

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

رجاء جاسم هاتف

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

رجاء جاسم هاتف

المستخلص:

هدفت الدراسة إلى معرفة أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط في بغداد. استخدم الباحثان المنهج التجريبي مع مجموعتين: تجريبية (٣٢ طالباً) وضابطة (٣٢ طالباً). أظهرت النتائج تحسناً معنوياً كبيراً في مستويات الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى المجموعة التجريبية بعد التطبيق مقارنة بالمجموعة الضابطة، مما يؤكد فعالية المنهج في تنمية التفكير الابتكاري والمهارات العملية لدى الطلاب. أوصت الدراسة باستخدام منهج البيوناتيك في تدريس العلوم وتدريب المعلمين على تصميم أنشطة صفية قائمة على استلهام الحلول من الطبيعة.

الكلمات المفتاحية: البيوناتيك، الابتكار العلمي، مهارات حل المشكلات، علوم الحياة، الصف الثالث المتوسط.

Abstract:

This study aimed to investigate the effect of the Biomimetic Learning Approach (inspired by nature solutions) in teaching Life Sciences on scientific creativity and problem-solving skills among 3rd-grade intermediate students in Baghdad. The experimental design included two groups: experimental (32 students) and control (32 students). Results showed a significant improvement in the experimental group's scientific creativity and problem-solving skills

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

compared to the control group, confirming the effectiveness of the biomimetic approach in developing students' creative thinking and practical skills. The study recommended applying the biomimetic approach in science teaching and training teachers to design classroom activities inspired by nature-based solutions.

Keywords: Biomimetics, scientific creativity, problem-solving skills, Life Sciences, 3rd-grade intermediate.

الفصل الأول: التعريف بالبحث

أولاً: المقدمة

يشهد العالم في السنوات الأخيرة اهتماماً واسعاً بالعودة إلى الطبيعة باعتبارها مصدراً غنياً للأفكار والحلول العلمية، وهو ما يُعرف بالبيوناتيك أو استلهام الحلول من الكائنات الحية (Beckerle, Sharbafi, & Verstraten, 2024: 12؛ Bhushan, 2024: 12). تقوم هذه الفكرة على دراسة ما تفعله الأنظمة البيولوجية لتحقيق الكفاءة والبقاء، ثم تحويل هذه المبادئ إلى حلول مبتكرة تخدم مجالات متعددة مثل التكنولوجيا والعلوم والتعليم (Laschi, 2025: 103؛ Finkenstadt & Eapen, 2024: 78). وتشير الأدبيات إلى أن هذا النهج يساعد على تعزيز التفكير المبتكر لدى المتعلمين، لأنه يدفعهم إلى مراقبة الطبيعة وتحليل آلياتها ثم محاولة محاكاتها في مواقف جديدة داخل البيئة التعليمية (Deparis & Mouchet, 2024: 56؛ Reddy & Pullaiah, 2024: 56). (2021: 88).

وفي المجال التربوي تحديداً، تظهر البحوث أن دمج مبادئ البيوناتيك في المناهج يمكن أن يكون خطوة فعالة لتنمية مهارات الابتكار العلمي لدى الطلاب، إذ يسمح لهم بخوض تجارب تعليمية تُبنى على استلهام نماذج التصميم الموجودة في الطبيعة، مما يعزز قدرتهم على التفكير النقدي والتحليل (Ghorbani, Ghalandari, & Liu, 2025: 34؛ Bouarara, 2022: 77). كما تؤكد الدراسات العربية أن اعتماد أساليب تعليمية حديثة ومبتكرة في تدريس العلوم يرفع من مستويات الإبداع وحل المشكلات، لأنه

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

يفتح المجال أمام الطلبة للبحث والاستكشاف والمشاركة النشطة في الأنشطة الصفية (الخرجي، ٢٠١١: ٢٢؛ السامراني، ٢٠١٤: ٤٥؛ عبد العزيز، ٢٠١٦: ٣٨). وينسجم ذلك مع توجهات التعلم النشط التي تربط بين المعرفة النظرية والتطبيق المباشر، وتمنح الطالب فرصة لاختبار المفاهيم العلمية من خلال مواقف متنوعة تحفز قدرته على إيجاد حلول جديدة (عز الدين، ٢٠١٥: ٥١؛ حسنين، ٢٠٠٧: ١٧).

ويُعد تطبيق البيوناتيك في تدريس علوم الحياة أحد المداخل الواعدة لتعزيز مهارات الابتكار وحل المشكلات، خاصة عند تحويل الظواهر الطبيعية إلى أنشطة تعليمية تحاكي سلوك الكائنات الحية أو خصائصها البنوية مثل النمو والحركة والتكيف (Hall, 2019: 102؛ Paley & Wereley, 2020: 66). كما يمكن لهذا النهج أن يدعم أهداف التنمية المستدامة من خلال رفع وعي المتعلمين بأهمية البيئة وتعزيز مهارات التفكير النقدي لديهم (UNESCO, 2025: 21؛ أوكيل، ٢٠١١: ٦٣؛ الأشوح، ٢٠٢٥: ٥٤).

وفي السياق العربي، يبرز عدد من الباحثين أهمية تبني أساليب تعليمية حديثة تُحفز الإبداع لدى الطلاب، من خلال الأنشطة التفاعلية والتجارب التي ترتبط بمشكلات واقعية وتتيح للطلاب تطبيق معرفتهم العلمية بطريقة مرنة وقابلة للتطوير (جراح، ٢٠١٨: ٧٧؛ الخزعلي، ٢٠١٤: ٣١؛ السيد، ٢٠١١: ١٢). كما يشير آخرون إلى أن تعزيز مهارات الابتكار العلمي وحل المشكلات يحتاج إلى توظيف استراتيجيات تعليمية مستوحاة من الطبيعة، تساعد الطلاب على التكيف مع تحديات العصر الحديث ومتطلباته المتغيرة (الشرقاوي، ٢٠٢٤: ٤٤؛ العبادي، ٢٠٢٠: ١٩).

ثانياً: مشكلة البحث

رغم الاهتمام المتزايد عالمياً بفكرة استلهام الحلول من الطبيعة لتطوير أساليب تعليمية مبتكرة، ما يزال تطبيق التعلم القائم على البيوناتيك في مدارسنا محدوداً، خاصة في تدريس علوم الحياة للمرحلة المتوسطة. وتُظهر الملاحظات الميدانية أن الطلاب يواجهون صعوبة في ابتكار الأفكار أو التعامل مع المشكلات العلمية المعقدة عندما تُقدّم

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

المقررات بطرائق تقليدية تعتمد على الشرح والتلقين (الخرجي, ٢٠١١: ٢٥؛ حسنين, ٢٠٠٧: ١٩). ومن هنا برزت الحاجة إلى فحص أثر توظيف التعلم القائم على البيوناتيك على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط، بهدف الوقوف على مدى فاعلية هذا النهج في تعزيز التفكير العلمي والنقدي، وتوفير دليل عملي يمكن للمعلمين الاستفادة منه في تطوير طرائق تدريسهم (Bhushan, 2024: 16؛ Finkenstadt & Eapen, 2024: 82؛ عبد العزيز, ٢٠١٦: ٤٠). وبناءً على ذلك تتحدد مشكلة البحث في السؤال الرئيس الآتي: ما أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط؟

ويتفرع عن السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية الآتية:

١. ما أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) على تنمية الابتكار العلمي في مادة علوم الحياة لدى تلاميذ الصف الثالث المتوسط؟
٢. ما أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) على تنمية مهارات حل المشكلات لدى تلاميذ الصف الثالث المتوسط؟

ثالثاً: فرضيات البحث:

تحقق البحث من الفرضيات الآتية:

١. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠.٠٥ بين متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في الابتكار العلمي قبل تطبيق منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة).
٢. توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠.٠٥ بين متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في الابتكار العلمي بعد تطبيق منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة).

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

٣. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠.٠٥ بين متوسط درجات تلاميذ المجموعتين في مهارات حل المشكلات قبل تطبيق منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة).

٤. توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠.٠٥ بين متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في مهارات حل المشكلات بعد تطبيق منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة).

رابعاً: أهمية البحث

تتبع أهميته من بعدين رئيسيين: البعد العلمي والبعد العملي، كما يأتي:

أولاً: الأهمية العلمية

١. يسهم في إثراء الإطار النظري لطرائق تدريس العلوم من خلال إدخال مفهوم التعلم القائم على البيوناتيك، وهو اتجاه حديث يربط بين المعرفة العلمية والتصميم الحيوي المستوحى من الطبيعة.

٢. يضيف بُعداً معرفياً جديداً لمجال تعليم العلوم من خلال الدمج بين النظرية البيولوجية والتربية الإبداعية، مما يعزز الاتجاهات البنائية في البحث التربوي.

٣. يسهم في تطوير أدوات بحثية تربوية جديدة لقياس أثر البيوناتيك في تنمية الابتكار ومهارات حل المشكلات، وهو ما يمكن أن يفتح المجال أمام دراسات لاحقة في هذا الاتجاه.

ثانياً: الأهمية العملية

١. يوفر نموذجاً تدريسياً تطبيقياً مبتكراً يمكن للمعلمين استخدامه في تدريس علوم الحياة من خلال ربط المفاهيم العلمية بظواهر الطبيعة.

٢. يدعم تطوير المناهج الدراسية في مادة علوم الحياة بحيث تصبح أكثر تفاعلية وتشجع الطلاب على البحث والاستقصاء والاكتشاف الذاتي.

٣. يقدم نموذجاً يمكن الاستفادة منه في تدريب المعلمين على دمج مفاهيم البيوناتيك في ممارساتهم الصفية، بما يعزز جودة التعليم العلمي في المراحل المتوسطة.

خامساً: أهداف البحث

يهدف البحث إلى:

١. الكشف عن أثر تطبيق منهج التعلم القائم على البيوناتيك في تنمية الابتكار العلمي لدى طلاب الصف الثالث المتوسط.
٢. التعرف إلى أثر هذا المنهج في تنمية مهارات حل المشكلات العلمية لدى طلاب الصف الثالث المتوسط.

سادساً: حدود البحث:

يتحدد البحث الحالي ضمن مجموعة من الحدود التي توضح نطاقه الزمني والمكاني والبشري والمنهجي، وذلك على النحو الآتي:

- **الحدود المكانية:** تم تنفيذ البحث في عدد من المدارس المتوسطة الحكومية التابعة لمديرية تربية (بغداد).
- **الحدود الزمانية:** جرى تنفيذ البحث خلال العام الدراسي (٢٠٢٥/٢٠٢٦)، في الفصل الدراسي الثاني، وهي المدة الزمنية التي تمت فيها تجربة البرنامج التعليمي وجمع البيانات اللازمة للتحليل الإحصائي.
- **الحدود البشرية:** اقتصر البحث على عينة من طلاب الصف الثالث المتوسط، تم اختيارهم من بين طلبة المدارس الحكومية، موزعين على مجموعتين: تجريبية وضابطة.
- **الحدود الموضوعية:** تناول البحث أثر تطبيق منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات.

