

مشروع خطة أطروحة جامعية للحصول على درجة الدكتوراة في التربية

اسم الطالبة/ عائشة يحيى أحمد كريري
الكلية: كلية العلوم الإنسانية
التخصص: تقنيات التعليم
الرقم الجامعي 241000458
القسم: العلوم الإنسانية والتربية
تاريخ الالتحاق بالجامعة 27_12_2023
العام الجامعي 2023

عنوان الأطروحة باللغة العربية:

فاعلية توظيف أدوات الذكاء الاصطناعي في تدريس الأحياء لتنمية مهارات التفكير
العليا لدى طالبات الثاني الثانوي في منطقة جازان في المملكة العربية السعودية

عنوان الأطروحة باللغة الانجليزية :

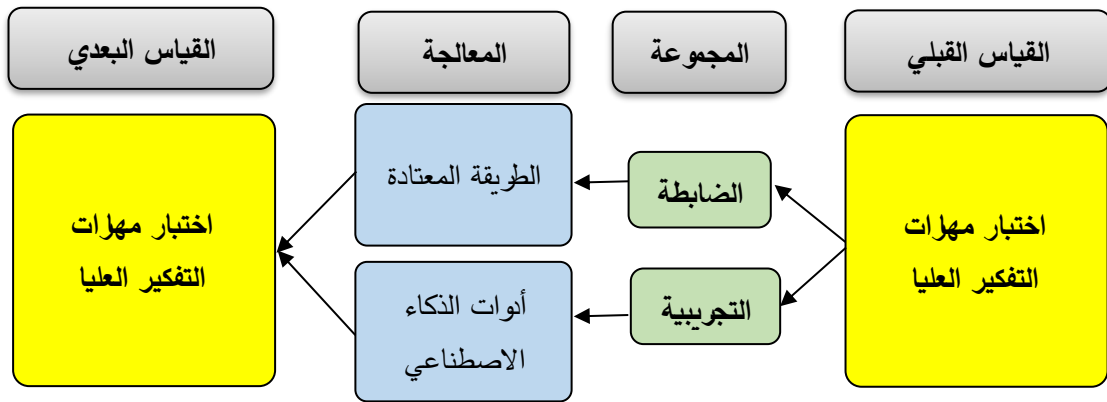
**The effectiveness of employing artificial intelligence tools in teaching biology
to develop higher-order thinking skills among second-year secondary school
students in the Jazan region of Saudi Arabia**

الفصل الثالث

منهج البحث وتصميمه

سوف يستخدم هذا البحث المنهج التجريبي لقياس فاعلية المتغير المستقل (توظيف بعض أدوات الذكاء الاصطناعي في تدريس الأحياء) على المتغير التابع (مهارات التفكير العليا) لدى طالبات الصف الثاني الثانوي بالمدارس التابعة لإدارة تعليم جازان بالمملكة العربية السعودية. والمنهج التجريبي منهج بحثي يعتمد على التحكم في المتغيرات المستقلة ودراسة أثرها على المتغيرات التابعة من خلال تصميم تجارب منظمة تتيح استنتاج علاقات سببية دقيقة (Creswell & Creswell, 2018) و يعرف بأنه: أسلوب علمي يقوم على التجريب المباشر في بيئة مضبوطة بهدف اختبار الفرضيات والتحقق من العلاقات بين المتغيرات (Kerlinger & Lee, 2000).

كما سيستخدم هذا البحث التصميم شبه التجريبي المعروف باسم تصميم المجموعتين الضابطة والتجريبية ذواتي القياسين القبلي والبعدي، للتعرف على أثر المتغير المستقل (توظيف بعض أدوات الذكاء الاصطناعي في تدريس الأحياء) على المتغيرين التابعين (مهارات التفكير العليا) لدى طالبات الصف الثاني الثانوي بإدارة تعليم جازان بالمملكة العربية السعودية، والشكل التالي يوضح التصميم شبه التجريبي المستخدم في هذا البحث:



شكل (1) يوضح المنهج التجريبي ذو التصميم شبه التجريبي

والمنهج شبه التجريبي يعرف بأنه المنهج الذي يُستخدم في الدراسات الميدانية عندما يكون التحكم الكامل غير ممكن، ويعتمد على تصميمات بديلة مثل المجموعات غير المتكافئة أو القياس القبلي والبعدي. (Shadish et al., 2002)

متغيرات البحث

يشتمل البحث الحالي على المتغيرات التالية:

المتغير المستقل: توظيف بعض أدوات الذكاء الاصطناعي في تدريس الأحياء.

