برنامج مقترح في التعليم البيئي من أجل التنمية المستدامة قائم علي تطبيقات الذكاء الاصطناعي وأثره في تنمية المدافعة البيئية وبعض مهارات النمذجة المناخية لدي الطلاب المعلمين

أ.م.د/ سماح أحمد حسين محمد
أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم (الكيمياء) المساعد
كلية التربية ـ بجامعة أسيوط
samahheussein@gmail.com

رقم الإيداع: ٢٤٣١٣ ISSN: 2536 – 914 E. ISSN: 2735-4245
المجلة معرفة علي دوريات بنك المعرفة المصرى، و Edu Search دار المنظومة

برنامج مقترح في التعليم البيئي من أجل التنمية المستدامة قائم علي تطبيقات الذكاء الاصطناعي وأثره في تنمية المدافعة البيئية وبعض مهارات النمذجة المناخية لدي الطلاب المعلمين

أ.م.د/ سماح أحمد حسين محمد *

المستخلص

هدف البحث الحالي إلي تقديم برنامج مقترح في التعلم البيئي للتنمية المستدامة المستدام قائم علي تطبيقات الذكاء الاصطناعي وقياس أثره في تنمية المدافعة البيئية ببعديها المعرفي والوجداني وبعض مهارات النمذجة المناخية لدي الطلاب المعلمين، واعتمد البحث علي المنهج التجريبي ذو التصميم القائم علي المجموعة الواحدة والتي تكونت من (٤٠) طالباً وطالبة من طلاب الفرقة الثانية شعبتي الكيمياء والفيزياء بكلية التربية جامعة أسيوط، وجاءت أدوات البحث لتشمل اختبار لقياس مهارات المدافعة البيئية وكذلك مقياس البعد الوجداني لها و كذلك اختبار قياس مهارات النمذجة المناخية، تم تطبيق أدوات البحث قبل تدريس البرنامج المقترح، ثم تطبيق أدوات البحث بعد تدريسه، وقد أظهرت نتائج البحث وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات الطلاب المعلمين في التطبيقين القبلي والبعدي في كل من اختبار المدافعة البيئية ومقياس البعد الوجداني لها واختبار مهارات النمذجة حيث بلغت قيمة "ت" (٦٣,٨٥)، (٧٥,٨٨)، (٢٣,٤٥)، لهما علي الترتيب، وبلغت قيمة حجم الأثر (٠,٩٩١)، (٠,٩٩٣)، (٠,٩٣٤)علي الترتيب مما يؤكد فاعلية البرنامج المقترح.

الكلمات المفتاحية: التعليم البيئي من أجل التنمية المستدامة - تطبيقات الذكاء الاصطناعي - المدافعة البيئية - النمذجة المناخية.

* أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم (الكيمياء) المساعد كلية التربية – جامعة أسيوط.

A suggested program in Sustainable Environmental Education based on Artificial intelligence applications and its impact on developing Environmental Advocacy and some Climate modeling skills among Student teachers

Dr. Samah Ahmed Heussein*

Abstract

The current research aims to present a proposed program in environmental education for sustainable development based on artificial intelligence applications and measure its impact on developing environmental advocacy and it's emotional dimension and climate modeling skills among student teachers. The research relied on the experimental approach with a single-group design, which consisted of (40) male and female students from the second year, Chemistry and Physics departments, Faculty of Education, Assiut University. The research instruments included a test of the environmental advocacy test, the Scale of its emotional dimensions and climate modeling skills. The research tools were applied before, the proposed program was taught, and then the research tools were applied after. The research results showed statistically significant differences between the average scores of student teachers in the pre- and post-applications in both the advocacy test, scale and the modeling skills test, as the value of "t" reached (63,85),(75,88), (23,45) the environmental advocacy test, the scale of its emotional dimensions and the climate modeling test, respectively, and the value of the effect size reached (0.991), (0.993), (0.934) respectively, which confirms the effectiveness of the proposed program

Kew words: Environmental Education for Sustainable development (EESD), Artificial Intelligence, Environmental advocacy, Climate Modelling.

*Assistant Professor of Curricula and Methods of Teaching Science, Faculty of Education, Assiut University.

مقدمة البحث:

أصبحت قضايا حماية البيئة والدفاع عن مقومات استدامتها من أهم القضايا التي تشغل العالم الآن، لما لها من آثار كبيرة علي الإنسان والمجتمع، بل وعلي كوكب الأرض بأكمله، نظرً للاستغلال غير العقلاني للموارد والنظم البيئية من قبل دول العالم المتقدم والنامي وبالأخص الدول الصناعية؛ من أجل تحقيق نموهم وتقدمهم الاقتصادي والاجتماعي، مما ترتب عليه حالة من التدهور البيئي الذي انعكس بدوره علي نوعية حياة الانسان وهدد حاضره ومستقبله، ولهذا انعقدت العديد من المؤتمرات الدولية والعالمية وعلي رأسها مؤتمرات قمة الأطراف Conference Of Parties (COP) بإصداراته المختلفة من أجل حماية البيئة والحد من مشكلاتها المتعددة واستدامة مواردها وحق الأجيال القادمة فيها برعاية الأمم المتحدة التي أوضحت أن سن القوانين والتشريعات غير كاف للحد من المشكلات والمخاطر البيئية مالم يسانده تنمية قدرات الأفراد علي تحمل المسئولية البيئية، واتخاذ قرارات مستنيرة، أي تنمية مهارات المدافعة البيئية.

ولحسن الحظ أننا أمام حقبة جديدة فريدة وغير مسبوقة في تاريخ البشرية تعرف بإسم الثورة الصناعية الرابعة، هذه الثورة خلقت لنا فرصة كبيرة لإعادة تشكيل الطريقة التي ندير بها بيئتنا اليوم، حيث يتم تسخير قدرات الرقمنة والتحولات المجتمعية من أجل حل المشاكل البيئية وخلق ثورة في مجال الاستدامة، وإدراكاً لهذه الفرصة الفريدة علي سبيل المثال؛ أعلنت كلّ من مايكروسوفت Microsoft وناشونال جيوغرافيكnational geographic عن شراكة جديدة للمضي قدمًا في الأبحاث التي تدور حول التحديات البيئية الكبيرة من خلال استخدام قوة الذكاء الاصطناعي، ولقد ساعد برنامج "منح الابتكار في الذكاء الاصطناعي من أجل الأرض (AI for Earth Innovation Grant) ، والذي تم اطلاقه في صيف ٢٠١٧م بهدف دعم المشاريع المبتكرة في مجالات الزراعة والمياه والتنوع البيولوجي وتغير المناخ(منظمة الأمم المتحدة للبيئة UN Environment ، الموقع الرسمي لشركة مايكروسوفت)[١]

كما يوجد حاليًا أكثر من ٩٠٠ قمر صناعي لمراقبة الأرض يطل علينا من الفضاء، وفي الوقت نفسه تعمل شبكة ناشئة من تقنيات الاستشعار الأرضية على تتبع حركة المياه، وأصوات النظم البيئية، والمواد الكيميائية التي تتخلل تربة الأرض والغلاف الجوي فوقها، ويحظى الجيل الجديد من تقنيات الاستشعار بنماذج فيزيائية متطورة، بدءًا من أجهزة محاكاة المناخ وحتى النماذج الهيدرولوجية على المستوى القاري(نموذج التنبؤات الهيدرولوجية للبيئة (HYPE) والتي تستخدم لمعالجة المشاكل البيئية التي تؤثر على الأنظمة الهيدرولوجية بشكل أفضل، كلها توفر فرصًا مجهولة لاستخدام الذكاء

[١] تتبع الباحثة في توثيق المراجع اصدار APA6

الاصطناعي لتلبية احتياجات الكوكب من دعم الحياة(معهد ستانفورد للذكاء الاصطناعي المتمركز حول الإنسان)

ومن منطلق أن التعليم هو أحد الركائز الهامة لتحقيق التنمية المستدامة فهو لا يهتم فقط بإضافة القضايا البيئية إلي المناهج الدراسية بل إنه يؤسس التوازن بين الأهداف الاقتصادية والاحتياجات الاجتماعية، لذلك يقع عليه عاتق إعداد وتثقيف الجيل القادم من المتعلمين بطريقة أكثر استدامة للحياة، ومن ثم فهناك حاجة ماسة إلي إعداد معلم أكثر وعياً بتحديات وحلول الاستدامة، أكثر قدرة علي التعبير عن الاهتمام بقضايا تلبية احتياجات البشر، ورعاية فقراء العالم، والإنصاف بين الأجيال، ومساعدة قدرات الأرض علي التجدد والإشارة إلي العلاقات البيئية القائمة بين البشر والبيئة من حولهم (Kates, R., et al., 2001, 644)، وفي هذا السياق الطموح ، تلعب الجامعات دورًا رائدًا في التأكد من أن جهودها في البحث والمسؤولية الاجتماعية والمناهج التي تتضمن التعليم من أجل التنمية المستدامة تهدف إلى خلق الوعي وتثقيف الطلاب والمعلمين منن خلال برامج إعدادهم لتحقيق التنمية المستدامة (Nolet, 2009, 411)، (Bagoly-Sim et al, 2018) ، (الأحمدي، ٢٠١٩، ٣٢).

لذا يجب إعادة تصميم التعليم وتغيير المناهج الدراسية من خلال دمج مفاهيم الاستدامة ومكوناتها في المناهج باستخدام أساليب التعلم النشط والتعلم المتمركز حول الطالب، مع توضيح دور وتطبيقات الذكاء الاصطناعي بدءً من رصد وحل مشكلات البيئة من تطوير حلول مناخية جديدة، وممارسات إدارة الأراضي، والأمن المائي، والعدالة البيئية، والتنبؤ بتلوث الهواء والمياه الجوفية، ومنع الانقراض، إلي تحسين الطبيعة من أجل صحة الإنسان ورفاهيته.

مشكلة البحث:

انطلق إحساس الباحثة بالمشكلة من المرتكزات التالية:

أولاً: ضرورة تضمين أبعاد التعليم للتنمية المستدامة بالمناهج الدراسية: بناء علي

- إعلان "خطة عام ٢٠٣٠" الذي رحبت به الدول الأعضاء في الأمم المتحدة البالغ عددها ١٩٣ دولة، والذي يجعل من التعليم من أجل التنمية المستدامة (ESD) Education for sustainable أمرًا لا مفر منه بالنسبة للدول الأعضاء، وبالتالي يجب أن يعزز التحولات الضرورية بحيث تدمج مؤسسات التعليم من المرحلة الابتدائية حتى التعليم العالي التعليم من أجل التنمية المستدامة (UNESCO, 2017).
- مؤشرات البنك الدولي لتحديد أخطر أربعة عشر تحدياً على المستوي الدولي، وعلي رأسها مجموعة من القضايا البيئية، منها: تغير المناخ والاحتباس الحراري، والاهتمامات بالمسطحات المائية وقضايا تلوث الماء، وطرق تقليل حجم النفايات الصلبة، والوعي بقضايا البيئة، وطرق التعامل مع هذه القضايا (The world bank, 2018)

- ما أشارت إليه نتائج بعض الدراسات السابقة مثل: Santone et al(2014) ، إسماعيل (٢٠١٦)، حجازي وآخرون(٢٠١٧)، Jegstad, et al(2018)، الباز(٢٠١٩)، الدفراوي(٢٠١٩)، محمد(٢٠٢٢)، Castellanos(2022)بجعل التنمية المستدامة هدفاً لبرامج إعداد المعلم في الوقت الراهن، علي المستوي المحلي أو علي المستوي العالمي، مما قد يسهم في تنميه مهاراته وقيمه بتحقيق التوازن المعرفي بين معتقداته وسلوكياته تجاه البيئة.
- نتائج تحليل محتوي كتب التعليم البيئي المقررة علي الطالب المعلم من الفرقة الأولي حتي الفرقة الرابعة وجد أنها تندرج تحت مسمي التعليم البيئيEnvironmental Education (EE) ، ووجد أنها لا تتناول مفاهيم التعليم من أجل التنمية المستدامة Education for sustainable Development(ESD)

ثانياً: الاهتمام بتنمية المدافعة البيئية ومهارات النمذجة المناخية: حيث أشارت عديد من نتائج الدراسات السابقة إلي أنه علي الرغم من أهمية المتغيرين إلا أنه يوجد ضعف في مستوي كل منهما لدي المتعلمين، وأوصت بضرورة تطوير وإعادة تصميم المناهج الدراسية بدمج مفاهيم الاستدامة ومكوناتها، وتدريس هذه المناهج بطرق واستراتيجيات التعلم النشط، وتعزيز وتنمية مهارات المدافعة البيئية والتأكيد علي البعد الوجداني لها لدي المعلمين وآليات تحقيقها في العصر الرقمي مثل دراسة:Kals et all(2012) ، السيد(٢٠١٧)، ودرويش(٢٠١٨)، O´Flaherty, J. & Liddy, M. (2018, 1040)، درويش (٢٠١٩)، Edge ,et.al(2020)، وأحمد(٢٠٢١)، Susanto& Pacheco-Vega &) , Thamrin(2021), Shah, et.al(2021 Murdie(2021)، محمد وسامية (٢٠٢٢)، Chan EY, Howie K& Septianto F (2023).

ومما أكد الإحساس بالمشكلة قامت الباحثة بدراسة استكشافية علي عدد (٨٠) طالباً وطالبة من طلاب الفرقة الثانية شعبة الكيمياء والفيزياء والبيولوجي من خلال تطبيق اختبار المدافعة(١٢عبارة)، واختبار مهارات النمذجة المناخية (٢٠ عبارة) ببعديه المعرفي والأدائي[٢] لتحديد مستوي المدافعة البيئية ومدي امتلاك الطلاب المعلمين لمهارات النمذجة المناخية ودورها في تحديد ورصد التغيرات المناخية، وأوضحت نتائج التطبيق أن هناك ضعف في تلك المهارات.

وعلي هذا تحددت مشكلة البحث الحالي في انخفاض مستوي المدافعة البيئية ومهارات النمذجة المناخية لدي الطلاب المعلمين، بالإضافة إلي ضعف عام في مستوي معرفة الطالب المعلم بالمفاهيم المرتبطة بالأهداف الأممية للتنمية المستدامة وتطبيقات الذكاء الاصطناعي.

[٢] ملحق (١) أدوات الدراسة الاستكشافية

أسئلة البحث:

للتصدي للمشكلة حاول البحث الحالي الإجابة عن **السؤال الرئيس التالي:**

ما التصور المقترح لمحتوي برنامج في التعليم البيئي للتنمية المستدامة بكلية التربية لتنمية المدافعة البيئية ومهارات النمذجة المناخية؟ ويتفرع من السؤال الرئيس السابق الأسئلة التالية:

- ما مدي توافر الأهداف الأممية في منهج التعليم البيئي بكلية التربية؟
- ما مهارات المدافعة البيئية المناسبة لطلاب الفرقة الثانية بكلية التربية؟
- ما مهارات النمذجة المناخية المناسبة لطلاب الفرقة الثانية بكلية التربية؟
- ما هو التصور المقترح لبرنامج التعليم البيئي للتنمية المستدامة باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي؟
- ما فاعلية البرنامج المقترح في تنمية المدافعة البيئية ومهارات النمذجة المناخية؟

أهداف البحث: يهدف البحث إلى:

١. تنمية مهارات المدافعة البيئية للطلاب المعلمين بكلية التربية؟
٢. تنمية مهارات النمذجة المناخية للطلاب المعلمين بكلية التربية؟

فروض البحث: سعي البحث الحالي للتحقق من صحة الفروض التالية:

١) يوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار المدافعة البيئية ككل ولكل مهارة من مهاراته على حده لصالح التطبيق البعدي.

٢) يوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس المدافعة البيئية (الجانب الوجداني لها) ككل ولكل مهارة من مهاراته على حده لصالح التطبيق البعدي

٣) يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار مهارات النمذجة المناخية ككل ولكل مهارة من مهاراته على حده لصالح التطبيق البعدي.

٤) لا توجد فروق ذات دلالة احصائية بين متوسطات درجات ذكور وإناث المجموعة التجريبية عينة البحث في كل من اختبار المدافعة البيئية، واختبار النمذجة.

٥) توجد علاقة ارتباطية دالة احصائياً بين امتلاك الطالب المعلم لمهارات النمذجة المناخية والمدافعة البيئية.

أهمية البحث:

تتمثل أهمية البحث الحالي في أنه:

- يأتي استجابة لتوصية التربويين بضرورة الاهتمام بإعداد المعلمين في ضوء أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة، ورؤية مصر ٢٠٣٠م.
- قد يفيد مخططي برامج إعداد وتدريب المعلمين من خلال تقديم شكل للتعليم من أجل الاستدامة يرتبط بمستحدثات الواقع من تطبيقات الذكاء

الاصطناعي وما يفرضه من تحديات الاستدامة؛ بدلاً من التعليم البيئي التقليدي.

- قد يفيد الباحثين في المجال من خلال تقديم قائمة بمهارات المدافعة البيئية والنمذجة المناخية.
- يطور أداء الطلاب المعلمين من خلال إلقاء الضوء على الوضع الحالي لمستوي معارفهم حول الاستدامة وتطبيقات الذكاء الاصطناعي ودورهم في تنميتها لدي تلاميذهم مستقبلاً.