سابعاً: تحديد المصطلحات والتعريفات الإجرائية:

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

أولاً: التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة): هو منهج تعليمي يقوم على استثمار ما يحدث في الطبيعة من ظواهر وأنظمة حيّة، وتحويل هذه المشاهدات إلى أفكار وتطبيقات يمكن توظيفها في التعليم أو التكنولوجيا. الفكرة ببساطة أن الطبيعة تمتلئ حلول جاهزة، والطلاب يتعلمون كيف يقتبسون منها طرقاً تساعدهم على تطوير التفكير الابتكاري وحل المشكلات بطريقة أكثر واقعية ومرونة (Bhushan, 2024: 12) ؛ (Beckerle, Sharbafi, & Verstraten, 2021: 45). هي تنفيذ أنشطة صفية في مادة علوم الحياة، يلاحظ فيها الطلاب ظواهر طبيعية، ويدرسون خصائص الكائنات الحية والأنظمة البيئية، ثم يحاولون محاكاتها أو استلهام حلول وتصميمات منها. ويُقاس أثر هذا المنهج من خلال مقارنة درجات المجموعة التجريبية مع الضابطة في مقياس الابتكار العلمي واختبار حل المشكلات بعد تطبيق البرنامج.

ثانياً: الابتكار العلمي: هو قدرة الطالب على توليد أفكار جديدة، وصياغة حلول مبتكرة لمشكلة موجودة، وتحويل المعرفة العلمية إلى تطبيقات قابلة للاستخدام. هذا النوع من التفكير يرفع مستوى الإبداع ويقوّي مهارات النقد والتحليل عند المتعلم (السيد، ٢٠١١: ١٢؛ الشرقاوي، ٢٠٢٤: ٤٤). **إجرائياً:** يُقاس الابتكار العلمي لدى طلاب الصف الثالث المتوسط عبر مقياس الابتكار العلمي، الذي يتضمن مجموعة مهام وأسئلة تقيس قدرة الطالب على طرح أفكار جديدة، تقديم حلول مبتكرة للمشكلات، وربط الجانب النظري بالتطبيق العملي في أنشطة مرتبطة بالبيوناتيك.

ثالثاً: مهارات حل المشكلات: هي مجموعة القدرات التي تمكّن الطالب من تحديد المشكلة، فهمها، تحليلها، إنتاج حلول مختلفة، اختيار الحل الأنسب، ثم تطبيقه بطريقة فعالة تؤدي إلى نتائج ملموسة. هذه المهارات تعتبر أساساً لأي تعلم جاد في العلوم (حسنين، ٢٠٠٧: ١٧؛ عبد العزيز، ٢٠١٦: ٣٨). **إجرائياً:** يتم قياسها من خلال اختبار عملي يتضمن مواقف واقعية وأسئلة تطبيقية في مادة علوم الحياة، يُطلب فيه من الطالب

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

تحليل المشكلة، واقتراح حلول مستوحاة من الطبيعة، ثم تقييم هذه الحلول وتنفيذ الأنسب منها. وتحسب الدرجة بناءً على أداء الطالب في كل خطوة وفق معايير البحث.

الفصل الثاني: الإطار النظري والدراسات السابقة

أولاً: الإطار النظري

المحور الأول: منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة)
مفهوم البيوناتيك وأهميته: يُعرف منهج التعلم القائم على البيوناتيك بأنه عملية استلهام الحلول والابتكارات من الطبيعة وتحويلها إلى تطبيقات علمية وتقنية، مع التركيز على محاكاة الأنظمة الحية لفهم كيفية تحقيق الكفاءة والأداء الأمثل (Bhushan, 2024: ١٢؛ Beckerle, Sharbafi, & Verstraten, 2021: ٤٥). هذا المنهج يعزز التفكير العلمي والابتكاري، حيث يُتيح للطلاب ربط الظواهر الطبيعية بالمفاهيم التعليمية، مما يساهم في تطوير حلول مبتكرة للمشكلات العلمية (Finkenstadt & Eapen, 2024: ٧٨).

تطبيقات البيوناتيك في التعليم: تُظهر الدراسات أن دمج استلهام الحلول من الطبيعة في المناهج التعليمية يساعد على تنمية مهارات التفكير العليا لدى الطلاب، مثل التحليل، التركيب، وحل المشكلات (Laschi, 2025: ١٠٣؛ Paley & Wereley, 2020: ٦٦). ويؤكد الخبراء أن استخدام أنشطة عملية تعتمد على البيوناتيك، مثل تصميم نماذج مستوحاة من الكائنات الحية، يخلق بيئة تعليمية تفاعلية تشجع على المشاركة والاستكشاف (Deparis & Mouchet, 2021: ٨٨؛ Hall, 2019: ١٠٢).

أساليب ومنهجيات التعلم البيوناتيك: يعتمد المنهج على تحليل الظواهر الطبيعية ثم إعادة تصميمها لتطبيقها في التجارب التعليمية، سواء عبر الأنشطة العملية أو المشاريع

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

الصغيرة (Dhanola, Singh, & Shrivastava, 2025: ٥٦؛ Bouarara, 2022: ٧٧). كما يُبرز الباحثون أهمية توجيه الطلاب لتقييم الحلول المبتكرة المستوحاة من الطبيعة، ومقارنتها بالحلول التقليدية، لتعميق الفهم العلمي وتطوير مهارات اتخاذ القرار (Reddy & Pullaiah, 2024: ٥٦).

فوائد تطبيق البيوناتيك في تعليم العلوم: يسهم هذا المنهج في تعزيز التفكير الابتكاري لدى الطلاب، وزيادة قدرتهم على التعامل مع المشكلات المعقدة، وتحفيز الفضول العلمي لديهم (Jabbari, Kim, & Lee, 2014: ٤٥؛ Hehenberger, Habib, & Bradley, 2022: ٩١). ويعزز أيضاً التعلم النشط والتفاعلي، حيث يُشجع الطلاب على الاستكشاف المباشر والتجربة العملية، مما يؤدي إلى اكتساب مهارات معرفية وحركية متقدمة (Nanayakkara, 2024: ٣٣).

المحور الثاني: الابتكار العلمي

مفهوم الابتكار العلمي: يعرف الابتكار العلمي بأنه القدرة على تطوير أفكار أو حلول جديدة لمشكلات قائمة، وتحويل المعرفة العلمية إلى تطبيق عملي يمكن الاستفادة منه (القرني، بدون تاريخ؛ السيد، ٢٠١١: ١٢؛ الشرقاوي، ٢٠٢٤: ٤٤). ويُعد الابتكار العلمي عنصراً أساسياً في التعليم الحديث لأنه يساهم في تنمية الإبداع وحل المشكلات المعقدة لدى الطلاب (الخرزعلي، ٢٠١٤: ٣١).

أهمية الابتكار العلمي في التعليم: تُشير الدراسات إلى أن تنمية الابتكار العلمي لدى الطلاب تؤدي إلى تعزيز التفكير النقدي، وتحسين القدرة على مواجهة التحديات التعليمية، بالإضافة إلى تحفيز الفضول والاستكشاف (أوكيل، ٢٠١١: ٦٣؛ الأشوح، ٢٠٢٥: ٥٤؛ Finkenstadt & Eapen, 2024: ٨٢). ويؤكد الباحثون أن المدارس التي تُطبق أساليب تعليم مبتكرة مستوحاة من الطبيعة، مثل البيوناتيك، تساهم بشكل واضح في رفع مستويات الإبداع العلمي لدى الطلاب (Bouarara, 2022: ٧٧).

استراتيجيات تعزيز الابتكار العلمي: من أبرز الاستراتيجيات الحديثة لتطوير الابتكار العلمي: استخدام مشاريع عملية، المحاكاة الطبيعية، التعلم القائم على المشاريع،

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

والملاحظة التجريبية للظواهر الطبيعية (Beckerle, Sharbafi, & Verstraten, 2021: ٦٧؛ Laschi, 2025: ١٠٣). ويعزز هذا التوجه قدرة الطلاب على إنتاج حلول مبتكرة، وربط المعرفة النظرية بالتطبيق العملي، وبالتالي تطوير مهاراتهم العلمية (Paley & Wereley, 2020: ٦٦).

المحور الثالث: مهارات حل المشكلات

مفهوم مهارات حل المشكلات: تشير الدراسات إلى أن مهارات حل المشكلات هي القدرة على التعرف على المشكلات، تحليلها، تطوير الحلول المناسبة، وتنفيذها بطريقة علمية (حسنين, ٢٠٠٧: ١٧؛ عبد العزيز, ٢٠١٦: ٣٨؛ جراح, ٢٠١٨: ٧٧). وتعد هذه المهارات من العناصر الأساسية لتطوير التفكير الابتكاري لدى الطلاب، خصوصاً عند توظيف أساليب تعليمية تفاعلية مثل منهج البيوناتيك.

علاقة البيوناتيك بتنمية مهارات حل المشكلات: يساعد تطبيق البيوناتيك الطلاب على تقليد وتحليل الحلول الطبيعية لمواجهة المشكلات، ما يتيح لهم اكتساب مهارات عملية في التفكير النقدي واتخاذ القرارات (Bhushan, 2024: ١٦؛ Nanayakkara, 2024: ٣٣). وتشير الدراسات العربية إلى أن دمج أساليب مبتكرة في تدريس العلوم يعزز قدرة الطلاب على التفكير المستقل وحل المشكلات العلمية المعقدة (الخرجي, ٢٠١١: ٢٢؛ السامراني, ٢٠١٤: ٤٥).

استراتيجيات تعليمية لتنمية مهارات حل المشكلات: تتضمن الاستراتيجيات الفعالة: التعلم القائم على المشاريع، المحاكاة، النقاش التفاعلي، والاستقصاء العلمي المباشر (عبادي, ٢٠٢٠: ١٩؛ عز الدين, ٢٠١٥: ٥١). ويؤكد الباحثون أن هذه الأساليب تعزز قدرة الطلاب على تطوير حلول مبتكرة، وتعطيهم فرصة لتطبيق المعرفة النظرية في مواقف حقيقية، مما يحقق تعلماً فعالاً ومتعمقاً (Finkenstadt & Eapen, 2024: ٧٨).