المتغيران التابعان: مهارات التفكير العليا.

مجتمع البحث

يتمثل مجتمع البحث في جميع طالبات الصف الثاني الثانوي بإدارة تعليم جازان والبالغ عددهم (12095) طالبة للعام الدراسي الحالي (1447هـ).

عينة البحث

تتمثلت عينة البحث في طالبات الصف الثاني الثانوي والبالغ عددهم (100) طالبة بالثانوية الأولى بإسكان الملك عبدالله برماده والتي تم اختيارها بطريقة عشوائية من بين أربع مدارس ثانوية للبنات من قطاع أحد المسارحة التابعة لمدارس تعليم جازان.

أداة البحث ومواده

أولاً: أداة البحث (من إعداد الباحثة).

▪ اختبار مهارات التفكير البصري بوحدة الطاقة الخلوية المقررة على طالبات الصف الثاني الثانوي بكتاب الأحياء؛ حيث سيتم الاطلاع على الدراسات التي تناولت إعداد وبناء اختبارات التفكير البصري بهدف قياس وتنمية المهارات التالية: المقارنة، التصنيف، الاستقراء، الاستنتاج، تحليل الأخطاء، حل المشكلات، اتخاذ القرار.

ثانياً: مادة البحث

1. دليل المعلم لتدريس محتوى وحدة الطاقة الخلوية المقررة على طالبات الصف الثاني الثانوي بكتاب الأحياء باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي المتمثلة في: موقع (Monica) لرسم الخرائط الذهنية المدعومة بالذكاء الاصطناعي، وموقع المعامل الافتراضية PHET الذي يوفر بيئة تفاعلية تحاكي التجارب البيولوجية، وشات جي بي تي، الذي يُستخدم للبحث عن المعلومات والمعارف المتعلقة بالمفاهيم والحقائق والتعميمات الأحيائية.

2. كراسة أنشطة للطالبات لتعلم محتوى وحدة الطاقة الخلوية المقررة على طالبات الصف الثاني الثانوي بكتاب الأحياء باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي.

إجراءات تطبيق البحث

للإجابة عن أسئلة البحث، واختبار صحة فروضه، سوف يسير البحث وفقاً للخطوات التالية:

1. مراجعة الأدبيات والدراسات ذات الصلة بموضوع البحث.
 2. إعداد الإطار النظري للبحث والدراسات السابقة.
 3. إعداد مادة المعالجة التجريبية بصورتها وتضمنت ما يلي:
 - دليل المعلم لتدريس محتوى وحدة الطاقة الخلوية المقررة على طالبات الصف الثاني الثانوي بكتاب الأحياء باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي المتمثلة في: موقع (Monica) لرسم الخرائط الذهنية المدعومة بالذكاء الاصطناعي، وموقع المعامل الافتراضية PHET الذي يوفر بيئة تفاعلية تحاكي التجارب البيولوجية، وشات جي بي تي، الذي يُستخدم للبحث عن المعلومات والمعارف المتعلقة بالمفاهيم والحقائق والتعميمات الأحيائية.
 - كراسة أنشطة للطالبات لتعلم محتوى وحدة حاسة المخلوقات الحية للطاقة المقررة على طالبات الصف الثاني الثانوي بكتاب الأحياء باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي.
 4. ضبط مادتي المعالجة التجريبية، وذلك بعرضهما على عدد من الخبراء والمتخصصين في التربية العلمية وطرق تدريس العلوم.
 5. إعداد أداة البحث المتمثلة في اختبار مهارات التفكير العليا لطالبات الصف الثاني الثانوي.
 6. ضبط أداة البحث من خلال حساب الخصائص السيكومترية لهما (الصدق والثبات).
 7. الحصول على خطاب تسهيل مهمة باحث من الإدارة العامة لتعليم مدينة جازان.
 8. اختيار عينة البحث الأساسية من مجتمع البحث؛ حيث سيتم اختيار مجموعتين من طالبات الصف الثاني الثانوي بإدارة تعليم جازان، بطريقة عشوائية عنقودية، وتوزيعهن بشكل عشوائي على مجموعتين إحداهما: (ضابطة)، والأخرى: (تجريبية).
 9. التطبيق القبلي لأداة البحث (اختبار مهارات التفكير العليا) على المجموعتين الضابطة، والتجريبية.
 10. تدريس محتوى وحدة الطاقة الخلوية المختارة للمجموعة الضابطة بالطريقة المعتادة، وللمجموعة التجريبية باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي.
 11. التطبيق البعدي لأداة البحث (اختبار مهارات التفكير العليا) على المجموعتين الضابطة، والتجريبية.
 12. رصد واستخلاص النتائج، ومعالجتها إحصائياً.
 13. تفسير ومناقشة النتائج، وتقديم التوصيات، والمقترحات.
- الأساليب الإحصائية المستخدمة**
- سيتم معالجة البيانات من خلال استخدام بعض الأساليب الإحصائية باستخدام برنامج (SPSS) وذلك باستخدام الأساليب الإحصائية التالية:

1. معاملات السهولة والصعوبة والتميز لمفردات أداتي البحث.
2. معامل ارتباط بيرسون (Pearson correlation coefficient) لحساب الاتساق الداخلي لأداة البحث.
3. معادلة كيودر ريتشاردسون لحساب ثبات درجات أداة البحث.
4. اختبار كولموجروف-سيمرنوف (Kolmogorov-Smirnov) لاختبار اعتدالية توزيع درجات مجموعتي البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لأداتي البحث.
5. اختبار (ت) للعينات المستقلة (Independent-Samples T Test) لحساب دلالة الفروق بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في القياسين القبلي والبعدي لأداة البحث.
6. معادلة حساب حجم التأثير باستخدام مؤشر الفرق المعياري بين المتوسطات ومنه مؤشر كوهين (d) لحساب حجم تأثير أدوات الذكاء الاصطناعي في تنمية مهارات التفكير العليا لدى طالبات المجموعة التجريبية.

اختبار مهارات التفكير العليا
أداة بحث ضمن

فاعلية توظيف أدوات الذكاء الاصطناعي في تدريس الأحياء لتنمية مهارات التفكير
العليا لدى طالبات ثانوية ثانوية بمدارس إدارة تعليم جازان بالسعودية

إعداد
الطالبة: عائشة يحيى أحمد كريري
الرقم الجامعي: 241000458

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته، وبعد

تقوم الباحثة بإجراء دراسة علمية بعنوان "فاعلية توظيف أدوات الذكاء الاصطناعي في تدريس الأحياء لتنمية مهارات التفكير العليا لدى طالبات ثانوية ثانوية بمدارس إدارة تعليم جازان بالسعودية" ذلك ضمن متطلبات الحصول على درجة التخصص (الدكتوراه) في التربية ، جامعة ميدأوشن. ولتحقيق أهداف البحث قامت الباحثة بإعداد اختبار لمهارات التفكير العليا؛ لذا تأمل الباحثة من سعادتكم التكرم بالاطلاع على الاختبار والقيام بتحكيمة في ضوء خبرتكم في هذا المجال من حيث:

- الشكل العام للاختبار، وتعليماته العامة.
- الصياغة اللغوية السليمة لأسئلة الاختبار، وبدائله.
- مناسبة أسئلة الاختبار لطالبات الصف الثاني الثانوي.
- عدد الأسئلة ومدى ارتباطها بكل مهارة من مهارات الاختبار.
- مناسبة البدائل لكل سؤال من أسئلة الاختبار، وارتباطها بها.

ويقصد بمهارات التفكير العليا إجرائياً في هذا البحث: قدرة طالبات الصف الثاني الثانوي بإدارة تعليم جازان على استخدام العمليات العقلية المعقدة لتفسير المعلومات، تحليلها، معالجتها، واستنتاج النتائج أو حل المشكلات العلمية المتعلقة بمسارات الطاقة داخل الخلية والعمليات الحيوية المرتبطة بها، وتشمل المقارنة، التصنيف، الاستقراء، الاستنتاج، تحليل الأخطاء، حل المشكلات، واتخاذ القرار، والتي تتطور لدى الطالبات من خلال التفاعل مع المحتوى العلمي، وتحليل المخططات والرسوم البيانية، تفسير التجارب، واستنتاج العلاقات بين المفاهيم العلمية بطريقة منهجية ومنظمة، وتقاس بالدرجة التي تحصل عليها الطالبات في اختبار مهارات التفكير العليا المعد لذلك.

