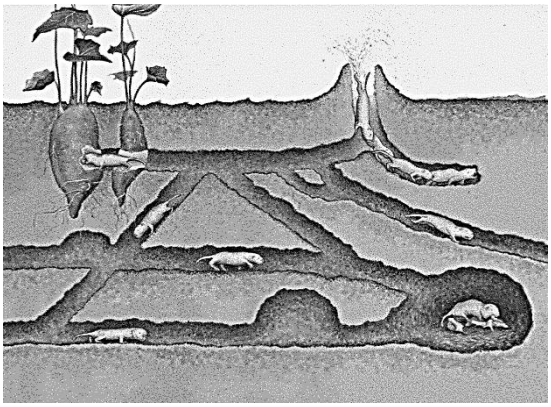
إسم الطالب:_____

مسابقة أولمبيادة البيولوجيا
مرحلة ثانية – تحليل بحث علمي

ה כסלו תשע"ט
13.11.2018

الخُلد العاري – الثديّ الأكثر غرابة في العالم

تعليمات:



إملأ تفاصيلك في ورقة تفاصيل للطالب.
في بداية كل صفحة إجابات سجِّل إسمك ورقم الصفحة.

مدَّة الامتحان **ساعة ونصف**
نموذج الامتحان يشمل على عشرة أسئلة. عليك الإجابة عن جميع الأسئلة وعن جميع البنود في الأسئلة.
ممنوع إستعمال مواد مساعدة.
في نهاية الامتحان سلِّم أوراق الإجابات، ورقة تفاصيل الطالب والنموذج.

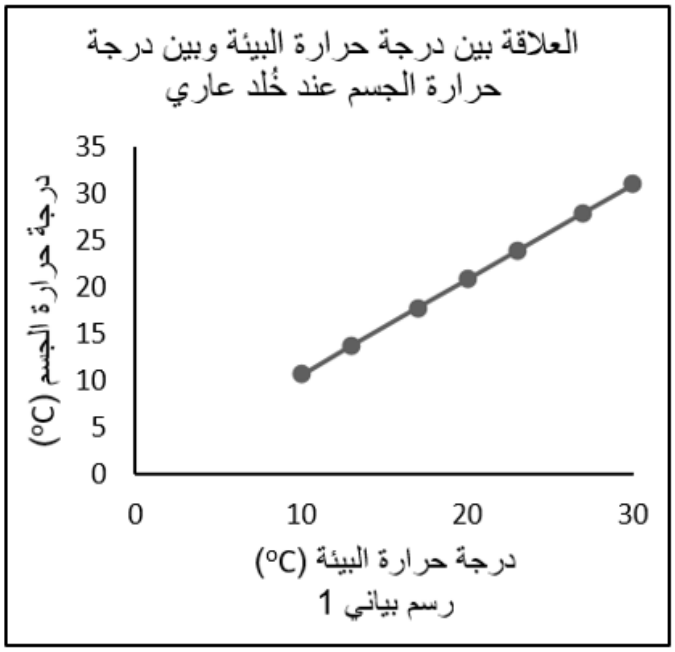
لَو طُلب منا إختيار الثديّ الأكثر غرابة في العالم – الخُلد العاري الذي يعيش في شرق أفريقيا، كان من المُؤكَّد أن يكون أحد المرشحين للفوز.

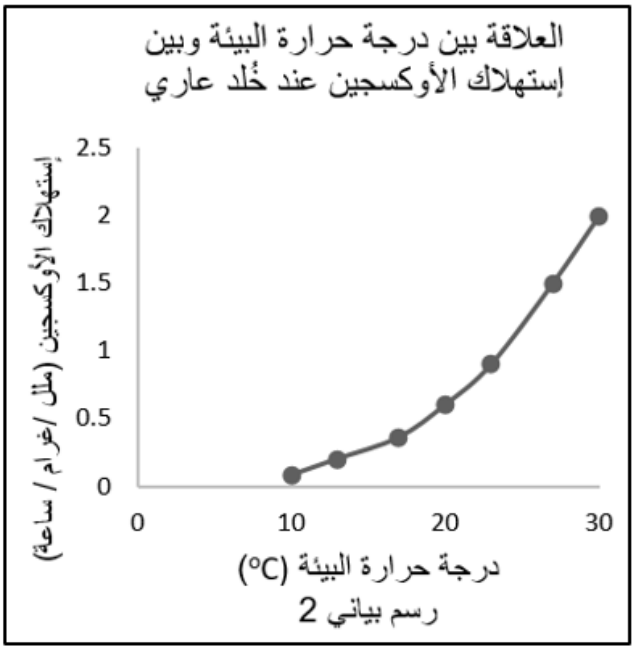
في البداية، إسمه يدُلّ عنه بعكس أنواع خُلد أخرى هو بدون فروة.