حدود البحث: اقتصر البحث الحالي علي:

- مجموعة من طلاب الفرقة الثانية (٤٠ طالباً وطالبة) شعبة الكيمياء والفيزياء في الفصل الدراسي الأول من العام الجامعي ٢٠٢٣- ٢٠٢٤م، في الفترة من ١٠/١/ ٢٠٢٣- ١٧/ ١٢/ ٢٠٢٣، لمدة ١٢ أسبوع بمعدل ساعتين أسبوعياً.
- **مهارات المدافعة البيئية:** الاقتصار علي بعض مهارات المدافعة البيئية مثل: التفاوض والاقناع والمحاججة والاتصال وحل المشكلات؛ لمناسبتها لموضوع البحث والفئة العمرية مجموعة البحث، مع قياس الجانب الوجداني لها: والعواطف الكامنة وراء كل مهارة من مهاراتها مثل: الفخر والتعاطف والشعور بالذنب والخوف والأمل
- **مهارات النمذجة المناخية:** التعرف على النمذجة المناخية بفهم العمليات والمفاهيم الرئيسية للمحاكاة الكمبيوترية للنظام المناخي، والقراءة التحليلية لنماذج المحلية والإقليمية، وتمثيل العلاقات باستخدام الجداول والرسوم من أجل تفسير الظاهرة وحل المشكلات، وكتابة السيناريوهات المتوقعة لتأثيرات مشكلات البيئة على المناخ، مع إعداد تقرير عن صلاحية النموذج المناخي.
- **مجموعة من تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتي ترتبط بمجال البيئة والاستدامة:** الكمبيوتر الكوكبي، Global Forest Watch، مشروع Climate Interactive"وهي تقدم محاكي مناخي عالمي يعرف بـ En-Roads، "AI for Earthمن:Microsoft ، Climate AI، وأداة تتبع الأعاصير windy، بالإضافة الي برنامج PHET، والـChatGPT

منهج البحث:

لتحقيق أهداف البحث تم اتباع المنهج الوصفي التحليلي لوصف وتحليل الأدبيات ذات الصلة بمشكلة الدراسة، وإعداد التصور المقترح وإعداد أدوات الدراسة وتفسير ومناقشة النتائج، والمنهج التجريبي ذو التصميم شبه التجريبي ذو المجموعة الواحدة لقياس أثر البرنامج المقترح في تنمية مهارات المدافعة البيئية والنمذجة المناخية لدي عينة البحث.

مود وأدوات البحث: قامت الباحثة بإعداد مواد وأدوات البحث التالية: موضوعات البرنامج المقترح (كتاب الطالب)- ودليل المعلم- واختبار المدافعة البيئية، مقياس الجانب الوجداني للمدافعة البيئية- اختبار مهارات النمذجة المناخية.

مصطلحات البحث:

التعليم البيئي للتنمية المستدامة Environmental Education for sustainable development (EESD)**:** نهج تعليمي متعدد التخصصات يدعم التفكير وتصميم النظم وبناء القدرات لتطبيق مفاهيم الاستدامة في الحياة اليومية، المجتمع، والاقتصاد. يعتمد هذا النوع من التعليم على دمج القيم، المفاهيم والمهارات التي تدعم التنمية المستدامة في جميع جوانب التعليم، ويتكون من ثلاث مكونات هي: المعرفة البيئية والمهارات العملية والقيم والأخلاق، وهي ظهر كالتزام رسمي تعززه الأمم المتحدة ، بحيث تدمج مؤسسات التعليم من المرحلة الابتدائية حتى التعليم العالي التعليم من أجل التنمية المستدامة، بتمكين وتعزيز المشاركة الديمقراطية من خلال تنسيق الجوانب الاقتصادية والبيئية والاجتماعية من أجل مواجهة الاستهلاك المفرط للموارد البيئية، وتوفير حق الأجيال القادمة في تلك الموارد. (Kopnina, N., 2014, 25; United Nation,2015; Colombo et al., 2015; UNESCO, 2017)

تطبيقات الذكاء الاصطناعي Artificial intelligence applications:

مجموعة واسعة من البرامج والمساعدين الرقميين، وأنظمة الصور والروبوتات المرتكزة علي قدرة الآلة علي محاكاة العقل البشري من خلال برامج حاسوبية ومنصات تفاعلية يتم تصميمها خصيصا للتعليم بخوارزميات متقدمة للتعلم الآلي ومعالجة اللغة الطبيعية والتي تمتلك سلوكاً ذكياً يحاكي قدرات الدماغ البشري من إدراك للبيئة المحيطة، والاستجابة المناسبة لمثيراته، سواء تعلم أو تخطيط أو إيجاد الحلول للمسائل المستجدة (جونسون، ٢٠٢٠، ١٢)، (Kendall et al, 2022)

المدافعة البيئية Environmental Advocacy : هي قدرة المتعلم علي القيام بمجموعة من الاجراءات كتصور مستقبلي بشأن بعض المشكلات والقضايا البيئية المثيرة للجدل، لإحداث تغيير إيجابي لدي الطلاب من خلال عملية الاتصال الفعال، والانصات والحوار وعرض المشكلة البيئية بطريقة تستحوذ علي انتباه الطلاب وذلك باستخدام التفاوض والاقناع وتفنيد حجج الطرف الآخر بالأدلة والبراهين والدفاع في نفس الوقت عن آرائه (عبدالعال، ٢٠١٤، ٢٣٧).

وتعرفها الباحثة اجرائياً:" قدرة الطلاب علي القيام بمجموعة أنشطة بدافع من الأمل والتفاؤل والفخر لصالح مشكلة بيئية لإحداث تغيير إيجابي لدي الطلاب من خلال عملية الاتصال الفعال مع أفراد المجتمع والإنصات والحوار، وعرض المشكلة البيئية بطريقة يستحوذ بها الطالب المعلم بكلية التربية جامعة أسيوط علي انتباه الآخرين، وذلك باستخدام التفاوض والإقناع وتفنيد الحجج لحل

المشكلة البيئية، ولذلك من أجل كسب التأييد للتأثير علي صناع القرار علي مختلف المستويات لتغيير السياسة القائمة لصالح المشكلة البيئية، وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب علي مقياس مهارات المدافعة البيئية المعد لهذا الغرض".

النماذج المناخيةClimate modelling: هي نماذج رقمية وأنظمة تفاضلية تجمع بين عدة مكونات تمثل العمليات الفيزيائية في سطح الأرض والمحيطات والغلاف الجوي والغلاف الجليدي لمحاكاة التغيرات المناخية، واستجابة النظام المناخي العالمي لزيادة تركيزات غازات الدفيئة، وتُستخدم نماذج المناخ العالميةGCM Global Climate Modelling لدراسة مجموعة متنوعة من السمات المناخية مثل درجة حرارة السطح، وملامح درجة حرارة الغلاف الجوي، وهطول الأمطار، ودوران الغلاف الجوي، ودوران المحيطات، والرياح، والأنماط، وتوزيعات الثلوج والجليد(Pachauri and Meyer,2014,56-58)، (Graham and Sjökvist ,2017, 10)

مهارات النمذجة المناخية Climate modelling Skills: هي القدرة علي فهم المفاهيم الأساسية للمناخ والظواهر المرتبطة به، لإجراء التقييمات العالمية لتأثيرات تغير المناخ المتوقعة باستخدام نماذج المناخ العالمية (يشار إليها أيضًا باسم نماذج الدورة العامة أو GCMs) مع النماذج الإقليمية المتداخلة لتوفير تقديرات متسقة جغرافيًا وماديًا لتغير المناخ الإقليمي المطلوبة في تحليل التأثير، وتتضمن نمذجة المناخ استخدام نماذج الكمبيوتر لمحاكاة النظام المناخي للأرض لفهم التغيرات المناخية الحالية وتقييم الآثار المحتملة لها (Graham and Sjökvist, 2017, 10).

مهارات النمذجة اجرائياً: هي قدرة الطالب المعلم على فهم العمليات الرئيسية للنظام المناخي للأرض وخصائص أنظمة محاكاة مناخها وممارستها من خلال تحليل بعض المشكلات البيئية وتجريد الكميات وتعديل الرؤي وبناء النموذج ومعالجته حتى يستطيع الطلاب المعلمون حل المشكلة بأنفسهم وبتطوير نماذجهم واجراءاتهم لإيجاد حلول جديدة، وتفسير النتائج وتقرير صلاحية النموذج وعملية النمذجة ككل.

إجراءات البحث: تم اتباع الإجراءات التالية:

أولاً: الإطار النظري للبحث:

المحور الأول: التعليم البيئي للتنمية المستدامة ESD في مقابل التعليم البيئي:EE أكد(2022) Castellanos في دراساته حول التعليم المتعلق بالقضايا البيئية، أن هناك تياران سائدان في العالم هما:

١) **التعليم البيئي Environmental education(EE) :**

يعتبر التعليم البيئي (التربية البيئية) عملية تعليمية شمولية تمتد مدى الحياة، وهي عملية موجهة ومقصودة في المؤسسات الرسمية وغير الرسمية نحو خلق أفراد مسؤولين لاستكشاف وتحديد القضايا والمشاكل البيئية القائمة والمشاركة

في حلها واتخاذ إجراءات فعالة لتحسين أوضاع البيئة، والعمل على الحيلولة دون حدوث مشكلات بيئية جديدة، وعرف التعليم البيئي (التربية البيئية) في مؤتمر تبليسي عام ١٩٧٧ علي" أنه عملية إعادة توجيه وربط مختلف فروع المعرفة والخبرات، من أجل الإدراك المتكامل للمشكلات، والقيام بأعمال عقلانية للمشاركة في مسئولية تجنب المشكلات والارتقاء بنوعية البيئة"(صاب وسوالمية، ٢٠١٨، ١١١)

عرفه مطاوع (٢٠٠٥) بأن مفهوم التعليم البيئي قد انتقل من النظرة التي تحصره في دراسة الجوانب البيولوجية البيئية إلي مفهوم أشمل وأعمق يضم الجوانب الطبيعية والاقتصادية، والاجتماعية، والثقافية لكل موضوعا بيئي في أسلوب تكاملي مترابط يبرز الصلة بين هذه الجوانب، وتكوين جيل واع ومهتم بالبيئة ومشكلاتها، وله من المعارف والقدرات العقلية والشعور بالالتزام ما يتيح له المشكلات القائمة وأن يحول بينها وبين العودة إلي الظهور"(الجعفري، ٢٠١٠، ٨١-٨٢)،(الطنطاوي، ٢٠١٢، ٢٠٩)

ومن ثم يعتبر التعليم البيئي EE أساس للتنمية المستدامة بمفهومها المعاصر في مجتمعاتنا الحالية، حيث أن حماية البيئة والحفاظ علي مواردها من أهم أبعاد التنمية المستدامة التي ترتبط بوعي الفرد وفهمه البيئي بواسطة وسائل الإعلام المختلفة أو من خلال التربية البيئية داخل المؤسسات التربوية، إلا أنها لا تزال تعاني من القصور سواء في المحتوي أو طرق التدريس أو الأنشطة (عبد العال، ٢٠١٤، ٢٣٠)،(أبو دهب، ٢٠٢٣، ٣٢٧)، ومن هنا وجب علي المؤسسات التعليمية بذل المزيد من الجهد من أجل تنمية مفاهيم ومهارات الاستدامة ضمن مناهج التعليم البيئي، وإعداد وتدريب المعلمين سواء قبل الخدمة أو أثناء الخدمة كضرورة هامة لتحقيق أهداف التعلم من أجل الاستدامة(الدفراوي، ٢٠١٩، ١٣٢)

٢) **التعليم من أجل التنمية المستدامة Education for sustainable development (ESD):**

يعد التعليم من أجل التنمية المستدامة نموذجًا مُتقدّمًا من أنواع التعليم المعاصر المتمركز حول البيئة، ظهر بعد مفهومَي "التعليم للحفاظ على الطبيعة " (Nature conservation education) و"التعليم البيئي (Environmental Education) " وهو يركز على زيادة إشراك المواطنين في قضايا التنمية المستدامة، وزيادة فهم الروابط بين البيئة والاقتصاد والثقافة، وكيفية تأثير الممارسات اليوم في الأجيال القادمة ، فهو الالتزام الرسمي الذي تعززه الأمم المتحدة ، حيث يستجيب هذا الاتجاه لتعقيد البيئة واتحادها بالعوامل البيولوجية والفيزيائية والاجتماعية والثقافية والاجتماعية والاقتصادية، مع التركيز على تعزيز السلوكيات البيئية والأفكار النقدية في مواجهة الاستهلاك المفرط (Colombo et al., 2015)

ظهرت فكرة التعليم من أجل التنمية المستدامة ESD لأول مرة في وثائق الأمم المتحدة في النصف الثاني من القرن العشرين، لتنفيذ السياسة الرئيسية للوثائق التي اعتمدها العالم في مؤتمر الأمم المتحدة المنعقد عام ١٩٩٢م في ريو

دي جانيرو بعنوان قمة الأرض لتغيير النظرة إلي الوعي البيئي العالمي من التركيز علي الظواهر البيئية إلي البحث عن العوامل الاقتصادية والسياسية والاجتماعية المسؤولة عن تخليق هذه الأزمات البيئية، بهدف وضع أسس بيئية عالمية للتعاون بين الدول النامية والمتقدمة من منطلق المصلحة المشتركة لحماية مستقبل الأرض ومن منطلق أن "التعليم عامل حاسم في التغيير؛ تغيير لمستقبل أقل وآمن ومستدام"، هذه الأسس ضمنت في إعلان "ريو" ٢٧ مبدأً للتنمية المستدامة، وخلال هذه القمة تم إنشاء ثلاث اتفاقيات بيئية: اتفاقية التنوع الحيوي، واتفاقية تغير المناخ، واتفاقية توافق عالمي بشأن إدارة أنواع الغابات وحفظها وتنميتها المستدامة، وفي فترة انعقاد الأمم المتحدة (٢٠٠٥- ٢٠١٤) أعلن مكتبها بأن التعليم من أجل التنمية المستدامة ESD هو عملية حياتية تتجاوز بكثير حدود التعليم الرسمي، فهو شكل من أشكال التعلم مدي الحياة قائم علي خلق ظروف لتطوير الوعي البيئي وتشكيل الثقافة البيئية(Anastasia,2015)، وبناء على نتائج الأمم المتحدة للتعليم من أجل التنمية المستدامة The UN Decade of Education for Sustainable Development. DESD، أعد فريق من خبراء اليونسكو برنامج عالمي تم إعلانه في مؤتمر بإسم التعليم من أجل التنمية المستدامة ESD في اليابان عام ٢٠١٤ لتحقيق أهدافDESD من خلال أنشطة العلوم في كل المجالات التربوية والعلوم الإنسانية والاجتماعية والثقافية والاتصال، فعلم الاستدامة يتضمن العلوم الآتية: (أحمد ، ٢٠٢٠، ٦)

- **العلوم:** علم الأحياء، وعلوم الأرض، وعلوم البيئة، والتغير البيئي العالمي، الكيمياء الخضراء، والبرمجة العصبية، عليم البحار والمحيطات، وعلم الفيزياء.
- **الهندسة والتصميم:** المحاكاة الحيوية والتصميم والتصنيع، التصميم البيئي، وتصميم المجتمعات المستدامة.
- **التعليم:** محو الأمية المناخية، محو الأمية البيئية، التربية البيئية، التفكير التصميمي، دراسات المستقبل والتقويم الشامل، ومحو الأمية الجغرافية، والألعاب التعليمية، التعلم الاجتماعي العاطفي، وأنظمة التفكير.
- **العلوم الاجتماعية والإنسانيات:** الإبداع والفنون، وعلم النفس البيئي، والتاريخ البيئي والفلسفة وعلم النفس الاجتماعي.

فالتنمية المستدامة هي عملية تنموية شاملة تقوم على التوازن بين التنمية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية بشكل يعزز من إمكانات الحاضر والمستقبل للوفاء باحتياجات الانسان وتطلعاته " (حجازي وآخرون،٢٠١٧، ١٩٩)، ولتحقيق التنمية المستدامة لابد من تحقيق التوازن بين ثلاثة عناصر أو أبعاد أساسية وهي: النمو الاقتصادي، والإدماج الاجتماعي، وحماية البيئة، وهي عناصر مترابطة وحاسمة لرفاهية الفرد والمجتمع، وتتمثل أهداف التنمية المستدامة **السبعة عشر فيما يلي**: (United Nation,2015).

١) القضاء على الفقر بجميع أشكاله

٢) القضاء على الجوع بتعزيز الأمن الغذائي والتغذية المحسنة والزراعة المستدامة
٣) تمتع الجميع بأنماط عيش صحية وبالرفاهية في جميع الأعمار
٤) تكافؤ فرص التعليم الجيد للجميع، وتعزيز التعلم مدي الحياة.
٥) المساواة بين الجنسين وتمكين جميع النساء والفتيات.
٦) ضمان توافر المياه وخدمات الصرف الصحي للجميع، مع إدارتهما بصورة مستدامة
٧) حصول الجميع على خدمات الطاقة الحديثة والمستدامة بتكلفة مبسطة.
٨) تعزيز النمو الاقتصادي المستدام للجميع.
٩) إقامة بنيات أساسية قادرة على الصمود وتشجيع الابتكار والتصنيع الشامل.
١٠) الحد من التباين داخل البلدان
١١) جعل المدن والمستوطنات البشرية آمنة ومستدامة.
١٢) وجود أنماط استهلاك وإنتاج مستدامة
١٣) التصدي لتغير المناخ وآثاره باتخاذ اجراءات عاجلة.
١٤) حفظ المحيطات والبحار والموارد البحرية واستخدامها على نحو مستدام.
١٥) حماية النظم الإيكولوجية البرية وإعادتها إلى حالتها وتعزيز استخدامها على نحو مستدام، وإدارة الغابات على نحو مستدام، ومكافحة التصحر وعكس مسار التدهور البيئي، ووقف فقدان التنوع البيولوجي.
١٦) إقامة مجتمعات مسالمة لا يهمش فيها أحد، وإتاحة إمكانية لجوء الجميع إلى القضاء.
١٧) تقوية الشراكة العالمية المتميزة بين كافة الهيئات والكيانات لتحقيق التنمية المستدامة.

