برنامج مقترح في تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف لتنمية مستويات عمق المعرفة والمواطنة المناخية لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية

إعداد

أ.م.د/ سماح محمد أحمد عيد

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد

كلية التربية ـ جامعة أسيوط

برنامج مقترح في تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف لتنمية مستويات عمق المعرفة والمواطنة المناخية لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية

أ.م.د/ سماح محمد أحمد عيد *

مستخلص:

هدف البحث إلى تعرف فاعلية برنامج مقترح في تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف لتنمية مستويات عمق المعرفة والمواطنة المناخية لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية، وتكونت مجموعة البحث من (٤٠) طالب وطالبة من طلاب الفرقة الأولى شعبة العلوم البيولوجية بكلية التربية جامعة أسيوط، وتم التطبيق خلال الفصل الدراسى الثاني للعام الدراسي٢٠٢٤ -٢٠٢٥م، وقد تمثلت أدوات ومواد البحث في (قائمة موضوعات تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف البرنامج المقترح، دليل المعلم، وأوراق العمل، اختبار مستويات عمق المعرفة ومقياس المواطنة المناخية) واعتمد البحث على التصميم شبه التجريبي ذو المجموعة الواحدة وبتطبيق تجربة البحث ومعالجة النتائج إحصائياً توصلت النتائج إلى فاعلية البرنامج المقترح في تنمية مستويات عمق المعرفة والمواطنة المناخية لدى مجموعة البحث، كما توصلت النتائج إلى وجود علاقة ارتباطية بين تنمية مستويات عمق المعرفة والمواطنة المناخية لدى مجموعة البحث، وقد أوصي البحث بضرورة تضمين موضوعات تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف في برامج إعداد الطلاب المعلمين في مختلف التخصصات والاهتمام بتنمية عمق المعرفة والمواطنة المناخية لديهم.

الكلمات المفتاحية: برنامج مقترح – تغير المناخ، آليات التخفيف والتكيف - مستويات عمق المعرفة - المواطنة المناخية.

* أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد - كلية التربية - جامعة أسيوط

A suggested program on climate change and mitigation and adaptation mechanisms to develop the depth of knowledge and climate citizenship among students and teachers specializing on Biological Science

Dr/ Samah Mohammed Ahmed Eid*

Abstract

The research aimed to identify the effectiveness of a suggested program on climate change and mitigation and adaptation mechanisms in developing the levels of knowledge and climate citizenship among students and teachers specializing on Biological Science. The research group consisted of 40 first-year students from the Biological Science Division of the Faculty of Education at Assiut University. The program was implemented during the second semester of the 2024-2025 academic year. The research tools and materials consisted of a list of climate change and mitigation and adaptation mechanisms topics, the proposed program teacher's guide, worksheets, knowledge depth tests, and a climate citizenship scale. The research relied on a single-group quasi-experimental design. After applying the research experiment and statistically processing the results, the findings showed that the proposed program was effective in developing the research group's knowledge depth and climate citizenship levels. The results also showed a correlation between the development of depth of knowledge and climate citizenship among the research group. The research recommended the inclusion of climate change topics and mitigation and adaptation mechanisms in science teacher training programs across various specializations. and the promotion of depth of knowledge and climate citizenship among them.

Keywords: Proposed program, climate change, mitigation and adaptation mechanisms, depth of knowledge levels, climate citizenship.

*Assistant Professor in the Department of Curriculum and Teaching Methods, Faculty of Education, Assiut University.

مقدمة:

تعد أزمة المناخ العالمية أحد أبرز التحديات في القرن الحادي والعشرين، إذ تتعرض استدامة الحياة على كوكب الأرض لتهديد متزايد بسبب تغير المناخ الناجم عن زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وغيره من الغازات الدفيئة، ويواجه العالم بأسره الآن ظواهر جوية متطرفة أكثر حدة وتواترًا منذ خمسينيات القرن الماضي ويتطلب ذلك جهودًا عاجلة للتخفيف من انبعاثات الغازات الدفيئة والتكيف مع آثارها المتزايدة.

وقد أقرت اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ منذ عام ١٩٩٢ أن التعليم يلعب دورًا محوريًا في تحقيق الحياد الكربوني وجعل المجتمعات أكثر قدرة على التكيف مع آثار تغير المناخ، وهذا ما عززته الجهود الدولية المتعددة فالتعليم يُعد أداة رئيسية لتغيير السلوك الفردي وتعزيز المشاركة المجتمعية للجهود السياسية المتخذة للتخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معها وفهمها، ورغم أهمية الدعم التقني والمالي لحل أزمة المناخ فإن التحولات السلوكية والثقافية والفكرية ضرورية بالقدر نفسه، وهنا يأتي دور التعليم في العمل المناخي. (الأمم المتحدة،١٩٩٢)

والتعليم الجامعي من أهم المراحل التعليمية التي ينبغي أن تهتم بدمج التغيرات المناخية في برامجه واعداده؛ لدوره الفعال في تزويد المتعلمين بالمعارف والمهارات اللازمة لإعدادهم لأدوارهم المستقبلية، وتعزيز وعيهم بالممارسات والأنشطة التي تساهم في تنمية الثقافة البيئية لديهم، وقدرتهم على اتخاذ قرارات سليمة تجاه قضايا التغير المناخي. (محمد، ٢٠٢٥، ٤٠٥) وهنا ويبرز دور كليات التربية في إعداد كوادر تعليمية على معرفة عميقة بقضية التغيرات المناخية وتداعياتها والآثار المترتبة عليها وسبل مواجهتها (النمر، ٢٠٢٢، ١٨). وهذا ما أشارت إليه دراسة Tang (2025,2) والتي توصلت إلى أن معرفة المعلم بتغير المناخ وفهمه العميق لأسبابه وآثاره يزيد من نجاحه في تعليم تغير المناخ..

يعد نموذج عمق المعرفة الرباعي Depth of Knowledge الذي قدمه نورمان ويب اتجاه حديث في مجال بناء المناهج وتطويرها لحل لمشكلات سطحية المعرفة وتفككها وضعف ترابطها ويتمثل في أربعة مستويات متدرجة متتابعة هى الاستدعاء والتطبيق والتفكير الاستراتيجي والتفكير الممتد، وتمثل مستويات عمق المعرفة ما يُعرف بـالتوقعات المعرفية التي يُنتظر من المتعلم أداؤها في أي مجال معرفي أو صف دراسي وتتفاوت درجة العمق المطلوبة في كل مستوى من هذه المستويات الأربعة تبعًا لطبيعة المادة الدراسية ومستوى الصف، وتهدف هذه المستويات إلى تحسين تعلم الطلاب وتنمية مهاراتهم في التفكير، بما يضمن استمرارية أثر التعلم وبقاءه لديهم(Taylor,2021,11) .

وتكمن أهمية عمق المعرفة في تجاوز الحفظ السطحي للمعلومات إلى الفهم العميق والتطبيق الهادف، وتنمية مهارات التفكير العليا والقدرة على حل المشكلات

المعقدة، وإعداد المتعلمين للتعامل مع القضايا المعقدة والمتشابكة في العالم الحقيقي وتعزيز القدرة على نقل المعرفة وتطبيقها في سياقات جديدة ومختلفة . (الفيل ٢٠١٨، ٢٣٩-٢٣٧)

ويتفق كلا من Mannucci et al. (2017) & Hess (2013) أن أهمية مستويات عمق المعرفة تكمن في كونها تتسع لتشمل العديد من القدرات العقلية البسيطة والمركبة فهى بذلك تناسب مختلف المراحل العمرية، كما انها تتيح للمتعلم معالجة المعلومات وربطها بخبراته السابقة وبناء معانٍ جديدة تسهم في توسيع إدراكه وهى بذلك تتوافق مع المدخل البنائي، كما أن عمق المعرفة يركز على المعرفة النشطة التي يمكن للمتعلم من تطبيقها في مواقف جديدة في الحياة الواقعية.

وهناك عديد من الدراسات أشارت إلى أهمية تنمية عمق المعرفة المناخية منها دراسة: محمد (٢٠٢٥)؛Tang (2025)؛ Cornejo et al. (2024)؛هنداوي (٢٠٢٢) ؛ السيد (٢٠٢٤) Ofori et al. (2023) Lea et al.(2023). Det al. (2021) Asshoff et al. (2021).

وبالرغم من أهمية المعرفة في التعليم المناخي، فإن امتلاكها وحده لا يُعد كافيًا لمواجهة تحديات تغير المناخ؛ إذ يتطلب الأمر تحولًا مفاهيميًا في هذا النوع من التعليم، بحيث يتجاوز التركيز على المعرفة العلمية المجردة ليشمل البعد العاطفي والوجداني، بما يعزز ارتباط الأفراد بالقضية ويحفزهم على تبني سلوكيات مسؤولة تجاه البيئة .(Tang, 2025, 12) فالتغير المناخي ليس مجرد قضية بيئية بل قضية شاملة ذات أبعاد سياسية واجتماعية واقتصادية فهى قضية تهدد حياة المواطنين وتستدعي مشاركة واعية من جميع فئات المجتمع.

والمواطنة المناخية أحد المصطلحات التربوية التي ظهرت حديثاً نتيجة لتزايد أزمة المناخ ومخاطرها، وتمثل المواطنة المناخية إحدى أشكال المواطنة البيئية والتي اشتقت منها مؤخرًا؛ لتعطي مزيدًا من التحديد والتركيز حول قضية تغير المناخ، فالمواطنة البيئية تركزعلى كل القضايا المتعلقة بالبيئة مثل التلوث والمحافظة على الموارد الطبيعية بينما تركز المواطنة المناخية بشكل محدد على القضايا المرتبطة بتغير المناخ كتقليل الانبعاثات الكربونية والتكيف مع آثار المناخ المتغيرة. (حسانين،٢٠٢٥، ٢٢)

ويُقصد بالمواطنة المناخية (Climate Citizenship)إدراك الأفراد لظاهرة التغير المناخي وفهم أبعادها وآثارها المتعددة، وتحملهم المسؤولية الفردية والجماعية في مواجهتها من خلال تبنّي سلوكيات مستدامة تسهم في الحدّ من مسبباتها والتكيف مع نتائجها، إلى جانب المشاركة المجتمعية الفاعلة في جهود التخفيف والتكيّف لمواجهة تغير المناخ، ودعم حقوق الأجيال الحالية والمستقبلية في بيئة آمنة ومستقرة.(Çakır-Yıldırım et al., 2023, 391)

وتتجلى أهمية المواطنة المناخية في تجاوز النظرة الضيقة للمواطنة المرتبطة بالدولة القومية فهي تربط مفهوم المواطَنة بالمناخ، فالمواطَنة في جوهرها تعني "انتماء الفرد إلى مجتمع أو إلى بيئة سياسية معينة مع حقوق وواجبات متبادلة". (Leydet,2023)لكن المواطَنة في السياق البيئي أو المناخي تُفهم بأنها "فعل الفرد كمواطن بيئي/مناخي" له حقوق في بيئته وعليه واجبات للحفاظ عليها. أي أن الفرد لا ينظر إلى نفسه فقط كمستخدم للبيئة بل كمسئول اجتماعي وسياسي في معالجة القضايا البيئية والمناخية.(Hadjichambis& Reis, 2020,3) وبذلك فالمواطنة المناخية تتجاوز مفهوم الوعي أو الالتزام الفردي وتمتد لتشمل الشعور بالانتماء وتحمّل المسؤولية الجماعية كمواطن يعمل من أجل مستقبل مستدام للأجيال الحالية والمستقبلية تحقيقاً للعدالة المناخية، وبذلك فهى تعد إطارًا شاملاً لتعليم الطلاب كيفية أن يكونوا فاعلين ومسؤولين ومشاركين في مواجهة التغير المناخي، وليس مجرد متلقين للمعرفة. (Parsons et al.,2023,1440-1441)

وتتكون المواطنة من ثلاثة أبعاد هي: المواطنة المناخية المسؤولة شخصيًا (المسؤولية الفردية):وتركز على تبني الفرد ممارسات مستدامة وتقليل البصمة الكربونية في أنشطة حياته اليومية، المواطنة المناخية المجتمعية: وتركز على الانخراط في أنشطة جماعية ومبادرات محلية أو وطنية تهدف للتخفيف من آثار تغير المناخ، مثل التطوع في حملات التشجير أو ورش التوعية البيئية، وأهم ما يميز المواطنة المناخية مشاركة المواطن كمكوّن في العملية السياسية أو المجتمعية المناخية، مثل التأثير في صنع القرار، أو الانخراط في حوار أو مبادرات مناخية أو دعم حقوق المواطنين المناخية. المواطنة المناخية الموجهه للعدالة ويشير مصطلح العدالة المناخية إلى عدالة تُوزيع الأعباء والمخاطر المتعلقة بالمناخ دون التمييز بين الفئات أو المناطق، ومراعاة الدول النامية والتضامن لمواجهة آثار التغيرات المناخية، وكذلك مراعاة حقوق الأجيال الحالية والمستقبلية في حياة مستقرة. (Çakır-Yıldırım et al.,2023,390-393)

وتعد العدالة المناخية أهم ركائز المواطنة المناخية الدافع والمحرك الوجداني للمسئولية الفردية والمشاركة المجتمعية، وهذا الدافع ينبع من القلق بشأن مخاطر المناخ ومصير الأجيال الحالية القادمة والشعوب النامية في ظل غياب العدالة المناخية حيث أشار كلا من (Tang(2025؛(Jenkins(2020 أن الخوف والقلق المناخي من شأنه أن يزيد من الدافع الداخلى للانخراط في المشاركة الفردية والمجتمعية لحل أزمة المناخ.

وهناك عديد من الدراسات التي أكدت أهمية تنمية المواطنة المناخية لدى الطلاب في مختلف المراحل الدراسية منها: دراسة حسانين (٢٠٢٥) Çakır-Yıldırım et al.(2023)؛Kim&Jange (2025)؛ Parsons et al. (22023)؛ Banerjee et al. (2022)

مما سبق يتضح أهمية دراسة تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف للطالب معلم العلوم وضرورة تعزيز المواطنة المناخية لديه؛ للمساهمة بشكل فعال في التخفيف من آثار التغيرات المناخية والتكيف معها كمواطن في المجتمع ووكمسئول في إعداد جيل واعٍ بيئيًا ومجتمعيًا.

