التذكير بالمكتسبات:

تجربة تفكيك النشاء بواسطة أنزيم الأميلاز اللعابي وفي وجود حمض HCL.

المقارنة ين المحفز الكيميائي HCL و المحفز الحيوي الأميلاز:

تعمل الإنزيمات على تسريع التفاعلات الكيميائية في ظروف مثلى من PH ودرجة الحرارة و تتميز الإنزيمات بالنوعية اتجاه مادة التفاعل.

	المحفز الكيميائي HCL	المحفز الحيوي (الأميلاز)
سرعة التفاعل	بطيئة	سريعة
درجة الحرارة	100 °م فأكثر	37 °م
pHالوسط	حمضي (اقل من 7)	معتدل= 7
نوع التفاعل	اماهة كيميائية	اماهة انزيمية (حيوية)
نتيجة الاماهة	غلوكوز	مالتوز

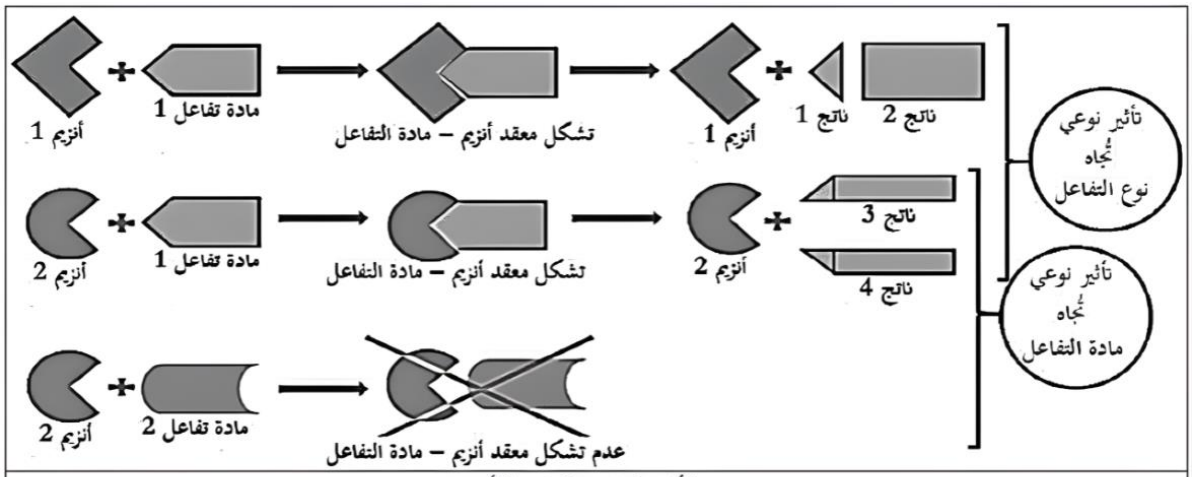
1- عواقب غياب أو نقص النشاط الأنزيمي:

يؤثر غياب النشاط الأنزيمي أو نقصه سلبا على مجموع التفاعلات الكيميائية (العمليات الأيضية) التي تحدث على مستوى خلايا العضوية وبالتالي ظهور اختلالات وظيفية (أمراض).

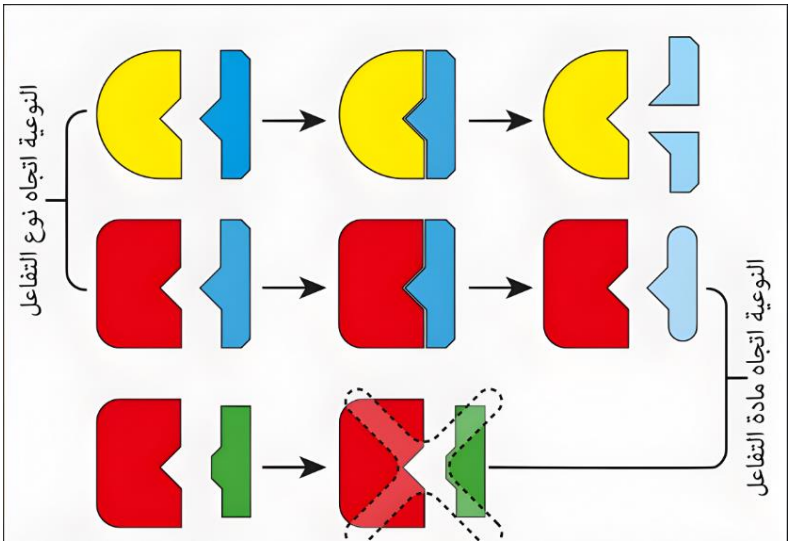
مفهوم الأنزيم

وسيط حيوي من طبيعة بروتينية ، جزيئة صغيرة قابلة للترشيح ، يُؤثر بتراكيز قليلة، يُحفز (يسرع) حدوث التفاعل الكيموحيوي ولا يدخل في نواتجه (لا يُستهلك أثناء التفاعل)، يتأثر بشروط الوسط (pH ودرجة الحرارة)، يمتلك موقع موقعا فعالا.

للأنزيم تخصص وظيفي مزدوج: تخصص في نوع واحد من مواد التفاعل ، وتخصص في نوع واحد من التفاعلات.



التأثير النوعي المزدوج للأنزيمات



العلاقة بين بنية ووظيفة الإنزيم

الإنزيم هو بروتين وظيفي يستمد تخصصه الوظيفي من بنيته الفراغية ثلاثية الأبعاد التي تسمح ببروز موقع خاص بارتباط مادة التفاعل (الركيزة) يدعى بالموقع الفعال.