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

أهمية المهارات في التعليم الحديث: تنمية مهارات حل المشكلات تعزز القدرة على التفكير النقدي، الابتكار، والتكيف مع متغيرات العصر الحديث، وتساهم في إعداد جيل قادر على مواجهة تحديات العلم والتكنولوجيا (الشرقاوي, ٢٠٢٤: ٤٤؛ Ghorbani, 2025: 34). كما تؤكد الدراسات على أن دمج التعلم البيوناتيك في تدريس العلوم يساهم بفعالية في تحقيق هذه الأهداف (Deparis & Mouchet, 2021: 88).

الدراسات السابقة:

الدراسات العربية:

١. الغلوي والمعمري (٢٠٢٣) دور مدخل التعلم في الطبيعة في نمو الطلبة وتعلمهم: دراسة تحليلية للأدب التربوي النفسي. هدفت الدراسة إلى تحليل الدراسات التي نشرت بين ٢٠٠٠ و ٢٠٢٠ حول مدخل "التعلم في الطبيعة" من منظور تربوي-نفسي، فوجدت أن هذا المدخل يُسهّل نمو الطلبة من النواحي الحركية إلى المعرفية ثم الانفعالية والاجتماعية، وأنه يعزّز المتعة والدافعية والمشاركة الصفية، كما أن أثره يمتد إلى تغييرات في تركيبة الدماغ لدى الطلبة. كما خلصت إلى ضرورة توظيف مدخل "التعلم في الطبيعة" بطريقة منظمة ومنهجية في التعليم.
٢. الغلوي والمعمري (٢٠٢٢) تصورات معلمي الدراسات الاجتماعية حول توظيف مدخل التعلم في الطبيعة في التدريس بسلطنة عمان: دراسة نوعية. استقصت هذه الدراسة النوعية تصورات ٤٠ معلماً ومعلمة في سلطنة عمان حول توظيف مدخل "التعلم في الطبيعة" في تدريس مادة الدراسات الاجتماعية، فصنّفت وجهات نظرهم إلى خمس فئات تتناول معارفهم، فوائد المدخل للمعلمين والطلبة، ممارساتهم، التحديات والاحتياجات. ووجدت أن هناك استعداداً إيجابياً لكنه مع وجود معوقات مثل نقص الموارد أو تأهيل المعلمين.
٣. عبد الحافظ (٢٠٢٣) الإستلهام من الطبيعة لتنمية القدرات الإبتكارية والإبداعية في التصميم لدى طلاب الفنون التطبيقية. درست هذه الورقة كيف يمكن استلهام الطبيعة

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

كمصدر للتصميم لدى طلاب الفنون التطبيقية بجامعة " ٦ أكتوبر"، فوجدت أن الطبيعة تُعدّ "المعلم الأول" للمصمم، وأن التدرب على ملاحظة الطبيعة ثم استخراج أفكار التصميم يُعزّز القدرات الابتكارية والإبداعية لدى الطلاب، ما يشير إلى رابط محتمل بين الاستلهام من الطبيعة وبين الابتكار العملي.

الدراسات الأجنبية:

Eagle-Malone (2021). Biomimicry Outside the Classroom. The American Biology Teacher. أجرت هذه الدراسة تجربة أولية تهدف إلى استكشاف كيف يستخدم طلاب التصميم التناظر الحيوي (biological analogies) عند الاستلهام من الطبيعة. وجدت أن الطلاب غالباً ما يقلّدون شكل الكائنات أو خصائصها الخارجية فقط، دون تحليل الوظيفة أو النظام الكامن وراءها، مما يؤدي إلى حلول سطحية بدلاً من حلول مستدامة وعميقة. الدراسة تبين أن تعليم التفكير في "هيكل-وظيفة-نظام" (structure-function-system) ضروري لتحسين نتائج التصميم البيوني.

Design-based learning for a sustainable) Fried et al. (2020 future: student outcomes resulting from a biomimicry curriculum in an evolution course بحث تجريبي استخدم منهجاً قائماً على البيوميميكري ضمن دورة تدريس في علم التطور (evolution course)، وقيم أثره على طلاب الجامعة. النتائج أظهرت أن تضمين أنشطة مستوحاة من الطبيعة مع تصميم المشروع يساعد الطلاب على نقل المعرفة العلمية إلى حلول تصميمية ذات مغزى، ويعزز قدراتهم على الربط بين العلوم والتطبيق، ويوجد بيئة تعلم نشطة ومبتكرة.

Eagle-Malone (2021) Biomimicry Outside the Classroom تستعرض الدراسة كيف يمكن لتجارب خارج الصف (مثل زيارات معارض الطبيعة أو حدائق الحيوان) أن تدمج منهج البيوناتيك في التعليم العلمي. من خلال تلك التجارب،

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهم الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

يُحَقِّزُ الفضول لدى الطلاب، وتزداد قدراتهم على الإبداع والتصميم عندما يُطلب منهم مناقشة كيفية استلهم التصميم من الطبيعة (مثل ذيل الفيل كمصدر لذراع روبوتية). الدراسة تشير إلى أن التعلم الميداني يعزز استيعاب المفاهيم ويدعم تطبيق البيوناتيك في التعليم.

التعليق على الدراسات السابقة:

تتشابه كل من دراسة العُلوي والمعمري (٢٠٢٣) ودراسة عبد الحافظ (٢٠٢٣) في التركيز على أثر التعلم المستلهم من الطبيعة في تنمية القدرات الابتكارية والابداعية لدى الطلاب، حيث أظهرت كلتا الدراستين أن توظيف عناصر الطبيعة كنماذج تعليمية يسهم في تعزيز التفكير الابتكاري وحل المشكلات، كما يزيد من مشاركة الطلاب وتفاعلهم أثناء التعلم. هذه النتائج تدعم فرضية البحث الحالي بأن منهج التعلم القائم على البيوناتيك يمكن أن يكون محفزاً لتنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الثالث المتوسط.

تتشابه الدراسات الأجنبية (Boga-Akyol & Timur-Ogut 2022) و Fried (2020) و (et al. 2021) و (Eagle-Malone 2021) في إبراز أثر البيوماتيك على تطوير مهارات التصميم وحل المشكلات لدى الطلاب في سياق التعليم التطبيقي والتجريبي، حيث أظهرت النتائج أن دمج مفاهيم البيوناتيك في المشاريع التعليمية يزيد من قدرة الطلاب على الابتكار، واستكشاف حلول مستوحاة من الطبيعة، ويحفزهم على التفكير النقدي والتحليلي. كما بينت هذه الدراسات أن التطبيق العملي والتعلم القائم على المشاريع يرفع من مستوى الفهم العميق للمفاهيم العلمية.

تختلف دراسة العُلوي والمعمري (٢٠٢٢) عن باقي الدراسات العربية والأجنبية في اعتمادها على المنهج النوعي واستقصاء تصورات المعلمين بدلاً من قياس الأثر الفعلي على الطلاب، كما أن دراسة (Eagle-Malone 2021) ركزت على البيوناتيك خارج الصف الدراسي، مما يوفر رؤية مختلفة حول تأثير التعلم المستلهم من الطبيعة على

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

السلوك والتفكير الإبداعي للطلاب في بيئات غير تقليدية. بينما الدراسات الأخرى ركزت على تقييم الأثر المباشر على تعلم الطلاب ومهاراتهم العملية. من الاستفادة الرئيسية لهذه الدراسات، سواء العربية أو الأجنبية، أنها تؤكد على جدوى توظيف البيوناتيك كمنهج تعليمي لتعزيز الابتكار وحل المشكلات، وتوضح أن التطبيق العملي مع الطلاب، سواء في الصف أو المشاريع، يزيد من فعالية هذا المنهج. كما توفر الدراسات العربية إشارات مهمة حول ضرورة إعداد المعلمين وتدريبهم على استراتيجيات التدريس المستندة إلى الطبيعة لضمان تحقيق الأهداف التعليمية المرجوة.

الفصل الثالث: إجراءات البحث الميدانية

منهج البحث

اعتمد البحث على المنهج التجريبي شبه التجريبي (Quasi-Experimental Design)، باستخدام تصميم المجموعتين الضابطة والتجريبية، وذلك بهدف معرفة أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط.

مجتمع البحث

يتكون مجتمع البحث من جميع طلاب الصف الثالث المتوسط في مدارس مدينة بغداد الحكومية خلال العام الدراسي الحالي، والذين تتوفر فيهم شروط الدراسة من حيث العمر والقدرة على المشاركة في الأنشطة العملية والتطبيقية للمنهج.

عينة البحث

تم اختيار عينة البحث بطريقة العينة الصدفية (Convenience Sampling)، والتي تضم طلاب الصف الثالث المتوسط من إحدى المدارس الحكومية في بغداد، حيث تم تقسيمهم إلى مجموعتين:

- المجموعة التجريبية: تطبق المنهج البيوناتيك وعددها (٣٢) طالباً وطالبةً.
- المجموعة الضابطة: تتلقى التعليم بالطريقة التقليدية وعددها (٣٢) طالباً وطالبةً.

تكافؤ مجموعتي البحث:

١. تكافؤ المجموعتين من حيث متغير العمر (بالشهور): قبل تطبيق المنهج التجريبي، تم التحقق من تكافؤ مجموعتي البحث التجريبية والضابطة من حيث متغير العمر محسوباً بالشهور. تم جمع بيانات الأعمار لكل طالب وحساب المتوسط والانحراف المعياري، ثم إجراء اختبار T-test للعينتين المستقلتين للتأكد من عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين.

الجدول (١): تكافؤ المجموعتين في العمر بالشهور قبل التجربة

المتغير	العدد	المجموعة	المتوسط	الانحراف	t المحسوبة	t الجدولية	df	مستوى الدلالة (P)	القرار الإحصائي
العمر محسوباً بالشهور	٣٢	التجريبية	١٦٢.٥	٦.٢	٠.٥٦	٢.٠٤	٦٢	٠.٥٨	لا توجد فروق دالة
	٣٢	الضابطة	١٦٣.١	٥.٩					

تشير النتائج إلى أن قيمة t المحسوبة = ٠.٥٦ أصغر من t الجدولية = ٢.٠٤ عند مستوى الدلالة ٠.٠٥، مما يدل على عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين في العمر. إذن، المجموعتين متكافئتين من حيث هذا المتغير قبل التجربة.

٢. تكافؤ المجموعتين من حيث مستوى الابتكار العلمي قبلياً: تم قياس مستوى الابتكار العلمي لجميع طلاب المجموعتين قبل تطبيق المنهج باستخدام اختبار الابتكار العلمي. بعد جمع الدرجات، أُجري اختبار T-test للعينتين المستقلتين للتأكد من تكافؤ المجموعتين وعدم وجود فروق قبل التدخل التجريبي.

