزيم وظيفيا (نشطا) والزيادة السريعة للتفاعل تدل على أن عدد جزيئات الإنزيم في الوسط (تركيز الإنزيم) أكبر من تركيز مادة التفاعل (الـــ ARN المتوفرة في الوسط).
- في z_1 : كل الإنزيمات مشغولة أي في حالة تشبع، وزيادة كمية المنتوج يـــدل على استمرار نشاط الإنزيم .
- من z_1 إلى z_2 : ثبات سرعة تشكل المعقد " إنزيم مادة التفاعل " يدل على أن سرعة تشكله تساوي سرعة تفكيكه أي $V_2 = V_1$ ،واستمرار زيادة المنتوج يدل على أن الإنزيم يقوم بإماهة الـــ ARN.
- من z_2 إلى z_3: التناقص في تشكل المعقد يدل على أن مادة التفاعل (الـــARN) قلت تدريجيا إلى أن انعدمت في الوسط في z_3 ، لأن الإنزيم يبقى وظيفيا بعد تحفيزه للتفاعل وانعدام مادة الـــ ARN في الوسط هوالذي أدى إلى تباطؤ في زيادة المنتوج ثم ثبات تركيزه في الوسط .

ج- رسم تخطيطي تفسيري يوضح العلاقة بين E ، S ، P :



3- الأسباب التي أدت إلى فقدان الإنزيم نشاطه:

من الوثيقة (2) نسجل أن المادتين الكيميائيتين (β مركبتو إيثانول واليوريا) تسببتا في تفكيك الروابط الكبريتية لبعض الأحماض الأمينية (السيستيين) للسلسلة الببتيدية، مما أدى إلى زوال انطوائها، فتغيرت البنية الفراغية للببتيد، بينما بقيت البنية الأولية سليمة.

- التعليل:

يتوقف نشاط الإنزيم على بنيته الفراغية وبالضبط على موقعه الفعال، وتغير البنية الفراغية يؤدي إلى تغير الموقع الفعال للإنزيم ، وبالتالي لا يتم تشكل المعقد والدليل على ذلك استعادة الإنزيم نشاطه بعد التخلص من المادتين.

التمرين الحادي والثلاثون

1 -

أ ـ تحليل وتفسير منحنيات الشكلين " أ " و " ب " من الوثيقة (1) :

* الشكل " أ " :

ـ في حالة الغلوكوز :

عند إضافة الإنزيم يلاحظ تناقص سريع لكمية الأكسجين في الوسط ، حيث ينعدم تقريبا عند الزمن 80 ثانية ، ويفسر ذلك باستعماله في هدم الغلوكوز في وجود الأنزيم .

ـ في حالتي اللاكتوز والمالتوز :

تبقى كمية الأكسجين ثابتة طيلة التجربة بعد إضافة الإنزيم في الوسط ، ولا يمكن تفسير ذلك إلا بعدم استهلاكه في وجود المادتين رغم توفر الإنزيم .

* الشكل " ب " :

** التحليل :

ـ في حالة التركيز(0.1 V) : كمية الأكسجين المنحلة في الوسط خلال 100 ثانية قليلة.

ـ في حالة التركيز(0.5 V) : كمية الأكسجين المنحلة في الوسط خلال 100 ثانية متوسطة.

ـ في حالتي التركيز(5 V) و (9 V) : كمية الأكسجين المنحلة في الوسط خلال 100 ثانية كبيرة نسبيا ومتساوية.

** التفسير : كلما كان تركيز المادة كبيرا مع ثبات تركيز الإنزيم في الوسط تزداد كمية المنتوج في وحدة الزمن ، وهذا يفسر بتحفيز الإنزيم لعدد كبير نسبيا من جزيئات مادة التفاعل كلما زاد تركيزها ، وعند تركيز معين من المادة يصبح نشاط الإنزيم ثابتا مهما زاد تركيزها نتيجة لتشبع جميع جزيئات الانزيم المتوفرة في الوسط.

