# إجابات الاستقصاءات العملية

## استقصاء عملي ٥-١: استقصاء ردود الفعل المنعكس عند الإنسان

**الأهداف التعليمية**

- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.

### المدّة

يجب أن يكتمل الجزء العملي من هذا الاستقصاء في ٤٠ دقيقة. قد تتطلب عملية التحليل ٣٠–٤٥ دقيقة إضافية، ولكن يمكن العمل عليه بشكل منفرد.

### توجيهات حول الاستقصاء

- يجب أن يفهم الطلبة طبيعة ردود الفعل، وقوس الانعكاس والتشابكات العصبية.
- يتوقع من الطلبة قياس المسافة التي تنتقل عبرها النبضات العصبية على طول المسارات المختلفة، إذ يجب أن يفعلوا ذلك كجزء من مناقشة جماعية للصف كاملًا.

### ستحتاج إلى

| المواد والأدوات: | |
|---|---|
| • طالب يُجرى عليه الاختبار | • مسطرة مترية عدد ١ (بطول متر واحد) |

### ⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع إجراءات السلامة المعيارية في المختبرات دائمًا.

### توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- يحتاج الطلبة إلى التأكد من إسقاط المسطرة عموديًا وعدم رميها إلى أسفل (سقوط حر فقط).
- يجب جعل المسطرة تلمس الإصبع فقط عند اختبار انعكاس اللمس.
- يجب أن يكون الطالب المشارك في الاختبار (الخاضع للتجربة) معصوب العينَين عند دراسة انعكاسات اللمس والسمع.

المعلم الإلكتروني الشامل

- سيجد العديد من الطلبة صعوبة في قياس المسارات التي يمكن الاطلاع عليها في الخطوة ب في كتاب التجارب العملية والأنشطة.
- سيخلط العديد من الطلبة بين المسافة التي سقطت بها المسطرة ومسافة مسار النبضة العصبية – من الأفضل القيام بكل عمليات الإسقاط للمسطرة قبل قياس المسارات.
- قد ينسى بعض الطلبة أن المسطرة يجب أن تلمس الأصبع عند تنفيذ تجربة منعكس اللمس.
- سيجد بعض الطلبة الذين يعانون مشاكل في الحركة أو حالات مثل اضطراب التآزر الحركي Dyspraxia صعوبة في الإمساك بالمسطرة، ومن المحتمل أن يكون ذلك محرجًا لهم. يجب التأكيد على الطلبة أن تنفيذ الاستقصاء ليس منافسة بينهم. وإذا كان بعض الطلبة غير قادرين على المشاركة في الاختبار (ويقوموا بدور الشخص الذي ستُجرى عليهم التجربة)، فيجب أن يكون دورهم إما دور الذي يقوم بتنفيذ التجربة أو مسجل بيانات النتائج.

- قد يكون من الأفضل العمل في مجموعات من ثلاثة: طالب واحد تُجرى عليه التجربة، وواحد يقوم بتنفيذ التجربة (المجرب) والآخر كمسجل لبيانات النتائج. يمكن للطلبة بعد ذلك التبديل بشكل دائري حتى يتمكنوا جميعًا من الحصول على مجموعة من البيانات.

- يمكن للطلبة إجراء مقارنة إحصائية لزمن رد فعل على مستوى الصف.
- يمكن للطلبة استقصاء تأثيرات المشتتات Distracters على زمن رد الفعل (على سبيل المثال، تشغيل صوت صاخب عند تنفيذ منعكس الرؤية أو منعكس اللمس، ويمكن كذلك استخدام العطور عند اختبار ردود الفعل). يمكن استقصاء آثار تناول الكافيين من المشروبات، ولكن هذا سيحتاج إلى تقييم شامل للمخاطر.
- يمكن للطلبة البحث عن زمان ردود الفعل النظرية القصوى، وشرح السبب في احتمال أن يكون انطلاقة رياضي العدو خاطئة، حتى ولو انطلق بعد سماعه طلقة البداية (صفارة الانطلاق).

## نتائج عيّنة

انظر الجدول ٥-١.