ثانياً، نمط حياته يُذكرنا بالنمل أو الترميتات أكثر من الثدييّات. الثديّ العاري يعيش في جُحور تحت الأرض، في مستوطنات مُؤلّفة من مئات الأفراد. في كل "مستوطنة" هناك فقط أنثى واحدة تلِد ("الملكة")، وعدد قليل من الذكور القادرة على التزاوج. باقي الأفراد في المُستوطنة يعملون في الحراسة، حفر الجحور، العناية في المواليد وجمع الغذاء (جذور، درنات وأبصال).

برزت صفة مُفاجِئة عند الخُلد العاري عندما فحصوا درجة حرارة الجسم وإستهلاك الأوكسجين عنده عندما كانت درجات حرارة البيئة بين 10^oC حتى 30^oC.

رسم بياني 1 ورسم بياني 2 يعرضان نتائج التجربة:





سؤال 1

أ. فسِّروا لماذا النتائج المعروضة في الرسم 1 مُفاجِئة. (5 درجات)

ب. لَو كَرَّرَ الباحثون التجربة على الفئران، **صِفوا** النتائج التي كنتم تتوقعونها في الرسوم البيانية 1 وَ 2 ؟
(يمكن وصف كلامي أو وصف عن طريق رسم/ تخطيط رسم بياني) (5 درجات)

سؤال 2

جلد الخُلد العاري تنقصُه فروة، تنقصُه غدد عرق ولديه تحت الجلد طبقة دهن دقيقة جداً.

فسِّروا كيف تؤثر كل واحدة من هذه الثلاثة صفات على تنظيم درجة حرارة الجسم عند الخُلد العاري. (9 درجات)

يعتقد الباحثون أنَّ درجة حرارة الجسم المُتغيِّرة عند الخُلد العاري هي جُزء من ملاءمته لظروف البيئة: درجة الحرارة في الجُحر هي ثابتة تقريباً (هي تتغيّر في مجال حتى 4°C فقط خلال كل السنة)، وتتواجد فيه ظروف نقص في الأوكسجين.

جدول 1: تركيز الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون في الهواء خارج الجُحر وفي الهواء داخل الجُحر

	تركيز الأوكسجين (%)	تركيز ثاني أكسيد الكربون (%)
في الهواء خارج الجُحور	21	0.03
في الهواء داخل الجُحور	6	10

الأسباب للفروقات المعروضة في الجدول هي التهوئة السيّئة في الجُحور (التي عُمقها حوالي 2.5 متر)، كثافة الخُلدات (حتى 300 من الأفراد في مستوطنة واحدة!) وتواجد كائنات حية إضافية في الجُحور، مثل جذور نباتات وبكتيريا التي تعيش في التربة.

سؤال 3

أ. **الأوكسجين** ضروري لإستخلاص الطاقة. أحضروا مثال واحد لعملية تستهلك طاقة تحدث في الخُلد، ومثال واحد لعملية أخرى تستهلك طاقة والتي تحدث في جذور النباتات. (4 درجات)

ب. بين الخُلد العاري وبين النباتات من الممكن ان يتواجد على الأقل نوعين من العلاقات المتبادلة. أذكروا نوعين من العلاقات المتبادلة التي يمكن ان تتواجد بينهما وعلِّلوا إجابتكم بالنسبة لنوع واحد. (6 درجات)

