السلسلة الفضّية

الأستاذ بن خريف مصطفى

الأستاذ بن مدانى جلال

بالتعاون مع فريق عكاشة

علوم الطبيعة والحياة

من الألف إلى الياء

كل ما تحتاجه فى كتاب واحد شامل

منهجية الأجابة فى البكالوريا

دروس شاملة ومفصلة وبطريقة بسيطة

جميع التجارب المقررة فى برنامج البكالوريا

حوليات وطنية مقسمة حسب الوحدات ومرتبة حسب نموذج التمرين

حوليات أجنبية مقسمة حسب الوحدات ومرتبة حسب نموذج التمرين

تمارين مقترحة مقسمة حسب الوحدات ومرتبة حسب نموذج التمرين

أجوبة دقيقة ومفصلة

موافقة للبناء الجديد للاختبار

التحضير الجيد لبكالوريا الجزائر

عكاشة
BOOKSTORE
We can help you
بمكننا أن نساعدك

Scanned by TapScanner

جدول محتويات السلسلة الفضية في علوم الطبيعة والحياة

امتحان شهادة البكالوريا 7
منهجية الإجابة 8

المجال 1: التخصص الوظيفي للبروتينات

الوحدة 01: تركيب البروتين 11
I- جزء الدروس 11
1- اكتشاف 11
2- مفاهيم أساسية 11
3- الاستنساخ 12
4- الشفرة الوراثية 18
5- الترجمة 20
خلاصة 22
II- جزء التمارين 24
نماذج عن التمرين الأول .24 | نماذج عن التمرين الثاني 33 | نماذج عن التمرين الثالث 46

الوحدة 02: العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين 56
I- جزء الدروس 56
1- الأحماض الأمينية 56
2- بنية البروتين 58
3- العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين 61
خلاصة 63
II- جزء التمارين 64
نماذج عن التمرين الأول .64 | نماذج عن التمرين الثاني 74 | نماذج عن التمرين الثالث 77

Scanned by TapScanner

الوحدة 03: دور البروتينات في التحفيز الإنزيمي 84

I- جزء الدروس 84

1- مفهوم الإنزيم وأهميته 84
2- بنية الانزيم 84
3- تفاعل إنزيمي 84
4- حركية الإنزيم 87
5- عوامل الوسط المؤثرة على نشاط الإنزيم 90

II- جزء التمارين 93

نماذج عن التمرين الأول . 93 | نماذج عن التمرين الثاني .. 96 | نماذج عن التمرين الثالث 111

الوحدة 04: دور البروتينات في الدفاع عن الذات 131

I- جزء الدروس 131

1- مناعة طبيعية ومناعة مُكتَسبة 131
2- جهاز مناعي 132
3- ذات ولاذات 132
4- مولد الضد 141
5- استجابة خلطية 141
6- استجابة خلوية 149
7- تحفيز الخلايا المناعية 155
8- اختيار نمط الاستجابة المناعية 156
9- فقدان المناعة المكتسبة (سيدا) 159
خلاصة 163

II- جزء التمارين 164

نماذج عن التمرين الأول 164 | نماذج عن التمرين الثاني 177 | نماذج عن التمرين الثالث 199

الوحدة 05: دور البروتينات في الاتصال العصبي 231

I- جزء الدروس 231

1- كمون وتيار 231
2- جهاز عصبي 231
3- منعكس عضلي 234
4- كمون الراحة 235
5- كمون العمل 239
6- نقل مشبكي 243
7- إدماج عصبي 247
8- المخدرات 247
خلاصة 248

II- جزء التمارين 249

نماذج عن التمرين الأول 249 | نماذج عن التمرين الثاني .258 | نماذج عن التمرين الثالث 273

المجال 02: تحولات طاقوية

I- جزء الدروس 293

الوحدة 01: تركيب ضوئي 293

1- تركيب ضوئي 293
2- شدة التركيب الضوئي 294
3- مقر التركيب الضوئي 295
4- مراحل التركيب الضوئي 297
5- حصيلة التركيب الضوئي 309
خلاصة 309

الوحدة 02: تنفس وتخمر 310

I- التنفس 310

1- مقر التنفس 310
2- مراحل التنفس 311
3- مقارنة بين الفسفرة التأكسدية والفسفرة الضوئية 318
4- حصيلة طاقوية للتنفس 318

Scanned by TapScanner

امتحان شهادة البكالوريا

امتحان مادة علوم الطبيعة والحياة لشعبة العلوم التجريبية يتضمن موضوعين (02) على الخيار. مدة الامتحان أربع (04) ساعات، تضاف لها نصف ساعة (30 دقيقة) لاختيار الموضوع.

يبنى الاختبار بكيفية تحقيق العدل والإنصاف بين كل التلاميذ بحيث:

- المواضيع مطابقة لما درسه التلاميذ في الأقسام.
- التمارين متنوعة تغطي المجالات التي درسها التلاميذ.
- المواضيع تصاغ بعناية وأسلوب واضح يكون مفهوما من طرف كل مترشح وتكون التعليمات دقيقة وخالية من الغموض والتأويل.
- المواضيع تحترم المدة الضرورية لإنجازها بالنظر إلى مترشح ذو مستوى دراسي متوسط.
- قابلية الموضوع للحل من قبل مترشح متوسط المستوى خلال الزمن المخصص للاختبار.
- يؤخذ بعين الاعتبار الزمن اللازم للقراءة، الفهم، التفكير والإجابة الكتابية.

والشكل العام للمواضيع ينجز بعناية بحيث يرقم الموضوعين وترقم الصفحات والتمارين والفقرات والوثائق والتعليمات، وتوضع النقطة الممنوحة لكل تمرين. الوثائق تكون واضحة والنصوص مقروءة ودقيقة علميا ولغويا.

- يشمل كل موضوع ثلاثة تمارين مستقلة إجبارية.

التمرين الأول (05 نقاط): استرجاع معارف

يحوي التمرين جزءا واحدا، يتضمن وثيقة واحدة تحتوي على شكل أو شكلين، يمكن أن تكون صورا، رسوما تخطيطية أو نصا، ويمكن ألا يتضمن التمرين أي وثائق. عدد التعليمات في هذا التمرين لا يتجاوز الاثنين، يطلب في التعليمة الثانية غالبا إنجاز نص علمي.

التمرين الثاني (07 نقاط): استدلال علمي

يحوي التمرين جزأين (الجزء الأول، الجزء الثاني)، ويتضمن وثيقتين على الأكثر تحتوي أربع أشكال على الأكثر.

عدد التعليمات لا يتجاوز الاثنين في الجزء الأول ولا يتجاوز الثلاثة في الجزء الثاني.

الاستدلال العلمي: هو عملية بحث منظم وتفكير معمق باستغلال الوثائق المقدمة في التمرين مع معلوماتك القبلية مما يسمح بتقديم الحجج والأدلة والتبريرات بطريقة معمقة ودقيقة لإستحداث معلومة جديدة.

التمرين الثالث (08 نقاط): استدلال علمي ضمن مسعى علمي

يحوي التمرين ثلاثة أجزاء (الجزء الأول، الجزء الثاني، الجزء الثالث)، يتضمن وثيقتين على الأكثر، تحتوي خمسة أشكال على الأكثر. الجزء الثالث يطلب فيه إنجاز حصيلة تركيبية: خلاصة، رسما تخطيطيا، مخططا أو نصا علميا.

المسعى العلمي (المنهج العلمي، المنهج التجريبي): هو الطريقة العملية التي يستخدمها العلماء من أجل جمع معلومات يتوصلون بها لفهم ظاهرة طبيعية، ويتضمن المسعى العلمي بالضرورة استدلالا علميّا.

Scanned by TapScanner

منهجية الإجابة

طرح مشكل علمي: نصيغه على شكل سؤال كأن نبدأ بـ: كيف نفسر...؟

صياغة فرضية: نقترح حلا تفسيريا مؤقتا قابلا للاختبار بالملاحظة والتجريب.

تحليل: يمر التحليل بثلاث مراحل.

1- نعرف بالوثيقة المدروسة.

2- نفكك المعطيات العلمية إلى مختلف أجزائها ونجد علاقة بين العناصر.

3- نقدم استنتاجا.

مثال: تحليل منحنى

يعبر المنحنى عن ظاهرة بيولوجية محددة متغيرة بدلالة بعد معين قد يكون مثلا الزمن أو تركيز مادة أو إضافة مادة أو الإضاءة والظلام... يمر تحليل منحنى بثلاث مراحل كذلك:

1- تحديد الظاهرة المدروسة: نحدد الظاهرة المتغيرة على محور أو محاور التراتيب ونحدد العامل المتغير على محور الفواصل.

2- دراسة تغيرات الظاهرة: نقوم بتقسيم المنحنى إلى فترات زمنية أو مراحل أو مقاطع حسب نوع الوثيقة، ونذكر الوحدات المستعملة. لا نقول "يرتفع المنحنى" أو "ينخفض المنحنى"، بل نقول "زيادة الظاهرة" أو "تناقصها".

- نبحث عن التغيرات الموجودة مثل التزايد، التناقص، الثبات، الاستقرار، التوقف، الانعدام...

3- الاستنتاج.

استنتاج: نقدم فكرة أساسية انطلاقا من معطيات مقدمة.

تفسير: نذكر الظاهرة أو النتيجة أو الملاحظة ثم نقدم أسبابها، وذلك بالإجابة عن السؤالين: لماذا؟ وكيف؟

مقارنة: تتم المقارنة في ثلاث مراحل.

1- نحدد موضوع المقارنة والهدف منه.

2- نستخرج أوجه الشبه والاختلاف.

3- نقدم استنتاجا.

تعليل (تبرير): نقدم الأدلة على صحة ما طلب تعليله. التعليل ليس له صيغة معينة، قد يكون على شكل تحليل أو ملاحظة أو مقارنة...

كتابة نص علمي

- **مقدمة:** نكتب سياقا للظاهرة ثم نطرح المشكل العلمي.
- **عرض:** نجيب عن المشكل العلمي المطروح بالتفصيل وبأسلوب علمي دقيق ولغة سليمة.
- **خاتمة:** نكتب الفكرة الأساسية التي تجيب عن المشكل العلمي بإختصار.

استدلال علمي

- نستغل النتائج والمعطيات: نبدأ بقراءة الوثيقة وتوضيح الملاحظات (تبين الوثيقة...، نلاحظ ... وهذا يدل ...).
- ندمج الموارد من المعطيات والمكتسبات. (نعلم أن ...).
- بناء إجابة تفسيرية منسجمة تدمج النتائج. (إذن أو نستنتج أن ...)

نستعمل الاستدلال العلمي للتبيين والتحقق من صحة الفرضية أو الفرضيات.

انجاز رسم تخطيطي وظيفي أو تفسيري: يرسم باليد، يهدف إلى توضيح وظيفة ما، يرفق إجباريا بكامل البيانات اللازمة والتي لها علاقة مباشرة أو غير مباشرة بالوظيفة المراد توضيحها.

مخطط تركيبي: هي تمثيل تخطيطي يلخص عناصر الموضوع بوضوح، لهذا يطلب دائما في آخر سؤال من التمرين. ينجز كالآتي:

- نحدد العناصر الأساسية المكونة للموضوع المدروس في التمرين، وهي عادة ما تكون واردة في التمرين بشكل متسلسل.
- نرتب هذه العناصر حسب تسلسلها وننظمها أفقيا أو عموديا.
- نربط بين مختلف العناصر بشكل منطقي باستعمال أسهم ذات اتجاه صحيح.
- نضع عنوانا مناسبا للمخطط.

شرح: نبسط ما يطلب شرحه.

ذكر: نعد باختصار دون تفصيل وبحد أدنى من الكلمات.

عد: نذكر أسماء جميع العناصر دون التعليق عليها.

وصف: قراءة إجمالية وترجمة لما نلاحظه من تطورات لظاهرة معينة، لا نستعمل كلمات أو تعابير تفيد المقارنة مثل بينما أو التعليل مثل لأن.

تصنيف: ننظم ونوزع في مجموعات أو أقسام وفق ترتيب معين انطلاقا من معيار واحد أو عدة معايير.

Scanned by TapScanner

الوحدة 01: تركيب البروتين

I- جزء الدروس

1- اكتشاف

- **المورثات تحدد النمط الظاهري:** في سنة **1902** وضع طبيب بريطاني نظرية مفادها أن "المورثات تحدد النمط الظاهري" بواسطة إنزيمات تحفز تفاعلات كيميائية محددة في الخلية. واستدل على ذلك من الأمراض الوراثية حيث تنتج أعراضها (الصفات) من عجز العضوية عن تركيب إنزيم معين.
- **مورثة واحدة – إنزيم واحد:** بعد ذلك توصل العلماء إلى اكتشاف حول العلاقة بين المورثة والإنزيم تم تلخيصه في النظرية "مورثة واحدة إنزيم واحد"، أي كل مورثة مسؤولة عن تركيب إنزيم معين.
- **مورثة واحدة – بروتين واحد:** بعد دراسات أكثر دقة عن البروتينات، تم تغيير هذه الفرضية لأن البروتينات ليست كلها إنزيمات، فمثلا الكيراتين بروتين بنيوي يركب شعر الثدييات، والأنسولين هو هرمون... ووضعت الفرضية "مورثة واحدة بروتين واحد".
- **مورثة واحدة – متعدد ببتيد واحد:** بعد التوصل إلى أنه توجد عدة بروتينات تتركب من سلسلتين ببتيديتين مختلفتين أو أكثر لكل منها مورثة خاصة، مثل الهيموغلوبين الذي يتركب من أربع سلاسل، وجب على العلماء تغيير صيغة الفرضية السابقة إلى "مورثة واحدة متعدد ببتيد واحد".

2- مفاهيم أساسية

2-1- تعبير مورثي

ظاهرة حيوية يتم فيها التعبير عن المعلومات الوراثية المحمولة على الـ **ADN** إلى بروتينات أو **ARN** وظيفي مثل الـ **ARNt** والـ **ARNr**. في الخلايا حقيقية النواة يتم التعبير عن المورثات إلى بروتينات في مرحلتين: الاستنساخ في النواة والترجمة في الهيولى.

2-2- نمط تكويني ونمط ظاهري

في النواة، توجد جزيئات ضخمة تحمل المعلومات الوراثية لكل بروتينات الخلية تسمى الحمض النووي منقوص الأكسجين (**ADN**). كل قطعة من الـ **ADN** مسؤولة عن تركيب متعدد ببتيد معين وتسمى المورثة، يسمى مجموع المورثات بالنمط التكويني أو النمط الوراثي. ينتج عن التعبير المورثي للمورثات بروتينات نوعية تتشكل منها البنيات الخلوية وتقوم بمختلف الوظائف فتكسب العضوية صفات وراثية خاصة بها، يسمى مجموع الصفات بالنمط الظاهري ويظهر على ثلاث مستويات: الجزيئي، الخلوي والعضوي.

2-3- معلومة وراثية، مورثة وأليل

تتركب المورثة من تتالي عدد محدد من النكليوتيدات، يشكل هذا التتابع معلومة وراثية لمتعدد ببتيد معين. تختلف النكليوتيدات في القاعدة الآزوتية فقط لذا يمكن القول بأن المعلومة الوراثية تكتب بترتيب عدد محدد من القواعد الآزوتية.

Scanned by TapScanner

تحمل المورثة المعلومة الوراثية لمتعدد ببتيد معين، ويمكن أن يوجد اختلاف طبيعي في بعض القواعد الآزوتية لنفس المورثة بين أفراد النوع الواحد، وبالتالي يوجد لنفس المورثة عدة أشكال ينتج عنها صفات متقاربة، كل شكل منها يسمى أليلا.

