



على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

**الموضوع الأول**

يحتوي الموضوع الأول على (03) صفحات (من الصفحة 1 من 5 إلى الصفحة 3 من 5)

التمرين الأول: (08 نقاط)

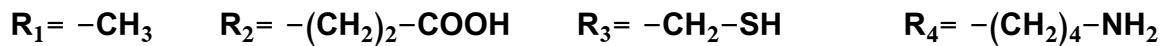
تتميز البروتينات ببنية فراغية نوعية تكتسبها من الخصائص الكهربائية للأحماض الأمينية المكونة لها ومن ترتيبها. للتعرف على بعض خصائص هذه الوحدات البنائية تُقترح عليك الدراسة التالية:

1. يُمثل الشكل (أ) من الوثيقة التالية أنواع الروابط الكيميائية المساهمة في ثبات البنية الفراغية للبروتينات.

|                |           |
|----------------|-----------|
| <p>PH=6.11</p> |           |
| الشكل (ب)      | الشكل (أ) |
| الوثيقة        |           |

. تعرّف على البيانات المرقمة.

2. تم فصل أربعة وحدات بنائية لأحد البروتينات، سلاسلها الجانبية كما يلي:



. صنّف الوحدات الأربعة حسب السلسلة الجانبية.

3. يُظهر الشكل (ب) من الوثيقة نتيجة فصل خليط من الوحدات السابقة باستعمال تقنية الهجرة الكهربائية في وسط

ذي pH=6.11. إذا علمت أنّ الوحدة ذات الجذر  $R_1$  لها  $pH_i=6.11$ :

. أنسب البقع (س، ع، ص، ي) إلى الوحدات ذات الجذور  $R_1, R_2, R_3, R_4$  مع التعليل.

4. اكتب نصًا علميًا تُبين فيه تأثير درجة pH الوسط على استقرار البنية الفراغية للبروتينات انطلاقًا من نتائج هذه الدراسة ومعلوماتك.

**التمرين الثاني: (12 نقطة)**

إنّ التّعرّض المستمر والمفرط لأشعة الشمس قد ينجم عنه الإصابة بسرطان الجلد، ولإظهار العلاقة بين تأثير أشعة الشمس وظهور هذا الداء تُقترح الدراسة الآتية:

**الجزء الأول:**

1. توصلت الأبحاث العلمية لاكتشاف بروتينين يراقبان الانقسام الخيطي المتساوي لخلايا الجلد من جهة، ومن جهة أخرى تبيّن أنّ الأورام السرطانية تنتج عن انقسام عشوائي للخلايا العادية وتحوّلها إلى خلايا سرطانية جديدة. صغّ المشكل العلمي الذي تطرحه هذه الأبحاث العلمية.
2. إنّ حاجة العضوية لخلايا جديدة يتطلّب تركيب بروتين غشائي يرمز له بـ (Ras) ينشّط عملية الانقسام الخلوي إذ يحفّز جزيئة الـ (ADN) على التضاعف، وفي نهاية الانقسام يتدخّل بروتين آخر يرمز له بـ (p53) لتوقيف الانقسام وذلك بتنشيطه لنشاط بروتين (Ras).  
اقتراح فرضية تفسّر بها سبب حدوث سرطان الجلد.

**الجزء الثاني:**

- سمحت الدراسات بعزل المورثة المسؤولة عن تركيب البروتين (Ras) حيث يمثّل:
- الشكل (أ) من الوثيقة (1) جزء من السلسلة المستنسخة لمورثة (Ras) للخلية العادية.
  - الشكل (ب) من الوثيقة (1) جزء من السلسلة غير المستنسخة لمورثة (Ras) للخلية السرطانية.
  - الشكل (ج) من الوثيقة (1) يمثّل قاموس الشفرة الوراثية.

