



## العلوم الطبيعية



شعبة العلوم  
التجريبية

1

المجال المعرفي الأول

التخصص الوظيفي للبروتينات

الوحدة الأولى تركيب البروتينات

يلخص جدول الوثيقة أدناه أهم هذه الفروق منتها بتعريف لكل مرحلة والهدف منها

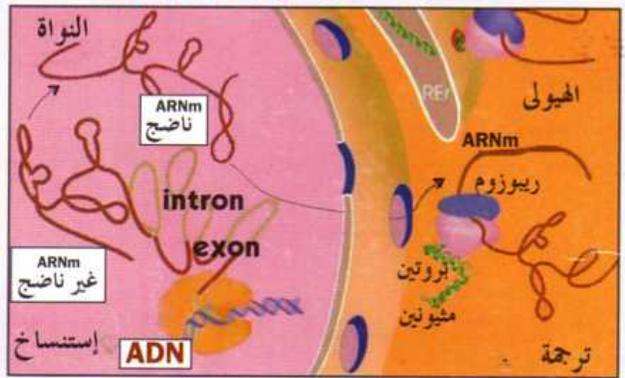
تمهيد يحتاج الجسم يوميا إلى أغذية من بينها البروتينات تفنكك إلى أحماض أمينية أثناء عملية الهضم.

ما مصير الأحماض الأمينية الممتصة؟

يلخص مخطط الوثيقة التالية مراحل تركيب البروتينات من الأحماض الأمينية في الخلية والتي يمكن تلخيصها عبر مرحلتين: **الاستنساخ والرجعة**

ما هو الفرق بينهما؟

المرحلة	جزئية الإنطلاق	المقر	العناصر المتدخلة	الجزئية الناتجة	تعريف العملية والهدف منها
الاستنساخ	ADN	النواة	ARN Polymerase + نكليوتيد	ARNm ARNt ARNr	أخذ نسخة عن المعلومات الوراثية من مورثة ADN في شكل ARN عن طريق ARN Polymerase إنزيم بهدف نقل المعلومات الوراثية ( الشفرة الوراثية ) إلى الهيولى.
الترجمة	ARNm	الهيولى	الريبوزومات الأحماض الأمينية	بروتينات	الانتقال من اللغة النووية ( الشفرة الوراثية ) إلى لغة بروتينية (سلسلة ببتيدية) بروتينية في الهيولى على مستوى الريبوزومات بهدف إنتاج بروتينات نوعية.



كيف يمكن إظهار عمليتي الاستنساخ والترجمة، وإثبات دور العناصر المتدخلة؟

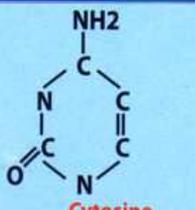
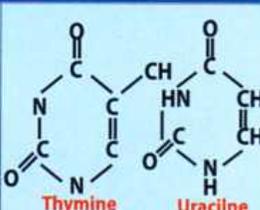
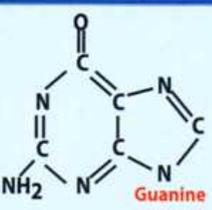
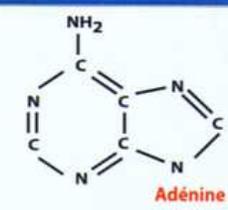
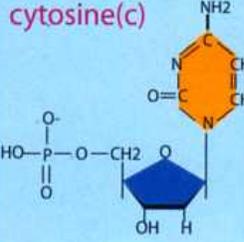
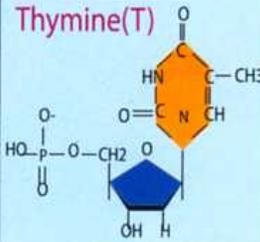
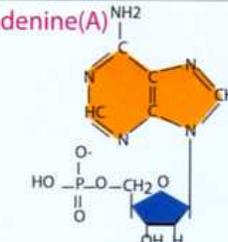
يبين الجدول الموالي كيفية إظهار عملية الاستنساخ والتجارب التي تسمح بإثبات العناصر المتدخلة فيها.

دور ال ARNm	النشاط	التفسير	الإستنساخ
إظهار عملية الإستنساخ	مشاهدة قطعة من ال ADN تحت المجهر الإلكتروني	تظهر صورة المجهر الإلكتروني استنساخ متعدد لل ARNm .	يتم استنساخ ARNm بكثافة من ADN .
إثبات الدور الوسيط لل ARNm كناقل للشفرة الوراثية		<p>تركيب بروتين الهيماغلوبين من طرف الخلايا البيضاء للضفدع في وجود ARNm الخاص بالكريات الحمراء للأرنب، دليل على أن ARNm ناقل للشفرة الوراثية.</p> <p>نوعان من البروتينات بروتين مفصول من بروتينات مفصلة من الخلايا البيضاء للضفدع بعد حقنها في الخلايا الكريات الحمراء للأرنب (الهيماغلوبين) الحمراء للأرنب.</p> <p>بالإضافة إلى نوع البروتينات المفصلة، تبين المنحنيات كمية هذه البروتينات عن طريق قياس كمية الإشعاع بعدد الدقات الإشعاعية في الدقيقة، فنظير في شكل شوكات تسمح بالدراسة المقارنة.</p>	يلعب ARNm دور وسيط بين مقر المعلومات الوراثية (ADN) ومقر تركيب البروتينات (الهيولى).