والتعليم من أجل الاستدامة ESD هو من الركائز الهامة لتحقيق تلك الأهداف الأممية، بتنفيذ مجموعة من المبادئ الارشادية: مبدأ رفع الوعي واستيعاب كل فئات المجتمع لقضايا التنمية المستدامة، ومبدأ المسئولية المشتركة لكل فئات المجتمع تجاه الحد من ضغوط التنمية على البيئة والمجتمع، ومبدأ الوقائية من خلال تجنب الأنشطة التي تمثل تهديد على البيئة وصحة الإنسان، حيث عرفته هيئة ضمان جودة التعليم العالي بالمملكة المتحدة بأنه" عملية تزويد المتعلمين بالمعارف والمهارات والصفات المطلوبة للعمل والحياة بطريقة تحمي المصالح البيئية، والاجتماعية والاقتصادية لكل من الأجيال الحالية والأجيال المستقبلية" (Quality Assurance Agency for higher education,2014,5)

وبالتالي فالتعليم البيئي من أجل التنمية المستدامة Environmental Education Sustainable for Development(EESD) هو نهج تعليمي

يهدف إلى تعزيز الوعي البيئي وبناء القدرات لتطبيق مفاهيم الاستدامة في الحياة اليومية، المجتمع، والاقتصاد، يعتمد هذا النوع من التعليم على دمج القيم، المفاهيم، والمهارات التي تدعم التنمية المستدامة في جميع جوانب التعليم، ويعتبر جزءًا حيويًا من الجهود العالمية لتحقيق أهداف التنمية المستدامة (SDGs)، وخاصة الهدف الرابع المعني بالتعليم الجيد، وهو يهدف إلي:((Sterling, 2001)(UNEP,2016),(UNESCO,2017

- تعزيز الوعي البيئي: يعمل EESD على تعزيز الوعي البيئي لدى الأفراد، مما يدفعهم إلى اتخاذ إجراءات لحماية البيئة والمحافظة عليها.
- تغيير السلوكيات: يهدف إلى تغيير سلوكيات الأفراد والمجتمعات تجاه البيئة، عن طريق تقديم حلول مستدامة للمشاكل البيئية.
- بناء القدرات: EESD يسعى لبناء قدرات الأفراد ليكونوا عوامل تغيير في مجتمعاتهم، قادرين على اتخاذ قرارات مستدامة.
- تعزيز التفكير النقدي والمشاركة: يشجع على تنمية التفكير النقدي والمشاركة الفعّالة في صنع القرار المتعلق بالقضايا البيئية والاجتماعية.

مما سبق نجد أن أحد الاختلافات بين EESD و EE هو أن EESD يظهر ميلًا أكبر نحو الإنسان كمحور للبيئة ؛ فهو يشمل: التعليم من أجل السلام ، التعليم من أجل الصحة ، والتعليم حسب نوع الفرد، والتعليم الشامل، ومن هنا ظهرت أهمية تضمين قضايا الاستدامة ضمن برامج إعداد وتدريب وتطوير المعلم مهنياً، حيث ظهور ما يعرف بثقافة الاستدامة Sustainability Literacy كمجموعة من المهارات التي تتيح المشاركة الفعالة والتأثير في مجالات متنوعة من الحياة الاجتماعية، فهي أكثر من مجرد نقل المعرفة الجديدة، بل هي تعلم طرح الأسئلة الناقدة، ووضع التنبؤات المستقبلية الايجابية، وتوضيح قيم الفرد، والتفكير بمنهجية، واستكشاف الجدلية بين التقاليد والابتكار، والمساهمة في إعادة التفكير فيما يخص المجتمع والبيئة لدي الفرد والمجتمع(Tilbury, 2011, 13)، وعلي هذا تبنت مصر رؤية للتنمية في ضوء أهداف التنمية المستدامة عرفت برؤية مصر٢٠٣٠م، كإطار عام يهدف لتحسين جودة الحاضر بما لا يخل بحقوق الأجيال القادمة في حياة أفضل، كما تركز الاستراتيجية على مفاهيم" النمو الاحتوائي والمستدام والتنمية الإقليمية المتوازنة"، بما يؤكد على مشاركة الجميع في عملية البناء والتنمية (رئاسة مجلس الوزراء، ٢٠١٩).

مما دفع الكثير من الدراسات بتضمين التنمية المستدامة وأهدافها في مقررات ومناهج التعليم قبل الجامعي مثل: غانم(٢٠١٦)، شهدة(٢٠١٧)، البهي(٢٠١٧)، الشعبي(٢٠١٨)، Tsakeni(2018)، Kanapathy, et al, (2019) ، وفي مجال إعداد المعلم عامة ومعلم العلوم بصفة خاصة اهتمت دراسات مثل: هاشم(٢٠١٢)، إسماعيل(٢٠١٦)، محمد(٢٠١٧)، ابن قرين(٢٠١٧)، Schuler, et al(2018)، Jegstad, et al (2018)، الباز(٢٠١٩)، سليمان(٢٠٢٠)، محمد(٢٠٢٢).

المحور الثاني: المدافعة البيئيةEnvironmental advocacy

يأتي مصطلح " Advocacy " بمعني المجادلة لصالح قضية أو فكرة للتأثير على صناع القرار من أجل التغيير الإيجابي (The International Center for Not-for-Profit Law,2016)، وتتطرق المدافعة إلى العديد من الموضوعات مثل الدفاع عن الحقوق وتحقيق العدالة الاجتماعية وتقديم الخدمات والمساعدات للأفراد المهمشين، كما استخدمه رجال الدين والقانون والحقوقيين والمهتمين بالتنمية وحقوق الإنسان لدفع المظالم ونصرة أصحاب الحقوق، وامتد إلي مجال البيئية نتيجة الحاجة إلي مساندة قضايا البيئة وكسب الرأي العام للدفاع عن البيئة والحفاظ علي حقوق الأجيال القادمة في مواردها(درويش، ٢٠١٩، ٣٠٩٢)، لأنها تسهم في تنمية مهارات الطلاب وزيادة إدراكهم للمخاطر المحيطة للحد من المشكلات البيئية وما يترتب عليها ومن ثم تحقق رفاهية المجتمع (الجمعية الموريتانية لحقوق الإنسان، ٢٠١٦، ٥٩).

يعرف السيد(٢٠١٧، ١١١): المدافعة البيئية بأنها عملية تقوم على الجمع بين الشركاء من مختلف القطاعات في المجتمع وذلك لتدعيم الخدمات بينهم في مختلف المستويات للمساعدة في التغير المطلوب في قضايا البيئة مما يساهم في اتخاذ القرارات لتحقيق الشفافية والمساءلة والمعلومات.

المدافعة البيئية تؤكد علي:

- ✓ تطوير فهم المشكلات والمخاطر البيئية، وتعزيز مشاركة المجتمع المدني من خلال بناء القدرات رفع مستوي الوعي العام(Miller, 1994)
- ✓ التخطيط المسبق لإحداث تغيير في الوضع الراهن المرتبط بإحدى القضايا أو المشكلات البيئية للوصول إلى ما ينبغي أن يكون.
- ✓ تحقيق جملة من الأهداف لدي المعلمين منها: إشراكهم في عملية التأييد والمساندة ودعم القضايا البيئة الهامة، مما ينمي معه الاعتماد المتبادل والتفاعل مع الأعمال الجماعية، وترسيخ آليات الحوار القائم علي التشاور والتفاوض والإقناع، واحترام الآراء المختلفة كأسلوب حضاري لإدارة الصراعات وحل النزاعات حول القضايا البيئية المختلفة والتي لا يمكن التطرق إليها علي المستوي الفردي، ولابد من التأييد والمساندة وبذل الجهد من قبل الآخرين لمعالجتها الأمر الذي يسهم بدوره في تكوين مدافعين بيئيين (Burns& Norris ,2009)، (الشحري، ٢٠١٩).
- ✓ **الجانب الوجداني**: حيث اهتمامات وميول وعواطف الأفراد، فالقرارات البيئية تتضمن قضايا معقدة ومتعددة الجوانب ذات عواقب طويلة الأجل (Larson et al., 2015)ويمكن أن تؤثر الاستجابات العاطفية للأشخاص بشكل كبير على مواقفهم وأفعالهم(Davidson and Kecinski,2022) ، كما يمكن للعواطف الإيجابية مثل التعاطف والاهتمام بالطبيعة أن تحفز الأفراد على الانخراط في سلوكيات صديقة للبيئة، مثل إعادة التدوير أو دعم جهود الحفاظ على البيئة على العكس من ذلك، يمكن أن تعيق العواطف

السلبية مثل الخوف أو الإنكار العمل البيئي أو تؤدي إلى ممارسات غير مستدامة .(Berenguer, 2007).

- ✓ كما تؤكد علي ايمان المدافعين بالقضية التي يدافعون عنها(السيد، ٢٠٧، ١١٤)، حيث يجب علي صناع السياسات والمعلمين والمدافعين تعديل رسائلهم واستراتيجياتهم لجذب مشاعر الناس بطرق تلهم الإجراءات البيئية الإيجابية.

مهارات المدافعة البيئية: اهتم العديد من الباحثين بتحديد مهارات المدافعة البيئية كل حسب وجهة نظره وتوجهاته ، ويمكن تلخيص أهم ما اتفقوا عليه من مهارات وهي: (solmonson(2010، محمد (٢٠١١)، عبد العال(٢٠١٤)

- **مهارة التفاوض:** الحصول على أفضل نتيجة محتملة بين طرفيين مختلفين، عن طريق قبول حل وسط وتسوية ودية.
- **مهارة الإقناع**: عملية مقصودة لتغيير مفاهيم أو اتجاهات الفرد باختياره ورضاه.
- مهارة المحاجة: قدرة الفرد على تفنيد حجج الطرف الآخر بالأدلة والبراهين الاستدلالية والواقعية.
- **مهارة الاتصال**: العملية التي تتم من خلالها نقل رسالة (مكتوبة أو منطوقة) من مرسل لمستقبل بهدف تغيير السلوك.
- **مهارة الحوار:** نقاش بين طرفين أو أكثر لنقل المعلومات وتبادل الآراء والأفكار بهدف الوصول للحقيقة.
- **مهارة العرض والإلقاء:** عرض المعلومات والأفكار بطريقة تستحوذ بها على انتباه الآخرين
- **مهارة إدارة الصراعات وحل المشكلات**: آلية توجيه النزاع بين الأفراد والجماعات

آليات تحقيق المدافعة البيئية: (درويش، ٢٠١٩، ٣٠٩٩- **٣٠١٠١)**، (الشحري، ٢٠١٩، ٢٥١)

١. **تحديد الهدف من المدافعة البيئية:** بمعني تحقيق التوازن بين ما يجب علينا فعله عند راسة مشكلة أو قضية ما، وما نرغب في فعله.
٢. **جمع البيانات والحصول على المعلومات وفهمها بعمق:** من مصادر موثوقة، حيث أكدKarim (٢٠٢٣، ٧٧٧) أن تعميق المستوى المعرفي لدى الأفراد قد يساهم في عمليات المدافعة البيئية لأنه يمكنهم من التفكير المتعمق وفهم البيئة، والمشاكل التي تعاني منها المجتمعات.
٣. **تحديد الجمهور المستهدف من المدافعة البيئية:** وهي الجهات أو الأشخاص التي يمكن أن تكون داعمة للهدف، أو تحتاج إلى إقناع وتفاوض لتكون مساندة للهدف المرتبط، مع تحديد دور كل شخص أو جهة ودرجة تأثيره في عملية اتخاذ القرار المطلوب.

٤. **صياغة رسالة المدافعة البيئية:** والتي يجب أن تتسم بالدقة والإيجاز والوضوح، وبصور تثير التعاطف والاهتمام بالبيئة سواء بالأمل التفاؤل أو الشعور بالذنب والفخر، لتناسب الجمهور المستهدف Chan EY, Howie K and Septianto F (2023)
٥. **بناء التحالفات وعلاقات الثقة مع الآخرين**: فكلما زاد عدد الأفراد والمنظمات الداعمين والمساندين للقضية زادت فرص النجاح.
٦. **تقديم عروض مقنعة:** عن طريق الاعداد الجيد للحجج المقنعة والعرض الفعال.
٧. **تقييم جهود المدافعة** (الأطراف التي نظمت ونفذت المدافعة): بمراجعتها لمعرفة مدي نجاحها في تحقيق أهدافها ومدي الاستفادة من المراجعة والتقييم في التخطيط لحملات مدافعة مستقبلية.

ولأن المدافعة البيئية تعتمد بشكل كبير علي التأثير عي متخذي القرار والضغط لتغيير السياسات لإحداث التغييرات المطلوبة، لذا فإن الأمر يتطلب القيام بسلسلة من الأنشطة المرتبطة بمشكلة معينة، لكسب التأييد وتكوين جبهات الدفاع والتسويق الإعلامي الكافي....وغيرها، ولهذا أصبحت تنمية مهارات المدافعة البيئية لدي الطلاب منذ الصغر أمراً ضرورياً لتنشئة جيل من المدافعين البيئيين قادر علي تطوير أداء المجتمع(Johnson, et al., 2014)، ومن ثم أوصت العديد من الدراسات بالمدافعة البيئية وتنميتها عبر المناهج الدراسية في مراحل تعليمية مختلفة؛ مثل دراسة: (Whelan, 2002)،(Niblett,2012)، السيد(٢٠١٧)، درويش(٢٠١٩)، الشحري(٢٠١٩)، وأحمد(٢٠٢١)، محمد وأحمد(٢٠٢٢)، أبو دهب(٢٠٢٣)، (فضل الله ومحمد ومحمود ، ٢٠٢٤)

المحور الثالث: النمذجة المناخية Climate Modelling:

النمذجة Modelling : هي عملية غير خطية تتضمن معالجة العناصر وتمثيل الظواهر بصورة مبسطة بمحاكاتها بالعالم الحقيقي، وذلك عن طريق الوصف والتحليل وشرح كيفية حدوثها، من أجل توضيح وتفسير كيفية حدوث بعض العمليات والظواهر بما يساعد علي التنبؤ بها (Zbiek&Conner, 2006, 91)، وتتنوع النمذجة عامة بين النمذجة المفاهيمية(إعطاء معني أو تشبيه لتقريب استيعاب المفهوم) والمادية(استخدام رسوم ومجسمات ووسائل مادية) والنمذجة الرياضية(تجريد الظواهر الفيزيائية برموز ومعادلات أو إيجاد علاقات رياضية لوصف الظواهر)(الحبشي والصادق، ٢٠١٣، ١٥١).

ونمذجة المناخ هي: محاكاة متطورة لمناخ الأرض عبر برامج الكمبيوتر من خلال نموذج رياضي يتضمن مجموعة من المعادلات التفاضلية التي تلخص العمليات الفيزيائية والبيوجيوكيميائية الرئيسية للأرض، وقوانين فيزيائية تصف ديناميكية الجو والمحيطات، من خلال تزويد الحاسوب ببيانات لتحليلها لإنتاج نماذج لمناخ الأرض لعدة أشهر أو سنوات في المستقبل، بالنمذجة المناخية يتم معرفة التغيرات الجارية في المناخ نتيجة للأنشطة الحالية والتنبؤ بها مستقبلاً

ومقارنة نتائجها مع التغيرات المقاسة فعلاً بأجهزة الرصد، مما يحدد مصداقيتها ويزيد من ثقتها والاعتماد عليها(Dangermond & Artz, 2010,2)، (أبو هشيمه وعيسي، ٢٠٢١، ٦٨)، حيث تقسم النماذج المناخية الغلاف الجوي إلى سلسلة من" الخانات" تتميز بخصائص عدة مثل درجة الحرارة، والضغط، والرطوبة، وسرعة الرياح، وما إلى ذلك، ثم تحسب تفاعلاتها بواسطة معادلات رياضية كلما كانت المربعات صغيرة، كان النموذج دقيقاً جغرافياً، ويتطلب قدرة حسابية أكبر (سياما، ٢٠١٥، ٢٥).