سؤال 4

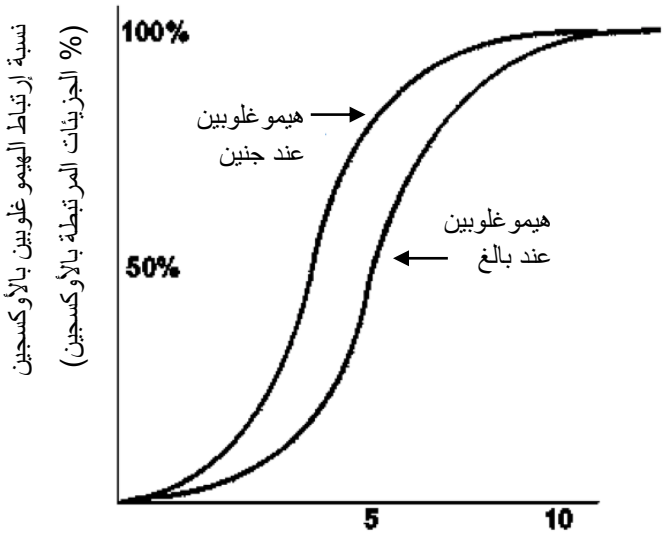
وجدوا أنّ الانسِجة في جسم الخُلد العاري صامِدَة خاصَّة لأضرار الحامض. فسِّروا كيف أنَّ الصمود لأضرار الحامض يُشكِّل ملاءمة للبيئة الحياتية الخاصة لِلخُلد. إعتمدوا في إجابتكم على معطيات جدول 1. (8 درجات)

وجد الباحثون أنَّ الخُلد العاري البالغ يستطيع العيش لمدة خمسة ساعات في بيئة فقيرة جداً بالأوكسجين ويبقى على قيّد الحياة لمدّة 18 دقيقة بدون أوكسجين بتاتاً. للمقارنة – فئران بالغة لا تستطيع البقاء على قيّد الحياة أكثر من دقيقة واحدة بدون أوكسجين، وحوالي 15 دقيقة في بيئة فقيرة جداً بالأوكسجين.

ملاءمة الخُلد العاري لنقص الأوكسجين تُذكِّر بملاءمة أجِنَّة ومواليد[1] ثدييّات من أنواع مختلفة. عند الثدييّات يتطوَّر الجنين في الرحم داخل جسم الأم، وفي هذه البيئة تركيز الأوكسجين هو منخفض نسبياً. من المعروف عند الأجِنَّة وعند المواليد هنالك عدَّة آليات التي تُكسِبُها قدرة تحمّل لتركيز منخفض من الأوكسجين، وأراد الباحثون ان يفحصوا اذا هناك آليات شبيهة تعمل ايضاً عند الخُلد العاري البالغ. هيموغلوبين الخُلد العاري البالغ يُشبه في مبناه لهيموغلوبين الجنين الموجود عند الثدييّات في المرحلة الجنينية.

رسم بياني 3 يصف تأثير تركيز الأوكسجين في البيئة على نسبة إرتباط الهيموغلوبين بالأوكسجين، عند إنسان بالغ وعند جنين.

رسم بياني 3



كميّة نسبيّة للأوكسجين في البيئة (وحدات عشوائية)

سؤال 5

أنظروا الى رسم بياني 3 وفسِّروا أفضلية هيموغلوبين الجنين نسبياً لهيموغلوبين شخص بالغ في بيئة فقيرة بالأوكسجين.

(8 درجات)

عند أنواع عديدة من الثدييّات الدماغ حسّاس بشكل خاص لنقص في الأوكسجين. نقص في الأوكسجين يُثير في خلايا الدماغ سلسلة من تفاعلات التي من الممكن أن تؤدي إلى تزايُد في دخول أيونات كالسيوم من البيئة الخارج خلوية إلى داخل الخلايا. تركيز مرتفع من الكالسيوم في داخل الخلايا يُفعِّل إنزيمات تحلِّل زلاليات (إنزيمات من نوع بروتأزات) التي تضُر في مركبات ضرورية في الخلية ومن الممكن أن تؤدي إلى موتها. في تجربة التي كان هدفها فحص الصمود غير الإعتيادي للخُلد العاري لظروف نقص في الأوكسجين، فحص الباحثون تأثير نقص في الأوكسجين على كمية الكالسيوم داخل الخلية في أدمِغة فئران وخُلدات، مواليد وبالغين.

القياس تمَّ عن طريق مادة صبغية فلورسنتية خاصة. تدخل هذه المادة الصبغية إلى داخل الخلية وتُطلق إشعة.
تتغيَّر الصبغة الفلوروسنتية عندما تتفاعل مع الكالسيوم. كلما إرتفع مستوى الكالسيوم أكثر تنخفض شدَّة الأشعة المُنطلقة من المادّة الصبغية.

