Dirasat: *Educational Sciences*, Volume **54**, No. 1, 2027, 14707

Deanship of Scientific Research

The Effectiveness of Biomimicry based Teaching in Seventh-Grade Students' Acquisition of Environmental Concepts and Problem-Solving Skills in Science Subject

Abdullah Khamis Ambusaidi [1]*, ***Abir Mohammed Al Hasani*** [2]

[1]Curriculum and Instruction, Sultan Qaboos University (Formely), Seeb, Sultanate of Oman.

[2] Science and Math Teacher, Ministry of Education, Boucher, Sultanate of Oman.

Received: 12/2/2026
Revised: 24/3/2026
Accepted: 4/6/2026
Publish on line: 13/8/2026

* *Corresponding author:*
ambusaidi40@hotmail.com

Citation: Ambusaidi, A. K., & Al Hasani, A. M. (2026). The Effectiveness of Biomimicry based Teaching in Seventh-Grade Students' Acquisition of Environmental Concepts and Problem-Solving Skills in Science Subject. *Dirasat: Educational Sciences*, 14707. https://doi.org/10.35516/Edu.2026.14707

© 2027 DSR Publishers/ The University of Jordan.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

Abstract

Objectives: This study investigates the effectiveness of teaching based on biomimicry in enhancing seventh-grade students' understanding of environmental concepts and their skills in solving environmental problems in science within the Sultanate of Oman.

Methods: A quasi-experimental design was utilized in this study, which included both experimental and control groups, along with pre-tests and post-tests. Two assessment tools were developed and administered: an environmental concepts test and an environmental problem-solving test. The sample consisted of 73 female seventh-grade students.

Results: The results revealed a statistically significant difference between the experimental and control groups on the environmental concepts test, with a significance level of ($\alpha \leq 0.05$), favoring the experimental group. The effect size (η^2) indicated a moderate impact of the teaching method using Biomimicry, explaining 12.3% of the variance. Additionally, a statistically significant difference was observed on the environmental problem-solving test, once again favoring the experimental group, and this time demonstrating a large effect size of 14.8%.

Conclusions: The study concluded that using Biomimicry Simulation is important in teaching environmental topics, and therefore recommends that students be trained in environmental problem-solving skills, with an emphasis on teachers using Biomimicry Simulation when teaching science topics of an environmental nature. Further studies are suggested to determine the effectiveness of teaching using biomimicry on other educational variables.

Keywords: Biomimicry-based teaching, environmental concepts, environmental problem-solving, science subject

أثر التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية في اكتساب طلبة الصف السابع للمفاهيم البيئية وحل المشكلات في مادة العلوم

عبدالله بن خميس أمبوسعيدي [1]*، ***عبيربنت محمد الحسنية*** [2]

[1]المناهج والتدريس، كلية التربية، جامعة السلطان قابوس (سابقا)، السيب، سلطنة عمان.

[2]وزارة التعليم، بوشر، سلطنة عمان.

ملخّص

الأهداف: هدفت الدراسة إلى تعرف أثر التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية في اكتساب طلبة الصف السابع للمفاهيم البيئية، وحل المشكلات البيئية في مادة العلوم في سلطنة عُمان.

المنهجية: اتبعت الدراسة المنهج التجريبي بتصميم شبه تجريبي بتطبيق قبلي -بعدي لمجموعتي الدراسة (ضابطة، وتجريبية). ولتحقيق أهداف هذه الدراسة؛ تم إعداد اختبار المفاهيم البيئية، واختبار حل المشكلات البيئية، وتطبيقهما على العينة البالغ عدد أفرادها 72 طالبة من طالبات الصف السابع الأساسي.

النتائج: أظهرت النتائج وجود أثر دال إحصائيًا بين مجموعتي هذه الدراسة في اختبار المفاهيم البيئية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لصالح المجموعة التجريبية، وأشار مربع حجم الأثر إلى أن أثر التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية في اكتساب المفاهيم البيئية بلغ 12.3%؛ وهو حجم أثر متوسط. كما أظهرت النتائج وجود أثر دال إحصائيًا بين مجموعتي هذه الدراسة في اختبار حل المشكلات البيئية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لصالح المجموعة التجريبية، وأشار مربع حجم الأثر إلى أن أثر التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية في حل المشكلات البيئية بلغ 14.8%؛ وهو حجم أثر كبير.

الخلاصة: خلصت الدراسة إلى أهمية استخدام المحاكاة الحيوية في تدريس الموضوعات البيئية، وبالتالي توصي بضرورة تدريب الطلبة على مهارات حل المشكلات البيئية مع التركيز على استخدام المعلمين للمحاكاة الحيوية عند تدريس موضوعات مادة العلوم ذات الطبيعة البيئية، كما تقترح إجراء دراسات أخرى؛ للتعرف إلى أثر التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية على متغيرات تعليمية أخرى.

الكلمات الدالة: التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية، المفاهيم البيئية، حل المشكلات البيئية، مادة العلوم

المقدمة

تُعَدّ البيئة النظام الحيوي الذي يضمّ الإنسان وسائر الكائنات الحية والعناصر غير الحية في تفاعلٍ مستمر يضمن استمرارية الحياة على كوكب الأرض، وأن أي إخلال بهذا النظام حتما سيؤدي إلى خلل في الحياة على هذا الكوكب، الذي يعد المكان الأنسب من بين كواكب المجموعة الشمسية الأخرى المناسبة لحياة البشر، ولكن مما يؤسف له أن ممارسات الإنسان قد أدت إلى خلل في النظام الحيوي، فقد تسارعت مظاهر التلوث، واستنزاف الموارد الطبيعية، والتغير المناخي، الذي أصبح موضوع استدامة الحياة فيه محل نقاش بين المختصين في علوم البيئة والمناخ.

لقد أصبحت قضايا البيئة من أبرز التحديات التي تواجه الإنسانية في القرن الحادي والعشرين، وأن التدهور البيئي لم يعد قضية علمية فحسب؛ بل أصبح قضية تربوية وثقافية تستدعي إعداد أجيال قادرة على التفكير البيئي السليم، واتخاذ قرارات مسؤولة تجاه البيئة (عبود، 2024). ومن هذا المنطلق، أصبحت التربية البيئية مكونًا أساسيًا في المناهج الدراسية، تهدف إلى غرس القيم والمعارف والاتجاهات والسلوكيات التي تسهم في تحقيق التنمية المستدامة، وحماية الموارد الطبيعية للأجيال القادمة. كما أصبح التعليم البيئي ركيزة أساسية لبناء مجتمع واعٍ بالتحديات البيئية والممارسات المستدامة، حيث تشير الأبحاث إلى دوره في رفع مستوى الوعي وتحفيز الطلبة؛ لتطبيق ما يتعلمونه في حياتهم اليومية (Stevens et al., 2021؛ الزبيدي، 2020).

وفي ظل التطورات في مجال التعليم والتعلم، ظهرت أساليب تعليمية مبتكرة تهدف إلى تحسين جودة التعليم، ومن أبرزها أسلوب المحاكاة الحيوية الذي يوفر بيئة تعليمية تساعد الطلبة على التجريب، وحل المشكلات بطريقة واقعية. وقد أكدت دراسات عديدة على فعالية هذا الأسلوب في تعزيز الفهم العميق للمفاهيم، وتنمية مهارات التفكير العليا، واتخاذ القرارات المستنيرة (Stevens et al., 2021؛ الزبيدي، 2020؛ Clarke & Johnson, 2019؛ عليان، 2020). كما يحتل اكتساب المفاهيم البيئية موقعًا محوريًّا في التعليم البيئي، إذ يشكّل الأساس المعرفي الذي يبني عليه المتعلم فهمه للعلاقات بين مكونات البيئة الطبيعية والبشرية. فالمفهوم البيئي هو الفكرة أو المعنى العقلي الذي يساعد المتعلم على تفسير الظواهر البيئية، وتكوين رؤية متكاملة للنظام البيئي (عبود والخليلي، 2023). ومن خلال هذه المفاهيم، يستطيع الطالب إدراك كيفية تأثير الإنسان في البيئة، وتأثره بها، وتحليل أسباب المشكلات البيئية ونتائجها، والتمييز بين السلوكيات الإيجابية والسلبية تجاه البيئة. ويمكن تعريف المفاهيم البيئية أنها المعارف المرتبطة بالأنظمة البيئية وعلاقات الكائنات الحية ببيئاتها، ويشمل هذا التعريف دراسة كيفية تفاعل الكائنات الحية مع بعضها البعض ومع البيئة المحيطة بها، بما في ذلك المفاهيم المرتبطة بالتنوع البيولوجي أو الأحيائي، والاستدامة البيئية، والموارد الطبيعية. وتتطلب هذه المفاهيم فهمًا شاملًا للعلاقات البيئية، وأثر الأنشطة البشرية على البيئة (Jackson, 2019). وأن تعليم المفاهيم البيئية لا يقتصر على المعرفة النظرية؛ بل يسهم في تشكيل الهوية البيئية للمتعلمين، ويعزز ممارساتهم اليومية نحو الاستدامة (عبود وآخرون، 2023).

