



## المجال المعرفي الأول

### التخصص الوظيفي للبروتينات

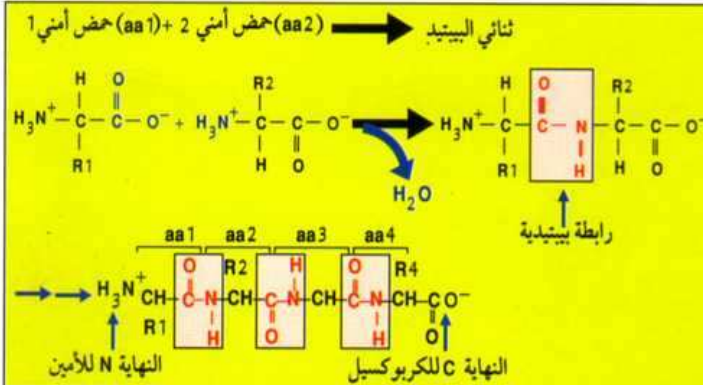
ما معنى السلوك الحمضي للأحماض الأمينية؟

ترتبط بالحمض الأميني مجموعتان وظيفيتان مجموعة حمضية كربوكسيلية ( $\text{COOH}$ )، ومجموعة وظيفية قاعدية أي أن الحمض يسلك سلوكا حمضيا عند تواجده في وسط قاعدي يفقد فيه بروتونات فيصبح ذا شحنة سالبة، وعند وضعه في جهاز الهجرة الكهربائية فإنه يتجه نحو القطب الموجب، وسلوكا قاعديا عند تواجده في وسط حمضي يكتسب فيه بروتونات فيصبح ذا شحنة موجبة ويتجه نحو القطب السالب. وهذا هو معنى السلوك الحمضي للحمض الأميني. (الخاصية الحمضية).

كيف يمكن تحديد  $\text{pHi}$  للحمض الأميني؟

ال  $\text{pHi}$  هو درجة حموضة الوسط التي يكون عندها الحمض الأميني في نقطة التعادل الكهربائي عند وضعه في جهاز الهجرة الكهربائية. بمعنى أن الحمض الأميني في هذا الوسط يسلك سلوكا حمضيا وقاعديا في نفس الوقت فيكون عدد الشحنات السالبة مساويا لعدد الشحنات الموجبة. وما دام هناك ثلاثة أنماط من الأحماض الأمينية: حمضية وقاعدية ومعتدلة، فإن ال  $\text{pHi}$  تبعاً لذلك يكون حسب نوع الحمض الأميني كما يوضحه الجدول الموالي :

أحماض أمينية قاعدية	أحماض أمينية متعادلة	أحماض أمينية حمضية
عند وضعها في وسط حمضي أو معتدل فإنها تسلك سلوكا قاعديا، وتسلك سلوكا حمضيا إذا وجدت في وسط قاعدي ذي $\text{pHm}$ مرتفع. أي أن $\text{pHi} > 7$ .	عند وضعها في وسط قاعدي فإنها تسلك سلوكا حمضيا، وعند وضعها في وسط حمضي فإنها تسلك سلوكا قاعديا. أما عند وضعها في وسط معتدل فإنها تكون متعادلة أي أن ال $\text{pHi}$ يكون مساويا تقريبا 7: $\text{pHi} = \text{pHm} = 7$	عند وضعها في وسط قاعدي أو معتدل فإنها تسلك سلوكا حمضيا، وتسلك سلوكا قاعديا إذا وجدت في وسط حمضي ذي $\text{pHm}$ منخفض، أي أن $\text{pHi} < 7$ . <b><math>\text{pHm}</math>: يعني PH الوسط</b>



كيف ترتبط الأحماض الأمينية لتشكيل السلاسل البيبتيدية؟

ترتبط الأحماض الأمينية عن طريق المجاميع الوظيفية؛ حيث ترتبط مجموعة وظيفية حمضية على يمين الحمض الأميني مع مجموعة وظيفية قاعدية على يسار حمض أميني آخر برابطة بيبتيدية. ينتج عنها جزيئة ماء كما يوضحه الشكل المرفق.