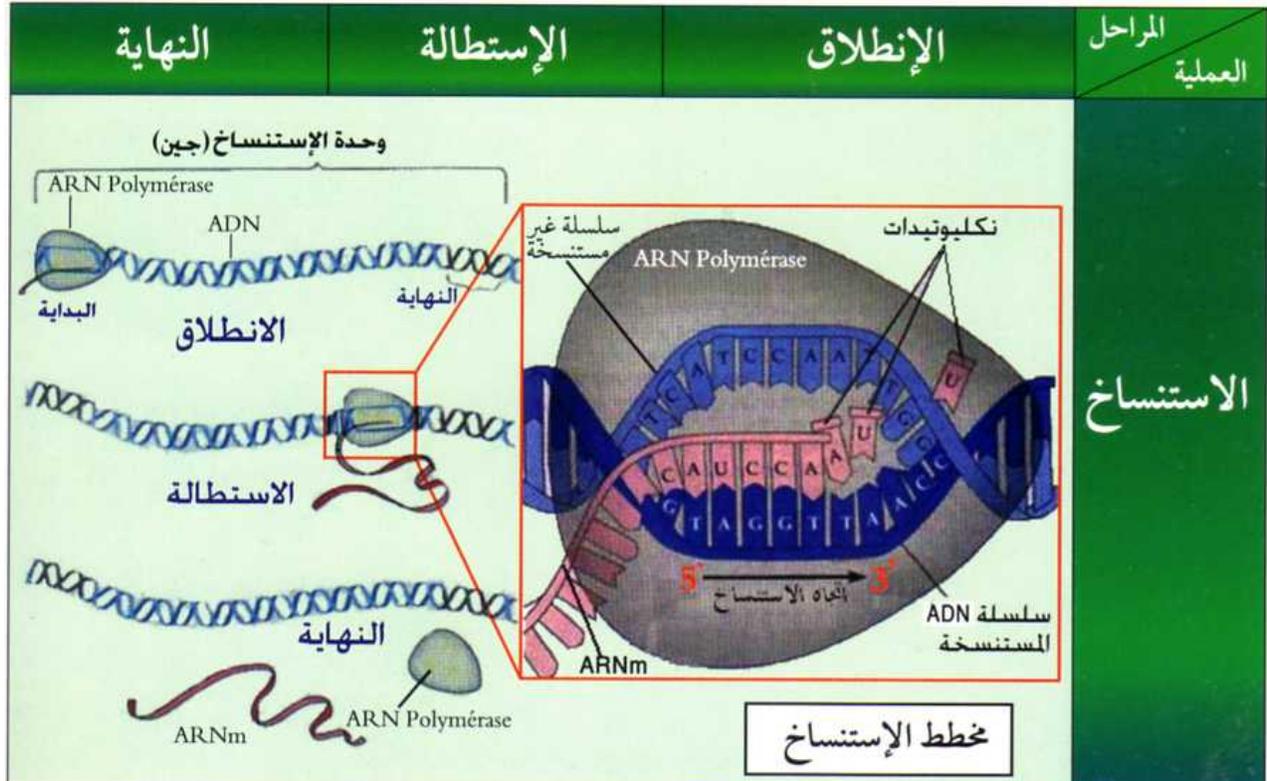
ما الفرق بين حقيقيات النواة وبدائيات النواة؟

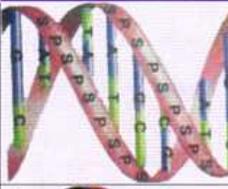
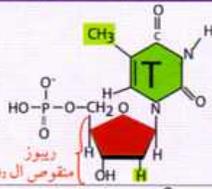
الترجمة	الإستنساخ	المواصفات	حقيقيات النواة
تتم في الهيولى وتحدث كمرحلة لاحقة بعد الإستنساخ.	● يتم استنساخ ARNm أولي ليتحول إلى ناضج بعد تخلصه من الأنترونات. ● يتم استنساخ مورثة من ADN.	لها نواة حقيقية محاطة بغشاء نووي وهي تضم كل أنواع الكائنات الحيوانية والنباتية والمجهرية ما عدا البكتيريا.	
تحدث عملية الإستنساخ والترجمة في آن واحد	● ARNm المستنسخ لا يحتوي على إنترونات ● يتم استنساخ كل ال ADN.	محتوى النواة لا يحاط بغشاء نووي، وبالتالي ليس هناك نواة حقيقية حيث تسبح ADN في الهيولى. وهي تشمل البكتيريا.	بدائيات النواة

ما الفرق بين النكليوتيدات البيورينية والنكليوتيدات البيريميدينية؟

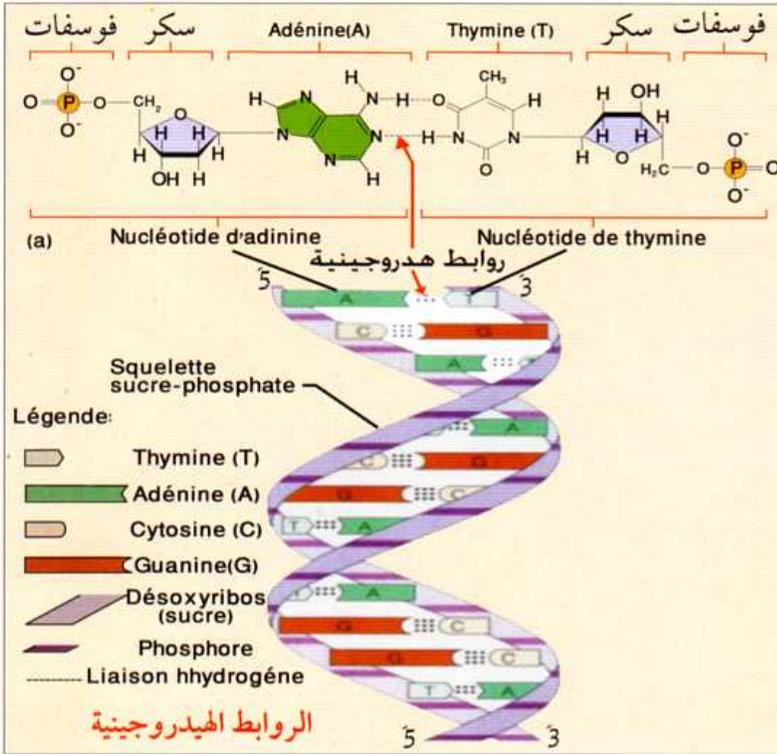
نكليوتيدات بيريميدينية		نكليوتيدات بيورينية		القاعدة الآزوتية
				
cytosine(c)	Thymine(T)	Guanine(G)	Adenine(A)	النكليوتيد
				

ما هي مراحل الإستنساخ والترجمة؟



الوظيفة	سلسلة النكليوتيدات	النكليوتيدات		المقر	الحمض النووي
		السكر الخماسي	القاعدة الآزوتية		
دعامة المعلومات الوراثية	 <p>سلسلتان ملتفتان بشكل حلزوني ترتبطان بروابط هيدروجينية</p>	 <p>تايمين Thymine (C.G.A.T)</p>	<p>ADN</p> <p>نتائج الإماهة الجزيئية عبارة عن نكليوتيدات</p>		
نقل الشفرة الوراثية (ARNm)	 <p>سلسلة من النكليوتيدات بشكل خطي</p>	 <p>يوراسيل Uracile (C.G.A.U)</p>	<p>ARN</p> <p>نتائج الإماهة الجزيئية عبارة عن نكليوتيدات</p> <p>يتربك في النواة ثم ينتقل إلى الهيولى.</p>		