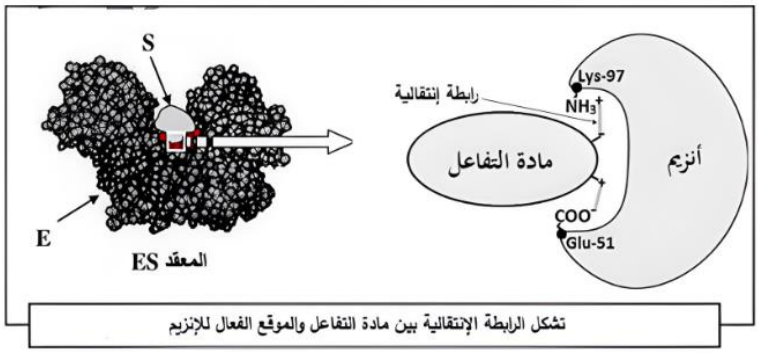
1-الموقع الفعال:

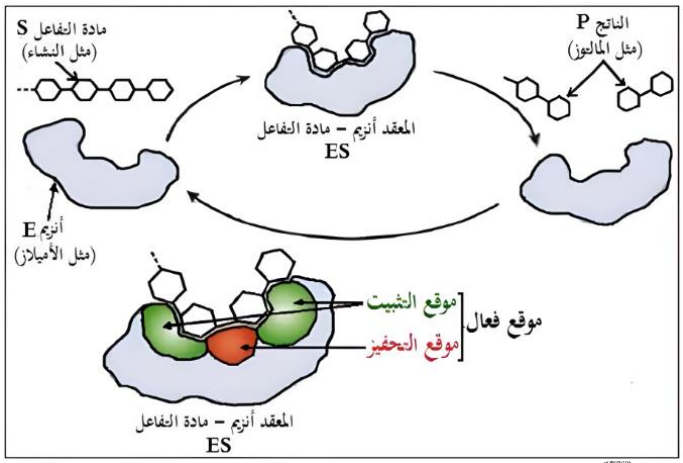
-تعريفه: هو منطقة صغيرة من الأنزيم، يدخل في تركيبها مجموعة من AA التي تساهم في الارتباط (روابط انتقالية) بمادة التفاعل وفي حدوث التفاعل (تحويل مادة التفاعل إلى نواتج).

ينقسم الموقع الفعال إلى قسمين:

AA للتثبيت: تقوم بتشكيل روابط انتقالية مع الركيزة من أجل تثبيتها في الموقع الفعال لتتشكل معقد ES

AA للتحفيز: تحفز الركيزة على التفاعل بعد تشكل معقد ES (مختص في نوع واحد من التفاعل).

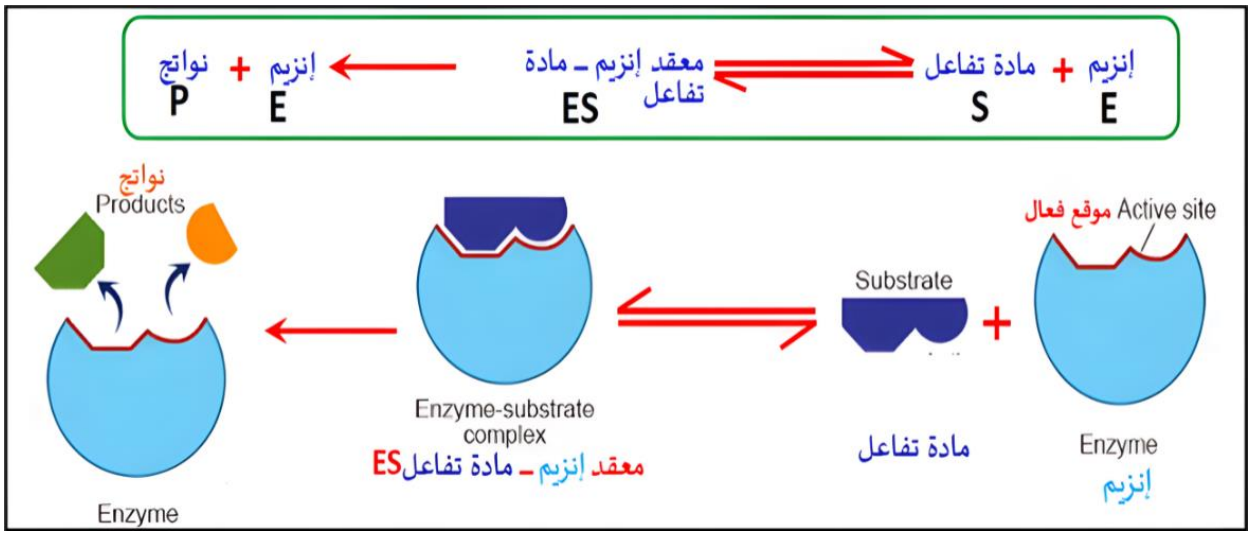




2-التفاعل الأنزيمي:

هو تفاعل تحويل مادة التفاعل(S) إلى نواتج (P) بتحفيز من الأنزيم (E)