الشكل (أ)

التتابع النيكلويدي →

10 20 30 40 50

Ras 0 0 TACCGGGATTTCCTGGGTGGCCTGGCCTCCGAGCTTCCACTGCACACAGTACA

الشكل (ب)

التتابع النيكلويدي →

10 20 30 40 50

Ras 0 0 ATGGCCCTAAGAACCACCCGCGACCGGAGGCTCAGAAGGTGACGTGTCTCATGT

الحمض ————— ريف الثاني

|   | U  | C  | A  | G  |                  |
|---|--|--|--|--|------------------|
| U | UUU   ليفيل الاتين<br>UUC   سيرين<br>UUA   ثوسين<br>UUG   ثوسين        | UCU   سيرين<br>UCC   سيرين<br>UCA   سيرين<br>UCG   سيرين         | UAU   ثروزين<br>UAC   ثروزين<br>UAA   قف<br>UAG   قف                 | UGU   سيسنتين<br>UGC   سيسنتين<br>UGA   قف<br>UGG   تريغوان  | U<br>C<br>A<br>G |
| C | CUU   ثوسين<br>CUC   ثوسين<br>CUA   ثوسين<br>CUG   ثوسين               | CCU   بروتين<br>CCC   بروتين<br>CCA   بروتين<br>CCG   بروتين     | CAU   هيسثيدين<br>CAC   هيسثيدين<br>CAA   غلوتامين<br>CAG   غلوتامين | CGU   أرجنين<br>CGC   أرجنين<br>CGA   أرجنين<br>CGG   أرجنين | U<br>C<br>A<br>G |
| A | AUU   إيزو ثوسين<br>AUC   ميثيونين<br>AUA   ميثيونين<br>AUG   ميثيونين | ACU   ثريونين<br>ACC   ثريونين<br>ACA   ثريونين<br>ACG   ثريونين | AAU   اسبارجين<br>AAC   اسبارجين<br>AAA   ليزين<br>AAG   ليزين       | AGU   سيرين<br>AGC   سيرين<br>AGA   أرجنين<br>AGG   أرجنين   | U<br>C<br>A<br>G |
| G | GUU   فالين<br>GUC   فالين<br>GUA   فالين<br>GUG   فالين               | GCU   الانين<br>GCC   الانين<br>GCA   الانين<br>GCG   الانين     | GAU   حمض<br>GAC   أسبارتيك<br>GAA   حمض<br>GAG   غلوتاميك           | GGU   غليسين<br>GGC   غليسين<br>GGA   غليسين<br>GGG   غليسين | U<br>C<br>A<br>G |

الوثيقة (1)



1. بيّن أنّ النتائج المحصّل عليها في الوثيقة (1) تسمح باختبار صحة الفرضية.
2. ترجم جزء المورثة (Ras) الموضّح بالوثيقة (1) إلى تتالي أحماض أمينية مستغلا قاموس الشفرة الوراثية الموضّح بالشكل (ج) من الوثيقة (1).
3. يُبيّن جدول الوثيقة (2) جزء من المورثة المسؤولة عن تركيب البروتين (p53) من خلية عادية والجزء نفسه من خلية سرطانية.

|   |   |
|---|---|
| جزء المورثة المسؤولة عن تركيب البروتين (p53)<br>منزوع من خلية سرطانية | جزء المورثة المسؤولة عن تركيب البروتين (p53)<br>منزوع من خلية عادية |
| TCA CTT CCG AT  | TCA CTA TCC GAT   |
| <b>الوثيقة (2)</b>  |   |

. اشرح النتائج المحصّل عليها بالوثيقة (2) لتأكيد صحّة الفرضية.