وفيما يلي تعريف لمهارات التفكير العليا المستهدفة من هذا البحث:

1. مهارة المقارنة:

قدرة طالبة الصف الثاني الثانوي بالإدارة العامة للتعليم بجازان على تحديد أوجه الشبه والاختلاف بين مفهومين أو ظاهرتين أو أكثر في ضوء معايير علمية محددة؛ بما يمكنها من إدراك العلاقات القائمة بينها وبناء فهم متكامل لطبيعتها. وتشمل عدة مهارات فرعية: تحديد عناصر المقارنة بدقة، واستخراج نقاط الاتفاق، وتحديد أوجه الاختلاف، وربط نتائج المقارنة بالسياق العلمي محل الدراسة.

2. مهارة التصنيف:

قدرة طالبة الصف الثاني الثانوي بالإدارة العامة للتعليم بجازان على تجميع المفاهيم أو الظواهر أو المعلومات في فئات مترابطة وفق خصائص مشتركة أو معايير منطقية واضحة؛ بما يسهم في تنظيم المعرفة وبنائها في أنساق متماسكة. وتشمل مهارات فرعية: تحديد الخصائص المميزة للعناصر، واختيار معيار مناسب للتصنيف، وتوزيع العناصر في فئات غير متداخلة، والتحقق من سلامة التصنيف واتساقه.

3. مهارة الاستقراء:

قدرة طالبة الصف الثاني الثانوي بالإدارة العامة للتعليم بجازان على التوصل إلى تعميم أو قاعدة عامة من خلال تحليل حالات جزئية أو ملاحظات محددة، واكتشاف الأنماط والعلاقات المتكررة بينها. وتشمل مهارات فرعية: جمع البيانات أو الملاحظات الجزئية، وتحليلها للكشف عن أوجه التشابه، وصياغة تعميم مناسب، والتحقق من صدقه في ضوء شواهد إضافية.

4. مهارة الاستنتاج:

قدرة طالبة الصف الثاني الثانوي بالإدارة العامة للتعليم بجازان على استخلاص نتيجة منطقية جديدة استناداً إلى معطيات أو مقدمات متوافرة، عبر توظيف القوانين أو المبادئ العلمية ذات الصلة. وتشمل مهارات فرعية: تحديد المعطيات الأساسية، وربطها بالمفاهيم أو القواعد المناسبة، وصياغة نتيجة مترتبة عليها، وتبريرها تبريراً علمياً سليماً.

5. مهارة تحليل الأخطاء:

قدرة طالبة الصف الثاني الثانوي بالإدارة العامة للتعليم بجازان على فحص خطوات التفكير أو الحلول المطروحة للكشف عن مواضع الخطأ أو القصور فيها، وتفسير أسبابها، والعمل على تصويبها وفق أسس علمية صحيحة. وتشمل مهارات فرعية: تحديد موضع الخطأ، وتحليل سببه (مفهومي أو إجرائي أو منطقي)، واقتراح بديل صحيح، وإعادة بناء الحل بصورة متكاملة.

6. مهارة حل المشكلات:

قدرة طالبة الصف الثاني الثانوي بالإدارة العامة للتعليم بجازان على مواجهة موقف يتسم بالتحدي أو الغموض، وتحليل عناصره، وتوليد بدائل متعددة للتغلب عليه في ضوء الإمكانيات المتاحة؛ وصولاً إلى حل قابل للتطبيق. وتشمل مهارات فرعية: تحديد المشكلة وصياغتها بدقة، وتحليل أسبابها، واقتراح بدائل متنوعة، وتقويمها وفق معايير محددة، وتنفيذ الحل الأنسب ومراجعته.

7. مهارة اتخاذ القرار:

قدرة طالبة الصف الثاني الثانوي بالإدارة العامة للتعليم بجازان على اختيار البديل الأنسب من بين عدة بدائل متاحة بعد تحليل الموقف في ضوء معايير واضحة ومحددة، مع تبرير الاختيار بصورة منطقية. وتشمل مهارات فرعية: تحديد القضية محل القرار، وجمع المعلومات المرتبطة بها، وتحديد البدائل الممكنة، ووضع معايير للمفاضلة بينها، واختيار البديل الأمثل وتبرير اختياره.

آمل أن ينال الأمر اهتمامكم حتى تؤخذ ملاحظاتكم ومرئياتكم بعين الاعتبار من أجل تجويد العمل وتحسينه، شاكرين لكم سلفاً حسن تجاوبكم وتعاونكم فيما يخدم البحث العلمي، وتفضلوا بقبول فائق الاحترام والتقدير.