قد يتغير التتابع النكليوتيدي بسبب نزع، إضافة، استبدال أو قلب نكليوتيدة أو أكثر ويسمى ذلك بالطفرة، وهي ظاهرة نادرة ومفاجئة تحدث بصورة تلقائية أو يمكن إحداثها بواسطة عوامل فيزيائية كالأشعة السينية X.

3- الاستنساخ

3-1- مفهوم الاستنساخ

الإستنساخ هو تركيب جزيء ARN انطلاقا من المعلومة الوراثية المحمولة على الـ ADN.

يمكن ملاحظة عملية الاستنساخ بالمجهر الالكتروني على مستوى النواة حيث يظهر خيط مركزي سميك يمثل الـ ADN، تتفرع منه عدة خيوط رفيعة متزايدة الطول في اتجاه واحد تمثل جزيئات ARN في طور التشكل.

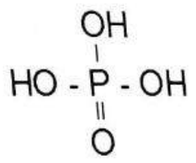
يسمى الـ ARN الناتج عن استنساخ مورثة مسؤولة عن تركيب بروتين معين بالـ ARN الرسول أو ARNm.

تجارب تظهر مكونات وبنية الـ ARN

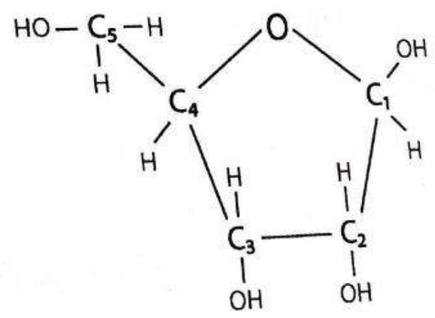
❖ تجربة 1: الإماهة الكلية

يتم فيها تفكيك الـ ARN إلى جزيئات أساسية باستعمال حمض قوي (HCl) أو قاعدة قوية (NaOH) وفي درجة حرارة مرتفعة. ينتج عنها ثلاث جزيئات أساسية:

- حمض الفوسفوريك (H_3PO_4)



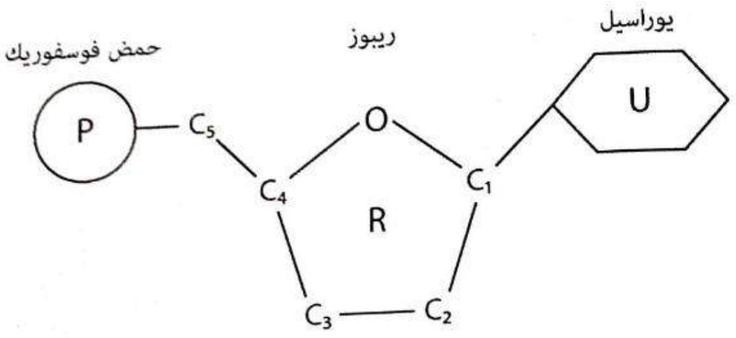
- سكر خماسي: الريبوز ($C_5H_{10}O_5$)



- أربعة أنواع من القواعد الآزوتية:
- قواعد آزوتية بيريميدينية: يوراسيل (U) وسيتوزين (C).
- قواعد آزوتية بيورينية: أدنين (A) وغوانين (G).

❖ تجربة 2: الإماهة الجزئية

يتم فيها تفكيك جزئي الـ ARN بواسطة الإنزيم ARNase (إماهة إنزيمية)، ينتج عنها عدد كبير من أربعة أنواع من الوحدات تسمى نكليوتيدات. تتركب النكليوتيدة الواحدة من سكر الريبوز ترتبط به القاعدة الآزوتية بالكربون رقم 1' من جهة وحمض الفوسفوريك بالكربون رقم 5' من جهة أخرى.



النيوكليوتيدة المميّزة للـ ARN
- اليوريدين أحادي الفوسفات UMP -

مقارنة بين الـ ADN والـ ARN

- **أوجه التشابه:** يتماثل التركيب الكيميائي للـ ADN والـ ARN في ثلاثة أنواع من القواعد الآزوتية: A، C وG. بالإضافة إلى حمض الفوسفور.
- **أوجه الاختلاف**

ADN	ARN
بنية فراغية	حلزوني مضاعف	شريط خطي
عدد سلاسل متعدد النكليوتيد	سلسلتين	سلسلة واحدة
قاعدة آزوتية مميزة	T	U
نوع السكر	ريبوز منقوص الأكسجين	ريبوز عادي

3-2- عناصر الاستنساخ

تتدخل في عملية الاستنساخ أربعة عناصر: مورثة، الإنزيم ARN بوليميراز، نكليوتيدات حرة وطاقة (ATP).

أ- مورثة

تحمل المعلومة الوراثية للبروتين على شكل تتابع مُحدّد لعدد من النكليوتيدات.

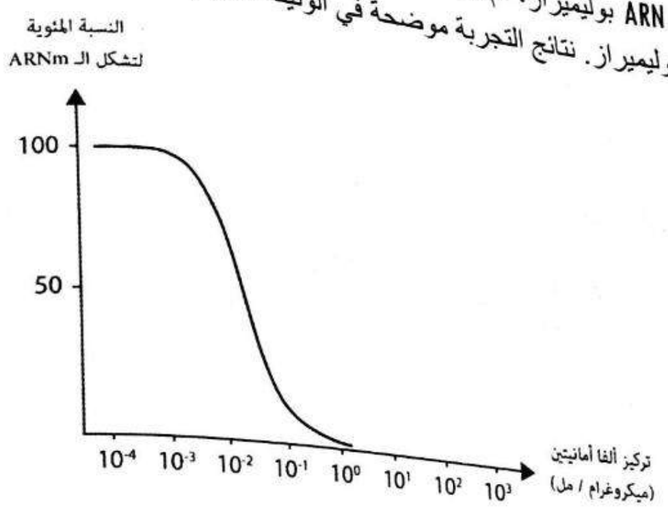
ب- ARN بوليميراز

مسؤول عن عملية الاستنساخ.

Scanned by TapScanner

تجربة تظهر دور الإنزيم ARN بوليميراز.

لإظهار دور الإنزيم **ARN** بوليميراز، تم استعمال المركب α – أمانيتين مستخرج من فطر سام وهو مثبط نوعي للإنزيم **ARN** بوليميراز. نتائج التجربة موضحة في الوثيقة التالية:



❖ تحليل المنحنى

يمثل المنحنى تغير النسبة المئوية لتشكل الـ **ARNm** بدلالة تركيز المركب السام α – أمانيتين، حيث نلاحظ:

- من 0 إلى 10^{-3} ميكروغرام / مل: النسبة المئوية لتشكل الـ **ARNm** ثابتة عند القيمة **100 %**. دليل على أن التركيز الضعيف للمادة السامة لم يؤثر على عمل الإنزيم وحدوث عملية الاستنساخ بشكل طبيعي.
- من 10^{-3} إلى 10^{0} ميكروغرام / مل: كلما زاد تركيز المركب السام تناقصت نسبة الـ ARN_m المتشكل حتى تنعدم في 10^{0} (ميكروغرام / مل). دليل على أن المادة السامة ثبطت عمل الإنزيم تدريجيا حتى توقفت عملية الاستنساخ.

نستنتج أن الـ ARN بوليميراز هو الانزيم المسؤول عن تركيب الـ **ARNm** (حدوث عملية الاستنساخ).

ج- نكليوتيدات حرة

الوحدات البنائية لل **ARN** وهي أربعة أنواع: يوريدين، سيستيدين، أدينوزين وقوانوزين.

د- طاقة (ATP)

ضرورية لدمج النكليوتيدات الحرة في سلسلة الـ **ARN** المتشكلة.

3-3- آلية الاستنساخ

تمر عملية الاستنساخ بثلاث مراحل: بداية، استطالة ونهاية.

أ- بداية

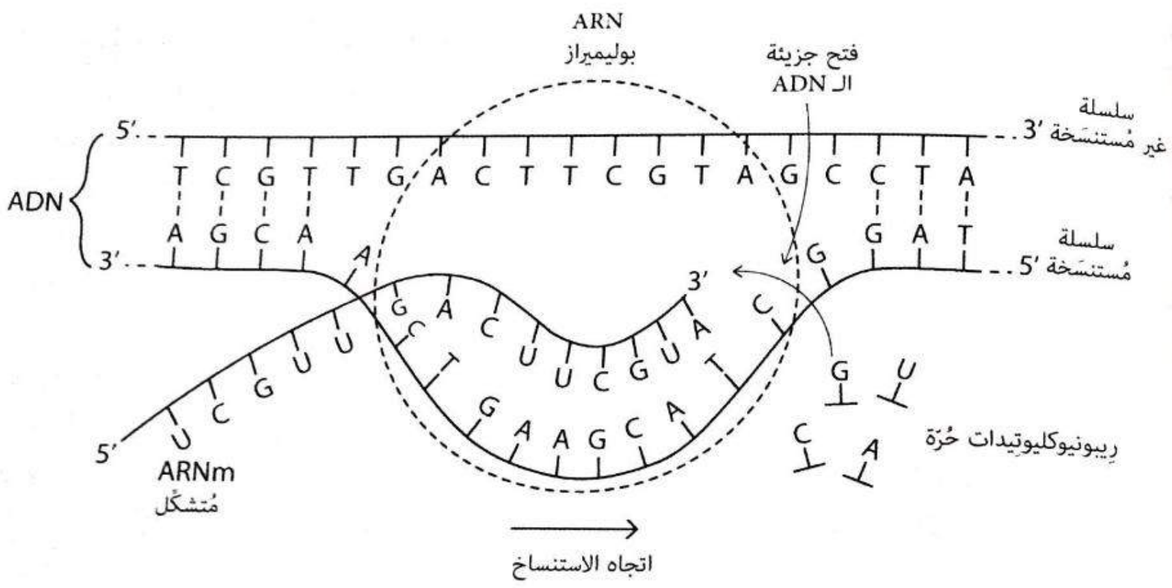
يرتبط الإنزيم **ARN** بوليميراز ببداية المورثة، يكسر الروابط الهيدروجينية ويفتح السلسلتين ويزيل التفافهما (تفتح السلسلتين في منطقة تواجد الإنزيم فقط)، يقرأ تتابع النكليوتيدات على إحدى السلسلتين وتسمى السلسلة الناسخة أو المستنسَخة، ويُثبت النكليوتيدات الحرة المكملة لها في سلسلة جديدة **(ARNm)** بحيث القاعدة **A** في الـ **ADN** يقابلها **U** في الـ **ARN**، **T** يقابلها **A**، **C** يقابلها **G** و**G** يقابلها **C**.

ب- استطالة

ينتقل الإنزيم **ARN** بوليميراز على طول المورثة، يتابع فتح السلسلتين وقراءة تتابع النكليوتيدات على السلسلة الناسخة في الاتجاه **3'** نحو **5'** وربط النكليوتيدات المكملة لها فيستطيل جزيء الـ **ARNm**.

ج- نهاية

يصل الإنزيم إلى نهاية المورثة فينفصل عنها وتلتحم السلسلتين من جديد وتتوقف استطالة الـ **ARNm** الذي ينفصل بدوره.



رسم تخطيطي يمثل عملية الاستنساخ

3-4- أنواع الـ ARN الناتجة عن الاستنساخ

i- ARNm

يتركب الـ **ARNm** من سلسلة **ARN** واحدة من متعدد النكليوتيد يختلف طولها حسب طول المورثة التي استنسخ منها، يحمل نسخة من المعلومة الوراثية للمورثة وينقلها من النواة إلى مقر تركيب البروتين في الهيولى.

تجربة تظهر أن الـ ARNm يحمل نسخة من المعلومة الوراثية للبروتين.

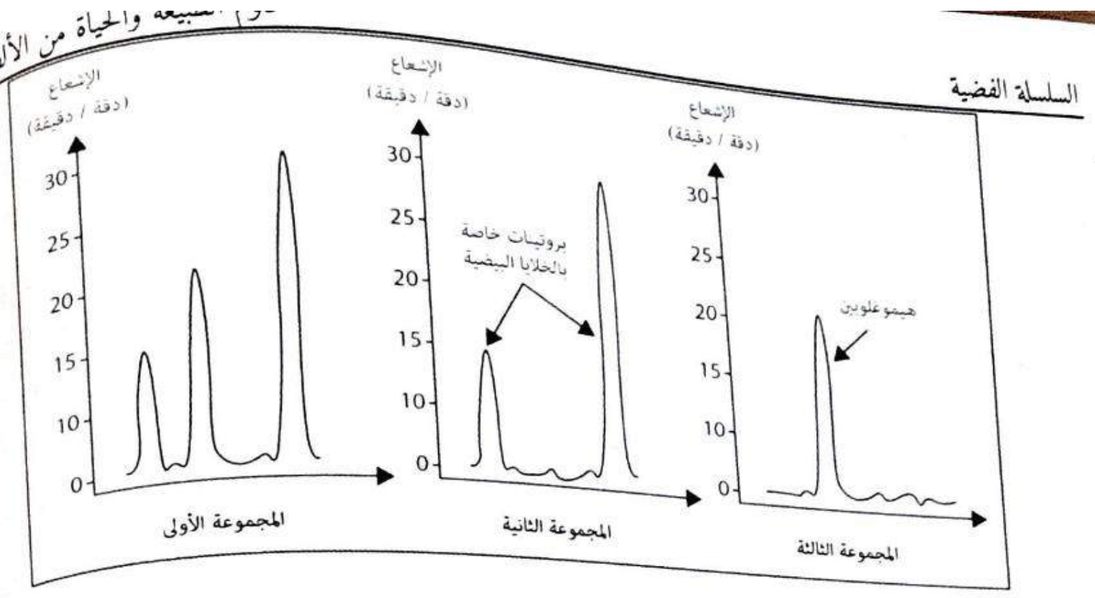
وضعت ثلاث مجموعات من الخلايا في وسط يحتوي على أحماض أمينية موسومة بنظير مشع.

المجموعة الأولى: الخلايا الأصلية لكرات الدم الحمراء (ك د ح) للأرنب والتي لها القدرة على تركيب بروتين الهيموغلوبين.

المجموعة الثانية: الخلايا البيضية للضفدع.

المجموعة الثالثة: الخلايا البيضية للضفدع محقونة بـ **ARN** تم عزله وتنقيته من الخلايا الأصلية لـ (ك د ح) للأرنب. تم استخلاص وفصل البروتينات التي أدمجت الأحماض الأمينية المشعة بواسطة تقنية التسجيل اللوني (الكروماتوغرافي) وتحديد مواضعها وكمية الإشعاع فيها بتقنية خاصة. نتائج التجربة موضحة في الوثيقة التالية:

Scanned by TapScanner



❖ التحليل

تبين الوثيقة نتائج فصل البروتينات المشعة بواسطة تقنية التسجيل اللوني (الكروماتوغرافي) لثلاث مجموعات من الخلايا وضعت في وسط يحتوي على أحماض أمينية موسومة بنظير مشع حيث نلاحظ:

المجموعة الأولى: ظهور ذروة واحدة تمثل الهيموغلوبين. وهذا يدل على أن الخلايا الأصلية لكريات الدم الحمراء (كـ د ح) للأرنب قامت بتركيب بروتين الهيموغلوبين.