كيف ترتبط سلسلتي ال ADN ؟



لقد أثبتت التحاليل الكيميائية لل ADN بأن عدد القواعد A المفصلة يكافئ عدد القواعد T وعدد القواعد C يكافئ عدد القواعد G أي أن  $A/T=1$  و  $C/G=1$  وكذلك  $A+C/T+G=1$  مما يدل على أن نظام ارتباط القواعد يكون دائما ثابتا مع A و G مع C ترتبط السلسلتان عن طريق القواعد الآزوتية بروابط هيدروجينية بحيث ترتبط القاعدة Thymine مع Adenine برابطتين، والقاعدة Guanine مع Cytosine بثلاث روابط كما يوضحه الشكل المقابل.

ما هو مفهوم الشفرة الوراثية؟

هي تتابع للقواعد الآزوتية على مستوى ARNm والتي هي عبارة عن نسخة لجين من ADN. تقسم الشفرة الوراثية إلى رامزات وهي تتابع لثلاث قواعد تشفر لحمض أميني معين يمكن التعرف عليه عن طريق جدول الشفرة الوراثية.

كيف نقرأ جدول الشفرة الوراثية؟

		U	C	A	G	
الحرف الأول	U	UUU } Phe UUC } UUA } UUG } Leu	UCU } UCC } Ser UCA } UCG }	UAU } Tyr UAC } UAA } Stop UAG } Stop	UGU } Cys UGC } UGA } Stop UGG } Trp	U C A G
	C	CUU } CUC } Leu CUA } CUG }	CCU } CCC } Pro CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gin CAG }	CGU } CGC } Arg CGA } CGG }	U C A G
	A	AUU } Ile AUC } AUA } AUG } Met	ACU } ACC } Thr ACA } ACG }	AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	U C A G
	G	GUU } Val GUC } GUA } GUG }	GCU } GCC } Ala GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } GGC } Gly GGA } GGG }	U C A G

جدول الشفرة الوراثية لل ARNm

أولا : نبدأ قراءة سلسلة ال ARNm من اليسار إلى اليمين؛ وبنفس الطريقة نقرأ الرامزات. فمثلا الرامزة الأولى ACC تقرأ هكذا: A ثم C ثم G.

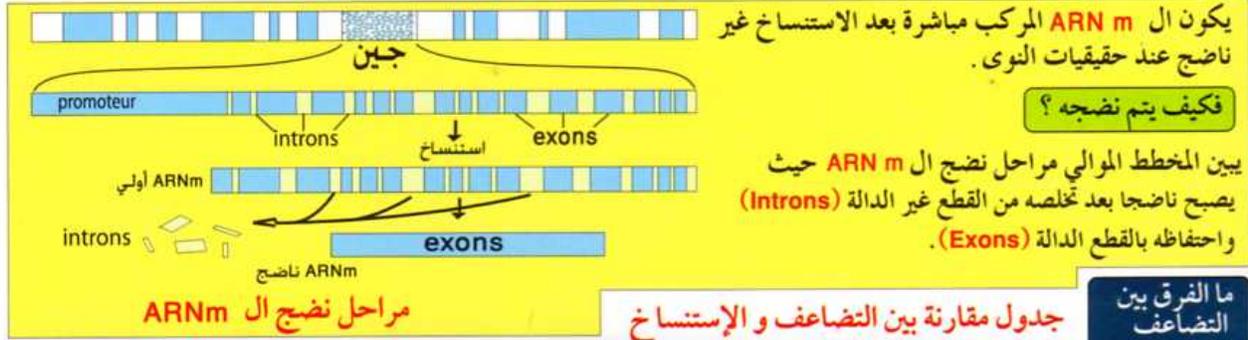
ثانيا: نقرأ الرامزة من جدول الشفرة الوراثية كما يلي:

- الحرف الأول A يقرأ من العمود الأول على اليسار حيث نجد ما يقابله أربع مجموعات من الرامزات وهي: U C A G

- الحرف الثاني C يحدد المجموعة المطلوبة حيث يقرأ من العمود الأفقي الثاني فتكون هذه المجموعة هي الملونة بالأحمر.

- الحرف الثالث يقرأ من العمود الثالث وهو بذلك يحدد الرامزة المطلوبة من هذه المجموعة هي: ACC التي تقابل الحمض الأميني Threonine والذي يرمز له بـ Thr. (راجع ص 8 للتعرف على الأسماء).

يتم استنساخ ARN بواسطة ADN بواسطة إنزيم: ARN Polymerase	عند تثبيت إنزيم ARN Polymerase لا يتم تركيب ARNm أي أن الإنزيم يعمل على استنساخ ARN من الـ ADN.		يبين المنحنى نتائج حقن مادة ألفا أمائتين المثبطة للـ ARN Polymerase على نسبة تركيب الـ ARNm في الخلية.	إظهار دور الـ ARN Polymerase
---	---	--	--	------------------------------



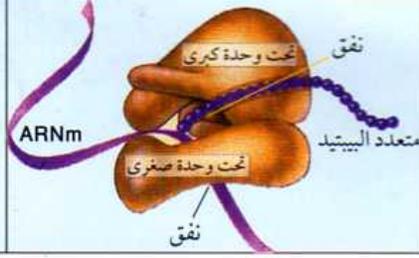
الهدف	الجزء الناتج	الإنزيم المتدخل	الكيفية	جزء الانطلاق	ما الفرق بين التضاعف والإستنساخ؟
تدفق المعلومات الوراثية بهدف انقسام الخلايا	ADN 2 نصف محافظ	ADN polymérase	استنساخ سلسلي الـ ADN معا	ADN	التضاعف (Replication)
تدفق المعلومات الوراثية بهدف تركيب البروتينات	ARNr ARNt ARNm	ARN polymérase	استنساخ سلسلة واحدة من الـ ADN تسمى السلسلة المستسخة	ADN	الاستنساخ (Transcription)

يراجع مفهوم النصف المحافظ من كتاب سنة الثانية علوم تجريبية

يبين الجدول الموالي كيفية إظهار عملية الترجمة والتجارب التي تسمح بإثبات العناصر المتدخلة فيها.