بيانات المحكم

الاسم	الدرجة العلمية	الكلية والجامعة

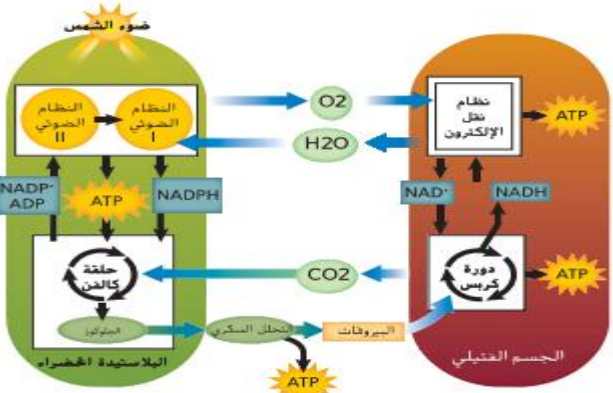
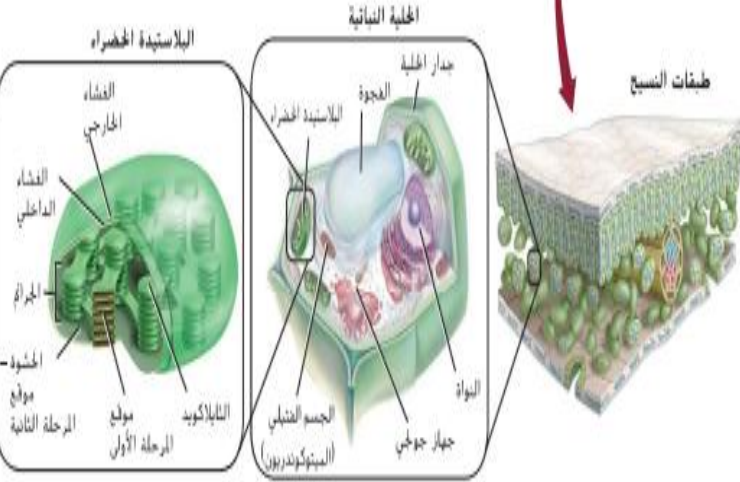
تعليمات الاختبار

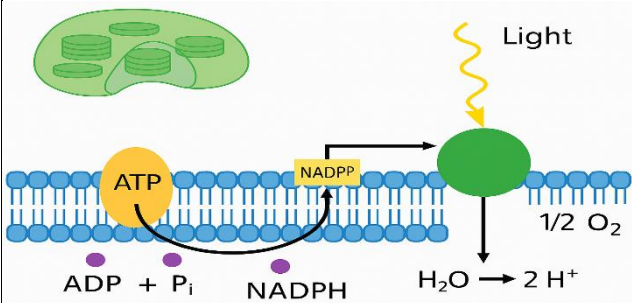
عزيزتي الطالبة بالصف الثاني الثانوي بالإدارة العامة للتعليم بجازان:

- يهدف هذا الاختبار إلى قياس مهارات التفكير العليا لديك في وحدة الطاقة الخلوية بكتاب الأحياء للفصل الدراسي الحالي.
- يُطبق هذا الاختبار لأغراض البحث العلمي فقط، وستظل جميع النتائج في إطار السرية التامة، ولن يُستخدم إلا لأغراض علمية.
- يتكون الاختبار من (35) سؤالاً من نوع الاختيار من متعدد، موزعة على مهارات التفكير العليا الآتية: (المقارنة، التصنيف، الاستقراء، الاستنتاج، تحليل الأخطاء، حل المشكلات، اتخاذ القرار).
- يتبع كل سؤال أربعة بدائل للإجابة، من بينها بديل واحد صحيح فقط.
- فضلاً اقرئي كل سؤال بعناية قبل اختيار الإجابة.
- اختاري البديل الصحيح بوضع دائرة حول رمز الإجابة المناسبة.
- غير مسموح باختيار أكثر من بديل للسؤال الواحد.
- تأكدي من كتابة بياناتك في المكان المخصص لذلك بصورة واضحة وصحيحة.
- زمن الاختبار (45) دقيقة.