ما هي العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين؟

خلاصة الوحدة الثانية





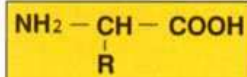
الأنواع	الصيغة الكيميائية
الحامضية	<p><b>حمضية</b></p> <p><b>aspartate Asp</b>: <chem>CC(=O)C([NH3+])C(=O)[O-]</chem></p> <p><b>glutamate Glu</b>: <chem>CCC(=O)C([NH3+])C(=O)[O-]</chem></p>
القاعدية	<p><b>قاعدية</b></p> <p><b>Lysine Lys</b>: <chem>CCCC[NH2+]C([NH3+])C(=O)[O-]</chem></p> <p><b>arginine Arg</b>: <chem>CCC(=[NH2+])N([NH3+])C([NH3+])C(=O)[O-]</chem></p> <p><b>histidine His</b>: <chem>C1=CN=CNC1CC([NH3+])C(=O)[O-]</chem></p>
العطرية	<p><b>كارهة للماء</b> <b>ما عدا</b> <b>تيروزين</b></p> <p><b>phénylalanine Phe</b>: <chem>c1ccc(cc1)CC([NH3+])C(=O)[O-]</chem></p> <p><b>tyrosine Tyr</b>: <chem>c1ccc(cc1C([NH3+])C(=O)[O-])O</chem></p> <p><b>tryptophane Trp</b>: <chem>c1ccc2c(c1)c(c[nH]2)CC([NH3+])C(=O)[O-]</chem></p>
الأميدية	<p><b>asparagine Asn</b>: <chem>CC(=O)NCC([NH3+])C(=O)[O-]</chem></p> <p><b>glutamine Gln</b>: <chem>CCC(=O)NCC([NH3+])C(=O)[O-]</chem></p>
الكحولية	<p><b>sérine Ser</b>: <chem>CC([NH3+])C(=O)[O-]</chem></p> <p><b>thréonine Thr</b>: <chem>CC(C)[C@H]([NH3+])C(=O)[O-]</chem></p>
الكبريتية	<p><b>كارهة للماء</b></p> <p><b>méthionine Met</b>: <chem>CCSCC([NH3+])C(=O)[O-]</chem></p> <p><b>cyséine Cys</b>: <chem>SCC([NH3+])C(=O)[O-]</chem></p>
أليفاتية	<p><b>كارهة للماء</b></p> <p><b>glycine Gly</b>: <chem>C([NH3+])C(=O)[O-]</chem></p> <p><b>alanine Ala</b>: <chem>C[C@H]([NH3+])C(=O)[O-]</chem></p> <p><b>proline Pro</b>: <chem>C1CC[NH2+]C1C(=O)[O-]</chem></p> <p><b>leucine Leu</b>: <chem>CC(C)C(C)[C@H]([NH3+])C(=O)[O-]</chem></p> <p><b>valine Val</b>: <chem>CC(C)[C@H]([NH3+])C(=O)[O-]</chem></p> <p><b>isoleucine Ile</b>: <chem>CC[C@H](C)[C@H]([NH3+])C(=O)[O-]</chem></p>

## الحالة الكهربائية

النموذج والهدف منه	الشكل
العود	<p>يستعمل للتعرف على السلاسل الكربونية متصلة بالذرات بلونها الخاص.</p>
الكرة المكدرس	<p>يستعمل للتعرف على حجم ال جزيئ البروتيني تظهر فيه الذرات بألوانها الخاصة.</p>
الكرة والعود	<p>يستعمل لتوضيح نوع وعدد الذرات الداخلة في تركيب الجزيئ البروتيني بحيث تكون كل ذرة ملونة بلون خاص.</p>
الشريطي	<p>يستعمل للكشف على نوع البنيات الثانوية ألفا بلون أحمر - بيتا بلون أصفر - غير محدد بلون أزرق ومناطق الانعطاف بلون أبيض لتشكيل البنية الثالثة.</p>
الشريطي السميك	<p>يشبه النموذج الشريطي إلا أنه يزيد عنه بتحديد اتجاه البنيات الثانوية بيتا وبالتالي يسمح بالتعرف على بداية ونهاية السلسلة الببتيديّة.</p>

## نماذج تمثيل أنزيم Lysozyme باستعمال برنامج Rastop

ماهي الأحماض الأمينية؟ مركبات عضوية تتكون من مجموعتين وظيفيتين حمضية COOH وأمينية NH<sub>2</sub> ترتبطان بسلسلة كربونية. عددها في الطبيعة 20 حمضا أمينياً.