**الجزء الثالث:**

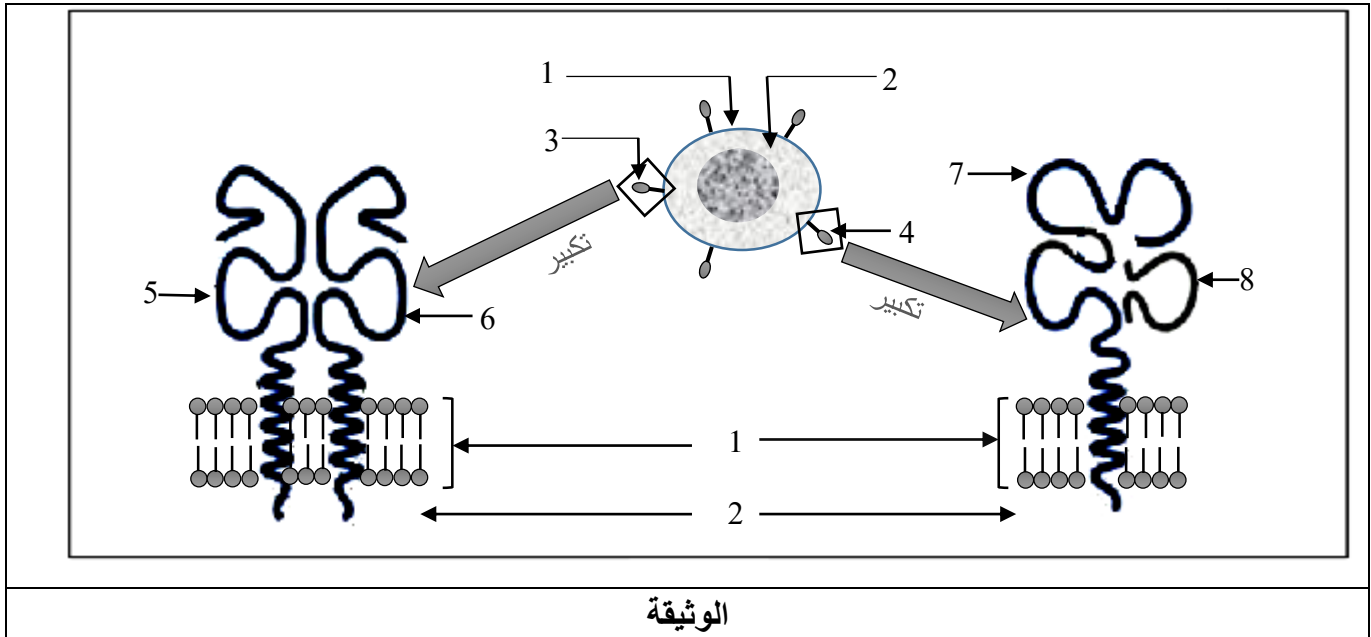
اكتب نصّا علميا تبرز من خلاله مخاطر التعرّض المستمر لأشعة الشمس على عضوية الإنسان مستعينا بالمعارف المبنية في هذه الدراسة ومكتسباتك.

**الموضوع الثاني**

يحتوي الموضوع الثاني على صفتين (من الصفحة 4 من 5 إلى الصفحة 5 من 5)

**التمرين الأول: (08 نقاط)**

يُمثل كل فرد وحدة بيولوجية مستقلة بذاتها تستطيع التمييز بين الذات واللآذات بفضل بروتينات غشائية. توضح الوثيقة التالية رسما تخطيطيا لبعض مؤشرات الهوية البيولوجية ومقر تواجدها.



الوثيقة

1. تعرّف على البيانات المرقّمة من 1 إلى 8.
2. اذكر نوع الخلايا التي تحمل البنية (3) وتلك التي تحمل البنية (4).
3. حدّد المنشأ الوراثي لكل من البنيتين (3) و(4).
4. اكتب نصّا علميا تبرز من خلاله دور البنيتين (3)، (4) في التمييز بين الذات واللآذات ممّا سبق ومعلوماتك.