ويُعدّ تدريس المفاهيم البيئية تحديًّا تربويًّا يتطلب أساليب تدريسية حديثة تتجاوز التلقين إلى التفاعل النشط والتجريب. ومن بين الاتجاهات الحديثة التي لاقت اهتمامًا متزايدًا في تعليم العلوم المحاكاة الحيوية(Biomimicry Simulation) ، وهي مدخل تعليمي يستوحي تصميم أنشطة التعلم من الطبيعة نفسها، بحيث يتعلم الطلبة من النماذج الطبيعية آلياتها المذهلة في التنظيم والتكيف وحل المشكلات. وتُعرَّف المحاكاة الحيوية بأنها: "عملية التعلم من الطبيعة ثم محاكاتها في تصميمات أو عمليات أو نظم بشرية تحقق حلولًا مستدامة"(Fried et al., 2020, 18) . وعندما تُستخدم هذه الفكرة في التعليم، فإنها تُحوِّل الطالب من متلقٍ للمعرفة إلى مستكشف وباحث يستوحي من الطبيعة حلولًا علمية وبيئية مبتكرة. كما أن المحاكاة الحيوية تتيح للطلبة تجربة سيناريوهات بيئية معقدة بطريقة تأثر مما يعزز فهمهم للأنظمة البيئية. وتعدُّ المحاكاة بشكل عام والمحاكاة الحيوية بشكل خاص أداة قوية في التعليم البيئي؛ لأنها توفر بيئة محاكاة قريبة للواقع تتيح استكشاف تأثيرات القرارات البيئية على المدى الطويل (Green, 2020). كما تسهم المحاكاة الحيوية في تعزيز تجربة التعلم من خلال محاكاة الواقع البيئي بما يتيح للطلبة التفاعل مع هذه الظواهر بشكل عملي. ويعتبر من الأدوات الفعّالة في تعليم مفاهيم الاستدامة البيئية وفهم أثر التغيرات البيئية على الكائنات الحية.

تتميز المحاكاة الحيوية عن غيرها من الإستراتيجيات التعليمية بأنها تربط بين النظرية والتطبيق؛ فهي لا تكتفي بعرض الظواهر الطبيعية؛ بل تدفع المتعلم إلى تحليلها، وفهم العلاقات بين مكوناتها، ثم إعادة تمثيلها في مواقف تعليمية أو حياتية جديدة. فعلى سبيل المثال، يمكن للطلبة دراسة آلية حفظ المياه في النباتات الصحراوية، ثم محاكاتها لتصميم نموذج لتقليل استهلاك المياه في الزراعة. وبذلك يصبح التعليم بالمحاكاة الحيوية مدخلًا فعالًا لتنمية الفهم العميق للمفاهيم البيئية؛ لأنه يقوم على التجريب، والاكتشاف، والاستنتاج الذاتي، وهي مبادئ أساسية في تعلم العلوم البيئية. وإلى جانب دورها في بناء المفاهيم، تسهم المحاكاة الحيوية أيضًا في تنمية مهارات حل المشكلات، وهي من أهم مهارات التفكير العليا التي يسعى تعليم العلوم إلى ترسيخها (العدوان وداؤود، 2016). وتعمل المحاكاة الحيوية على تفعيل هذه المهارات من خلال بيئة تعلم تتيح للطلبة تحديد المشكلات البيئية بشكل دقيق عبر الملاحظة والتجريب، ثم جمع البيانات واستنباط الأفكار من الظواهر الطبيعية، وبعدها اقتراح الحلول وتصميم نماذج تجريبية، وأخيرًا تقييم النتائج وتطبيقها. وفي هذا السياق، فإن التعلم القائم على المحاكاة يتيح للطلبة ممارسة التفكير المنظوم (System Thinking) في تحليل المشكلات البيئية المعقدة، مما يُكسبهم القدرة على فهم الترابط بين المكونات الطبيعية والاجتماعية للنظام البيئي (Wei et al., 2020) . وأن

تدريب الطلبة على خطوات حل المشكلات في بيئة تعلم تأثر يسهم في تحسين مهارات التفكير المنطقي، واتخاذ القرار لديهم كما أظهرته دراسة كما أظهرت دراسة كاركت وأوزنك (Çarkıt, & Özenç 2021) . وأن دمج مفاهيم الاستدامة في دروس العلوم باستخدام أنشطة استقصائية يؤدي إلى رفع مستوى التفكير النقدي، وحل المشكلات لدى الطلبة في الحلقة الثانية من التعليم الأساسي (البلوشي والخروصي، 2021).

وتظهر فعالية المحاكاة الحيوية في حل المشكلات في كونها تربط بين المعرفة والتطبيق العمل؛ فالطالب لا يكتفي بفهم المفهوم البيئي، بل يختبره ضمن نموذج حيوي متغير يمكن ملاحظته وتحليله. كما تمنحه المحاكاة فرصة لتجريب أفكاره بأمان، وتلقي تغذية راجعة فورية تساعده على تعديل خططه وتحسين أدائه، وهو ما يعزز مهارات ما وراء المعرفة (Metacognition) أي وعي الطالب بطريقة تفكيره وتنظيم إستراتيجياته المعرفية (George, 2022). وبهذا يصبح التعلم القائم على المحاكاة الحيوية وسيلة فاعلة لتكامل المعرفة البيئية مع مهارات التفكير العلمي والإبداعي. وقد أثبتت دراسات متعددة فعالية المحاكاة في تعزيز حل المشكلات لدى الطلبة، فقد بينت دراسة زكريا وآخرين أن دمج المحاكاة الحيوية في التعليم أدى إلى تطوير التفكير التصميمي والقدرة على حل المشكلات البيئية لدى طلبة المرحلة الإعدادية (زكريا وآخرون، 2019) ، كما أن المحاكاة الحيوية عززت الدافعية للتعلم وساعدت الطلبة على تكوين تصورات ذهنية أدق للعلاقات بين عناصر النظام البيئي مقارنة بالطريقة التقليدية (ناصر، 2020). كما تُشير نتائج الدراسات السابقة مجتمعة إلى أن استخدام المحاكاة الحيوية في تدريس العلوم يُسهم بأثر في رفع مستوى الفهم المفاهيمي، وتنمية الاتجاهات البيئية الإيجابية، وتحسين مهارات حل المشكلات. فعندما يُتاح للطلبة التعلم من الطبيعة واستلهام حلولها، فإنهم يطورون مهارات التحليل، والتفكير التصميمي، والتجريب المستقل، مما يُسهم في إعداد جيل واعٍ بيئياً قادر على التعامل مع تحديات البيئة المعاصرة بطرائق علمية ومبتكرة (البلوشي والخروصي،2021 ; زكريا وآخرون، 2019).

كما تشير الدراسات السابقة كذلك إلى أن استخدام المحاكاة الحيوية في التعليم البيئي يعزز قدرة الطلبة على فهم العلاقات البيئية المعقدة، وتحليل تأثير السلوكيات البشرية على البيئة، إضافة إلى تطوير مهارات حل المشكلات والتفكير النقدي (Brookfield, 2018؛ الجندي، 2019؛ Schwartz et al., 2021؛ عبدالله، 2020). وأن الطلبة الذين يتعلمون باستخدام المحاكاة الحيوية يحققون تقدمًا أكبر في استيعاب المفاهيم البيئية واقتراح حلول مبتكرة للتحديات البيئية مقارنة بالأساليب التقليدية (Johnson, 2020؛ الحسن، 2017؛Smith & Taylor, 2018 ؛ الباز، 2024؛ Taylor & McCarthy, 2020؛ حسن، 2022).

وانطلاقًا من هذه المعطيات، ومن خلال التكامل بين ثلاثة محاور مترابطة :المفاهيم البيئية التي تمثل المحتوى المعرفي المستهدف، والمحاكاة الحيوية كنهج تعليمي مبتكر قائم على التجريب والاكتشاف، ومهارات حل المشكلات كمحصلة للتعلم الفعّال في العلوم البيئة، يسعى هذا البحث إلى دراسة فعالية التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية في اكتساب طلبة الصف السابع الأساسي للمفاهيم البيئية، وتنمية قدرتهم على حل المشكلات في مادة العلوم. ويُتوقع أن يؤدي توظيف المحاكاة الحيوية إلى تحسين اكتساب المفاهيم البيئية لدى طلبة الصف السابع الأساسي، وتنمية قدرتهم على تحليل المشكلات البيئية، واقتراح حلول واقعية لها، وبذلك تسهم هذه الدراسة في تطوير ممارسات تعليم العلوم نحو نموذج تعليمي أكثر تفاعلًا واستدامة.