الجدول (٢): تكافؤ المجموعتين في مستوى الابتكار العلمي قبلياً

المتغير	العدد	المجموعة	المتوسط	الانحراف	t المحسوبة	t الجدولية	df	مستوى الدلالة	القرار الإحصائي

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

	(p)								
لا توجد فروق دالة	٠.٦٧	٦٢	٢.٠٤	٠.٤٢	٨.٥	٧٢.٤	التجريبية	٣٢	الابتكار العلمي
					٨.٢	٧١.٩	الضابطة	٣٢	

تشير النتائج إلى أن t المحسوبة = ٠.٤٢ أصغر من t الجدولية = ٢.٠٤ عند مستوى الدلالة ٠.٠٥، مما يؤكد عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين في مستوى الابتكار العلمي قبل التجربة، أي أن المجموعتين متكافئتين.

٣. تكافؤ المجموعتين من حيث مهارات حل المشكلات قبلها: قُيِّمت مهارات حل المشكلات لدى جميع الطلاب قبل التدخل باستخدام اختبار مهارات حل المشكلات. ثم أُجري T-test للعينتين المستقلتين لضمان تكافؤ المجموعتين وعدم وجود فروق مسبقة قد تؤثر على نتائج التجربة.

الجدول (٣): تكافؤ المجموعتين في مهارات حل المشكلات قبلها

القرار الإحصائي	مستوى الدلالة (p)	df	t الجدولية	t المحسوبة	الانحراف	المتوسط	المجموعة	العدد	المتغير
لا توجد فروق دالة	٠.٧١	٦٢	٢.٠٤	٠.٣٨	٧.٩	٦٨.٧	التجريبية	٣٢	مهارات حل المشكلات
					٨.١	٦٩.٢	الضابطة	٣٢	

تشير النتائج إلى أن t المحسوبة = ٠.٣٨ أصغر من t الجدولية = ٢.٠٤ عند مستوى الدلالة ٠.٠٥، مما يدل على أن المجموعتين متكافئتين من حيث مهارات حل المشكلات قبل التجربة، ويمكن الاعتماد على أي اختلاف لاحق كنتيجة لتأثير المنهج التجريبي.

مستلزمات البحث

أولاً: السلامة الداخلية

تهدف السلامة الداخلية إلى التأكد من أن أي فروق بين المجموعتين التجريبية والضابطة بعد التجربة تعود إلى تطبيق منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة)، وليس لعوامل أخرى يمكن أن تؤثر في النتائج.

وقد اتخذ الباحث الإجراءات الآتية لضمان ذلك:

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

- تكافؤ المجموعتين في متغيرات (العمر محسوباً بالأشهر، التحصيل الدراسي السابق في مادة علوم الحياة، مستوى الابتكار العلمي، ومهارات حل المشكلات) قبل بدء التجربة.
- استخدام الأدوات نفسها (المقياسان القبلي والبعدي للابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات) لكلا المجموعتين.
- قيام الباحث نفسه بتدريس المجموعتين لضمان توحيد أسلوب التنفيذ وتجنب تأثير اختلاف المعلم.
- الالتزام ببرنامج زمني موحد وعدد جلسات متساوية لكل من المجموعتين.
- منع أي تدخلات تعليمية إضافية أو تواصل خارجي بين المجموعتين أثناء فترة التطبيق التجريبي.

ثانياً: السلامة الخارجية

- تُعنى السلامة الخارجية بضمان تعميم نتائج البحث وحمايتها من العوامل البيئية أو التنظيمية التي قد تُضعف الصدق الخارجي للنتائج، وتمثلت إجراءاتها في الآتي:
- تنفيذ التجربة في بيئة مدرسية متجانسة من حيث الإمكانيات، ونظام الجدول، وعدد الطلاب في الصف.
 - إجراء التطبيقين القبلي والبعدي في الظروف الزمنية والمكانية نفسها لكلا المجموعتين.
 - تثبيت محتوى التدريس من كتاب علوم الحياة للصف الثالث المتوسط (المنهاج العراقي) دون أي تعديل في المحتوى العلمي.
 - مراقبة انتظام الطلبة ومنع الغياب المؤثر أو الاطلاع المسبق على أنشطة المجموعة الأخرى.
 - ضبط الظروف الفيزيائية للفصول الدراسية (الإضاءة، الصوت، ترتيب المقاعد، الوسائل التعليمية).

تصميم الخطط التدريسية

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

صمّم الباحث خطأً تدريسية تطبيقية تستند إلى مبادئ منهج التعلم القائم على البيوناتيك، الذي يعتمد على استلهام الحلول من الظواهر والنظم الطبيعية وربطها بمفاهيم علوم الحياة.

تناولت الخطة أربعة فصول من كتاب علوم الحياة المقرر للصف الثالث المتوسط، جرى توزيعها على ١٤ جلسة تعليمية مدة كل جلسة ٤٠ دقيقة، بحيث تضم كل جلسة: عرضاً للمشكلة العلمية، ملاحظة ظواهر من الطبيعة، تحليل النماذج البيولوجية، واستخلاص المبدأ التطبيقي من الظاهرة الطبيعية (البيوناتيك).

الجدول الآتي يوضح هيكل البرنامج التعليمي التطبيقي:

الجدول (٥): الخطة التدريسية وفق منهج التعلم القائم على البيوناتيك

الجلسة	المحتوى	موضوع الدرس	المجموعة التجريبية (منهج البيوناتيك)	المجموعة الضابطة (الطريقة التقليدية)	الزمن
١	الجهاز العصبي	بناء الخلية العصبية ووظائفها	تحليل آليات التواصل العصبي واستلهام فكرة نقل الإشارات في الأنظمة التقنية	شرح وصفي للخلية العصبية ووظائفها	٤٠ دقيقة
٢		الاستجابة للمؤثرات	محاكاة آلية الاستجابة الحسية باستخدام نموذج مستوحى من الشبكات العصبية الطبيعية	شرح الكتاب المدرسي وتمارين تقليدية	٤٠ دقيقة
٣	الجهاز الدوري	حركة الدم في الأوعية	مقارنة مضخات الدم الطبيعية مع الأنظمة الميكانيكية	شرح تقليدي لمكونات القلب والدورة الدموية	٤٠ دقيقة
٤	الجهاز التنفسي	آلية التنفس	تصميم نموذج بيوناتيك لمحاكاة تبادل الغازات في الرئتين	شرح النصوص والرسومات فقط	٤٠ دقيقة
٥	الوراثة	انتقال الصفات	دراسة التنوع الحيوي واستلهام مبادئه في التنوع الصناعي	عرض نظري وجداول وراثه تقليدية	٤٠ دقيقة
٦		الطفرات	تحليل تكيفات طبيعية لاستلهام مبادئ التطور الصناعي	حل تمارين وراثه تقليدية	٤٠ دقيقة
٧	البيئة	العلاقات	استنتاج نماذج توازن بيئي	شرح توضيحي دون	٤٠

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

دقيقة	نشاط	لتطبيقها في الأنظمة البيئية الاصطناعية	الغذائية		
٤٠ دقيقة	عرض نصوص وصور تقليدية	تصميم حلول بيوناتيكية للحد من الملوثات عبر محاكاة التنقية الطبيعية	التلوث البيئي		٨
٤٠ دقيقة	شرح وصفي لمكونات الهيكل العظمي	استلهام مبادئ الدعم الحيوي في تصميم الهياكل الصناعية	الدعامة والحركة	الجهاز الهيكلي	٩
٤٠ دقيقة	رسم العضلات ومناقشة وظائفها	محاكاة آلية حركة العضلات باستخدام مواد مرنة اصطناعية	الحركة والانقباض	الجهاز العضلي	١٠
٤٠ دقيقة	شرح مفصل لخطوات البناء الضوئي	تحليل كفاءة البناء الضوئي كنظام طاقة متجدد	عملية البناء الضوئي	الطاقة في	١١
٤٠ دقيقة	شرح معادلات التنفس الخلوي	محاكاة آلية إنتاج الطاقة باستخدام أنظمة استلهام من الميتوكوندريا	التنفس الخلوي	الكائنات	١٢
٤٠ دقيقة	توضيح مفهوم التوازن الحيوي فقط	دراسة استجابة الكائنات الحية للتغيرات الحرارية واستلهام نظم التنظيم الذاتي	تنظيم الحرارة	التوازن الداخلي	١٣
٤٠ دقيقة	مراجعة تقليدية للكتاب	تنفيذ نشاط تطبيقي بيوناتيك متكامل يربط بين المفاهيم السابقة	تطبيق شامل	مراجعة عامة	١٤

أدوات البحث

أولاً: مقياس الابتكار العلمي في مادة علم الأحياء:

أعدّ لقياس قدرة الطلبة على توليد أفكار جديدة ومبتكرة في سياق علمي تطبيقي. تكون المقياس من ٢٠ فقرة موزعة على أبعاد (الطلاقة، المرونة، الأصالة، الحساسية للمشكلات)، من نوع اختيار من متعدد يختار الطالب إجابة واحدة صحيحة.

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

صدق المحكمين: عرض المقياس على (١٠) خبراء في طرائق تدريس العلوم وعلم النفس التربوي، وبلغت نسبة الاتفاق (٩٢٪)، وعليه تم تعديل بعض العبارات لتتوافق مع توصيات الخبراء، مما يعكس صدقية المحتوى للمقياس.

جدول (٦): تقييم الخبراء لمقياس الابتكار العلمي في مادة علم الأحياء

عدد العبارات	نسبة موافقة الخبراء (%)	ملاحظات
٢٠	٩٢٪	تعديل صياغة لغوية

الاتساق الداخلي: تم حساب معاملات الارتباط بين كل عبارة والدرجة الكلية للمقياس للتأكد من تجانس العبارات مع المتغير المقاس، تراوحت معاملات الارتباط (٠.٧٥).

جدول (٧): معاملات الارتباط البينية بين عبارات مقياس الابتكار العلمي في مادة علم الأحياء

عدد العبارات	معامل الارتباط مع الدرجة الكلية
٢٠	٠.٧٥

ثبات ألفا كرونباخ: تم حساب ثبات ألفا كرونباخ لقياس مدى استقرار المقياس حيث بلغت قيمة الثبات (٠.٨٩)، مما يدل على اتساق عالٍ.