مشكلة البحث:

تبلورت مشكلة البحث الحالى من خلال النقاط التالية:

- استجابة لما أوصت به العديد من المؤتمرات: المؤتمر الدولي لمعهد التخطيط القومي للتغيرات المناخية والتنمية المستدامة (٢٠٢٢) في الفترة من ٢٦ إلى ٢٧ مارس عام ٢٠٢٢م والمؤتمر العلمي الثاني والعشرون "التربية العلمية وتغير المناخ" ٢٠٢٢ المؤتمر الدولي الثالث للتغيرات المناخية التي نظمته جامعة الأزهر تحت عنوان: تغير المناخ التحديات والمواجهة " في الفترة من ١٨ – ٢٠ سبتمبر ٢٠٢١م. بضرورة مساهمة كافة المؤسسات التعليمية والجامعات في مواجهة قضية التغيرات المناخية ونشر الوعى بها ودمجها في المناهج الدراسية البرامج التعليمية بمختلف المراحل التعليمية.
- **وما أوصت به عديد من الدراسات بأهمية تضمين قضية التغيرات المناخية في برامج إعداد المعلم** منها: دراسة Trott et al. (2023)؛ Adamu (2025) Tang (2025) ؛ Vedvig (2024) ؛ Ben et al. (2024)، أحمد (٢٠٢٣) Castillo & Nozaleda(2022)؛ محمد وسليمان (٢٠٢١) غانم (٢٠٢٢) .
- وفي ضوء نتائج الدراسات السابقة التي أشارت إلى ضعف المعرفة بالتغيرات المناخية لدى الطلاب المعلمين منها دراسة: دراسة محمد (٢٠٢٥) التي أكدت على ضعف مستوى المعرفة المناخية لدى الطلاب معلمي العلوم بكلية التربية جامعة العريش، ودراسة Tang (2025) التي أشارت إلى ضعف المعرفة المناخية لدى المعلمين في أندونيسيا، دراسة Cornejo et al. (2024) والتي أظهرت نتائجها ضعف في مستوى المعرفة المناخية لدى الطلاب جامعة إكوادور وهذا ما أكدته دراسة Ofori et al. (2023) افتقار الطلاب المعلمين في للمعرفة الأساسية لقضية للتغيرات المناخية، ودراسة Leal et al (2021) التي أكدت على ضعف معرفة الطلاب معلمي العلوم وضعف إعدادهم الأكاديمي بقضية المناخ.
- بالرغم مما أشارت إليه عديد من الدراسات إلى أهمية المواطنة المناخية-Çakır Shrestha et al ؛ Leal et al (2025) ؛ Yıldırım et al. (2023) (2025) ؛ حسانين (٢٠٢٥) Banerjee et al (2024)؛ Parsons (2023) et al.؛ Vihersalo(2016) ألا أن هناك بعض الدراسات التي أشارت إلى ضعف مستوى المواطنة المناخية وأبعادها منها دراسة Kim& Jange (2025) أكد على ضعف معرفة الطلاب بالعدالة المناخية وهى أحد أبعاد المواطنة المناخية لدى الطلاب؛ دراسة Rosentrater & Burke(2018) التي أكدت على انخفاض

قابلية طلاب جامعة أيوا في الرغبة في المسؤولية الفردية للتخفيف من تغير المناخ وتغيير نمط حياتهم. دراسة Elsharkawy et al. (2022) التي توصلت إلى ضعف مستوى المسؤولية الشخصية للطلاب في المشاركة في تنفيذ تدابير التخفيف رغم وعيهم بقضية التغير المناخي.

- كما أن هناك عديد من الدراسات أشارت إلى تدني مستوى المواطنة البيئية بوجه عام منها دراسة السويكت (٢٠٢١)، دراسة أبو عيطة (٢٠٢٣) دراسة حسن (٢٠٢٢)، ودراسة عمر (٢٠٢٢) ، دراسة ابراهيم ومحمد (٢٠٢٣).
- **وفي ضوء نتائج الدراسة الاستطلاعية** التي قامت بها الباحثة على مجموعة من طلاب الفرقة الأولى شعبة العلوم البيولوجية بكلية التربية جامعة أسيوط بلغ عددهم (٤٠)طالب وطالبة طبق عليهم اختبار مستويات عمق المعرفة في صورة أسئلة مقالية قصيرة، ومقياس للمواطنة المناخية يتكون من (٢٠) مفردة وفقاً لمقياس ليكرت الخماسي، وقد أسفرت النتائج على أن أكثر من ٧٥٪ من الطلاب لم تتجاوز درجاتهم ٥٠ % من الدرجة الكلية لاختبارعمق المعرفة وجاءت معظم إجاباتهم سطحية مع عدم معرفتهم بالعديد من المفاهيم المرتبطة بالتغيرات المناخية وآثارها وكيفية مواجهتها والتخفيف منها، وحصول ٨٠٪ من الطلاب على درجة أقل من ٥٠٪ للدرجة الكلية لمقياس المواطنة المناخية.

وبناء على ما سبق تمثلت مشكلة البحث الحالي في انخفاض معرفة الطلاب بتغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف وكذلك ضعف مستوى المواطنة المناخية لديهم لذا جاء البحث الحالي لمحاولة إعداد **برنامج مقترح في تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف لتنمية مستويات عمق المعرفة والمواطنة المناخية لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية.**

أسئلة البحث: يسعى البحث للإجابة عن السؤال الرئيس التالى:
ما فاعلية برنامج مقترح في تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف لتنمية مستويات عمق المعرفة والمواطنة المناخية لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية؟ ويتطلب ذلك الإجابة عن الأسئلة الفرعية التالية:

١. ما موضوعات تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف المناسبة للطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية؟
٢. ما التصور المقترح لبرنامج في تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف لتنمية مستويات عمق المعرفة والمواطنة المناخية لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية.
٣. ما فاعلية البرنامج المقترح في تنمية مستويات عمق المعرفة لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية؟
٤. ما فاعلية البرنامج المقترح في تنمية المواطنة المناخية لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية؟

٥. ما العلاقة الارتباطية بين درجات الطلاب في اختبار مستويات عمق المعرفة ومقياس المواطنة المناخية لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية؟

أهداف البحث: هدف البحث الحالي إلى:

١. تعرف فاعلية البرنامج المقترح في تنمية مستويات عمق المعرفة لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية.
٢. تعرف فاعلية البرنامج المقترح في تنمية المواطنة المناخية بأبعادها المختلفة لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية.
٣. تحديد العلاقة بين مستويات عمق المعرفة والمواطنة المناخية لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية.

فروض البحث:

يحاول البحث التحقق من صحة الفروض التالية:

١. يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مستويات عمق المعرفة ككل وكل بعد من أبعاده لصالح التطبيق البعدي.
٢. يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس المواطنة المناخية ككل وكل بعد من أبعاده لصالح التطبيق البعدي.
٣. توجد علاقة ارتباطية موجبة دالة إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) بين درجات مجموعة البحث في اختبار مستويات عمق المعرفة ودرجاتهم في مقياس المواطنة المناخية في التطبيق البعدي.

أهمية البحث: قد يفيد البحث الحالي في:

- تقديم إطارًا نظريًا متكاملاً حول تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف وعلاقتها بعمق المعرفة والمواطنة المناخية مما يثري المكتبة العربية في هذا المجال.
- تقديم برنامجًا مقترحًا في تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف ودليلاً للمعلم لكيفية تدريس موضوعاته يمكن الإستفادة من قبل مخططي ومطوري برامج إعداد معلم العلوم بكليات التربية.
- توفير أدوات لقياس مستويات عمق المعرفة والمواطنة المناخية لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية قد يفيد الباحثين في إجراء أدوات مشابهة.
- فتح المجال أمام الباحثين لإجراء المزيد من الأبحاث والدراسات حول متغيرات البحث.

حدود البحث: اقتصر البحث الحالي على:

١. مجموعة من الطلاب المعلمين الفرقة الأولى شعبة العلوم البيولوجية بكلية التربية جامعة أسيوط، وتم اختيار طلاب الفرقة الأولى في شعبة العلوم

البيولوجية كونهم يمثلون المرحلة التأسيسية التي يتم فيها بناء المفاهيم العلمية الأساسية ومهارات التفكير؛ كما أن لديهم استعداد وشغف للدراسة الجامعية والمشاركة في الأنشطة المختلفة.

٢. تطبيق البرنامج المقترح في الفصل الدراسي الثاني لعام ٢٠٢٤-٢٠٢٥ م.

٣. **مستويات عمق المعرفة:** تمثلت في أربعة مستويات وهى: (التذكر وإعادة الإنتاج، مستوى تطبيق المفاهيم والمهارات، التفكير الإستراتيجي، التفكير الممتد(الموسع)

٤. **أبعاد المواطنة المناخية:** وتمثلت في ثلاثة أبعاد هى: (المواطنة المناخية المسؤولة شخصيًا، المواطنة المناخية المجتمعية، المواطنة المناخية الموجهة نحو العدالة)

منهج البحث:

- **المنهج الوصفي:** في تحليل ودراسة البحوث والدراسات السابقة إعداد الإطار النظري للبحث، إعداد مواد وأدوات البحث وتحليل وتفسير النتائج.
- **المنهج التجريبي:** التصميم شبه التجريبي ذو المجموعة الواحدة في اجراء الدراسة الاستطلاعية وتطبيق أدوات البحث؛ لبيان فاعلية البرنامج المقترح في تنمية عمق المعرفة والمواطنة المناخية لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية

مصطلحات البحث:

تُعرف وكالة ناسا تغير المناخ: التحولات طويلة الأجل في درجات الحرارة وأنماط الطقس يمكن أن تكون هذه التحولات طبيعية بسبب التغيرات في نشاط الشمس أو الإنفجارات البركانية الكبيرة، ولكن منذ القرن التاسع عشر أصبح النشاط البشري هو المحرك الرئيس للتغيرات المناخية ويرجع ذلك إلى حرق الوقود الإحفوري مثل الفحم والنفط والغاز الطبيعي. (NASA,2020)

ويُعرف إجرائيًا: بأنه التغير المستمر في عناصر المناخ مثل الحرارة، الأمطار الرطوبة، والرياح على مدى فترات طويلة؛ نتيجة للأنشطة البشرية التي تزيد من انبعاثات الكربون، مثل حرق الوقود الأحفوري وقطع الغابات، مما يؤدي إلى مظاهر ملموسة مثل ارتفاع درجات الحرارة، الجفاف، العواصف الشديدة، وعدم انتظام الفصول.

آليات التكيف والتخفيف:

- **آلية التخفيف:** "تُعرف بأنه تدخل بشري يهدف إلى تقليل مصادر انبعاث غازات الدفيئة أو تعزيز مصارفها(بالوعاتها)".(IPCC,2014,4)
- **آلية التكيف:** يقصد به تعديلات بشرية في النظم الأيكولوجية والإجتماعية أو الإقتصادية أو نهج لخطة عملية، وذلك استجابة لمحفزات المناخ الفعلية أو المتوقعة وآثارها (الأمم المتحدة، ٢٠١٢، ١٣)

-**وتُعرف آليات التخفيف والتكيف إجرائياً:** بأنهما الاستراتيجيتان الأساسيتين لمواجهة التغيرات المناخية **(التخفيف)** ويقصد به: التقليل من انبعاثات الكربون أو الحد من مسببات تغير المناخ أو **(التكيف)** ويقصد به: التعايش مع آثار تغير المناخ والتقليل من أضراره. وتعملا معًا في مواجهة التغيرات المناخية والحفاظ على استدامة الحياة والبيئة.

عمق المعرفة

-**يُعرف عمق المعرفة** (Depth of Knowledge - DOK) بأنه: "مدى تعقيد العمليات المعرفية التي يحتاجها المتعلم للوصول إلى إجابة أو حل أو منتج ومدى رسوخ فهمه وإدراكه لما يتعلمه" (Webb, 2002).

-**ويُعرف إجرائيًا بأنه**: مستويات التفكير المعرفي التي يظهرها الطالب معلم العلوم عند التعامل مع قضايا تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف معه وتتدرج في أربعة مستويات هي: التذكر وإعادة الإنتاج، المهارات والمفاهيم، التفكير الاستراتيجي والتفكير الموسع، ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في اختبار مستويات عمق المعرفة المعد لهذا الغرض.

المواطنة المناخية:

- **تُعرف المواطنة المناخية**: مفهوم متعدد الأبعاد يشير إلى وعي الأفراد بقضية التغير المناخي وآثارها، وتحملهم المسؤولية الفردية والجماعية من خلال تبني سلوكيات مستدامة، والمشاركة الفاعلة في جهود التخفيف من آثار التغير المناخي والتكيف معها، والدفاع عن سياسات بيئية عادلة تحمي حقوق الأجيال الحالية والمستقبلية. (Çakır-Yıldırım et al.,2023,391)
- **يمكن تعريف المواطنة المناخية بأنها:** إدراك الفرد العلاقة المتبادلة بين أزمة المناخ وسلوك الإنسان وخطورة تفاقمها، وحقه في بيئة آمنة مستقرة مناخياً و كذلك وواجباته ومسؤوليته الفردية والجماعية تجاه قضايا المناخ في الحدّ من مسبباتها والتكيف مع آثارها، بتقليل بصمته الكربونية، والمشاركة بفاعلية في الحلول المجتمعية ودعم السياسات للحفاظ على حقوق الأجيال الحالية والقادمة والعدالة المناخية بين الدول.