[1] مولود – نسل للثدييّات في أيامه الأولى

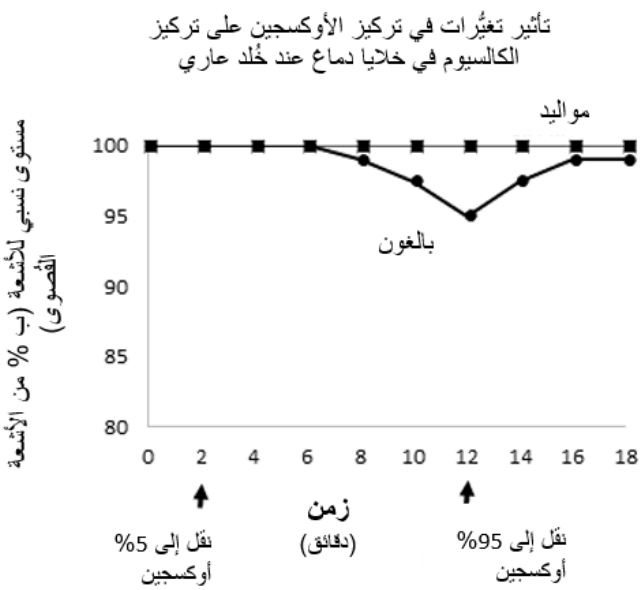
تجربة 1

نموا خلايا دماغ من خُلد ومن فأر في مستنبتات منفردة. في بداية التجربة نُمِّيَت الخلايا في مخلوط غازات غني بالأوكسجين (95% أوكسجين) خلال دقيقتين. مستوى الأشعة الذي إنطلَق في هذه الظروف عُرِّف أنّه الحَدّ الأعلى.

بعد ذلك نقلوا الخلايا إلى ظروف نقص شديد في الأوكسجين (مخلوط إحتوى على 5% أوكسجين فقط) لمدة 10 دقائق، وبعد ذلك أرجعوا الخلايا مرّة أخرى إلى مخلوط غازات غنيّ بالأوكسجين (95% أوكسجين). قاسوا شدّة الأشعة المُنطلقة من الخلايا في كل مراحل التجربة.

في الرسوم البيانية 4 و- 5 عُرِضَ المستوى النسبي للأشعة التي إنطلَقت من خلايا دماغ الخُلد وخلايا دماغ الفأر خلال التجربة. مستوى الأشعة الأعلى، الذي قيسَ في ظروف 95% أوكسجين، أُعتُبِرَ 100% أشعة.

رسم بياني 4



رسم بياني 5

سؤال 6

أ. لماذا لم يكتفِ الباحثون في فحص خلايا خُلد فقط، وفحصوا في المُقابل أيضاً خلايا من فأر ؟ (4 درجات)

ب. ما هي المتغيّرات المُستقِلّة في التجربة التي نتائجها معروضة في الرسوم البيانية 4 و- 5 ؟ (4 درجات)

ت. أذكروا عاملين حُفِظا ثابتين في التجربة الموصوفة، وفسّروا بالنسبة لأحدِهما لماذا مِن المُهم المحافظة عليه ثابت. (6 درجات)

ث. تمَّ حِساب النتائج بنسبة مئوية من الحَدّ الأعلى للأشعة الفلوروسنتية التي إنطَلَقت في بداية التجربة (في بيئة غنيَّة في الأوكسجين). لماذا كانت هناك حاجة للحساب بهذه الطريقة ولم يكتفوا في وصف شدة الأشعة الفلوروسنتية التي إنطلقت في كل مُعالجة ؟ **(4 درجات)**