المعلم الإلكتروني الشامل

| رقم المحاولة | المسافة التي قطعتها المسطرة وزمن ردود الفعل للحواس الثلاث | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | الرؤية | | اللمس | | السمع | |
| | المسافة cm / | زمن رد الفعل s / | المسافة cm / | زمن رد الفعل s / | المسافة cm / | زمن رد الفعل s / |
| 1 | 11 | 0.150 | 16 | 0.181 | 32 | 0.256 |
| 2 | 24 | 0.221 | 22 | 0.212 | 31 | 0.252 |
| 3 | 18 | 0.192 | 22 | 0.212 | 30 | 0.247 |
| 4 | 19 | 0.197 | 22 | 0.212 | 31 | 0.252 |
| 5 | 16 | 0.181 | 19 | 0.197 | 30 | 0.247 |
| 6 | 18 | 0.192 | 23 | 0.217 | 32 | 0.256 |
| 7 | 17 | 0.186 | 16 | 0.181 | 31 | 0.252 |
| 8 | 17 | 0.186 | 20 | 0.202 | 29 | 0.243 |
| 9 | 22 | 0.212 | 24 | 0.221 | 28 | 0.239 |
| 10 | 13 | 0.163 | 23 | 0.217 | 27 | 0.235 |
| **المتوسط** | 17.5 | 0.189 | 20.7 | 0.206 | 30.1 | 0.248 |
| **الانحراف المعياري** | | 0.021 | | 0.015 | | 0.007 |

**الجدول ٥-١**

المعلم الإلكتروني الشامل

**إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)**

**١.** **( أ، ب، ج)** يجب على الطلبة إكمال العمليات الحسابية بشكل صحيح وتسجيلها في جداولهم (تظهر نتائج العيّنة في الجدول ٥-١).

**٢.** **أ.** يجب على الطلبة قياس المسافات التي تقطعها النبضات العصبية بشكل صحيح وتسجيلها؛ ولقياس المسافة التي تقطعها النبضات العصبية للرؤية مثلًا، يجب أن يبدأ الطلبة القياس من المكان الذي تشكلت فيه النبضة أي المستقبِل (العين)، نزولًا إلى مكان وجود المستجيب (الأصابع). يجب على الطلبة أن يقيسوا المسافة بدءًا من الخط المركزي لأعينهم نزولًا إلى عنقهم ثم إلى كتفيهم عبر الذراع وصولًا إلى أصابعهم. بالنسبة إلى شخص ذكر بالغ، ستكون هذه القياسات نحو 135 cm (هذه القيمة مبينة في الجدول ٥-٢). يجب عليهم بعد ذلك استخدام متوسط زمن رد الفعل لحساب سرعة النبضة العصبية بشكل صحيح. يبيّن الجدول ٥-٢ النتائج مع عيّنة من البيانات. من المحتمل أن تتراوح السرعات بين 500 cm/s و 1600 cm/s . من المتوقع أن يكون للّمس أكبر سرعة.

**ب** انظر الجدول ٥-٢.

| نوع رد الفعل | المسافة التي تقطعها النبضة العصبية /cm | متوسط زمن رد الفعل /s | سرعة انتقال النبضة العصبية cm/s |
|---|---|---|---|
| **الرؤية** | 135 | 0.189 | 714 |
| **اللمس** | 295 | 0.206 | 1432 |
| **السمع** | 135 | 0.248 | 544 |

الجدول ٥-٢: جدول النتائج

**٣.** يجب على الطلبة مقارنة سرعة انتقال النبضة العصبية وزمن رد الفعل.

- من المتوقع أن يكون لرد الفعل اللمسي أكبر سرعة - ويرجع ذلك إلى انخفاض عدد التشابكات العصبية التي يتضمنها هذا الانعكاس. تنتقل النبضات العصبية عبر التشابك العصبي عن طريق الانتقال الكيميائي الذي يكون أبطأ من الانتقال كهربائيًا.
- قد يكون لردود الفعل الصوتية والمرئية سرعات متشابهة، وقد يكون الصوت أبطأ من الرؤية.
- قد يكون زمن رد الفعل للأنواع الثلاثة متشابهًا تمامًا (قد يكون زمن رد الفعل للمس هو الأقل). وإذا كانت سرعة النبضات العصبية هي نفسها لجميع الأنواع الثلاثة من ردود الفعل، فمن المتوقع أن يستغرق اللمس وقتًا أطول لأن المسار أطول.