مثال توضيحي لطريقة الإجابة:

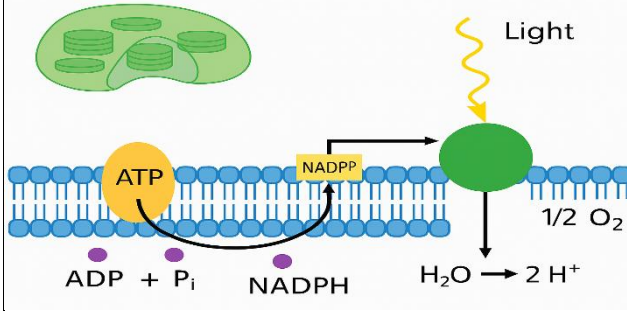
اختاري البديل الصحيح من بين البدائل الأربعة التي تلي السؤال بوضع دائرة على رقم البديل.	
أي مما يلي يميز البناء الضوئي عن التنفس الخلوي؟	
أ) يحدث في الميتوكوندريا.	ب) يحول الضوء إلى طاقة كيميائية.
ج) ينتج ATP مباشرة	د) لا يحتاج للصبغات.

المهارة	الأسئلة	ارتباط السؤال للمهارة	سلامة الصياغة	تجانس البدائل
			الشكل المقابل مخطط يبين مقارنة بين البناء الضوئي والتنفس الخلوي: أي من الآتي يُعد وجه شبه بين العمليتين؟ أ. كلاتهما تنتجان الجلوكوز ب. كلاتهما تحدث داخل الجسم الفتيلى ج. كلاتهما تستخدم سلسلة نقل الإلكترون د. كلاتهما تحتاج الضوء لبدئها	
			بالاعتماد على الشكل المقابل، ما الفرق الصحيح بين الثايلاكويد والحشوة؟ أ. كلاهما يحتويان على الكلوروفيل ب. الثايلاكويد يحدث فيه نقل الإلكترون، بينما الحشوة تتم فيها حلقة كالفن ج. الثايلاكويد تحدث فيه دورة كريس، والحشوة تتم فيها التفاعلات الضوئية د. الحشوة تحتوي على أصباغ ماصة للضوء، والثايلاكويد يحتوي على إنزيمات	المقارنة
		يتشابه كل من النيكوتيناميد أدينين ثنائي النيوكليوتيد المختزل (NADH) و النيكوتيناميد أدينين ثنائي النيوكليوتيد فوسفات المختزل (NADPH) في: أ. كلاهما يحدث في الجسم الفتيلى ب NADH. خاص بالبناء الضوئي		

المهارة	الأسئلة	ارتباط السؤال للمهارة	سلامة الصياغة	تجانس البدائل
	ج NADPH. خاص بالتنفس الخلوي د. NADH ينتج ATP في التنفس، وNADPH يُستخدم في حلقة كالفن			
	وجه الاختلاف بين الكائنات ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية هو..... أ. كلاهما ينتج الأكسجين ب. كلاهما يحصل على الطاقة من الطعام ج. الكائنات ذاتية التغذية تنتج غذاءها، بينما غير ذاتية التغذية تحصل عليه جاهزاً د. الكائنات غير ذاتية التغذية تستخدم الضوء			
	أي مما يلي يوضح الفرق بين تفاعلات البناء الضوئي والتفاعلات اللاضوئية؟ أ. كلاهما تحتاج إنزيم روبيسكو ب. الضوئية تنتج ATP وNADPH، واللاضوئية تستخدمهما لإنتاج السكر ج. اللاضوئية تنتج الأكسجين د. الضوئية تحدث في الحشوة			
	استناداً إلى الشكل المقابل، أي من العناصر الآتية يُصنّف ضمن نواتج التفاعلات الضوئية؟ أ. الجلوكوز ب. NADPH ج. البيروفات د. حمض اللاكتيك			
التصنيف				
	أي مما يلي ضمن مسارات الهدم..... أ. حلقة كالفن ب. البناء الضوئي			

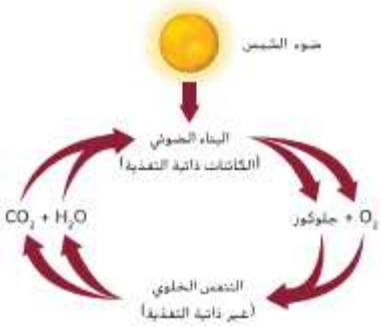
المهارة		الأسئلة				ارتباط السؤال للمهارة	سلامة الصياغة	تجانس البدائل
		ج. التحلل السكري						
		د. تكوين الجلوكوز						
		صنف التفاعلات التالية حسب مكان حدوثها: "تحلل الماء، إنتاج" NADPH أ. الحشوة ب. الثايلاكويد ج. السيتوبلازم د. الجسم الفتيالي						
		أي من الخيارات التالية يُعد ناتجًا للتنفس الخلوي؟ أ. الجلوكوز ب. الأكسجين ج. الماء وثاني أكسيد الكربون د. النشا						
		أي من العناصر التالية ضمن نواقل الإلكترون: أ. ATP ب. NADP+ ج. الجلوكوز د. CO ₂						