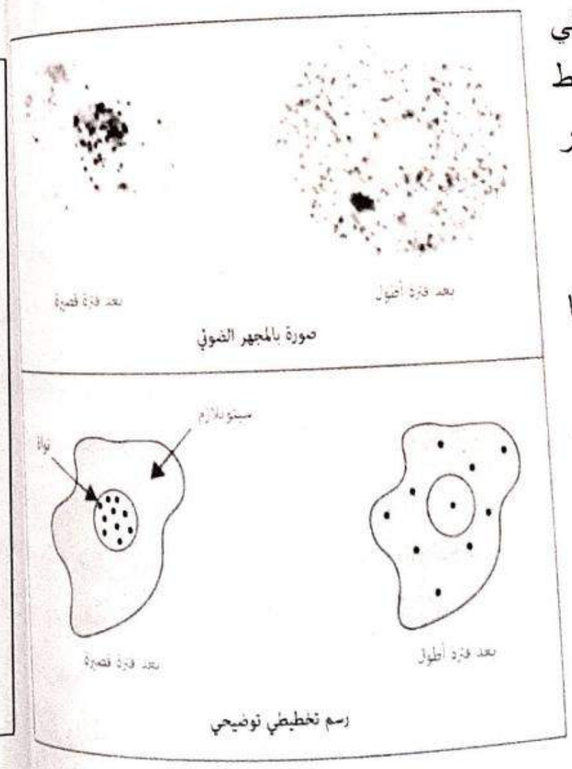
المجموعة الثانية: ظهور ذروتين تمثلان بروتينين خاصين بالخلايا البيضية. وهذا يدل على أن الخلايا البيضية للضفدع قامت بتركيب نوعين من البروتينات الخاصة بها.

المجموعة الثالثة: ظهور ذروتين تمثلان البروتينين الخاصين بالخلايا البيضية، وذروة ثالثة تمثل الهيموغلوبين وهذا يدل على أن الخلايا البيضية المحقونة بـ ARN مستخلص من الخلايا الأصلية لـ (كـ د ح) قامت بتركيب بروتيناتها الخاصة، وكذلك الهيموغلوبين الخاص بالخلايا الأصلية لـ (ك د ح).

نستنتج أن الـ ARNm يحمل المعلومة الوراثية لبروتين معين.

🗎 تجربة تظهر أن الـ ARNm ينتقل من النواة إلى الهيولى.

تم في تجربة أخرى تحضين خلايا حيوانية لفترة قصيرة في وسط يحتوي على اليوراسيل المشع ثم حولت الخلايا إلى وسط به يوراسيل عادي وتركت لفترة أطول. نتائج التصوير الإشعاعي الذاتي في الحالتين موضحة في الوثيقة التالية:



❖ التحليل

تمثل الوثيقة نتائج التصوير الاشعاعي الذاتي لخلايا تم حضنها في وسط يحتوي على اليوراسيل المشع حيث نلاحظ:

- **بعد فترة قصيرة:** تمركز الاشعاع في النواة فقط. دليل على وجود اليوراسيل المشع في النواة.
- **بعد فترة أطول:** تناقص الاشعاع في النواة وانتشاره في الهيولى، دليل على انتقال اليوراسيل المشع من النواة إلى الهيولى.

نستنتج أن الـ ARNm يتركب في النواة ثم ينتقل إلى الهيولى.

🗎 تصوير إشعاعي ذاتي

تقنية تعتمد على تصوير الإشعاعات الصادرة من النظائر المشعة مثل C^{14} وN^{16} التي تدخل في تركيب العينة المدروسة بواسطة فيلم الأشعة السينية.

تستخدم لتتبع مصير العنصر الموسوم بنظير مشع (حمض أميني، يوراسيل...) والجزيئات التي يدخل في تركيبها والتحولات التي تطرأ عليه.

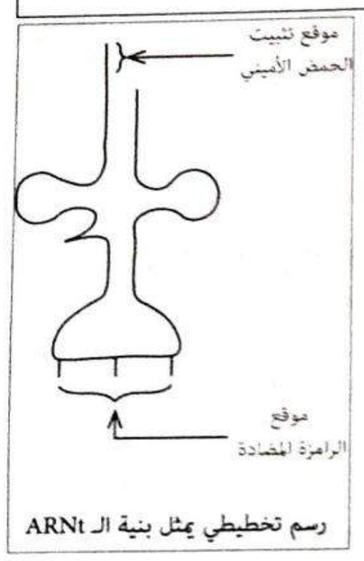
فمثلا للتعرف على مقر تركيب البروتين نستعمل أحماضا أمينية موسومة، ولدراسة مقر تركيب الـ ARN نستخدم اليوراسيل أو اليوريدين الموسوم...

ب- ARNt

يتركب الـ ARNt من سلسلة ARN واحدة لا يتجاوز طولها 80 نكليوتيدة تقريبا. تلتف السلسلة حول نفسها مشكلة بنية فراغية مستقرة بفضل الروابط الهيدروجينية التي تتشكل بين القواعد الآزوتية المتكاملة. تظهر البنية الحقيقية ثلاثية الأبعاد للـ ARNt على شكل حرف L مقلوب.

إذا مثلنا جزيئة الـ ARNt بشكل مسطح لإظهار قطع القواعد الآزوتية المتكاملة فإنه تنتج بنية ثنائية الأبعاد على شكل ورقة النفل.

تحتوي بنية الـ ARNt على موقعين أحدهما لتثبيت الحمض الأميني والآخر للرامزة المضادة، وسنتعرف على دورها بالتفصيل في مرحلة الترجمة.



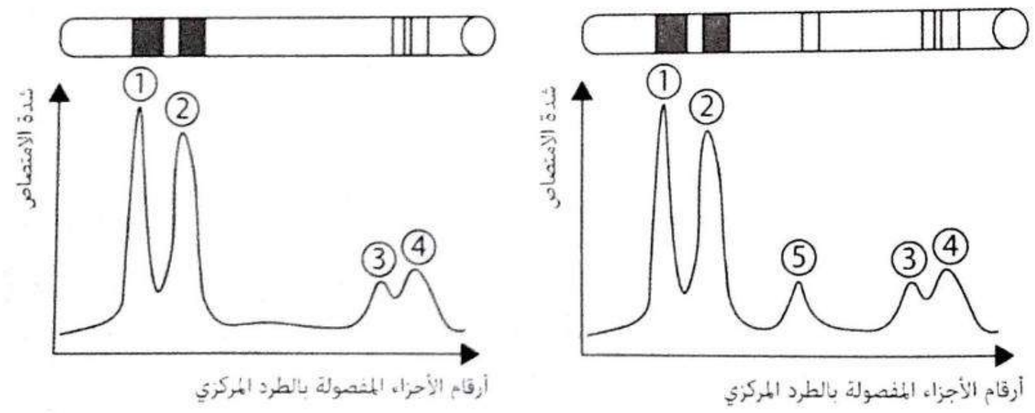
رسم تخطيطي يمثل بنية الـ ARNt

ج- ARNr

يوجد ثلاثة أنواع من الـ ARNr تختلف فيما بينها في الوزن الجزيئي ومعامل الترسيب وهي: ARNr 5S، ARNr 16S و ARNr 23S.

🗎 تجربة تبين أنماط الـ ARN الهيولية.

يتم فصل الأحماض النووية الريبية (ARN) بتقنية الطرد المركزي، ثم يتم قياس كميتها أثناء فترة تركيب البروتين وخارجها. النتائج المتحصل عليها موضحة في الوثيقة التالية:



التسجيل أ: أثناء فترة تركيب البروتين

التسجيل ب: خارج فترة تركيب البروتين

Scanned by TapScanner

❖ **التحليل المقارن للتسجيلين (أ) و(ب)**

تبين الوثيقة تغير شدة الامتصاص في الأجزاء المفصولة بعملية الطرد المركزي لأنواع الـ **ARN** الهيولي خلال فترة تركيب البروتين وخارجها حيث نلاحظ:

- التسجيل (ب): خارج فترة تركيب البروتين، نسجل ظهور أربع ذروات دليل على أن الهيولى تحتوي على أربعة أنواع من الـ **ARN**.
- التسجيل (أ): أثناء تركيب البروتين، بالإضافة للذروات الأربع التي ظهرت خارج فترة تركيب البروتين، تظهر ذروة خامسة دليل على أن الخلية تركب خمسة أنواع من الـ **ARN** الهيولي.

نستنتج أنه أثناء فترة تركيب البروتين، تركب الخلية نوعا جديدا من الـ **ARN** الهيولي.

ملاحظة: بينت تجارب أخرى أن الـ **ARN** الذي تركبه الخلايا خلال تركيب البروتين هو الـ **ARNm**.

الطرد المركزي

تتم بواسطة جهاز الطرد المركزي، مكون من محرك متصل بمحور يدور بسرعات مختلفة ويحمل عددا من الأنابيب تحوي بداخلها محاليلا يراد فصل مكوناتها حسب الكثافة أو الثقل حيث تتجه الأجزاء الأكثر كثافة بسرعة أكبر نحو قاع أنبوب الطرد المركزي.

تستخدم هذه التقنية في فصل عضيات الخلية بعد سحقها والجزيئات الكبيرة كالأحماض النووية والبروتينات.

يستعمل معامل الترسيب S للدلالة على الثقل نسبة للعالم **Svedberg** حيث كلما كان رقم S كبيرا دل ذلك على زيادة في الكثافة.

5-3- العلاقة ARNm - ADN

العلاقة بين الـ **ADN** والـ **ARNm** المستنسَخ منه هي: **تكامل** القواعد الآزوتية بين الـ **ARNm** والسلسلة الناسخة، **وتماثل** القواعد الآزوتية بينه وبين السلسلة غير الناسخة للـ **ADN** باستبدال التايمين **T** في الـ ADN باليوراسيل **U** في الـ ARNm.

4- الشفرة الوراثية

4-1- فك رموز الشفرة الوراثية

اللغة النووية: هي أبجدية تكتب بها المعلومات الوراثية، نجدها مكتوبة على جزيئ الـ **ARN** بأربعة أحرف A، C، G و U تتمثل في القواعد الآزوتية.

اللغة البروتينية: هي أبجدية تكتب بها البروتينات وتتكون من عشرين كلمة تتمثل في **20** حمضا أمينيا.

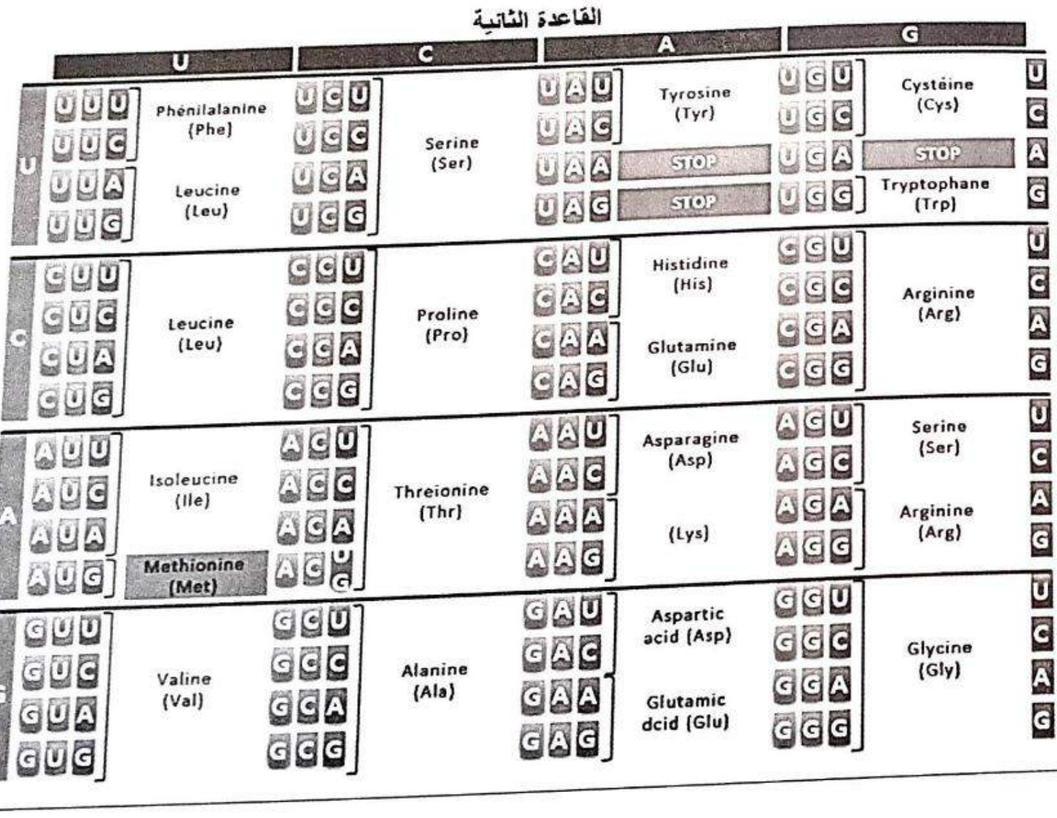
بواسطة تجارب نيرمبيرغ ومساعدوه، تم فك رموز الشفرة الوراثية أي تم التعرف على عدد كلمات اللغة النووية ووجد أنها **64** كلمة، وتم التعرف كذلك على عدد أحرف الكلمات النووية ووجد أنها متماثلة من حيث عدد الأحرف وهو ثلاثة.

تسمى الكلمة النووية بالرامزة، وهي ثلاثية من القواعد الآزوتية المتتالية على جزيء الـ **ARN** تشفر لحمض أميني واحد باستثناء ثلاث رامزات لا تشفر لأي حمض أميني.

تجربة تظهر كيف تم فك رموز الشفرة الوراثية

أول من تطرق لفك رموز الشفرة الوراثية هو العالم الألماني نيرمبرغ في بداية الستينيات حيث قام بتجربة مشهورة اعتمد فيها على إضافة **ARNm** اصطناعي يتكون من تتابع نكليوتيدة اليوراسيل **U** فقط (متعدد اليوراسيل) إلى وسط يحتوي على كل العناصر الضرورية لتركيب البروتين ما عدا المعلومات الوراثية (**ADN** و**ARNm**). أظهرت النتائج تشكل سلسلة متعدد ببتيد مكونة فقط من الحمض الأميني الفينيل ألانين (**Phe**) حيث أن عدد الأحماض الأمينية في السلسلة الببتيدية المتشكلة يساوي ثلث عدد نكليوتيدات الـ **ARNm** الاصطناعي. وهذا يثبت أن كل ثلاثية من متعدد النكليوتيد (الرامزة) تشفر لحمض أميني واحد، وأن الرامزة **UUU** تشفر للحمض الأميني الفينيل ألانين. وبنفس الطريقة تم فك رموز الشفرة الوراثية الموضحة في جدول الشفرة الوراثية.

جدول الشفرة الوراثية التالي يمثل قاموس لترجمة اللغة النووية المكونة من **64** كلمة (رامزة) إلى اللغة البروتينية المكونة من **20** كلمة (حمض أميني).



كان يعرف أن الصبغيات تتركب من **ADN** وبروتينات، وأنه يدخل في تركيب البروتينات **20** حمضا أمينيا مختلفا، أما الـ **ADN** فيدخل في تركيبه **4** نكليوتيدات فقط، لذلك اعتقد العلماء في البداية أن البروتينات هي التي تحمل المعلومات الوراثية.

Scanned by TapScanner

4-2- مميزات الشفرة الوراثية

خصائص الشفرة الوراثية التي تسمح بترجمة المعلومة الوراثية إلى بروتين هي: التثليث، الترادف والشمولية

أ- التثليث:

- كل ثلاثية من القواعد الأزوتية تشفر لحمض أميني واحد (الرامزة).
- الرامزة **AUG** تشفر للحمض الأميني الميثيونين (**Met**) وهي رامزة البداية.
- الرامزات **UAA, UAG, UGA** لا تشفر لأي حمض أميني وتسمى رامزات التوقف (**Stop**).