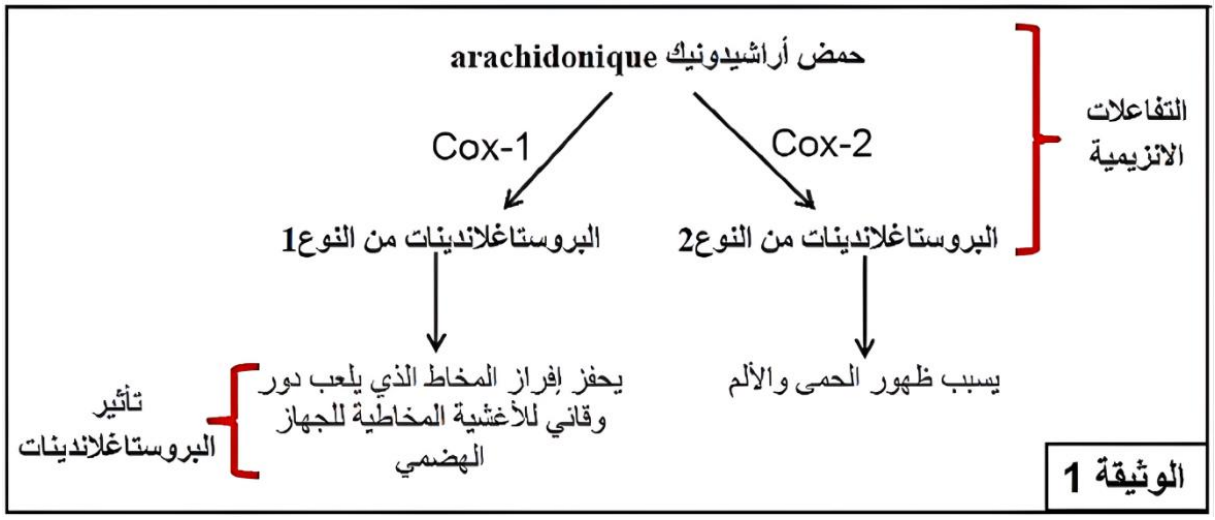
يحدث هذا التفاعل نتيجة تثبت الـ S في الموقع للفعال للـ E (تكامل بنيوي) ،فتتشكل روابط انتقالية بين مادة التفاعل والمجموعات الكيميائية لجذور الـ AA المشكلة للموقع الفعال يؤدي إلى تشكل معقد ES ، حيث أن هذا الأخير يسمح بتحول الـ S إلى P.



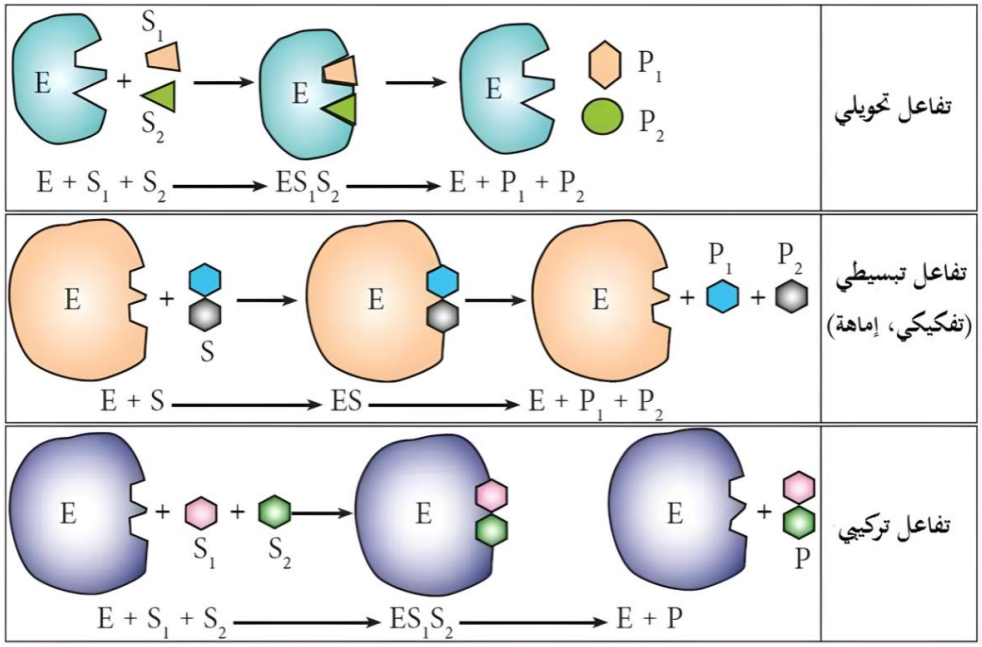
ملاحظة: النوعية المزدوجة:

يمكن لأنزيمين E1،E2 أن يثبتا نفس مادة التفاعل(S) لكن كل منهما يختص بتفاعل تحفيز معين (تفاعل مادة التفاعل واختلاف الناتج) يرجع هذا إلى أنهما يملكان نفس موقع التثبيت ويختلفان في موقع التحفيز (يختلفان في كيفية التأثير على S وبالتالي اختلاف P)

مثال: **BAC2020 علوم**



3-أنواع التفاعلات الأنزيمية:

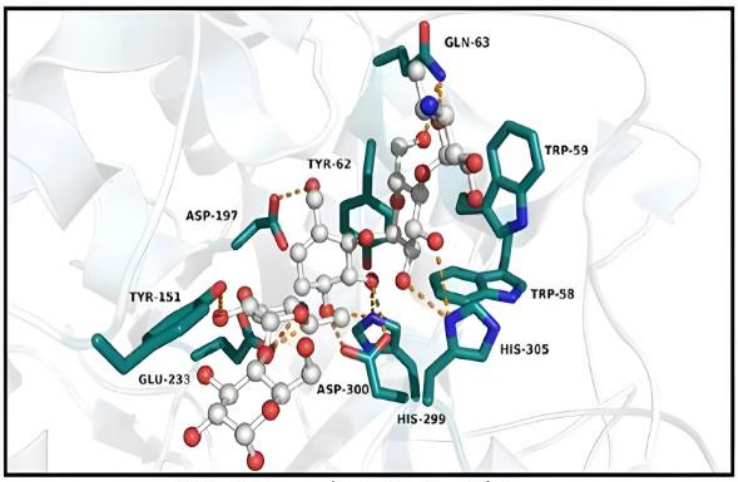


أنواع التكامل البنيوي

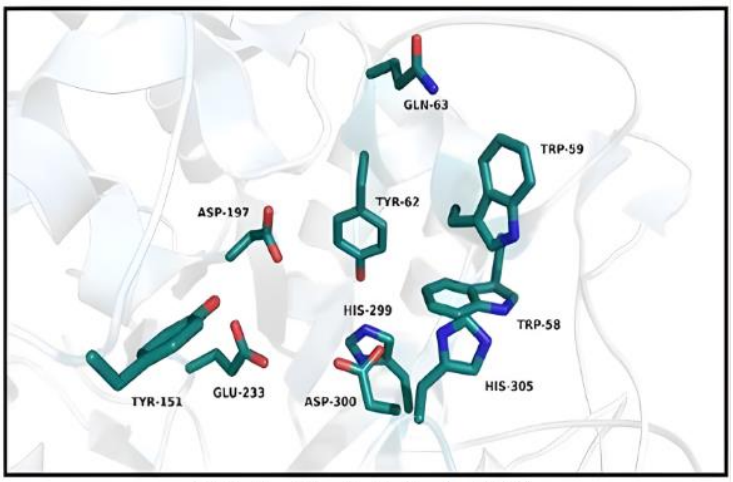
هو ارتباط الركيزة بالموقع الفعال للانزيم ويكون وفق:

- تكامل بنيوي مباشر: (قفل ومفتاح)

شكل الموقع الفعال يتكامل بنيويا مع مادة التفاعل دائما، سواء في غياب أوفي وجود مادة التفاعل.



بنية الموقع الفعال (في وجود الركيزة)

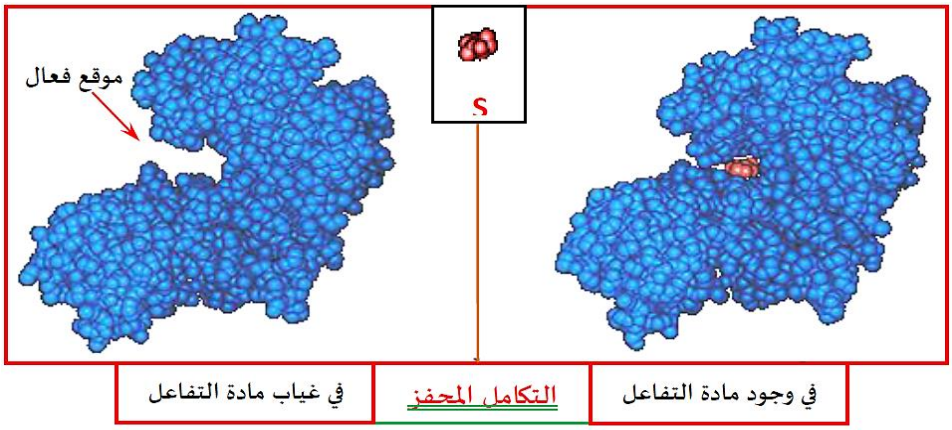


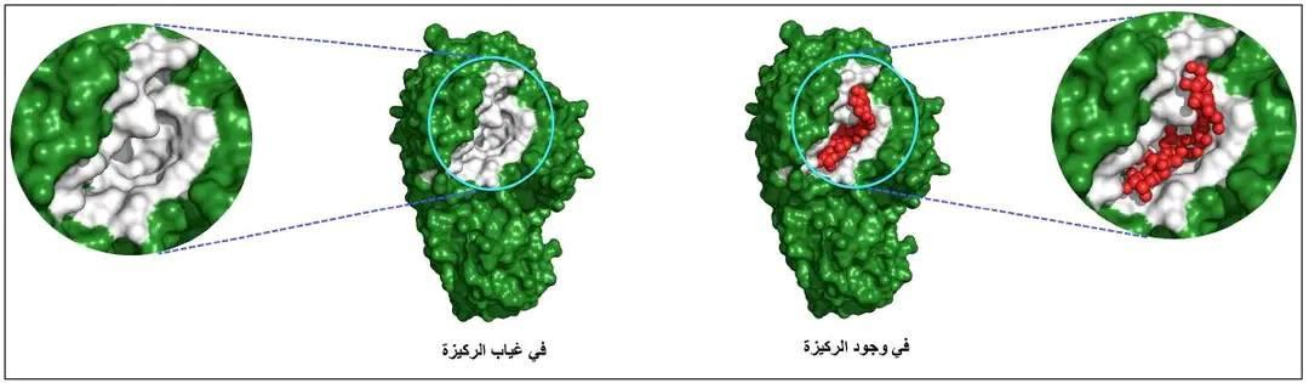
بنية الموقع الفعال (في غياب الركيزة)