وتتضمن نمذجة المناخ العالمي خطوات: إعداد السيناريوهات، وتشغيل النموذج، وبيانات ما بعد المعالجة، وتصور النتائج، وبناء عليه يتكون النموذج المناخي من ثلاثة مكونات أساسية: (١) مجموعة من المعادلات الرياضية للتنبؤ بالتغيرات الزمنية والتوزيعات المكانية للظروف الجوية، بما في ذلك (أ) الحفاظ على الزخم الجوي (قانون نيوتن الثاني للحركة) للرياح ثلاثية الأبعاد، (ب) قانون حفظ الطاقة الحرارية (القانون الأول للديناميكا الحرارية) لدرجة الحرارة، (ج) قانون حفظ كتلة الماء لرطوبة الهواء، (د) قانون حفظ كتلة الهواء (المعادلة المستمرة)، و (هـ) معادلة ولاية. (٢) المخططات (التقريبات والافتراضات، وما إلى ذلك) والبارامترات (التعبير عن البارامترات والعمليات غير المعروفة باستخدام متغيرات الغلاف الجوي المعروفة) لوصف العمليات الفيزيائية الجوية. (٣) الخوارزميات العددية لحل المعادلات وهي غير خطية بطبيعتها وتتضمن اضطرابا بدون حلول تحليلية. عادةً ما يشتمل النموذج المناخي أيضًا على بعض العمليات الكيميائية.(Yongqiang, et all,2024) ، (https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/))

أنواع نماذج المناخ: يمكن تصنيف نماذج المناخ إلي:(Millar et al., 2017)،

- **النماذج التجريبية**: مبنية على الملاحظات والدراسات التجريبية، وتسمح بدراسة مكونات النظام وليس العمليات وتقتصر على السجلات السابقة.
- **النماذج العددية**: تستخدم الفيزياء الأساسية لمحاكاة تفاعلات غلاف الأرض الجوي والمحيط والتضاريس والغلاف الجليدي، ويمكن استخدامها للماضي والحاضر والمستقبل، مثل Global climate GCM model(Bush, https://serc.carleton.edu)، وتستخدم لأغراض متنوعة من دراسة ديناميكيات النظام المناخي إلى تقدير مناخ المستقبل.
- **النماذج الصندوقية**: تستخدم النماذج الصندوقية بشكل كثيف لنمذجة الأنظمة البيئية أو الأنظمة الحيوية وفي دراسات دوران المحيطات ودورة الكربون.
- **النماذج الوصفية**: يمكن أن تتضمن النماذج المناخية روايات وصفية إلى حد كبير عن العقود المستقبلية المحتملة، مثل تلك المستخدمة في

بناء السيناريو، وأنه يتم استخدام النماذج الكمية والوصفية معًا، مثل نماذج التأثيرات على الموارد المائية والتنوع البيولوجي وخدمات النظم الإيكولوجية على الأرض والمياه الداخلية والمحيطات والأجسام الجليدية، وكذلك على البنية التحتية الحضرية والإنتاجية الزراعية والصحة والنمو الاقتصادي والفقر.(IPCC,2014,58)

طوبولوجية النماذج Models Typology: تتم النمذجة عادة حسب اتجاهين: من النموذج إلى الحقيقة: تهدف للوصول للحقيقة وهي تلك النماذج المستخدمة في التنبؤ، و**من الحقيقة إلى النموذج:** قيم تم رصدها بالفعل ودراسة اتجاهاتها، فالنماذج المناخية أدوات حاسمة لفهم الظروف المناخية الحالية، وتوقع التغيرات المناخية المستقبلية، وتقييم الآثار المحتملة لهذه التغييرات، وبالتالي فإن **الجوانب الرئيسية لنمذجة المناخ هي:** (الحداد وآخرون، ٢٠١٠، ١٤٧)،(أبو الفضل، ٢٠١٤، ١٠)، (أبو هشيمه وعيسى، ٢٠٢١، ٧٧)

١) **الغلاف الجوي:** نماذج تحاكي سلوك الغلاف الجوي للأرض، بما في ذلك درجة حرارة الهواء والضغط وأنماط الرياح وتوزيع الغازات.
٢) **المحيط:** تأخذ في الاعتبار درجة الحرارة والملوحة والتيارات والتفاعلات مع الغلاف الجوي. إنها تحاكي حركة الحرارة وامتصاص المحيطات لثاني أكسيد الكربون.
٣) **سطح الأرض:** تأخذ هذه النماذج في الاعتبار العمليات الأرضية مثل نمو الغطاء النباتي، ورطوبة التربة، وتبادل الطاقة والمياه بين سطح الأرض والغلاف الجوي.
٤) **الجليد والثلج:** تتضمن النماذج مكونات للأنهار والصفائح الجليدية والجليد البحري، مما يسمح بمحاكاة التغيرات في مدى الجليد وحجمه.
٥) **الطرق العددية:** تستخدم النماذج المناخية طرقًا عددية لحل المعادلات المعقدة التي تمثل العمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية في النظام المناخي.
٦) **المعلمات (البارامترات):** فهي معادلات إضافية يستخدمها GCM لحساب المتغيرات بناءً على العلاقات المشتقة من الملاحظات أو التجارب أو التحليل النظري.
٧) **سيناريوهات الإجبار:** تستخدم النماذج المناخية سيناريوهات مختلفة لانبعاثات الغازات الدفيئة المستقبلية وعوامل أخرى (مثل التغيرات في استخدام الأراضي) لتوقع الظروف المناخية المستقبلية.
٨) **التحقق والتقييم:** يتم التحقق من صحة النماذج المناخية وتقييمها من خلال مقارنة مخرجاتها بالبيانات المناخية المرصودة.
٩) **عدم اليقين ونمذجة المجموعة:** تعترف النماذج المناخية بأوجه عدم اليقين الكامنة في التنبؤ بالظروف المناخية المستقبلية. تتضمن نمذجة المجموعة إجراء عمليات محاكاة متعددة لمراعاة حالة عدم اليقين هذه.

١٠) **التطبيقات:** تُستخدم النماذج المناخية لتوقع التغيرات المستقبلية، وتقييم التأثيرات المناخية الإقليمية، واتخاذ قرارات سياسية مستنيرة، فلها دورًا حاسمًا في التقييمات التي تجريها الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC).

مهارات النمذجة المناخية Climate Modelling Skills:

من أجل بناء معرفة الطلاب بتغير المناخ وقضايا البيئة ينبغي امتلاكه مهارات تتمثل في: قراءة وتحليل نماذج المناخ المحلية والإقليمية، وفهم العمليات الرئيسية لمحاكاة الكمبيوتر للنظام المناخي للأرض وخصائصها، وظواهر محددة مثل الأعاصير أو ظاهرة النينو والتذبذب الجنوبي أو ديناميكيات الأنهار الجليدية، ومحاكاة أو تخطيط أو تجسيد لبعض الظواهر البيئية باستخدام الكمبيوتر لبناء تقييمات، وإعداد السيناريوهات لتأثيرات تغير المناخ المتوقعة باستخدام نماذج المناخ العالمية(يشار إليها أيضًا باسم نماذج الدورة العامة أو GCMs) مع النماذج الإقليمية لتوفير تقديرات متسقة جغرافيًا وماديًا لتغير المناخ الإقليمي المطلوبة في تحليل التأثير، وبالتالي يصبح الفرد قادراً علي إعداد السيناريوهات، وتشغيل النموذج من حيث بيانات ما بعد المعالجة، وتقرير صلاحية النموذج من خلال مقارنة مخرجات النموذج مع قياسات العالم الحقيقي، وعملية النمذجة ككل(Graham and Sjökvist, 2017, 10)، ومن مهارات النمذجة أيضاً مهارات الاتصال، حيث غالبًا ما تتضمن تعاونًا متعدد التخصصات بين العلماء ذوي الخبرة في مختلف المجالات ضمن فريق من أجل تبادل المعرفة، والاستفادة من وجهات النظر المتنوعة، وتعتبر مهارات الاتصال الكتابية والشفوية القوية ذات قيمة لتقديم المفاهيم العلمية المعقدة بطرق يسهل الوصول إليها، وكذلك مهارات إعداد التقارير الخاصة بتطوير النمذجة المناخية بالمركز وعمليات الإسقاط المناخي، وبالتالي يهدف استخدام نماذج المناخ إلى أن يصبح الطالب قادراً علي: (Bush, **2019,** https://serc.carleton.edu/teachearth)

- فهم علوم المناخ الفيزيائية بما في ذلك تأثير الاحتباس الحراري، والتأثيرات الطبيعية والبشرية على المناخ العالمي، والاختلافات بين الطقس والمناخ.
- فهم برامج الكمبيوتر الأساسية المستندة إلى سطح المكتب ولا تشمل تطبيقات الأجهزة اللوحية.
- قراءة نماذج المناخ واستنتاج العلاقات من البيانات النموذجية والمرصودة.
- الفهم الأساسي لدورة الكربون العالمية، وعلاقة المحيط بالمناخ العالمي والإقليمي، وكيفية إجراء العلماء للبحث/استخدام التكنولوجيا العلمية.
- توقع وكتابة الآثار المحتملة لتغير المناخ على النظم الإيكولوجية للأرض والمجتمعات البشرية.

المحور الرابع: تطبيقات الذكاء الاصطناعي ودورها في تعلم موضوعات البيئة:

وفقاً لــ "براد سميث" الرئيس والمدير القانوني في شركة مايكروسوفت، فإن الذكاء الاصطناعي وعلوم البيانات، بالإضافة الى الخبرة المتمثلة في العلوم البيئية والمساعدات الإنسانية، ستساعد على إنقاذ المزيد من الأرواح وتخفيف المعاناة وذلك عن طريق تحسين الطرق التي تتنبأ بحدوث وتعزيز وسائل للتعامل مع الكوارث قبل أو بعد وقوعها، لذلك اطلقت مايكروسوفت برنامج" الذكاء الاصطناعي من أجل الأرض AI for Earth " والذي تطور عام ٢٠٢٠ إلي بناء منصة متاحة للعامة تعرف بالكمبيوتر الكوكبي The Planetary Computer، والذي يهدف الى حماية كوكبنا من خلال استخدام علم البيانات، وتبلغ مدة البرنامج خمس سنوات، حيث يقوم البرنامج بنشر خبرة مايكروسوفت في مجال البحث والتكنولوجيا في تقنيات الذكاء الاصطناعي في القطاعات الأربعة الرئيسية : الزراعة والمياه والتنوع البيولوجي وتغير المناخ، حيث مكّن البرنامج الأفراد والمنظمات من تطوير حلول مبتكرة للطريقة التي تراقب بها الأنظمة الطبيعية للأرض (موقع شركة ميكروسوفت)

فعادة ما يستخدم التصوير الفضائي الذي يعتمد على الأقمار الصناعية بشكل تقليدي لجمع البيانات المتعلقة بالمناخ الأرضي، والتطورات الأخيرة في مجال الذكاء الاصطناعي وفرت طريقة جديدة لتحسين دقة هذه النماذج حيث تتمتع تقنية الذكاء الاصطناعي بما تقدمه خوارزميات التعلم الآلي المتقدمة من تحليل مجموعات بيانات واسعة؛ بالقدرة على توفير دقة معززة في النماذج المناخية المعتمدة على الأقمار الصناعية من خلال تحليل كميات كبيرة من البيانات بسرعة ودقة أكبر من أي وقت مضى، هذا مفيد بشكل خاص في الحالات التي تكون فيها البيانات المناخية شحيحة أو يصعب تفسيرها، وهو ما توفر في التطبيقات التالية:

أ) يستخدم Global Forest Watch الذكاء الاصطناعي لتحليل الصور الفضائية وتحديد فقدان الغابات في الوقت الفعلي وتقديم بيانات حية عنها، مما يساعد علي فهم التغيرات في الغابات وتأثيراتها البيئية.

ب) مشروع:"Climate Interactive" يستخدم الذكاء الاصطناعي ونماذج المحاكاة لمساعدة الطلاب في فهم تأثيرات التغير المناخي من خلال تفاعلات نموذجية. يوفر هذا البرنامج أدوات تحليلية لتقدير تأثيرات السياسات البيئية المختلفة، ويعزز فهم الطلاب لكيفية تأثير قرارات السياسة على التغير المناخي ويوفر تجارب تعليمية عملية، حيث يقدم محاكي مناخ عالمي يعرف بـ:En-ROADS وهو نموذج ديناميكي للنظام مبني بعناية على أفضل العلوم المتاحة، وتم معايرته مقابل مجموعة واسعة من نماذج التقييم والمناخ والطاقة المتكاملة الموجودة. يعمل En-ROADS على

كمبيوتر محمول عادي في جزء من الثانية، ومتاح مجانًا عبر الإنترنت، ويقدم واجهة سهلة الاستخدام، ومتاح بأكثر من اثنتي عشرة لغة

لقد وفر الذكاء الاصطناعي للباحثين استراتيجيات مختلفة للتعلم الآلي لتسريع عملية نمذجة المناخ، وتقليل تكاليف الطاقة، ومراقبة بيانات الطقس، ومراقبة الجودة في الوقت الحقيقي للبيانات الرصدية، وتفسير الشذوذ، وتعلم معادلات التفاضل الحاكمة، وتصحيح التحيز غير الخطي، وتحديد الخصائص البصرية للأرصاد الجوية المائية والهباء الجوي، وتطوير مخططات تحسين المعلمات، وبناء نماذج خطأ أفضل، وتعلم معادلات الحركة الأساسية، وتقدير عدم اليقين، وتصحيح الأخطاء للتنبؤات الموسمية، وهنا يذكر شنايدر: "لقد وجدنا أن نماذج التعلم الآلي يمكن أن تكون أكثر نجاحًا من النماذج الفيزيائية في محاكاة ظواهر معينة، وأعتقد أن الهدف الأسمى هو استخدام التعلم الآلي أو أدوات الذكاء الاصطناعي لتعلم كيفية تمثيل العمليات صغيرة النطاق". أملاً هو وفريقه في إكمال نموذج هجين للمحيطات يمكن ربطه بالغلاف الجوي ونماذج الأرض،(Carissa ,2024, 712),(Xia, Xi & Li, Xia (2022)

ما تقدم نجد أن الذكاء الاصطناعي بما يقدمه من أدوات وتطبيقات مثل : يعمل علي مواجهة مشكلات البيئة وقضايا الاستدامة من خلال استراتيجيتي التخفيف والتكيف بتوفير عدد من الأدوات التي يُمكن من خلالها أن يضيف إلى جهود الحد من التغيرات المناخية، سواء فيما يتعلق بتحسين كفاءة استخدام الموارد، وتحليل كميات ضخمة من البيانات لفهم أفضل وسيلة لاستخدام الموارد بكفاءة، وكذلك بالنسبة للتنبؤ بالأحداث المناخية، وتطوير الطاقة المتجددة، وإدارة النقل والتنقل الذكي، ودور التطبيقات للمساعدة في تقليل انبعاثات الكربون في الصناعات، وتطوير معالجة بيانات نماذج المناخ وتقليل عدم اليقين المصاحب لبعضها.

ثانياً: بناء البرنامج المقترح:

- **أسس بناء البرنامج:** تم وضع أسس فلسفة بناء البرنامج استناداً للتوجهات العالمية في مجال توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي، وللأهداف الأممية للتنمية المستدامة، من خلال مراجعة البرنامج الإنمائي للأمم المتحدة للتنمية المستدامة ٢٠٣٠م، ورؤية مصر للتنمية المستدامة ٢٠٣٠م، والبحوث والدراسات السابقة المرتبطة بهذا المجال.
- **تحديد موضوعات البرنامج المقترح:** والتي تناسب الطالب المعلم وعرضها علي السادة المحكمين [٣]والوصول لقائمة نهائية تتضمن الموضوعات التالية كما هو موضح بجدول(١)

[٣] ملحق (٢) قائمة بأسماء السادة المحكمين

جدول (١)
موضوعات البرنامج المقترح

الموضوعات	الموضوعات الفرعية
البيئة والنظام البيئي	مكونات النظام البيئي_ السلاسل الغذائية- انتاجية النظام البيئي-الدورات البيوجيوكيميائية- توازن النظم البيئية وعوامل الخلل
التعليم البيئيEE- والتعليم البيئي للتنمية المستدامةEESD- علوم البيئة	المفهوم- الأبعاد- المجالات– الأنواع- الأدلة البيئية- الرصد البيئي دور الذكاء الاصطناعي فيه -الاتجاهات الحديثة فيها- التنوع الحيوي ودور Global Forest Watch
مشكلات البيئة	الزيادة السكانية – التلوث البيئي: تلوث الهواء- التربة- الماء- الغذاء- التلوث الإشعاعي- النفايات- البصمة الكربونية- التحكم في الملوثات، ودور التعلم الآلي Machine Learning في مواجهة هذه المشكلات
التغير المناخي	مفهومه –أسبابه- نتائجه- نماذج المناخ- قواعد بيانات المناخ العالمية، وتطبيق Climate interactive، المرونة المناخية ودورClimate AI
الطاقة	مفهومها- صورها- الخلايا الشمسية وطاقة الهيدروجين الأخضر- المشروعات القومية في مجالها
التنمية المستدامة	مفهوما- أهدافها- أبعادها- دورها في حل مشكلات البيئة- الكيمياء الخضراء وأفضل شركات التكنولوجيا الخضراء Climate AI ، أخلاقيات الاستدامة.
الوعي البيئي والمدافعة البيئية وطرق تنميتهما	مفهومها- مهاراتها- طرق واستراتيجيات تنميتهما

- **تحديد تطبيقات الذكاء الاصطناعي المناسبة لموضوعات البرنامج:** مشروع Climate Interactive: المحاكي المناخي العالمي En-ROADS، وبرنامج المحاكاة العام PHET، ومنصة Global Forest Watch، ومن شركة الميكروسوفت AI for Earth، والكمبيوتر الكوكبي A Planetary Computer for a Sustainable، تطبيق الطقس اليومي Windy، وكذلك بعد المساعدين الافتراضيين مثل ChatGPT, google assistant.
- **تحديد الأهداف العامة والخاصة للبرنامج** [٤]: في ضوء قائمة موضوعات البرنامج سابقة الذكر، سعي البرنامج إلي تحقيق الأهداف العامة التالية:
  أ) فهم المعرفة العلمية المتعلقة بالتعلم البيئي من أجل الاستدامة.
  ب) اكتساب المعرفة العلمية المتعلقة بدور الذكاء الاصطناعي في استدامة الموارد البيئية
  ج) تنمية مهارات المدافعة البيئة للطالب المعلم من خلال دراسته للبرنامج.

[٤] ملحق(٣) الأهداف العامة والخاصة للبرنامج

د) تنمية مهارات النمذجة المناخية للطالب المعلم من خلال دراسته للبرنامج.
ه) استنتاج الأهمية العلمية والتكنولوجية والبيئية لنماذج المناخ.
و) تبني بعض الاتجاهات الإيجابية نحو المشاركة البيئية.
ز) تقدير جهود الدولة في انشاء المشروعات القومية من أجل الاستدامة.