**التمرين الثاني: (12 نقطة)**

إنّ توازن العضوية مرتبط بالتخصّص الوظيفي للبروتينات، وأي خلل على مستواها يؤدي إلى اختلال في عملها. لإظهار أهمية هذا التخصّص تُقترح الدراسة التالية:

**الجزء الأول:**

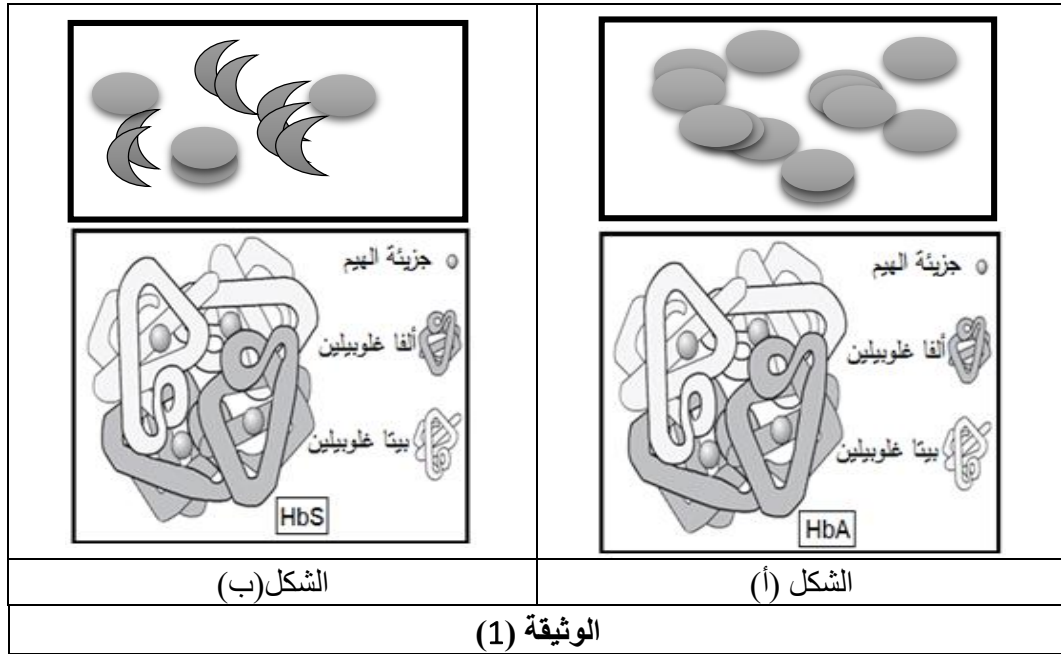
فقر الدم المنجلي (الدريبانوسيتوز) مرض يصيب بعض الأشخاص ومن أعراضه (الشعور بالتعب، صعوبة في التنفس، كريات دمه الحمراء تأخذ شكلا منجليا....).

. يمثّل الشكل (أ) من الوثيقة (1) مظهر كريات الدم الحمراء تحت المجهر الضوئي وجزئية الهيموغلوبين

الطبيعي (HbA) عند شخص سليم تمّ الحصول عليها بمبرمج خاص.

. يمثّل الشكل (ب) من الوثيقة (1) مظهر كريات الدم الحمراء تحت المجهر الضوئي وجزئية الهيموغلوبين غير

الطبيعي (HbS) عند شخص مصاب بالدريبانوسيتوز تمّ الحصول عليها بنفس المبرمج.



1. حدّد مستوى البنية الفراغية للبروتينين الممثلين بالشكلين (أ) و (ب) مع التعليل ثم أبرز المشكلة المطروحة.
  2. اقترح فرضية تفسّر بها سبب الاختلال الوظيفي لبروتين (HbS).
- الجزء الثاني:

لتحديد مصدر الخلل تمّ استعمال برنامج Anagène لدراسة جزء من مورثة السلسلة بيتا ( $\beta$ ) غلوبين عند كلّ من الشخص السليم والشخص المصاب بالدريبانوسيتوز. النتائج المحصّل عليها ممثلة في الوثيقة (2).