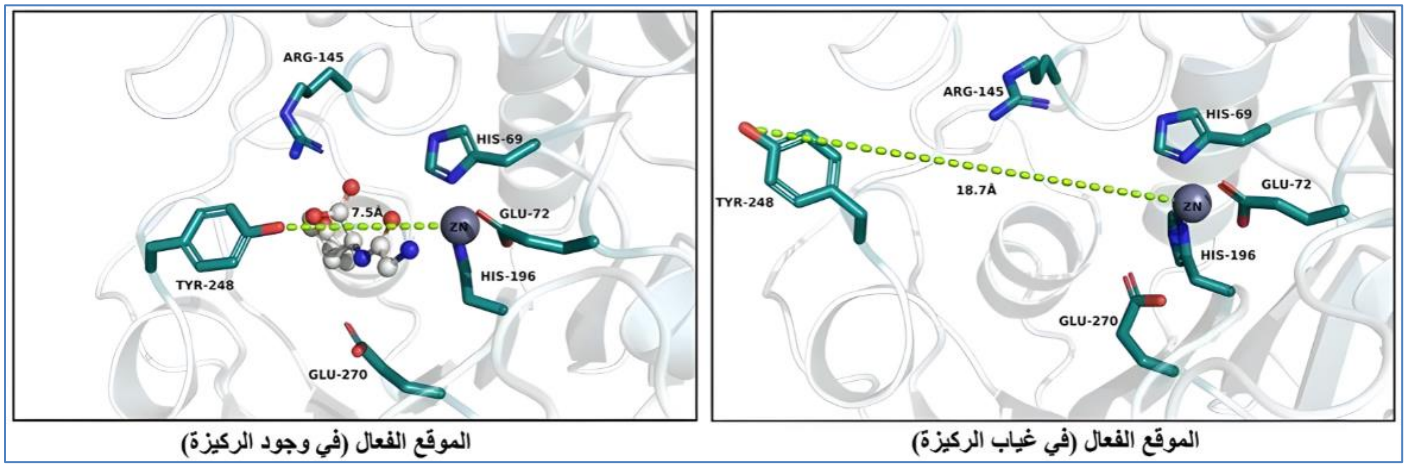
- تكامل محفز:

في غياب الـ S يكون شكل الموقع الفعال لا يتكامل مع مادة التفاعل.

وعند اقتراب الـ S من الأنزيم يتغير شكل الموقع الفعال (بتحفيز من الـ S) ليسمح بتثبيت الركيزة.







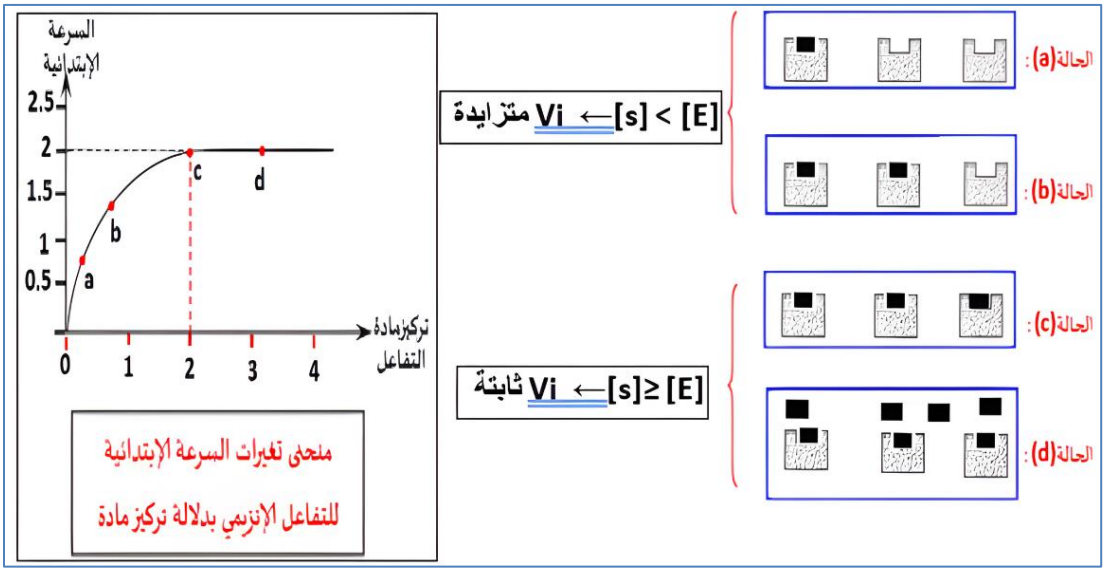
الموقع الفعال (في وجود الركيزة) الموقع الفعال (في غياب الركيزة)