ب- الترادف:

يمكن أن تشفر عدة رامزات لنفس الحمض الأميني (توجد **64** رامزة و**20** حمض أميني فقط). مثلا يشفر للحمض الأميني اللوسين (**Leu**) أربع رامزات هي **CUU**، **CUC**، **CUA** و**CUG**.

ج- الشمولية:

الشفرة الوراثية متماثلة عند كل الكائنات الحية ما عدا بعض الاستثناءات.

برنامج أناجان

يستعمل البرنامج في:
- عرض ومقارنة تتابع النكليوتيدات في **ADN** أو **ARN** أو تتابع أحماض أمينية.
- إجراء عملية الاستنساخ (من **ADN** إلى **ARN**).
- إجراء عملية الترجمة (من **ARNm** إلى سلسلة ببتيدية).
- مقارنة بين مورثات طبيعية ومورثات طافرة لتحديد موضع ونوع الطفرة بسهولة.

5- الترجمة

5-1- مفهوم الترجمة

الترجمة هي تركيب متعدد ببتيد انطلاقا من المعلومة الوراثية المحمولة على الـ **ARNm**.

بعد تركيبه في النواة، ينتقل الـ **ARNm** عبر الثقب النووي إلى الهيولى حيث تتم ترجمته بواسطة عضية تسمى الريبوزوم، يقرأ الريبوزوم المعلومة الوراثية في الـ **ARNm** ويترجمها إلى متعدد ببتيد في الهيولى.

ترتبط عدة ريبوزومات بجزيء **ARNm** واحد مشكلة متعدد الريبوزوم (البوليزوم) حيث تسمح القراءة المتزامنة لنفس الـ **ARNm** من طرف عدد من الريبوزومات بتركيب كمية كبيرة من البروتين في مدة قصيرة.

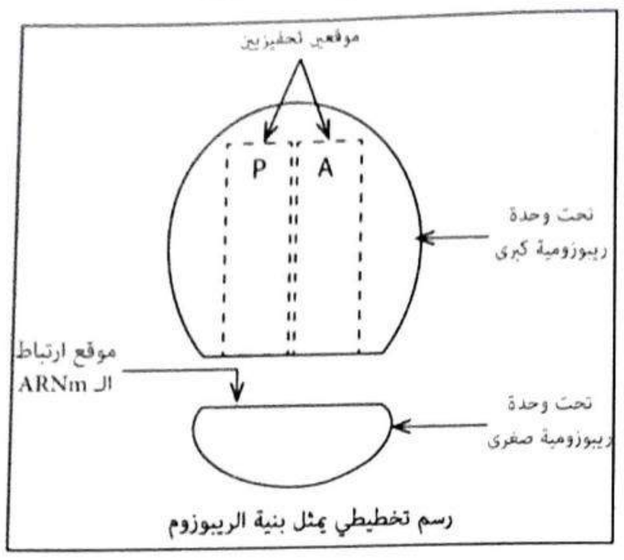
5-2- عناصر الترجمة

يتدخل في عملية الترجمة خمسة عناصر ضرورية هي: ريبوزوم، **ARNm**، **ARNt**، أحماض أمينية وإنزيمات تنشيط الأحماض الأمينية.

أ- ريبوزوم

الطبيعة الكيميائية للريبوزوم: يتركب من ثلاثة أنواع من الـ **ARNr** (**5S**، **16S** و**23S**) و**52** نوعا من البروتينات الخاصة، بحيث:
- تحت الوحدة الريبوزومية الكبرى تتركب من الـ **ARNr** (**5S** و**23S**) و**31** نوعا من البروتينات.
- تحت الوحدة الريبوزومية الصغرى تتركب من الـ **16S ARNr** و**21** نوعا من البروتينات.

بنية الريبوزوم: تتكون من تحت وحدتين، تحت وحدة صغرى تحمل موقع ارتباط الـ **ARNm**، وتحت وحدة كبرى تحمل موقعين تحفيزيين (**A** و**P**) خاصين بارتباط الـ **ARNt**.



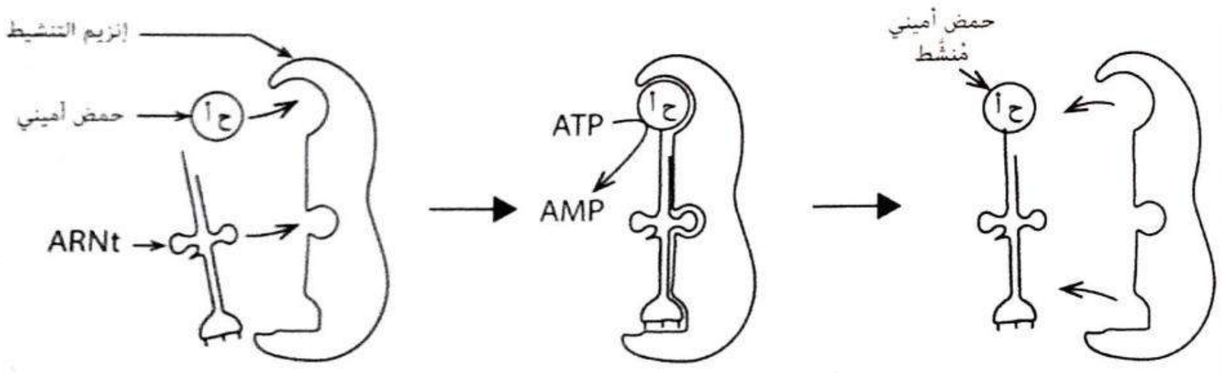
رسم تخطيطي يمثل بنية الريبوزوم

ب- أحماض أمينية

تمثل الوحدات البنائية للبروتينات، تخزنها الخلايا في الهيولى بحيث بعضها تركبه بنفسها والأخرى تنتج عن هضم البروتينات وتصل إلى الخلايا عن طريق الشعيرات الدموية. تنشط الأحماض الأمينية في الهيولى وتخزن في الهيولى لتكون جاهزة عند القيام بعملية تركيب البروتين.

5-3- تنشيط الحمض الأميني

هي ربط الحمض الأميني بجزيئ الـ **ARNt** الخاص به وتتم في ثلاث خطوات:
- يرتبط كل من الحمض الأميني والـ **ARNt** الخاص به بالموقع الفعال لإنزيم التنشيط الخاص به كذلك يسمى أمينوأسيل **ARNt** سنتيتاز.
- يُحفِز الإنزيم تَشكُّل رابطة تكافؤية (رابطة أستر فوسفاتية) بين الحمض الأميني والـ **ARNt** ويتم خلالها إماهة **ATP**.
- ينفصل المعقد "حمض أميني – **ARNt**" عن الإنزيم ويصبح الحمض الأميني جاهزا لعملية الترجمة.



رسم تخطيطي يمثل مراحل تنشيط الحمض الأميني

Scanned by TapScanner

4-5- آلية الترجمة

تتم ترجمة المعلومة الوراثية إلى متعدد ببتيد في ثلاث مراحل: انطلاق، استطالة ونهاية.

أ- انطلاق

ترتبط تحت الوحدة الصغرى للريبوزوم بالـ **ARNm** على مستوى الرامزة البادئة للتركيب **(AUG)**، ويرتبط الـ **ARNt** الحامل للميثيونين **(Met)** برامزة البداية بواسطة روابط هيدروجينية تنشأ بين القواعد الآزوتية للرامزة والرامزة المضادة **(UAC)**. بعد ذلك تتوضع تحت الوحدة الريبوزومية الكبرى على تحت الوحدة الصغرى حيث يكون الـ **ARNt** الأول في الموقع المحفّز **P** (سُمي **P** نسبة للببتيد) وموقع القراءة **A** (سُمي **A** نسبة للحمض الأميني) يكون شاغرا، وهكذا يتشكل معقد الانطلاق.

ب- استطالة

يتوضع **ARNt** ثاني حاملا لحمض أميني ثاني موافق للرامزة الثانية في الموقع الشاغر **A** وتتشكل رابطة ببتيدية بين الحمض الأميني الثاني والميثيونين. ينفصل الـ **ARNt** الأول عن الميثيونين ويغادر الريبوزوم. ينتقل الريبوزوم بمقدار رامزة واحدة على الـ **ARNm** فيصبح الـ **ARNt** الثاني في الموقع **P** والموقع **A** شاغرا من جديد، يتوضع **ARNt** ثالث حاملا لحمض أميني ثالث موافق للرامزة الثالثة وتتشكل رابطة ببتيدية بين الحمضين الأمينيين الثاني والثالث... وهكذا ينتقل الريبوزوم على طول جزيء الـ **ARNm** في الاتجاه **5'** نحو **3'** من رامزة إلى أخرى ويربط الأحماض الأمينية وتستطيل السلسلة الببتيدية.

ج- نهاية

يصل موقع القراءة **A** للريبوزوم إلى إحدى رامزات التوقف **(UAA، UAG، UGA)** فتنفصل مكونات المعقد (تحت وحدتي الريبوزوم والـ **ARNt** والـ **ARNm**)، ينفصل متعدد الببتيد عن تحت الوحدة الريبوزومية الكبيرة كما ينفصل الحمض الأميني الأول الميثيونين عن السلسلة الببتيدية.

خلاصة

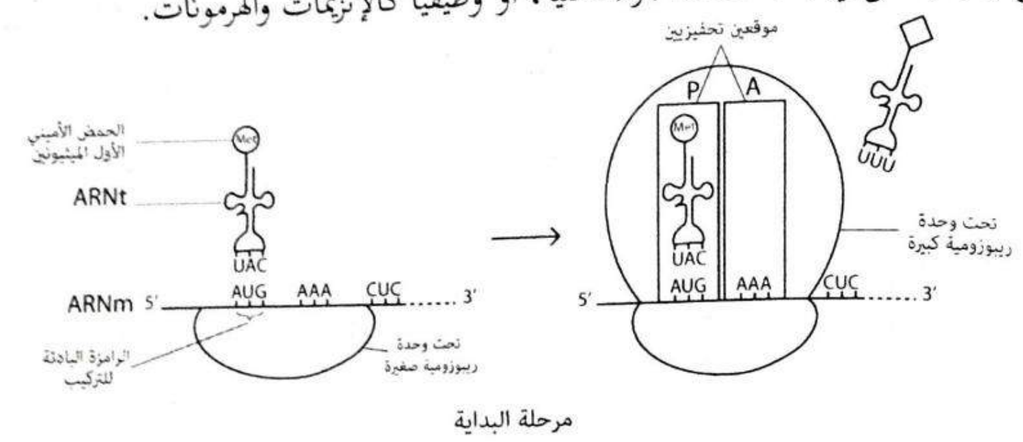
تتواجد المعلومات الوراثية في النواة محمولة على الـ **ADN** (المورثات).

انطلاقا من إحدى سلسلتي الـ **ADN** (السلسلة المستنسخة أو الناسخة)، يقوم الإنزيم **ARN** بوليميراز بتركيب نسخة عن المعلومة الوراثية تتمثل في جزيء الـ **ARNm**، تسمى العملية بالاستنساخ، ميزتها الأساسية أنها تخضع للتكامل بين القواعد الآزوتية.

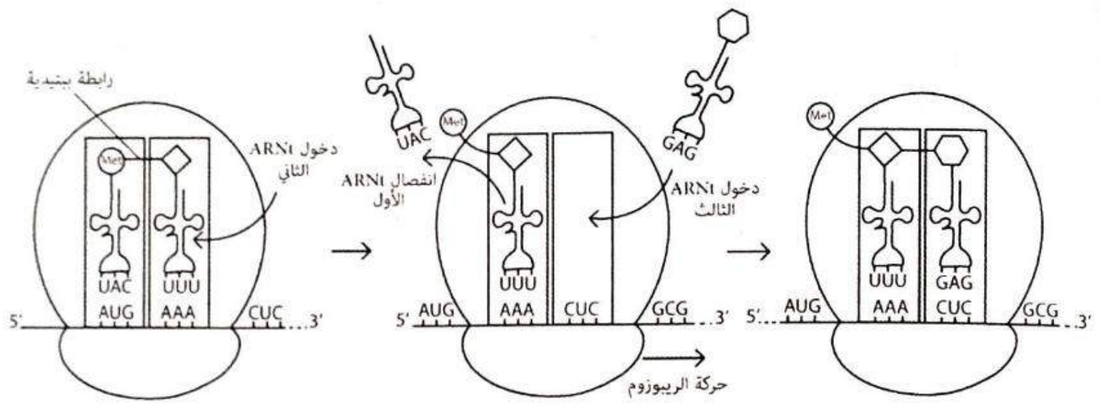
يحمل الـ **ARNm** الناتج المعلومة الوراثية مشفرة على شكل تتابع عدد ونوع وترتيب محدد بدقة من القواعد الآزوتية (النكليوتيدات).

ينتقل الـ **ARNm** عبر الثقب النووي إلى الهيولى حيث ترتبط به الريبوزومات وتترجمه إلى بروتين نوعي: بفك الريبوزوم رامزات الشفرة الوراثية ويربط الأحماض الأمينية الموافقة لها لتركيب البروتين.

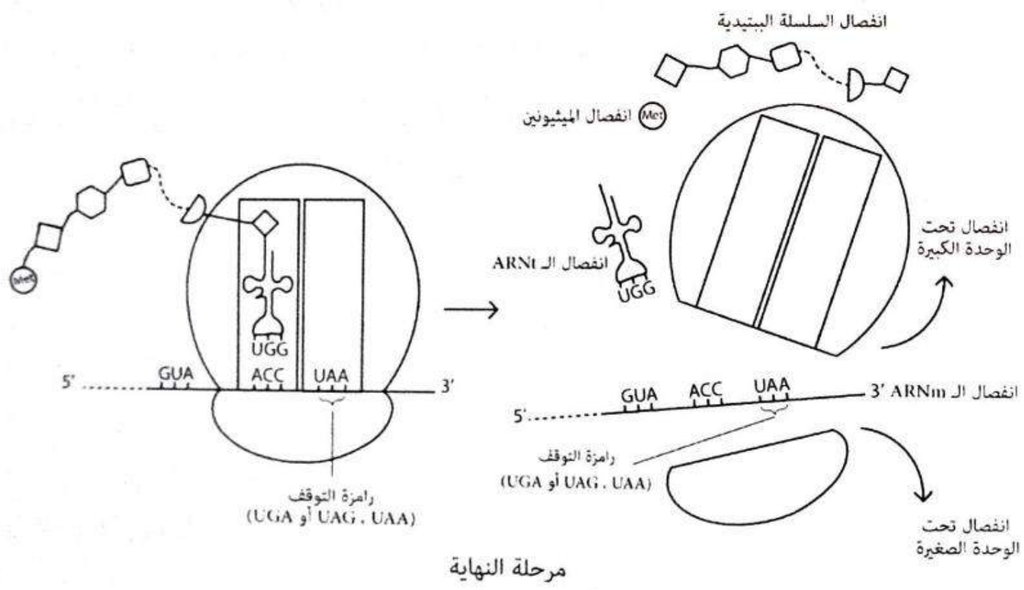
ينضج البروتين الناتج (يكتسب بنية فراغية) ويوجه للقيام بوظيفته داخل الخلية أو خارجها. قد يكون البروتين بنائيا يدخل في بناء مختلف أجزاء الخلية، أو وظيفيا كالإنزيمات والهرمونات.