إثبات الظاهرة	النشاطات	التفسير	الإستنتاج
1 إظهار مقر تركيب البروتينات وإفرازها	<p>المرحلة 1: بعد وضع الخلايا العنقودية للبنكرياس في وسط به لوسين مشع ثم استبداله بعد فترة بوسط غير مشع، تبين نتائج التصوير الإشعاعي الذاتي وجود إشعاع في مستوى الشبكة الهيولية المحيطة.</p> <p>المرحلة 2: ظهور الإشعاع بعد فترة على مستوى جهاز جولجي.</p> <p>المرحلة 3: انتقال الإشعاع بعد فترة إلى الحويصلات الإفرازية.</p>	<p>ظهور الإشعاع دليل على دمج اللوسين في السلسلة البيبتيدية المركبة. ومن خلال الأشكال الثلاثة يتبين أن إفراز المادة البروتينية الإفرازية (الأنسولين) تمر بمرحلتين وذلك وفق انتقال الإشعاعات من الشبكة الهيولية المحيطة إلى الحويصلات الإفرازية.</p> <p>مرورا بجهاز جولجي.</p>	<p>* يتم تركيب البروتينات في الهيولى على مستوى الشبكة الهيولية المحيطة.</p> <p>* جهاز كولجي مقر نضج وتخصص البروتين.</p> <p>* دور الحويصلات هو نقل البروتين لإفرازه خارج الخلية</p>
2 إظهار عملية الترجمة تحت المجهر الإلكتروني	<p>سلاسل متعددة البيبتيد</p> <p>ريبوزوم</p> <p>ARN m</p>	<p>تظهر الريبوزومات الحرة تحت المجهر الإلكتروني أثناء تركيب متعدد البيبتيد بشكل سبحة مرتبطة بـ ARNm تسمى متعدد الريبوزوم Polysomes، حيث تتم فيها القراءة بشكل تسلسلي الواحدة بعد الأخرى.</p>	<p>الريبوزومات هي مقر تركيب البروتينات سواء مرتبطة بالشبكة الهيولية المحيطة (وتكون أنشط) أو تكون حرة في الهيولى تسمى متعدد الريبوزوم (Polysomes)</p>

### 3 دور الريبوزومات



يظهر الرسم التخطيطي أن الريبوزوم يتكون من تحت وحدتين منفصلتين: صغيرة ويتم في مستواها قراءة الـ ARNm عبر نفق خاص، وتحت وحدة كبرى والتي يتم في مستواها تركيب السلسلة البيبتيدية عبر نفق خاص أيضا.

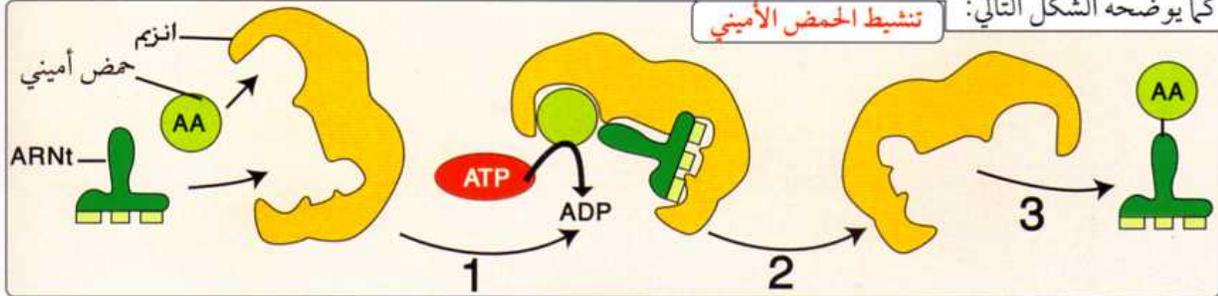
#### ما الفرق بين الـ ARNm و ARNt و ARNr ؟

نوع الـ ARN	الشكل	المكونات	الوزن الجزيئي	معامل الترسيب	المقر	الدور
ARNm الحمض النووي الريبسي الرسول		سلسلة من النكليوتيدات بشكل خطي عددها مختلف	مختلف حسب عدد النكليوتيدات	مختلف لإختلاف الأوزان الجزيئية	30S	نقل الشفرة الوراثية
ARNt الحمض النووي الريبسي الناقل		سلسلة من النكليوتيدات عددها 75 نكليوتيدة	$2.5 \times 10^4$ الكمية 15% من مجموع ARN الخلية	4S	23S	نقل الأحماض الأمينية بعد تنشيطها
ARNr الحمض النووي الريبسي		ت. و. كبرى: سلسلتان من النكليوتيد + 31 نوع من البروتينات ت. و. صغيرة: سلسلة من النكليوتيد + 21 نوع من البروتينات	$1.2 \times 10^6$ $3.6 \times 10^4$ $0.55 \times 10^6$	23S 5S 16S	50S	تركيب السلاسل البيبتيدية