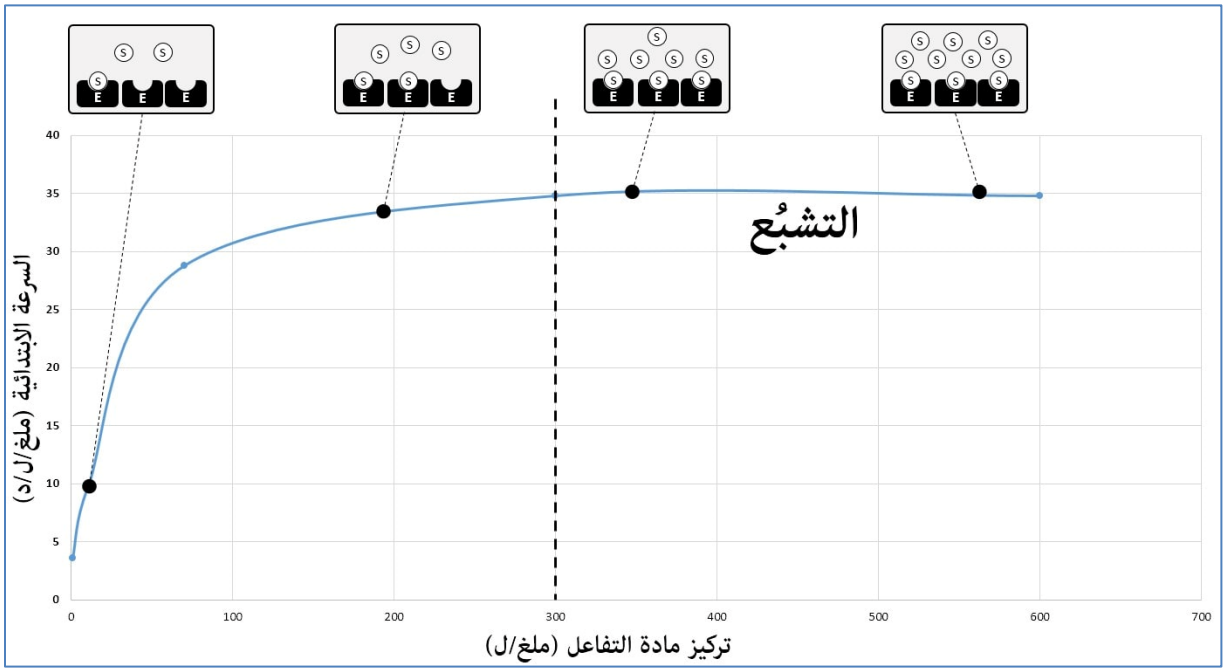
العوامل المؤثرة على النشاط الأنزيمي

تأثير تركيز مادة التفاعل على حركية (سرعة) التفاعل الأنزيمي:

تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز الركيزة وذلك لارتباط الجزيئات الحرة للـ E بالركيزة (زيادة عدد الواقع الفعالة المرتبطة).

ثبات السرعة عند قيمة Vmax في التراكيز المرتفعة من مادة التفاعل يدل على تشبع كل الأنزيمات المتوفرة في الوسط(كل المواقع الفعالة مشغولة)





تأثير المثبطات (I) على النشاط الأنزيمي:

جزيئة من طبيعة كيميائية **(دواء....)**، له بنية فراغية تشبه بنية مادة التفاعل التي ترتبط في الفعال، فيتشكل معقد **EI** لكن لا يتحول إلى **P** (يحدث تنافس على الموقع الفعال بين **I** و**S**).

في وجود **I** يقل عدد المواقع الفعالة الشاغرة مما يؤدي إلى تشكل عدد قليل من المعقدات **ES** وبالتالي يتحول عدد قليل من **S** إلى **P** فتتناقص سرعة التفاعل في وجود المثبط.

- قد ينعدم النشاط الأنزيمي (توقف سرعة التفاعل) في التراكيز المرتفعة من المثبط (كل المواقع الفعالة مشغولة به)

ملاحظة مهمة:

المثبطات كثيرة ومتنوعة: تنافسية ، لا تنافسية ، غير تنافسية.....

لا نقحمك أيها التلميذ في هذا ا لأنها غير واردة في **التدرج** أصلا رغم وجود تمرين في BAC 2020 يتحدث عن هذا لكن في التصحيح النموذجي لم ترد كلمة "مثبط تنافسي" بل كُتب "بنية فراغية شبيهة ببنية الركيزة تمكنه بالارتباط بالموقع الفعال".

تأثير الطفرات على النشاط الأنزيمي:

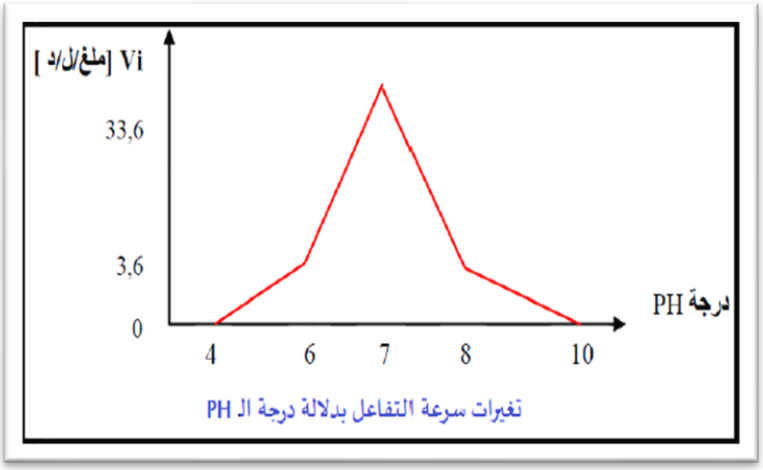
الطفرة خارج الوقع الفعال: تغير في AA لا ينتمي إلى الموقع الفعال للأنزيم لا تتأثر وظيفته لكن قد يتناقص نشاطه (BAC 2019 علوم)

الطفرة داخل الموقع الفعال:

إذا مست الطفرة AA للتثبيت : حالتان

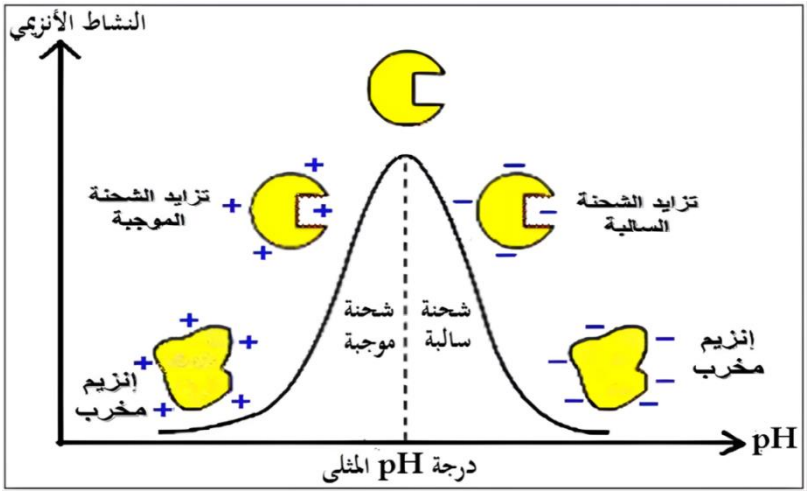
- عدم تثبيت الركيزة وبالتالي غياب التحفيز ، - أو تثبيتها بشكل ضعيف و نقصان النشاط الأنزيمي.