**٤. أ.** لا يوجد اختلاف بين وقت رد فعل الرؤية وزمن رد فعل اللمس.

**ب.** يجب على الطلبة حساب قيمة t لبياناتهم بشكل صحيح، وطريقة القيام بذلك موجودة في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

قيمة *t* لبيانات العيّنة هي:

$t = 2.04$

**ج.** يجب على الطلبة حساب درجات الحرية بشكل صحيح:

درجات الحرية لعيّنة البيانات هي 18.

**د.** يجب على الطلبة استخدام جدول القيمة الحرجة (الجدول ٥-٣ في كتاب التجارب العملية والأنشطة) لتحديد، بشكل صحيح، ما إذا كان الاختلاف في رد الفعل ذا دلالة إحصائية. بالنسبة إلى عيّنة البيانات، فإن القيمة الحرجة لـ 18 درجة من الحرية هي 2.10 وبالتالي فإن القيمة المحسوبة أقل من ذلك، ما يشير إلى عدم وجود فرق مهم (ذي دلالة إحصائية).

**قيمة (*t*) 2.04 التي حسبت لمقارنة ردود الفعل المنعكسة للرؤية واللمس هي أصغر من 2.10 القيمة الحرجة لـ 18 درجة حرية بمقدار 0.05. هذا يعني أن هناك احتمالًا قدره 0.05 بأن الفرق في زمن رد الفعل ناتج من الصدفة. بما يعني وجود فرق (غير مهم/ ليس ذا دلالة إحصائية) وأن الفرضية الصفرية غير مرفوضة.**

**٥.** يجب على الطلبة استخدام بياناتهم لإجراء اختبارات *t* بشكل صحيح والوصول إلى الاستنتاجات الصحيحة (قد يجدون اختلافات مهمة/ ذات دلالة إحصائية؛ وهذه ليست مشكلة، بل تعكس نتائجهم التي حصلوا عليها).

ما يتعلق بنتائج العيّنة:

**أ.** اللمس مقارنة بالسمع: قيمة *(t)* = 8.22؛ وهذا يعني وجود فرق مهم، لذلك تمّ رفض الفرضية الصفرية.

**ب.** الرؤية ب مقارنة بالسمع: قيمة *(t)* = 8.45؛ وهذا يعني وجود فرق مهم، لذلك تمّ رفض الفرضية الصفرية.

المعلم الإلكتروني الشامل

# استقصاء عملي ٥-٢: تأثير الطول الموجي للضوء على الانتحاء الضوئي في بادرات القمح (إثرائي)

**الأهداف التعليمية**

- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.

## المدّة

يستغرق القسم العملي ثلاث حصص تكون الحصتان الأولى والثانية متتاليتين وبفارق عن الحصة الثالثة بنحو ٢٤–٤٨ ساعة. ستستغرق الحصتان الأولى والثانية ٨٠ دقيقة تقريبًا، والحصة الثالثة تقريبًا ٤٠ دقيقة. وقد تتطلب عملية التحليل نحو ٣٠ دقيقة إضافية.

## توجيهات حول الاستقصاء

- يجب أن يفهم الطلبة مفهوم الانتحاء الضوئي.
- هناك العديد من الاحتمالات للقيام بتنفيذ استقصاءات عملية بديلة، ويمكن للطلبة التخطيط لاستقصاء تأثير ألوان الضوء الأخرى، ويمكنهم أيضًا مقارنة استجابات الأنواع المختلفة من النباتات.