|                              | 1   | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
|------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|
| عند شخص سليم                 |   |    |    |    |    |    |    |
| سلسلة غير مستنسخة            | ATGGTGCACCTGACTCCTGAGGAGAAGTCTGCCGTTACTGCCCTGTGGGGCAAGGTGAACGTG |    |    |    |    |    |    |
| سلسلة مستنسخة                | TACCACGTGGACTGAGGACTCCTCTTCAGACGGCAATGACGGGACACCCCGTTCCACTTGCAC |    |    |    |    |    |    |
| ARNm                         | AUGGUGCACCUGACUCCUGAGGAGAAGUCUGCCGUUACUGCCCVUGGGGCAAGGUGAACGUG  |    |    |    |    |    |    |
| السلسلة الببتيدية            | XValHisLeuThrProGluGluLysSerAlaValThrAlaLeuTrpGlyLysValAsnVal   |    |    |    |    |    |    |
| عند شخص مصاب بالدريبانوسيتوز |   |    |    |    |    |    |    |
| سلسلة غير مستنسخة            | ATGGTGCACCTGACTCCTGTGGAGAAGTCTGCCGTTACTGCCCTGTGGGGCAAGGTGAACGTG |    |    |    |    |    |    |
| سلسلة مستنسخة                | TACCACGTGGACTGAGGACACCTCTTCAGACGGCAATGACGGGACACCCCGTTCCACTTGCAC |    |    |    |    |    |    |
| ARNm                         | AUGGUGCACCUGACUCCUGUGGAGAAGUCUGCCGUUACUGCCCVUGGGGCAAGGUGAACGUG  |    |    |    |    |    |    |
| السلسلة الببتيدية            | XValHisLeuThrProValGluLysSerAlaValThrAlaLeuTrpGlyLysValAsnVal   |    |    |    |    |    |    |

الوثيقة (2)

1. قارن بين النتائج المحصّل عليها عند الشخصين.
  2. تحقّق من صحّة الفرضية المقترحة.
- الجزء الثالث:

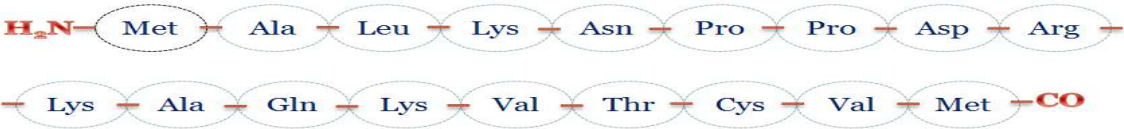
وضّح في نصّ علمي العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين انطلاقا ممّا توصلت إليه ومعلوماتك.

انتهى الموضوع الثاني

| العلامة |        | عناصر الإجابة (الموضوع الأول)  |
|---------|--------|--|
| مجموعة  | مجزأة  |  |
| 01      | 0.25x4 | <p>التّمرين الأوّل: (08 نقاط)</p> <p>1) التّعريف على البيانات المرقمة:<br/>                     1. رابطة كارهة للماء 2. رابطة هيدروجينية 3. جسر ثنائي الكبريت 4. رابطة شاردية</p>  |
| 01      | 0.25x4 | <p>2) تصنيف الوحدات الأربعة:<br/>                     R1 و R3 حمضين أميين متعادلين.<br/>                     R2 حمض أميني حمضي. R4 حمض أميني قاعدي.</p>  |
| 03      | 0.75x4 | <p>3) انساب البقع إلى الأحماض الموافقة لها، مع التّعليل:<br/>                     - (س) هو حمض أميني الذي سلسلته الجانبية (R2).<br/>                     التعليل: في درجة pH الوسط = 6.11 يحدث تأين المجموعة الوظيفية الحمضية <math>\text{COO}^-</math> و تأين المجموعة الوظيفية الأمينية <math>\text{NH}_3^+</math> وتأيّن السلسلة الجانبية <math>\text{COO}^-</math> ، الشحنة الإجمالية للحمض الاميني هي -1 .<br/>                     - (ي) هو حمض أميني الذي سلسلته الجانبية (R4).<br/>                     التعليل: في درجة pH الوسط = 6.11 يحدث تأين المجموعة الوظيفية الحمضية <math>\text{COO}^-</math> و تأين المجموعة الوظيفية الأمينية <math>\text{NH}_3^+</math> وتأيّن السلسلة الجانبية <math>\text{NH}_3^+</math> ، الشحنة الإجمالية للحمض الاميني هي +1 .<br/>                     - (ع) هو الحمض الأميني الذي سلسلته الجانبية (R3) ، (ص) هو الحمض الأميني الذي سلسلته الجانبية (R1).<br/>                     التعليل: في درجة pH الوسط = 6.11 يحدث تأين المجموعة الوظيفية الحمضية <math>\text{COO}^-</math> و تأين المجموعة الوظيفية الأمينية <math>\text{NH}_3^+</math> و عدم تأين السلسلة الجانبية فهو متعادل كهربائياً، الشحنة الإجمالية هي 0، الجزئتان تبقىان في وضعية الانطلاق.</p> |