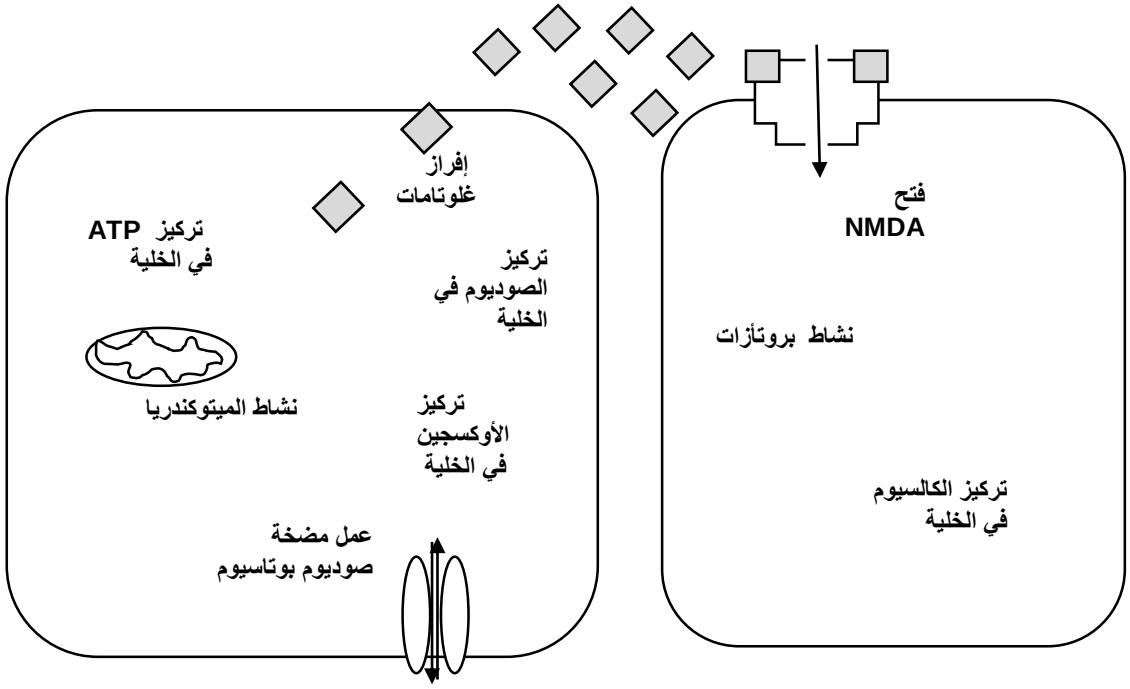
سؤال 7

أية إستنتاجات يُمكِن إستنتاجها من التجربة ؟ تطرّقوا إلى إثنين من المتغيّرات المستقلة التي فُحِصَت. (10 درجات)

دخول أيونات الكالسيوم إلى خلايا الدماغ هي نتيجة لسلسلة تفاعلات. نقص بالأوكسجين يُؤدي إلى نقص في ال ATP في الخلايا. نتيجة لذلك يتضرَّر نشاط مضخّة صوديوم- بوتاسيوم في أغشية الخلايا، ويرتفع تركيز الصوديوم داخل الخلية. ارتفاع في تركيز الصوديوم في الخلايا العصبية في الدماغ يؤدي إلى إفراز الناقل عصبي غلوتامات من الخلايا إلى البيئة. يرتبط الغلوتامات مع خلايا عصبية التي تحمل مستقبل لغلوتامات الذي يُدعى NMDA. إرتباط غلوتامات مع NMDA يؤدي إلى تغيُّر في مبنى المستقبل، ويتحوَّل إلى قناة التي تُدخل كالسيوم إلى

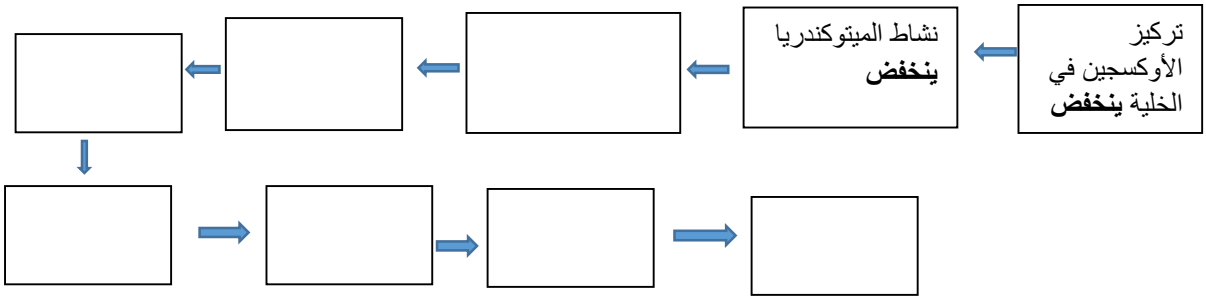
الخلية. كما ذُكر سابقاً، الكالسيوم يُفعِّل إنزيمات التي تضُر في مركبات ضرورية في الخلية. لذلك، لل NMDA توجد مُساهمة كبيرة للضرَر الذي يحصُل لخلايا الدماغ نتيجة لنقص بالأوكسجين.

أمامكم رسم تخطيط يصف الأحداث والعمليات التي تحدُث في خلايا الدماغ عند نقص بالأوكسجين.