## ستحتاج إلى

| المواد والأدوات: | |
|---|---|
| • خمسة صناديق أحذية توجد فتحة على أحد وجوهها (يمكن تشاركها بين عدة مجموعات)<br>• خمسة أطباق بتري تحتوي على بادرات قمح<br>• مصابيح منضدة | • مسطرة 30 cm<br>• مرشحات ضوء من السيلوفان، أحمر، أزرق، أخضر، شفّاف (غير ملوّن)<br>• بطاقة سوداء صغيرة تناسب قياس الفتحة |

## ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- يقترح هذا الاستقصاء العملي استخدام صناديق من الورق المقوى مع نافذة (فتحة) مقصوصة في أحد جوانب الصندوق. ويمكن استخدام أي طريقة تضمن إمكانية استخدام مصادر ضوء من مختلف الألوان لإضاءة البادرات من اتجاه واحد. يمكن لأكثر من مجموعة من الطلبة الاشتراك في الصناديق ووضع العديد من أطباق بتري في صندوق واحد، كما يمكن وضع البادرات في كؤوس زجاجية مغطاة بورق أسود مع نافذة للضوء فيه – ثم يتم وضع غطاء على الكأس الزجاجية.
- يقترح التطبيق العملي استخدام بادرات القمح، ولكن هناك العديد من البدائل الأخرى مثل الشوفان، والذرة، والفول، والحمص، والفاصوليا، وغيرها.

المعلم الإلكتروني الشامل

- لتجهيز بادرات القمح (أو أي نوع آخر من النباتات):
  - يتم نقع البذور في الماء قبل أسبوع تقريبًا من العملية لمدة ٢٤ ساعة، ثم إفراغ الماء عن البذور وتركها لمدة 1–2 يوم.
  - يجري تفحّص البذور بعناية واختيار تلك التي بدأت في الإنبات، إذ توضع قطع من القطن في قاعدة أطباق بتري، وتبلل بالماء ثم توضع نحو 15 بذرة على طبقة القطن مع مراعاة توزيعها بشكل متساوٍ.
  - توضع أطباق بتري في صندوق من الورق المقوّى مبطن بورق القصدير وتترك في الظلام لمدة 2–4 أيام، كما تفحص البادرات يوميًا للتأكد من عدم جفافها. وعندما يصل طول المجموع الخضري إلى 10-20 mm، تنقل إلى الثلاجة.
- يمكن استخدام أي طريقة لإنتاج الضوء الملون، كما يمكن شراء مرشحات ضوء السلوفان من متاجر بيع الأدوات الحرفية، واستخدام ملفات بلاستيكية شفّافة ملوّنة، أو حتى أغلفة الحلويات الملوّنة. من الممكن أيضًا ملء كؤوس زجاجية بالماء وإضافة صبغات الطعام مختلفة الألوان وإسقاط الضوء من خلالها. يجب أن تكون البطاقة السوداء سميكة بما يكفي لمنع دخول أي ضوء.

### ⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة إرشادات السلامة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع إجراءات السلامة المعيارية في المختبرات دائمًا.
- يجب التأكد من عدم معاناة الطلبة من أي حساسية تجاه النباتات والبذور المستخدمة في الاستقصاء.

## توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- في بعض الأحيان لا تنمو البادرات بشكل مستقيم وتتشابك الجذور بعضها حول بعض؛ يجب توخي الحذر عند إزالتها من طبق بتري حتى لا تتسبب باقتلاع بادرات أخرى من مكانها، كما يجب تحضير أطباق بتري إضافية.
- قد يكون قياس أغماد البراعم الأولية أمرًا صعبًا من دون الإضرار بالنباتات. ولقياس الأطوال النهائية، يمكن إزالة البادرات من طبق بتري.
- من المهم ألا يجف القطن – يجب تفحصه كل يوم وإضافة الماء إذا لزم الأمر.
- الإفراط في سقي البادرات قد يسبب تلوثًا ونموًا فطريًا، لذا يجب تحضير أطباق إضافية في حالة تلوث بعض الأطباق.

سيحتاج الطلبة الذين يعانون اضطراب التآزر الحركي ومشاكل التحكم (التنسيق) الحركي إلى مساعدة في إزالة البادرات.

سيحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في تحديد كيفية تعديل طرائق التحليل مثل اختيار الاختبارات الإحصائية المناسبة.

يمكن استخدام طريقة الاستقصاء كجزء من التخطيط الاستقصائي حول استجابات الأنواع المختلفة لألوان الضوء المختلفة.