مرحلة البداية



مرحلة الاستطالة



مرحلة النهاية

رسم تخطيطي يمثل مراحل عملية الترجمة

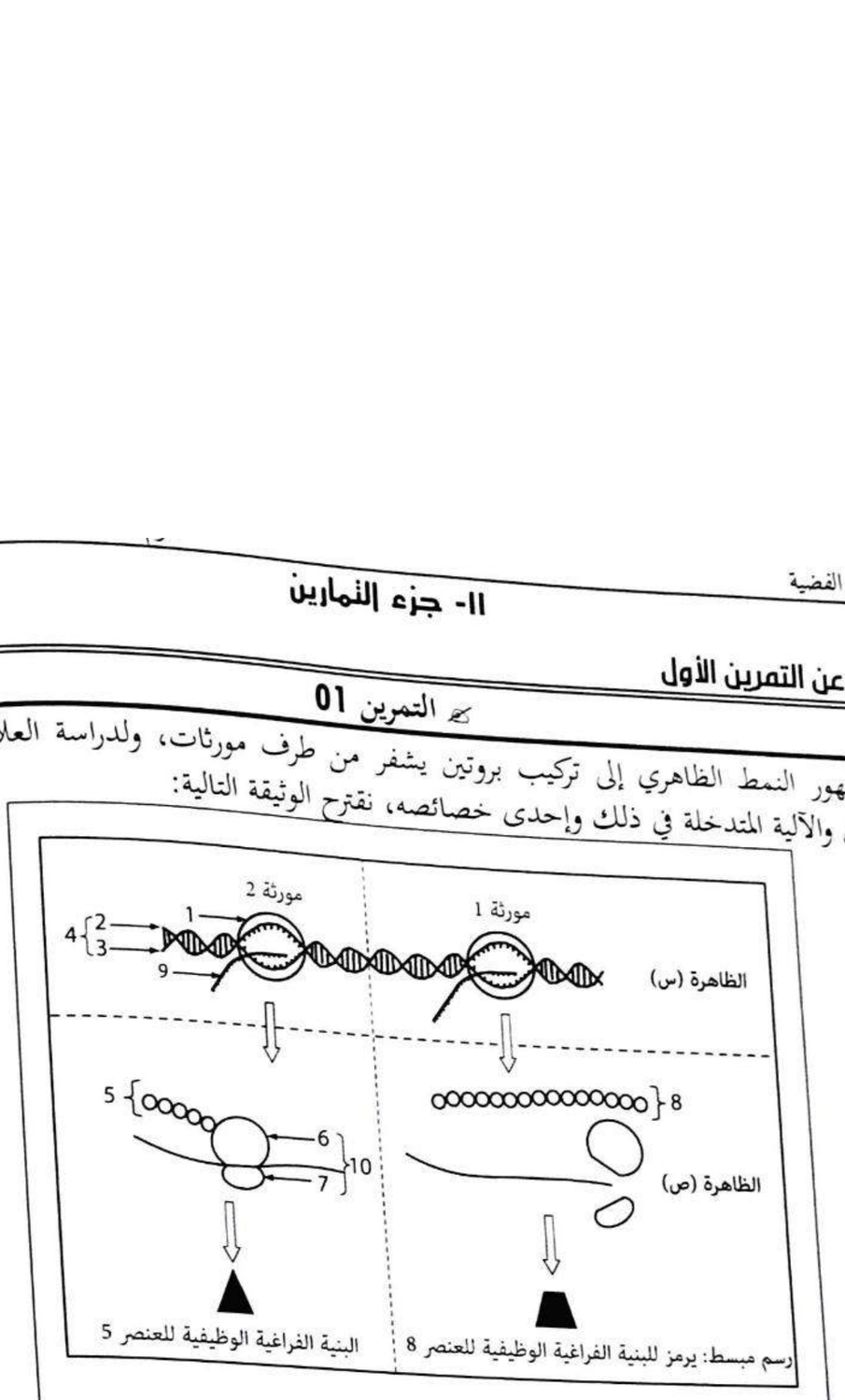
Scanned by TapScanner

II- جزء التمارين

نماذج عن التمرين الأول

التمرين 01

يعود ظهور النمط الظاهري إلى تركيب بروتين يشفر من طرف مورثات، ولدراسة العلاقة بين المورثة والبروتين والآلية المتدخلة في ذلك وإحدى خصائصه، نقترح الوثيقة التالية:



الوثيقة

1-أ- اكتب البيانات المرقمة من 1 إلى 10 ثم سمّ الظاهرتين (س) و(ص) وحدّد مقرهما في الخلية.

ب- تعرّف على مرحلتي الظاهرة (ص) المُشار إليهما في الشكلين (أ) و(ب).

2- ممّا سبق ومعلوماتك وضّح العلاقة بين المورثة والبروتين.

الإجابة النموذجية

1-أ- بيانات

1- الإنزيم ARN بوليميراز، 2- السلسلة المستنسَخة (الناسِخة)، 3- السلسلة غير المستنسخة، 4- ADN، 5- سلسلة ببتيدية، 6- تحت وحدة ريبوزومية كبرى، 7- تحت وحدة ريبوزومية صغرى، 8- سلسلة ببتيدية، 9- ARNm، 10- ريبوزوم.

- الظاهرة (س): الاستنساخ، مقرها النواة.
- الظاهرة (ص): الترجمة، مقرها الهيولى.

ب- مرحلتي الترجمة

- الشكل (أ): النهاية.
- الشكل (ب): الاستطالة.

2- توضيح

تَحْمِل المورثة المعلومة الوراثية على شكل تتابع دقيق لعدد ونوع وترتيب من النكليوتيدات A، G، C، U.

يقوم الإنزيم ARN بوليميراز بتركيب نسخة من المعلومة الوراثية انطلاقا من إحدى سلسلتي الـ ADN (السلسلة المستنسخة) تتمثل في جزيء الـ ARNm، تسمى العملية بالاستنساخ.

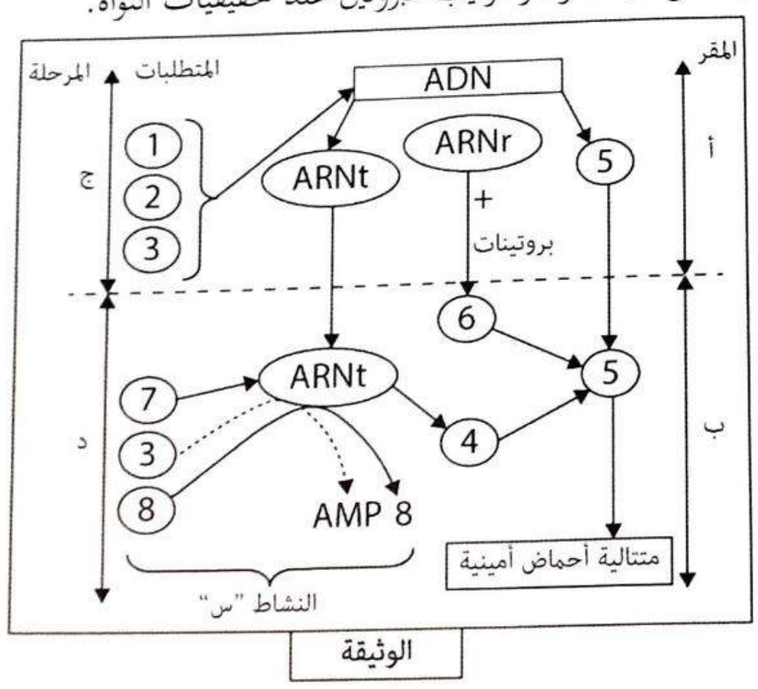
ينتقل الـ ARNm إلى الهيولى وتقوم الريبوزومات بقراءة الرامزات الوراثية على الـ ARNm وربط الأحماض الأمينية الموافقة لها لتركيب السلسلة الببتيدية، تسمى العلمية بالترجمة.

تنشأ بين جذور الأحماض الأمينية في السلسلة الببتيدية روابط كيميائية في مواضع محددة بدقة في السلسلة الببتيدية (جسور ثنائية الكبريت، هيدروجينية، شاردية وتجاذب الجذور الكارهة للماء) فتلتف السلسلة تلقائيا وتنطوي وتشكل بنية فراغية ثابتة ومستقرة تكسب البروتين تخصصا وظيفيا.

التمرين 02

تمر ظاهرة تركيب البروتين بآليات محددة مرتبطة فيما بينها من حيث المادة والمعلومة والطاقة.

مخطط الوثيقة التالية يلخص آليات ومقر تركيب البروتين عند حقيقيات النواة.



الوثيقة

1- سم البيانات المرقمة (من 1 إلى 8) وكذلك الأحرف (أ، ب، ج، د) والنشاط (س).

2- اشرح:

أ- النشاط (س) وحدد نوع التفاعل الحادث مدعما إجابتك بمعادلة.

ب- ظاهرة تركيب البروتين تتطلب تدفق المادة والمعلومة والطاقة.

3- مثل برسم تخطيطي إجمالي سيرورة الظاهرة المدروسة في الوثيقة (01) مبرزا العلاقة بين المرحلتين.

Scanned by TapScanner

1- بيانات

1- نكليوتيدات، 2- الإنزيم ARN بوليميراز، 3- ATP، 4- حمض أميني نشط، 5- ARNm، 6- ريبوزوم
7- حمض أميني، 8- إنزيم التنشيط، 9- حمض أميني.
- الأحرف: أ- نواة، ب- هيولى، ج- مرحلة الاستنساخ، د- مرحلة الترجمة.
- النشاط س: تنشيط الحمض الأميني.

2-أ- شرح عملية تنشيط الحمض الأميني

تنشيط الحمض الأميني هو عملية ربط الحمض الأميني بالـ ARNt النوعي وتتم في ثلاث خطوات:
- يحتوي إنزيم التنشيط (أمينو أسيل ARNt سنتيتاز) الخاص بالحمض الأميني على موقع فعال يرتبط
الحمض الأميني والـ ARNt الخاص به.
-يُحفِز الإنزيم تشكّل رابطة تكافؤية (رابطة أستر) بين الحمض الأميني والـ ARNt ويتم خلال ذلك إماهة ATP
- ينفصل المعقد "حمض أميني – ARNt" عن إنزيم التنشيط ويصبح الحمض الأميني منشطا وجاهزا لعملية
الترجمة.

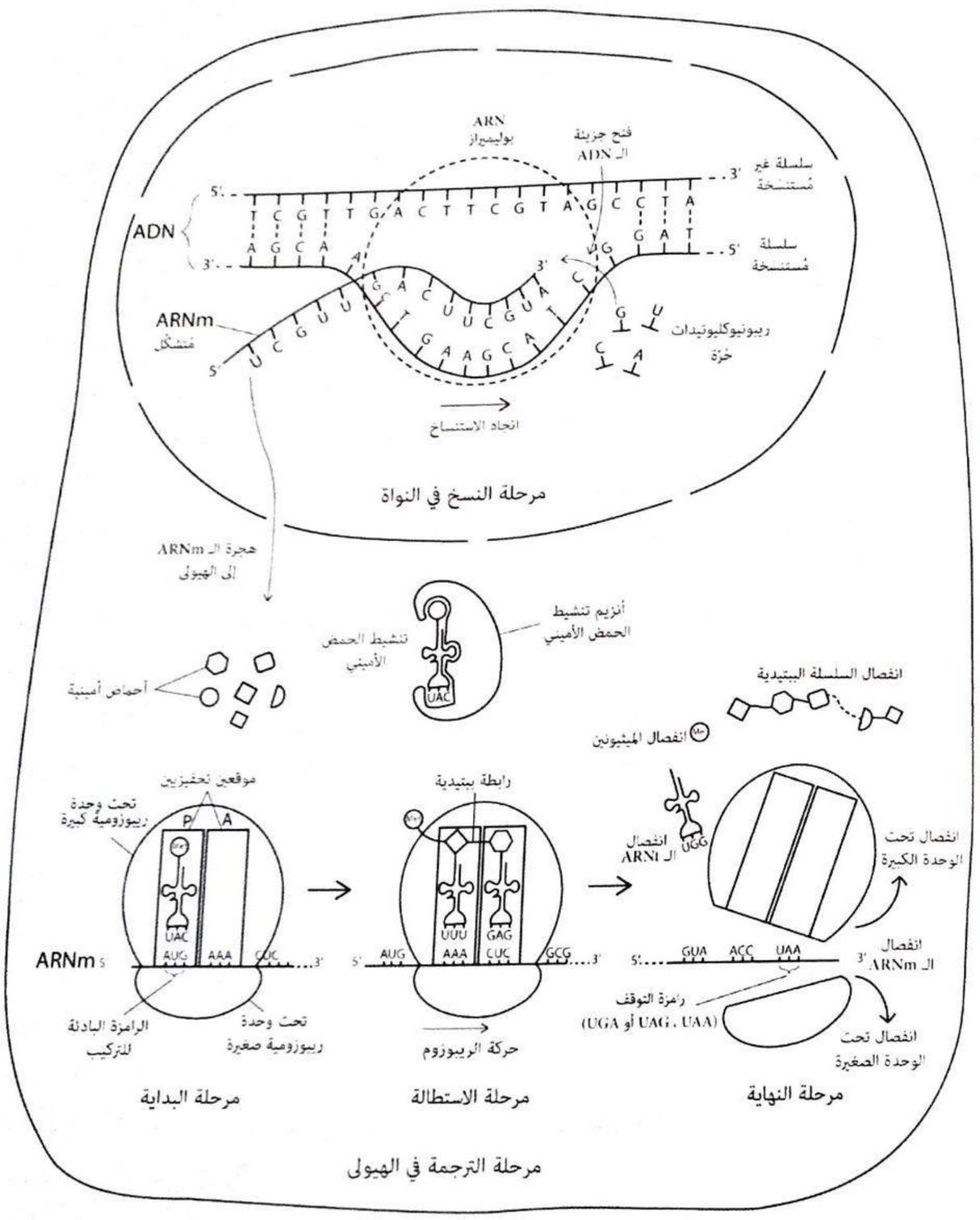
- **نوع تفاعل تنشيط الحمض الأميني:** تركيب
- **المعادلة:**

AMP + حمض أميني نشط + إنزيم التنشيط → ATP + حمض أميني + إنزيم التنشيط

ب- ظاهرة تركيب البروتين تتطلب تدفق المادة والمعلومة والطاقة

تتمثل المادة في الأحماض الأمينية حيث بعضها يتم تركيبه في الخلية والبعض الآخر ينتج عن هضم البروتينات ثم تتدفق عبر الشعيرات لتترجم إلى بروتينات نوعية. تتدفق المعلومة الوراثية محمولة على جزيء الـ ARNm من النواة إلى الهيولى لتترجم إلى متعددات ببتيد نوعية. وتتطلب الظاهرة تدفقا مستمرا للطاقة مصدرها الميتوكوندري لتؤمن تركيب الـ ARNm، تنشيط الأحماض الأمينية وكذلك ربطها في السلسلة الببتيدية.

3- رسم تخطيطي يوضح مراحل تركيب البروتين



رسم تخطيطي يمثل مراحل تركيب البروتين

Scanned by TapScanner

التمرين 03

تؤدي البروتينات دورا فعالا في حياة الكائنات الحية نظرا للوظائف العديدة التي تقوم بها حيث تختلف أدوارها، كإنتاج أو هدم أو تحويل مواد ناقلة للغازات التنفسية، قنوات ناقلة، بروتينات بنائية... الخ.

- انطلاقا من معارفك، اعرض في نص علمي الآليات التي تسمح بإنتاج بروتين فعال وظيفي انطلاقا من المعلومة الوراثية المشفرة في الـ ADN.

الإجابة النموذجية

نص علمي

البروتينات جزيئات حيوية تقوم بوظائف كثيرة في العضوية منها تحفيز التفاعلات والدفاع عن الذات ونقل الشوارد وغيرها.... فما هي الآليات التي تسمح بإنتاج بروتين فعال وظيفي انطلاقا من المعلومة الوراثية المشفرة في الـ ADN؟

تتواجد المعلومات الوراثية في النواة محمولة على الـ ADN (المورثات).