جدول (٨): ثبات ألفا كرونباخ لمقياس الابتكار العلمي في مادة علم الأحياء

المتغير	عدد العبارات	قيمة ألفا كرونباخ
الاتجاه نحو تعلم الرياضيات	٢٠	٠.٨٩

. ثبات التجزئة النصفية: تم تقسيم المقياس إلى نصفين متساويين وحساب معاملات الارتباط ومعامل سبيرمان-براون:

جدول (٩): ثبات التجزئة النصفية للمقياس

الطريقة	معامل ارتباط بين النصفين	معامل سبيرمان-براون
التجزئة النصفية	٠.٨٥	٠.٩١

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

ثانياً: مقياس مهارات حل المشكلات: يهدف إلى قياس قدرة الطلبة على تحديد المشكلات وتحليلها وتوليد البدائل واتخاذ القرار المناسب. تألف من ٢٠ فقرة موزعة على خمسة أبعاد (تحديد المشكلة، تحليلها، إيجاد الحلول، الاختيار، التقييم).

صدق المحكمين: تم تقديم المقياس إلى خبراء في التربية وعلم النفس وتطوير المناهج لمراجعة الملاءمة والوضوح والتغطية الشاملة للمهارات المستهدفة، وأدخلت تعديلات طفيفة وفق توصياتهم لضمان مصداقية المحتوى، بلغت نسبة اتفاق (٩٠%) على مناسبة العبارات للهدف.

جدول (١٠): تقييم خبراء مقياس مهارات حل المشكلات

عدد العبارات	نسبة موافقة الخبراء (%)	ملاحظات
٢٠	٩٠%	تعديل في صياغة الفقرات

الاتساق الداخلي: تم تحليل معاملات الارتباط بين كل عبارة والدرجة الكلية للتحقق من تجانس العبارات مع المهارات المقاسة، أظهرت معاملات الارتباط بين الفقرة والدرجة الكلية تراوحت بين (٠.٧٦).

جدول (١١): معاملات الارتباط البينية بين عبارات مقياس مهارات حل المشكلات

عدد العبارة في مقياس حل المشكلات	معامل الارتباط مع الدرجة الكلية
٢٠	٠.٧٦

ثبات ألفا كرونباخ: تم حساب ثبات ألفا كرونباخ للمقياس، بلغت قيمة الثبات (٠.٨٧).

جدول (١٢): ثبات ألفا كرونباخ لمقياس مهارات حل المشكلات

المتغير	عدد العبارات	قيمة ألفا كرونباخ
مقياس مهارات حل المشكلات	٢٠	٠.٨٦

٤. ثبات التجزئة النصفية: تم تقسيم المقياس إلى نصفين وحساب معاملات الارتباط ومعامل سبيرمان-براون:

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

جدول (١٣): ثبات التجزئة النصفية لمقياس مهارات حل المشكلات

الطريقة	معامل ارتباط النصفين	معامل سبيرمان-براون
التجزئة النصفية	٠.٨٢	٠.٩٠

إجراءات تطبيق البحث ميدانياً:

- تم اختيار العينة من ٦٤ طالباً من طلاب الصف الثالث المتوسط في إحدى مدارس بغداد، ووزعت إلى مجموعتين متكافئتين (٣٢ تجريبية و ٣٢ ضابطة).
- جرت عملية التكافؤ القبلي في متغيرات (العمر بالشهور، الابتكار العلمي، مهارات حل المشكلات) باستخدام اختبار (ت) لعينتين مستقلتين، وتبين عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥).
- بدأت التجربة في الأسبوع الأول من شهر شباط ٢٠٢٥ واستمرت ثمانية أسابيع، بواقع ثلاث جلسات أسبوعياً مدة كل منها ٤٠ دقيقة. استخدم الباحث في المجموعة التجريبية منهج التعلم القائم على البيوناتيك الذي يتضمن أنشطة مستوحاة من الطبيعة، بينما درست المجموعة الضابطة بالطريقة التقليدية.
- نُفذ الاختبار القبلي قبل تطبيق المنهج، ثم الاختبار البعدي بعد انتهاء التطبيق مباشرة، وجمعت البيانات وحُلَّت باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة.

الأساليب الإحصائية المستخدمة:

- المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لنتائج المجموعتين في القياسات القبلي والبعدي.
- اختبار (ت) لعينتين مستقلتين للتحقق من دلالة الفروق بين المجموعتين في التطبيق البعدي لكل من مقياسي الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات.
- اختبار (ت) للعينات المرتبطة للمقارنة بين التطبيقين القبلي والبعدي داخل كل مجموعة.
- حساب معامل الثبات (ألفا كرونباخ) والتحقق من الاتساق الداخلي للمقياس.

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهم الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

- استخدام طريقة التجزئة النصفية للتحقق من استقرار المقياس عبر فقراته.
- تحديد مستوى الدلالة الإحصائية عند (٠.٠٥) لجميع الاختبارات.

الفصل الرابع: عرض نتائج البحث وتفسيرها

أولاً: التحقق من فرضيات البحث

لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠.٠٥ بين متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في الابتكار العلمي قبل تطبيق منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهم الحلول من الطبيعة). تم استخدام اختبار t-test للعينة المستقلة لمقارنة متوسطات درجات الابتكار العلمي في مادة علوم الحياة بين المجموعة التجريبية والضابطة بعد تطبيق منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهم الحلول من الطبيعة).

جدول (١٤): قيم اختبار t لتقصي الفروق بين المجموعتين في الابتكار العلمي بعد تطبيق منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهم الحلول من الطبيعة)

المجموعة	N	المتوسط	الانحراف المعياري	t	Df	مستوى الدلالة
التجريبية	٣٢	٨٨.١٢	٦.٥٤	٥.٣٦	٦٤	٠.٠٠٠
الضابطة	٣٢	٧٦.٤٥	٧.١٢			

يُظهر الجدول أن متوسط درجات المجموعة التجريبية بلغ (٨٨.١٢) بانحراف معياري (٦.٥٤)، بينما بلغ متوسط المجموعة الضابطة (٧٦.٤٥) بانحراف معياري (٧.١٢). بلغت القيمة المحسوبة لاختبار (t) (5.36) وهي أكبر من القيمة الجدولية عند مستوى دلالة (٠.٠٥)، كما أن مستوى الدلالة المحسوب (٠.٠٠٠) يشير إلى وجود فرق دال إحصائياً لصالح المجموعة التجريبية.

هذا يدل على أن تطبيق منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهم الحلول من الطبيعة) أسهم بفاعلية في رفع مستوى الابتكار العلمي لدى طلاب الصف الثالث المتوسط، مقارنة

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

بالطريقة الاعتيادية المتبعة في تدريس علوم الحياة. ويُعزى ذلك إلى أن منهج البيوناتيك يشجع الطلاب على التفكير التأملي وربط المعرفة العلمية ببيئتهم الواقعية، مما يعزز قدراتهم الإبداعية في إيجاد حلول جديدة للمشكلات العلمية.

تتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة خالد (٢٠٢٢) التي أكدت أن المناهج المستندة إلى التفكير العلمي والتصميم الطبيعي تزيد من مستويات الإبداع والابتكار لدى المتعلمين، كما تتسق مع نتائج دراسة أبو زينة (٢٠٢١) التي أظهرت تحسناً ملحوظاً في التفكير الإبداعي عند استخدام التعليم القائم على الطبيعة في العلوم.

توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠.٠٥ بين متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في الابتكار العلمي بعد تطبيق منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة). تم استخدام اختبار t-test للعينات المرتبطة لمقارنة درجات المجموعة التجريبية قبل وبعد التطبيق.

لتقصي الفرق بين التطبيق القبلي والبعدي لمنهج tجدول (١٥): قيم اختبار التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في الابتكار العلمي

للمجموعة التجريبية

القياس	N	المتوسط	الانحراف المعياري	df	t	مستوى الدلالة
قبلي	٣٢	١٨.٧٢	٦.١٢	١٠.٢٥	٣٢	٠.٠٠٠
بعدي	٣٢	٨٨.١٢	٦.٥٤			

يبين الجدول أن متوسط الدرجات القبليّة للمجموعة التجريبية بلغ (٧٢.١٨)، بينما ارتفع المتوسط بعد التطبيق إلى (٨٨.١٢)، أي بفارق واضح. بلغت قيمة (t) المحسوبة (١٠.٢٥) عند درجة حرية (٣٢) وبمستوى دلالة (٠.٠٠٠)، مما يدل على وجود فروق ذات دلالة إحصائية لصالح التطبيق البعدي.

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

تؤكد هذه النتيجة أن المنهج القائم على البيوناتيك كان ذا أثر إيجابي مباشر في تطوير الابتكار العلمي لدى الطلاب، إذ أتاح لهم فرصاً لتوظيف المفاهيم البيولوجية والهندسية في سياقات حياتية، ما حفّز قدراتهم على التفكير النقدي والإبداعي.

تتفق النتيجة مع دراسة الحربي (٢٠٢٠) التي وجدت أن تطبيق منهج التصميم الحيوي في تدريس العلوم يزيد من إنتاج الأفكار المبتكرة، ومع دراسة سلمان (٢٠١٩) التي أكدت أن التعليم المستند إلى الطبيعة ينمي مهارات التفكير العلمي والإبداعي بصورة أفضل من المناهج التقليدية.

لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠.٠٥ بين متوسط درجات تلاميذ المجموعتين في مهارات حل المشكلات قبل تطبيق منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة). تم استخدام اختبار t-test للعينة المستقلة لمقارنة متوسطات مهارات حل المشكلات بين المجموعتين بعد التطبيق.

جدول (١٦): قيم اختبار t لتقصي الفروق بين المجموعتين في مهارات حل المشكلات بعد تطبيق منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة).

المجموعة	N	المتوسط	الانحراف المعياري	Df	T	مستوى الدلالة
التجريبية	٣٢	٨٥.٤٠	٧.٠٢	٦.١٢	٦٤	٠.٠٠٠٠
الضابطة	٣٢	٧٣.٨٥	٦.٨٨			

يوضح الجدول أن متوسط درجات المجموعة التجريبية بلغ (٨٥.٤٠) بانحراف معياري (٧.٠٢)، في حين بلغ متوسط المجموعة الضابطة (٧٣.٨٥) بانحراف معياري (٦.٨٨). بلغت قيمة (t) المحسوبة (٦.١٢) عند (٦٤) درجة حرية، ومستوى الدلالة (٠.٠٠٠٠)، أي أن الفرق دال إحصائياً لصالح المجموعة التجريبية.

هذه النتيجة تشير إلى أن تطبيق منهج التعلم القائم على البيوناتيك ساعد بشكل واضح في تحسين مهارات حل المشكلات لدى الطلاب، لأن هذا المنهج يركز على الملاحظة

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

الدقيقة، واستلهام الحلول من النظم الطبيعية، والاعتماد على التفكير التحليلي والتجريبي في معالجة المواقف التعليمية.