المعلم الإلكتروني التفاعلي

- يمكن استقصاء تأثير ألوان الضوء الأخرى.
- يمكن للطلبة البحث عمّا تسببه ألوان الضوء المختلفة من تأثيرات مختلفة بما في ذلك أنواع مستقبلات الصبغات الموجودة في النباتات المختلفة.
- يمكن استخدام مرشحات الضوء لإجراء استقصاءات حول تأثير ألوان الضوء المختلفة على عمليّتَي إزهار أو نمو النباتات.
- قد تُظهر الأنواع المختلفة من النباتات استجابات مختلفة لألوان الضوء المختلفة. يُسمح للطلبة أيضًا بتصميم طريقتهم الخاصة لإتاحة مرور للضوء القادم من جهة واحدة إلى البادرات.

## المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

يعتقد العديد من الطلبة أنه سيتعيّن عليهم تسجيل التغييرات في طول أغماد البراعم الأولية بشكل فردي (منفصل). يبحث هذا الاستقصاء العملي عن مقدار التغيير في متوسط طول أغماد البراعم الأولية بحيث لا يحتاج الطلبة إلى تحديد مقدار نمو كل واحد منها بشكل مستقل أو فردي.

## نتائج عيّنة

انظر الجداول ٥–٤ و ٥–٥ و ٥–٦ الآتية:

الجدول ٥–٤

| | الطول الأولي للغمد لكل لون ضوء/ mm | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | بطاقة سوداء | شفّاف | أحمر | أخضر | أزرق |
| | 17, 16, 20, 18, 19, 19, 15, 18, 15 | 18, 16, 15, 17, 19, 14, 17, 19, 20, 18, 17 | 20, 15, 17, 17, 17, 18, 19, 20, 16, 15, 15, 16 | 16, 16, 15, 18, 17, 18, 18, 19, 17, 19 | 17, 18, 19, 19, 20, 20, 15, 17, 18, 18, 17, 16, 15 |
| المتوسط | 17.4 | 17.3 | 17.1 | 17.3 | 17.6 |

**الجدول ٥–٤: جدول النتائج: الطول الأولي للغمد – لكل لون ضوء**

الجدول ٥–٥

| | الطول النهائي للغمد لكل لون ضوء/ mm | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | بطاقة سوداء | شفّاف | أحمر | أخضر | أزرق |
| | 17, 16, 20, 18, 19, 19, 15, 18, 15 | 23, 24, 23, 24, 21, 22, 23, 21, 22, 21, 20 | 24, 25, 26, 26, 25, 26, 25, 25, 26, 26, 26, 15 | 25, 26, 27, 26, 26, 25, 26, 25, 26, 27 | 23, 23, 24, 24, 21, 24, 21, 22, 22, 21, 22, 21, 20 |
| المتوسط | 17.4 | 22.2 | 24.6 | 25.9 | 22.2 |

النسخة الإلكترونية للتداول

**الجدول ٥-٥: جدول النتائج: الطول النهائي للغمد - لكل لون ضوء**

الجدول ٥-٦

| لون الضوء | عدد الأغماد التي نمت باتجاه الضوء | العدد الإجمالي للأغماد | النسبة المئوية للأغماد التي نمت باتجاه مصدر الضوء | ملاحظات حول الانحناء |
|---|---|---|---|---|
| **بطاقة سوداء** | 0 | 9 | 0 | • نمت جميع الأغماد عموديًا نحو الأعلى |
| **شفاف** | 11 | 11 | 100 | • انحنت جميع الأغماد باتجاه الضوء، وأصبح العديد منها منحنيًا (متقوّسًا) |
| **أحمر** | 5 | 12 | 42 | • مال عدد قليل من الأغماد باتجاه الضوء، ولكن سيقان البادرات لم تنحنِ |
| **أخضر** | 1 | 10 | 10 | • مال فقط غمد واحد باتجاه الضوء وقد يكون سقط بدلًا من أن ينمو بهذه الطريقة (لم ينحنِ) |
| **أزرق** | 12 | 13 | 92 | • جميع الأغماد، باستثناء أحدها، انحنت باتجاه الضوء بزاوية حادة |

المعلم الإلكتروني التفاعلي

**إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)**

١. يجب على الطلبة حساب متوسط الأطوال بشكل صحيح وتسجيلها. تمّ إجراء ذلك لعيّنة البيانات وهو موضح في الجدولَين 5-4 و 5-5 قد يكون هناك بعض الاختلاف في البيانات التي حصل عليها الطلبة.