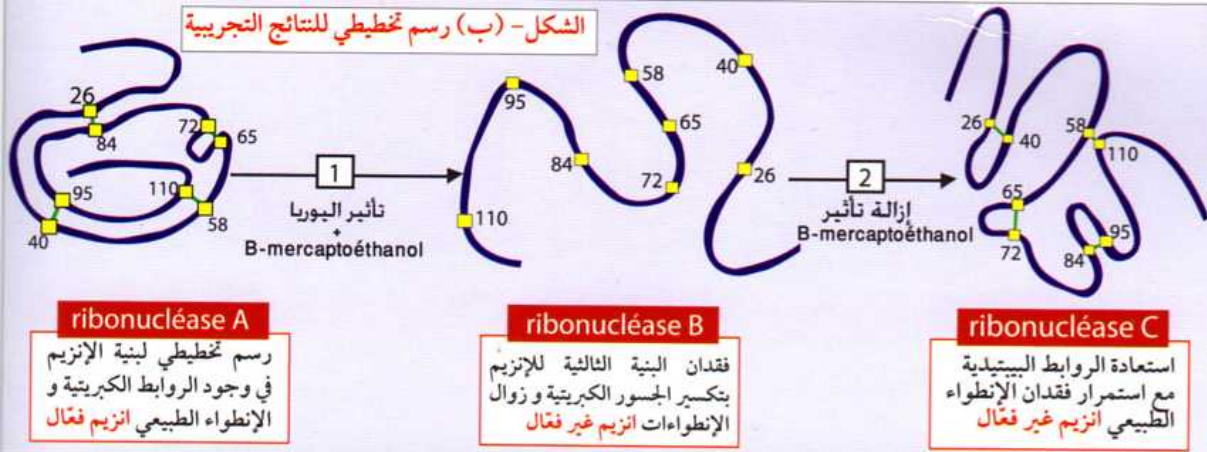
2010 - 119



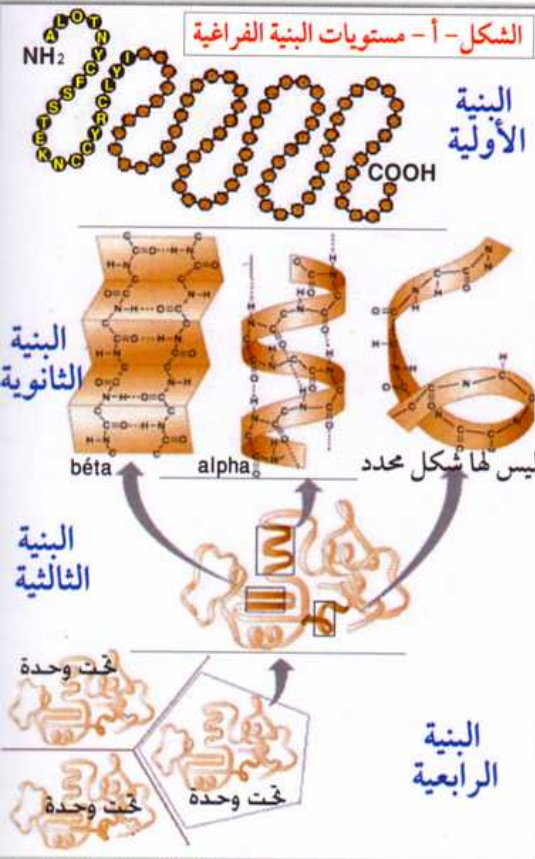
ClieEdition

حي الكتاب، عمارة أ، مدخل 10 محل 23، المحمدية، الجزائر.  
الهاتف: 021 82 00 15 / 021 82 96 37، الفاسخ: 021 82 96 37.  
البريد الإلكتروني: clicedition@gmail.com





إن تغير بنية الإنزيم جزئيا أو كليا يؤدي إلى فقدان وظيفته. وعليه فإن بنية معينة تقوم بوظيفة محددة.



ما هي مستويات البنية الفراغية للبروتين؟

تشكل البنية الفراغية انطلاقا من البنية الأولية ثم البنية الثانوية ثم البنية الثالثة وأخير البنية الرابعة كما يوضحه الشكل (أ):

**البنية الأولية:** تنشأ فقط من سلسلة خطية للأحماض الأمينية.

**البنية الثانوية:** وهي بنية ذات ثلاثة أبعاد تكون إما منتظمة بشكل التفاف حلزوني وتسمى في هذه الحالة ببنية  $\alpha$ ، أو في شكل ورقة مطوية تسمى ببنية  $\beta$ . ينشأ الالتفاف الحلزوني نتيجة روابط هيدروجينية بين CO لرابطة بيبتيدية مع NH لحمض أميني آخر في المرتبة الثالثة بعده على طول السلسلة البيبتيدية. أما بالنسبة لبنية الورقة المطوية فتكون الروابط الهيدروجينية على طول سلسلتين بيبتيديتين متجاورتين ومتوازيتين. وقد تكون هذه البنية غير منتظمة بمعنى تنشأ روابط هيدروجينية بشكل عشوائي.