تجانس البدائل	سلامة الصياغة	ارتباط السؤال للمهارة	المهارة	الأسئلة
				في الشكل المقابل: إذا لاحظ الطالب أن أعلى معدل امتصاص يحدث عند الضوء البنفسجي-الأزرق، فما التعميم الصحيح؟ أ. النباتات تمتص اللون الأخضر بكفاءة أعلى ب. الكلوروفيل يمتص الضوء البنفسجي-الأزرق بكفاءة عالية ج. البناء الضوئي لا يعتمد على الضوء الأزرق د. الأصباغ لا تختلف في الامتصاص
				قام طالب بقياس ازدياد فقاعات الأكسجين حول الإيلوديا عند زيادة الضوء. ما التعميم المناسب؟ أ. الضوء يقلل معدل التنفس ب. البناء الضوئي يعتمد على وجود الضوء ج. الأكسجين ناتج ثانوي غير مهم د. النباتات لا تتنفس
				إذا لاحظ العلماء زيادة NADPH في وجود ضوء قوي، فهذا يستنتج أن: أ. حلقة كالفن توقفت ب. التفاعلات الضوئية نشطة ج. التنفس الخلوي يزيد د. الثايلاكويد لا يعمل
				وجد أن نباتات CAM تفتح ثغورها ليلاً فقط. ما المبدأ العام الذي تستخلصه؟ أ. تحتاج للضوء ليلاً ب. تحافظ على الماء في البيئات الجافة ج. لا تقوم بالبناء الضوئي د. لا تحتاج CO_2

المهارة	الأسئلة	ارتباط السؤال للمهارة	سلامة الصياغة	تجانس البدائل
	من خلال مقارنة معدلات ATP في خلايا مصابة بفيروس، لوحظ انخفاض كبير بالـ ATP. ما التعميم الصحيح في هذه الحالة؟ أ. الفيروسات تزيد الطاقة ب. الفيروس ينتج الجلوكوز ج. الفيروس ينشط التنفس الخلوي د. الخلية تعمل بشكل أفضل			
	في الصورة المقابلة: إذا زاد عدد البروتونات (+H) في حيز الثايلاكويد كما يُظهر الشكل، فإن الخلية ستقوم بـ: أ. تقليل إنتاج ATP ب. زيادة إنتاج ATP عبر إنزيم بناء ATP ج. إيقاف البناء الضوئي د. تقليل امتصاص الضوء			
الاستنتاج	إذا علمت أن الثايلاكويد يحتوي على أصباغ، فأين يحدث امتصاص الضوء؟ أ. الحشوة ب. النواة ج. الثايلاكويد د. الجسم الفتيلى			
	إذا زادت كمية CO₂ المتاحة للنبات، فمن المتوقع أن: أ. تنخفض حلقة كالفن ب. يزيد إنتاج الجلوكوز ج. يقل امتصاص الضوء د. تتوقف NADPH			

المهارة	الأسئلة	ارتباط السؤال للمهارة	سلامة الصياغة	تجانس البدائل
	وجود NADH بكثرة يدل على أن: أ. البناء الضوئي نشط ب. التحلل السكري ودورة كربس نشيطان ج. حلقة كالفن تسير ببطء د. لا يوجد أكسجين			
	إذا توقفت سلسلة نقل الإلكترون في الجسم الفتيلي، فإن الخلية: أ. ستنتج كمية كبيرة من ATP ب. ستحتاج إلى الضوء ج. ستعتمد على التحلل السكري فقط د. ستزداد كفاءتها			
تحليل الأخطاء	في الشكل المقابل: قال طالب: "دورة كربس تحدث في السيتوبلازم كما يظهر في الشكل". ما الخطأ في هذا التفسير؟ أ. السيتوبلازم لا يحتوي NADH ب. دورة كربس تحدث داخل حشوة الجسم الفتيلي ج. البيروقات لا يدخل الجسم الفتيلي د. الأكسجين ينتج في السيتوبلازم			