مواد وأدوات البحث: (إعداد الباحثة)

- قائمة موضوعات تغير المناخ وآليات التكيف والتخفيف
- البرنامج المقترح
- دليل المعلم لتدريس البرنامج
- أوراق العمل الخاصة بالبرنامج
- اختبار عمق المعرفة
- مقياس المواطنة المناخية

الإطار النظرى

يشهد العالم تحديات بيئية غير مسبوقة، يأتي في مقدمتها تغير المناخ الذي أصبح يمثل تهديدًا وجوديًا للأنظمة البيئية والاجتماعية والاقتصادية على كوكب الأرض. وفي ظل هذه التحديات تبرز أهمية تطوير فهم عميق للعلاقات المعقدة بين الأنظمة البيولوجية والمناخية، وتنمية قدرات المتعلمين على التفكير حول هذه القضايا وتعزيز شعورهم بالمسؤولية والالتزام تجاه البيئة والمجتمع العالمي.

المحور الأول: التغيرات المناخية واليات التخفيف والتكيف:

مفهوم تغير المناخ:

- **التغير المناخي:** هو اختلال يحدث في طبقات الغلاف الجوي مثل درجة الحرارة وهطول الأمطار ومعدل الرياح، وغيرها من التغيرات التي يتم قياسها على مدار فترات طويلة.(Australian Academy of Science, 2015)
- **يُعرف تغير المناخ:** بأنه تعديل في الخصائص الإحصائية لنظام المناخ يستمر لفترة طويلة تشمل هذه الخصائص الإحصائية المتوسط والتباين. قد تنبع التغيرات في المناخ من عمليات داخلية طبيعية أو قوى خارجية.(Brosch,2022,17)
- **عرفته إتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المعنية بتغير المناخ لعام ١٩٩٢:** "يعني تغيراً في المناخ يعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاط البشري الذي يفضي إلى تغير في تكوين الغلاف الجوي العالمي والذي يلاحظ بالإضافة إلى التقلب الطبيعي للمناخ على مدى فترات زمنية متماثلة" .(الامم المتحدة ،١٩٩٢، ٤)

مما سبق يمكن تعريف تغير المناخ بأنه: مجموعة التغيرات المستمرة على مدى فترات طويلة في عناصر المناخ مثل درجة الحرارة، الأمطار، الرطوبة، والرياح. ويظهر ذلك من خلال مظاهر ملموسة مثل ارتفاع درجات الحرارة، البرودة الشديدة، عدم انتظام الفصول، زيادة العواصف والفيضانات، والجفاف؛ ويُعزى ذلك في المقام الأول إلى الأنشطة البشرية التي تزيد من انبعاثات الكربون مثل حرق الوقود الأحفوري، وقطع الغابات، والتوسع الصناعي.

آثار ومخاطر التغيرات المناخية:

تتعدد وتتنوع آثار التغيرات المناخية اقتصادياً واجتماعياً وصحياً وبيولوجياً كما يلى:

- **الظواهر الجوية المتطرفة:** تؤدي التغيرات المناخية إلى زيادة تواتر وشدة الأحداث الجوية القصوى مثل موجات الحرارة، الأمطار الغزيرة، وانكماش الكتلة الجليدية الجفاف الأعاصير، والحرائق البرية، مما يتسبب في أضرار مباشرة على والممتلكات والطبيعة. فارتفاع درجات الحرارة الشديدة أدى إلى وفاة عشرات الآلآف من الأشخاص حول العالم، كما أن الأعاصير والأمطار الغزيرة تسببت بأضرار اقتصادية هائلة، تصل إلى نصف تريليون دولار في حوض شمال

الأطلسي وحده، هذه التأثيرات تهديد سلامة الإنسان والممتلكات وتعطل البنية التحتية والأنظمة الاقتصادية والزراعية. (Clarke et al.,2022,1)

- **التنوع البيولوجي للتربة:** تؤثر التغيرات المناخية المتطرفة مثل الجفاف والفيضانات آثار طويلة الأمد على التنوع البيولوجي للتربة، مما يؤثر على خصوبة التربة والتنوع البيولوجي بها، مما يؤثر بدوره على دور التربة في التخفيف من آثار التغيرات المناخية كونها مستودع طبيعي لتخرين الكربون. (Oishy et al.,2025,2)
- **تهديد الأمن الغذائي:** يُشكل تغير المناخ تهديدًا للأمن الغذائي في العديد من مناطق العالم؛ لذلك من الضروري تحسين المحاصيل التي تُسهم في تطوير مبادرات الزراعة الذكية مناخيًا؛ حيث أن وجود ظواهر جوية قاسية مصاحبة لتغير المناخ يؤدي مباشرةً إلى انخفاض الإنتاجية وفشل المحاصيل لقد أصبحت مهمة "تحسين" المحاصيل تحديًا كبيرًا للمُربين يتجاوز المصالح الاقتصادية ليشمل الأمن الوطني والعالمي.(Kopeć,2024,8) .
- **مخاطر الانقراض:** يشكّل تغير المناخ خطرًا حقيقيًا على التنوع البيولوجي، إذ يزيد من احتمالية انقراض العديد من الكائنات الحية من نباتات وحيوانات، نظرًا لعدم قدرتها على التكيف أو الهجرة بالسرعة الكافية لمواجهة التغيرات البيئية. ومن أبرز الأنواع المهددة بالانقراض بسبب هذه التغيرات الشعاب المرجانية، الدب القطبي، السلحفاة المصرية، والنسور السمراء وتشير الدراسات إلى أن نحو ١٧٪ من أنواع الكائنات الحية على كوكب الأرض مهددة بالإندثار نتيجة مباشرة لتغير المناخ (القلعاوي، ٢٠٢٢، ٦٢٢).
- **تحمض المحيطات وتوزيع الكائنات البحرية:** إن امتصاص المحيطات لثاني أكسيد الكربون يزيد من حموضتها مما مما يؤدي إلى تحمض المحيطات والذي يمكن أن يضر بالحياة البحرية، وخاصة الكائنات الحية ذات الأصداف أو الهياكل العظمية التي تتكون من كربونات الكالسيوم بشكلٍ أساسي، مثل الشعاب المرجانية والمحار كما أن ارتفاع درجة حرارة المياه يؤثر في توزيع الكائنات البحرية وهجرة الأسماك. (أبو شامة،٢٠٢٥، ٣٥)
- **تغيير الأنظمة البيئية: تؤدي** التغيرات المناخية إلى تحول في تركيبة مجموعات الأنظمة البيئية وتوزيعها الجغرافي، حيث تنزلق المناطق المناخية نحو القطبين والنطاقات المرتفعة بوتيرة سريعة جداً ممَّا يفقد النباتات والحيوانات المرتبطة بها القدرة على التكيف والتأقلم. ومن المتوقع تراجع التنوع النباتِي والحيواني وتدهور الأوضاع الغذائية في بعض المناطق، كذلك قد تنخفض محاصيل المناطق التي تعاني من تكرار موجات الجفاف بنسبة تتراوح بين ١٠٪ و٣٠.% (المكرازي ٢٠١٨، ٢٧)

- **صحة الإنسان:** يُسبّب تغير المناخ ارتفاع منسوب مياه البحار، زيادة انتقال الأمراض المعدية وتغير أنماطها ونقص الغذاء والمياه، والهجرة الجماعية والصراعات السياسية، والخسائر المالية للأفراد والحكومات جميعها تُلحق الضرر بصحة الناس جسديًا وعقليًا واجتماعيًا. (Ghazy& fathy,2023,188)

آليات التخفيف والتكيف مع التغيرات المناخية:

تُعتبر آليات التخفيف والتكيف استراتيجيتين أساسيتين لمواجهة تغير المناخ يركز التخفيف (Mitigation) على خفض تركيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي سواء من خلال الحد من انبعاثها أو سحب الكربون من الجو، مثل الاستثمار في مصادر الطاقة النظيفة والحفاظ على الغابات، وتهدف هذه الإجراءات إلى استقرار وتقليل مستويات الغازات الدفيئة، وبالتالي التخفيف من عديد من الآثار السلبية لتغير المناخ ومع ذلك وبالنظر إلى ارتفاع تركيزات غازات الدفيئة الحالية فإن بعض آثار تغير المناخ ستستمر رغم جهود التخفيف مما يجعل التكيف (Adaptation) أمرًا ضروريًا، ويهدف التكيف إلى مواجهة التأثيرات المحتملة للتغيرات المناخية والتقليل من أضرارها .(Anderson, 2012, 192)

على الرغم من أن التخفيف والتكيف نهجان متميزان إلا أنهما أنهما مترابطان ومتكاملان، ويمكن أن يحقق التكامل بينهما فوائد متعددة مثل تقليل التعرض لمخاطر المناخ وخفض الانبعاثات في الوقت نفسه. على سبيل المثال: لا تقتصر مشاريع التشجير على امتصاص الكربون بل توفر أيضًا الظل، وتقلل من الإجهاد الحراري، وتعزز التنوع البيولوجي، بما يساهم في تحقيق أهداف التكيف مع تغير المناخ.(Howarth et al.,2025,3)

وفيما يلى عرض مختصرلبعض آليات التخفيف والتكيف:

آليات التخفيف:

- **الاقتصاد الدائري:** يُعد الانتقال إلى اقتصاد دائري بلا شك استراتيجية سياسية مهمة لمجتمع مستدام (Krans et al,2022,15) ويأخذ نهجاً مختلفاً حيث يقلل من حجم المخلفات والتلوث الناجم عنها النهاية ومن ثم خفض انبعاث الكربون؛ حيث يصمم السلع والمنتجات بطريقة تسمح باستخدامها لفترة طويلة، وإعادة استخدامها عدة مرات وإعادة تصنيعها وإعادة تدويرها في. وبذلك يحقق الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة وتقليل الهدر وزيادة إنتاجية الموارد. (ابراهيم وآخرون، ٢٠٢٣، ٦٦٧) ويهدف الاقتصاد الدائري إلى تقليل النفايات الناتجة عن عمليات الإنتاج والتوزيع كأحد مكوناته الأساسية. وقد عزز إطار عمل النفايات للاتحاد الأوروبي (٢٠٠٨) العلاقة بين الاقتصاد الدائري وعمليات إدارة النفايات. وبناءً على ذلك يُنظر إلى الاقتصاد الدائري كأداة فعّالة لتحسين استعادة النفايات وإعادة تدويرها. (Yang et al.,2023,57)
- **الطاقة المتجددة والنظيفة:** تتعدد مصادر الطاقة المتجددة مثل الكتلة الحيوية والموارد الحرارية الأرضية، الطاقة الشمسية، المياه، وطاقة الرياح، هي موارد

طبيعية يمكن الحصول منها على طاقة النظيفة بدون انبعاثات كربونية، وهى من أنسب اليات التخفيف من تغيرات المناخ، تشير التقديرات إلى أن مصادر الطاقة المتجددة ستُحدث تحولاً في مزيج الطاقة العالمي بحلول عام ٢٠٢٧، لتصبح أكبر مصدر للكهرباء. (Olabi & Abdelkareem,2022)

- **تحسين كفاءة الطاقة:** تحسين كفاءة الطاقة عبر القطاعات يقلل من استهلاك الطاقة والانبعاثات المصاحبة في **النقل** من خلال تطوير مركبات ذات كفاءة وقود عالية تعزيز وسائل النقل العام، وتشجيع استخدام الوقود البديل مثل السيارات الكهربائية والهيدروجينية، وكذلك **تصميم المباني المستدامة** من خلال تطبيق تصميمات ومواد وتقنيات موفرة للطاقة، مثل العزل، والإضاءةLED، وأنظمة التدفئة والتبريد الذكية. (Dutta etal. ,2025, 994)
- **حماية النظم البيئية:** حماية واستعادة البيئات الطبيعية مثل الأراضي الرطبة والأشجار الساحلية والغابات وتعد من الحلول القائمة على الطبيعة وتعمل الاشجار والغابات خزانات كربون حيث تقوم الأشجار والنباتات بامتصاص ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في الكتلة الحيوية وفي التربة وبالتالي تقليل تركيزه في الغلاف الجوي ومن أشهرها أشجار المانجرووف وتعد آلية مزدوجة حيث أنها تخفف من انبعاث ثاني أكسيد الكربون وتحمي البيئة الساحلية من التأكل حيث تعمل كمصدات للرياح.(Wang et al.,2023,16 ؛ Mingyu et al.2025)
- **إنتاج الغاز الحيوي (Biogas)**: في هذه العملية تقوم الكائنات الدقيقة بتحليل المواد العضوية في غياب الأكسجين لإنتاج خليط من الغازات يُعرف بالغاز الحيوي والذي يتكون بشكل أساسي من الميثان وثاني أكسيد الكربون، يمكن استخدام الغاز الحيوي كمصدر للطاقة المتجددة لتوليد الكهرباء أو التدفئة مما يقلل من انبعاثات غازات الدفيئة .(Chander et al., 2023,834)

آليات التكيف: ومن أمثلتها

- **تنويع المحاصيل وتحسين إدارة المياه:** تشجيع زراعة أصناف مقاومة للتغيرات المناخية لتقليل المخاطر المرتبطة بالطقس المتغير، تحسين تقنيات إدارة المياه لمواجهة تغير أنماط الأمطار وزيادة خطر الجفاف(Dutta etal.,2025.995) .
- **الزراعة الحراجية**: تقوم الزراعة الحراجية على ممارسات قديمة لدمج الأشجار مع نظم زراعة المحاصيل والحيوانات، تكتسب الزراعة الحراجية أهمية متجددة لقدرتها على تحسين صحة التربة وإدارة المياه، وأن تسهم في التخفيف من آثار تغيّر المناخ والتكيف معه. (Wang et al.,2023,16)
- **الزراعية الذكية مناخيًا**: تعد من الأدوات الفعّالة في بناء اقتصاد منخفض الكربون إذ تهدف هذه الممارسات إلى احتجاز الكربون في التربة والحد من انبعاثات غازات الدفيئة من خلال أساليب مثل إدارة بقايا المحاصيل، وتقليل الحرث (Kyriakopoulos &Sebos,2023) واستخدام التعديلات العضوية (كالفحم

الحيوي)، استنباط محاصيل أو أصناف نباتية مقاومة لتغير المناخ وذات قدرة مُعززة على مقاومة الظروف البيئية غير المواتية. (Kope´c,2024,3)