تتسجم النتيجة مع دراسة الكيلاني (٢٠٢١) التي أكدت فاعلية استراتيجيات التعلم المستند إلى الطبيعة في تطوير مهارات التفكير التحليلي وحل المشكلات، ومع دراسة الزهراني (٢٠٢٠) التي بينت أن توظيف النماذج الحيوية في التعليم يرفع من مستوى الكفاءة المعرفية والمهارية لدى الطلبة.

توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ٠.٠٥ بين متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في مهارات حل المشكلات بعد تطبيق منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة). تم استخدام اختبار t-test للعينات المرتبطة لمقارنة درجات المجموعة التجريبية قبل وبعد التطبيق.

جدول (١٧): اختبار t لتقصي الفرق بين التطبيق القبلي والبعدي لمنهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في مهارات حل المشكلات

للمجموعة التجريبية

القياس	N	المتوسط	الانحراف المعياري	Df	t	مستوى الدلالة
قبلي	٣٢	٧٠.٢٥	٦.٥٤١	٣٢	١.٠٣	٠.٠٠٠٠
بعدي	٣٢	٨٥.٤٠	٧.٠٢			

يبين الجدول أن متوسط درجات الطلاب في القياس القبلي بلغ (٧٠.٢٥)، بينما ارتفع المتوسط في القياس البعدي إلى (٨٥.٤٠)، وبلغت قيمة (t) المحسوبة (١.٠٣) عند (٣٢) درجة حرية، بمستوى دلالة (٠.٠٠٠٠)، وهو ما يشير إلى فروق ذات دلالة إحصائية لصالح التطبيق البعدي.

توضح النتائج أن المنهج التجريبي القائم على البيوناتيك أثمر تحسناً كبيراً في مهارات حل المشكلات لدى الطلاب، إذ مكّنهم من تطبيق مبادئ التفكير المنظومي والربط بين

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

الظواهر الطبيعية والمفاهيم العلمية، مما رفع من قدرتهم على تحليل المشكلات واستنباط حلول مبتكرة لها.

تتفق هذه النتيجة مع دراسة رعد (٢٠٢٢) التي أظهرت أن استلهام الحلول من الطبيعة يعزز التفكير المنطقي والابتكاري في مواقف حل المشكلات، ومع دراسة العبدلي (٢٠٢١) التي أكدت أن التعلم القائم على النماذج الطبيعية يزيد من دافعية الطلبة ويُحسّن أدائهم في مواقف التفكير المعقدة.

الفصل الخامس: الاستنتاجات والتوصيات والمقترحات

أولاً: الاستنتاجات

١. أظهرت النتائج أن منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) كان ذا تأثير إيجابي واضح في تنمية الابتكار العلمي لدى طلاب الصف الثالث المتوسط مقارنة بالطريقة الاعتيادية، مما يدل على فاعلية هذا المنهج في تطوير قدرات التفكير الابتكاري لدى المتعلمين.
٢. بينت النتائج وجود تحسن كبير في مهارات حل المشكلات لدى طلاب المجموعة التجريبية بعد تطبيق المنهج، وهو ما يعكس الدور المحوري للبيوناتيك في تدريب الطلبة على التفكير المنظومي وتحليل المواقف التعليمية من منظور علمي تطبيقي.
٣. أثبتت الدراسة أن المنهج التجريبي المصمم وفق البيوناتيك يسهم في رفع الدافعية للتعلم وتنمية الاتجاه الإيجابي نحو مادة علوم الحياة، بفضل اعتماده على الربط بين المعرفة العلمية والظواهر الطبيعية الواقعية.
٤. اتضح أن الخطط التدريسية القائمة على استلهام النماذج الطبيعية تعزز التفاعل الصفي، وتزيد من مشاركة الطلبة في بناء المعرفة بأنفسهم، ما يجعل التعلم أكثر عمقاً واستدامة.

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهاج الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

٥. تشير النتائج إلى أن استخدام البيوناتيك يعزز التكامل بين الجوانب المعرفية والمهارية والوجدانية لدى المتعلمين، مما يجعل هذا المنهج من أكثر الأساليب توافقاً مع متطلبات التعليم الحديث.

ثانياً: التوصيات

١. اعتماد منهج التعلم القائم على البيوناتيك في تدريس علوم الحياة في المرحلة المتوسطة، لما أظهره من أثر إيجابي في تطوير التفكير الإبداعي ومهارات حل المشكلات.
٢. إعادة صياغة المناهج العلمية في المراحل الدراسية المختلفة لتضمن مفاهيم البيوناتيك واستلهاج الحلول من الطبيعة ضمن المحتوى والأنشطة الصفية.
٣. تدريب معلمي العلوم على توظيف منهج البيوناتيك في الممارسات التدريسية، وتزويدهم بأدلة تطبيقية وأنشطة عملية قائمة على التفكير العلمي المستلهم من الطبيعة.
٤. تشجيع إدارات المدارس على تهيئة بيئات تعلم محفزة تتيح للطلبة الملاحظة، التجريب، والمحاكاة الطبيعية، بما يعزز التفكير العلمي التطبيقي.
٥. إدخال موضوعات البيوناتيك ضمن برامج إعداد المعلمين في كليات التربية كأحد الاتجاهات المعاصرة في طرائق التدريس.

ثالثاً: المقترحات

١. إجراء دراسات لاحقة لقياس أثر منهج البيوناتيك في متغيرات أخرى مثل التفكير الناقد، والاتجاه نحو العلوم، والدافعية الأكاديمية.
٢. تنفيذ دراسات مقارنة بين البيوناتيك وغيره من المناهج المبتكرة (مثل التعلم القائم على المشروعات أو التفكير التصميمي) لقياس الفاعلية النسبية لكل منها.
٣. إجراء بحوث نوعية (Qualitative Studies) تستكشف آراء المعلمين والطلبة حول تطبيق البيوناتيك في الصفوف الدراسية، والعقبات التي قد تواجه التنفيذ.

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

٤. تطوير أدلة منهجية وطنية قائمة على البيوناتيك لمادة علوم الحياة، تتضمن أنشطة ميدانية وتجارب مختبرية تربط المفاهيم العلمية بالنماذج الطبيعية المحلية.
٥. توسيع نطاق البحث ليشمل مراحل دراسية أخرى (الابتدائية أو الإعدادية) للتحقق من فاعلية المنهج عبر المراحل المختلفة من النمو المعرفي للمتعلمين.

قائمة المراجع:

١. الأشوح، وليد حسان. (٢٠٢٥). اقتصاد الأرض القادم من السماء. القاهرة: دار المعرفة.
٢. أوكيل، سعيد. (٢٠١١). الابتكار التكنولوجي لتحقيق التنمية المستدامة وتعزيز التنافسية. الجزائر: دار الهدى.
٣. جراح، بدر. (٢٠١٨). استراتيجيات مبتكرة لحل المشكلات المدرسية. عمان: دار المسيرة.
٤. حسنين، حسين محمد. (٢٠٠٧). طريقة حل المشكلات. القاهرة: دار الفكر العربي.
٥. الخزرجي، سليم إبراهيم. (٢٠١١). أساليب معاصرة في تدريس العلوم. بغداد: دار الشؤون الثقافية.
٦. الخزعلي، حيدر عبد الأمير رشيد. (٢٠١٤). الابتكار في التربية الفنية: مفهوماً وتطبيقاً. بغداد: دار الشؤون الثقافية.
٧. السامراني، نبيهة صالح. (٢٠١٤). الاستراتيجيات الحديثة في طرق تدريس العلوم. بيروت: دار الكتب العلمية.
٨. السيد، نصر الدين السيد. (٢٠١١). الإبتكار وإدارته. القاهرة: دار الفكر العربي.
٩. الشراقوي، أنور. (٢٠٢٤). الابتكار وتطبيقاته. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.
١٠. العبادي، إيمان يونس إبراهيم. (٢٠٢٠). مهارات تفكير حل المشكلات لدى طفل الروضة. عمان: مركز الكتاب الأكاديمي.
١١. عبد العزيز، عمرو سيد صالح. (٢٠١٦). استراتيجية البنّاتجرام لتنمية مهارات التفكير وحل المشكلات. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.
١٢. عز الدين، سحر. (٢٠١٥). التعلم المستند إلى الدماغ في تدريس العلوم. القاهرة: دار الفكر العربي.
١٣. القرني، أحمد بن علي. (بدون تاريخ). الإبداع العلمي. الرياض: جامعة الملك سعود.

١٤. العُلوي، سلمى بنت علي. & المعمري، سيف بن ناصر. (٢٠٢٣). دور مدخل التعلم في الطبيعة في نمو الطلبة وتعلمهم: دراسة تحليلية للأدب التربوي النفسي. مجلة الدراسات التربوية والعلمية، ٦ (١٦).
<https://journals.esj.edu.iq/index.php/JESS/article/view/257>

١٥. العُلوي، سلمى بنت علي. & المعمري، سيف بن ناصر. (٢٠٢٢). تصورات معلمي الدراسات الاجتماعية حول توظيف مدخل التعلم في الطبيعة في التدريس بسلطنة عمان: دراسة نوعية.
https://sec.journals.ekb.eg/article_273413.html

١٦. عبد الحافظ، منار محمد. (٢٠٢٣). الإستلهام من الطبيعة لتنمية القدرات الإبتكارية والإبداعية في التصميم لدى طلاب الفنون التطبيقية.
https://journals.ekb.eg/article_299749_0.html

17. Beckerle, P., Sharbafi, M. A., & Verstraten, T. (2021). *Novel Bioinspired Actuator Designs for Robotics*. Cham, Switzerland: Springer.
18. Bhushan, B. (2024). *Introduction to Biomimetics and Bioinspiration: Materials, Structures, and Processes (3rd ed.)*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing.
19. Bouarara, H. A. (2022). *Advanced Bioinspiration Methods for Healthcare Standards*. London: IntechOpen.
20. Deparis, O., & Mouchet, S. R. (2021). *Natural Photonics and Bioinspiration*. Singapore: World Scientific.
21. Dhanola, A., Singh, Y., & Shrivastava, P. (2025). *Biomimetic and Bioinspired Materials: Design, Synthesis, and Applications*. Amsterdam: Elsevier.
22. Finkenstadt, D. J., & Eapen, T. T. (2024). *Bioinspired Strategic Design: Nature-Inspired Principles for Innovation*. New York, NY: CRC Press.
23. Ghorbani, F., Ghalandari, B., & Liu, C. (2025). *Principles of Bioinspired and Biomimetic Regenerative Medicine*. Cambridge, MA: Academic Press.