جدول مقارنة بين أنواع الـ ARN

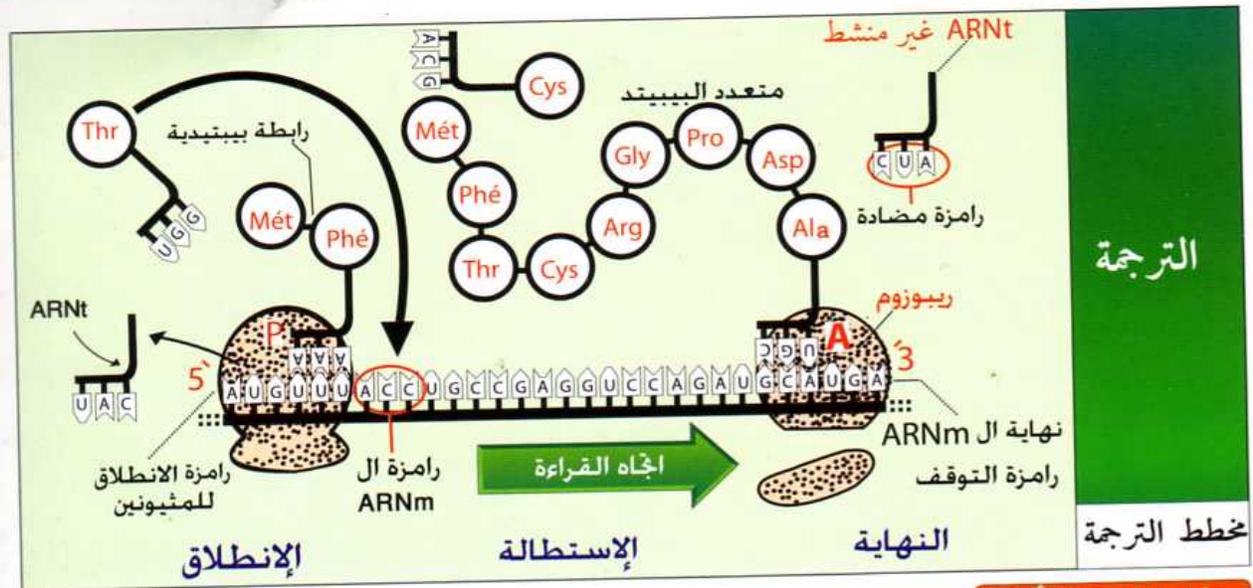
#### كيف يتم تنشيط الأحماض الأمينية؟

تنشيط الحمض الأميني يعني ربطه بـ ARNt الحامل للرامزة المضادة المتوافقة مع رامزة ARNm. تتطلب العملية إنزيم و طاقة كما يوضحه الشكل التالي:



#### ما الفرق بين النكليوتيد والنكليوزيد؟

<p>قاعدة أزوتية ribose Phosphate نيكليوتيدة الـ ADN</p>	سكر خماسي + حمض فوسفور + قاعدة أزوتية وهي الوحدة البنائية للحمض النووي ARN و ADN.	النكليوتيد Nucleotide
<p>قاعدة أزوتية ribose</p>	سكر خماسي + قاعدة أزوتية وتمثل وحدة الارتباط بين سلسلتي الـ ADN	النكليوزيد Nucleoside



## الترجمة

### مخطط الترجمة

### خلاصة الوحدة الأولى:

**ما مصير الأحماض الأمينية؟**

**بنائية** تدخل في بناء العناصر الخلوية مثل بروتينات الأغشية الخلوية، والميستونات (بروتين ADN)، بروتينات الريبوزوم.

**وظيفية** ذات دور بيولوجي

- وسائط كيميائية (إنزيمات) مثل ARN Polymerase
- النقل: الهيموغلوبين لنقل الأكسجين
- نقل رسالة كيميائية: هرمون الأنسولين

تبيّن تجربة الخلايا الإفرازية (ص 2) أن مصير الأحماض الأمينية الناتجة من عملية الهضم هو تركيب بروتينات نوعية كترجمة للمعلومات الوراثية حيث تخصص في البناء والوظيفة لتجسيد الصفات الوراثية:

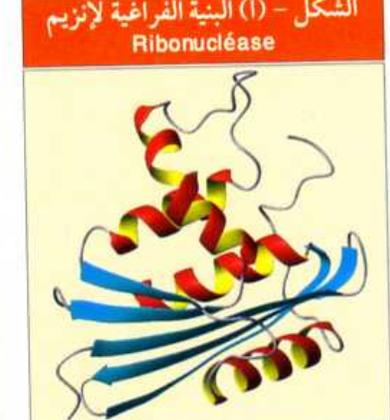
## الوحدة الثانية العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين

**تمهيد** كل البروتينات المركبة في البداية متشابهة في بنيتها إنما عبارة عن سلاسل خطية. بعد ذلك تكتسب بنى فراغية مختلفة ثانوية وثالثية ورابعة لتقوم بوظائف محددة.



إنزيم ARNase (Ribonucléase) يفكك ARNm بعد أداء دوره في تركيب متعدد البيبتيد، فهو ينقي الخلية من آثار ARNm. يبين الشكل (أ) بنية إنزيم ريبونكلياز مأخوذة من برنامج Rastop حيث يبدو عن طريق التمثيل الشريطي السميك (caricature) ذا بنية ثالثة تتكون من أربع سلاسل حلزونية (بنية ثانوية من نوع  $\alpha$ ) وخمس سلاسل من نوع الأوراق المطوية (بنية ثانوية من نوع  $\beta$ ) تربط بينها أربع جسور كبريتية. إلى جانب مناطق الانعطاف. أما الشكل (ب) يمثل رسماً تخطيطياً للنتائج التجريبية.

عند معاملة الإنزيم باليوريا ومركب  $\beta$ -mercaptoéthanol فإن بنيته تتأثر وبالتالي يصبح غير فعال حيث توضح طريقة المعاملة ونتائجها وفق الجدول الموالي.



المرحلة	المعاملة	النتيجة
Ribonucléase A	بدون معاملة	البنية طبيعية والإنزيم فعال.
Ribonucléase B	$\beta$ -mercaptoéthanol + يوريا	يتخرب الإنزيم بفقدان بنيته الثانوية والثالثة. إنزيم غير فعال.
Ribonucléase C	$\beta$ -mercaptoéthanol بعد إزالة تأثير اليوريا	يفقد الإنزيم الانطواءات الطبيعية ويحتفظ بالروابط ثنائية الكبريت لكن بطريقة مخالفة. إنزيم غير فعال.



## المجال المعرفي الأول

### التخصص الوظيفي للبروتينات

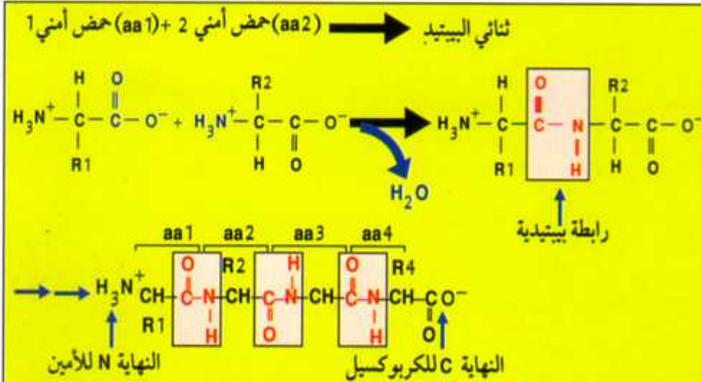
ما معنى السلوك الحمقلي للأحماض الأمينية؟

ترتبط بالحمض الأميني مجموعتان وظيفتان مجموعة حمضية كربوكسيلية (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 الحمقلي للحمض الأميني. (الخاصية الحمقلية).