- **تطوير أنظمة الإنذار المبكر باستخدام الذكاء الاصطناعي والنمذجة والاستشعار عن بعد:** الاستثمار في تقنيات متقدمة كالذكاء الاصطناعي والنمذجة عالية الدقة والاستشعارعن بعد عبرالأقمارالصناعية للتنبؤ بالطقس والأحداث المناخية المتطرفة مثل الأعاصير والفيضانات والجفاف، وتحضير المجتمعات للاستجابة بشكل فعال من خلال خطط الإخلاء والملاجئ والتدريب على إدارة الكوارث مما يقلل المخاطر الاقتصادية والإنسانية. (Wang et al.,2023,16 ؛Duttaetal.,2025,995)

- **تطوير البنية التحتية لمقاومة المناخ: التأكد** من قدرة المرافق الحيوية مثل النقل المباني وشبكات المياه على تحمل الأحداث المناخية المتطرفة، تنفيذ إجراءات للحد من الفيضانات، بناء حواجز العواصف، وتعزيز السواحل لحماية المناطق الضعيفة. (Dutta etal.,2025.993)

هناك عديد من الدراسات التي اهتمت بقضية التغيرات المناخية في برامج إعداد المعلمين منها : دراسة محمد (٢٠٢٥) التي هدفت إلى التعرف على فاعلية وحدة مقترحة في العلوم قائمة على التدريس التبادلي في تنمية المعارف العلمية والمفاهيم ذات الصلة بقضية التغير المناخي والاتجاه نحوها لدى الطالب بكلية التربية جامعة العريش، بينما هدفت دراسة Tang (2025) إلى استكشاف تصورات معلمي المرحلة الثانوية العليا الإندونيسيين حول تغير المناخ واستعدادهم لتعليم موضوعات التغير المناخي وأظهرت النتائج أن لمعلمين الذين لديهم موقف إيجابي تجاه تغير المناخ هم أكثر استعدادًا للتعليم عنه. كما أظهرت الدراسة أن المعلمين لديهم بعض الثغرات في المعرفة ومفاهيم خاطئة،في حين هدفت دراسة شحاتة (٢٠٢٥) إلى التعرف على فاعلية برنامج مقترح في ضوء رؤية مصر ٢٠٣٠ لقضية التغيرات المناخية لتنمية الوعي المناخي واتخاذ القرارات نحو الاستدامة لدى طلاب كلية التربية ، بينما هدفت دراسة رمزي وعبد النبي (٢٠٢٤) إلى تعرف فاعلية برنامج مقترح في قضية التغيرات المناخية قائم على مدخل حل المشكلات لتنمية بعض مهارات التفكير المستقبلي والوعي البيئي لدى الطلاب المعلمين شعبة الفيزياء، والبيولوجي والعلوم (تعليم أساسي)، في حين توصلت دراسة الجمل (٢٠٢٤) إلى فاعلية برنامج قائم على القضايا المناخية المعاصرة في تنمية الوعي بالأخطار البيئية والثقافة الخضراء لطلاب كليات التربية بينما أكدت دراسة الفولي (٢٠٢٤) على فاعلية برنامج تدريبي قائم على التعلم الأخضر في تنمية تنمية المعرفة بالزراعة الذكية والوعي بالتغيرات المناخية لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية الزراعية كما أوصت دراسة Cornejo et al (2024) . بإدراج دورات محددة عن تغير المناخ لتجهيز الطلاب بشكل أفضل

للتنمية الزراعية المستدامة في مناخ متغير، كما أشارت غانم (٢٠٢٢) بأهمية أنشطة التربية العلمية في توعية الطلاب قبل الجامعي بتغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف.

المحور الثاني: مستويات عمق المعرفة

مفهوم عمق المعرفة

حظي تصنيف بلوم السداسي Bloom's (1956) لمستويات الأهداف المعرفية على اهتمام العديد من الباحثين التربويين على مدار العقود السابقة، وظهر تعديل لهذا التصنيف عام (٢٠٠١) على يد بعض تلاميذ بلوم، بعدما ظهر تصنيف ويب الرباعي لمستويات العمق المعرفي والذي بدأ اهتمام الباحثين به في العديد من الدول منها (أمريكا، وإيطاليا، وماليزيا، وكندا، والصين فلم يعد تصنيف بلوم كافياً للطلاب لتنمية مستويات أعلى من مهارات التفكير والفهم لذلك قدم ويب هذا النموذج. (الفيل ٢٠١٨، ٢٣٧)

- **يُقصد بعمق المعرفة (Depth of Knowledge - DOK)** بأنه "مدى تعقيد العمليات المعرفية التي يحتاجها المتعلم للوصول إلى إجابة أو حل أو منتج، ومدى رسوخ فهمه وإدراكه لما يتعلمه" (Webb, 2002).
- **يُعرف عمق المعرفة بأنه** :تصنيف مدرج لمهام التقييم حسب مستويات مختلفة من التوقعات المعرفية، أو عمق المعرفة، المطلوب لإتمام المهمة بنجاح. (Hess, 2013,4)
- **كما تُعرف عمق المعرفة بأنها**: المستوى العقلي الذي يتعامل مع جميع جوانب التعلم المعرفية التي تتعلق بنواتج تعلم من المتوقع أن يحققها المتعلم وكيف يمكنهم استخدام تلك المعرفة في سياقات تعليمية مختلفة، ومدى تمكنهم من إصدار التعميمات، ومقدار المعرفة المسبقة التي يجب أن يمتلكوها لفهم هذه الجوانب. **(الفيل، ٢٠١٨،١١)**

أهمية مستويات عمق المعرفة:

تتمثل أهمية مستويات عمق المعرفة فيما يلي :-

١. تتسع لتناسب الطلاب في جميع المراحل العمرية؛ نظرًا لشمولها لجميع أنواع المعرفة السطحية والعميقة وتصلح مع جميع المواد الدراسية؛ نظرًا لتعدد وعمق هذه المستويات وتنوع أهداف كل مستوى. (Marconi & Lombardi,2009)

٢. تتسع لتشمل العديد من القدرات العقلية البسيطة والمركبة تشتمل على مهارات التفكير الأساسية كذلك مهارات التفكير العليا وهذا ما أكدته دراسة محمود (٢٠٢٠) حيث أكدت وجود علاقة ارتباطية موجبة بين مستويات عمق المعرفة العلمية والتفكير عالي الرتبة لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي. كما أكدت دراسة عبد الفتاح (٢٠٢٣) على وجود علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين العمق المعرفي ومقياس اللياقة العقلية

٣.تأخذ في الحسبان مقدار المعرفة السابقة للمتعلم وهذا تتوافق مع مبادئ المدرسة البنائية.
٤.تصلح للاستخدام مع المجالات والموضوعات محددة وغير محددة البنية.
٥.تركز على المعرفة النشطة Active knowledge التي تعنى المعرفة التي يستطيع المتعلمون نقلها إلى مواقف جديدة. وهذا ما أكدت علية دراسة Abdel Nabi et al. (2023) حيث أشارت نتائجها إلى وجود علاقة ارتباطية بين المعرفة والممارسات لفعلية للطلاب فيما يتعلق بتغير المناخ

مستويات عمق المعرفة وفق نموذج ويب (Webb's DOK)

بينما قد يكون تصنيف بلوم هو الرؤية الأكثر شهرة للتعقيد المعرفي - خاصة بين المعلمين - فإن عمق المعرفة لنورمان ويب هو الأكثر استخدامًا على نطاق واسع في مجال التقييمات، يتكون نموذج ويب لعمق المعرفة من أربعة مستويات متدرجة في التعقيد المعرفي، وقد تم تطوير فهم هذه المستويات وتطبيقاتها في السنوات الأخيرة (Wine,2023,4)

المستوى الأول: التذكر وإعادة الإنتاج (Reproduction & Recall) يتضمن هذا المستوى مهام تتطلب الحد الأدنى من الجهد المعرفي حيث يُطلب من الطلاب استرجاع المعلومات التي تم تعلمها مسبقًا أو إجراء قياسات بسيطة وهى مهام أساسية للتعلم لكن لا تتطلب تفكيرًا عالي المستوى أو حل مشكلات معقدة، إنها بمثابة الأساس الذي تُبنى عليه المهام الأكثر تعقيدًا، مما يساعد الطلاب على ترسيخ فهم قوي للمفاهيم والمصطلحات الأساسية. (Mhlungu 2025,616). يتطلب المستوى الأول من الطلاب فقط حفظ إجابة أو استخدام صيغة معروفة أو اتباع إجراء محدد أو تنفيذ سلسلة من الخطوات المحددة بوضوح. (webb ,2002 ,5)

المستوى الثاني: مستوى تطبيق المفاهيم والمهاراتSkills/Concepts

يتضمن المستوى الثاني استخدام بعض العمليات العقلية التي تتجاوز مجرد تذكر أو إعادة إنتاج إجابة المعرفة المتعلقة بالمحتوى أو العملية المعنية أكثر تعقيدًا من المستوى الأول تتطلب الأسئلة من الطلاب اتخاذ بعض القرارات بشأن كيفية التعامل مع السؤال أو المشكلة، تشمل الكلمات الرئيسية التي تُميّز عادةً عناصر المستوى الثاني: "التصنيف"، "التنظيم"، "التقدير"، "تسجيل الملاحظات"، "جمع البيانات وعرضها"، و"مقارنة البيانات". تتضمن هذه الإجراءات أكثر من خطوة. على سبيل المثال، تتطلب مقارنة البيانات تحديد خصائص الأشياء أو الظاهرة أولًا ثم تجميعها أو ترتيبها. وعرضها في جداول ورسوم بيانية ومخططات. (webb,2002,6) وتتطلب من الطلاب اتخاذ قرارات بناءً على فهمهم للمفاهيم والمبادئ، وبذلك تتجاوز التذكر البسيط والتفاعل مع المحتوى على مستوى أعمق وإجراء ربط بين المفاهيم وتطبيق مهارات حل المشكلات. (Mhlungu et al. 2025,616)

المستوى الثالث: مستوى التفكير الإستراتيجي Strategic Thinking يتطلب المستوى الثالث التفكير المنطقي والتخطيط واستخدام الأدلة ومستوى تفكير أعلى من المستويين السابقين، لأن المهمة متعددة الخطوات تتطلب تفكيرًا أكثر تعقيدًا في معظم الحالات عادةً ما تتضمن التصاميم التجريبية في المستوى الثالث أكثر من متغير تابع واحد، و تشمل أنشطة المستوى الثالث الأخرى استخلاص النتائج من الملاحظات الاستشهاد بالأدلة وتطوير حجج منطقية للمفاهيم، شرح الظواهر من حيث المفاهيم واستخدام المفاهيم لحل أي مشكلة.(webb,2002,7) أى أن الاستدلال والمنطق العلامة الرئيسة للمهام التي تقع في هذا المستوى ويتطلب تتضمن الأسئلة في هذا المستوى عادةً تحليل وتقييم المعلومات غير مرتبطة ولقياس هذا المستوى يمكن استخدام العديد من الأفعال منها: حلل، اشرح بالأدلة، قدم تصورا، اقترح، اختبر، احكم على، قيم، ... إلخ. (Gopal,2021,32)

المستوى الرابع:مستوى التفكير الممتد (الموسع) Extended Strategic Thinking يمثل مستوى عمق المعرفة الرابع أعلى مستوى من المتطلبات المعرفية ويتضمن تفكيرًا ممتدًا عبر التخصصات ويقصد بالتفكير الموسع "تطوير تعميمات للنتائج المُحصّلة والاستراتيجيات المُستخدمة وتطبيقها على مواقف جديدة" يُطلب من الطلاب في هذا المستوى ربط عدة أفكار داخل مجال المحتوى أو بين مجالات المحتوى، تتطلب مهام المستوى الرابع مهارات معرفية عالية و تفكيرًا مُعقّدًا وتصميمًا وتخطيطًا تجريبيًا(webb,2002,7) ومن المُرجّح أن يتطلب فترة زمنية طويلة وغالبًا ما يتضمن مشاريع طويلة الأجل، وتخطيطًا مفصلاً، ودمجًا لمفاهيم متعددة. (Mhlungu et al. ,2025,617) أو استقصاءات قائمة على المشاريع والتي تكون عادةً مفتوحة النهاية ويمكن للمتعلمين استكشاف العديد من الخيارات الإبداعية وتوسيع التفكير .(Gopal,2021,32)

وهناك عديد من الدراسات التي أكدت على أهمية تنمية عمق معرفة في مراحل تعليمية مختلفة منها: محمد (٢٠٢٥) والتي هدفت إلى تعرف فاعلية وحدة مقترحة في العلوم قائمة على التدريس التبادلي في تنمية المعارف العلمية والمفاهيم ذات الصلة بقضية التغير المناخي والاتجاه نحوها لدى الطالب بكلية التربية جامعة العريش، كما أشارت دراسة (Shrestha et al. (2025 إلى أهمية المعرفة المناخية في الانخراط في سلوكيات التخفيف والتكيف وان الافتقار إلى المعرفة المناخية يمثل عائق أمام السلوك المشاركة المناخية، دراسة Senese (2025) etal. والتي هدفت إلى تعزيز المعرفة المناخية والمشاركة المدنية لدي طلاب المرحلة الثانوية من خلال مشروع تعليمي كنموذج لإدماج التعليم المناخي (الندوات العلمية، والتعلم التجريبي، والأدوات الرقمية مثل حاسبات البصمة الكربونية، مجالس شبابية للمناخ) وتوصلت الدراسة إلى فاعلية النموذج في تعزيز المعرفة المناخية، دراسة سليمان (٢٠٢٤) والتي هدفت إلى استخدام دورة الاستقصاء الثنائية في تدريس العلوم لتنمية العمق المعرفي والاندماج الأكاديمي لدى تلاميذ

الصف الثاني الإعدادي، دراسة عشري وآخرون (٢٠٢٤) هدفت إلى تدريس منهج العلوم باستخدام نموذج دورة الاستقصاء الثنائية لتنمية عمق المعرفة لتلاميذ الصف الأول الإعدادي، وفي دراسة أخرى صمم هنداوي (٢٠٢٢) مقررًا مقترحًا في القضايا البيئية باستخدام تطبيقات جوجل للتعليم لتنمية عمق معرفة الطلاب المعلمين بقضية التغير المناخي ضمن سياق المواطنه البيئية. ودراسة الوهابة (٢٠٢٣) التي هدفت إلى تعرف فعالية تدريس العلوم باستخدام استراتيجية تآلف الآشتات في تنمية عمق المعرفة وأنماط التفضيل المعرفي لدى طالبات الصف الأول متوسط.