- **بناء محتوي البرنامج (كتاب الطالب)**[٥]**:** في ضوء قائمة عناوين الموضوعات، والأهداف العامة والسلوكية للبرنامج واحتياجات الطلاب المعلمين، وبعد الاطلاع على الكتب والمراجع المتخصصة، تم اعداد محتوي كتاب الطالب (يشمل محتوي تفصيلي للموضوعات الرئيسة والفرعية الموضحة بجدول(١)) وعرضه على السادة المحكمين وتعديله وفقاً لآرائهم ليصبح الكتاب مكون من:
  أ) **مقدمة للطالب:** توضح له أهمية البرنامج والهدف من دراسته
  ب) **فهرس الموضوعات**
  ج) **محتوي كل موضوع** على حده يتضمن: أهداف الموضوع- مقدمة- استراتيجيات تدريس الموضوع-محتوي الموضوع- بعض الأنشطة- التقويم (أسئلة مباشرة ومواقف سلوكية ومناقشات فردية وجماعية) - مراجع ذات صلة بالموضوع .
- **تم إعداد دليل للمعلم**[٦]**:** لموضوعات البرنامج للاسترشاد به عند التدريس، وعرضه علي السادة المحكمين وإجراء ما أوصوا به من تعديلات، وجاءت صورته النهائية لتتضمن مقدمة يتضح من خلالها الهدف من الدليل والفكر التربوي الذي أعد في ضوئه، وأهمية البرنامج، وأهداف تدريس البرنامج، بالإضافة إلي الخطة الزمنية لتدريس موضوعات البرنامج علي مدار الفصل الدراسي الأول بواقع ساعتين أسبوعياً، وكذلك الوسائل والأنشطة التعليمية اللازمة لتدريس البرنامج، وطرق واستراتيجيات التدريس وتطبيقات الذكاء الاصطناعي المناسبة للموضوع، وأساليب التقويم المستخدمة(البنائي والمرحلي والختامي)، وبعض التوجيهات العامة التي يجب مراعاتها أثناء التدريس(مثل: ما يخص كيفية تحميل وتشغيل واستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في البرنامج،...)، ثم عرض لكيفية تدريس كل موضوع علي حده، وأخيراً مجموعة من المراجع العلمية التي يمكن للمعلم الرجوع اليها عند تدريس كل موضوع.

[٥] ملحق(٤) كتاب الطالب

[٦] ملحق (٥) دليل المعلم

ثالثاً: إعداد أدوات البحث:

١) اختبار المدافعة البيئية:

أ) **تحديد الهدف من الاختبار:** قياس مهارات المدافعة البيئية لدي الطلاب المعلمين.

ب) تحديد أبعاد الاختبار: في ضوء موضوعات البرنامج المقترح وأهدافه، والدراسات السابقة التي تناولت المدافعة البيئية مثل دراسات كلا من: الشحري (٢٠١٩)، درويش (٢٠١٩)، محمد وأحمد (٢٠٢٢)، أبو دهب (٢٠٢٣)؛ تم تحديد خمس مهارات للمدافعة البيئية كأبعاد للاختبار وهي: التفاوض والاقناع والمحاججة والاتصال وحل المشكلات.

ج)**صياغة مفردات الاختبار (الصورة الأولية) وعرضها علي السادة المحكمين:** تكون الاختبار من (١٥) مفردة أساسية من نوع المقال القصير علي صورة فقرات كل فقرة تمثل موقف سلوكي أو قضية بيئية أو مشكلة يعقبها مجموعة أسئلة فرعية يختلف عددها من مهارة لأخري، تمثل الإجابة عليها تطبيق لمهارات المدافعة المستهدفة في البحث الحالي، تم تحديد ثلاث درجات لكل سؤال في حالة الإجابة الصحيحة النموذجية نظراً لطبيعة الأسئلة التي تتطلب ابداء الرأي وتقديم الأدلة والتوضيح والكتابة، ودرجتان في حالة الإجابة غير المكتملة، ودرجة واحدة في حالة الإجابة غير الدقيقة، وبذلك تصبح الدرجة الكلية للاختبار ١٢٠درجة ، ثم عرض هذه الصورة الأولية علي السادة المحكمين واجراء ما أوصوا به من تعديلات.

د) **تحديد الخصائص السيكومترية للاختبار:** تم تطبيق الاختبار استطلاعياً على (٣٠) طالباً وطالبة من طلاب الفرقة الثانية شعبة فيزياء وكيمياء غير العينة الأساسية وذلك لحساب ما يلي:

-**صدق الاختبار**: يتصف الاختبار بصد ق الاتساق الداخلي له، حيث جاءت قيم معاملات الارتباط لتتراوح بين (٠,٦٩: ٠,٧٨) [٧] لمهارات الاختبار ودرجة الاختبار الكلية وهي دالة احصائياً عند مستوي (٠,٠١)

-**ثبات الاختبار**: يتمتع الاختبار بدرجة ثبات عالية، حيث بلغت قيمة معامل الثبات عن طريق معادلة ماكدونالدز (٠,٨٥٤)، ومعامل سبيرمان (٠,٨٩١) وهي قيمة ثبات مرتفعة[٨].

-**معاملات السهولة والصعوبة والتمييز**[٩]: تمتع الاختبار بمعاملات سهولة وصعوبة وتمييز مقبولة.

---

[٧] ملحق(٦) جدول معاملات الارتباط بين كل فقرة من فقرات الاختبار ، وكل بعد من أبعاده بالدرجة الكلية له

[٨] ملحق(٧) جدول معاملات ماكدونالدز ومعاملات التجزئة النصفية لاختبار المدافعة البيئية وأبعاده.

-**زمن تطبيق الاختبار:** تم حساب متوسط الأزمنة التي استغرقها جميع الطلاب للإجابة علي الاختبار فبلغ الزمن المناسب (٩٠) دقيقة.

ه) **الصورة النهائية للاختبار**[١٠]**:** وبذلك تصبح الصورة النهائية لمفردات الاختبار موزعة علي الأبعاد وفقاً لجدول المواصفات التالي:

جدول (٢)

مواصفات اختبار المدافعة البيئية

م	مهارات المدافعة البيئية	عدد المفردات	عدد الأسئلة	أرقام الأسئلة	الوزن النسبي
١	التفاوض	٣	٧	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧	٪١٧,٥
٢	الاقناع	٣	٩	٨ ، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥، ١٦	٪٢٢,٥
٣	المحاجة	٣	٩	١٧، ١٨، ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٥	٪٢٢,٥
٤	الاتصال	٣	٦	٢٦، ٢٧، ٢٨، ٢٩، ٣٠، ٣١	٪١٥
٥	حل المشكلات	٣	٩	٣٢، ٣٣، ٣٤، ٣٥، ٣٦، ٣٧، ٣٨، ٣٩، ٤٠	٪٢٢,٥
	المجموع	١٥	٤٠	٤٠	٪١٠٠

٢) مقياس المدافعة البيئية: تم إعداده وفقاً للخطوات التالية:

أ) **تحديد الهدف من المقياس**: وهو قياس البعد الوجداني للمدافعة البيئية والذي يشير إلى المشاعر والاهتمامات التي تدفع الأفراد والجماعات للعمل على حماية البيئة، والتي تتضمن القلق بشأن تأثير النشاط البشري على الطبيعة والرغبة في الحفاظ على الموارد الطبيعية للأجيال القادمة، وهو يعزز من انخراط الأشخاص في أنشطة المدافعة عن البيئة، مما يعكس أهمية القيم والمبادئ الأخلاقية المرتبطة بحماية الكوكب.

ب) **تحديد أبعاد المقياس**: في ضوء موضوعات البرنامج المقترح وأهدافه، والدراسات السابقة التي تناولت البعد الوجداني للمدافعة البيئية مثل دراسات كلا من: Berenguer(2007) ،. Kals et all(2012)،Larson et al., (2015) ، البدري (٢٠١٧)، Davidson and Kecinski (2022)، Chan , Howie and Septianto(2023) ، ومهارات المدافعة البيئية مثل: محمد وأحمد(٢٠٢٢)، أبو دهب(٢٠٢٣)؛ تم تحديد الأبعاد التالية: التعاطف والفخر والخوف والأمل والشعور بالذنب المصاحب لكل مهارة من مهارات المدافعة التفاوض والاقناع والمحاججة والاتصال وحل المشكلات.

[٩] ملحق (٨) معاملات السهولة والصعوبة والتمييز لاختبار المدافعة البيئية.

[١٠] ملحق(٩) الصورة النهائية لاختبار المدافعة البيئية

ج) **صياغة مفردات المقياس(الصورة الأولية[١١]) وعرضها علي السادة المحكمين:** تم صياغة مفردات المقياس(٦٢ عبارة) علي صورة مقياس ليكرت الثلاثي، بحيث تمثل كل مفردة سلوك يصف الاهتمامات والعواطف للمدافعة البيئية، وأمامها ثلاث بدائل تمثل استجابة الطالب علي المقياس وهي: موافق بشدة وموافق وغير موافق، ويحصل الطالب علي استجابته ٣، ٢، ١ علي الترتيب في حالة العبارات الموجبة، والعكس في حالة العبارات السالبة، ثم عرض المقياس علي مجموعة من السادة المحكمين واجراء ما أوصوا به من تعديلات بحيث تم حذف الكثير من العبارات ليصبح المقياس(٤٠) عبارة.

د) **الخصائص السيكومترية للمقياس**: تم تطبيق المقياس استطلاعياً على مجموعة من طلاب الفرقة الثانية شعبة الكيمياء والفيزياء (٣٠) طالباً وطالبة **وجاءت النتائج**:

- **صدق الاتساق الداخلي للمقياس:** جاءت قيم معاملات الارتباط لتتراوح بين ٠,٦٤٤، ٠,٨٣٣ لأبعاده مع الدرجة الكلية للمقياس[١٢]، وجميعها دالة عند مستوي دلالة ٠,٠١ لتدل علي الاتساق الداخلي للمقياس.
- **ثبات المقياس:** تم استخدام معادلة ماكدونالدز للمقياس ككل ٠,٠٨٤٤ وهي دالة احصائياً عن مستوي ٠,٠١ مما يؤكد تمتع المقياس بدرجة ثبات مرتفعة.
- **زمن تطبيق المقياس:** بلغ زمن تطبيق المقياس كمتوسط جميع الأزمنة التي استغرقها جميع طلاب العينة الاستطلاعية للإجابة علي المقياس ٦٠ دقيقة.

ه)**الصورة النهائية للمقياس[١٣]:** أصبح المقياس في صورته النهائية ٤٠ مفردة، صالحاً للتطبيق علي مجموعة البحث، وفقاً لجدول المواصفات التالي:

جدول (٣)

مواصفات مقياس المدافعة البيئية

م	أبعاد مقياس المدافعة	أرقام العبارات	عدد العبارات	الوزن النسبي
١	البعد الوجداني للتفاوض	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧	٧عبارات	١٧,٥٪
٢	البعد الوجداني للإقناع	٨, ٩, ١٠, ١١, ١٢, ١٣, ١٤, ١٥	٨ عبارات	٢٠٪
٣	البعد الوجداني المحاجة	١٦, ١٧, ١٨, ١٩, ٢٠, ٢١	٦ عبارات	١٥٪
٤	البعد الوجداني	٢٢, ٢٣, ٢٤, ٢٥, ٢٦, ٢٧,	١٠ عبارات	٢٥٪

[١١] ملحق(١٠) الصورة الأولية لمقياس المدافعة البيئية

[١٢] ملحق (١١) معاملات الارتباط بين فقرات المقياس ومهاراته زبين المهارات ودرجة المقياس ككل

[١٣] ملحق(١٢) مقياس المدافعة البيئية الصورة النهائية

	الاتصال	٢٨, ٢٩, ٣٠, ٣١		
٥	البعد الوجداني لحل المشكلات	٣٢, ٣٣, ٣٤, ٣٥, ٣٦, ٣٧, ٣٨, ٣٩, ٤٠	٩عبارات	٢٢,٥٪
	المجموع	٤٠	٤٠ عبارة	١٠٠٪

٣) اختبار مهارات النمذجة المناخية:

١) **تحديد الهدف من الاختبار**: قياس مهارات النمذجة المناخية لدي الطالب المعلم.

٢) **تحديد أبعاد الاختبار:** في ضوء موضوعات البرنامج المقترح وأهدافه وبعد الاطلاع علي الدراسات والبحوث السابقة مثل: الجابري وأبوزينة(٢٠٠٥)، الحبشي والصادق(٢٠١٣)، IPCC(2014) ، SMHI(2017) ، Phil& Elin(2017)، Bush(2019) في مجال النمذجة تم تحديد أبعاد الاختبار لتشمل المهارات التالية: قراءة تحليلية لنماذج المناخ المحلية والإقليمية باستخدام المتغيرات والتعبير بالرموز، فهم العمليات والمفاهيم الرئيسية للمحاكاة الكمبيوترية للنظام المناخي للأرض وخصائصها، وبناء النماذج من خلال تمثيل العلاقات باستخدام الأشكال والرسوم والجداول من أجل تفسير الظاهرة وحل المشكلات، كتابة السيناريوهات المتوقعة لتأثيرات مشكلات البيئة علي تغير المناخ باستخدام نماذج المناخ العالمية، ثم إعداد تقرير جماعي عن صلاحية النموذج المناخي وتقديم مقترحات لتحسينه.

٣) **صياغة مفردات الاختبار (الصورة الأولية) وعرضها على المحكمين:** تم صياغة مفردات الاختبار من نوع الأسئلة المقالية القصيرة عددها(٤٠) سؤالاً بصورته الأولية بحيث يغطي كل مهارة من مهارات النمذجة المناخية المختلفة عدد من الأسئلة، وتعطي ثلاثة درجات في حالة الإجابة الصحيحة النموذجية ودرجتان في حالة الإجابة غير المكتملة، ودرجة واحدة في حالة الإجابة غير الدقيقة ثم عرض الاختبار على مجموعة من السادة المحكمين واجراء ما أوصوا به من تعديلات.

٤) **تحديد الخصائص السيكومترية للاختبار:** تم تطبيق الاختبار استطلاعياً على مجموعة من طلاب الفرقة الثانية شعبة الكيمياء والفيزياء (٣٠) طالباً غير العينة الأساسية للفصل الدراسي الأول للعام الجامعي ٢٠٢٣/٢٠٢٤، **وجاءت النتائج كالتالي**:

- **صدق الاتساق الداخلي للاختبار:** بحساب معاملات الارتباط بين درجة كل فقرة من فقرات الاختبار مع درجته الكلية[١٤] وجاءت القيم لتتراوح

[١٤] ملحق(١٣) معاملات صدق الاتساق الداخلي لاختبار النمذجة

بين ٠,٦٢٥، و٠,٨٩٨ وهي قيم دالة عند مستوي ٠,٠١ لتؤكد على الاتساق الداخلي للاختبار.

- **ثبات الاختبار:** تم استخدام معادلة ماكدونالد لتتراوح بين ٠,٨٠٣، ٠,٨١، ومعامل سبيرمان ليتراوح بين ٠,٨٤٧، ٠,٨٩٥ وجميعها قيم دالة عند مستوي ٠,٠١ لتوضح أن للاختبار درجة ثبات مرتفعة.
- **معاملات السهولة والصعوبة والتمييز للاختبار[١٥]:** جاءت النتائج لتؤكد تمتع الاختبار بمعاملات تمييز وسهولة وصعوبة مقبولة.
- **زمن الاختبار**: بلغ زمن تطبيق الاختبار ١٢٠ دقيقة وهي متوسط زمن إجابة جميع طلاب العينة الاستطلاعية علي أسئلة الاختبار.