المهارة	الأسئلة	ارتباط السؤال للمهارة	سلامة الصياغة	تجانس البدائل
	طالب كتب المعادلة $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ATP} + \text{O}_2$ على أنها التنفس الخلوي. ما الخطأ؟ أ. المعادلة صحيحة ب. معادلة البناء الضوئي وليس التنفس ج. لا ينتج ATP في الخلايا د. معادلة الاحتراق			
	ادعى زميلك أن: "حلقة كالفن تحتاج ضوء". الخطأ هو: أ. حلقة كالفن تحدث فقط ليلاً ب. ليست جزءاً من البناء الضوئي ج. تفاعلات لاضوئية تعتمد على نواتج التفاعلات الضوئية د. تحدث في الثايلاكويد			
	قال أحدهم (NADPH) ينتج في الجسم الفتيلى". الخطأ هو: أ. NADPH ينتج في الثايلاكويد أثناء البناء الضوئي ب. NADPH ليس جزيئاً ناقلاً ج. الجسم الفتيلى لا يعمل د. NADPH ينتج في الميتوبلازم			
	طالب يظن أن "التخمير ينتج كمية كبيرة من الطاقة". الخطأ هو: أ. التخمير لا ينتج إلا ATP2 فقط ب. التخمير يحتاج أكسجين ج. التخمير ينتج ماء د. التخمير يحدث في الثايلاكويد			

تجانس البدائل	سلامة الصياغة	ارتباط السؤال للمهارة	المهارة	الأسئلة
				في الشكل المقابل: إذا قلت فقاعات الأكسجين في نبات الإيلوديا موضوع في ضوء ضعيف، فما الحل الأمثل كما يشير الشكل؟ أ. تقليل الماء ب. زيادة شدة الضوء ج. زيادة التخمر د. تقليل ثاني أكسيد الكربون
				 انخفضت كمية ATP في خلية. ما المسار الأنسب لتعويض النقص؟ أ. زيادة التحلل السكري ب. إيقاف دورة كريبس ج. تعطيل نقل الإلكترونات د. تقليل الأكسجين
				عند انسداد الثغور في نبات C3 ، ما الحل للحفاظ على عملية البناء الضوئي؟ أ. تقليل الحرارة ب. زيادة الضوء ج. زيادة الماء د. فتح الثغور بتحكم رطب
				لاحظ الباحث أن معدل البناء الضوئي منخفض رغم وجود الضوء. ما الإجراء المناسب للتغلب على هذه المشكلة؟ أ. تقليل الحرارة ب. زيادة CO₂ ج. إزالة الكلوروفيل د. زيادة التخمر

حل
المشكلات

المهارة	الأسئلة	ارتباط السؤال للمهارة	سلامة الصياغة	تجانس البدائل
	خلايا عضلية تعاني تراكم حمض اللاكتيك. الحل هو: أ. تقليل الأكسجين ب. إيقاف التنفس ج. زيادة الأكسجين د. تقليل الجلوكوز			
	يريد مزارع زيادة إنتاج السكر في النباتات، أي قرار هو الأفضل؟ أ. تعريض النباتات للضوء القوي ب. قطع الأوراق ج. تقليل الماء د. زيادة ثاني أكسيد الكربون فقط			
	طالب يريد دراسة التفاعلات الضوئية، ماذا يقرر أن يفحص؟ أ. الحشوة ب. الثايلاكويد ج. النواة د. السيتوبلازم			
	مزرعة في منطقة جافة تحتاج نباتات تتحمل نقص الماء، أي نبات تُفضل؟ أ. نباتات C3 ب. نباتات ظل ج. نباتات مائية د. نباتات CAM			
	مصنع أدوية يريد إنتاج ATP صناعيًا. أي عملية يعتمد عليها؟			

تجانس البدائل		سلامة الصياغة		ارتباط السؤال للمهارة		الأسئلة	المهارة
						أ. حلقة كالفن ب. التخمر الكحولي ج. تكوين الميسيلوز د. سلسلة نقل الإلكترون	
						إذا كان الهدف تقليل تراكم CO₂ في الهواء، أي استراتيجية أفضل؟ أ. زيادة قطع الأشجار ب. تقليل ضوء الشمس ج. زراعة نباتات كثيرة د. منع التنفس الخلوي	

المراجع

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). SAGE Publications.

Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2000). Foundations of behavioral research (4th ed.). Harcourt College Publishers

Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference. Boston: Houghton Mifflin