مشكلة الدراسة وأسئلتها البحثية:

للمفاهيم البيئية أهمية كبيرة في فهم الطلبة للبيئة من حولهم، وتشير الدراسات السابقة مثل دراسات (عيسى، 2020؛ أمبوسعيدي وأخرون، 2014) إلى أن تدنّي فهم الطلبة للمفاهيم، وصعوبة تعلُّمها يؤدي إلى عدم فهم الموضوعات في المجال ذات العلاقة ومنها بطبيعة الحال مجال البيئة، وإلى وجود علاقة إيجابية بين الوعي البيئي واكتساب المفاهميم البيئية (حنون والغزاوي، 2021). كما تشير الدراسات السابقة كذلك (إمام، 2021؛ سليم والشوك، 2015؛ Suryawati et al., 2020) إلى وجود انخفاض في مستوى مهارات حل المشكلات البيئية لدى الطلبة، مما يعني أن الطلبة يعانون من قصور في التعامل مع البيئة من حولهم. وأن أحد الأسباب لذلك هو استخدام المعلمين لطرائق التدريس الاعتيادية التي تعتمد على الحفظ والإلقاء في تدريس الموضوعات البيئية. وفي هذا الخصوص يشير كل من (Brookfield, 2018; Clarke & Johnson, 2019) إلى أن طرائق التدريس الاعتيادية غالبًا ما تفشل في تزويد الطلبة بالقدرة على تحليل القضايا البيئية، واتخاذ قرارات صائبة بناءً على فهم علمي دقيق لهذه القضايا . كما أن هذه الطرائق لا تسهم بشكل كافٍ في تنمية مهارات حل المشكلات بشكل خاص ومهارت التفكير بشكل عام. لذا أصبحت الحاجة ملحة إلى استخدام طرائق تدريس غير إعتيادية، مثل: المحاكاة الحيوية، التي تتيح للطلبة فرصة التجريب والتفاعل مع المشكلات البيئية بشكل مباشر (الريامية والنجار؛ 2023؛ الطيطي والعمري؛ 2022؛ Stevens et al., 2021). وقد أوصت بعض الدراسات (الجندي، 2019؛ Smith & Taylor, 2018) إمكانية استخدام المحاكاة الحيوية في تدريس الموضوعات البيئية لإكساب الطلبة المفاهيم البيئية وقدرتهم على حل المشكلات. من ذلك كله تتضح مشكلة الدراسة في الحاجة إلى استكشاف أثر التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية كنهج تعليمي مبتكر لتحسين اكتساب طلبة الصف السابع الأساسي للمفاهيم البيئية ومهاراتهم في حل المشكلات البيئية. وعليه تسعى الدراسة الحالية للإجابة عن الأسئلة الآتية:

السؤال الأول: ما أثر التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية على اكتساب طلبة الصف السابع للمفاهيم البيئية؟
السؤال الثاني: ما أثر التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية على تحسين مهارات حل المشكلات لدى طلبة الصف السابع؟

فرضيات الدراسة:

1. لا توجد فروق دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطات درجات طالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار المفاهيم البيئية.
2. لا توجد فروق دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطات درجات طالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار حل المشكلات البيئية.

أهداف الدراسة

هدفت الدراسة إلى تسليط الضوء على أثر استخدام طريقة المحاكاة الحيوية في العملية التعليمية، وخاصة في مجال التعليم البيئي، ولذلك تسعى إلى قياس تأثير استخدام المحاكاة الحيوية على اكتساب طلبة الصف السابع للمفاهيم البيئية، وتحسين مهارات حل المشكلات لديهم. ومن المؤمل أن تخرج الدراسة بعدد من التوصيات تسهم في تحسين جودة التعليم البيئي، وتعزيز مخرجاته.

أهمية الدراسة:

يمكن تقسيم أهمية الدراسة إلى:

الأهمية النظرية:

- تسهم في إثراء الأدب التربوي من خلال دراسة فعالية نهج تعليمي مرتبط بالبيئة الطبيعية، وهو المحاكاة الحيوية في اكتساب الطلبة للمفاهيم البيئة، وتحسين قدرتهم على حل المشكلات المرتبطة بالبيئة.
- إضافة جديدة إلى الدراسات السابقة عن دور التعليم البيئي في **اكساب** المفاهيم البيئية، وتحسين مهارات حل المشكلات البيئية لدى طلبة التعليم المدرسي.

الأهمية التطبيقية:

- تساعد في توجيه المعلمين نحو استخدام نهج وطرائق حديثة في التدريس، مثل المحاكاة الحيوية لتحسين تعلم الطلبة في مادة العلوم.
- تقدم نهج تعليمي مستمد من البيئة الطبيعية المحيطة للطلبة في استيعابهم للمفاهيم البيئية، وكيفية حلهم للمشكلات البيئية.
- توفر أساسًا عمليًا لصناع القرار لتطوير المناهج الدراسية، وطرائق تدريس العلوم في كيفية تعزيز دور التعليم البيئي في المدرسة العمانية والعربية.

حدود الدراسة:

تقتصر الدراسة الحالية على الحدود الآتية:

- الحدود الموضوعية: ركزت الدراسة على أثر استخدام المحاكاة الحيوية في تعليم المفاهيم البيئية، وتحسين مهارات حل المشكلات في تدريس الوحدة السابعة "الكائنات الحية في بيئاتها" من مادة العلوم، وقد تم اختيار هذه الوحدة لارتباطها بالمفاهيم البيئية التي يمكن استخدام المحاكاة الحيوية من خلالها.
- الحدود المكانية والبشرية: اقتصرت الدراسة على عينة ممثلة في طالبات الصف السابع في إحدى مدارس محافظة مسقط بسلطنة عمان (مدرسة صفية بنت الخطاب للصفوف 5-9).
- الحدود الزمانية: تم تطبيق الدراسة في الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي 2025/2024م.

متغيرات الدراسة:

تتمثل متغيرات الدراسة في:

- **المتغير المستقل:** التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية.
- **المتغيرات التابعة:** اكتساب المفاهيم البيئية، وتحسين حل المشكلات البيئية.

مصطلحات الدراسة:

- الأثر (Effectivenesses): تعني القدرة على تحقيق النتائج المرجوة من الشيء الذي يتم استخدامه لإحداث التأثير على المتغيرات أو الأنشطة الأخرى. وفي الدراسة الحالية تعني قدرة المحاكاة الحيوية على اكتساب طالبات الصف السابع بسلطنة عمان للمفاهيم البيئية، وتحسين مهارات حل المشكلات لديهن.
- **التدريس بالمحاكاة الحيوية (Biomimicry Simulation):** يعرف التدريس بالمحاكاة الحيوية بأنه "نهج تعليمي يعتمد على استخدام برامج ونماذج تأثر لمحاكاة الظواهر البيئية الطبيعية"(الخطيب،2021، 48) . أما التعريف الإجرائي للتدريس بالمحاكاة الحيوية فهو عبارة عن أنشطة تعليمية تأثر صممت من قبل الباحثين يستلهم الطالب حلول للمشكلات البيئية المضمنة في وحدة الدراسة من السلوكيات والعلاقات بين الكائنات الحية في الطبيعة، وقد استخدمتها المعلمة في المجموعة التجريبية لتعميق فهم طالبتها للمفاهيم البيئية المتضمنة في وحدة الدراسة، وتدريبهن على حل المشكلات البيئية.
- **اكتساب المفاهيم البيئية (Environmental Concepts Acquisition):** تعرّف المفاهيم البيئية أولا على أنها "المعارف المتعلقة بالأنظمة البيئية وعلاقات الكائنات الحية ببيئاتها، والتي تشمل فهم ديناميكيات البيئة، وكيفية تأثير الأنشطة البشرية على الاستدامة البيئية" (عبدالله، 2020، 132). ويعرف اكتساب المفاهيم البيئية إجرائيا في الدراسة الحالية على أنها: مدى تمكن طالبات الصف السابع من فهم المفاهيم البيئية التي تحتويها الوحدة السابعة (الكائنات الحية في بيئاتها) من كتاب العلوم وتقاس بأداء الطالبة في اختبار المفاهيم البيئية الذي تم إعداده من قبل الباحثين لغرض الدراسة.
- **تحسين مهارات حل المشكلات (Problem-Solving Skills Development):** يقصد بمهارات حل المشكلات أولا بأنها "مجموعة المهارات اللازمة لحل المشكلات البيئية وتتمثل في المهارات التالية: تحديد المشكلات البيئية، وجمع المعلومات المتصلة بالمشكلات البيئية، واقتراح الحلول للمشكلات البيئية، واختبار الحلول المقترحة، وتفسير المشكلات البيئية، وتعميم النتائج" (Ardiansyah, Putra, & Nikitina, 2024) . أما **تحسين مهارات حل المشكلات فيقصد بها** إجرائيا "حدوث تغير في قدرة الطالبات على توظيف مهارات حل المشكلات التي حددت من قبل الباحثين لتحسينها وهي: تحديد المشكلة، وجمع المعلومات، واقتراح الحلول واختبارها، وتفسير النتائج، في المشكلات المقدمة لهن في الاختبار المعد لهذا الغرض من قبل الباحثين، ويقاس هذا التحسن من خلال الدرجة التي تحصل عليها الطالبة في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار.