**البنية الثالثة:** وتنشأ من مجموع بنيات ثانوية من نوع  $\alpha$  فقط أو من نوع  $\beta$  أو كليهما تربط بينها مناطق انعطاف لسلاسل بيبتيدية. كما تنشأ بين الجذور الحرة للأحماض الأمينية، سواء على مستوى نفس السلسلة أو بين سلاسل أخرى، روابط كبريتية وهيدروجينية وشاردية وكارهة للماء كما يبينه الشكل (ب)، تساهم كلها في تثبيت واستقرار البنية الثالثة.

**البنية الرابعة:** وهي تضم مجموع تكتلات لبنيات ثالثة تسمى كل واحدة تحت وحدة مثل الهيموغلوبين الذي يتكون من أربع سلاسل بيبتيدية تشكل كل سلسلة تحت وحدة ذات بنية ثالثة مستقلة.



كيف يمكن تمثيل البنية الفراغية للبروتينات؟

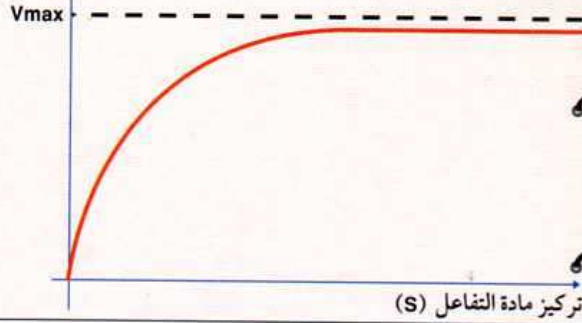
يمكن تمثيل البنية الفراغية للبروتينات بعدة نماذج وذلك حسب الهدف من دراستها. لنأخذ مثالا عن ذلك الليزوسيم Lysosyme وهو إنزيم ذو بنية ثالثة يلعب دور محلل للأجسام الغريبة والبكتيريا تفرزه خلايا الجسم.

يوضح الجدول الموالي نماذج تمثيل الإنزيم باستعمال برنامج Rastop مع توضيح الهدف من استعمال كل نموذج.



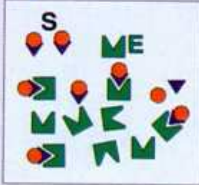
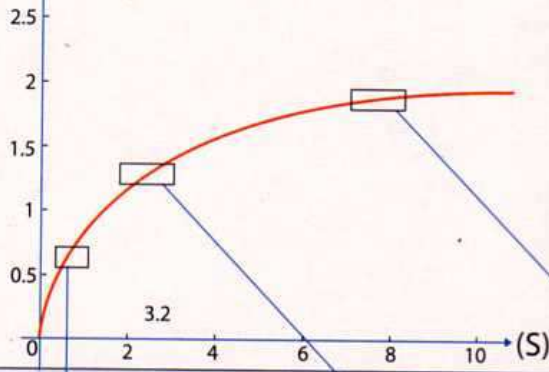
2

سرعة التفاعل الانزيمي



يبين المنحنى التالي أن سرعة التفاعل الإنزيمي تزداد بزيادة مادة التفاعل إلى أن تبلغ أقصاها ( $V_{max}$ ) حيث تبقى ثابتة مهما زادت كمية مادة التفاعل. ونفسر ذلك بأن المواقع الفعالة لكمية الإنزيمات المتواجدة لم تكن كلها محجوزة من طرف مادة التفاعل التي تكون في البداية قليلة التراكيز. لكن عند التراكيز العالية فإن المواقع الفعالة للإنزيمات تكون كلها محجوزة، وهذا يعني أن النشاط الإنزيمي يبلغ أقصى سرعة له لتبقى ثابتة مهما زادت التراكيز كما تبينه الوثيقة أدناه.