ب ـ استخلاص ما يتعلق بنشاط الإنزيم في كل حالة :

* الشكل " أ " : تتغير الحركية الإنزيمية بدلالة طبيعة مادة التفاعل .

* الشكل " ب " : تتغير سرعة التفاعل بدلالة تركيز مادة التفاعل

2 -

أ ـ المقارنة بين الشكلين " أ " و " ب " :

ـ في غياب مادة التفاعل تأخذ الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال وضعية فراغية معينة متباعدة .

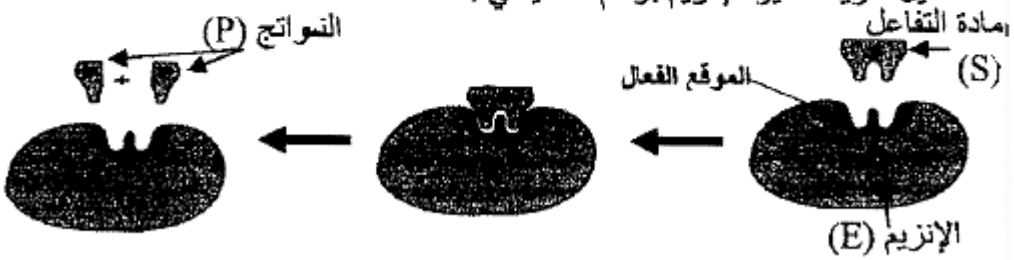
ـ في وجود مادة التفاعل تأخذ الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال وضعية فراغية متقاربة نحو مادة التفاعل.

ب ـ الاستنتاج حول طريقة عمل الإنزيم :

تتم طريقة عمل الإنزيم بحدوث تكامل بين الموقع الفعال للإنزيم ومادة التفاعل عند اقتراب هذه الأخيرة التي تحفز الإنزيم لتغيير شكله الفراغي ، فيصبح الموقع الفعال مكملا لشكل مادة التفاعل .

3 -

أ ـ تمثيل طريقة تأثير الإنزيم برسم تخطيطي :



ب ـ التعريف الدقيق لمفهوم الإنزيم :

الإنزيم وسيط حيوي يتميز بتأثيره النوعي اتجاه مادة التفاعل في شروط ملائمة للحياة.

التمرين الثاني والثلاثون

1-

أ- التحليل المقارن :

تبين التسجيلات أن حركية التفاعلات الإنزيمية مع الغلوكوز كبيرة ومنعدمة مع الغلاكتوز والسكروز

ب- المعلومة :

تأثير نوعي بالنسبة لنوع التفاعل .

ج- الاستخلاص والتعليل :

- تأثير نوعي مزدوج :

*تأثير نوعي بالنسبة لمادة التفاعل ـــ لا يحفز إلا أكسدة الغلوكوز.

* تأثير نوعي بالنسبة لنوع التفاعل ـــ تأثير على نفس المادة بإنزيمين مختلفين .

2-

أ- تعريف الموقع الفعال :

هو جزء من الإنزيم مشكل من أحماض أمينية محددة وراثيا : شكلا، عددا ونوعا. له القدرة على التعرف النوعي على مادة التفاعل وتحويلها.

ب- الأدلة التي تقدمها الوثيقة (2) بشكليها (أ ، ب) حول التخصص الوظيفي للإنزيم تتمثل في :

* تغيرات في الشكل والموقع للأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال، حيث أن :

- الشكل (أ) يبين أحماضا أمينيه متفرقة.

- الشكل (ب) يبين تجمع الأحماض الأمينية.

ففي وجود مادة التفاعل، يتثبت جزءا منها مع بعض الأحماض الأمينية (موقع التثبيت)، والجزء الآخر يتثبت على أحماض أمينيه أخرى ، والتي تشكل الموقع التحفيزي .

التمرين الثالث والثلاثون

I - 1 - تمثل الأحماض الأمينية المرقمة في الشكل (2): .....

الأحماض الأمينية المكونة للموقع الفعال.