المنهجية والإجراءات

منهج الدراسة

اعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي بتصميم شبه تجريبي؛ لتقييم أثر المحاكاة الحيوية على طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة، حيث تم تطبيق أداتي الدراسة (اختبار المفاهيم البيئية – حل المشكلات البيئية) على المجموعتين قبليًا، ثم تم تدريس المجموعة التجريبية باستخدام المحاكاة الحيوية، بينما تم تدرس المجموعة الضابطة بالطريقة الاعتيادية، بعدها تم التطبيق البعدي للأداتين على المجموعتين بعد انتهاء المعالجة البحثية على طالبات المجموعة التجريبية.

أفراد الدراسة

تم اختيار عينة الدراسة من إحدى مدارس محافظة مسقط بسلطنة عمان، وهي مدرسة صفية بنت الخطاب للصفوف (5-9) المطبق عليهن منهج العلوم (سلسلة كامبردج)، حيث تكونت العينة من مجموعة ضابطة (36 طالبة)، ومجموعة تجريبية (36 طالبة)، تم اختيارهن بالطريقة العشوائية غير الكاملة؛ فقد تم اختيار المدرسة قصديًا، ثم تعيين المجموعة التجريبية، والمجموعة الضابطة بطريقة عشوائية من بين 9 صفوف في المدرسة.

مواد الدراسة وأدواتها

أولًا: مادة الدراسة (دليل المعلم)

أعد الباحثان دليلًا لتدريس وحدة (الكائنات الحية في بيئتها) من كتاب العلوم للصف السابع، ويهدف الدليل لتوجيه المعلمة للطريقة الصحيحة لتنفيذ التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية؛ فقد تم توضيح الإرشادات العامة للطريقة وخطواتها مع مثال عملي من منهج العلوم للصف السابع للخطوات التي يجب أن تتبعها المعلمة لتطبيق النهج (المحاكاة الحيوية). وقد احتوى الدليل على الأهداف العامة للتدريس باستخدام المحاكاة الحيوية، والأهداف المعرفية والإجرائية للوحدات التدريسية، وأساليب التقويم، والخطة الزمنية للتنفيذ، والأنشطة، وطريقة تنفيذها وتقييمها، فضلًا عن أوراق العمل للطلبات. ومن أمثلة التدريس بالمحاكاة الحيوية التي تم استخدامها ما يلي (الشكل1).

ورقة عمل: السلاسل الغذائية باستخدام المحاكاة الحيوية

الأهداف:

1. تحديد مفهوم السلاسل الغذائية، وأهميتها في النظام البيئي.
2. التعرف على الأدوار المختلفة للكائنات الحية في السلاسل الغذائية.
3. استلهام أفكار من الطبيعة لتحسين الاستدامة البيئية باستخدام المحاكاة الحيوية.

الأنشطة:

النشاط الأول: تعريف السلاسل الغذائية

السلاسل الغذائية: عبارة عن انتقال الطاقة من كائن حي إلى آخر في النظام البيئي من خلال الغذاء. اكتب ترتيب السلسلة الغذائية التالية: أرنب، نبات، ثعلب.

النشاط الثاني: أدوار الكائنات الحية: اقرأ النص التالي وأجب عن الأسئلة:

"في السلسلة الغذائية، يبدأ الإنتاج بالنباتات (المنتجات)، يليها الحيوانات العاشبة التي تتغذى عليها (المستهلكات الأولى)، ثم الحيوانات اللاحمة (المستهلكات الثانية)، وأخيرًا المحللات التي تعيد تدوير المواد إلى التربة".

اذكر مثالًا لكل من:

منتج : _____ مستهلك أول: _____

مستهلك ثانٍ :_____محلل :_____

النشاط الثالث: استلهام الحلول من الطبيعة: "تعتمد الطيور الجارحة مثل النسور على السلاسل الغذائية للحصول على الغذاء، لكنها أيضًا تنظف البيئة من الكائنات الميتة، مما يسهم في الحفاظ على توازن النظام البيئي".

1. كيف يمكننا استلهام فكرة من النسور لتطوير نظام يحافظ على البيئة؟
2. إذا كنت تريد تصميم جهازٍ يعتمد على النظام الطبيعي للنباتات في إنتاج الأكسجين وتنظيف الهواء، ما الفكرة التي ستستلهمها؟
   - الفكرة :_____
   - الكائن الحي المستوحى منه :_____

النشاط الرابع: حل مشكلات باستخدام المحاكاة الحيوية: تخيل أن مدينتك تعاني من مشكلة تراكم النفايات.

صمم حلًّا مستوحى من الطبيعة يعتمد على دور المحللات في السلاسل الغذائية .

- اسم الحل :_____
- الكائن المستوحى منه :_____
- كيف يعمل؟_____

التقييم الذاتي:

1. ما الجزء الأكثر أهمية في السلسلة الغذائية؟ ولماذا؟
2. كيف يمكننا استخدام المحاكاة الحيوية لدعم التوازن البيئي؟

"السلاسل الغذائية ليست فقط وسيلة لانتقال الطاقة، بل هي مصدر إلهام لإيجاد حلول مستدامة من الطبيعة 🌿 🍸 ".

الشكل (1) : نموذج لتخطيط درس باستخدام المحاكاة الحيوية

أما المجموعة الضابطة، فقد تم تدريسها بالطريقةِ الاعتيادية المتبعة في نظام كامبردج لمنهج العلوم للصف السابع، وذلك بالالتزام بخطوات دليلِ المعلم كما هي دون أي تعديل، حيث شملت عملية التدريس اتباعَ التدرّج المعتمد في عرض المحتوى، وطرح الأسئلة، وتنفيذ الأنشطة الصفية المقررة في دليل المعلم. كما تم التركيز على المهارات الأساسية المرتبطة بمهارات القرن الحادي والعشرين التي يوصي بها نظام كامبردج، مثل: مهارة التواصل، والتفكير الناقد، والتعاون، ولكن من خلال التطبيقات الاعتيادية للدروس دون استخدام المحاكاة الحيوية في تدريس موضوعات الوحدة.

ثانيًا: أدوات الدراسة

اشتملت هذه الدراسة على الأدوات الآتية:

- اختبار المفاهيم البيئية: هدف اختبار اكتساب المفاهيم البيئية تعرف مدى اكتساب أفراد عينة الدراسة لهذه المفاهيم. وتم حصر المفاهيم البيئية من خلال تحليل الوحدة السابعة (الكائنات الحية في بيئتها) من كتاب العلوم للصف السابع للفصل الدراسي الثاني، وقد بلغ العدد النهائي للمفاهيم الرئيسة (8) هي: التكيف، والسلاسل والشبكات الغذائية، والكائنات المحللة، والتلوث، وطبقة الأوزون، والحفاظ على البيئة، وعلم الطبيعة، وتعداد السكان. وبعد حصر المفاهيم تم إعداد الاختبار المكون من 23 سؤالًا موضوعيًّا عن تلك المفاهيم اعتمادا على مدى عمق المعالجة لها في الكتاب المدرسي، فقد تم صياغة 3 أسئلة لمفهوم التكيف، و8 أسئلة لمفاهيم السلاسل والشبكات الغذائية، والكائنات المحللة، و5 أسئلة لمفاهيم التلوث وطبقة الأوزون، و4 أسئلة لمفاهيم الحفاظ على البيئة، وعلم الطبيعة، وأخيرا 3 أسئلة لمفهوم تعداد السكان. وقد تم دمج بعض المفاهيم لارتباطها مع بعضها عند معالجتها في كتاب العلوم. وقد كان الاختبار من نوع الاختيار من متعدد بأربع بدائل لكل سؤال. وقد حددت درجة واحدة لكل إجابة صحيحة، وصفر لكل إجابة خاطئة؛ ليكون المجموع الكلي للاختبار 23 درجة. وللتأكد من صدق الاختبار جرى عرضه على خمسة محكمين، وعدل الاختبار في ضوء ملحوظاتهم. وللتأكد من الثبات تم تطبيق الاختبار على عينة مماثلة من طالبات الصف السابع الأساسي من خارج عينة الدراسة بلغ عددهن (36) طالبة، وحسب ثبات ألفا كورنباخ بلغ (0.72)؛ ما يدل على ثبات الاختبار.
- اختبار حل المشكلات البيئية: هدف اختبار حل المشكلات البيئية تعرف أثر التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية في اكتساب مهارات حل المشكلات البيئية. وقد تم إعداد الاختبار بالاعتماد على مجموعة من الدراسات السابقة التي أعدت اختبار مماثل في حل المشكلات البيئية، مثل دراسة (Ardiansyah, Putra, & Nikitina, 2024 ؛عبدالله ، 2020 ؛ زكريا وآخرون 2019). تكون الاختبار من سبع مشكلات بيئية، قدمت للطالبات، ترتبط بالبيئة العمانية، وبعد كل مشكلة تم طرح أربعة أسئلة على الطالبات، بحيث يعكس كل سؤال مهارة من مهارات حل المشكلات، وهي: تحديد المشكلة، وفرض الفروض، وتحديد إجراءات الحل، والوصول إلى الحل أو الحلول الصحيحة، وفيما يلي مثال على تلك المشكلات.