٢. يجب على الطلبة حساب النسب المئوية للبادرات التي تنمو باتجاه مصدر الضوء بشكل صحيح. تمّ حساب النسب المئوية لعيّنة النتائج في الجدول 5-6 غالبًا ما تختلف هذه النتائج عن تلك التي يحصل عليها الطلبة بسبب الاختلاف في نوع البادرات وألوان المرشحات الضوئية.

٣. يجب على الطلبة حساب التغييرات في متوسطات الطول وتسجيلها. هذا الأمر موضح في الجدول ٥-٧ التغير في متوسط أطوال الأغماد لبيانات العيّنة.

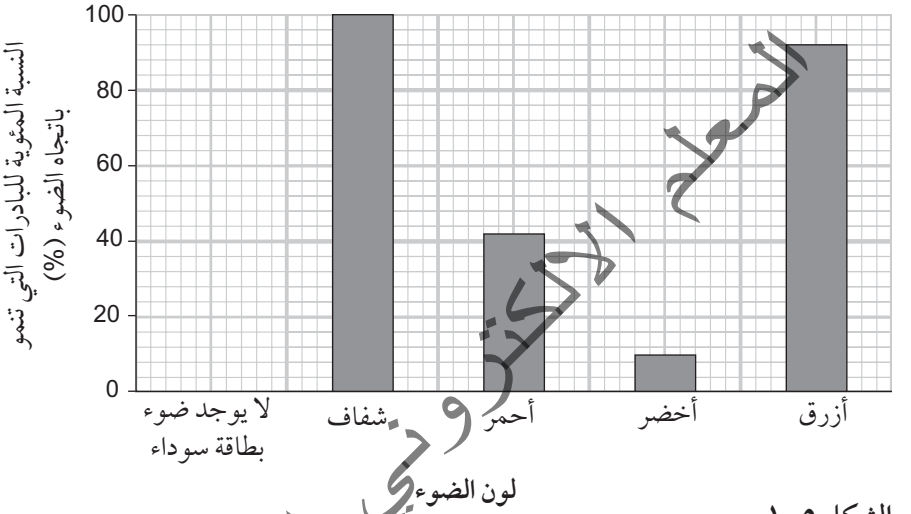
| لون الضوء | التغير في متوسط أطوال الأغماد / mm |
|---|---|
| **بطاقة سوداء** | 8.3 |
| **شفاف** | 4.9 |
| **أحمر** | 7.5 |
| **أخضر** | 8.6 |
| **أزرق** | 4.6 |

**الجدول ٥-٧: جدول حساب النتائج.**

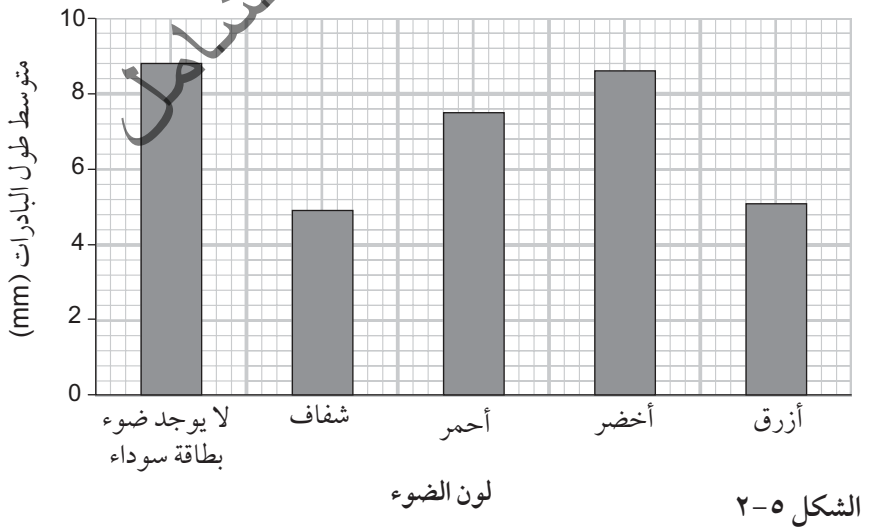
٤. يجب على الطلبة تمثيل بياناتهم في تمثيلات بيانية منفصلة باستخدام أعمدة (أو استخدام محورَين صاديَّين). لتمثيل التغيير في متوسط الطول والنسبة المئوية للبادرات التي تنمو في اتجاه الضوء (النافذة)، وتتضمن هذه التمثيلات البيانية:

- المحورَين (السيني والصادي) مع مسمياتهما بشكل صحيح.
- وضع نقاط (موقع بيانات) المنحنيات بشكل دقيق (± نصف مربع).
- أعمدة مرتبة ومرسومة بخطوط مستقيمة.
- عناوين للتمثيلات البيانية تسمية التمثيل البياني.
- مسميات الأعمدة في الرسوم البيانية.

انظر الأمثلة في الشكلَين ٥-١ و ٥-٢.




الشكل ٥-١




الشكل ٥-٢

المعلم الإلكتروني الشامل

٥. سوف يختلف الوصف وفقًا للنتائج التي حصل عليها الطلبة، ومن المتوقع أن تتحسس البادرات/أغماد البراعم الأولية اتجاه الضوء عند استخدام مرشح شفّاف ومرشح أزرق، ولكن ليس (أو ليس بشكل فعال) عند استخدام مرشحَين للّونَين الأحمر والأخضر. تُظهر عيّنة النتائج أن البادرات/أغماد البراعم الأولية تستجيب أكثر للضوء "الأبيض (الشفاف)" والضوء الأزرق والأحمر أكثر من الضوء الأخضر، إذ تنمو البادرات/أغماد البراعم الأولية أكثر عندما تبقى في الظلام أو تتعرض للضوء الأخضر.

٦. ستعتمد التعليقات على نتائج الطلبة. تشير عيّنة النتائج إلى أن البادرات فيها صبغة تمتص الضوء الأزرق، ولكن ليس الأخضر أو الأحمر، وربما لا تختلف الأطوال اختلافًا كبيرًا، ولكنها قد تكون أطول في الظلام أو في الضوء الأخضر لأنها لا تستجيب للضوء الأخضر بالانحناء. وقد ينتج من الضوء الأحمر استطالة أكثر قليلًا من الضوء الأزرق.

٧. شدة الضوء، ودرجة الحرارة، والصفات الوراثية للبذور، وعمر البذور، والرطوبة (أي اثنين).

٨. إذا كانت هناك اختلافات كبيرة (مهمة)، فهناك المزيد من الأدلة على الاستنتاج؛ وإذا كانت الاختلافات صغيرة، فربما لا تكون اختلافات مهمة (ذات دلالة إحصائية)، ولكنها قد تكون ناتجة فقط بسبب التنوع الطبيعي (الاختلافات الطبيعية). تُعدّ مقارنة متوسط الأطوال فقط عاملًا محددًا رئيسيًا، حيث إنه قد تكون بعض أغماد البراعم الأولية داخل المجموعة قد نمت أكثر أو أقل من غيرها، كما إنه قد تمّ اختبار عدد قليل نسبيًا من البذور.

٩. يجب فحص الزيادة في طول أغماد البراعم الأولية الفردية، إذ يمكن تحديد الانحراف المعياري للزيادة في الطول، ما يسمح بإضافة أشرطة (أعمدة) الخطأ على أعمدة التمثيل البياني. وإذا تمّ حساب الخطأ المعياري، فيمكن قياس الاختلاف/الفرق بين متوسطات الطول المقاسة. ويمكن أيضًا إجراء اختبار t (t-test) لتحديد ما إذا كانت الزيادات في الطول ذات أهمية (دلالة إحصائية) أم لا.

المعلم الإلكتروني الشامل