كيف يمكن تحديد pHi للحمض الأميني؟

ال **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 حامضيا 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 **pHi** تبعا 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 <b>pHm</b> مرتفع. أي أن <b>pHi &gt; 7</b> .	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 <b>pHi</b> يكون مساويا تقريبا 7: <b>pHi = pHm = 7</b>	عند وضعها في وسط قاعدي أو معتدل فإنها تسلك سلوكا حمضيا، وتسلك سلوكا قاعديا إذا وجدت في وسط حمضي ذي <b>pHm</b> منخفض، أي أن <b>pHi &lt; 7</b> . <b>pHm</b> : يعني PH الوسط



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>حمضية</p> <p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{COO}^- \end{array}</math>                       aspartate <b>Asp</b> </p> <p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{COO}^- \end{array}</math>                       glutamate <b>Glu</b> </p>
القاعدية	<p>قاعدية</p> <p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}</math>                       Lysine <b>Lys</b> </p> <p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{NH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}</math>                       Arginine <b>Arg</b> </p> <p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C} = \text{N} \\   \\ \text{H} \end{array}</math>                       histidine <b>His</b> </p>
العطرية	<p>كارهة للماء ما عدا تيروزين</p> <p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}</math>                       Phe                 </p> <p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_6\text{H}_4\text{OH} \end{array}</math>                       tyrosine <b>Tyr</b> </p> <p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C} = \text{CH} \\   \\ \text{NH} \end{array}</math>                       tryptophane <b>Trp</b> </p>
الأميدية	<p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C} = \text{O} \\   \\ \text{H}_2\text{N} \end{array}</math>                       asparagine <b>Asn</b> </p> <p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C} = \text{O} \\   \\ \text{H}_2\text{N} \end{array}</math>                       glutamine <b>Gln</b> </p>
الكحولية	<p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}</math>                       sérine <b>Ser</b> </p> <p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}</math>                       thréonine <b>Thr</b> </p>
الكبريتية	<p>كارهة للماء</p> <p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{S} \\   \\ \text{CH}_2 \end{array}</math>                       méthionine <b>Met</b> </p> <p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{SH} \end{array}</math>                       cyséine <b>Cys</b> </p>
أليفاتية	<p>كارهة للماء</p> <p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}</math>                       glycine <b>Gly</b> </p> <p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}</math>                       alanine <b>Ala</b> </p> <p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \end{array}</math>                       proline <b>Pro</b> </p> <p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}</math>                       leucine <b>Leu</b> </p> <p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}</math>                       valine <b>Val</b> </p> <p> <math>\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}</math>                       isoleucine <b>Ile</b> </p>

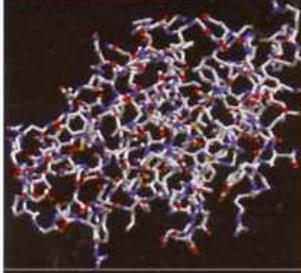
أحماض أمينية متعادلة

الحالة الكهربائية

الشكل

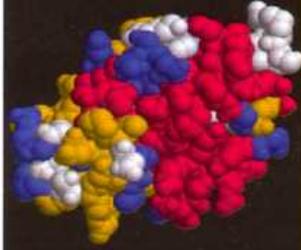
النموذج والهدف منه

العود



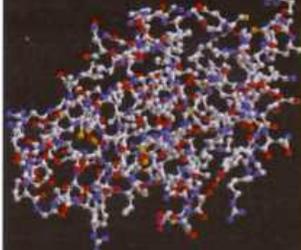
يستعمل للتعرف على السلاسل الكربونية متصلة بالذرات بلونها الخاص.

الكرة المكسدة



يستعمل للتعرف على حجم ال جزيئ البروتيني تظهر فيه الذرات بألوانها الخاصة.

الكرة والعود



يستعمل لتوضيح نوع وعدد الذرات الداخلة في تركيب الجزيئ البروتيني بحيث تكون كل ذرة ملونة بلون خاص.

الشريطي



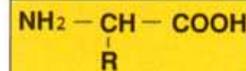
يستعمل للكشف على نوع البنيات الثانوية ألفا بلون أحمر - بيتا بلون أصفر - غير محدد بلون أزرق ومناطق الانعطاف بلون أبيض لتشكيل البنية الثالثة.

الشريطي السميك

يشبه النموذج الشريطي إلا أنه يزيد عنه بتحديد اتجاه البنيات الثانوية بيتا وبالتالي يسمح بالتعرف على بداية ونهاية السلسلة البيبتيدية.

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.