|    |      |  |
|----|------|--|
| 03 | 0.50 | 4)النص العلمي:<br>-تختلف البروتينات عن بعضها بالقدرة على التفكك الشاردي لسلاسلها الجانبية التي تحدد طبيعتها الحمقلية وخصائصها الكهربائية. فما علاقة هذه الخاصية باستقرار البنية الفراغية للبروتين؟   |
|    | 02   | -تؤثر درجة حموضة الوسط على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية للأحماض الأمينية في السلاسل البيبتيدية. ففي درجة الـ pH الملائمة يتم المحافظة على ثبات واستقرار البنية الفراغية للبروتين حيث يحدث تجاذب شاردي بين الشحنة السلاسل الجانبية السالبة $\text{COO}^-$ نحو الشحنة السلاسل الجانبية الموجبة $\text{NH}_3^+$ مكونة رابطة شاردية. |
|    | 0.50 | - إذا تغيرت شحنة السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية بسبب تغير pH الوسط ، تختفي الروابط الشاردية مما يؤدي إلى فقدان البنية الفراغية الطبيعية الوظيفية للبروتين لأن الروابط الشاردية تساهم في الحفاظ على استقرار بنيته الفراغية.  |

| العلامة |       | عناصر الإجابة (الموضوع الأول)   |
|---------|-------|---|
| مجموعة  | مجزأة |   |
| 1.25    | 1.25  | التمرين الثاني: (12 نقاط)<br>الجزء الأول:<br>1) صياغة المشكل العلمي الذي تطرحه الأبحاث العلمية<br>كيف يختل تنظيم الانقسام الخلوي لخلايا الجلد فتتحول إلى خلايا سرطانية؟   |
| 1.25    | 1.25  | 2) الفرضية المقترحة لتفسير حدوث سرطان الجلد:<br>تغير البنية الفراغية للبروتين p53 فيفقد وظيفته في تثبيط Ras فيختل تنظيم الانقسام الخلوي لخلايا الجلد .  |
| 02      | 02    | الجزء الثاني:<br>1) تبيان أن النتائج المحصل عليها في الوثيقة (1) تسمح باختبار صحة الفرضية:<br>نتائج التتابع النكليوتيدي في السلسلة المستنسخة للخلية العادية تتكامل مع التتابع النكليوتيدي في السلسلة غير المستنسخة للخلية السرطانية، فهذين الجزئين من المورثتين المسؤولتين على تركيب البروتين Ras عند كل من الخليتين العادية والسرطانية متماثلان ويشفران لنفس عدد، نوع وترتيب الأحماض الأمينية في البروتين Ras، وبالتالي يشرف هذان الجزءان على تركيب نفس البروتين Ras بنفس البنية.<br>وهذا ما يبين أن بنية البروتين Ras عند الشخصين السليم والمصاب بالسرطان متماثلة وأن هذه النتائج تبين أن الـ Ras ليس سببا في حدوث سرطان الجلد. |

|    |     |   |
|----|-----|---|
| 02 | 2×1 | <p>(2) ترجمة جزء المورثة Ras الموضحة بالوثيقة (1) إلى تتالي أحماض امينية.</p>   |
| 02 | 2   | <p>(3) شرح النتائج المحصل عليها في الوثيقة (2) لتأكيد الفرضية الصحيحة. بمقارنة التتابع النيكليوتيدي لجزء المورثة المسؤولة على تركيب الـ p53 في الخلية العادية والخلية الورمية نسجل حذف نيكليوتيدة (A) من مورثة الخلية السرطانية مما نتج عنه تغير في عدد الأحماض الأمينية المشكلة للبروتين p53 الطافر ففقد بنيته الفراغية الطبيعية وبالتالي فقد وظيفته (قدرته على مراقبة الانقسام) وهذا ما يؤكد صحة الفرضية.</p> |