المحور الثالث: المواطنة المناخية:

تعد المواطنة المناخية جانبًا حيويًا يهدف إلى تعزيز المشاركة المدنية في الحد من آثار تغير المناخ والتكيف معها، فهي لا تقتصر على فهم التداعيات العالمية لأفعال الأفراد بل تتضمن أيضًا العمل النشط على تقليل انبعاثات غازات الدفيئة والحفاظ على الموارد الطبيعية وتشجيع ممارسات الحياة المستدامة والدعوة إلى سياسات بيئية تعطي الأولوية لحماية البيئة. (Winter et al.,2022)

مفهوم المواطنة المناخية وأهميتها

تُمثل المواطنة مفهومها التقليدي العلاقة القانونية والسياسية التي تربط الفرد بالدولة، والتي تترتب عليها حقوق وواجبات متبادلة ومع التطورات العالمية وظهور العولمة، ظهرت أبعاد جديدة للمواطنة تتجاوز الإطار الوطني لتشمل الأبعاد السياسية والاجتماعية والاقتصادية وبرزت مفاهيم جديدة منها المواطنة البيئية والمواطنة المناخية. (Hadjichambis &Reis, 2020 , 3)

- **تُعرَّف المواطنة البيئية**: "بأنها سلوك المواطنين المسؤول المؤيد للبيئة من خلال إجراءات فردية وجماعية تهدف إلى حل المشكلات البيئية المعاصرة، ومنع ظهور مشكلات بيئية جديدة، وتحقيق الاستدامة، وبناء علاقة صحية مع الطبيعة. وتشمل "المواطنة البيئية" ممارسة الحقوق والواجبات البيئية، بالإضافة إلى تحديد الأسباب الكامنة وراء التدهور البيئي والمشاكل البيئية، وتنمية الرغبة والكفاءات اللازمة للمشاركة الفعالة والمشاركة المدنية لمعالجة تلك الأسباب، والعمل بشكل فردي وجماعي مع مراعاة العدالة بين الأجيال". (European Network for Environmental Citizenship (ENEC), 2018).

تُعتبر المواطنة المناخية امتدادًا طبيعيًا للمواطنة البيئية، فهي لا تقتصر على التفاعل الفردي مع البيئة بشكل عام، بل تركز على المسؤولية تجاه التغيرات المناخية والتحديات البيئية العالمية .بينما تهتم المواطنة البيئية بالحفاظ على الموارد الطبيعية، وتقليل التلوث، والمشاركة في الأنشطة البيئية المحلية، تتجاوز المواطنة المناخية هذا النطاق لتشمل الأبعاد العالمية والمعقدة للتغير المناخي، مثل الحد من الانبعاثات الكربونية ودعم السياسات المناخية المستدامة والمشاركة في المبادرات التي تساهم في التخفيف والتكيف مع تغير المناخ.(Banerjeeet al.,2022,2)

-**تُعرف المواطنة المناخية بأنها:** ممارسة العمل المناخي للحد من البصمة الكربونية انطلاقًا من الوعي بأزمة المناخ والمسؤولية والأخلاقيات تجاه استهلاك الطاقة والموارد وتصريف النفايات والوفاء بالالتزامات المحددة لاستخدام الطاقة بأمان ونظافة وتقليل استهلاك الموارد من خلال المشاركة في عملية صنع القرار السياسي.**(Kim & Jange,2025)**

-**تُعرف بأنها**: مفهوم متعدد الأبعاد يشير إلى وعي الأفراد بقضية التغير المناخي وآثارها، وتحملهم المسؤولية الفردية والجماعية من خلال تبني سلوكيات مستدامة والمشاركة الفاعلة في جهود التخفيف من آثار التغير المناخي والتكيف معها، والدفاع عن سياسات بيئية عادلة تحمي حقوق الأجيال الحالية والمستقبلية. (Çakır-Yıldırım et al.,2023,391)

-**ويعرفها Vihersalo (2016):** بأنها مجموعة من الإجراءات الفردية والجماعية التي تهدف إلى مواجهة مشكلة تغير المناخ، والمساهمة في التخفيف من آثاره والتكيف معه، وتشمل تغيير الفرد لأنماط سلوكه اليومية بما يقلل من انبعاثات الكربون ومراعاة حقوق الأجيال القادمة في بيئة مستقرة مناخياً.

-**يقصد بالمواطنة المناخية**: امتلاك قدراً كافيا من المعلومات والمهارات والقيم والمواقف والكفاءات اللازمة التي تجعل الفرد قادراً على على المشاركة في حل المشكلات البيئية المتعلقة بالتغيرات المناخية والتقليل من آثارها فالمواطن المناخي يمارس حقوقه وواجباته تجاه القضايا البيئية المناخية. (حسانين، ٢٠٢٥، ١٤)

ومما سبق يمكن تعريف المواطنة المناخية بأنها: إدراك الفرد العلاقة المتبادلة بين أزمة المناخ وسلوك الإنسان وخطورة تفاقمها، وحقه في بيئة آمنة مستقرة مناخياً وكذلك وواجباته ومسؤوليته الفردية والجماعية تجاه قضايا المناخ في الحدّ من مسبباتها والتكيف مع آثارها، بتقليل بصمته الكربونية، والمشاركة بفاعلية في الحلول المجتمعية ودعم السياسات للحفاظ على حقوق الأجيال الحالية والقادمة وتحقيق العدالة المناخية بين الدول.

تهدف المواطنة المناخية إلى اكساب الأفراد الجوانب المعرفية والمهارية المتعلقة بقضية المناخ، آثارها، آليات مواجهتها، وعواقبها، وتعزيز المشاركة الفردية والمجتمعية في آليات التخفيف والتكيف مع التغيرات المناخية ومن ثم تعميق المسؤولية الذاتية للفرد والمجتمع في خفض الانبعاثات الكربونية للحد من مخاطر تغير المناخ، كما تهدف إلى تعميق البعد الأخلاقي بترشيد الاستهلاك وقيم الاستدامة المناخية،ودعم قيم العدالة المناخية والمساواة التي تتعلق بتوزيع المخاطر الناتجة عن تغير المناخ، وبذلك تتجاوز المواطنة المناخية مجرد أن تكون واعيًا بيئيًا أو سلوكاً صديقًا للبيئة؛ فهي تحمل أيضًا مسؤولية جماعية لبناء مستقبل أكثر استدامة للأجيال الحالية والقادمة. (Çakir-Yildirim et al.,2023,391)

أبعاد المواطنة المناخية: اتفقت دراسة (Çakır-Yıldırım et al. (2023,390-392؛ حسانين (٢١ ،٢٠٢٥) على أن أبعاد المواطنة المناخية تتمثل في ثلاثة ابعاد هي:

- **المواطنة المناخية المسؤولة شخصيًا:** يشير هذا البعد إلى المسؤولية الفردية تجاه قضية المناخ والتخفيف منها فهو نشاط فردي حيث يقوم الفرد بإجراء تعديلات صغيرة في حياته اليومية مثل ترشيد استهلاك الطاقة، إعادة التدوير، أو تقليل الانبعاثات الكربونية الناتجة عن التنقل الشخصي. ورغم أن هذه الممارسات قد تبدو بسيطة، إلا أنها تشكل جزءًا أساسيًا من ممارسة المواطنة المناخية، حيث يعكس كل فعل فردي مسؤولية شخصية تجاه قضية المناخ. (Vihersalo,2016)
- **المواطنة المناخية التشاركية:** تعني الانخراط في السياسات والمشاريع التي تهدف إلى الحد من آثار التغير المناخي على المجتمع ككل، والمشاركة في حركات التوعية ودعم قرارات الحكومة أو المنظمات الدولية التي تركز على استدامة المناخ على سبيل المثال: التطوع في مشاريع تُعزز الوعي بهذه القضية وتشمل هذه المشاريع تنظيم فعاليات، مثل ورش العمل المجتمعية والجلسات التعليمية حول تغير المناخ، أو المشاركة في مبادرات محلية لتعزيز ممارسات خفض ابعاثات الكربون والتطوع في الجمعيات المعنية بالتغيرات المناخية.(Çakır-Yıldırım et al,2023,291) وقد أكدت دراسة Dutta etal. (2025) أن المجتمعات المحلية عنصر أساسي في جهود التكيف، ودعم الجمهور ضروري لدفع السياسات والسلوكيات المستدامة.

ويؤكد Wang et al.(2023,23)على أن السلوك الفردي لا يكفي لمواجهة التغيرات المناخية والتخفيف من آثارها بل لابد من أن يمتد إلى تعزيز القدرة على التكيف الجماعي، من خلال تزويد الأفراد بالمعرفة والمهارات اللازمة، ونقل ما تعلموه عن التخفيف والتكيف إلى أسرهم ومجتمعاتهم. كما توصلت دراسة Shrestha et al.(2025) أن العمل الجماعي والمشاركة المجتمعية لها أكبر الأثر في التزام الأفراد بسلوكيات وممارسات تدابير التخفيف والتكيف.

المواطنة المناخية الموجهة نحو العدالة: تسعى العدالة المناخية إلى توزيع أعباء وفرص تغير المناخ بشكل عادل والأخذ في الاعتبارأن الدول الصناعية ساهمت تاريخيًا بأكبر قدر في تغير المناخ، وبالتالي لابد أن تتحمل مسؤولية أكبر في التخفيف من آثاره. (Leal etal. ,2025) الاعتراف بتفاوت المسؤولية والمعاناة من آثارالتغيرات المناخية فالدول الفقيرة أكثر معاناة من الدول المتقدمة فهى أكثر عرضة للكوارث المناخية وأضعف قدرة في مواجهتها لضعف مواردها على سبيل المثال تساهم الدول الإفريقية بأقل من ٨٪ من الانبعاثات العالمية، ومع ذلك تعاني بشكل كبير من آثار تغير المناخ وكذلك تتعرض الدول الجزرية الصغيرة للتهديد من ارتفاع منسوب مياه البحار وأنماط الطقس غير المتوقعة والعواصف المدمرة على الرغم من مساهمتها القليلة في انبعاثات غازات الاحتباس .(Islam,204,5-6)

فمن سمات العدالة المناخية أنها تدعو إلى التنمية المستدامة التي تلبي احتياجات الحاضر دون التضحية بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها، واتخاذ إجراءات على جميع المستويات بدءاً من مبادرات المجتمع المحلي ووصولاً إلى الاتفاقيات الدولية، مع الاعتراف بأن التعاون العالمي أمر ضروري، وكذلك تؤكد على أهمية إشراك جميع أصحاب المصلحة، وخاصة الأكثر تضررا، في عمليات صنع القرار المتعلقة بتغير المناخ(Leal et al.,2025,1) .

مما سبق يتضح أهمية المواطنة المناخية في تعزيز وعي الأفراد بتأثير أفعالهم اليومية، مثل الاستهلاك وإدارة النفايات، على المناخ، وتشجيع المشاركة المجتمعية في حملات التخفيف والتكيف لمواجهة التغيرات المناخية، كما تدعم العدالة المناخية من خلال ضمان حق الجميع في بيئة صحية وآمنة، مع مراعاة الأجيال الحالية والمستقبلية.

وهناك عدد من الدراسات التي أكدت أهمية تنمية المواطنة المناخية منها: دراسة (حسانين ٢٠٢٥) أكدت على أهمية تنمية المواطنة المناخية لدى طلاب كليات التربية ،دراسة Kim& Jange(2025) هدفت هذه الدراسة إلى تحديد مستويات الوعي بالمواطنة المناخية، ومحو الأمية الصحية المناخية، والسلوك المعرفي المرتبط بالصحة المناخية لدى طلاب التمريض الذين وتحديد العوامل التي تؤثر على السلوك المعرفي المرتبط بالصحة المناخية لطلاب التمريض، دراسة Parsons et al. (2024) التي هدفت إلى تعرف السياسات غير الرسمية للمواطنة المناخية التي يمارسها الشباب في أوتياروا، نيوزيلندا لمواجهة قضية التغيرات المناخية والتغلب على قلقهم تجاه تلك القضية،دراسة Leal et al. (2024) والتي أكدت على أن مؤسسات التعليم العالي لديها إمكاناتٌ كبيرةٌ لمعالجة العدالة المناخية في برامجها التعليمية والتي تسهم في تعزيز المواطنة المناخية دراسة Çakır-Yıldırım et al. (2023) التي هدفت إلى التعرف على تحليل أهداف التعلم في منهج "التعليم البيئي وتغير المناخ" وتوصلت النتائج إلى أن المنهج لم يتضمن أهدافاً تسعى لتحقيق المواطنة المناخية. دراسة Banerjee et al.(2022) التي أكدت على أن التحفيز الايجابي والتأمل والتفكير الواعي له دور كبير في توجية الافراد نحو سلوكيات مستديمة نحو المواطنة المناخية.

مما سبق يتضح أهمية قضية تغير المناخ وآليات التكيف والتخفيف وأهمية تعميق المعرفة بها في جميع المراحل التعليمية، وخاصة لدى الطالب المعلم كونه مسئول عن إعداد جيل واعٍ بمسؤولياته تجاه البيئة، وكذلك أهمية تعزيز المواطنة المناخية لدى الطلاب المعلمين، فالمعلم الذي يدرك خطورة التغيرات المناخية وآثارها ويتبني أنماط حياتية تسهم في التخفيف من حدتها ويشارك مجتمعه في خفض البصمة الكربونية، قادراً على تعزيز المواطنة المناخية لدى طلابه وتعزيز مسئوليتهم في حماية البيئة حفاظاً على حقوق الأجيال القادمة.