- العناصر:

✓ (س): مادة التفاعل (الركيزة S).

✓ ($ع_1$ و $ع_2$): نواتج التفاعل (P_1 و P_2).

2 - كيفية الإنتقال من الحالة (أ) إلى الحالة (د): .....

✓ **الإنتقال من الحالة (أ) إلى الحالة (ب):**

• في غياب الركيزة، الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال متباعدة عن بعضها البعض حيث يكون الموقع الفعال غير متكامل بنيويا مع الركيزة.

• في وجود الركيزة تأخذ الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال وضعية متقاربة نحو الركيزة فيتغير الشكل الفراغي للموقع الفعال ليصبح مكملا للركيزة (تكامل محفز).

• يتشكل معقد (أنزيم - ركيزة) بظهور روابط انتقالية بين جزء من مادة التفاعل وجذور الأحماض الأمينية المكونة للموقع الفعال.

✓ **الإنتقال من الحالة (ب) إلى (ج):**

• تغير شكل الموقع الفعال للأنزيم يسمح بحدوث التفاعل لأن المجموعات الكيميائية الضرورية لحدوثه تصبح في الموقع المناسب للتأثير على مادة التفاعل S.

• بداية التأثير على الركيزة (ظهور أول ناتج).

✓ **الإنتقال من الحالة (ج) إلى الحالة (د):**

• بعد حدوث التفاعل تتحرر النواتج ($ع_1$، $ع_2$) ويستعيد الموقع الفعال شكله الفراغي الأصلي.

- المعادلة :

$$E + S \longrightarrow \bar{E}S \longrightarrow E + P_1 + P_2$$

و تقبل المعادلة التالية: $E + S \longrightarrow ES \longrightarrow E + P_1 + P_2$

3 - استخراج الأدلة التي تؤكد أن الأنزيمات وسائط حيوية من الشكل 2: .....

✓ **الأنزيم وسيط:**

يبين الشكل (2) أن الأنزيم يدخل في التفاعل ولا يستهلك خلاله، أي بعد حدوث التفاعل استرجع شكله الطبيعي.

II - 1 - استخراج الشروط الملائمة لعمل هذا الإنزيم مع التعليل : .....

الشروط الملائمة:

- درجة حرارة = 37 °C.
- درجة الحموضة pH=7.

- التعليل:

- لأن زمن الإستهلاك الكلي لمادة التفاعل في هذه الشروط قصير مقارنة بالشروط التجريبية الأخرى، مما يدل على أن سرعة التفاعل الأنزيمي كبيرة وأعظمية في هذه الشروط .

2 - تفسير مدة الإستهلاك للركيزة عند pH= 2، ودرجة حرارة = 4 °C: .....

✓ **عند pH= 2:**

هي قيمة أقل من درجة الـ pH المثلى (7) لعمل هذا الأنزيم، تؤثر حموضة الوسط على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية في السلاسل البيبتيدية وبالخصوص تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال، بحيث في الوسط الحمضي تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية موجبة مما يعيق تثبيت الركيزة S وبالتالي يعيق تشكيل المعقد الأنزيمي ES وهذا ما يفسر طول المدة اللازمة للإستهلاك الكلي للركيزة.

✓ **عند درجة 4°C:**

درجة الحرارة المنخفضة تقلل من حركية الجزيئات فتقل التصادمات بين الأنزيم والركيزة فيتباطأ تشكل المعقد ES مما يؤدي إلى زيادة المدة اللازمة للإستهلاك الكلي للركيزة.

III - تعريف الموقع الفعال: .....

هو جزء من الأنزيم، يتشكل من عدد قليل من الأحماض الأمينية محددة وراثيا (عددا، نوعا وترتيبا)، ذات تموضع فراغي دقيق يسمح بالتعرف النوعي على الركيزة وتثبيتها و التأثير عليها نوعيا، بعض الأحماض تشكل موقع التثبيت وبعضها الآخر يشكل موقع التحفيز.