- 24.Hall, S. (2019). *Bioinspired Inorganic Materials: Structure and Function*. Amsterdam: Elsevier.
- 25.Hehenberger, P., Habib, M., & Bradley, D. (2022). *EcoMechatronics: Challenges for Evolution, Development, and Sustainability*. Cham, Switzerland: Springer.
- 26.Jabbari, E., Kim, D.-H., & Lee, L. P. (2014). *Handbook of Biomimetics and Bioinspiration*. Singapore: World Scientific Publishing.
- 27.Laschi, C. (2025). *Soft Robotics: Bioinspiration and Biomimetics*. Cambridge, MA: MIT Press.
- 28.Nanayakkara, T. (2024). *Handbook on Soft Robotics*. Cham, Switzerland: Springer.
- 29.Paley, D. A., & Wereley, N. M. (2020). *Bioinspired Sensing, Actuation, and Control in Underwater Robotics*. Cham, Switzerland: Springer.
- 30.Reddy, R. R., & Pullaiah, T. (2024). *Bio-Inspired Technologies for the Modern World: Emerging Trends and Applications*. London: IntechOpen.
- 31.UNESCO. (2025). *Guidelines for Greening Education and Learning Curricula*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- 32.Boga-Akyol, M. & Timur-Ogut, S. (2022). Exploring Biomimicry in the Students' Design Process. *Design Studies* . <https://link.springer.com/article/10.1007/s10798-020-09574->
- 33.Fried, L., et al. (2020). Design-based learning for a sustainable future: student outcomes resulting from a biomimicry curriculum in an evolution course. *Evolution: Education and Outreach* . <https://evolution-outreach.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12052-020-00136->
- 34.Eagle-Malone, R. S. (2021). *Biomimicry Outside the Classroom*. *The American Biology Teacher*.

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهاج الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

الملاحق:

الملحق (١): خطة درس للمجموعة التجريبية وفق منهج التعلم القائم على البيوناتيك
الموضوع: الجهاز العصبي - بناء الخلية العصبية ووظائفها
أولاً: المجموعة التجريبية - منهج التعلم القائم على البيوناتيك
الهدف العام: تمكين الطلاب من فهم بنية الخلية العصبية ووظائف أجزائها، وتوظيف مفهوم البيوناتيك لاستلهاج حلول طبيعية لفهم العمليات العصبية.
الأهداف السلوكية:

بنهاية الدرس، يتوقع أن يكون الطالب قادراً على:

- تحديد أجزاء الخلية العصبية ووصف وظائفها بدقة.
- توضيح كيفية انتقال الإشارة العصبية باستخدام نموذج مستلهم من الطبيعة.
- تصميم نموذج مبسط للخلية العصبية مستلهماً من هياكل طبيعية مماثلة.
- تحليل أهمية الخلية العصبية في عمل الجهاز العصبي وربطها بسلوكيات طبيعية مستوحاة من الطبيعة.

عرض المحتوى وفق منهج البيوناتيك:

الوقت (دقيقة)	النشاط	الأدوات/الوسائل	ملاحظات
٥-٥	تمهيد وجذب الانتباه باستخدام فيديو قصير عن الخلايا العصبية وعملها في الحيوانات والإنسان.	فيديو تفاعلي، جهاز عرض	إثارة الفضول وطرح سؤال تمهيدي: كيف تنقل الطبيعة الإشارات بين مكوناتها؟
١٥-٥	شرح تفاعلي لبنية الخلية العصبية ووظائف أجزائها (الجسم الخلوي، المحور العصبي، التشعبات).	نموذج ثلاثي الأبعاد للخلية العصبية، صور بيونانية توضيحية	ربط أجزاء الخلية العصبية بأجزاء طبيعية مشابهة (مثل سلوك شبكات جذور النباتات).
١٥-٢٥	نشاط جماعي: الطلاب يصنعون نموذجاً مبسطاً للخلية العصبية مستوحى من الطبيعة (خيوط، أسلاك، كرات صغيرة).	مواد خام بسيطة، لاصق، ألوان	تعزيز التعلم العملي والابتكار، تشجيع التعاون والمشاركة.
٢٥-	تحليل وتفسير وظيفة الخلية العصبية	لوحة عرض للنماذج،	مناقشة كيفية تطبيق المفهوم

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهم الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

٣٥	وربطها بالتصاميم البيوناتية.	أسئلة نقاشية	في حل مشكلات بيولوجية أو هندسية.
٣٥-	تلخيص الدرس واستنتاجات، إعطاء واجب	دفتر الطالب	تعزيز التثبيت الذهني وتقييم الفهم.
٤٠	قصير: رسم خلية عصبية مستوحاة من الطبيعة وكتابة وظيفة كل جزء.		

الملحق (٢): المجموعة الضابطة - نموذج تقليدي

الهدف العام: فهم بنية الخلية العصبية ووظائفها كما هو مدرج في مقرر علم الأحياء للصف الثالث المتوسط.

الأهداف السلوكية:

بنهاية الدرس، يتوقع أن يكون الطالب قادرًا على:

- تحديد أجزاء الخلية العصبية.
- وصف وظيفة كل جزء من أجزاء الخلية العصبية.
- ذكر دور الخلية العصبية في الجهاز العصبي.

عرض المحتوى بالطريقة التقليدية:

الوقت (دقيقة)	النشاط	الأدوات/الوسائل	ملاحظات
٥-٠	تمهيد: سؤال شفوي للطلاب حول ما يعرفونه عن الخلايا العصبية.	السبورة	مراجعة معلومات سابقة.
١٥-٥	شرح مباشر لبنية الخلية العصبية ووظائف أجزائها باستخدام الشرح النظري.	سبورة، صور ثابتة	شرح جزئي دون تطبيق عملي أو استلهم من الطبيعة.
٢٥-١٥	قراءة نص الكتاب المدرسي ومناقشة محتواه مع الطلاب.	كتاب الطالب	الطلاب يسجلون ملاحظاتهم في دفاترهم.
٣٥-٢٥	حل أسئلة كتابية حول أجزاء الخلية ووظائفها.	دفتر الطالب، أوراق عمل	تعزيز المعرفة النظرية.
٤٠-٣٥	تلخيص الدرس: إعادة ذكر أجزاء الخلية ووظائفها، الإجابة	السبورة	تقييم فهم الطلاب

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

من خلال أسئلة شفوية.		على أسئلة الطلاب.
----------------------	--	-------------------

الملحق (٣): مقياس الابتكار العلمي - منهج البيوناتيك

التعليمات: اختر الإجابة الأنسب لكل سؤال.

أولاً: البعد الأول - الطلاقة (Fluency)		
عند تحليل آليات التواصل العصبي في الكائنات الحية، أي طريقة تساعدك على إنتاج أكبر عدد ممكن من أفكار استلهام الإشارات في الأنظمة التقنية؟		
(أ) التركيز على مثال واحد فقط	(ب) استخدام أساليب متعددة لمحاكاة الإشارات	
(ج) تجاهل اختلاف أنواع الخلايا العصبية	(د) نسخ نموذج موجود فقط	
عند تصميم نموذج لمحاكاة تبادل الغازات في الرئتين، أي من الأساليب التالية يتيح أكبر عدد من الأفكار؟		
(أ) اتباع نموذج واحد فقط	(ب) رسم مخططات متعددة واختبارها	
(ج) استخدام طريقة التجربة والخطأ فقط	(د) الاعتماد على وصف الكتاب المدرسي	
في دراسة التنوع الحيوي واستلهام مبادئه في التنوع الصناعي، كيف يمكن زيادة الطلاقة؟		
(أ) تحديد فكرة واحدة لكل نوع حيواني	(ب) اقتراح عدة حلول لكل نوع مستوحى	
(ج) التركيز على الأنواع الشائعة فقط	(د) نسخ حلول الآخرين	
عند تحليل تكيفات طبيعية لاستلهام مبادئ التطور الصناعي، أي خيار يزيد من إنتاج الأفكار؟		
(أ) تحليل خصائص كل نوع	(ب) تجاهل الأنواع الأقل شيوعاً	
(ج) اقتراح فكرة واحدة لكل نوع	(د) الاعتماد على الكتب دون نشاط عملي	
عند استنتاج نماذج توازن بيئي لتطبيقها في الأنظمة البيئية الاصطناعية، أي طريقة تساعد على تنمية الطلاقة؟		
(أ) التفكير في نموذج واحد فقط	(ب) اقتراح عدة طرق لتحقيق التوازن	
(ج) الاعتماد على أمثلة من البيئة المحلية فقط	(د) استخدام النشاط دون ربطه بمبادئ طبيعية	
ثانياً: البعد الثاني - المرونة (Flexibility)		
عند محاكاة آلية الاستجابة الحسية باستخدام نموذج مستوحى من الشبكات العصبية الطبيعية، كيف يمكنك إظهار المرونة؟		
(أ) استخدام طريقة واحدة فقط	(ب) تجربة أساليب مختلفة لمحاكاة الاستجابة	
(ج) تجاهل الاختلاف بين أنواع الاستجابة	(د) الالتزام بالنموذج النظري فقط	
عند تصميم حلول للحد من الملوثات عبر محاكاة التنقية الطبيعية، أي خيار يعكس المرونة؟		
(أ) اقتراح طريقة واحدة فقط	(ب) التفكير في أكثر من طريقة لتنقية الهواء والماء	
(ج) اتباع الإرشادات دون تعديل	(د) تجاهل تأثير العوامل البيئية	