إذا مست الطفرة AA للتحفيز: تثبيت الركيزة وعدم حدوث التفاعل.

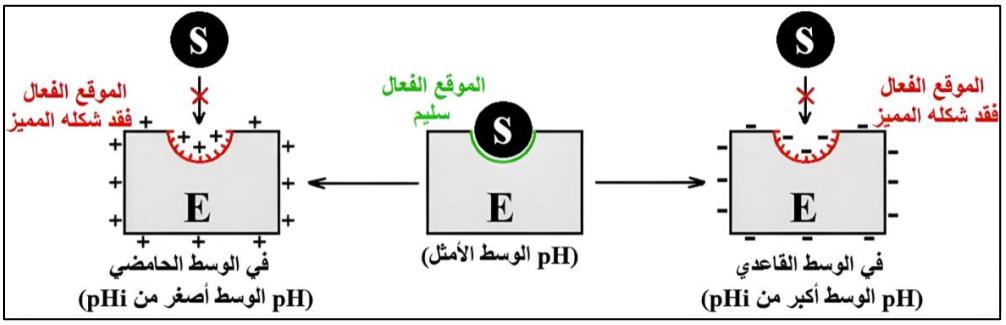


تأثير Ph على النشاط الأنزيمي:

- عند قيمة Ph المثلى تكون سرعة التفاعل أعظمية بسبب حدوث تكامل بنيوي بين الموقع الفعال للأنزيم ومادة التفاعل وتشكل معقد ES فتصبح المجموعات الكيميائية الضرورية لحدوث التفاعل في الموقع المناسب للتأثير على S وبالتالي يكون النشاط الأنزيمي أعظمي.



- عند تغير قيمة pH: تؤثر درجة حموضة الوسط على الحالة الكهربائية للمجموعات الوظيفية خاصة على مستوى الموقع الفعال فتصبح موجبة أو سالبة، وهذا ما يؤدي إلى فقدان الفعال لشكله بسبب تغير حالته الأيونية ، مما يعيق تثبيت مادة التفاعل وحدوث التفاعل .



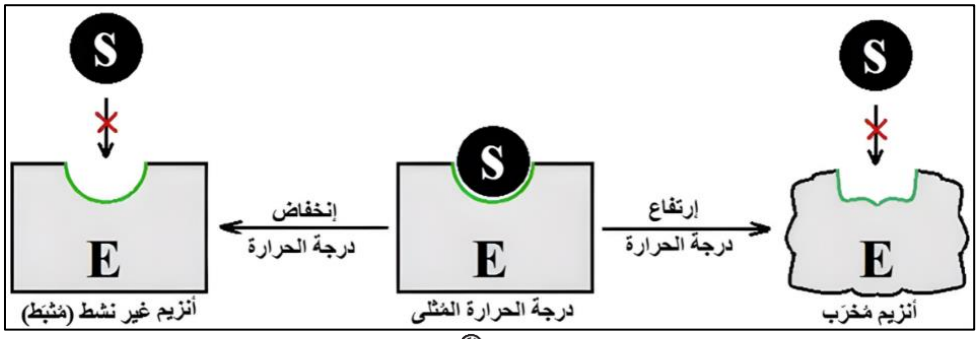
تأثير درجة الحرارة على النشاط الأنزيمي:

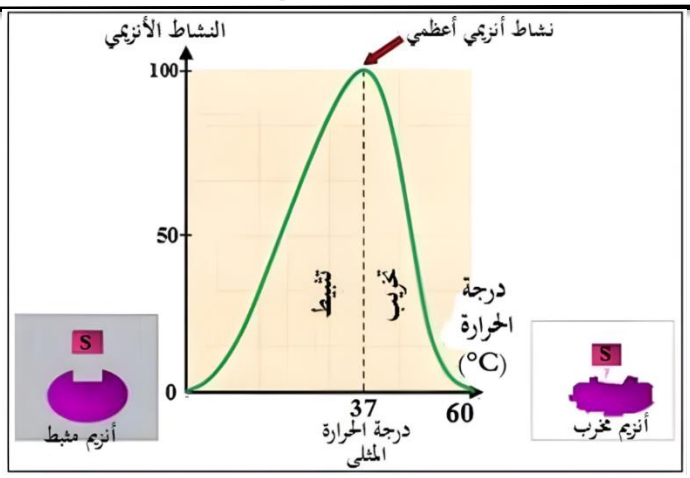
- لكل إنزيم سرعة تفاعل أعظمية عند درجة حرارة مثالية (37م).