٥) **الصورة النهائية للاختبار[١٦]:** أصبح الاختبار في صورته النهائية (٣٥) سؤالا بدرجة ١٠٥درجة؛ صالحاً للتطبيق على مجموعة البحث، وفقاً لجدول المواصفات التالي:

جدول (٤)
مواصفات اختبار مهارات النمذجة

م	أبعاد اختبار النمذجة	أرقام العبارات	عدد العبارات	الوزن النسبي
١	قراءة تحليلية لنماذج المناخ المحلية والإقليمية باستخدام المتغيرات والتعبير بالرموز	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧	٧عبارات	٢٠٪
٢	فهم العمليات والمفاهيم الرئيسية للمحاكاة الكمبيوترية للنظام المناخي للأرض وخصائصها	٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥	٨ عبارات	٢٢,٨٦٪
٣	تمثيل العلاقات باستخدام الأشكال والرسوم والجداول من أجل تفسير الظاهرة وحل المشكلات	١٦، ١٧، ١٨، ١٩، ٢٠، ٢١	٦ عبارات	١٧,١٤٪
٤	كتابة السيناريوهات المتوقعة لتأثيرات مشكلات البيئة علي تغير المناخ باستخدام نماذج المناخ العالمية	٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨	٧ عبارات	٢٠٪
٥	إعداد تقرير جماعي عن صلاحية النموذج المناخي.	٢٩، ٣٠، ٣١، ٣٢، ٣٣، ٣٤، ٣٥	٧عبارات	٢٠٪
	المجموع	٣٥	٣٥ عبارة	١٠٠٪

[١٥] ملحق(١٤) معاملات السهولة والصعوبة والتمييز لاختبار النمذجة المناخية

[١٦] ملحق(١٥) اختبار النمذجة المناخية

رابعاً: تنفيذ تجربة البحث

- **التطبيق القبلي لأدوات البحث:** علي مجموعة البحث الأساسية المكونة من(٤٠) طالباً وطالبة من طلاب الفرقة الثانية شعبة الكيمياء والفيزياء بكلية التربية- جامعة أسيوط
- **تنفيذ البرنامج المقترح:** تم تقديم موضوعات البرنامج المقترح وفقاً للخطة الزمنية الواردة بدليل المعلم علي مدار فصل دراسي كامل بواقع٢٤ ساعة على مدار (١٢) أسبوعاً.
- **التطبيق البعدي لأدوات البحث:** تم تطبيق اختبار المدافعة البيئية، ومقياس الجانب الوجداني لها واختبار النمذجة بنهاية الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٢٣- ٢٠٢٤م

خامساً: نتائج البحث وتفسيرها:

للتحقق من صحة الفرض الأول والذي ينص علي أنه" يوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار المدافعة البيئية ككل ولكل مهارة من مهاراته على حده لصالح التطبيق البعدي**". تم استخدام اختبار T للعينات البارامترية للأزواج المرتبطة من خلال البرنامج الإحصائي Spss V23 وجدول(٥) يوضح ذلك**

جدول (٥)

نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي اختبار مهارات المدافعة البيئية (ن= ٤٠)

المهارات	لتطبيق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	الدلالة الإحصائية	حجم الاثر
التفاوض	قبلي	١١,١٨	١,٢٢	٢٦,٠٩	دال عند ٠,٠١	٠,٩٤٦
	بعدي	١٩,٤٦	١,٦٨			
الاقناع	قبلي	١٢,٨٨	٠,٩٥	٣٠,٥٤		٠,٩٦٠
	بعدي	٢٤,٩٨	٢,١١			
المحاجة	قبلي	١٣,٢٥	٠,٩٥	٣٢,١١		٠,٩٦٤
	بعدي	٢٤,٧١	٢,١٧			
الاتصال	قبلي	٩,٢٦	٠,٨٩	٢٧,٠١		٠,٩٤٩
	بعدي	١٦,٩١	١,٥٢			
حل المشكلات	قبلي	١٣,٣١	٢,٢٨	٢٢,٩٣		٠,٩٣١
	بعدي	٢٤,٨٣	٢,٠١			
اختبار المدافعة ككل	قبلي	٥٩,٨٨	٢,٦٣	٦٣,٨٥		٠,٩٩١
	بعدي	١١٠,٨٩	٣,٦٦			

يتضح من جدول(٥) ما يلي:

- أنه توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لصالح التطبيق البعدي لاختبار المدافعة البيئية ككل ولكل مهارة من مهاراته علي حده، وهي: التفاوض

والاقناع والمحاجة والاتصال وحل المشكلات حيث بلغت قيمة "ت" علي الترتيب (٢٦,٠٩)، (٣٠,٥٤)، (٣٢,١١)، (٢٧,٠١)، (٢٢,٩٣) وهي قيم دالة عند مستوي(٠,٠١) وللاختبار ككل(٦٣,٨٥) وهي أيضاً دالة عند مستوي(٠,٠١).

- بلغ حجم الأثر لمهارات المدافعة البيئية التفاوض والاقناع والمحاججة والاتصال وحل المشكلات (٠,٩٤٦)،(٠,٩٦٠)، (٠,٩٦٤)، (٠,٩٤٩)، (٠,٩٣١) على الترتيب وهي قيم دالة عند مستوي(٠,٠١)، وللاختبار ككل(٠,٩٩١) وهي أيضاً دالة عند مستوي(٠,٠١) ؛ وهي قيم مرتفعة تؤكد فاعلية البرنامج المقترح في التعليم البيئي للتنمية المستدامة القائم على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية المدافعة البيئية لدي الطلاب المعلمين.

ويمكن تفسير ذلك:

- بأن تعدد وتنوع موضوعات البرنامج المقترح وحداثة الكثير منها سواء في المحتوي أو في آلية العرض وفقاً لبعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي ، تنوع استراتيجيات بين لعب الأدوار والمناظرات، وحل المشكلات ؛ شجع الطلاب على مزيد من المشاركة الإيجابية والمناقشة والجدال والتفكير والتعبير عن آراءهم بحرية، والخروج من المناقشات الجدالية والصراعات بإقناع الطرف الآخر، والتدريب علي بعض أنشطة التأثير علي صناع القرار مثل التقاضي، وتوعية العامة ، وتكوين علاقات اجتماعية قوية، كل هذا أدي إلي نمو مهارات المدافعة البيئية لديهم.
- كما أن تصدي البرنامج المقترح لبعض مشكلات البيئة والتي تتطلب سعي الطالب المعلم بمفرده أو من خلال فريق تعاوني إلي اعمال العقل لتقديم حلول منطقية لها قائمة علي الاقناع وتقديم الأدلة من أجل الدفاع عن الحلول التي توصلوا إليها، مع القدرة علي تطبيق المعارف الجديدة في المواقف الحياتية، كل هذه الأنشطة أدت إلي نمو مهارات المدافعة البيئية التي تسعي إلي تنمية الوعي المجتمعي والتفاوض مع صناع القرار من أجل الوصول إلي حلول مستدامة، وتتفق هذه النتيجة مع دراسات كل من: محمد(٢٠١١)، Niblett(2012)، درويش(٢٠١٨)، الشحري(٢٠١٩)، خليل وآخرون (٢٠٢١)، أبو دهب(٢٠٢٣) والتي أكدت جميعها على تنمية مهارات المدافعة البيئة من خلال دمجها مع قضايا التعليم البيئي والمناخ.

وللتحقق من صحة الفرض الثاني والذي ينص على أنه " يوجد فرق ذو دلالة احصائية بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس المدافعة البيئية (**البعد الوجداني للمدافعة**) ككل ولكل مهارة على حده لصالح التطبيق البعدي". تم استخدام اختبار T للعينات البارامترية للأزواج المرتبطة من خلال البرنامج الإحصائي Spss V23، وجدول (٦) يوضح ذلك.

جدول (٦)
نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس المدافعة البيئية ككل ولكل مهاره (ن= ٤٠)

المهارات	التطبيق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	الدلالة الإحصائية Sig	حجم الأثر (η2)
البعد الوجداني للتفاوض	قبلي	٨,٢٣	١,١٢	٣٥,٠٢	دال عند ٠,٠١	٠,٩٦٩
	بعدي	١٨,٤٥	١,٦٥			
البعد الوجداني للإقناع	قبلي	٩,٥٠	١,٥٥	٣٨,٠٩		٠,٩٧٤
	بعدي	١٣ ,٢٢	١,٣٤			
البعد الوجداني للمحاجة	قبلي	٧,١٥	١,١٢	٤٧,٢٤		٠,٩٨٣
	بعدي	١٦,٨٠	١,٠٤			
البعد الوجداني للاتصال	قبلي	١١,٣٨	١,٥٣	٥٠,٦٤		٠,٩٨٥
	بعدي	٢٨,٥٠	١,٤٨			
البعد الوجداني لحل المشكلات	قبلي	١٠,٤٥	١,٣٦	٥٩,٨٥		٠,٩٨٩
	بعدي	٢٥,٤٥	١,٢٠			
المقياس ككل	قبلي	٤٦,٧٠	٤,٧٠	٧٥,٨٨		٠,٩٩٣
	بعدي	١١١,٣٣	٣,٦٨			

يتضح من جدول (٦) :

- أنه توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لصالح التطبيق البعدي لمقياس المدافعة البيئية ككل ولكل مهارة من مهاراته على حده، وهي مشاعر التعاطف والخوف والأمل والتفاؤل والشعور بالذنب المرتبطة بهذه المهارات: التفاوض والاقناع والمحاججة والاتصال وحل المشكلات حيث بلغت قيمة "ت" (٣٥,٠٢)، (٣٨,٠٩)، (٤٧,٢٤) ،(٥٠,٦٤)، (٥٩,٨٥) على الترتيب وهي قيم دالة عند مستوي(٠,٠١) وبلغت قيمت "ت" للمقياس ككل(٧٥,٨٨) وهي أيضاً دالة عند مستوي(٠,٠١).
- بلغ حجم الأثر للبعد الوجداني لمهارات: التفاوض والاقناع والمحاججة والاتصال وحل المشكلات (٠,٩٦٩)، (٠,٩٧٤)، (٠,٩٨٣) ،(٠,٩٨٥)، (٠,٩٨٩) على الترتيب وهي قيم دالة عند مستوي(٠,٠١)، وللمقياس ككل(٠,٩٩٣) وهي أيضاً دالة عند مستوي(٠,٠١) ؛ وهي قيم مرتفعة تؤكد فاعلية البرنامج المقترح في التعليم البيئي للتنمية المستدامة القائم على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية المدافعة البيئية لدي الطلاب المعلمين.

ويمكن تفسير ذلك:

- بأن تعدد وتنوع موضوعات البرنامج المقترح وحداثة الكثير منها سواء في المحتوي أو في آلية العرض وفقاً لبعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي شجع الطلاب علي مزيد من المشاركة الإيجابية والمناقشة والجدال والتفكير والتعبير عن آراءهم بحرية، وتقليل مشاعر الخوف، والتفاؤل والرغبة

والأمل في تغيير الواقع للأفضل بمعرفة أدوراهم في حل مشكلات البيئة مما أدي إلي نمو مهارات المدافعة البيئية لديهم.

- استراتيجيات التدريس المستخدمة من تعلم تعاوني وقصص قصيرة ولعب الأدوار، وحل المشكلات وتقديم حلول منطقية لبعض مشكلات البيئة ، وطريقة المشروعات، وكذلك عند عرض الإنجازات المحلية والإقليمية في مجال الطاقة والتنمية المستدامة كلها ساهمت في خلق جود من الود والألفة واظهارا التعاطف وتقبل الاختلاف ووجهات النظر وتقديم المساعدة للغير عند الحاجة والاهتمام بمشاعر الغير، وعززت مشاعر التعاطف والاهتمام والشعور بالفخر.
- وتتفق هذه النتيجة مع دراسات كل من: (Berenguer,(2007، Niblett(2012)،Kals et all(2012) ، السيد(٢٠١٧)، Russell, Constance & Oakley, Jan. (2016)، درويش(٢٠١٨)، Davidson and Kecinski,(2022)، Shipley et al(2023). والتي أكدت جميعها علي أن تنمية العواطف والاهتمامات والفخر والشعور بالأمل وتقليل مشاعر الخوف واللامبالاة كلها تدعم المدافعة البيئة والممارسات المستدامة من خلال دمجها مع قضايا التعليم البيئي والمناخ، وأنه من خلال الاستفادة من الأبعاد العاطفية لعملية صنع القرار، يستطيع صناع السياسات تعزيز الشعور بالمسؤولية المشتركة والعمل الجماعي، وتمكين الأفراد من أن يصبحوا وكلاء للتغيير البيئي الإيجابي.

وللتحقق من صحة الفرض الثالث والذي ينص على أنه " يوجد فرق ذو دلالة احصائية بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات النمذجة المناخية ككل ولكل مهاره علي حده لصالح التطبيق البعدي". تم استخدام اختبار T للعينات البارامترية للأزواج المرتبطة من خلال البرنامج الإحصائي Spss V23، وجدول (٧) يوضح ذلك.

جدول (٧)

نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات النمذجة المناخية (ن= ٤٠)

المهارات	التطبيق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	الدلالة الإحصائية Sig.	حجم الأثر (η2)
١) القراءة التحليلية لنماذج المناخ	قبلي	١١,٣٤	٤,٣٢	١٥,٢٧	دال عند ٠,٠١	٠,٨٥٧
	بعدي	١٨,٥٤	٢,٣٤			
٢) فهم العمليات والمفاهيم للمحاكاة المناخ	قبلي	١٠,٥٩	٣,٣٩	١٧,٣٧		٠,٨٨٦
	بعدي	١٨,٤٥	٢,٧٦			
٣) تمثيل العلاقات باستخدام والرسوم	قبلي	٨,٨٥	٤,٠٨	١٧,٨٥		٠,٨٩١
	بعدي	١٧,٥٥	٢,٢٢			
٤) كتابة السيناريوهات المتوقعة لتأثير مشكلات	قبلي	٦,٨٤	٣,٦٦	١٩,٧٦		٠,٩٠٩
	بعدي	١٥,٩٩	٢,٠٧			

المهارات	التطبيق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	الدلالة الإحصائية Sig.	حجم الأثر (η2)
البيئة على المناخ ٥) إعداد تقرير جماعي عن صلاحية النموذج المناخي	قبلي	٦,٦٩	٣,٠٠	٢٠,٩٤		٠,٩١٨
	بعدي	١٤,٥٥	١,٤٤			
الاختبار ككل	قبلي	٤٤,٣١	١٢,٧٥	٢٣,٤٥		٠,٩٣٤
	بعدي	٨٥,٠٨	٧,٤٧			

يتضح من جدول (٧) ما يلي:

- توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي **لاختبار مهارات النمذجة المناخية** ككل ولكل مهارة من مهاراته علي حده، وهي: القراءة التحليلية لنماذج المناخ، وفهم العمليات الأساسية، وتمثيل العلاقات ، وكتابة السيناريوهات المتوقعة، وإعداد التقارير حول مدي صلاحية النموذج المناخي المستخدم، حيث بلغت قيمة "ت" (١٥,٢٧)، (١٧,٣٧)، (١٧,٨٥) ،(١٩,٧٦)، (٢٠,٩٤) علي الترتيب وهي قيم دالة عند مستوي(٠,٠١) وبلغت قيمت "ت" للاختبار ككل(٢٣,٤٥) وهي أيضاً دالة عند مستوي(٠,٠١).
- بلغ حجم الأثر(η2) لمهارات اختبار النمذجة سابقة الذكر (٠,٨٥٧)، (٠,٨٨٦)، (٠,٨٩١) ،(٠,٩٠٩)، (٠,٩١٨) علي الترتيب وهي قيم دالة عند مستوي(٠,٠١)، وللاختبار ككل(٠,٩٣٤) وهي أيضاً دالة عند مستوي(٠,٠١) ؛ وهي قيم مرتفعة تؤكد فاعلية البرنامج المقترح في التعليم البيئي للتنمية المستدامة القائم على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية بعض مهارات النمذجة المناخية لدي الطلاب المعلمين.

ويمكن تفسير ذلك:

- بأن الطلاب المعلمين لم يدرسوا من قبل في برنامج اعدادهم بالكلية أيا من مهارات نمذجة المناخ وهو ما ظهر من ضعف في نتائج التطبيق القبلي، ونتيجة لمرروهم بتجربة البحث حيث دراسة بعض نماذج المناخ واشكاليتها والصعوبات التي تواجه استخدامها وتحليل بياناتها وما لتطبيقات الذكاء الاصطناعي من دور في زيادة دقة بياناتها؛ قد ساهم في نمو الجانب المعرفي ومن ثم المهاري لديهم حول نماذج المناخ وكيفية قراءتها وفهم العمليات الأساسية المرتبطة بها وكيفية استخدامها في تقديم حلول ممكنة وسيناريوهات ومتوقعة لمشكلات البيئية المرتبطة بتغير المناخ ؛ كل ذلك يفسر الأثر الإيجابي لتحسن أداء الطلاب المعلمين علي اختبار مهارات النمذجة المناخية.
- كما أن تعدد وتنوع طرق التدريس وأنشطته بين عصف ذهني ، وحل المشكلات، وفكر زاوج شارك، واستخدام التكنولوجيا الحديثة المتمثلة في

تطبيقات الذكاء الاصطناعي؛ واستخدام أدوات ومصادر تعليمية مختلفة من حيث النقاش الجماعي وكتابة التقارير، ومصادر تعليمية ورقية والكترونية ؛ كل هذا قد ساهم في تحفيز دافعية الطلاب المعلمين للتعلم والرغبة الجادة في تقديم حلول مستدامة ومحاكتها باستخدام نماذج المناخ، وهو ما يتفق مع دراسات كل من: Zbiek, Rose Mary& Conner, Anna Marie(2006)، عزب(٢٠١٦)، الرفاعي(٢٠١٧)، إبراهيم(٢٠١٨)، كاظم(٢٠٢٢)، Yongqiang , et all (2024)

وللتحقق من صحة الفرض الرابع والذي ينص علي أنه " لا توجد فروق ذات دلالة احصائية بين متوسطات درجات ذكور وإناث المجموعة التجريبية عينة البحث في التطبيق القبلي لكل من مقياس المدافعة البيئية (الجانب الوجداني) واختبار النمذجة**" تم استخدام اختبار مان ويتني للعينات اللابارامترية للأزواج المستقلة من خلال البرنامج الإحصائي Spss V23، وجدولي(٨، ٩) توضح ذلك.**

جدول (٨)

نتائج اختبار "مان ويتني" لدلالة الفروق بين متوسطي رتب درجات ذكور وإناث المجموعة التجريبية في القياس القبلي لاختبار المدافعة البيئية(ن= ٤٠)

الأبعاد	الجنس	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة "z"	الدلالة الإحصائية Sig.
التفاوض	ذكور	١٨	٢٢,٠٦	٣٩٧	٠,٨٠٨	غير دال
	إناث	٢٢	١٩,٢٣	٤٢٣		
الاقناع	ذكور	١٨	١٨,٨٣	٣٣٩	٠,٨٦٨	غير دال
	إناث	٢٢	٢١,٨٦	٤٨١		
المحاجة	ذكور	١٨	١٩,٠٨	٣٤٣,٥	٠,٧٥٨	غير دال
	إناث	٢٢	٢١,٦٦	٤٧٦,٥		
الاتصال	ذكور	١٨	٢١,١٧	٣٨١	٠,٣٥٠	غير دال
	إناث	٢٢	١٩,٩٥	٤٣٩		
حل المشكلات	ذكور	١٨	٢٠,٣١	٣٦٥,٥	٠,١٠٥	غير دال
	إناث	٢٢	٢٠,٦٦	٤٥٤,٥		
الدرجة الكلية	ذكور	١٨	١٨,٩٢	٣٤٠,٥	٠,٨٤٠	غير دال
	إناث	٢٢	٢١,٨	٤٧٩,٥		