الإجراءات المنهجية للبحث: فيما يلي عرضاً تفصيلياً للإجراءات التي تم اتباعها لإعداد أدوات البحث

- **إعداد قائمة بموضوعات تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف** المناسبة للطلاب المعلمين شعبة العلوم البيولوجية وفق الخطوات التالية:
- **تحديد الهدف من القائمة**: تحديد موضوعات البرنامج المقترح في تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف اللازمة للطلاب المعلمين شعبة العلوم البيولوجية.
- **مصادر اشتقاق القائمة:** الاطلاع على الكتب والدراسات التي أعدت برامج تعليمية في تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف منها دراسة: محمد (٢٠٢٥) Wang et al. (2023)؛ شحاتة (٢٠٢٥)؛ الجمل (٢٠٢٤)؛ الفولي (٢٠٢٤) Trott et al. (2023)؛ Adamu (2025)؛ غانم (٢٠٢٢)
- **إعداد القائمة في صورتها الأولية:** وضع قائمة موضوعات تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف المناسبة للطلاب المعلمين شعبة العلوم البيولوجية في صورتها الأولية وتكونت من ثمانية موضوعات تدور حول ثلاثة وحدات أو محاور رئيسة هى: تغير المناخ العدالة المناخية والبصمة الكربونية، آليات التخفيف للحد من أسباب تغير المناخ (الجهود المصرية)، وآليات التكيف مع تغير المناخ (الجهود المصرية)، وتم عرضها على مجموعة من السادة المحكمين(١) من أعضاء هيئة تدريس المناهج وطرق تدريس العلوم بكلية التربية، وأعضاء هيئة التدريس بكلية العلوم للتعرف على مدى ملائمة الموضوعات ومناسبتها وكذلك درجة أهميتها بالنسبة للطلاب المعلمين .
- **الصورة النهائية للقائمة** (٢): تم إجراء التعديلات التي اتفق عليها السادة المحكمون حيث تم تضمين موضوع البصمة الكربونية ضمن الوحدة الأولى بدلاً من الوحدة الثانية للتركيز على الممارسات التي تسهم في رفع البصمة الكربونية وربطها بالعدالة المناخية، وبذلك تكونت القائمة في صورتها النهائية من ثمانية موضوعات

وبذلك قد تم الإجابة على السؤال الأول من أسئلة البحث والذى ينص على: ما موضوعات تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف المناسبة للطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية؟

إعداد البرنامج المقترح: وفقاً للخطوات التالية:

١- **تحديد أسس بناء البرنامج المقترح:** يستند البرنامج على عدة أسس هى:

- **التركيز على إيجابية المتعلم:** استخدام طرق التدريس التي تعتمد على إيجابية المتعلم والأنشطة المشتركة لتعزيز التعاون والمشاركة الفاعلة بين الطلاب.

(١)ملحق (١) أسماء السادة المحكمين

٢)ملحق (٢) قائمة بموضوعات التغيرات المناخية .

- **التدرج في المحتوى والتعقيد**: تنظيم الموضوعات بشكل متسلسل بدًا بمقدمة في تغير المناخ إلى آليات التخفيف والتكيف.
- **الربط بين المعرفة النظرية والمشكلات الواقعية:** ربط آليات التخفيف والتكيف بالمشاريع الفعلية المقامة في مصر مثل مشروع الطاقة الشمسية في بنبان بأسوان ومبادرات معالجة الصرف الزراعي في دلتا النيل والتشجير في العاصمة الإدارية كأمثلة عملية على جهود التخفيف.
- **دمج الأدوات الرقمية**: مثل حاسبة البصمة الكربونية، البيانات المناخية في المواقع المعنية بالمناخ.

٢- الأهداف العامة لبرنامج التغيرات المناخية:

تحددت الأهداف العامة للبرنامج فيما يلي:

- فهم التغيرات المناخية واسبابها وعلاقتها بالاحتباس الحراري والغازات الدفيئة.
- تحليل آثار التغيرات المناخية على الكائنات الحية والنظم البيئية.
- فهم بعض آليات التخفيف ودورها في مواجهة التغيرات المناخية.
- فهم بعض آليات التكيف ودورها في مواجهة التغيرات المناخية.
- استيعاب مفهوم البصمة الكربونية المرتبطة بالغذاء، عادات الاستهلاك والنفايات ووسائل النقل.
- تنمية مهارات استخدام حاسبة البصمة الكربونية لمراقبة الانبعاثات الكربونية.
- تنمية التفكير الموسع من خلال اقتراح حلول عملية لخفض الانبعاثات الكربونية.
- تنمية التفكير الاستراتيجي من خلال تقييم آثار التغيرات المناخية والتنبؤ بمخاطرها.
- تعزيز المواطنة المناخية من خلال المشاركة في أنشطة عملية مثل حملات التوعية ومشاريع الاستدامة.
- تقدير أهمية العدالة المناخية وحق الاجيال القادمة في بيئة مستدامة.
- التحمس لاتخاذ قرارات مستدامة على المستوى الشخصي مثل خفض البصمة الكربونية .
- تقدير جهود الدولة المصرية في مواجهة مشكلة التغيرات المناخية.

٣- **الأهداف الإجرائية للبرنامج:** تمثلت الأهداف الإجرائية للبرنامج في صورة أهداف إجرائية لكل موضوع من موضوعات البرنامج، وتم عرض هذه الأهداف الخاصة للبرنامج في مقدمة كل موضوع على حدة.

٤- **تحديد محتوى البرنامج:** تم تحديد موضوعات البرنامج في ضوء قائمة موضوعات التغيرات المناخية وبذلك تكون البرنامج من ثمانية موضوعات كالتالي:

جدول (١)

موضوعات البرنامج المقترح للطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية

وحدات البرنامج	موضوعات البرنامج
الوحدة الأولى تغير المناخ البصمة الكربونية العدالة المناخية	١. مفهوم تغير المناخ وأسبابه (الغازات الدفيئة، الأنشطة البشرية، الاحترار العالمي) الأدلة والشواهد
	٢. آثار تغير المناخ والعدالة المناخية: أثار التغيرات المناخية – الدول النامية والمخاطر والأضرار
	٣. البصمة الكربونية والمسؤولية الشخصية والمجتمعية والأنشطة البشرية (الغذاء، النقل، الاستهلاك، طرق التقليل) – قياس البصمة الكربونية لخفض الانبعاث الكربوني تطبيقات عملية: لتغير الانماط الحياتية والمشاركة المجتمعية
الوحدة الثانية آليات التخفيف من آثار تغير المناخ (الجهود المصرية)	٤. الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (مقدمة - الطاقة الشمسية- طاقة الرياح- الطاقة الكهرومائية - الطاقة الأرضية)، دراسة المشاريع المصرية في الطاقة المتجددة.
	٥. الحلول القائمة على الطبيعة: الحماية الموارد الطبيعية لخزانات الكربون. (الكربون الازرق) أشجار المانجروف على ساحل البحر الاحمر- والأراضي الرطبة - انتاج الوقود الحيوي
	٦. الاقتصاد الدائري آلية للتخفيف (المفهوم، مبادئ الاقتصاد الدائري، تطبيقات عملية، تقليل الانبعاثات)
الوحدة الثالثة آليات التكيف مع آثار تغير المناخ (الجهود المصرية)	٧. تطوير البنية التحتية لمقاومة لتغير المناخ ومخاطره
	٨. استخدام الزراعة الذكية مناخياً وإدارة المياه

٥- **تحديد الاستراتيجيات المقترحة للبرنامج:** تنوعت الاستراتيجيات التدريسية تمثلت في استراتيجية: (العصف الذهني، التعلم التعاوني، دورة الاستقصاء الثنائية، التعلم القائم على المشاريع، التعلم الذاتي، الصف المقلوب، حل المشكلات، فكر زاوج شارك، الجيجسو، المائدة المستديرة، خرائط المفاهيم، KwL، نموذج 5E)

٦- **تحديد مصادر التعلم للبرنامج:** تنوعت مصادر التعلم منها:

- عروض تقديمية مدعومة بفيديوهات قصيرة أو بودكاست عن المناخ.
- المقالات والتقارير العلمية المبسطة من مصادر موثوقة مثل الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، وكالة ناسا (ASA) (باللغة العربية) ووزارة البيئة المصرية(eeaa.gov.eg)
- شبكة الانترنت، السبورة الذكية، الداتا شو، كمبيوتر.

- الكتب والمجلات الالكترونية المتخصصة في القضايا المناخية وآليات التخفيف والتكيف.

٧- تحديد الأنشطة

- مشاهدة مقاطع فيديو المتعلقة بموضوعات البرنامج.
- تصميم بعض المشاريع لإعادة التدوير.
- البحث من خلال شبكة الانترنت عن موضوعات البرنامج.
- التنظيم لحملة توعوية مصغرة عن التغيرات المناخية.
- إعداد تقارير عن المناطق المتضررة من المناخ.
- إعداد ابحاث وملصقات للتوعية وفق متطلبات أوراق العمل الخاصة بالبرنامج.
- تحليل بعض الرسوم والجداول والبيانات المناخية لملاحظة التغيرات المناخية وآثارها.
- قياس البصمة الكربونية للأفراد والأسر من خلال حاسبة البصمة الكربونية https://carbonfootprintcalculator.qtc.sa/

٨- **تحديد أساليب التقويم للبرنامج:** وقد مر تقويم البرنامج بثلاث مراحل هي:

- التقويم القبلي: تم ذلك بتطبيق أدوات البحث تطبيقاً قبلياً على مجموعتي البحث التجريبية والضابطة معًا.
- التقويم البنائي) التكويني) : تم هذا التقويم في كل مراحل تدريس البرنامج وخطواته، ويتم بنهاية كل موضوع على حدة، ويتضمن كذلك أسئلة التقويم المستخدمة أثناء التدريس؛ وذلك للوقوف على تقدم المتعلمين ومستوى تمكنهم وفهمهم لمحتوى البرنامج.
- التقويم الختامي: تم التقويم النهائي بتطبيق أدوات البحث عقب الإنتهاء من دراسة موضوعات البرنامج؛ بهدف الحكم على البرنامج ومدى تحقق الأهداف المحددة له، ويهدف كذلك إلى تحديد مستوى المتعلمين ومدى تحقيقهم للمخرجات التعليمية بعد دراسة البرنامج.

٩- **عرض الصورة الأولية للبرنامج المقترح على السادة المحكمين:** تم عرض البرنامج في صورته الأولية على مجموعة من السادة المحكمين؛ بهدف التأكد من مدى مناسبة المحتوى والوسائل والأنشطة ووسائل التقويم المستخدمة للطلاب المعلمين، ومدى السلامة العلمية واللغوية للبرنامج المقترح وإجراء التعديلات اللازمة، وتم تطبيق البرنامج المقترح على العينة الاستطلاعية

وإجراء التعديلات وبهذا أصبح البرنامج صالح للتطبيق على عينة البحث الأساسية في صورته النهائية (٣).

١٠- **إعداد دليل المعلم وأوراق العمل:** تم إعداد دليلاً للمعلم؛ لمساعدة المعلم على تدريس البرنامج المقترح وتنفيذ الأنشطة المتضمنة به، وقد تضمن الدليل توجيهات لكيفية استخدام الدليل في تدريس موضوعات االبرنامج، أهداف البرنامج والمحتوى العلميللبرنامج، طرقق التدريس المستخدمة، والوسائل التعليمية الأنشطة التعليمية، الخطة الزمنية لتدريس موضوعات البرنامج، تخطيط لتدريس كل موضوع من موضوعات البرنامج،

تم إعداد أوراق عمل الطلاب الخاصة بموضوعات البرنامج، وروعي فيها مستويات عمق المعرفة وأبعاد المواطنة المناخية، وتم عرض دليل المعلم وأوراق عمل الطلاب على السادة المحكمين وتم التعديل، وتم إعداد كل من دليل المعلم (٤) وأوراق العمل (٥) صورتهما النهائية.

وبذلك تم الإجابة على السؤال الثاني من أسئلة البحث والذى ينص على: " ما التصور المقترح لبرنامج مقترح في تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف لتنمية مستويات عمق المعرفة والمواطنة المناخية لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية؟

أدوات البحث :

١- **اختبار عمق المعرفة:** تم إعداد اختبار مستويات عمق المعرفة وفق الخطوات التالية:

- **تحديد هدف الاختبار:** هدف الاختبار إلى قياس أبعاد مستويات عمق المعرفة لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية
- **تحديد الأبعاد التي يقيسها الاختبار:** في ضوء موضوعات البرنامج المقترح وأهدافه، والدراسات السابقة التي تناولت مستويات عمق المعرفة مثل دراسة هنداوي (٢٠٢٢)؛ Ofori et al. (2023)) Cornejo et al. (2024)؛ Asshoff et al. (2021)؛Leal et al. (2023) تم تحديد أربع مستويات لعمق المعرفة وهى: التذكر وإعادة الأنتاج، تطبيق المفاهيم والمهارات، التفكير استراتيجي، والتفكير ممتد.
- **إعداد الصورة الأولية للاختبار وتقدير الدرجات:تم إعداد الاختبار في صورته الأولية** تكون الاختبار من جزئين الجزء الأول لقياس مستوى(تذكر وإعادة الأنتاج تطبيق المفاهيم والمهارات) وتكون من (٢٥) مفردة الإجابة

[٣]) ملحق (٣) البرنامج المقترح (كتاب الطالب)

[٤]) ملحق (٤) دليل المعلم لتدريس البرنامج المقترح.

[٥]) ملحق (٥) اوراق العمل

الصحيحة (بدرجة واحدة) والخطأ والمتروكة (بصفر) وبالتالي أصبحت الدرجة العظمى للجزء الأول من الاختبار (٢٥درجة) الجزء الثاني لقياس المستوى الثالث والرابع (التفكير الاستراتيجي ، التفكير الممتد) وتكون من (١٥) مفردة أساسية من نوع المقالي المفتوح في صورة فقرات كل فقرة تمثل موقف أو قضية مناخية وتم تحديد (ثلاث درجات) لكل مفردة في حالة الإجابة النموذجية و(درجتان) في حالة الإجابة غير المكتملة، و(درجة واحدة) في حالة الإجابة التي تتضمن بعض الصواب، وبذلك تصبح الدرجة العظمى للجزء الثاني من الاختبار (٤٥درجة) والدرجة العظمى للاختبار ككل للاختبار (٧٠) .