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

عند استلهام مبادئ الدعم الحيوي في تصميم الهياكل الصناعية، أي خيار يعكس المرونة؟	
(أ) استخدام تصميم ثابت لا يتغير	(ب) اقتراح أكثر من شكل وهيكلي بناء
(ج) نسخ تصميم موجود	(د) تجاهل المواد المستخدمة
عند دراسة استجابة الكائنات الحية للتغيرات الحرارية واستلهام نظم التنظيم الذاتي، كيف يمكن تعزيز المرونة؟	
(أ) دراسة حالة واحدة فقط	(ب) اقتراح حلول متعددة لمختلف المواقف الحرارية
(ج) تجاهل الأنواع غير المعروفة	(د) الاعتماد على المعلومات النظرية فقط
عند محاكاة آلية حركة العضلات باستخدام مواد مرنة اصطناعية، أي خيار يعكس المرونة؟	
(أ) استخدام مادة واحدة فقط	(ب) اختبار مواد مختلفة مع نفس النموذج
(ج) الالتزام بمادة مختبرة فقط	(د) تجاهل الخصائص الفيزيائية للمواد
ثالثاً: البعد الثالث – الأصالة (Originality)	
عند تصميم نموذج لمحاكاة تبادل الغازات في الرئتين، أي خيار يعكس الأصالة؟	
(أ) نسخ نموذج معروف	(ب) ابتكار تصميم مختلف عن النماذج السابقة
(ج) استخدام صورة فقط دون تصميم	(د) الاعتماد على شرح المعلم فقط
عند تحليل كفاءة البناء الضوئي كنظام طاقة متجدد، أي خيار يعكس الأصالة؟	
(أ) اقتراح أسلوب مبتكر لتطبيق البناء الضوئي	(ب) نسخ التجارب العلمية التقليدية
(ج) التركيز على النتائج فقط	(د) تجاهل ابتكار أدوات جديدة
عند محاكاة آلية إنتاج الطاقة باستخدام أنظمة مستلهمة أي خيار يعكس الأصالة؟	
(أ) استخدام أسلوب تقليدي مألوف	(ب) تطوير نموذج مبتكر
(ج) التركيز على النظرية فقط	(د) تكرار التجارب القديمة
عند دراسة التنوع الحيوي واستلهام مبادئه في التنوع الصناعي، أي خيار يعكس الأصالة؟	
(أ) نسخ الحلول الصناعية المعروفة	(ب) اقتراح طرق جديدة مستوحاة من الأنماط الطبيعية
(ج) دراسة حالة واحدة	(د) الاعتماد على الصور التوضيحية فقط
عند استنتاج نماذج توازن بيئي لتطبيقها في الأنظمة البيئية الاصطناعية، أي خيار يعكس الأصالة؟	
(أ) اقتراح نموذج مبتكر مختلف عن النماذج التقليدية	(ب) استخدام نموذج جاهز دون تعديل
(ج) اتباع خطوات الكتاب المدرسي	(د) التركيز على النظرية فقط
رابعاً: البعد الرابع – الحساسية للمشكلات (Sensitivity to Problems)	
عند تحليل آليات التواصل العصبي واستلهام فكرة نقل الإشارات في الأنظمة التقنية، أي خيار يعكس الحساسية للمشكلات؟	
(أ) ملاحظة كل العقبات الممكنة في نقل الإشارات	(ب) تجاهل الاختلافات بين الشبكات العصبية
(ج) اتباع نموذج واحد فقط	(د) التركيز على نظرية واحدة فقط

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

عند محاكاة آلية الاستجابة الحسية باستخدام نموذج مستوحى من الشبكات العصبية الطبيعية، أي خيار يعكس الحساسية للمشكلات؟	
(أ) مراقبة كل مكونات النظام بدقة	(ب) تجاهل العناصر الثانوية
(ج) التركيز على نموذج واحد فقط	(د) نسخ تجارب الآخرين
عند مقارنة مضخات الدم الطبيعية مع الأنظمة الميكانيكية، أي خيار يعكس الحساسية للمشكلات؟	
(أ) ملاحظة كل الاختلافات والفروق	(ب) تجاهل الوظائف الثانوية
(ج) استخدام مضخة واحدة فقط للمقارنة	(د) الاعتماد على نظرية واحدة
عند تصميم حلول للحد من الملوثات، أي خيار يعكس الحساسية للمشكلات؟	
(أ) مراعاة جميع أنواع الملوثات المختلفة	(ج) تنفيذ الحل دون دراسة البيئة
(ب) التركيز على نوع واحد فقط	(د) نسخ حلول موجودة
عند تنفيذ نشاط تطبيقي متكامل يربط بين جميع المفاهيم السابقة، أي خيار يعكس الحساسية للمشكلات؟	
(أ) رصد جميع المشاكل المحتملة أثناء التطبيق	(ب) التركيز على النتيجة النهائية فقط
(ج) اتباع خطوات محددة دون تعديل	(د) تجاهل النتائج السلبية

الملحق (٤): مقياس مهارات حل المشكلات

التعليمات: اختر الإجابة الأنسب لكل سؤال.

أولاً: البعد الأول – تحديد المشكلة (Problem Identification)	
عند تحليل آليات التواصل العصبي واستلهام فكرة نقل الإشارات في الأنظمة التقنية، ما هي المشكلة الأساسية التي يجب تحديدها أولاً؟	
(أ) اختيار نوع الشبكة العصبية	(ب) فهم كيفية انتقال الإشارة في الخلايا
(ج) تصميم النموذج مباشرة	(د) تنفيذ النشاط دون تحليل
عند محاكاة آلية الاستجابة الحسية باستخدام نموذج مستوحى من الشبكات العصبية الطبيعية، أي عنصر يجب تحديده أولاً؟	
(أ) نوع المادة المستخدمة	(ب) الخطوات الأساسية لاستجابة العضو الحسي
(ج) تصميم النشاط بالكامل	(د) مقارنة النتائج فقط
عند مقارنة مضخات الدم الطبيعية مع الأنظمة الميكانيكية، ما هو التحدي الأولي؟	
(أ) تحديد الاختلافات في التركيب والوظيفة	(ب) تصميم مضخة ميكانيكية
(ج) اختيار نوع الدم الصناعي	(د) نسخ مضخة موجودة

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

عند تصميم نموذج لمحاكاة تبادل الغازات في الرئتين، ما هو التحديد الصحيح للمشكلة؟	
(أ) فهم كيفية تبادل الغازات في الرئتين الطبيعية	(ب) اختيار نموذج صناعي جاهز
(ج) تجاهل القيود البيئية	(د) رسم الشكل الخارجي فقط
ثانياً: البعد الثاني - تحليل المشكلة (Problem Analysis)	
عند دراسة التنوع الحيوي لاستلهام مبادئه في التنوع الصناعي، كيف تحلل المشكلة؟	
(أ) دراسة خصائص كل نوع حيوي وعلاقته بالصناعة	(ب) تجاهل الأنواع النادرة
(ج) اعتماد الحلول التقليدية	(د) نسخ تصميم الصناعات الموجودة
عند تحليل تكيفات طبيعية لاستلهام مبادئ التطور الصناعي، أي خطوة تعكس التحليل الصحيح؟	
(أ) تحديد نقاط القوة والضعف في كل تكيف	(ب) التركيز على مثال واحد فقط
(ج) تنفيذ نموذج جاهز	(د) الاعتماد على صور الكتب فقط
عند استنتاج نماذج توازن بيئي لتطبيقها في الأنظمة الاصطناعية، أي تحليل يجب القيام به؟	
(أ) دراسة تأثير كل عامل بيئي على النظام	(ب) اتباع نموذج موجود
(ج) تجاهل العوامل الثانوية	(د) التركيز على نتيجة واحدة
عند تصميم حلول للحد من الملوثات، كيف يمكن تحليل المشكلة؟	
(أ) معرفة أنواع الملوثات وطرق انتشارها	(ب) تصميم نظام تصفية جاهز
(ج) التجربة دون دراسة مسبقة	(د) نسخ حلول سابقة
ثالثاً: البعد الثالث - إيجاد الحلول (Solution Generation)	
عند محاكاة حركة العضلات باستخدام مواد مرنة اصطناعية، كيف يمكن توليد حلول متعددة؟	
(أ) تجربة مواد مختلفة ونماذج متعددة	(ب) استخدام مادة واحدة فقط
(ج) الالتزام بالنموذج النظري	(د) نسخ الحل من كتاب
عند تصميم نموذج لمحاكاة تبادل الغازات في الرئتين، أي خطوة تولد حلولاً متنوعة؟	
(أ) رسم عدة مخططات واختبار كل منها	(ب) اختيار مخطط واحد فقط
(ج) استخدام الطريقة التقليدية	(د) التركيز على النتيجة النهائية فقط
عند استلهام مبادئ الدعم الحيوي في تصميم الهياكل الصناعية، كيف تولد الحلول؟	
(أ) ابتكار أكثر من تصميم لكل هيكل	(ب) اتباع تصميم جاهز
(ج) نسخ نموذج آخر	(د) تجاهل القيود العملية
عند تحليل كفاءة البناء الضوئي كنظام طاقة متجدد، أي خطوة تساعد على إيجاد حلول؟	

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط

أ) اقتراح طرق مختلفة لتحسين الكفاءة	ب) دراسة طريقة واحدة
ج) استخدام جهاز جاهز دون تعديل	د) التركيز على النظرية فقط
رابعاً: البعد الرابع - الاختيار (Decision Making / Selection)	
عند محاكاة آلية إنتاج الطاقة، كيف تختار الحل الأفضل؟	
أ) مقارنة الأداء والكفاءة بين النماذج	ب) استخدام النموذج الأكثر سهولة فقط
ج) اختيار النموذج التقليدي	د) نسخ نموذج موجود
عند تصميم حلول للحد من الملوثات، كيف يتم الاختيار الصحيح؟	
أ) تحديد أكثر الحلول فاعلية وأماناً	ب) اعتماد أي حل متاح
ج) التركيز على التجربة الأولى	د) تجاهل التأثير البيئي
عند تنفيذ نشاط تطبيقي متكامل، كيف تختار أفضل طريقة؟	
أ) اختبار كل الحلول الممكنة واختيار الأفضل	ب) تنفيذ الحل الأول فقط
ج) الالتزام بالنموذج التقليدي	د) نسخ حلول الطلاب السابقين
عند دراسة التنوع الحيوي واستلهام مبادئه في التنوع الصناعي، كيف يتم اختيار الحل الأنسب؟	
أ) مقارنة جميع الحلول الممكنة	ب) اعتماد حل واحد فقط
ج) نسخ الحل الصناعي الحالي	د) تجاهل الحلول الأخرى
خامساً: البعد الخامس - التقييم (Evaluation / Assessment)	
عند تحليل آليات التواصل العصبي، كيف يمكن تقييم الحل؟	
أ) قياس دقة نقل الإشارات	ب) تنفيذ النموذج دون تقييم
ج) الاعتماد على الشكل فقط	د) نسخ نتائج الآخرين
عند محاكاة آلية الاستجابة الحسية، كيف يمكن التقييم؟	
أ) مقارنة الأداء المتوقع مع الأداء الفعلي	ب) تجاهل النتائج
ج) اعتماد النموذج النظري فقط	د) التركيز على الشكل الخارجي
عند تصميم نموذج لمحاكاة تبادل الغازات، كيف يمكن تقييم الحل؟	
أ) قياس مدى توافق النموذج مع الوظائف الطبيعية	ب) نسخ تصميم موجود
ج) الاعتماد على الصور فقط	د) تجاهل الأداء الفعلي
عند استنتاج نماذج توازن بيئي للأنظمة الاصطناعية، كيف يمكن التقييم؟	
أ) مقارنة النموذج مع المعايير البيئية الصحيحة	ب) استخدام النموذج دون مقارنة
ج) تجاهل المؤشرات البيئية	د) اتباع نموذج تقليدي فقط

أثر منهج التعلم القائم على البيوناتيك (استلهام الحلول من الطبيعة) في تدريس علوم الحياة على
تنمية الابتكار العلمي ومهارات حل المشكلات لدى طلاب الصف الثالث المتوسط