| العلامة |       | عناصر الإجابة (الموضوع الأول)   |
|---------|-------|---|
| مجموعة  | مجزأة |   |
| 3.50    | 3.5   | <p>الجزء الثالث (النص العلمي):</p> <p>ينجم سرطان الجلد عن الانقسام العشوائي للخلايا نتيجة عوامل متعددة من بينها التعرض الدائم والمستمر لأشعة الشمس فكيف تتسبب هذه الأخيرة في حدوث سرطان الجلد؟</p> <p>يتضمن العرض الأفكار التالية: - تأثير أشعة الشمس في حدوث طفرات وراثية.</p> <p>- تأثير الطفرة الوراثية على البنية الفراغية للبروتين.</p> <p>- تأثير البنية الفراغية في وظيفة البروتين.</p> <p>- تأثير الخلل الوظيفي على مراقبة الانقسام الخلوي.</p> <p>يتسبب التعرض المستمر لأشعة الشمس في حدوث طفرات وراثية على مستوى المورثات ينجم عنها بروتينات غير طبيعية مما يفقدها وظيفتها.</p> |

| العلامة |                    | عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)   |
|---------|--------------------|--|
| مجموعة  | مجزأة              |  |
| 02      | 8×0.25             | <p>التّمرين الأوّل: (08 نقاط)</p> <p>(1) التّعرف على البيانات المرقمة من 1 إلى 8.</p> <p>1: غشاء هيولي 2: هيولي 3: HLAI HLAI:4 6 و5: السلسلة <math>\alpha</math> لا<br/>                     HLAI أو السلسلة <math>\beta</math> لا HLAI 7: السلسلة <math>\alpha</math> لا HLAI 8: السلسلة <math>\beta</math>2m</p>   |
| 01      | 2×0.5              | <p>(2) تحديد نوع الخلايا التي تحمل البنية (3) وتلك التي تحمل البنية(4):</p> <p>- نوع الخلايا التي تحمل البنية (3) هي البالعات الكبيرة والخلايا للمفاوية LB.</p> <p>- نوع الخلايا التي تحمل البنية (4) هي كل الخلايا ذات النواة.</p>  |
| 02      | 2×1                | <p>(3) تحديد المنشأ الوراثي:</p> <p>- البنية (3) تنشأ عن التّعبير المورثي لمورثات CMH II المتمثلة في .DR. DP.DQ .المحمولة على الرّوج الصبغي رقم 6.</p> <p>- البنية (4) تنشأ عن التّعبير المورثي لمورثات CMHI المتمثلة في A .B.C بالنسبة للسلسلة (<math>\alpha</math>) التي تقع على الرّوج الصبغي رقم 6 بينما المورثة التي تشرف على تركيب السلسلة القصيرة <math>\beta</math>2m واقعة على الصبغي رقم 15.</p>   |
| 03      | 0.50<br>02<br>0.50 | <p>(4)النّص العلمي:</p> <p>. تستطيع العضوية التّمييز بين الذات واللآذات بفضل جزيئاتها الغشائية ذات الطّبيعة الغليكوبروتينية.</p> <p>فكيف تتدخل هذه الجزيئات في التّمييز بين الذات واللآذات؟</p> <p>. تحدد جزيئات الذات وراثيا بمجموعة مورثات تعرف باسم معقد التّوافق النّسيجي الرّئيسي (CMH) والتي تمثل الهوية البيولوجية للفرد.</p> <p>تصنف جزيئات (CMH) إلى قسمين:</p> <p>- (HLAI)CMHI المتواجد على غشاء جميع الخلايا ذات النّواة.</p> <p>- (HLAI)CMHII المتواجد على أغشية البالعات الكبيرة والمفاويات LB.</p> <p>حيث يمتلك كل فرد تركيبة خاصة من هذه الجزيئات يحددها التّنوع الأليلي للمورثات المشفرة لهذه الجزيئات وتحدد هذه الجزيئات الهوية البيولوجية وبالتالي تميز الذات عن اللآذات.</p> <p>. تتدخل جزيئات CMHI والـ CMHIII في التّمييز بين الذات واللآذات نتيجة تنوعها الكبير النّاجم عن منشأها الوراثي.</p> |