يتضح من جدول (٨) ما يلي:

- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات ذكور وإناث المجموعة التجريبية في القياس القبلي **لاختبار المدافعة البيئية** وذلك عند مستوى دلالة ٠,٠٥ وتتفق هذه النتيجة مع دراسة Barbara& Pauline(2006)، ودراسة محمد وأحمد (٢٠٢٢)، ودراسة المسعود وبدران وعيساوة(٢٠٢٠) التي أكدت أن الثقافة البيئية واكساب مهارات مواجهة مشكلات البيئية وتحمل المسئولية البيئية هي متطلب لكل فئات المجتمع إذا أردنا تحقيق الاستدامة البيئية، ويمكن تفسير هذا التشابه إلي تشابه العوامل التي تؤثر في ممارستهم الصفية من

حيث الأهداف والمنهج ومدة الدراسة وأساليب وطرق التدريس المتبعة، بمعني وحدة برنامج الاعداد والتأهيل لهم ، وتختلف هذه النتيجة مع دراسة عبد العال(٢٠١٤)والتي توصلت إلي ارتفاع درجة ممارسة مهارات المدافعة البيئية لصالح الإناث

جدول (٩)

نتائج اختبار "مان ويتني" لدلالة الفروق بين متوسطي رتب درجات ذكور وإناث المجموعة التجريبية في القياس القبلي لاختبار النمذجة (ن= ٤٠)

الأبعاد	الجنس	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة "z"	الدلالة الإحصائية Sig.
١. القراءة التحليلية لنماذج المناخ	ذكور	١٨	٢١,٠٣	٣٧٨,٥	٠,٢٧٦	غير دال
	إناث	٢٢	٢٠,٠٧	٤٤١,٥		
٢. فهم العمليات والمفاهيم الرئيسية للمحاكاة المناخ	ذكور	١٨	١٩,١١	٣٤٤	٠,٧٢٨	غير دال
	إناث	٢٢	٢١,٦٤	٤٧٦		
٣. تمثيل العلاقات باستخدام الرسوم	ذكور	١٨	٢١,٢٢	٣٨٢	٠,٣٧٥	غير دال
	إناث	٢٢	١٩,٩١	٤٣٨		
٤. ٤) كتابة السيناريوهات المتوقعة	ذكور	١٨	٢١,٥٣	٣٨٧,٥	٠,٥٣٥	غير دال
	إناث	٢٢	١٩,٦٦	٤٣٢,٥		
٥. ٥) إعداد تقرير جماعي عن صلاحية النموذج المناخي	ذكور	١٨	٢١,٣٣	٣٨٤	٠,٤٣٣	غير دال
	إناث	٢٢	١٩,٨٢	٤٣٦		
الدرجة الكلية	ذكور	١٨	١٩,٣٩	٣٤٩	٠,٦٠٤	غير دال
	إناث	٢٢	٢١,٤١	٤٧١		

يتضح من جدول (٩) ما يلي:

- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات ذكور وإناث المجموعة التجريبية في القياس القبلي **لاختبار النمذجة** وذلك عند مستوى دلالة(٠,٠٥) وتتفق هذه النتيجة مع دراسة الجابري وأبوزينة((٢٠٠٥)، وعبوشي(٢٠٢٣)، والتي أكدت علي عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في مهارات النمذجة تعزي لمتغير الجنس.

وللتحقق من صحة الفرض الخامس والذي ينص على أنه " توجد علاقة ارتباطية دالة احصائياً بين امتلاك الطالب المعلم لمهارات النمذجة المناخية والمدافعة البيئية". تم استخدام معامل ارتباط بيرسون من خلال البرنامج الإحصائي Spss V23، وجدول (١٠) يوضح ذلك.

جدول (١٠)
معاملات ارتباط بيرسون بين درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لكلا من اختبار مهارات النمذجة المناخية والمدافعة البيئية (ن= ٤٠)

	المتغيرات	اختبار النمذجة المناخية				
		المهارة الأولى	المهارة الثانية	المهارة الثالثة	المهارة الرابعة	المهارة الخامسة	الدرجة الكلية
مقياس المدافعة البيئية	التفاوض	**٠,٨٤١	**٠,٨٦٦	**٠,٨٤١	**٠,٨٣٥	**٠,٨٢٦	**٠,٨٢١
	الاقناع	**٠,٨٢٧	**٠,٧٧٥	**٠,٧٣٨	**٠,٧٨٨	**٠,٧٣٥	**٠,٦٨٠
	المحاجة	**٠,٧٨٧	**٠,٦٥٦	**٠,٦٧٨	**٠,٧٢٧	**٠,٧٤٥	**٠,٦٦٢
	الاتصال	**٠,٨٤٥	**٠,٧٤٨	**٠,٨٠١	**٠,٩١٢	**٠,٨٩٥	**٠,٨٢٦
	حل المشكلات	**٠,٨١٩	**٠,٨٢٧	**٠,٨٤٩	**٠,٦١٧	**٠,٦٨٦	**٠,٧٨٣
	الدرجة الكلية للمقياس	**٠,٨٣٩	**٠,٨٢١	**٠,٦٧٤	**٠,٧٦٩	**٠,٧٥٧	**٠,٧٣٦
اختبار المدافعة البيئية	التفاوض	**٠,٧٣٨	**٠,٦٩٥	**٠,٧٥٣	**٠,٧١٨	**٠,٧٣١	**٠,٦٧٥
	الاقناع	**٠,٦٦١	**٠,٦٩٤	**٠,٨٣٢	**٠,٦٧١	**٠,٧٨٢	**٠,٧٧٦
	المحاجة	**٠,٨٠٦	**٠,٧٧٢	**٠,٨٢٧	**٠,٦٨٠	**٠,٧٩٦	**٠,٧٥٠
	الاتصال	**٠,٦٨٦	**٠,٨٠٩	**٠,٦٥٥	**٠,٦٦٢	**٠,٧٥٦	**٠,٧٦٦
	حل المشكلات	**٠,٧٤٤	**٠,٧٥٥	**٠,٦٥٩	**٠,٦٦٤	**٠,٨١٢	**٠,٧٩٦
	الدرجة الكلية للاختبار	**٠,٧٠٨	**٠,٧٨٦	**٠,٦٦٩	**٠,٦٧٥	**٠,٦٨٧	**٠,٦٩٩

يتضح من جدول (١٠) ما يلي:

- توجد علاقة ارتباطية ذات دلالة إحصائية بين درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لكلا من **مهارات النمذجة المناخية والمدافعة البيئية** وذلك عند مستوى دلالة ٠,٠١
- ويمكن تفسير ذلك بأن الطلاب المعلمون عند يملكون القدرة علي قراءة نماذج المناخ وتحليل ما بها من علاقات بين متغيرات المناخ المختلفة من درجة حرارة وضغط وسرعة رياح و معدل الاشعاع الشمسي غيرها، مما يمكنهم من اختيار النموذج الملائم بل وتصميم بعض النماذج المبسطة وتوظيفها كأداة ودليل وحجة لدعم الحلول والسيناريوهات المقترحة للمشكلات البيئة المختلفة وإمكانية تقديم حلول وسط وتسوية ودية من خلال التفاوض بالاتصال الشخصي بأطراف المشكلة من أجل تغيير قناعاتهم أو اتجاهاتهم أو مفاهيمهم حول قضايا البيئة المختلفة، أي امتلاكهم لمهارات المدافعة البيئية والتي قد تمكنهم من الوصول لحلول أكثر استدامة.
- وأن قيام الطلاب المعلمين بتكوين النموذج ومحاكاته عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي وما توفره هذه التطبيقات من معايشة تشبه الواقع ومنها معايشة حقيقية (مثل تطبيق) WINDY يسمح لهم بالتفكير العميق لتحديد المشكلة وإدراك العلاقات بين مكوناتها، مما ينمي قدرتهم علي الرؤية الشاملة للظاهرة موضع الدراسة ومن ثم اتخاذ القرار المناسب بشأنها ، وتتفق هذه

النتيجة مع دراسات كل من: Randall et all(2007) ، الحبشي والصادق(٢٠١٣)، Bush (2019)، Seibt et al(2023).

سادساً: توصيات البحث:

- تدريب معلمي المراحل الدراسية المختلفة علي كيفية تنمية مهارات المدافعة البيئة لدي تلاميذهم
- الاستفادة من أدوات البحث التي أعدت الباحثة وهي اختبار المدافعة البيئية ،ومقياسها واختبار مهارات النمذجة لقياس مهارات المدافعة البيئية لدي المتعلمين وقدراتهم علي التعامل مع نماذج المناخ قراءة وتصميماً وتقييماً.
- عقد ندوات وحلقات عمل وبرامج توعية للتعريف بمفهوم المدافعة البيئية وأهدافها، ونماذج المناخ وأهميتها.

سابعاً: مقترحات البحث:

- دراسة أثر البرنامج المقترح في تنمية التفكير المستدام لدي الطلاب المعلمين.
- بناء برنامج في مهارات النمذجة المناخية.
- برنامج مقترح في المدافعة البيئية قائم على القضايا المعاصرة باستخدام التعليم المتمايز لتنمية التفكير الاستدلالي.
- تقويم برامج التنمية المهنية للمعلمين في ضوء أبعاد التنمية المستدامة.

مراجع البحث:

أولاً: المراجع العربية

إبراهيم، عبد السلام أحمد محمد(٢٠١٨). نمذجة التغير في درجة الحرارة بمنطقة مصراته باستخدام تقنية SDSM، *مجلة جامعة الزيتونة*، ليبيا، ع ٢٨، ١٨- ٢٨.

ابن قرين، فاطمة هيف(٢٠١٧). مدي توافر مفاهيم التنمية المستدامة في الجانب التخصصي ببرنامج إعداد معلمة الكيمياء في كلية العلوم للبنات بأبها"، الثقافة والتنمية، *جمعية الثقافة من أجل التنمية*، ١٧(١١٣)، ١٧١- ٢٤٩.

أبو الفضل، طارق محمد(٢٠١٤). نمذجة التغيرات المناخية في مصر- دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة جنوب الوادي.

أبو دهب، إيمان وفقي أحمد(٢٠٢٣). فاعلية استخدام نموذج مكارثي في تدريس العلوم لتلاميذ الصف الخامس الابتدائي في تنمية مهارات التفكير المستدام والمدافعة البيئية، *مجلة كلية التربية*، جامعة المنوفية، ٣٨(١)، مارس، ٣٢١-٤١٠.

أبو هشيمة، أحمد عبد الحميد حافظ وعيسي، عبد الحفيظ(٢٠٢١). تطوير منهج الجغرافيا في ضوء القضايا العامة المدعمة بالتعلم المنظم ذاتياً وأثره في تنمية الوعي بالمتغيرات المناخية والأمن المائي لدي طلاب الصف الثاني الثانوي، رسالة دكتوراه، كلية التربية بنين بالقاهرة، جامعة الأزهر.

أحمد، عصام محمد سيد(٢٠٢٠). فاعلية وحدة في العلوم متضمنة لأبعاد التعليم للتنمية المستدامة في تنمية التفكير المستدام والمسئولية البيئية لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية، *مجلة كلية التربية*، جامعة بنها، ٣٢(١٢٤)، أكتوبر، ١- ٦٢.

أحمد، علا جمال(٢٠٢١)." نحو بناء نموذج تخطيطي لتعزيز مهارات المدافعة البيئية للشباب الجامعي"، *مجلة كلية الخدمة الاجتماعية للدراسات والبحوث الاجتماعية*،(١٢٤)، ١١٣-١٥٢.

الأحمدي، علي بن حسن(٢٠١٩). فاعلية برنامج في الاستدامة البيئية قائم علي دمج استراتيجيتي RAFT ، و PWTW في تنمية مهارات كتابة المقالات العلمية والاتجاه نحو قضايا الاستدامة البيئية لدي طلاب كلية العلوم في الجامعة الإسلامية بالسعودية، *مجلة كلية التربية*، جامعة الأزهر،١(١٨٩)، ٢٩- ٧٢.

إسماعيل، مروي حسين(٢٠١٦). برنامج مقترح في الجغرافيا قائم علي بعض أبعاد خطة التنمية المستدامة ٢٠١٦- ٢٠٣٠ لتنمية مهارات التفكير المستقبلي والمسئولية الاجتماعية لدي الطالب المعلم، *مجلة الجمعية التربوية للدراسات الاجتماعية*، (٨٥)، ١- ٤٦.

الباز، مروة محمد محمد(٢٠١٩). برنامج مقترح في الأهداف الأممية للتنمية المستدامة ٢٠٣٠ وأثره في تنمية التفكير المستدام والتوازن المعرفي لدي الطلاب معلمي العلوم بكليات التربية، الجمعية المصرية للتربية العلمية ، *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ٢٢(٧)، يوليو، ١٠٩- ١٥١.

البهي، أميرة جابر(٢٠١٧). فاعلية برنامج أنشطة مصاحبة لمنهج العلوم للصف الأول الإعدادي في ضوء التنمية المستدامة لتحقيق أهداف البعد البيئي، رسالة ماجستير، كلية التربية بالإسماعيلية، جامعة قناة السويس.

الجابري، نهيل محمد رجب وأبو زينة، فريد كامل(٢٠٠٥). أثر تعلم لغة برمجة الحاسوب في تنمية القدرة علي النمذجة الرياضية وحل المشكلات لدي طلبة الجامعة في الأردن، رسالة دكتوراه، كلية الدراسات التربوية العليا، جامعة عمان العربية، الأردن .

الجمعية العامة للأمم المتحدة(٢٠١٥)، خطة التنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠م، متاح في: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol

الجمعية الموريتانية لحقوق الإنسان(٢٠١٦). دليل المناصرة من أجل الدفاع عن حقوق المهاجرين واللاجئين وطالبي اللجوء، متاح في: https://www.iom.int/sites/default/files/country/docs/mauritania

الحبشي، فوزي أحمد محمد أحمد و الصادق، نهلة عبد المعطي(٢٠١٣).فاعلية النمذجة لتدريس الفيزياء في تنمية مهارات التفكير المنظومي والتحصيل لدي طلاب الصف الأول الثانوي، الجمعية المصرية للتربية العلمية، *مجلة التربية العلمية*، ١٦(٣)، ١٤٧- ١٧٧.

حجازي، عبد الحميد أحمد وليمان، تهاني محمد وأحمد ، ايمان الشحات سيد(٢٠١٧). تقويم مناهج الأحياء للمرحلة الثانوية في ضوء أبعاد وقضايا التنمية المستدامة، الجمعية المصرية للتربية العلمية، المؤتمر العلمي التاسع عشر، التربية العلمية والتنمية المستدامة، يوليو، ١٩٣-٢٢٤.

الحداد، محرم وعبد الرحمن، عبد المنعم والحداد، بسمة(٢٠١٠). ظاهرة التغير المناخي العالمي والاحتباس الحراري(الأهمية – أساسيات الاختلاف- نماذج المحاكاة وتقييمها الفني)، *المجلة المصرية للتنمية والتخطيط*، ١٨(١) ، ١١٠- ١٦٥.

خليل، نرمين نسيم ومحمد، ريهام رفعت وزيدان، حنان السيد(٢٠٢١). فاعلية استخدام استراتيجية لعب الدوار في تنمية مهارات المدافعة البيئية لدي طلاب المرحلة الإعدادية، *مجلة العلوم البيئية*، ٥(٣)، معهد الدراسات البيئية، جامعة عين شمس، ٣٧١- ٤١٠.
درويش، دعاء محمد محمود(٢٠١٨). فاعلية استخدام المدخل التفاوضي في تنمية مهارات المدافعة البيئية والذكاء الأخلاقي، *مجلة الجمعية التربوية للدراسات الاجتماعية*، (١٠٤)، ١٧٥- ٢٥٨.
درويش، دعاء محمد محمود(٢٠١٩). المدافعة البيئية لمعلم الجغرافيا في العصر الرقمي وآليات تحقيقها، *المجلة التربوية*، كلية التربية، سوهاج، (٦٨)، ديسمبر ٣١٠٤- ٣٠٨٩.
الدفراوي، نرمين محمد حمدي(٢٠١٩). مقرر مقترح في التنمية البيئية المستدامة قائم علي أنشطة التوعية البيئية لتنمية الوعي البيئي لدي طلاب معلمي العلوم بكليات التربية، *مجلة كلية التربية*، جامعة الإسكندرية، ٢٩(٢)، ١٣١- ١٩١.
الرفاعي، عمر ناجي عمير(٢٠١٧). النمذجة الخرائطية للخصائص المناخية، رسالة دكتوراه ، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الأنبار، العراق.
رئاسة مجلس الوزراء(٢٠١٩). استراتيجية التنمية المستدامة- مصر ٢٠٣٠.
سليمان، فوقية رجب عبد العزيز(٢٠٢٠). وحدة مقترحة في ضوء التنمية المستدامة والاقتصاد الأخضر لإكساب طلبة الشعب العلمية بعض المفاهيم المرتبطة بالاقتصاد الأخضر والاتجاهات المستدامة، مجلة دراسات تربوية ونفسية، *مجلة كلية التربية بالزقازيق*، (١٥١)، أكتوبر، ١-٤٨.
سياما، إيف ترجمة زينب منعم(٢٠١٥). التغير المناخي، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، الرياض، ط١، الثقافة العلمية للجميع، *اصدار المجلة العربية* ،(١٤٨).
السيد ، أشرف عبد الباري (٢٠١٧)." دور الالتزام التنظيمي في تفعيل جهود المدافعة البيئية بالتطبيق علي قطاع خدمة المجتمع بالجامعات"، *المجلة العربية للإدارة*، المنظمة العربية للتنمية الإدارية، ٣٧(٢)، ١١١- ١٣٠.
الشحري، إيمان علي(٢٠١٩). وحدة مقترحة في "Bioplastics" في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء لتنمية مهارات المدافعة البيئية والاتجاه نحو الصحة الوقائية لدي طلاب المرحلة الثانوية، *مجلة كلية التربية*، جامعة كفر الشيخ، ١٩(٤)، ٢٢٣- ٢٨٠.
الشعبي، وليد عبد الله غازي(٢٠١٨). مدي تضمين مجالات التنمية المستدامة في كتاب العلوم للصف الثاني المتوسط في المملكة العربية السعودية، *مجلة التربية*، كلية التربية، جامعة الأزهر، ٢(١٧٧)، ١٢- ٤٥.
شهده، السيد علي(٢٠١٧). مناهج العلوم وتحقيق أهداف التنمية المستدامة، المؤتمر العلمي التاسع عشر، التربية العلمية والتنمية المستدامة، الجمعية المصرية للتربية العلمية، (١٩) ، ١٢١-١٣٥
الطنطاوي، رمضان عبد الحميد(٢٠٠٨). *التربية البيئية- تربية حتمية*، عمان: دار الثقافة.
عبد السلام، عبد السلام مصطفي(٢٠٠٦). تطوير مناهج التعليم لتلبية متطلبات التنمية ومواجهة تحديات العولمة، المؤتمر العلمي الأول لكلية التربية النوعية جامعة المنصورة، مؤتمر التعليم النوعي ودوره في التنمية البشرية في عصر العولمة ، أبريل، ٢٧١- ٣١٠.