انطلاقا من إحدى سلسلتي الـ ADN (السلسلة المستنسخة أو الناسخة)، يقوم الإنزيم ARN بوليميراز بتركيب نسخة عن المعلومة الوراثية تتمثل في جزيء الـ ARNm، تسمى العملية بالاستنساخ، ميزتها الأساسية أنها تخضع للتكامل بين القواعد الآزوتية.

يحمل الـ ARNm الناتج نسخة من المعلومة الوراثية مشفرة على شكل تتابع عدد ونوع وترتيب محدد بدقة من القواعد الآزوتية (النكليوتيدات).

ينتقل الـ ARNm عبر الثقب النووي إلى الهيولى حيث ترتبط به الريبوزومات وتترجمه إلى بروتين نوعي: يقوم الريبوزوم برامزات الشفرة الوراثية ويربط الأحماض الأمينية الموافقة لها لتركيب البروتين.

ينضج البروتين الناتج (يكتسب بنية فراغية) ويوجه للقيام بوظيفته داخل الخلية أو خارجها، ويقوم بعدة أدوار مهمة منها بناء وتجديد الخلايا، النشاط الإنزيمي، الدفاع عن الذات، نقل الجزيئات، النشاط الهرموني...

التمرين 04

إنّ تركيب البروتين يتم بتدخل عناصر حيوية هامة وفق آليات منظمة.

تتضمن الوثيقة المعطاة شكلين كما يلي:

- الشكل (أ): يمثل إحدى سلسلتي قطعة ADN مكونة من 120 قاعدة آزوتية تدخل في تركيب الجزء المترجم من مورثة البروتين (G).
- الشكل (ب): يمثّل جدولا للأحماض الأمينية المشكلة لقطعة بروتين (X).

الشكل (أ)

5' G A A A A A A C T G A A A T T A C G G T ..... G C C C T G C C G C C T C C A T T A T C T A A 3'

1 — 11 — 101 — 111

الشكل (ب)

الأحماض الأمينية	Ala	Arg	Asp	Glu	Gly	His	Ile	Leu	Lys	Met	Pro	Ser	Thr	Trp	Tyr	Val
العـــــدد	1	1	1	2	3	1	1	10	6	1	3	3	1	1	3	1

الوثيقة

1- من الشكل (أ) في الوثيقة:

أ- تعرّف على سلسلة الـ ADN المقترحة. علل إجابتك.

ب- حدّد اتجاه سير الترجمة. برّر ذلك.

ج- أوجد العلاقة بين قطعة سلسلة الـ ADN المقترحة وجزيئة الـ ARNm الناتجة. استنتج دور الـ ARNm.

2- اعتمادا على معلوماتك وما توصلت إليه من معالجة الوثيقة، بيّن في نص علمي أنّ تركيب البروتين يتم وفق آليات منظمة وتدخل عناصر حيوية.

الإجابة النموذجية

1-أ- سلسلة الـ ADN المقترحة

السلسلة الغير مستنسخة.

التعليل: تنتهي بالرامزة TAA وتماثل رامزة التوقف UAA في الـ ARNm مع استبدال التايمين T باليوراسيل U.

ب- اتجاه سير الترجمة

من 5' نحو 3'.

التبرير: تنتهي السلسلة بالرامزة TAA التي توافق رامزة التوقف UAA في الـ ARNm التي تتوقف عندها الترجمة.

ج- العلاقة

علاقة تماثل مع استبدال T بـ U.

دور الـ ARNm: يحمل نسخة من المعلومة الوراثية للمورثة وينقلها من النواة إلى الهيولى.

2- نص علمي

تركب الخلايا حقيقية النواة بروتينات متخصّصة بآليات دقيقة ومنظمة للقيام بمختلف نشاطاتها الحيوية. فما هي آليات تركيب البروتين وما هي مراحلها؟

في النواة، يحمل جزيء الـ ADN المعلومات الوراثية لكل بروتينات الخلية مُشفَّرة على شكل تتابع دقيق لعدد من النكليوتيدات، وكل قطعة من الـ ADN تشفر لبروتين واحد وتسمى المورثة. ويتم تركيب البروتين على مرحلتين:

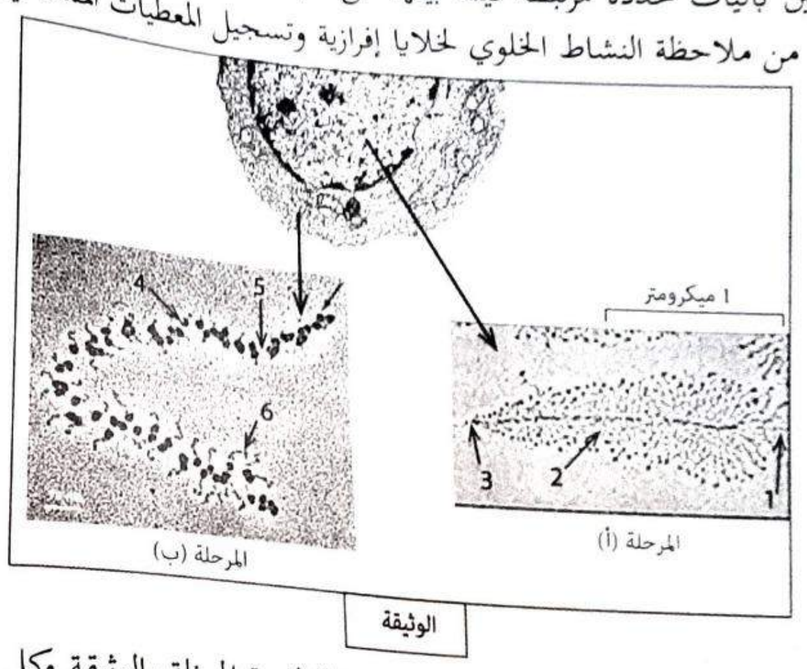
أ- الاستنساخ: انطلاقا من إحدى سلسلتي الـ ADN (السلسلة المستنسَخة)، يقوم الإنزيم ARN بوليميراز بتركيب نسخة من المعلومة الوراثية محمولة على الـ ARNm باستعمال الريبونكليوتيدات الحرة المتواجدة في العصارة النووية. تسمى العملية بالاستنساخ وتخضع للتكامل بين القواعد الآزوتية بحيث كل C في الـ ADN تقابلها G في الـ ARNm، G تقابلها C، T تقابلها A وA تقابلها U.

Scanned by TapScanner

ب– الترجمة: ينتقل الـ **ARNm** إلى الهيولى أين تتم ترجمته إلى سلسلة ببتيدية بواسطة الريبوزومات، حيث يقرأ الريبوزوم رامزات الـ **ARNm** ويربط الأحماض الأمينية الموافقة لها ويركب سلسلة ببتيدية مكوّنة من عدد ونوع وترتيب محدد وراثيا من الأحماض الأمينية. يتدخل في عملية الترجمة جزيئات أخرى من أهمها جزيئات الإنزيم أمينو أسيل **ARNt** سنتاز ودورها ربط الحمض الأميني بالـ **ARNt** الخاص به، والـ **ARNt** ودوره تثبيت، نقل وتقديم الأحماض الأمينية إلى الريبوزوم، وكذلك التعرف على الرامزة بواسطة الرامزة المضادة.
تلتف السلسلة الببتيدية في وقت قصير إلى بروتين يؤدي وظيفة محددة داخل الخلية أو خارجها.

التمرين 05

يمر تركيب البروتين بآليات محددة مرتبطة فيما بينها من حيث المادة والمعلومة والطاقة. مكن استعمال المجهر الإلكتروني من ملاحظة النشاط الخلوي لخلايا إفرازية وتسجيل المعطيات الممثلة في الوثيقة التالية:



الوثيقة

1- تعرف على البيانات المرقمة من 1 إلى 6، وضع عنوانا للظاهرة الممثلة بالوثيقة وكل من المرحلتين (أ) و(ب).

2- مثل برسم تخطيطي إجمالي سيرورة الظاهرة المدروسة بالوثيقة.

الإجابة النموذجية

1- البيانات

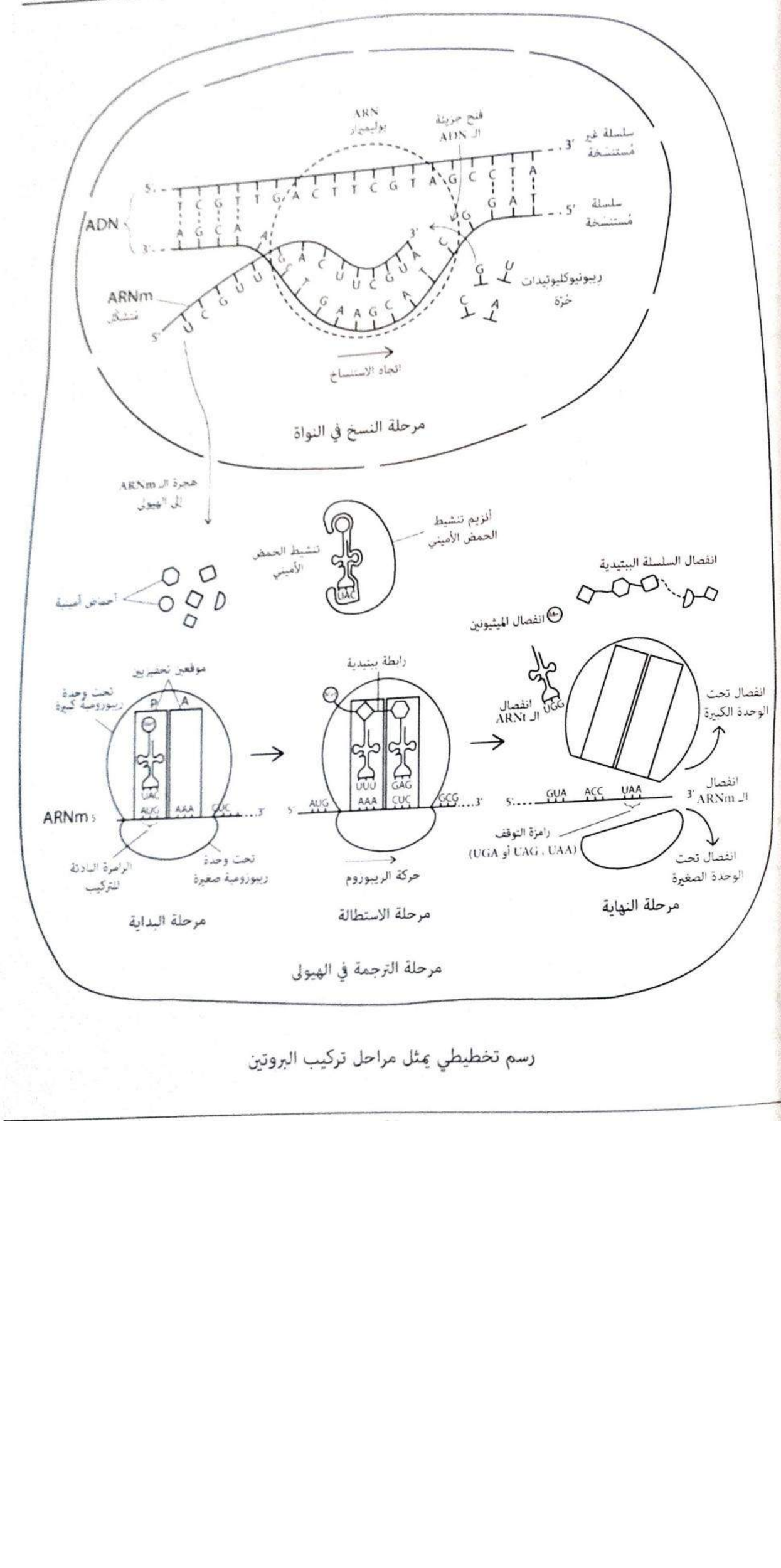
1– نهاية المورثة، 2– ARN، 3– بداية المورثة، 4– ريبوزوم، 5– ARNm، 6– متعدد ببتيد.

عنوان مناسب للظاهرة: آلية التعبير المورثي (تركيب البروتين).

المرحلة (أ): الاستنساخ.

المرحلة (ب): الترجمة.

2- رسم تخطيطي تفسيري لآلية التعبير المورثي،

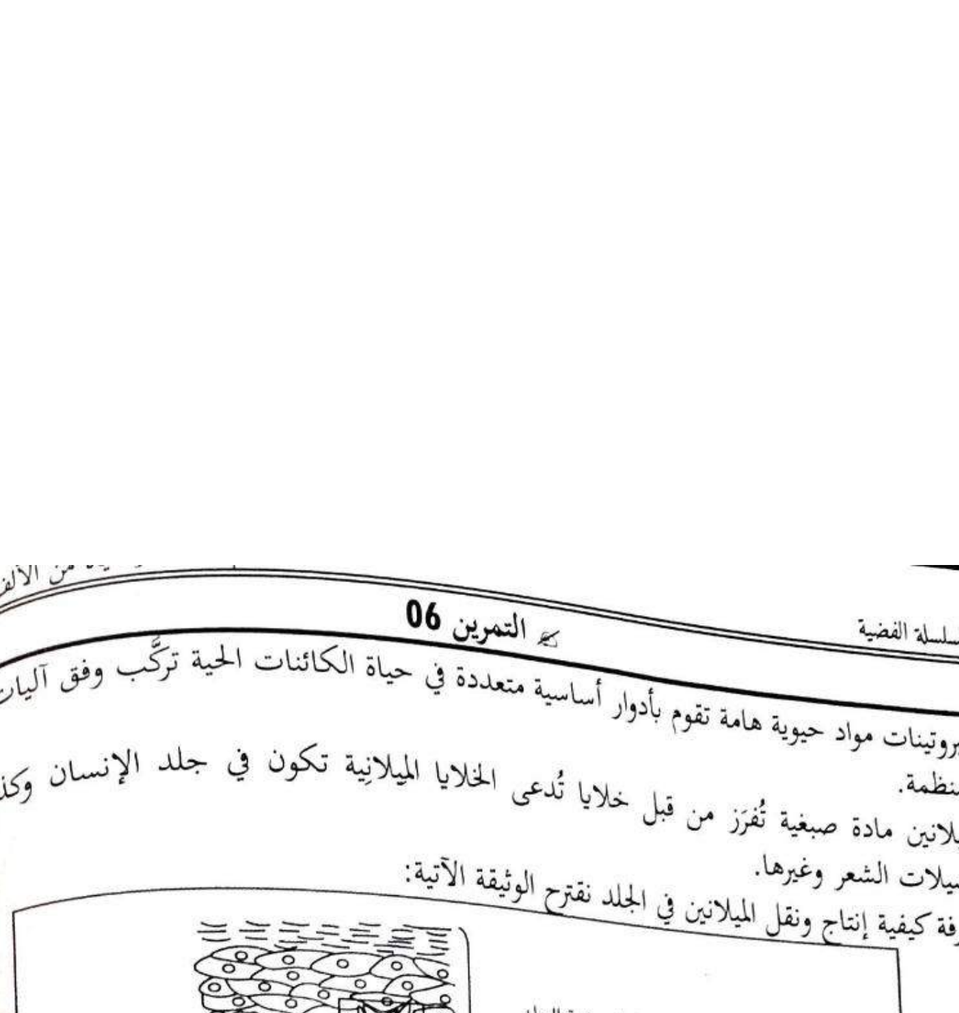


رسم تخطيطي يمثل مراحل تركيب البروتين

Scanned by TapScanner

التمرين 06

البروتينات مواد حيوية هامة تقوم بأدوار أساسية متعددة في حياة الكائنات الحية تركَّب وفق آليات محد
ومنظمة.
الميلانين مادة صبغية تُفرَز من قبل خلايا تُدعى الخلايا الميلانِية تكون في جلد الإنسان وكذلك
بُصيلات الشعر وغيرها.
لمعرفة كيفية إنتاج ونقل الميلانين في الجلد نقترح الوثيقة الآتية:



رسم تخطيطي للجزء المؤطر في مقطع بشرة الجلد

الوثيقة

1- تعرف على البيانات المرقمة من 1 إلى 4، والمراحل أ، ب، ج.
2- لخص في نص علمي العلاقة بين المورثة وظهور لون البشرة (النمط الظاهري).