| العلامة |       | عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)   |
|---------|-------|--|
| مجموعة  | مجزأة |  |
| 2.50    | 2×0.5 | <p><b>التمرين الثاني: (12 نقطة) :</b><br/><b>الجزء الأول :</b></p> <p>(1) * مستوى البنية الفراغية للبروتينين الممثلين بالشكلين (أ) و (ب): بنية رابعة التعليل: وجود أكثر من سلسلتين بيبتيديتين لكل منها بنية ثالثة مرتبطة مع بعضها.<br/>* إبراز المشكلة المطروحة: يتميز كل من الـ (HbA) و (HbS) بنفس البنية الفراغية، فما سبب نقص الكفاءة الوظيفية لبروتين الـ (HbS)؟</p>   |
|         | 1.5   |  |
| 1.50    | 1.5   | <p>(2) فرضية تفسر سبب الاختلال الوظيفي لبروتين:<br/>يعود سبب الاختلال الوظيفي للبروتين إلى تغير البنية الفراغية الوظيفية نتيجة تغير عدد أو نوع أو تتالي الأحماض الأمينية المكونة له.</p>   |
| 03      | 3×1   | <p><b>الجزء الثاني :</b><br/>(1) مقارنة النتائج المحصل عليها عند الشخصين:<br/>من خلال المقارنة بين تتابع جزء مورثة بيتا (β) غلوبين شخص سليم وشخص مصاب نلاحظ:<br/>. تماثل تتابع نكليوتيدات السلسلة المستسخة لشخص سليم وشخص مصاب بالدريبانوسيتوز.<br/>. اختلاف على مستوى الثلاثية رقم 6 حيث تم تغير النكليوتيدة T بالنكليوتيدة A على مستوى النكليوتيدة رقم 20.<br/>. تغير الحمض الأميني رقم 6 من Glu إلى Val.</p>  |
|         |       | <p>(2) التحقق من صحة الفرضية المقترحة:<br/>تعتبر الفرضية صحيحة لأن تغير نكليوتيدة واحدة على مستوى الثلاثية رقم 6 أدى إلى تغير الحمض الأميني من Glu إلى Val وبالتالي تغير البروتين من HbA إلى HbS نتج عنه خلل وظيفي متمثل في إصابة الشخص بمرض فقر الدم المنجلي</p>  |
| 01      | 01    | <p><b>الجزء الثالث: النص العلمي:</b><br/>. بينت الدراسات أن أي خلل في بنية البروتين ينجم عنه خلل في وظيفته.<br/>. يعود التخصص الوظيفي للبروتينات إلى اكتسابها بنية فراغية محددة بعدد ونوع وتتالي محدد من الأحماض الأمينية حسب تتابع نكليوتيدات المورثة المشفرة لها، حيث أي تغير في عدد أو نوع أو تتالي النكليوتيدات يؤدي إلى تغير الحمض الأميني الموافق وبالتالي تغير البنية الفراغية للبروتين، بسبب تغير الروابط التي تنشأ بين جذور أحماض أمينية محددة والتي تحافظ على استقرار بنيتها وينجم عن هذا التغير خلافاً في عملها وبالتالي فقدان التوازن الوظيفي للعضوية.<br/>. تتوقف الكفاءة الوظيفية للبروتينات على بنيتها الفراغية التي تحددها الأحماض الأمينية المكونة لها.</p> |
| 04      | 0.50  | <p>03</p>  |
|         | 0.50  |  |