> تعاني بعض سواحل سلطنة عُمان من ظاهرة تآكل الشواطئ نتيجة لعوامل طبيعية وبشرية، مما يهدد البنية التحتية والمناطق السكنية القريبة من الساحل، حيث يعرضها لخطر التدمير نتيجة لتقليص مساحة الشواطئ وفقدان الحواجز الطبيعية التي تحميها.

- حدد المشكلة في الحالة السابقة.

.....

- ما الفرضيات التي يمكن طرحها للوصول إلى حل للمشكلة؟

.....

- حدد الإجراءات أو الخطوات التي يمكنك اتباعها لحل المشكلة؟

.....

- ما الحلول التي تقترحها لحل المشكلة مستفيدا مما هو موجود في الطبيعة؟

.....

وللتأكد من صدق محتوى الاختبار، جرى عرضه على عدد من المحكمين بلغ عددهم (4)، وعدل الاختبار في ضوء ملحوظاتهم. وللتأكد من الثبات تم تطبيق الاختبار على عينة من طالبات الصف السابع الأساسي بلغ عددهم (36) طالبة من خارج عينة الدراسة الأصلية، وحسب ثبات ألفا كورنباخ الذي بلغ (0.76)؛ ما يدل على ثبات الاختبار. كما تم التأكد من ثبات المصححين، أولا عمل دليل تصحيح بمؤشرات معينة لكل مهارة من المهارات الأربع (الجدول 1)، ثم أخذ عينة من أوراق الطالبات بلغ عددهن (12) ورقة، تم تصحيحها بين الباحث الثاني ومعلمة أخرى لها نفس الخبرة التدريسية للباحث الثاني، وقد بلغت نسبة الاتفاق بين المصححين 80% .

الجدول (1): سلم التقييم (Rubric) لاختبار حل المشكلات البيئية

المهارة	ممتاز(٤ درجات)	جيد جدًّا (3 درجات)	جيد (2 درجة)	مقبول (1 درجة)
تحديد المشكلة بوضوح	وصف دقيق ومحدد للمشكلة، مع ذكر تأثيراتها البيئية والاقتصادية والاجتماعية.	وصف واضح للمشكلة مع الإشارة لتأثيراتها الأساسية.	وصف عام للمشكلة دون تفاصيل دقيقة.	**وصف غير مكتمل أو غير دقيق للمشكلة.**
طرح الفرضيات المنطقية	طرح فرضيتين أو أكثر منطقية ومبنية على الواقع البيئي.	طرح فرضيتين منطقيتين لكنهما ليستا بالضرورة مبنيتين على واقع المشكلة.	طرح فرضية واحدة واضحة.	**طرح فرضيات غير دقيقة أو غير واقعية.**
تحديد الخطوات العملية للحل	خطوات واضحة، ومنظمة، ومبنية على خطة علمية قابلة للتنفيذ.	خطوات جيدة لكنها بحاجة لبعض الترتيب أو التوضيح.	خطوات عامة أو غير مكتملة.	**خطوات غير منطقية أو غير واقعية.**
الحلول المستوحاة من الطبيعة	طرح حل مبتكر مستوحى من الكائنات الحية أو الأنظمة الطبيعية بدقة وابداع.	طرح حل مستوحى من الطبيعة لكن دون توضيح كافٍ	طرح حل بسيط معقول لكنه ليس مستوحى من الطبيعة.	**لا يوجد ارتباط واضح بالمحاكاة الحيوية.**

وقد بلغت الدرجة الكلية للاختبار 112 حيث إن عدد المشكلات في الاختبار سبعة (7)، وأن الدرجة النهائية لكل مشكلة وفق سلم التقييم (Rubric)الموضح في الجدول (1) هو 16 . أما الدرجة الصغرى فهي 28 درجة.

إجراءات الدراسة

بعد تحديد مشكلة هذه الدراسة وأسئلتها؛ قام الباحثان بالخطوات الإجرائية الآتية:

1. القراءة المعمقة في الأدب التربوي والدراسات السابقة بشأن التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية، ومتغيري الدراسة: المفاهيم البيئية وحل المشكلات.
2. تحديد الصف الدراسي وعينة الدراسة المناسبة؛ بناءً على عوامل عدة منها مناسبة المرحلة العمرية، بالإضافة إلى مناسبة المنهج الدراسي لهذه الدراسة.
3. تصميم مواد الدراسة؛ المتمثلة في إعداد دليل المعلم للتدريس باستخدام المحاكاة الحيوية وكتيب كراسة الطالب، واختيار المحاكاة التي تتناسب مع المنهج والمرحلة العمرية.
4. إعداد أدوات هذه الدراسة؛ المتمثلة في اختبار المفاهيم البيئية، واختبار حل المشكلات البيئية، ثم التأكد من صدق الأدوات، وثباتها.
5. الحصول على الموافقة الرسمية من دائرة الدراسات التربوية والتعاون الدولي من وزارة التربية والتعليم (وزارة التعليم حاليا) بسلطنة عُمان، وقد حصل عليها الباحثان برقم قيد (2825623158) عبر نظام المراسلات المتبع لدى الوزارة.
6. تدريب المعلمة المتعاونة على كيفية تطبيق خطوات التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية من قبل الباحثين.
7. التطبيق القبلي لأدوات هذه الدراسة، ثم البدء بالمعالجة التجريبية، وقد استمرت مدة التطبيق ما يقارب الخمسة أسابيع؛ من تاريخ 16 من فبراير2025م إلى 23 من مارس 2025 م.
8. التطبيق البعدي لأدوات هذه الدراسة، ثم تصحيحها وتحليلها ببرنامج التحليل الإحصائي SPSS.
9. مناقشة النتائج التي تم الحصول عليها، وتفسيرها.
10. صياغة المقترحات والتوصيات بناءً على النتائج.

النتائج ومناقشتها

سيتم عرض نتائج الدراسة ومناقشتها وفق تسلسل أسئلتها.

النتائج المتعلقة بالسؤال الأول ومناقشتها: ما أثر التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية على اكتساب طلبة الصف السابع الأساسي للمفاهيم البيئية؟

ولاختبار الفرضية الصفرية المرتبطة به التي تنص على "لا توجد فروق دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطات درجات طالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار المفاهيم البيئية" ؛ حسب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لدرجات الطالبات في المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة، في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار، والجدول 2 يوضح النتائج:

الجدول (2): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لدرجات الطالبات في المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار اكتساب المفاهيم البيئية

المجموعة	الاختبار القبلي		الاختبار البعدي	
	المتوسط الحسابي*	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي*	الانحراف المعياري
التجريبية	13.08	5.05	19.20	4.01
الضابطة	12.97	5.04	17.41	3.35

*الدرجة الكلية: 23 درجة

يظهر الجدول 2 وجود فروق ظاهرية بين متوسطات درجات طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار، ولضبط هذه الفروق تم استخدام تحليل التباين الأحادي المصاحب (ANCOVA) ويوضح الجدول 3 نتائج تحليل التباين الأحادي المصاحب (ANCOVA) لدرجات الطالبات في مجموعتي الدراسة بعد ضبط الفروق القبلية في أداء الطالبات.