سرعة التفاعل الانزيمي



الانزيم

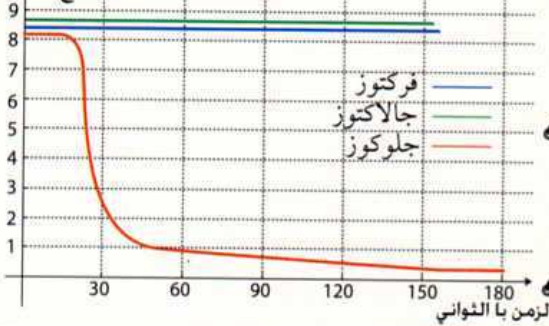
مادة التفاعل

ناتج التفاعل

ومنه نستنتج بأن النشاط الإنزيمي يزداد بزيادة مادة التفاعل

3

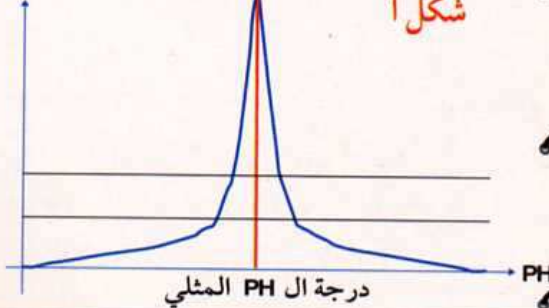
تركيز الأكسجين



عند استبدال مادة التفاعل (الجلوكوز) بالفركتوز والجالاكتوز في وجود الأكسجين وإنزيم **Glucose Oxydase** فإن المنحنى المسجل يبين أن الأكسجين يكون ثابتا عند كل من الفركتوز والجالاكتوز ويتناقص تدريجيا عند الجلوكوز. ونفسر ذلك بأن النشاط الإنزيمي لا يتم مع الفركتوز والجالاكتوز لأن الموقع الفعال للإنزيم لا يتوافق بنيويا إلا مع الجلوكوز. وهذا هو معنى أن لكل إنزيم مادة تفاعل خاصة به وبالتالي فالإنزيمات نوعية.

4

النشاط الانزيمي

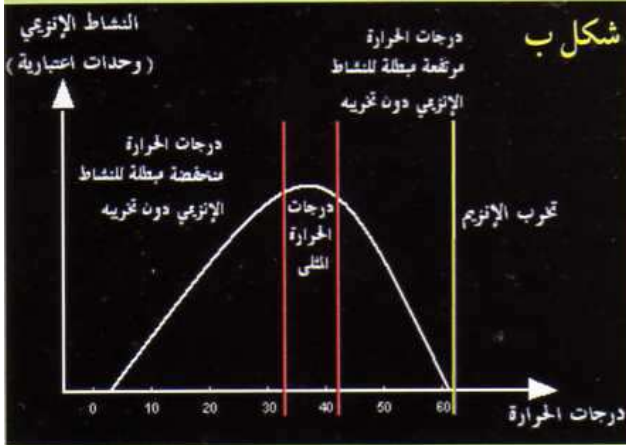


شكل أ

تأثير كل من درجة الحرارة وال PH على نشاط الإنزيم :

يبين الشكلان "أ" و "ب" تأثير كل من PH ودرجة الحرارة على النشاط الإنزيمي. حيث يعمل الإنزيم ضمن مجال حراري و PH معين وهناك قيمة مثلى لكل منهما يكون فيها الإنزيم في أوج نشاطه (بالنسبة لل PH وبالنسبة لدرجة الحرارة). خارج هذا المجال بالزيادة أو النقصان فإن التفاعل يتناقص إلى أن يتوقف تماما.





ونفسر ذلك كما يلي :

### - بالنسبة لتأثير ال PH :

إن القيم الدنيا والقصى لل **PH** تجعل البروتين الإنزيمي يسلك سلوكا حمضيا أو قاعديا بمعنى يفقد أو يكتسب بروتونات فيكون مشحونا بالسالب أو الموجب وهذا ما يؤثر على الروابط بين جذور الأحماض الأمينية وخاصة في مناطق المواقع الفعالة فتتغير أشكالها مما يجعلها غير متوافقة بنيويا مع مادة التفاعل ويصبح الإنزيم بذلك غير فعال .

### - بالنسبة لتأثير درجة الحرارة :

بما أن الإنزيم ذو طبيعة بروتينية فإن الحرارة المرتفعة تخرب الإنزيم بتفكيك الروابط الثانوية أي يفقد بنيته الثانوية والثالثية فيتغير موقعه الفعال ويفقد بذلك نشاطه .