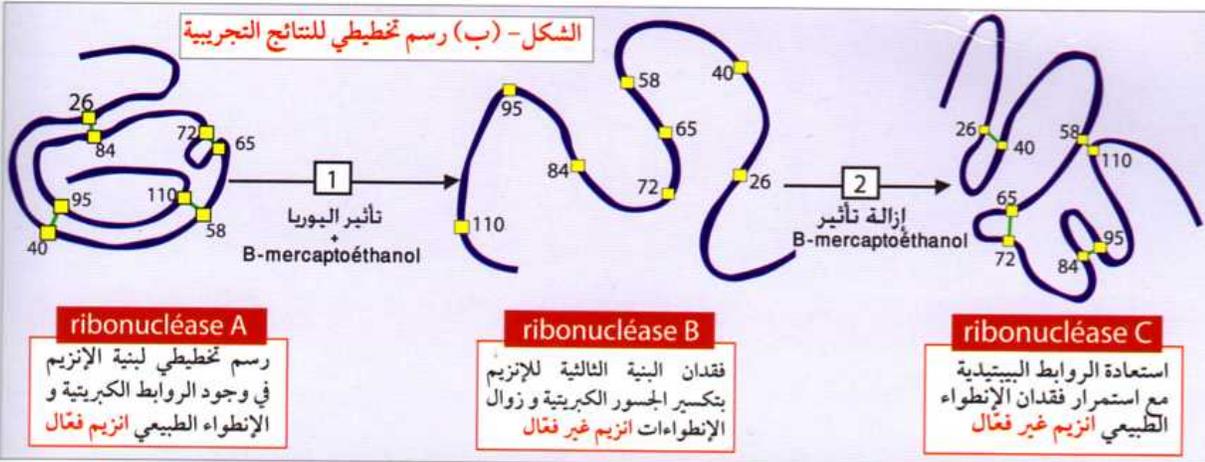


2010 - 119

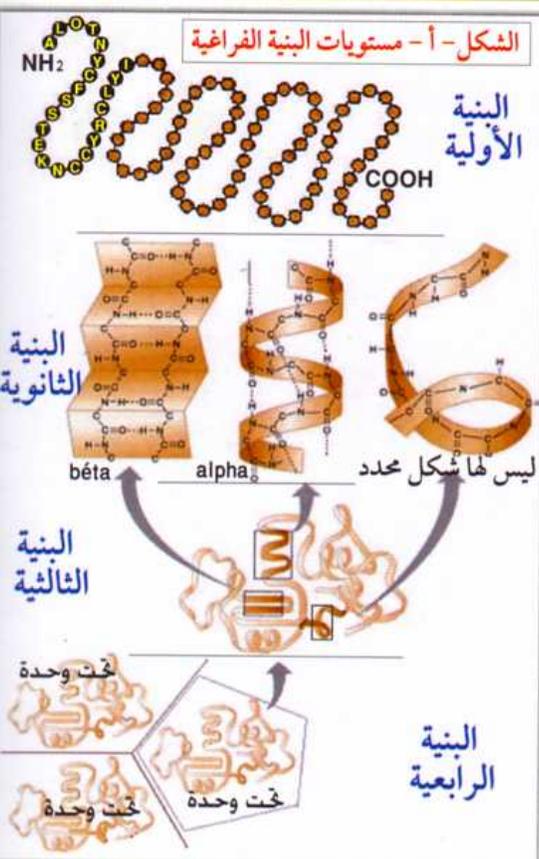
كليك للنشر



ClicEdition



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



ما هي مستويات البنية الفراغية للبروتين؟

تشكل البنية الفراغية انطلاقاً من البنية الأولية ثم البنية الثانوية ثم البنية الثالثة وأخيراً 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.

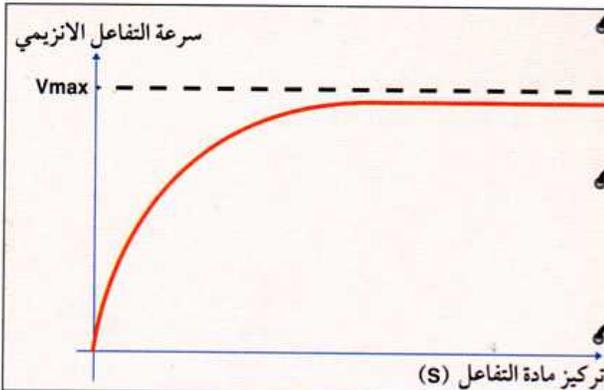
**البنية الرابعة:** وهي تضم مجموع تكتلات لبنيات ثالثة تسمى كل واحدة تحت **وحدة** مثل الهيموغلوبين الذي يتكون من أربع سلاسل بيبتيدية تشكل كل سلسلة تحت وحدة ذات بنية ثالثة مستقلة.

كيف يمكن تمثيل البنية الفراغية للبروتينات؟

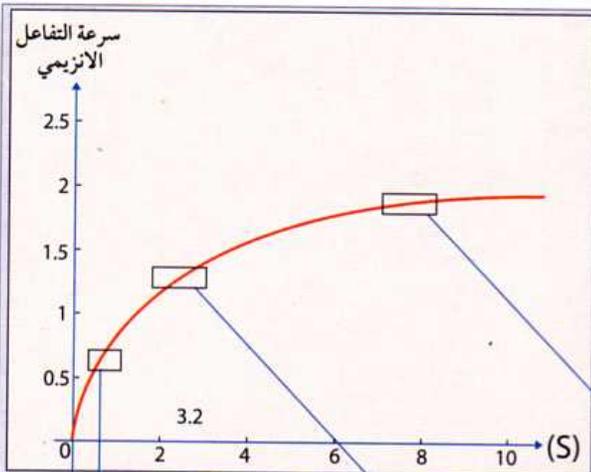


يمكن تمثيل البنية الفراغية للبروتينات بعدة نماذج وذلك حسب الهدف من دراستها. لنأخذ مثلاً عن ذلك الليزوسيم **Lysosyme** وهو إنزيم ذو بنية ثالثة يلعب دور محلل للأجسام الغريبة والبكتيريا تفرزه خلايا الجسم.

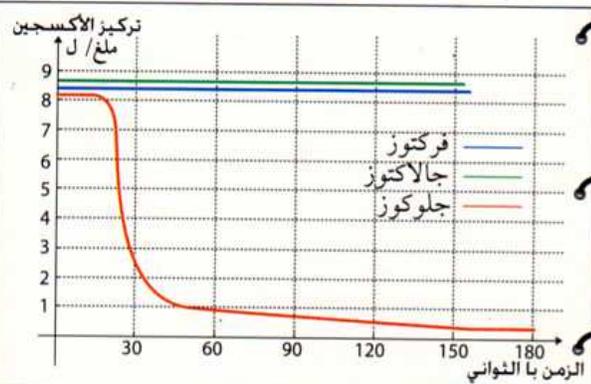
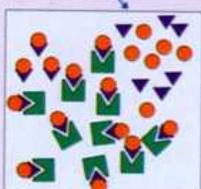
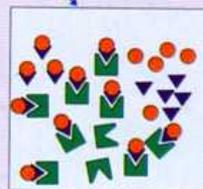
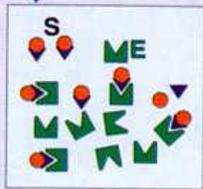
يوضح الجدول الموالي نماذج تمثيل الإنزيم باستعمال برنامج **Rastop** مع توضيح الهدف من استعمال كل نموذج.



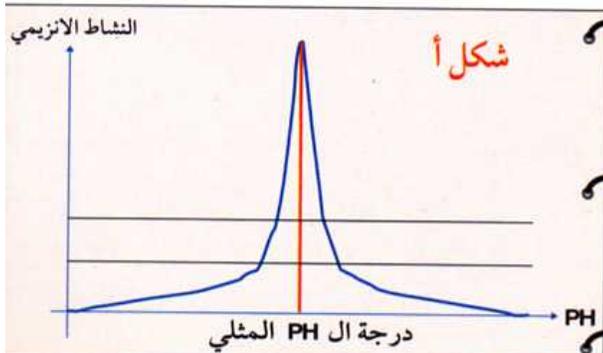
2 يبين المنحنى التالي أن سرعة التفاعل الإنزيمي تزداد بزيادة مادة التفاعل إلى أن تبلغ أقصاها ( $V_{max}$ ) حيث تبقى ثابتة مهما زادت كمية مادة التفاعل. ونفس ذلك بأن المواقع الفعالة لكمية الإنزيمات المتواجدة لم تكن كلها محجوزة من طرف مادة التفاعل التي تكون في البداية قليلة التراكيز. لكن عند التراكيز العالية 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.