عبد العال، ريهام رفعت(٢٠١٤)."درجة ممارسة معلمي الجغرافي في المرحلة الثانوية لمهارات المدافعة البيئية: دراسة ميدانية في بعض مدارس القاهرة الكبري"، *دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، (٥٥)، ٢٢٩- ٢٥٥.
عبوشي، مصعب محمد جمال(٢٠٢٣). مدي امتلاك طلبة قسم الرياضيات في جامعة فلسطين التقنية- خضوري لمهارات النمذجة الرياضية وعلاقتها بتصوراتهم نحوها، *مجلة جامعة فلسطين التقنية للأبحاث*، جامعة فلسطين التقنية للأبحاث، ١١(٣)، ٢٦- ٤٦.
عزب، صالح(٢٠١٦). إشكاليات النمذجة الاقتصادية للمناخ، *مجلة البحوث الإدارية*، ٣٤(١)، أكاديمية السادات للعلوم الإدارية- مركز البحوث والتطوير، ٢٠٨- ٢٦٣
غانم، تفيدة سيد(٢٠١٦). تضمين أهداف التنمية المستدامة الوطنية والدولية في مناهج التعليم العام رؤية مقترحة، مؤتمر نحو بناء استراتيجية للتنمية المستدامة في صعيد مصر في ظل العلوم الإنسانية، المؤتمر العاشر لكلية الآداب جامعة بني سويف، ٤- ١٣ مارس.
فضل الله، نيفين علي صديق و محمد، ريهام رفعت و محمود، محمد الطاهر أحمد(٢٠٢٤). فاعلية تدريس التعبير الشفوي باستخدام استراتيجية التحليل الشجيري في تنمية مهارات المدافعة البيئية لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية، *مجلة العلوم البيئية*، كلية الدراسات العليا والبحوث البيئية، ٥٣(٢)، ٤٠٤- ٤٤٧.
كاظم، ماهر حمود(٢٠٢٢). دور النماذج المناخية في المخاطر المورفومناخية وآثارها البيئية في محافظة بابل، *مجلة الآداب*، جامعة بغداد، العراق، ع ١٤٣، ٣٨٣- ٤٣٢.
الكسباني، محمد السيد علي(٢٠٠٣). تطوير المناهج الدراسية من منظور هندسة المنهج، ط١، القاهرة، دار الفكر العربي
محمد، حنان محمود(٢٠١٧)." برنامج قائم علي مفاهيم الأمن المائي لتنمية بعض أبعاد التنمية المستدامة ومهارات التفكير لدي الطالب المعلم"، *دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، رابطة التربويين العرب، (٩١)، ٣٩٩- ٤٢٩.
محمد، عبد الله أحمد(٢٠١١). فعالية برنامج في التربية البيئية في إكساب تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي مهارات المدافعة البيئية، رسالة دكتوراه، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس.
محمد، محمد جمال صالح وأحمد، سامية جمال حسين(٢٠٢٢). التفكير المستدام كمنبئ بمهارات المدافعة البيئية لدي طلاب جامعة أسوان، *المجلة العربية للعلوم التربوية والنفسية*،(٢٩) ، ٣١١-٣٤٩
محمد، محمد جمال صالح وأحمد، سامية جمال حسين(٢٠٢٢). برنامج مقترح في التربية البيئية قائم علي القضايا العامة المعاصرة باستخدام التعليم المتمايز لتنمية مفاهيم الاقتصاد الأخضر والتفكير المستدام والمدافعة البيئية لدي طالبات كلية التربية جامعة أسيوط، *المجلة العربية للعلوم التربوية والنفسية*، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، (٢٩)، سبتمبر، ٣٥١-٣٩٦.
محمد، منال علي حسن(٢٠٢٢). برنامج مقترح في ضوء أبعاد التنمية المستدامة والاقتصاد الأخضر وأثره في تنمية التفكير المستدام والتوازن المعرفي والاتجاهات المستدامة لدي طلاب الشعب العلمية بكلية التربية، *مجلة كلية التربية*، جامعة أسيوط، ٣٨(٣)، مارس، ١٠٦- ١٧٠.

المسعود، طلحة وبدران، دليلة وعيساوة، وهيبة(٢٠٢٠). الثقافة البيئية حتمية نحو الاستدامة البيئية، *مجلة آفاق للعلوم*، جامعة زيان عاشور الجلفة، ٥(٢) ، الجزائر، ١٤٣- ١٥١.

مطاوع، ابراهيم(٢٠٠٥). **التربية البيئية**، القاهرة: الدار العالمية للنشر والتوزيع.

منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة(٢٠١٢). **التربية من أجل التنمية المستدامة**، كتاب متاح في https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf000021ara

المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم(١٩٨٧). **التربية البيئية في مناهج التعليم العام بالوطن العربي**، تونس: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم.

هاشم، هبه محمد(٢٠١٢). برنامج تعلم ذاتي مقترح في ضوء أبعاد التنمية المستدامة للطلاب المعلمين بكلية التربية، رسالة دكتوراه، كلية التربية، جامعة عين شمس.

وزارة الدولة لشئون البيئة. الجنة الوطنية للتنمية المستدامة(٢٠١٧). وثيقة إطار الاستراتيجية الوطنية للتنمية المستدامة ومنهجية إعداد المؤشرات لها، نحو استراتيجية وطنية للتنمية المستدامة، رئاسة مجلس الوزراء .ج. م. ع

ثانياً: المراجع الأجنبية:

Anastasia Nasibulina, (2015), Education for Sustainable Development and Environmental Ethics, Social and Behavioral Sciences,214, 1077 –1082.

Barbara, J. M. & Pauline, H. (2006). Student Teacher Inquiry as an "Entry Point" for Advocacy, Teacher Education Quarterly, Summer ,79-96

Bagoly-Sim o, P., Hemmer, I. and Reinke, V. (2018), "Training ESD change agents through geography: Designing the curriculum of a master' s program with emphasis on education for sustainable development (ESD) " , *Journal of Geography in Higher Education,* 42 (2), 174-191.

Berenguer, J. (2007). The Effect of Empathy in Pro environmental Attitudes and Behaviors. *Environment and Behavior*, 39(2), 269-283. https://doi.org/10.1177/0013916506292937

Burns, D. & Norris, S.(2009). Open-Minded Environmental Education in The classroom, Paideusis, 18(1) 35-42.

Bush, Drew Fulton(2019). Introducing the Educational Global Climate Model to Cement Climate Change Learning McGill University, available at https://serc.carleton.edu/teachearth.

Carissa Wong (2024). How ai is improving climate forecasts, nature, (628), 710-712.

Castellanos, Pedro Mauricio Acosta (2022). From environmental education to education for sustainable development in higher education: a systematic review, In*ternational Journal of Sustainability in Higher Education*, 23 (3), 622-644.

Colombo, C., Alves, A., Moreira, F. and Van Hattum-Janssen, N. (2015), "A study on impact of the UN decade of education for sustainable development on industrial engineering education", Direction Organization, (56), 4-9.

Davidson, D. J., & Kecinski, M. (2022). Emotional pathways to climate change responses. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, 13(2), 751. https://doi.org/10.1002/.

Dangermond, Jack and Artz Matt(2010). Climate Change is a Geographic Problem the Geographic Approach to Climate Change.

Edge, S., Brown, E. L., Ghosh, S., & Murnaghan, A. M.(2020). Procedural environmental (in) justice at multiple scales: examining immigrant advocacy for improved living conditions, Local Environment, 25(9), 666-680.

El-Haggar, S., Samaha, A. (2019). Roadmap for Global Sustainability Rise of the Green Communities. Springer Nature Switzerland AG Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-3-030-14584-2

Graham, Phil and Sjökvist, Elin (2017). Regional Climate Modelling and Regional Hydrological Modelling Applications in the Arab Region, By the Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI) and the United Nations Economic and Social Commission for Western Asia.

Henning, H.,& Keune, M.(2005). Levels Of Modeling Competencies Proceedings Of The 4th European Congress Of Mathematics Education, Feliu de Guixols, Spain, 1666- 1675.

IPCC(2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K.

Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151.

Jegstad, K; Gjøtterud, Si; Sinnes, A. (2018): Science Teacher Education for Sustainable Development: A Case Study of a Residential Field Course in a Norwegian Pre-Service Teacher Education Programme, *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning,* 2(18), 99-114 .

Johnson, M., Hannah, C., Actonb, L., Popovicia, R., Karanth, K. & Weinthal, E. (2014). Network Environmentalism: Citizen Scientists as agents for Environmental Advocacy, *Global Environmental Chang*e, 29, 235–245.

Kanapathy, S; Lee, K; Sivapalan, S; Mokhtar, M; Zakaria, S; Zahidi, A (2019): Sustainable Development Concept in the Chemistry Curriculum: An Exploration of Foundation Students', Perspective, *International Journal of Sustainability in Higher Edu*cation, 1(20), 2-22 .

Karim, Ahmed Abbas (2023). Levels of Cognitive Depth and Their Relationship to Environmental Advocacy Skills Among Biology Teachers for the Preparatory Stage, *Indonesian Journal of Humanities and Social Sciences* ,4(3),775-784 https://ejournal.uit-lirboyoac.id/

Kates, R., et al. (2001). Sustainability Science. Science, 292 (5517), 641-642.

Kendall, J., Marzano, J., and Brown, K. (2022). Integrating artificial intelligence into science education: teachers' experiences. *Journal of .Science Education*, 47(2), 18-29

Kopnina, N. (2014). Revisiting the‗ Trans-human'Gestalt:Discussing ‗Nature' and ‗Development' with Students of Sustainable Business. *Journal of Education for Sustainable Development* .Sage Publications, 8(1) 43-63. Doi: 10.1177/0973408214529989.

Larson ,Lincoln R; Richard . Stedman ; Caren B. Cooper ; Daniel J. Decker(2015). Understanding the multi-dimensional structure of pro-environmental behavior, *Journal of Environmental Psychology,*43.112-124

Miller, V(1994). NGOs and grassroots policy influence: What is success IDR Reports, 11(5), 2-24.

Niblett, B. (2012). Integrating Advocacy and Environmental Education: A Response to Burns & Norris, Paideusis, ,20 (1) 4–13

Nolet, V. (2009). Preparing sustainability-literate teachers . Teachers College Record, 111(2), 409-422.

O´Flaherty & Liddy(2018): The impact of development education and education for sustainable development interventions: a synthesis of the research. *Environmental Education Research*, 24, 1031 - 1049.

Pacheco-Vega, R., & Murdie, A. (2021). When do environmental NGOs work? A test of the conditional effectiveness of environmental advocacy. *Environmental Politics*, 30(1-2), 180-201.

R.K. Pachauri and L.A. Meyer(2014).Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Geneva, Switzerland, 151.

Randall, D.A., R.A. Wood, S. Bony, R. Colman, T. Fichefet, J. Fyfe, V. Kattsov, A. Pitman, J. Shukla, J. Srinivasan, R.J. Stouffer, A. Sumi and K.E. Taylor, (2007): Climate Models and Their Evaluation: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Russell, Constance & Oakley, Jan. (2016). Engaging the Emotional Dimensions of Environmental Education. Canadian *Journal of Environmental Education.* 21.

Santone, Saunders & Seguin, C. (2014). Essential Elements of Sustainability in Teacher Education. *Journal of Sustainability Education*, 6, 1-15. Retrieved from http://www.jsedimensions.org

Schuler, Stephan; Fanta, Daniela; Rosenkranz, Frank; Riess, Werner (2018): Systems Thinking within the Scope of Education for Sustainable Development (ESD)--A Heuristic Competence Model as a Basis for (Science) Teacher Education, *Journal of Geography in Higher Educatio*n, 2(42),192-204 .

Seibt B, Zickfeld JH and Østby N (2023) Global heart warming: Kama muta evoked by climate change messages is associated with intentions to mitigate climate change. *Front. Psychol*. 14:1112910. Doi: 10.3389/fpsyg.2023.1112910

Sterling, S. (2001). Sustainable Education: Re-Visioning Learning and Change. Green Books, Totnes.

Shah, S. Cheema, S, Al-Ghazali, B, Ali, M., & Rafiq, N. (2021). Perceived corporate social responsibility and pro- environmental behaviors: The role of organizational identification and coworker pro-environmental advocacy, *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 28(1), 366-377.

Shipley NJ, van Riper CJ, Stewart W, Chu M, Stedman RC and Dolcos F (2023) Pride and guilt as place-based affective antecedents to pro-environmental behavior. *Front. Psychol*. 13:1084741. doi: 10.3389/fpsyg.2022.1084741

Solmonson, L. (2010). Developing advocacy skills: A program model. Retrieved from http://counselingoutfitters.com/vistas/vistas

Susanto, N., & Thamrin, M. H. (2021). Environmental Activism and Cyber-advocacy on social media: A Case Study from Indonesia. JKAP (Journal Kebajikan dan Administration Publik), 25(2), 148-166.

Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI). 2017. Regional Climate Modelling and Regional Hydrological Modelling Applications in the Arab Region. RICCAR Technical Note, Beirut, E/ESCWA/SDPD/2017/RICCAR/TechnicalNote.1.

The International Center for Not-for-Profit Law (2016). Environmental Advocacy: Challenges to Environmental Groups' Rights to Assemble, Associate and Express their Opinions, 7(1), Available at http://www.icnl.org/Globals

Tilbury, D.(2011). Education for Sustainable Development. New York: UNESCO, http://unesdoc.unesco.org/image.

Tsakeni, M. (2018): Opportunities for Teaching Sustainable Development through the Chemistry Component of CAPS Physical Sciences, African Journal of Research in

Mathematics, Science and Technology Education, 1(22),125-136 .

UNESCO (2017), " Education for sustainable development goals: Learning objectives. Education for sustainable development. The global education 2030 agenda" ,www.unesco.org/openaccess/terms-

UNESCO, (2012), World Bank, Partnerships for Education in the Green Economy, Organizing partners International Business Leaders Forum.

United Nation. (2015). Sustainable Development Goals., Retrieved from: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ar/development

United Nations Education, Scientific, and Cultural Organization. (2004). United Nations decade of education for sustainable development: Draft international implementation scheme. Retrieved from: http://www.unesco.org/education/tlsf/mods/theme

Warren, A; Archambault, L. & Foley, R. (2014): " Sustainability Education Framework for Teachers: Developing sustainability literacy through futures, values, systems, and strategic thinking", Journal of Sustainability Education,(6), 1-14, http://www.susted.org/.

Whelan, J.(2002).Education and Training For Effective Environmental Advocacy, PhD Australian School of Environmental Studies, Faculty of Environmental Sciences, Griffith University, Available at: http://hdl.handle.net/10072.

Xia, Xiaolin and Li, Xiaojun (2022). Artificial Intelligence for Higher Education Development and Teaching Skills, *Hindawi Wireless Communications and Mobile Computing*, 1-10, https://doi.org/10.1155/2022/7614337

Yongqiang Liu, Scott Goodrick, Marcus Williams, Aoxing Zhang(2024). Future Forests, Mitigation and Adaptation to Climate Change, Center for Forest Disturbance Science, *USDA Forest Service, Southern Research Station*, Athens, GA, United States, Available online 27 October 2023, https://www.sciencedirect.com/scienc

Zbiek, Rose Mary& Conner, Anna Marie(2006).Beyond Motivation: Exploring Mathematical Modeling as A Context for Deepening Students' Understandings of Curricular Mathematics, 63(1),89-112, *Educational Studies in Mathematics*, DO - 10.1007/s10649-005-9002-4.

ثالثاً: المواقع الالكترونية:

http://www.ipcc.ch.(Intergovernmental Panel on Climate change IPCC,2014)

https://hai.stanford.edu/news/

https://icp.giss.nasa.gov/education/geebitt/

https://planetarycomputer.microsoft.com/catalog

https://serc.carleton.edu/introgeo/models/index.html

https://www.climate.gov/maps-data/climate-data-primer/predicting-climate/climate-models.