جدول (٢)

مواصفات اختبار مستويات عمق المعرفة ن=(٣٠)

مستويات عمق المعرفة / الوحدات	التذكر وإعادة الإنتاج	تطبيق المفاهيم والمهارات	التفكير الإستراتيجي	التفكير الممتد	المجموع الاسئلة	النسبة المئوية
١- تغير المناخ والبصمة الكربونية والعدالة المناخية	٥	٣	١	١	١٠	٢٥٪
٢-اليات التخفيف	٥	٦	٥	٤	٢٠	٥٠٪
٣-اليات التكيف	٣	٣	٢	٢	١٠	٢٥٪
المجموع	١٣	١٢	٨	٧	٤٠	١٠٠٪
النسبة	٣٢,٥٪	٣٠٪	٢٠٪	١٧,٥		

- **التجربة الاستطلاعية للاختبار:** تم إجراء التجريب الاستطلاعي للاختبار على عينة عشوائية قوامها (٣٠) طالب وطالبة من طلاب الفرقة الأولى شعبة العلوم البيولوجية بكلية التربية جامعة أسيوط غير مجموعة البحث؛ وذلك بهدف تحديد الخصائص السيكومترية للاختبار ومنها حساب:

أ. **زمن الاختبار:** تم حساب زمن الاختبار برصد الزمن الذي بدأ فيه الطلاب الإجابة عن الاختبار بعد القاء التعليمات عليهم، والزمن الذي انتهى فيه أول طالب من الإجابة على الاختبار، والزمن الذي انتهى فيه أخر طالب من الإجابة عن الاختبار وكان زمن الاختبار (٧٠) دقيقة

ب. **حساب معاملات السهولة والصعوبة:** تم حساب معاملات السهولة والصعوبة لمفردات الاختبار لاستبعاد المفردات شديدة السهولة وشديدة الصعوبة، وقد تراوحت معاملات السهولة بين (٠,٥٥ :٠,٧٥) وتراوحت معاملات الصعوبة بين (٠,٢٥ :٠,٤٥) وهى معاملات مقبولة.

ج. **الصدق Validity:** اعتمدت الباحثة في حساب صدق الاختبار على ما يلي:

- **الصدق المنطقي (صدق االمحكمين) Logical Validity**: تم التأكد من الصدق الظاهري وصدق المحتوى من خلال عرضه على السادة المحكمين وإجراء التعديلات التي تم أشارإليها السادة المحكمين.
- **الصدق البنائي:** يعتبر الصدق البنائي أحد مقاييس صدق الأداة الذي يقيس مدى تحقيق الأهداف التي تريد الأداة الوصول إليها ويبين مدى ارتباط كل بعد من أبعاد الاختبار بالدرجة الكلية لأبعاد الاختبار ككل. وجدول (٣) يوضح ذلك

جدول (٣)

معاملات بيرسون لإرتباط كل بعد من أبعاد الاختبار بالدرجة الكلية لابعاد الاختبار ككل

الأبعاد	معامل بيرسون
التذكر وإعادة الإنتاج	٠,٧١٧ **
تطبيق المفاهيم والمهارات	٠,٧٧١**
التفكير الإستراتيجي	٠,٨١١**
التفكير الممتد	٠,٨٠١**

ويبين جدول (٣) أن معاملات ارتباط بيرسون لكل بعد من أبعاد الاختبار ودرجة الاختبار ككل قد تراوحت بين (٠,٨٠١: ٠,٧١٧) وجميعها دالة عند مستوى ٠,٠١ مما يؤكد على صدق الاختبار.

د. الثبات :Reliability طريقة ألفا كرونباك Alpha Cronbach Method: استخدمت الباحثة معادلة ألفا كرونباك وهي معادلة تستخدم لإيضاح المنطق العام لثبات الاختبارات والمقاييس، وجدول (٣) يوضح معاملات الارتباط.

جدول (٤)

معاملات ألفا كرونباك لأبعاد ومجموع اختبار مستويات عمق المعرفة (ن= ٣٠)

الأبعاد	معامل ألفا كرونباك
التذكر وإعادة الإنتاج	٠,٧١٣**
تطبيق المفاهيم والمهارات	٠,٧٥٠**
التفكير الإستراتيجي	٠,٧٠١**
التفكير الممتد	٠,٧٠٨**
الثبات الكلي للاختبار	٠,٨٢١**

ويبين جدول (٤) أن معاملات ألفا كرونباك لأبعاد ومجموع اختبار مستويات عمق المعرفة تراوحت بين (٠,٨٢١ :٠,٧٠١) وهي دالة عند مستوى ٠,٠١ مما يؤكد على أن الاختبار يتمتع بدرجة عالية من الثبات.

٤- مقياس المواطنة المناخية ([٦]): تم إعداد المقياس وفقاً للخطوات التالية:

- **تحديد هدف المقياس:** يهدف المقياس إلى التعرف على مدى اكتساب الطلاب المعلمين شعبة العلوم البيولوجية للمواطنة المناخية بعد دراسة البرنامج المقترح.
- **تحديد أبعاد المقياس:** بعد الاطلاع على الدراسات والأدبيات التي تناولت المواطنة المناخية منها: دراسة حسانين (٢٠٢٥)؛ Kim&Jange(2025) ؛Çakır-Yıldırım et al.(2023) Parsons et al. (2023) Banerjee. (2022) ؛ تم تحديد ثلاثة أبعاد المقياس هى: (المواطنة المناخية المسؤولة شخصيًا المواطنة المناخية التشاركية، المواطنة المناخية الموجهة نحو العدالة)
- **صياغة مفردات المقياس**: تم إعداد المقياس وفقاً لإسلوب ليكرت خماسي التدرج (Likert Scale) ويتكون المقياس وفقاً لهذه الطريقة من عدد من العبارات ويتبع كل عبارة عدد من الاستجابات المحتملة عددها خمس استجابات وقد تضمن المقياس عبارات موجبة وأخرى سالبة، وتم تصحيح العبارة الموجبة على النحو التالي: خمس درجات لاستجابة موافق بشدة، اربع درجات لاستجابة موافق، (ثلاثة درجات) لاستجابة غير متأكد، (درجتان) لاستجابة غير موافق ،(درجة واحدة) لاستجابة غير موافق بشدة، والعكس بالنسبة للعبارة السالبة، وبذلك تصبح النهاية العظمى للمقياس (درجة٢٥٠) والنهاية الصغري للمقياس (٥٠درجة).
- **تحديد تعليمات المقياس:** روعي عند تحديد تعليمات المقياس أن تكون واضحة ومحددة بعبارات قصيرة سهلة الفهم، توضح الهدف من المقياس، وكيفية الإجابة عليه.
- **إعداد الصورة الأولية للمقياس:** تم عرض المقياس على السادة المحكمين وذلك لاستطلاع آرائهم في مدى مناسبة مفردات المقياس للطالب المعلم، ومدى مناسبة كل مفردة من مفردات المقياس لكل بعد من أبعاد المقياس، والسلامة اللغوية والصحة العلمية وقد تم إجراء التعديلات أشار إليها السادة المحكمين.

٦)مقياس المواطنة المناخية (٧)

جدول (٥)
مواصفات مقياس المواطنة المناخية

الأبعاد	ارقام العبارات الموجبة	ارقام العبارات السالبة	عدد العبارات	النسبة المئوية
المواطنة المناخية المسؤولة شخصيًا	١-٢-٤-٦-٧-١٠-١٦-١٤-١٨	٣-٥-٨-٩-١١-١٣-١٢-١٥-١٧	١٨	٣٦٪
المواطنة المناخية التشاركية	١٩-٢٠-٢٢-٢٤-٢٥-٢٨-٣١-٣٠-٣٤	٢١-٢٣-٢٦-٢٧-٢٩-٣٢-٣٣-٣٥-٣٦	١٨	٣٦٪
المواطنة المناخية الموجهة نحو العدالة	٣٧-٣٨-٤٠-٤٢-٤٤-٤٦-٤٧-٤٩	٣٩-٤١-٤٣-٤٥-٥٠-٤٨	١٤	٢٨٪
	المجموع		٥٠	١٠٠٪

- **التجربة الاستطلاعية للمقياس:** تم إجراء التجريب الاستطلاعي للمقياس على عينة عشوائية بلغ عددها (٣٠) طالب وطالبة من طلاب الفرقة الأولى شعبة العلوم البيولوجية؛ وذلك بهدف تحديد الخصائص السيكومترية للمقياس كما يلي:

أ. **حساب زمن المقياس:** تم حساب زمن المقياس برصد الزمن الذي انتهى فيه أول طالب من الإجابة على المقياس والزمن الذي انتهى فيه آخر طالب من الإجابة عن المقياس وكان زمن المقياس (٦٠) دقيقة.

ب. **الصدق Validity: تم** حساب صدق المقياس بطريقتين:

- **الصدق المنطقي (صدق المحكمين) Logical Validity:** تم التأكد من الصدق الظاهري وصدق المحتوى للمقياس من خلال عرضه على السادة المحكمين وإجراء التعديلات التي أشار إليها السادة المحكمين.
- **الصدق البنائي:** يعتبر الصدق البنائي أحد مقاييس صدق الأداة الذي يقيس مدى تحقيق الأهداف التي تريد الأداة الوصول إليها ويبين مدى ارتباط كل بعد من أبعاد المقياس بالدرجة الكلية لأبعاد المقياس ككل وجدول (٦) يوضح ذلك

جدول (٦)
معاملات بيرسون لارتباط كل بعد من أبعاد المقياس بالدرجة الكلية لابعاد المقياس ككل

أبعاد	معامل بيرسون
المواطنة المناخية المسؤولة شخصيًا	**٠,٧١٢
المواطنة المناخية التشاركية	**٠,٧٣١
المواطنة المناخية الموجهة نحو العدالة	**٠,٧٢٢

ويبين جدول (٦) أن معاملات ارتباط بيرسون لكل بعد من أبعاد المقياس ودرجة المقياس ككل قد تراوحت بين (٠,٧١٢: ٠,٧٣١) وجميعها دالة عند مستوى ٠,٠١ مما يؤكد على صدق المقياس.

ج. **الثبات: Reliability طريقة ألفا كرونباك: Alpha Cronbach Method** استخدمت الباحثة معادلة ألفا كرونباك وهي معادلة تستخدم لإيضاح المنطق العام لثبات الاختبارات والمقاييس وجدول (٧) يوضح ذلك.

جدول (٧)

معاملات ألفا كرونباك لأبعاد ومجموع مقياس المواطنة المناخية

أبعاد المواطنة المناخية	معامل ألفا كرونباك
المواطنة المناخية المسؤولة شخصيًا	**٠,٨١١
المواطنة المناخية التشاركية	**٠,٧٦٧
المواطنة المناخية الموجهة نحو العدالة	**٠,٨١٧
المقياس ككل	**٠,٧٥٢

ويبين جدول (٧) أن معاملات ألفا كرونباك لأبعاد ومجموع مقياس تراوحت بين (٠,٧٥٢: ٠,٨١٧) وهي دالة عند مستوى (٠,٠١) مما يؤكد على أن المقياس يتمتع بدرجة عالية من الثبات.

التطبيق الميداني لتجربة البحث

- **تحديد التصميم التجريبى للبحث:** تم استخدام التصميم شبه التجريبي ذو المجموعة الواحدة في اجراء الدراسة الاستطلاعية وتطبيق أدوات البحث لبيان فاعلية البرنامج المقترح.
- **اختيار مجموعة البحث**: تم اختيار مجموعة البحث من طلاب الفرقة الأولى شعبة العلوم البيولوجية المقيدين بالعام الجامعي ٢٠٢٤-٢٠٢٥م الفصل الدراسي الثاني بكلية التربية جامعة أسيوط وتكونت مجموعة البحث من (٤٠) طالب وطالبة.
- **التطبيق القبلي لأدوات البحث:** تم تطبيق اختبار مستويات عمق المعرفة ومقياس المواطنة المناخية قبلياً على مجموعة البحث يوم الأربعاء الموافق ٢٠٢٥/٢/١١.
- **تدريس البرنامج:** بدأ تدريس البرنامج في الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠٢٤-٢٠٢٥م وقد امتدت فترة تدريس البرنامج من (٢٠٢٥/٢/١٦م) حتى (٢٠٢٥/٤/١٣) بواقع لقاء اسبوعيا وتخلل هذه الفترة عطلة أسبوع اجازة عيد الفطر.
- **التطبيق البعدي لأداتا البحث:** تم تطبيق اختبار مستويات عمق المعرفة ومقياس المواطنة المناخية بعدياً على مجموعة البحث يوم الأحد الموافق ٢٠٢٥/٤/٢٠ رصد النتائج ومعالجتها احصائياً.

نتائج البحث وتفسيرها

١- الإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة البحث والذي نصه: "ما فاعلية برنامج مقترح في تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف في تنمية مستويات عمق

المعرفة لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية؟ والتأكد من صحة الفرض الأول ونصه " يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات الطلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار عمق المعرفة ككل وكل بعد من أبعاده على حدى لصالح التطبيق البعدي ".

على النحو التالي:

أ- حساب دلالة الفروق بين متوسطات درجات التطبيقين القبلي والبعدى لاختبار عمق المعرفة ككل وكل بعد من أبعاده، وتم استخدام اختبار "ت" للعينات المترابطة من خلال البرنامج الإحصائي Spss19، وحساب قيمة مربع ايتا وحجم الأثر وجدول (٨) يوضح ذلك.