الجدول (3): نتائج تحليل التباين الأحادي المصاحب (ANCOVA) لدرجات الطالبات في مجموعتي الدراسة على اختبار اكتساب المفاهيم البيئية

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة (ف) المحسوبة	مستوى الدلالة	حجم الأثر (2η)*
الاختبار القبلي	142.371	1	142.371	12.019	0.01	0.148
الطريقة	114.674	1	114.674	9.681	0.03	0.123
الخطأ	817.351	69	11.846			
الكلي	26240.000	72				

* وفقًا لكوهين (Cohen, 1988) يعد حجم الأثر صغيرًا إذا كان مربع إيتا ($\eta^2 \geq 0.06$)، ومتوسطًا إذا كان مربع إيتا ($0.06 < \eta^2 > 0.14$)، وكبيرًا إذا كان مربع إيتا ($\eta^2 \geq 0.14$).

تبين النتائج في الجدول 3 وجود فروق دالة عند مستوى الدلالة (0.05) بين المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاكتساب المفاهيم البيئية، يعزى للتدريس باستخدام المحاكاة الحيوية بعد ضبط الفروق القبلية في أداء الطالبات؛ فقد بلغت قيمة (ف) المحسوبة (9.681) *وهي دالة* إحصائيًا. ويشير مربع حجم الأثر إلى أن أثر التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية على اكتساب المفاهيم بلغ 12.3% ، وهو حجم أثر متوسط وفقًا لكوهن (Cohen, 1988)، أي أن تأثير استخدام المحاكاة الحيوية على اكتساب المفاهيم كان تأثيرا متوسطا؛ فهو ليس بالضعيف وليس بالعالي. وتشير النتائج في الجدول 4 إلى المتوسطات الحسابية المعدلة والأخطاء المعيارية لدرجات الطالبات في المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في اختبار اكتساب المفاهيم البيئية، وذلك بعد عزل أثر التطبيق القبلي في أداء الطالبات في التطبيق البعدي للاختبار لصالح المجموعة التجريبية التي درست باستخدام المحاكاة الحيوية، ورفض الفرضية الصفرية الأولى التي تنص على أنه: "لا توجد فروق دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطات درجات طالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار المفاهيم البيئية".

الجدول (4): المتوسطات الحسابية المعدلة والأخطاء المعيارية لدرجات الطالبات في مجموعتي الدراسة على التطبيق البعدي لاختبار اكتساب المفاهيم البيئية

المجموعة	المتوسط الحسابي المعدل	الخطأ المعياري
التجريبية	19.96	0.573
الضابطة	17.43	0.574

يمكن تفسير النتائج الخاصة بالسؤال الأول إلى طبيعة المحاكاة الحيوية التي توفر بيئة تعلم تأثر قائمة على التجريب والاكتشاف، وتوظيف سلوك الكائنات الحية في الطبيعة في فهم النظام البيئي بشكل عميق، وهذا يؤكده الدبابية وآخرون (2021) من أن تكوين واكتساب المفاهيم البيئية يكون أفضل في التعلم النشط الذي يركز على استخدام إستراتيجيات متنوعة في التعلم كالنقاش والحوار والاكتشاف الموجه والتعلم التعاوني. ويؤكد أمبوسعيدي والبلوشي (2009) إلى أن تدريس المفاهيم بشكل فاعل يتطلب قيام المعلم بتوفير بيئة تعليمية تقوم على مناقشة الطلبة عن تصوراتهم

عن المفهوم، ومن ثم توجههم بعد ذلك إلى تنفيذ الأنشطة العملية للوصول إلى الفهم العلمي السليم للمفهوم. وهذا ما قامت به، وهذا معلمة المجموعة التجريبية، التي وظفت المحاكاة الحيوية في تدريسها، حيث كان هناك نقاش وحوار واكتشاف قامت به طالبات المجموعة التجريبية.

كما أكد أمبيرو وآخرون (Ampuero et al., 2015) أن تعلم الطلبة مفاهيم العلوم من خلال توظيف الطبيعة والبيئة المحلية يعزز فهم الطلبة للمفاهيم البيئية. كما أن استخدام المحاكاة الحيوية في التدريس قد أتاح لطالبات المجموعة التجريبية ربط ما يتم تعلمه من مفاهيم بيئية المضمنة في الكتاب المدرسي بطبيعة سلوكيات وحياة الكائنات الحية في البيئة، وبالتالي رسخ هذا الربط الفهم الصحيح في أذهان الطالبات. وهذا يتفق مع ما أشارت إليه الدراسات السابقة (Fried et al., 2020؛ البلوشي والخروصي، 2021؛ زكريا وآخرون، 2019) من أن التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية له تأثير جوهري على تعلم المفاهيم البيئية، مما يعكس أهمية توظيف هذه الطريقة في تعليم العلوم لتحقيق أهداف التربية البيئية، ومنها اكتساب المفاهيم البيئية.

النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني ومناقشتها: ما أثر التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية على تحسين مهارات حل المشكلات لدى طلبة الصف السابع الأساسي؟

ولاختبار الفرضية الصفرية المرتبطة بهذا السؤال، والتي تنص على "لا توجد فروق دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطات درجات طالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار حل المشكلات البيئية"؛ تم استخراج المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية في اختبار حل المشكلات البيئية البعدي وفقًا لما يوضحه الجدول 5.

الجدول (5): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لدرجات الطالبات في التطبيق البعدي لاختبار حل المشكلات البيئية البيئية للمجموعتين التجريبية والضابطة

المهارات	الدرجة الكلية	التجريبية		الضابطة	
		المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
تحديد المشكلة	28	24.19	1.95	20.64	3.10
فرض الفروض	28	23.30	2.03	18.927	2.09
إجراءات الحل	28	22.50	1.81	19.28	2.30
الوصول إلى الحلول	28	23.58	1.38	20.22	2.06
الاختبار ككل	112	93.58	4.918	79.05	6.14

يتبين من الجدول 5 وجود فروق ظاهرية في المتوسطات الحسابية بين المجموعتين التجريبية والضابطة في الدرجة الكلية لاختبار حل المشكلات البيئية وفي المهارات الفرعية؛ التي تشمل: تحديد المشكلة، وفرض الفروض، وتحديد إجراءات الحل، والوصول إلى الحل أو الحلول الصحيحة. ولذلك تم استخدام تحليل التباين المتعدد المصاحب (MANCOVA)؛ لتعرف دلالة الفروق بين الطالبات في مهارات حل المشكلات البيئية الأربع والاختبار ككل، التي قد تعزى إلى التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية؛ بعد عزل الفروق القبلية في أداء الطالبات على اختبار حل المشكلات البيئية. وقد كانت قيمة ولكس لامبد (0.314)، وهي دالة عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$). ويبين الجدول 6 نتائج تحليل التباين المتعدد المصاحب (MANCOVA) لاختبار حل المشكلات البيئية ككل.

الجدول (6): نتائج تحليل التباين المتعدد المصاحب (MANCOVA) لاختبار حل المشكلات البيئية

مصدر التباين	المهارة	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة "ف" المحسوبة	القيمة الاحتمالية	حجم الأثر (η^2)
القبلي	تحديد المشكلة	87.788	1	87.788	15.734	0.001	0.193
	فرض الفروض	15.873	1	15.873	3.97	0.050	0.057
	تحديد إجراءات الحل	72.492	1	72.492	21.919	0.001	0.249
	الوصول إلى الحل	18.359	1	18.359	7.137	0.010	0.098
	الاختبار ككل	60.248	1	60.248	1.975	0.164	0.028
الطريقة	تحديد المشكلة	214.948	1	214.948	38.524	0.001	0.369

مصدر التباين	المهارة	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة "ف" المحسوبة	القيمة الاحتمالية	حجم الأثر (η^2)
	فرض الفروض	273.805	1	273.805	68.489	0.001	0.509
	تحديد إجراءات الحل	189.320	1	189.320	57.244	0.001	0.464
	الوصول إلى الحل	224.565	1	224.565	87.297	0.001	0.569
	الاختبار ككل	3691.975	1	3691.975	121.055	0.001	0.637
الخطأ	تحديد المشكلة	368.251	66	5.580			
	فرض الفروض	263.855	66	3.998			
	تحديد إجراءات الحل	218.278	66	3.307			
	الوصول إلى الحل	169.779	66	2.572			
	الاختبار ككل	2104.391	69	30.498			
الكلي	تحديد المشكلة	36880.000	72				
	فرض الفروض	32734.000	72				
	تحديد إجراءات الحل	31904.000	72				
	الوصول إلى الحل	34959.000	72				
	الاختبار ككل	542439.000	72				