ومنه نستنتج بأن النشاط الإنزيمي يزداد بزيادة مادة التفاعل



3 عند استبدال مادة التفاعل (الجلوكوز) بالفركتوز والجالاكتوز في وجود الأكسجين وإنزيم **Glucose Oxidase** فإن المنحنى المسجل يبين أن الأكسجين يكون ثابتا عند كل من الفركتوز والجالاكتوز ويتناقص تدريجيا عند الجلوكوز. ونفس 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 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

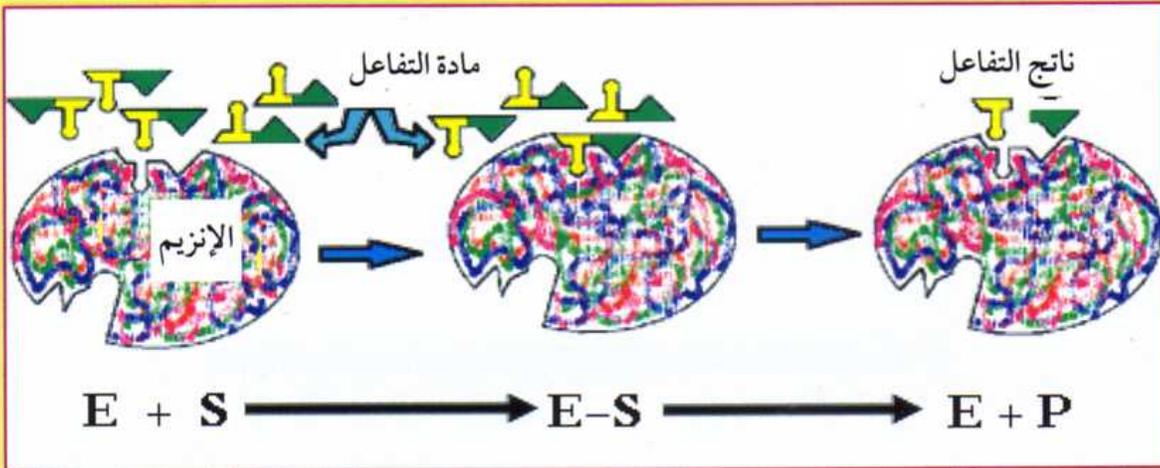
ترجمة

سلسلة ببتيدية ذات بنية أولية

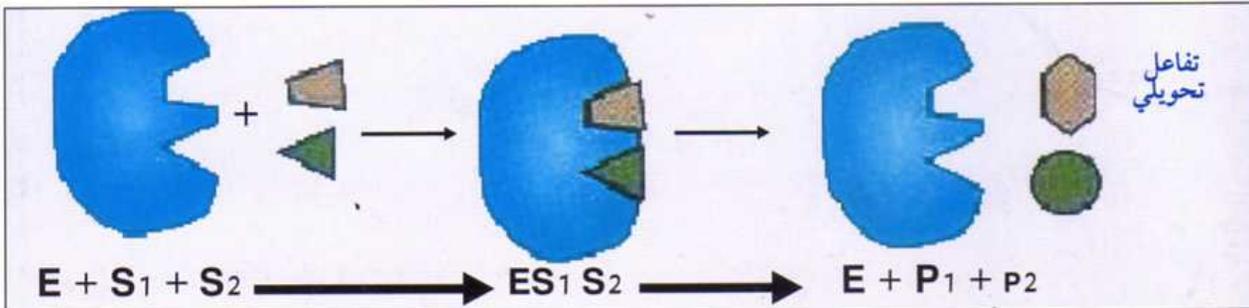
إنزيم ذو بنية محددة وموقع فعال خاص يتوافق بنيويا مع مادة تفاعل معينة

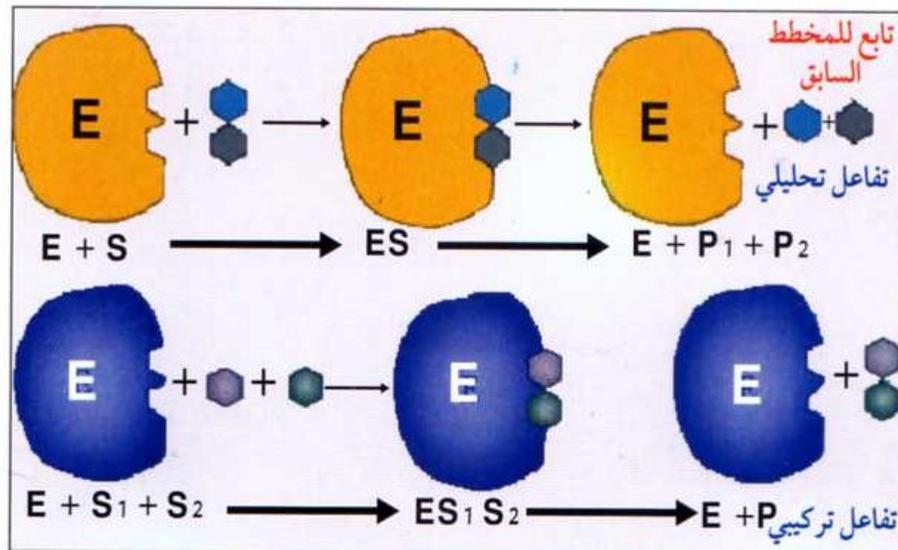
تشكل بنية فراغية خاصة نتيجة الروابط الثانوية

- 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 يبدي تكاملا بنيويا مع مادة التفاعل إما بشكل طبيعي مثل القفل و المفتاح كما يبينه الشكل أدناه. أو تحفزي 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 و هجومية 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>1- الحواجز الطبيعية</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>2- آليات ميكانيكية</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>الاستجابة الالتهابية</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 اللmf و الدم. 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 و التي 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 )