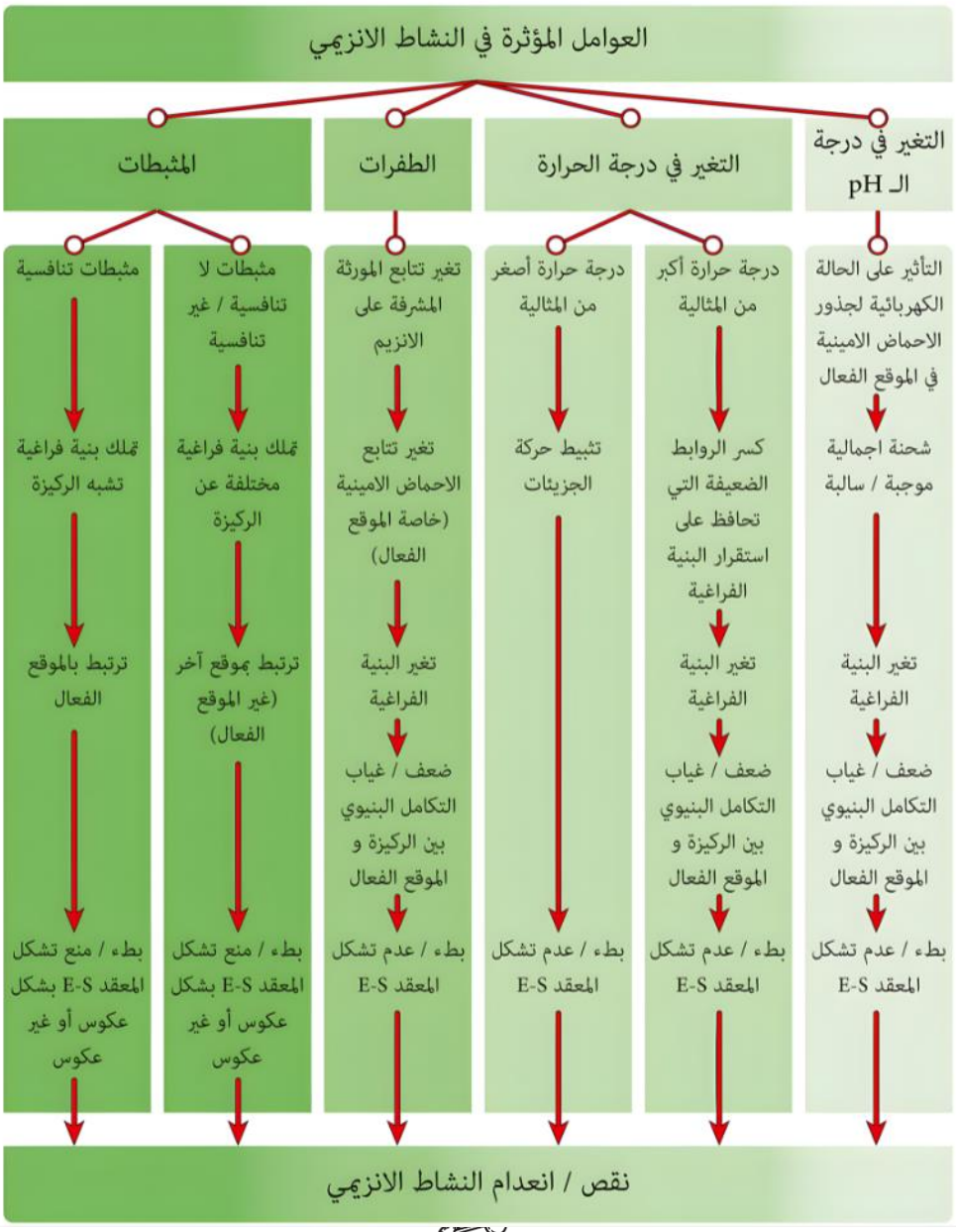
- كلما ارتفعت أو انخفضت درجة الحرارة يتناقص نشاط الأنزيم إلى أن ينعدم.

عند درجة الحرارة المرتفعة: تنكسر بعض الروابط الكيميائية المحافظة على ثبات البنية الفراغية للأنزيم خاصة تلك الموجودة على الموقع الفعال فلا يتشكل معقد ES وينعدم النشاط الأنزيمي(**فقدان غير عكوس).**

عند درجات الحرارة المنخفضة: تقل حركية الأنزيمات فيقل تصادم الـ S بالموقع الفعال للأنزيم فيغيب النشاط الأنزيمي **(فقدان عكوس).**




النشاط الأنزيمي
نشاط أنزيمي أعظمي
100
50
0
تثبيط
تخريب
درجة الحرارة (°C)
37
60
درجة الحرارة المثلى
S
أنزيم مثبط
S
أنزيم مخرب


العوامل المؤثرة في النشاط الانزيمي
التغير في درجة الـ pH
التغير في درجة الحرارة
الطفرات
المثبطات
التأثير على الحالة الكهربائية لجذور الاحماض الامينية في الموقع الفعال
شحنة اجمالية موجبة / سالبة
تغير البنية الفراغية
ضعف / غياب التكامل البنيوي بين الركيزة و الموقع الفعال
بطء / عدم تشكل المعقد E-S
درجة حرارة أكبر من المثالية
كسر الروابط الضعيفة التي تحافظ على استقرار البنية الفراغية
تغير البنية الفراغية
ضعف / غياب التكامل البنيوي بين الركيزة و الموقع الفعال
بطء / عدم تشكل المعقد E-S
درجة حرارة أصغر من المثالية
تثبيط حركة الجزيئات
بطء / عدم تشكل المعقد E-S
تغير تتابع المورثة المشرفة على الانزيم
تغير تتابع الاحماض الامينية (خاصة الموقع الفعال)
تغير البنية الفراغية
ضعف / غياب التكامل البنيوي بين الركيزة و الموقع الفعال
بطء / عدم تشكل المعقد E-S
مثبطات لا تنافسية / غير تنافسية
تملك بنية فراغية مختلفة عن الركيزة
ترتبط بموقع آخر (غير الموقع الفعال)
بطء / منع تشكل المعقد E-S بشكل عكوس أو غير عكوس
مثبطات تنافسية
تملك بنية فراغية تشبه الركيزة
ترتبط بالموقع الفعال
بطء / منع تشكل المعقد E-S بشكل عكوس أو غير عكوس
نقص / انعدام النشاط الانزيمي