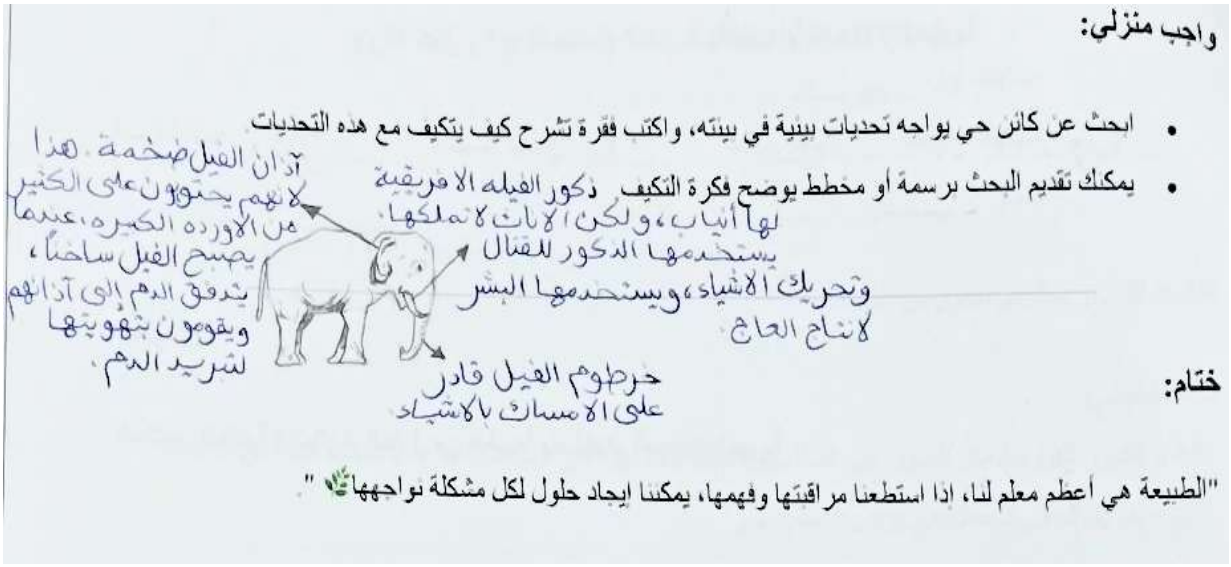
يتضح من الجدول 6 وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) في التطبيق البعدي لاختبار حل المشكلات البيئية بعد عزل أثر الفروق القبلية بين المجموعتين التجريبية والضابطة في كل المهارات والاختبار ككل، ويشير مربع إيتا لحجم الأثر أن التدريس باستخدام المحاكاة الحيوية يفسّر 36.9% من التباين في درجات الطالبات في مهارة تحديد المشكلة، و50.9% في مهارة فرض الفروض، و46.4% في مهارة تحديد إجراءات الحل، و56.9% في مهارة الوصول إلى الحل، و63.7% من التباين في درجات الاختبار ككل. ووفقًا لتصنيف كوهين تُعد جميع هذه القيم أحجام أثر كبيرة. ويوضح الجدول 7 المتوسطات الحسابية المعدلة والأخطاء المعيارية للمجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار حل المشكلات بعد عزل أثر التطبيق القبلي، يشير إلى أن المجموعة التجريبية تفوقت على المجموعة الضابطة في اختبار حل المشكلات، وترفض الفرضية الصفرية الثانية التي تنص على: "لا توجد فروق دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطات درجات طالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار حل المشكلات البيئية" (Cohen, 1988).

الجدول (7): المتوسطات الحسابية المعدلة لدرجات الطالبات في مجموعتي الدراسة على اختبار حل المشكلات البيئية بعد عزلِ أثر التطبيق القبلي

اختبار حل المشكلات البيئية	التجريبية		الضابطة	
	المتوسط الحسابي المعدل	الخطأ المعياري	المتوسط الحسابي المعدل	الخطأ المعياري
تحديد المشكلة	24.21	0.40	20.63	0.41
فرض الفروض	23.13	0.34	19.09	0.33
تحديد إجراءات الحل	22.57	0.31	19.21	0.30
الوصول إلى الحل	23.73	0.27	20.07	0.29
الاختبار ككل	93.51	0.92	79.13	0.91

يمكن تفسير نتيجة تفوق طالبات المجموعة التجريبية التي درست باستخدام المحاكاة الحيوية على الطالبات اللاتي درسن بالطريقة الاعتيادية في اختبار حل المشكلات البيئة إلى طبيعة استخدام المحاكاة الحيوية في عملية التدريس التي توفر بيئة تعلم قائمة على ممارسة الطالبات لخطوات حل المشكلات بشكل عملي، بدءًا من تحديد المشكلة، مرورًا بفرض الفروض وتخطيط الحل، وصولًا إلى اختبار الحلول المقترحة. ومن خلال تحليل أوراق عمل الطالبات، يتضح قدرتهن على استخدام المحاكاة الحيوية في حل المشكلات البيئية في محيطهن بأفكار مستمدة من سلوكيات الكائنات الحية مع إضافة شيء من الابتكار والإبداع من قبل الطالبات، وإن هذا النهج يعمل في النهاية على تحسين مهارات حل المشكلات، ومع التدريب المستمر يؤدي إلى تحسين مهارات التفكير العليا (الباز،2024؛ عبد الله، 2024؛ زكريا وآخرون، 2019). إن التدريس بالمحاكاة الحيوية ليس فقط فعالًا في تحسين الأداء

الكلي في اختبار حل المشكلات؛ بل أيضًا في كل مهارة من مهارات الاختبار، مما يعكس أهمية توظيف هذا النهج في تعليم العلوم الطبيعية بشكل عام والعلوم البيئية بشكل خاص؛ لتحقيق أهداف التربية البيئية وتنمية قدرات الطالبات على التعامل مع القضايا البيئية المعقدة بطرائق علمية مبتكرة. ويرى ريس وآخرون (Ruis et al., 2022) أن الاستفادة من البيئة الطبيعية المحيطة بالطالب مع ما توفره من مصادر وموارد وعلاقات بين مكوناتها، يسهم في مساعدة الطلبة في فهم بيئتهم واتخاذ الإجراءات المناسبة لحل مشكلاتها. كما أن عمل الطالبات في مجموعات تعاونية -في أثناء تطبيق التدريس بالمحاكاة الحيوية- باتباع خطوات متسلسلة وواضحة للتعامل مع القضايا والموضوعات المطروحة في وحدة (الكائنات الحية في بيئتها) ساعد في اكتساب الطالبات مهارات حل المشكلات. حيث تم دراسة الموضوعات في مجموعات مكونة من (5-6) من الطالبات في كل مجموعة، ويطلب من كل مجموعة البدء أولا بالتعرف على المفهوم الرئيس في الدرس، ثم مع المعلمة يتم تقديم أمثلة على المفهوم، بعدها يأتي نشاط المحاكاة الحيوية الرئيس، إذ يتم ربط المشكلة المطروحة بحلول من الطبيعية، وفي الختام تقدم المعلمة نشاطا آخر مرتبط بالمحاكاة الحيوية للطلبة لترسيخ الفهم والتحقق من فهم الطالبات للمفهوم ومهارات حل المشكلات، وكذلك قدرة الطالبات على الربط بين المشكلات البيئية والحلول المستوحاة من البيئة والطبيعة نفسها. ويوضح الشكل 3 نموذج من عمل الطالبات في توظيف خطوات حل المشكلات باستخدام المحاكاة الحيوية.



الشكل (2) : نموذج من عمل الطالبات في استخدام خطوات حل المشكلات باستخدام المحاكاة الحيوية

الخاتمة

في ضوء نتائج الدراسة أعلاه، فإنها توصي بـ:

1.عقد ورش تدريبية للمعلمين والمشرفين لتعريفهم كيفية توظيف المحاكاة الحيوية في تدريسِ مفاهيم العلوم بشكل عام والمفاهيم البيئية بشكل خاص.

2.توجيه المعلمين إلى ضرورة تدريب طلبتهم على مهارات حل المشكلات أثناء تعلم مادة العلوم؛ مع التركيز على التسلسل الصحيح لمهارات حل المشكلات.

أما مقترحات الدراسة فهي:

1.إجراء دراسات مماثلة لتقصي أثر التدريس بالمحاكاة الحيوية في متغيرات أخرى؛ منها دافعية التعلم، والاندماج الأكاديمي، والتحصيل الدراسي.

2.إجراء دراسات مماثلة لتقصي أثر التدريس بالمحاكاة الحيوية في مراحل دراسية متنوعة من الصف الأول إلى المرحلة الجامعية.

3.تقصي أثر استخدام إستراتيجيات ومداخل أخرى في اكتساب الطلبة للمفاهيم وحل المشكلات البيئية.

المصادروالمراجع

إمام، م. (2021). برنامج مقترح في الدراسات الاجتماعية قائم على المناسبات البيئية العالمية لتنمية مهارات حل المشكلات والمسؤولية البيئية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، *1* (82)، 486-537. DOI: 10.12816/EDUSOHAG.2021.135550

أمبوسعيدي، ع. والبلوشي، س. والحجي، س. والشعيلي، ع. (2014).التصورات البديلة في مادة الأحياء لدى طلبة التعليم العام بسلطنة عمان: دراسة مسحية. *مجلة الدراسات التربوية والنفسية، 8*(2)، 363-376.