أما الحرارة المنخفضة فهي لا تخرب الإنزيم ولكن يفقد نشاطه بسبب **قلة حركة الجزيئات** وخاصة في المواقع الفعالة .

ماهي الإنزيمات ؟ وما أهميتها ؟

### خلاصة الوحدة الثالثة

مورثة

استنساخ

ترجمة

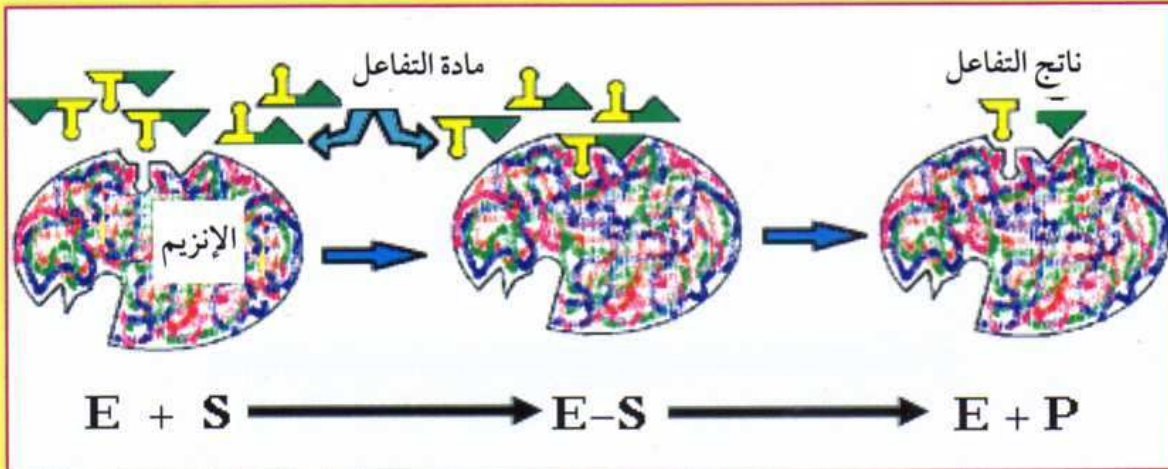
سلسلة ببتيدية ذات بنية أولية



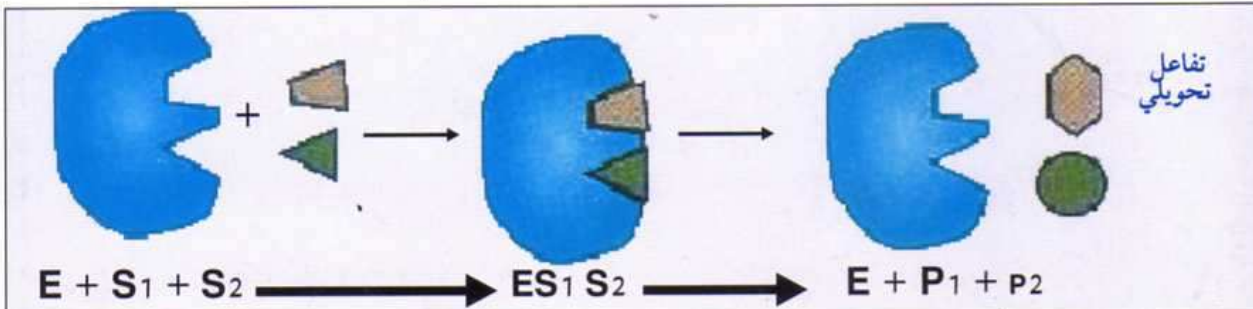
تشكل بنية فراغية خاصة نتيجة الروابط الثانوية