سؤال 8

أكملوا تخطيط الأسهم الذي يصف الترتيب الصحيح للأحداث التي تحدث في الخلايا كنتيجة لنقص بالأوكسجين، ومستوى التغيُّر (يرتفع/ينخفض)، عليكم إستعمال جميع المصطلحات المُسجَّلة في التخطيط العُلوي. (7 درجات)



المستقبل NMDA هو زلال يتكوَّن من أربعة وحدات فرعية يُرمَز لها بالحرف N – إثنتان ثابتتان من نوع N1 وأيضاً وحدتان N2 من بين أربعة أنواع وحدات N2 المُمكِنَة.

عند مواليد فئران منذ الولادة وحتى جيل 3-4 أسابيع يتغيَّر تركيب الوحدات الفرعية في المستقبلات في خلايا الدماغ، وبالمقابل تنخفض أيضاً القدرة على تحمُّل نقص بالأوكسجين.

بعد أن وجدوا أنّ في ظروف نقص بالأوكسجين يحدث تغيُّر في كمية الكالسيوم في خلايا الدماغ، قرَّر الباحثون فحص الفرق في تركيبة المستقبلات من نوع NMDA عند الفئران والخُلدات، عند المواليد والبالغين. فحصوا في التجربة إثنتان من الوحدات غير الثابتات في المستقبل: وحدات N2B N2D.

تجربة 2

أخذ الباحثون عيّنات خلايا من أدمغة خلدات وفئران من أجيال مختلفة، وإستخلصوا منها الزلاليات، وأضافوا أجسام مُضادة (خاصة) لكل واحد من أنواع الوحدات الفرعية التي تُرَكِّب المستقبلات. أُشيرَ إلى الأجسام المضادة بإشارة مُشعَّة – كلما إزدادت كمية الأجسام المضادة المرتطبة مع العيّنة أكثر، يكون مستوى الإشعاع الناتج أقوى أكثر.

حَسَبَ العلماء لكل وحدة فرعية، النسبة بين مستوى الإشعاع لخلايا دماغ عند بالغ وبين مستوى الإشعاع لخلايا دماغ عند مولود، بنسبة مئوية.

هذه معادلة الحساب:

$$\frac{\text{مستوى إشعاع عند بالغ}}{\text{مستوى إشعاع عند مولود}} \text{ X100}$$

نتائج الفحص لإثنتين من الوحدات الفرعية مُبَيّنة في **جدول 2:**

شدّة التأشير / نوع الجسم المضاد	**النسبة بين** إشعاع لخلايا دماغ عند بالغ وبين إشعاع لخلايا دماغ عند مولود (%)	
	فأر	خلد عاري
جسم مضاد مُوَجّه ضد الوحدة N2B	64.6	71.4
جسم مُضاد مُوَجّه ضد الوحدة N2D	12.7	66.1

سؤال 9

إفتراضاً أنّ لتركيب الوحدات الفرعية في المستقبل يوجد تأثير على قدرَة التحمُّل لنقص بالأوكسجين، وبالأخذ بالحسبان أنّ للمواليد هناك قدرة كبيرة أكثر لتحمُّل النقص بالأوكسجين، أذكروا أيّة وحدة فرعية (N2B أو N2D) تُكسِب صمود لنقص بالأوكسجين. علِّلوا إجابتكم وإعتمدوا على المعطيات المعروضة في جدول 2. (12 درجات)

سؤال 10

وُجِدَ أنّ لتركيب الوحدات الفرعية في المُستَقبل يوجد تأثير أيضاً على الفترة الزمنية التي يعمل بها المُستقبل كقناة كالسيوم. فسِّروا ماذا ممكن أن يكون تأثير الوحدة الفرعية التي ذكرتم في سؤال 9 على مُدّة دخول الكالسيوم إلى خلايا الدماغ. في تفسيركم إعتمدوا على رسم بياني رقم 4 وعلى جدول 2. **(8 درجات)**

أبحاث عديدة أُجريَت على الخُلد العاري أظهرت مجموعة مفاهيم مُهمّة بالنسبة لطول العمر، بيئات حياتية متطرّفة وحتى عن مرض السرطان. من المُمكِن أنّه في المستقبل ننجح في تعلُّم أشياء تساعد في صحة الإنسان وفهم عميق أكثر لعمليات حياتية بشكل عام.