أمبوسعيدي، ع. والبلوشي، س. (2009). *طرق تدريس العلوم: مفاهيم وتطبيقات عملية*. دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

الباز، م. (2024). المحاكاة الحيوية في تعليم العلوم: تنمية مهارات التفكير التصميمي من وحي الطبيعة - نموذج تدريسي مقترح. *مجلة إبداعات تربوية، 30*(1)، 15-44.

البلوشي، س. والخروصي، هـ (2021). دمج مفاهيم الاستدامة في دروس العلوم باستخدام الأنشطة الاستقصائية: دراسة في سلطنة عمان. *مجلة تكنولوجيا تعليم العلوم، 30*(4) ،512-528.

الجندي، ع. (2019). استخدام المحاكاة الحيوية في التعليم البيئي: تنمية مهارات التفكير النقدي. *مجلة التعليم البيئي، 19* (2) ، 85-99.

الخطيب، أ. (2021). استخدام المحاكاة الحيوية في تدريس العلوم البيئية: دراسة تطبيقية .*مجلة العلوم البيئية، 12* (3)، 45-59.

الحسن، أ. (2017). أثر استخدام المحاكاة في تدريس قضايا بيئية على تنمية مهارات حل المشكلات لدى طلاب المرحلة المتوسطة. *مجلة التربية الحديثة*، 34(1)، 78-92.

حسن، ر. (2022). تعزيز دافعية التعلم من خلال المحاكاة الحيوية في التعليم البيئي. *مجلة بحوث التعليم البيئي، 20*(1)، 55-70.

حنون، ف. والغراوي، م. (2021). مستوى الوعي البيئي و علاقته باكتساب المفاهيم البيئية لدى طلبة كلية التربية. *مجلة أبحاث ميسان، 17*(34)، 241-255. https://search.emarefa.net/detail/BIM-1355918

الدبابية، د. وسامية، إ. والفلفي، س. (2021). أثر برنامج قائم على التعلم النشط في تنمية بعض مفاهيم الظواهر الطبيعية لدى أطفال الروضة في الأردن. *المجلة الدولية لدراسات المرأة والطفل، 1* (2)، 135-167.

الرياحية، ب. والنجار، ن. (2023). فاعلية برنامج تعليمي إثرائي في ضوء تطبيقات النانتكنولوجي المتعلقة بالاستدامة البيئية في تنمية القدرة على اتخاذ القرار لدى طالبات الصف الحادي عشر بسلطنة عمان. *المجلة العربية للتربية، (84)2*، 153-208.

الزبيدي، خ. (2020). التعليم البيئي وأثره في رفع مستوى الوعي لدى الطلبة. *المجلة العربية للتربية، 12* (1)، 33-50.

زكريا، م. وحسن، ر. وعلي، س. (2019). دور المحاكاة الحيوية في تطوير التفكير التصميمي وحل المشكلات البيئية لدى طلبة المرحلة الإعدادية. *المجلة العربية للتربية العلمية، 15* (1)، 55-71.

سليم، أ. والشوك، أ. (2023). حل المكشلات البيئية لدى طفل الروضة. *مجلة البحوث التربوية والنفسية، 12(46)*، 20-46. https://jperc.uobaghdad.edu.iq/index.php/jperc/article/view/404

عبود، أ. (2024). التدهور البيئي كقضية تربوية وثقافية: نحو إعداد أجيال واعية بيئيًا. *مجلة التربية البيئية، 19* (1)، 15-32.

عبود، أ. والخليلي، م. (2023). المفاهيم البيئية ودورها في بناء الفهم البيئي لدى المتعلمين. *مجلة التربية البيئية، 28*(2)، 45-60.

عبود، أ. والخليلي، م. وحسن، ر. (2023). تعليم المفاهيم البيئية: ما وراء المعرفة النظرية. *المجلة الدولية للتربية البيئية والعلوم، 18* (3)، 120-138.

عبدالله، م. (2020). المحاكاة الحيوية وأثرها في تعليم مفاهيم البيئة. *المجلة العربية للعلوم البيئية، 25*(4)، 129-142.

العدوان، ز. وداود، أ. (2016). *استراتيجيات التدريس الحديثة* (الطبعة الأولى). دبي، مركز ديبونو لتعليم التفكير.

عليان، ر. (2020). فعالية المحاكاة الحيوية في التعليم البيئي: دراسة حالة. *مجلة بحوث التربية البيئية، 26*(4)، 77-93.

عيسى، أ. (2020). *فعالية بيئتين تعليميتين قائمتين على استراتيجية التلعيب والروبوتات التعليمية في اكتساب المفاهيم العلمية وتنمية مهارات التفكير المنظومي لدى طالبات الصف السادس في الأردن*. رسالة دكتوراة غير منشورة، جامعة العالم الإسلامي للعلوم والتربية.

الطيطي، إ. والعمري، و. (2022). فاعلية وحدة تعليمية مصممة وفق منحى التكامل STEM في اكتساب المفاهيم البيئية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي. *المجلة الأردنية للعلوم التطبيقية*، 30(2)، 89- 104. https://doi.org/10.35192/jjoas-h.v30i2.258

ناصر، م. (2020). أثر المحاكاة الحيوية في تعزيز الدافعية للتعلم وتكوين التصورات الذهنية للعلاقات البيئية. *مجلة البحوث التربوية، 18* (4)، 88-105.

REFERENCES

Ardiansyah, A. I., Putra, A. K., & Nikitina, N. (2024). Investigating problem-based learning model's impact on high school students' critical thinking skills in environmental conservation context. *Jambura Geo Education Journal, 5*(2), 87–103. https://doi.org/10.37905/jgej.v5i2.26110

Brookfield, S. (2018). Critical thinking in environmental education: Fostering analytical skills through simulation. *Environmental Education Quarterly*, *22*(1), 31–46.

Çarkıt, G., & Özenç, M. (2021). The effect of training on problem-solving steps in an interactive learning environment. *Journal of Science Education and Technology*, *29*(4), 512–530.

Clarke, S., & Johnson, R. (2019). Bio-simulation as a tool for enhancing environmental education and critical thinking. *Journal of Environmental Science Education*, *30*(2), 57–72.

Fried, E., Martin, A., Esler, A., Tran, A., & Corwin, L. (2020). Design-based learning for a sustainable future: Student outcomes resulting from a biomimicry curriculum in an evolution course. *Evolution: Education and Outreach*, *13*(1), Article 22. https://doi.org/10.1186/s12052-020-00136-6

George, A. (2022). The effectiveness of bio-simulation in enhancing metacognitive skills among students. *Journal of Modern Education*, *20*(3), 101–118.

Green, M. (2020). The role of simulation in enhancing environmental education and understanding ecosystems. *Journal of Environmental Education*, *18*(3), 101–118.

Jackson, L. (2019). Understanding environmental concepts: A comprehensive approach. *Environmental Studies Quarterly*, *33*(1), 15–29.

Johnson, D. (2020). Simulation-based learning in environmental education: Benefits and outcomes. *Environmental Education Review*, *35*(3), 134–150.

Ruis, A., Siebert Evenstone, A., Brohinsky, J., Tan, Y., Hinojosa, C., Cai, Z., & Shaffer, D. W. (2022). Localizing socio-environmental problem solving. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, *17*(2), 301–334.

Schwartz, M., Taylor, J., & McCarthy, P. (2021). The impact of bio-simulation on environmental education outcomes: A global perspective. *Environmental Education Research*, *26*(1), 68–84.

Smith, A., & Taylor, B. (2018). Critical thinking and environmental education: The role of bio-simulation in enhancing student engagement. *International Journal of Environmental Education*, *20*(4), 48–63.

Stevens, J., Green, D., & Johnson, R. (2021). Environmental education through interactive simulation: A pathway to sustainability. *Journal of Environmental Education*, *46*(3), 102–116.

Suryawati, E., Suzanti, F., Zulfarina, Z., Putriana, A. R., & Febrianti, L. (2020). The implementation of local environmental problem-based learning student worksheets to strengthen environmental literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *9*(2), 169–178. https://doi.org/10.15294/jpii.v9i2.22892

Taylor, B., & McCarthy, P. (2020). Comparing traditional and simulation-based approaches in environmental education: A study of effectiveness. *Environmental Education Review*, *28*(4), 150–164.

Wei, C. A., Deaton, M. L., Shume, T. J., Berardo, R., & Burnside, W. R. (2020). A framework for teaching socio-environmental problem-solving. *Educational Psychology Review*. Advance online publication. https://doi.org/10.1007/s10648-020-09603-y