إنزيم ذو بنية محددة وموقع فعال خاص يتوافق بنيويا مع مادة تفاعل معينة

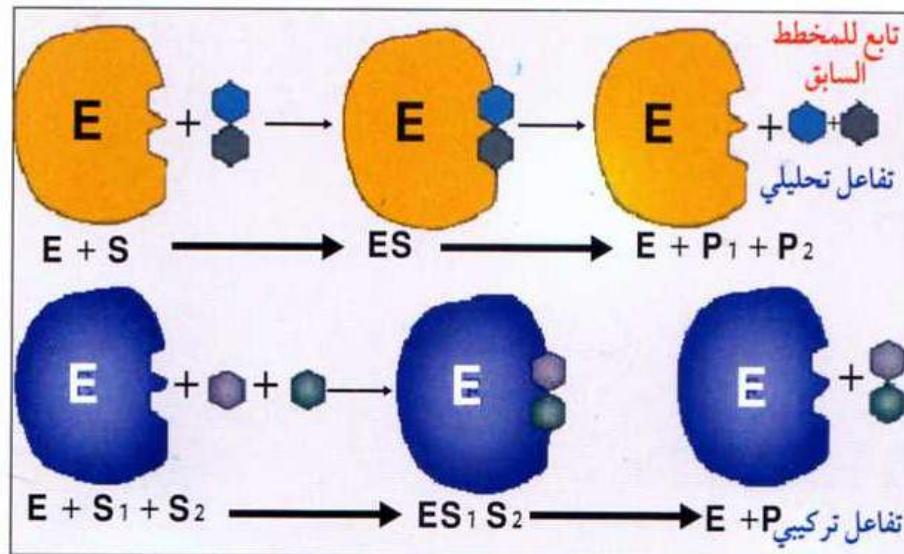
- الإنزيم وسيط كيميائي يعمل على تحفيز التفاعلات البيوكيميائية وفق التفاعل التالي :



تكون نتيجة هذا التفاعل إما تحويل أو تفكيك أو تركيب كما بينه المخطط الموالي :







يتشكل المعقد إنزيم-مادة التفاعل على مستوى الموقع الفعال للإنزيم حيث يبدى تكاملا بنيويا مع مادة التفاعل إما بشكل طبيعي مثل القفل و المفتاح كما يبينه الشكل أدناه. أو تحفيزي بتغيير شكل الإنزيم لإتمام التفاعل.



## الوحدة الرابعة دور البروتينات في الدفاع عن العضوية

**تمهيد** عند دخول جسم غريب إلى العضوية فإنه يتلقى مقاومة شديدة بوسائل دفاعية وهجومية تتدرج في التخصص حسب درجة غزوه للعضوية.

كيف تبدي العضوية مقاومة ضد الأجسام الغريبة التي تغزوها ؟

يلخص الجدول الموالي خطوط الدفاع التي يبديها الجسم تجاه الأجسام الغريبة.

1 ما هي الخطوط الدفاعية للجسم ؟

الخط الدفاعي الأول	الخط الدفاعي الثاني	الخط الدفاعي الثاني
<p><b>1- الحواجز الطبيعية</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ الجلد</li> <li>■ الإفرازات المخاطية</li> <li>■ الدموع</li> <li>■ العرق</li> <li>■ حمض ال Hcl</li> <li>■ الإفرازات التناسلية.</li> </ul> <p><b>2- آليات ميكانيكية</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ العطاس و السعال: لطرد الأجسام الغريبة التي تدخل عبر الفم والأنف</li> <li>■ القيء والإسهال: في حالات التسمم مثلاً.</li> </ul>	<p><b>الاستجابة الالتهابية</b></p> <p>تحدث عند اختراق الجسم الغريب للحواجز الطبيعية عن طريق جرح مثلاً.</p> <p>تتدخل في هذه الإستجابة خلايا دفاعية دون تنشيط مسبق. وتمثل فيما يلي:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ الخلايا البلعمية : وهي الكريات الدموية البيضاء المتعادلة</li> <li>■ الكريات الدموية البيضاء القاعدية: تفرز الهيستامينات.</li> <li>■ الصفائح الدموية : تفرز خيوط الفيبرين التي تتدخل في الجلطة الدموية.</li> </ul>	<p>يحدث عند فشل الخط الدفاعي الثاني وتمكن الجسم الغريب من الدخول إلى الجسم عن طريق اللف والدّم. وهنا يبدي الجسم مقاومة متخصصة حيث تكون حسب نوعية الجسم الغريب على شكلين :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ العناصر الدفاعية هي عبارة عن أجسام مضادة تعمل على حجز المستضد وتشكيل المعقد المناعي تتم بلعمته من طرف البالعات الكبيرة.</li> <li>■ العناصر الدفاعية هي الخلايا السامة LTC والتي تقضي مباشرة على المستضد والذي يكون عادة داخل الخلايا المصابة حيث تعمل على إحداث ثقب في الغشاء مؤدية إلى تحللها.</li> </ul>

مناعة نوعية ( مكتسبة )

مناعة لا نوعية ( فطرية )