الإجابة النموذجية

1- هيولى، 2- ميتوكوندري، 3- شبكة هيولية داخلية محببة، 4- حويصلة إفرازية (نقل الميلانين).
المراحل: أ- الاستنساخ، ب- الترجمة، ج- تركيب الميلانين.

نص علمي

تُترجم المعلومة الوراثية المحمولة على الـ ADN إلى بروتين بظاهرة التعبير المورثي مصدر النمط الظاهري للفرد. وتتم وفق آليتين متتاليتين هما الاستنساخ والترجمة تتدخل فيهما عناصر حيوية. فما هي العلاقة بين آلية بناء البروتين وظهور النمط الظاهري (لون بشرة الجلد)؟

1- **الاستنساخ**: في النواة يتم نسخ السلسلة الناسخة للمورثة المشرفة على بناء الإنزيم تيروزيناز بتدخل الإنزيم **ARN** بوليميراز، ينتج عنه **ARNm** ذوتتابع محدد من النكليوتيدات (رسالة وراثية).
2- **الترجمة**: ينتقل الـ **ARNm** إلى الهيولى لتتم ترجمته بآلية الترجمة في مستوى الشبكة الهيولية الداخلية المحببة بواسطة الريبوزومات إلى بروتين ممثل في الإنزيم تيروزيناز ومحدد بنوع وعدد وترتيب معين من الأحماض الأمينية.
في الهيولى يعمل الإنزيم تيروزيناز على تحويل التيروزين إلى صبغة الميلانين التي تنتقل إلى الخلايا الكراتينية فتتلون مما ينتج عنه ظهور لون بشرة الجلد (النمط الظاهري).
التعبير المورثي ظاهرة تتكامل فيها آليتين هما الاستنساخ والترجمة ينتج عنها بناء بروتين نوعي مصدر النمط الظاهري للفرد.

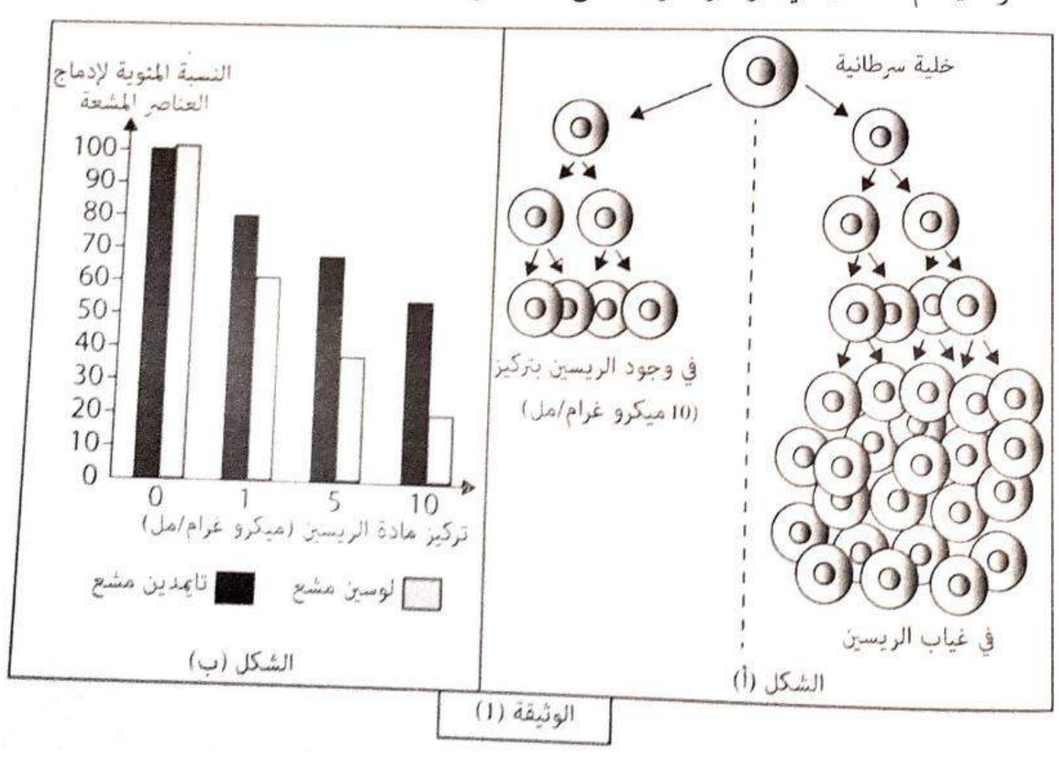
نماذج عن التمرين الثاني

التمرين 01

تتأثر عملية تركيب البروتين بعوامل كثيرة منها ما يعمل على إيقاف تركيبه، وفي هذا الإطار يسعى الباحثون إلى استغلال المواد المثبطة لتركيب البروتين في علاج الأورام السرطانية، ومن هذه المواد مادة الريسين المستخرَجة من بذور نبات الخَرْوَع، لمعرفة آلية تأثير مادة الريسين تُقترح عليك الدراسة التالية:

الجزء الأول

تمثل الوثيقة (01) نتائج مخبرية لتأثير مادة الريسين حيث:
- يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (01) تكاثر الخلايا السرطانية في وجود وفي غياب مادة الريسين.
- يمثل الشكل (ب) من نفس الوثيقة نتائج متابعة نسبة إدماج التايميدين واللوسين المشعين لعينات من الخلايا السرطانية تم حضنها في تراكيز متزايدة من مادة الريسين.



الوثيقة (1)

Scanned by TapScanner

– حلل الوثيقة (01) مبرزا العلاقة بين تكاثر الخلايا السرطانية المبينة في الشكل (أ) والظواهر الحيوية الموضّحة في الشكل (ب).

الجزء الثاني

1– لتحديد آلية تأثير مادة الريسين على تركيب البروتين يُقترح ما يلي:

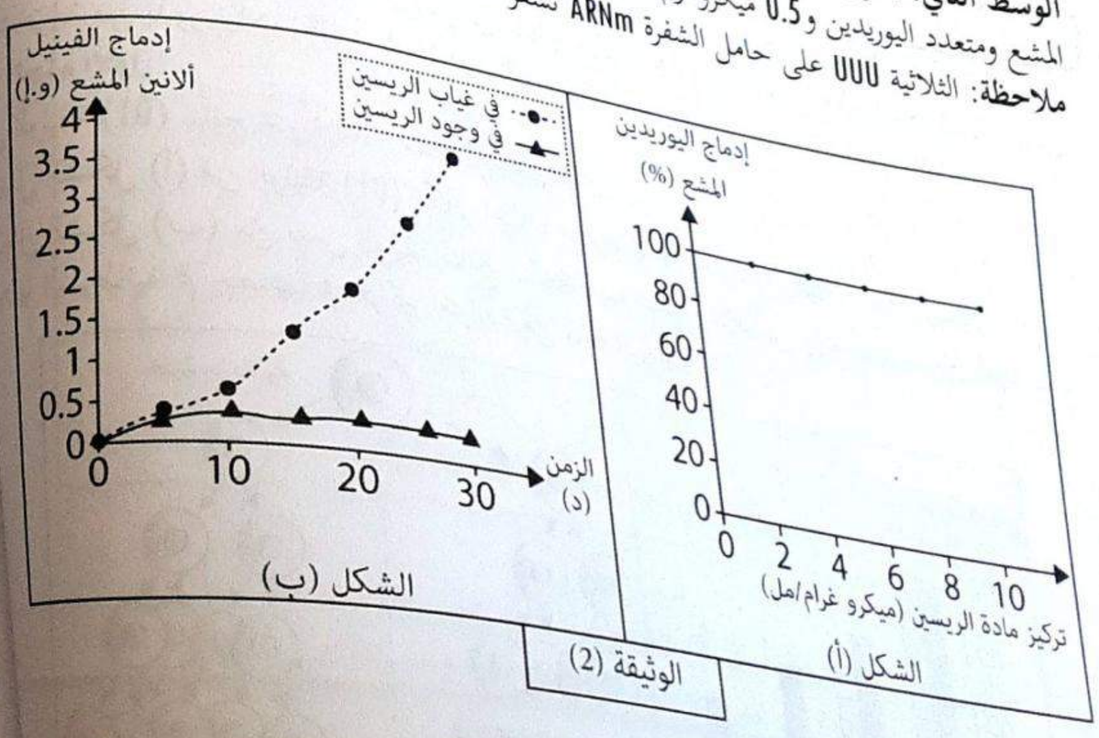
– الشكل (أ) من الوثيقة (02) يمثل نتائج متابعة نسبة إدماج اليوريدين المشع لعينات من الخلايا السرطانية تم حضنها في وجود تراكيز متزايدة من مادة الريسين.

– الشكل (ب) من نفس الوثيقة يمثل تطور إدماج الحمض الأميني فينيل ألانين المشع في وسطي زرع بحيث:

الوسط الأول: يحتوي على مستخلص خلوي خال من الـ **ARNm** أضيف له الحمض الأميني فينيل ألانين المشع ومتعدد اليوريدين.

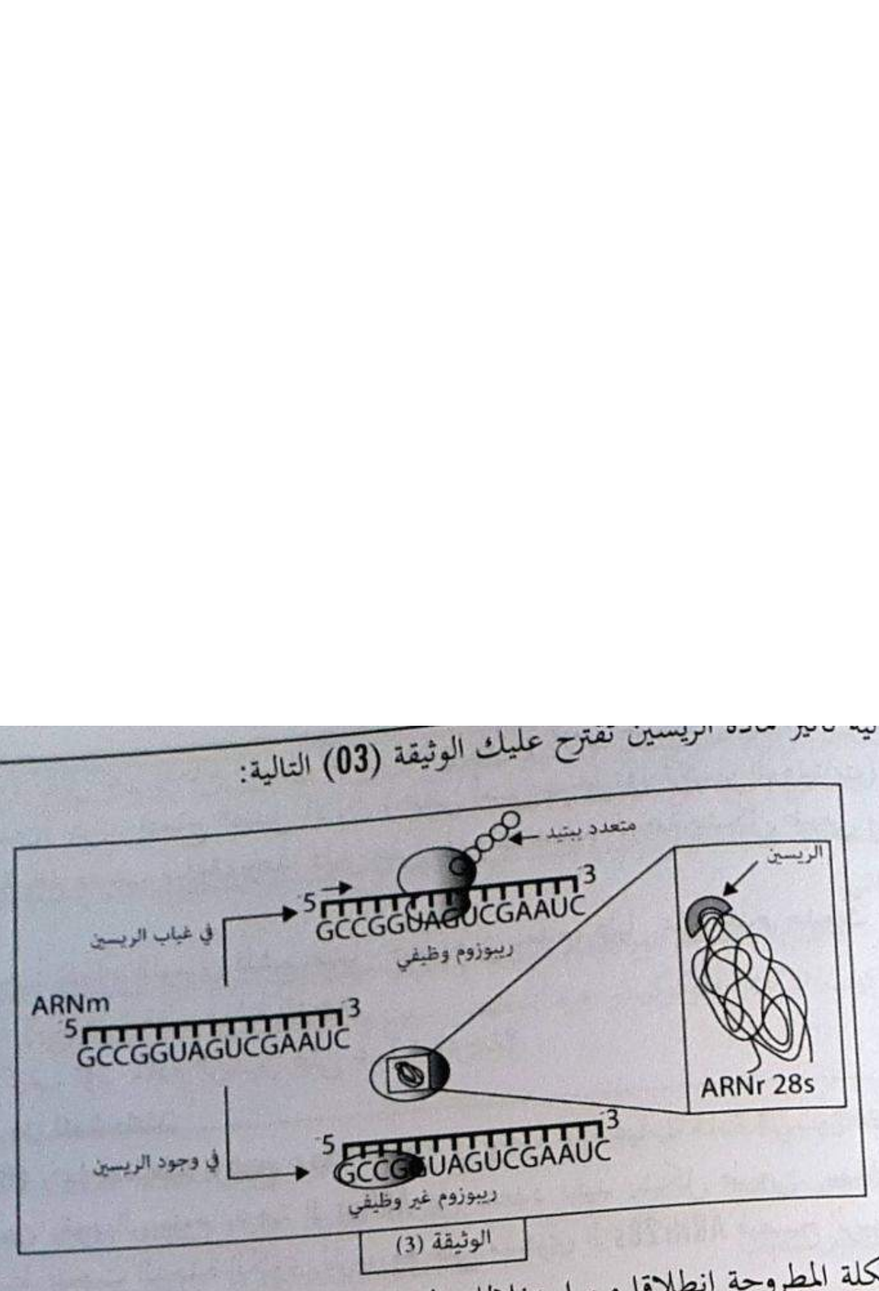
الوسط الثاني: يحتوي على مستخلص خلوي خال من الـ **ARNm** أضيف له الحمض الأميني فينيل ألانين المشع ومتعدد اليوريدين و**0.5** ميكروغرام من الريسين.

ملاحظة: الثلاثية **UUU** على حامل الشفرة **ARNm** تشفر للحمض الأميني فينيل ألانين.



– حلل منحنيات الشكلين (أ) و(ب) مبرزا المشكلة حول تأثير مادة الريسين على تركيب البروتين.

2– لإظهار آلية تأثير مادة الريسين تقترح عليك الوثيقة (03) التالية:



أعط حلا للمشكلة المطروحة انطلاقا من استغلالك لمعطيات الوثيقة (03).

الإجابة النموذجية

الجزء الأول

تحليل

تمثل الوثيقة (01) نتائج مخبرية لتأثير مادة الريسين حيث:

– **الشكل (أ):** يمثل تكاثر الخلايا السرطانية في وجود وفي غياب مادة الريسين حيث نلاحظ:

في غياب الريسين: تنقسم الخلايا السرطانية عدة انقسامات وتتكاثر بشكل كبير.

في وجود الريسين: تتكاثر الخلية السرطانية بشكل قليل.

نستنتج أن الريسين تثبط تكاثر الخلايا السرطانية.

– **الشكل (ب):** يمثل تغير النسبة المئوية لإدماج العناصر المشعة (تايميدين ولوسين) بدلالة تركيز الريسين حيث نلاحظ:

في غياب الريسين (تركيز **0**) يكون إدماج التايميدين واللوسين طبيعيا (**100 %**)، وكلما زاد تركيز الريسين ينقص إدماج هذه العناصر المشعة.

نستنتج أن مادة الريسين تثبط تركيب البروتين (دمج اللوسين) وكذلك تضاعف الـ **ADN** (دمج التايميدين) وبالتالي تثبط تكاثر الخلايا السرطانية وتصنيعها للبروتين.

الجزء الثاني

1- تحليل

– **الشكل (أ):** يمثل تغير إدماج اليوريدين المشع بدلالة تركيز الريسين حيث نلاحظ:

إدماج اليوريدين (نكليوزيدة تدخل في تركيب الـ **ARN**) يتم بشكل طبيعي (**100 %**) رغم زيادة تركيز الريسين. وهذا دليل على حدوث عملية الاستنساخ.

نستنتج أن مادة الريسين لا تؤثر على عملية الاستنساخ.

Scanned by TapScanner

– **الشكل (ب):** يمثل تغير إدماج الفينيل ألانين المشع بدلالة الزمن بحيث:

في غياب الريسين: يتزايد إدماج الفينيل ألانين (حمض أميني يدخل في تركيب البروتينات) حتى يتجاوز 4 وحدة اعتبارية بعد نصف ساعة، وهذا دليل على حدوث عملية الترجمة بشكل طبيعي وإدماج الفينيل ألانين.

في وجود الريسين: إدماج اللوسين المشع ضئيل جدا يكاد ينعدم، دليل على عدم حدوث عملية الترجمة.

نستنتج أن مادة الريسين توقف عملية الترجمة.

طرح المشكلة: كيف تؤثر مادة الريسين على عملية الترجمة؟

2- اقتراح حل للمشكلة

تمثل الوثيقة (03) رسما تخطيطيا يوضح عملية الترجمة في وجود وفي غياب مادة الريسين حيث:

في غياب الريسين يقوم الريبوزوم بترجمة الـ **ARNm** إلى متعدد ببتيد بشكل طبيعي. بينما في وجود مادة الريسين التي ترتبط بتحت الوحدة الكبرى للريبوزوم على مستوى الـ **ARNr28s** فيصبح الريبوزوم غير وظيفي ولا يقوم بقراءة الـ **ARNm**.

إذن، الريسين توقف عملية الترجمة بالارتباط بالريبوزوم وتثبيط عمله.

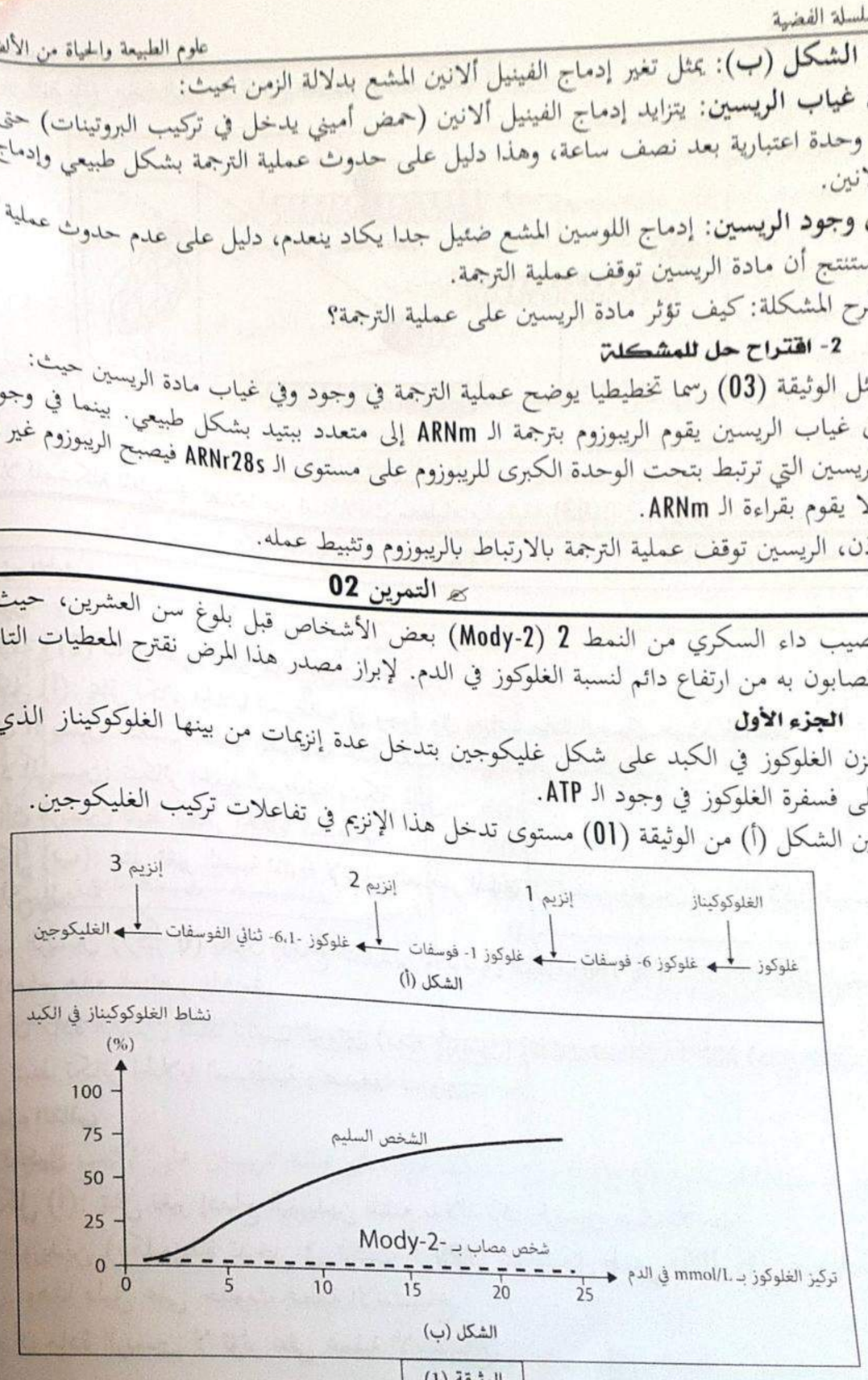
التمرين 02

يصيب داء السكري من النمط 2 (Mody-2) بعض الأشخاص قبل بلوغ سن العشرين، حيث يعاني المصابون به من ارتفاع دائم لنسبة الغلوكوز في الدم. لإبراز مصدر هذا المرض نقترح المعطيات التالية.

الجزء الأول

يخزن الغلوكوز في الكبد على شكل غليكوجين بتدخل عدة إنزيمات من بينها الغلوكوكيناز الذي يعمل على فسفرة الغلوكوز في وجود الـ **ATP**.

يبين الشكل (أ) من الوثيقة (01) مستوى تدخل هذا الإنزيم في تفاعلات تركيب الغليكوجين.



الوثيقة (1)

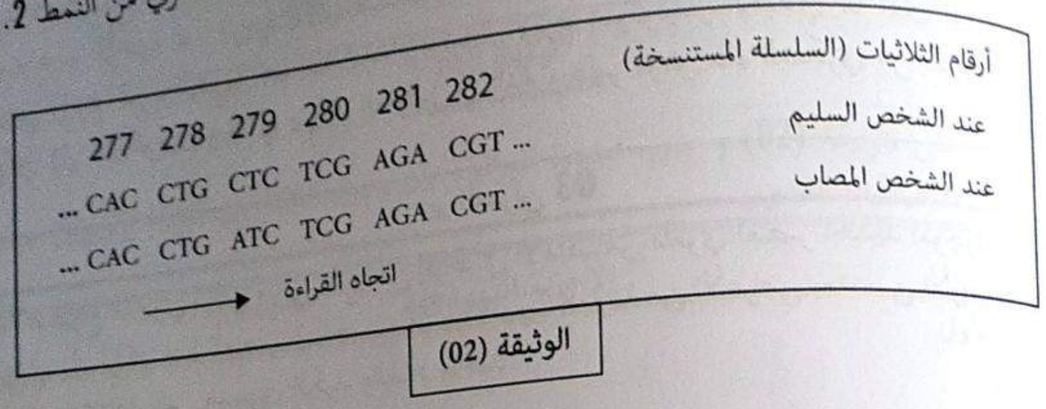
مركز قياس نشاط الإنزيم غلوكوكيناز في كبد شخص سليم وآخر مصاب بداء السكري من النمط 2 من الوحدة

الحصول على الشكل (ب) من الوثيقة (01).

حلل النتائج المسجلة في الشكل (ب) مبينا سبب الارتفاع المستمر للتحلون عند الشخص المصاب.

الجزء الثاني

لتوضيح مصدر الإصابة بهذا المرض نقدم الوثيقة (02)، حيث تمثل جزء من السلسلة المستنسخة للمورثة المسؤولة عن تركيب الإنزيم غلوكوكيناز عند شخص سليم وآخر مصاب بداء السكري من النمط 2.



الوثيقة (02)

– بين سبب الإصابة بداء السكري من النمط 2.

الإجابة النموذجية

الجزء الأول

تحليل

يمثل الشكل (ب) منحنيين بيانيين لنشاط الإنزيم غلوكوكيناز في الكبد بدلالة تركيز الغلوكوز في الدم عند كل من الشخص السليم والشخص المصاب حيث:

عند الشخص السليم: نلاحظ تزايدا تدريجيا لنشاط الإنزيم حتى يبلغ قيمة أعظمية تقدر بـ **80 %** عند تركيز الغلوكوز في الدم يقدر بـ **25** ميلي مول / ل.

عند الشخص المصاب: انعدام نشاط الإنزيم.

نستنتج أن انعدام نشاط الإنزيم غلوكوكيناز الكبدي أدى إلى تراكم الغلوكوز في الدم مسببا الارتفاع المستمر للتحلون.

الجزء الثاني

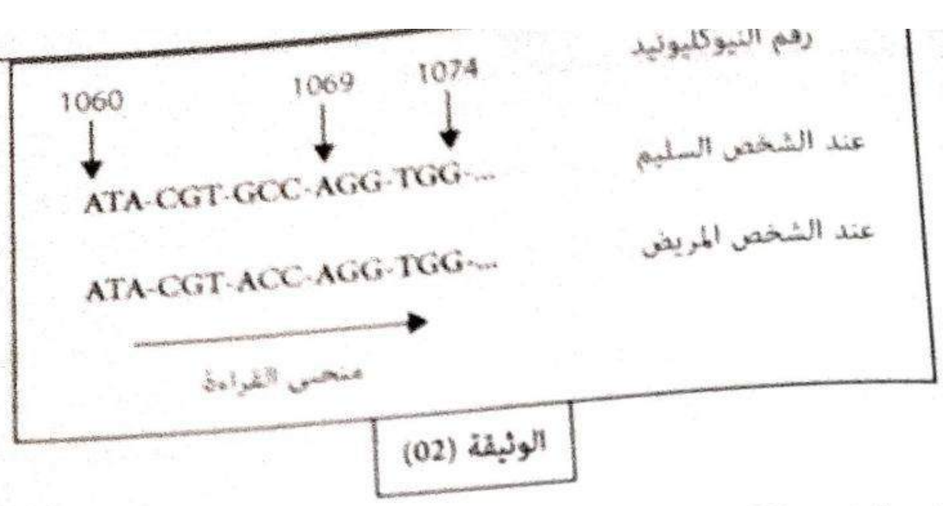
- التبيين

متتالية الأحماض الأمينية

الشخص السليم:

- ARNm: GUG GAC GAG AGC UCU GCA
- تتابع الأحماض الأمينية: Val – Asp – Glu – Ser – Ser – Ala

Scanned by TapScanner



الوثيقة (02)

- بالاعتماد على الوثيقة (02) وجدول الشفرة الوراثية، بيّن وجود علاقة بين المورثة والبروتين موضحا مصدر مرض الاصطباغ الدموي.

الإجابة النموذجية

الجزء الأول

مقارنة

يمثل الجدول كمية الحديد الممتص في مستوى الأمعاء، وكمية الحديد المخزن في الأعضاء، لشخص سليم وشخص مصاب حيث نلاحظ:

كمية الحديد الممتص في مستوى الأمعاء عند الشخص المريض مرتفعة مقارنة مع الشخص السليم.

كمية الحديد المخزن في الأعضاء مرتفعة عند الشخص المريض مقارنة مع الشخص السليم.

نستنتج أنه ينتج عن وجود بروتين الإبسيدين غير العادي امتصاص كمية كبيرة من الحديد على مستوى الأمعاء وتخزين كمية كبيرة من الحديد على مستوى الأعضاء، مما يؤدي إلى ظهور الأعراض المميزة للمرض.

الجزء الثاني

تبيين العلاقة بين المورثة والبروتين وتوضيح مصدر المرض

- استخراج متتالية الـ ARNm والأحماض الأمينية

عند الشخص السليم:

متتالية الـ ARNm:

UAUGCACGGUCCACC

سلسلة متعدد الببتيد:

Tyr-Ala-Arg-Ser-Thr

عند الشخص المصاب:

متتالية الـ ARNm:

UAUGCAUGGUCCACC

سلسلة متعدد الببتيد:

Tyr-Ala-Trp-Ser-Thr

حدوث طفرة على مستوى الـ ADN متمثلة في استبدال القاعدة G بالقاعدة A على مستوى النكليوتيد 1066. فنتج عنه استبدال الحمض الأميني Arg بالحمض الأميني Trp على مستوى متعدد الببتيد أدى إلى تركيب بروتين الإبسيدين غير عادي وهو مصدر مرض الاصطباغ الدموي.

GUG GAC UAG AGC UCU GCA
Val - Asp

الشخص المصاب:

- ARNm:

- تتابع الأحماض الأمينية:

نلاحظ حدوث طفرة على مستوى الثلاثية 279 للسلسلة المنسخة من المورثة المشفرة للإنزيم غلوكوكيناز، حيث تم استبدال النكليوتيدة C عند الشخص السليم بالنكليوتيدة A عند الشخص المصاب، ومنه خلال عملية الاستساخ تحولت الرامزة 279 من GAG إلى UAG (رامزة توقف). بالتالي عند حدوث عملية الترجمة توقفت هذه الأخيرة عند الرامزة 278، فتشكلت سلسلة ببتيدية قصيرة ذات بنية فراغية مختلفة عن الإنزيم الطبيعي (إنزيم غير وظيفي) نجم عنه انعدام لنشاط الإنزيم غلوكوكيناز الكبدي مما أدى إلى عدم تحويل الغلوكوز إلى غليكوجين وبالتالي بتراكم الغلوكوز في الدم ويظهر مرض داء السكري من النمط 2.

التمرين 03

داء الاصطباغ الدموي مرض وراثي ينتج عن إفراط في الامتصاص المعوي لعنصر الحديد الموجود في الأغذية مما يؤدي إلى تراكم هذا العنصر في الجسم، مسببا ظهور مجموعة من الأعراض بعد سن الأربعين في شكل اضطرابات مختلفة على مستوى الكبد والعدد والجلد.

الجزء الأول

يرتبط هذا المرض ببروتين يفرزه الكبد في الدم يسمى الإبسيدين، حيث ينظم امتصاص الحديد في مستوى الأمعاء. مكن تحليل الدم عند شخص سليم وآخر مصاب بهذا المرض من الحصول على المعطيات الممثلة في الوثيقة (01).

	بروتين الإبسيدين	كمية الحديد الممتص في مستوى الأمعاء بـ ملغ في اليوم	كمية الحديد المخزن في الأعضاء بـ ملغ
الشخص السليم	عادي	من 1 إلى 2	5
الشخص المصاب	غير عادي	من 5 إلى 8	من 10 إلى 30

الوثيقة (01)

قارن كمية الحديد الممتص بكمية الحديد المخزن في الأعضاء بين كل من الشخص السليم والشخص المصاب.

الجزء الثاني

تتحكم في تركيب بروتين الإبسيدين مورثة تتموضع على الصبغي رقم 6 وتوجد في شكل أليلين:

- الأليل مسؤول عن تركيب بروتين الإبسيدين العادي.
- الأليل مسؤول عن تركيب بروتين الإبسيدين غير العادي.

استعمل الوثيقة (02) جزء من خيط الـ AND القابل للنسخ (سلسلة ناسخة) بالنسبة للأليلين المسؤولين عن تركيب الإبسيدين عند كل من الشخص السليم والشخص المريض.

Scanned by TapScanner