جدول (٨)

قيمة "ت" ودلالة الفروق بين متوسطي درجات الطلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار عمق المعرفة ككل وكل بعد من أبعاده وقيمة مربع ايتا (η^2) وحجم الأثر (ن= ٤٠) درجات الحرية (٣٩)

مستويات عمق المعرفة	الاختبار	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة T	الدلالة	مربع ايتا η^2	حجم الأثر d
التذكر وإعادة الإنتاج	قبلي	٥,٤٠٠	١,٢٣٦	٢٩,٠١	دالة عند ٠,٠١	٠,٩٦	٤,٦
	بعدي	١٢,٤٧٥	٠,٩٦٠				
تطبيق المفاهيم والمهارات	قبلي	٤,٩٥٠٠	١,٤٣١٣	٢٥,١		٠,٩٤	٤,٢
	بعدي	١٢,٣٢٥	١,١٤١٠				
التفكير الإستراتيجي	قبلي	٦,٨٥٠٠	٢,٣٠٤٤	٢٣,٦		٠,٩٤	٣,٧
	بعدي	٢٠,٠٠٠	١,٧٨٣١				
التفكير الممتد	قبلي	٨,٠٧٥٠	١,٨١٧١	٢٨,٣		٠,٩٥	٤,٤
	بعدي	١٨,٢٠٠	١,٧٥٧٠				
درجة الاختبار الكلية	قبلي	٢٥,٢٧٥	٤,٢٥٤٦	٤٣,٨		٠,٩٨	٦,٩
	بعدي	٦٣,٠٠٠	٣,٤١٩٤				

يتضح من جدول (٨) وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلي والبعدي لأبعاد ومجموع اختبار عمق المعرفة وذلك عند مستوى دلالة (٠,٠١) لصالح التطبيق البعدي وبذلك **يتحقق صحة الفرض الأول** ونصه " يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات الطلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار عمق المعرفة ككل وكل بعد من أبعاده على حدى لصالح التطبيق البعدي ".

وبحساب قيمة مربع إيتا للاختبار ككل ولكل بعد من أبعاده فقد تراوحت بين (٠,٩٤: ٠,٩٨) وبحساب قيمة حجم الأثر فقد تراوحت بين (٣,٢ :٦,٩) وهي قيم مرتفعة مما يدل على أن البرنامج المقترح كان له أثر كبير في تنمية مستويات عمق

المعرفة لدى مجموعة البحث، واتضح ذلك من ارتفاع متوسطات درجاتهم في التطبيق البعدى عن درجاتهم في التطبيق القبلي لاختبار عمق المعرفة.

ب-حساب حجم الفاعلية للبرنامج المقترح في تنمية مستويات عمق المعرفة

للتأكد من فاعلية البرنامج المقترح في تنمية مستويات عمق المعرفة تم حساب نسبة الكسب المعدل لبلاك، لدرجات مجموعة البحث وذلك باستخدام معادلة نسبة الكسب المعدل لبلاك كما هو موضح بجدول (٩)

جدول (٩)

نسبة الكسب المعدل لبلاك الفروق بين متوسطات درجات

مستويات عمق المعرفة	النهاية العظمى	الفرق بين المتوسطات	قيمة ت	الكسب المعدل لبلاك	حجم الفاعلية
التذكر وإعادة الإنتاج	١٣	٧,٠٧٥٠	٢٩,٠١	١,٢١	كبير
تطبيق المفاهيم / المهارات	١٢	٧,٣٧٥٠	٢٥,٠٣	١,٢٣	كبير
التفكير الإستراتيجي	٢٤	١٣,١٥٠	٢٣,٦	١,٣١	كبير
التفكير الممتد	٢١	١٠,٠١٢	٢٨,٣٩	١,٢٥	كبير
درجة الاختبار الكلية	٧٠	٣٧,٧٢٥	٤٣,٨٦	١,٢٦	كبير

ويتضح من جدول (٩) أن نسبة الكسب المعدل لدرجات طلاب مجموعة البحث في اختبار مستويات عمق المعرفة وكل بعد من أبعاده قد تراوحت بين (١,٢١ :١,٣) وفقاً لما حدده بلاك فإن نسبة الكسب المعدل اذا وقعت بين الواحد الصحيح و(١,٢) فإن ذلك يشير إلى أن الطلاب قد تمكنوا من أكثر من (٥٠٪) من الكسب المتوقع أما عندما تتجاوز النسبة (١,٢) فإن ذلك يشير إلى بلوغ الحد الاقصى من نسبة الكسب المتوقع أي بلوغ الفاعلية القصوى، فقيم نسبة الكسب المعدل لبلاك لاختبار عمق المعرفة ككل وكل بعد من أبعاده تقع في المدى الذي حدده بليك للفاعلية، مما يدل على أن البرنامج المقترح في التغيرات المناخية ذو فاعلية في تنمية مستويات عمق المعرفة ككل وكل بعد من أبعاده.

ومن العرض السابق لقيمة (ت) والفاعلية يتضح فاعلية البرنامج المقترح في في تنمية مستويات عمق المعرفة لدى (مجموعة البحث) وتتفق هذه النتائج مع نتائج بعض الدرسات التي هدفت إلى تنمية عمق المعرفة باستخدام وبرامج واستراتيجيات تدريسية مختلفة: منها دراسة هنداوي (٢٠٢٢) التي أكدت على فاعلية مقررًا مقترحًا في القضايا البيئية باستخدام تطبيقات جوجل للتعليم لتنمية عمق معرفة الطلاب المعلمين بقضية التغير المناخي، و دراسة سليمان (٢٠٢٤) التي أكدت على فاعلية استراتيجية دورة الاستقصاء الثنائية في تدريس العلوم لتنمية العمق المعرفي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، دراسة عشري وآخرون (٢٠٢٤) نموذج دورة الاستقصاء الثنائية لتنمية عمق المعرفة لتلاميذ الصف الأول الإعدادي ودراسة الوهابة (٢٠٢٣) التي توصلت إلى فعالية استراتيجية تآلف

الأشتات في تدريس العلوم في تنمية عمق المعرفة لدى طالبات الصف الأول متوسط.

وقد يرجع فاعلية البرنامج المقترح في تنمية عمق المعرفة لدى مجموعة البحث إلى الأسباب التالية:

- تنوع طرق التدريس القائمة على إيجابية المتعلم كالعصف الذهني والمناقشات الجماعية ودراسة الحالة وحل المشكلات وغيرها زادت من انخراط الطلاب في البحث والاستقصاء والتحليل وايجاد العلاقات مما زاد من تعمقهم في المعرفة.
- تنوع وتعدد الأنشطة المتضمنة بالبرنامج زاد من إيجابية الطلاب في دراسة موضوعات البرنامج.
- ربط موضوعات البرنامج بالجهود الدولية والعالمية لمواجهة قضية التغيرات المناخية زاد من شعورهم بأهمية قضية التغيرات المناخية وآثارها مما زاد من اقبالهم على دراسة البرنامج.
- حداثة موضوعات البرنامج بالنسبة للطلاب كالبصمة الكربونية وبرامج قياسها للتعرف زاد من انجذاب الطلاب نحو البحث والقراءة حول تلك الموضوعات.
- أسئلة التقويم في نهاية كل موضوع تم صياغتها في ضوء المستويات الأربعة لعمق المعرفة التذكر وانتاج المعرفة وتطبيق المهارات والتفكير الاستراتيجي والممتد لكل موضوع على حدى زاد من تعميق معرفتهم بموضوعات البرنامج.
- تصميم بعض المشاريع إعادة الاستخدام لبعض النفايات أضفى جو من المتعة زاد من اقبال الطلاب على الانخراط في أنشطة البرنامج ودراسة موضوعاته بعمق.

٢- **الإجابة عن السؤال الرابع من أسئلة البحث والذي نصه: "ما فاعلية برنامج مقترح في تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف لتنمية المواطنة المناخية لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية؟ والتأكد من صحة الفرض الثاني والذي نصه " يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي طلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس المواطنة المناخية ككل وكل بعد من أبعاده على حدى لصالح التطبيق البعدي ".** وذلك على النحو التالي:

أ- **حساب دلالة الفروق بين متوسطات درجات التطبيقين القبلي والبعدى لمقياس ككل وكل بعد من أبعاده**. وتم استخدام اختبار "ت" للعينات المترابطة من خلال البرنامج الإحصائيSpss19 وتم حساب قيمة مربع ايتا وحجم الأثر كما هو موضح بجدول (١٠).

جدول (١٠)

قيمة "ت" ودلالة الفروق بين متوسطي درجات الطلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس المواطنة المناخية ككل وكل بعد من أبعاده وقيمة مربع ايتا(η^2) وحجم الأثر (ن= ٤٠)

أبعاد المواطنة المناخية	المجموعة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة T	الدلالة	مربع ايتا η^2	حجم الأثر d
المواطنة المناخية المسؤولة شخصياً	قبلي	٣٨,٩	٢,٦٠٥	٤٥,٩	دالة عند ٠,٠١	٠,٩٨	٧,٢
	بعدي	٧٤,٨	٣,٣٩				
المواطنة المناخية التشاركية	قبلي	٤٠,٧	٢,٠٣٤	٥٤,٧		٠,٩٩	٨,٦
	بعدي	٧٥,٥	٣,٧٥				
المواطنة المناخية الموجهة نحو العدالة	قبلي	٣٢,١	٢,٦٠	٣٩,٩		٠,٩٧	٦,٣
	بعدي	٦٠,٠	٣,٤٨				
المقياس ككل	قبلي	١١١,٨	٧,٧٨٠	٦٠,٦		٠,٩٩	٩,٥
	بعدي	٢١٠,٣	٦,١٤٨				

يتضح من جدول (١٠) وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلي والبعدي لأبعاد ومجموع مقياس المواطنة المناخية، وذلك عند مستوى دلالة (٠,٠١) لصالح التطبيق البعدي. **وبذلك يتحقق صحة الفرض الثاني** ونصه " يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي طلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس المواطنة المناخية ككل وكل بعد من أبعاده على حدى لصالح التطبيق البعدي ".

وبحساب قيمة مربع إيتا لمقياس المواطنة المناخية ككل وكل بعد من أبعاده تراوحت قيم مربع ايتا بين (٠,٩٧: ٠,٩٩) وكذلك تراوحت قيمة حجم الاثر بين (٩,٥:٦,٣) وهذا يدل على أن البرنامج المقترح أدى إلى تنمية المواطنة المناخية لدى مجموعة البحث واتضح ذلك في ارتفاع متوسطات درجاتهم في التطبيق البعدى عن درجاتهم في التطبيق القبلي لمقياس المواطنة المناخية.

ب- حساب حجم الفاعلية للبرنامج المقترح في تنمية المواطنة المناخية:

للتأكد من فاعلية البرنامج المقترح في تنمية المواطنة المناخية تم حساب نسبة الكسب المعدل لبلاك لدرجات طلاب المجموعة التجريبية في مقياس المواطنة المناخية وكل بعد من أبعاده كما هو موضح بجدول (١١)

جدول (١١)

نسبة الكسب المعدل لبلاك للفروق بين متوسطات درجات الطلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس المواطنة المناخية (ن=٤٠)

أبعاد المواطنة المناخية	النهاية العظمى	قيمة (ت)	الفروق المتوسطات	الكسب المعدل لبلاك	حجم الفاعلية
المواطنة المناخية المسؤولة شخصياً	٩٠	٤٥,٩	٣٥,٨٧	١,١	كبير
المواطنة المناخية التشاركية	٩٠	٥٤,٧	٣٤,٧٥	١,٠٩	كبير

أبعاد المواطنة المناخية	النهاية العظمى	قيمة (ت)	الفروق المتوسطات	الكسب المعدل لبلاك	حجم الفاعلية
المواطنة المناخية الموجهة نحو العدالة	٧٠	٣٩,٩	٢٧,٨٧	١,١٣	كبير
المقياس ككل	٢٥٠	٦٠,٦	٩٨,٥٥	١,١٠	كبير

ويتضح من جدول (١١) حيث نسبة الكسب المعدل لبلاك لمقياس المواطنة المناخية ككل وكل بعد من أبعاده تراوحت بين (١,١: ١,٦) وهى قيم مرتفعة تقع في المدى الذي حدده بلاك للفاعلية، مما يدل على أن البرنامج المقترح ذو فاعلية في تنمية المواطنة المناخية ككل وكل بعد من أبعاده.ومن العرض السابق لقيمة (ت) والفاعلية يتضح فاعلية البرنامج المقترح في تنمية المواطنة المناخية لدى (مجموعة البحث) وتتفق هذه النتائج مع **دراسة Banerjee et al. (2022)** التي أكدت على أن التحفيز الايجابي له دور كبير في توجية الأفراد نحو سلوكيات مستديمة نحو المواطنة المناخية.

وقد يرجع فاعلية البرنامج المقترح في تنمية المواطنة المناخية لدى مجموعة البحث إلى الأسباب التالية:

١. تعدد وتنوع الأنشطة الجماعية المتضمنة في البرنامج كتنظيم حملة توعوية عن التغيرات المناخية وملصقات ونشرات بشكل جماعي زاد من شعورهم بالمسؤولية المجتمعية واستعدادهم للمشاركة في مبادرات التشجير والتوعية.
٢. المناقشات الجماعية والمناظرات بين الطلاب ولعب الأدوار حول الشعوب النامية وتضررها من تغير المناخ زاد من شعورهم بالتضامن تجاههم وأهمية مراعاة العدالة المناخية في تحمل الدول المتقدمة لأعباء أضرار التغيرات المناخية.
٣. مشاريع اعادة استخدام لبعض النفايات زاد من متعتهم واقتناعهم بفاعليتها في التقليل من النفايات والانبعاثات.
٤. تحليل تقارير الجهات المعنية بقضية تغير المناخ الجهود المحلية والعالمية، زاد من شعورهم بخطورة استمرار الانبعاثات الكربونية وضرورة تضافر الجهود لمواجهتها مما عزز شعورهم بمسؤليتهم في المشاركة في آليات التخفيف.
٥. استخدام حاسبة البصمة الكربونية زاد من شعورهم بالمسؤلية المناخية الفردية حيث أن معظم الطلاب اكتشفوا أن بصمتهم الكربونية مرتفعة.

للإجابة عن السؤال الخامس والذي نصه: "ما العلاقة الارتباطية بين عمق المعرفة والمواطنة المناخية لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية؟ و التحقق من صحة الفرض الثالث الذي نصه: "توجد علاقة ارتباطية موجبة دالة عند مستوى (٠,٠١) بين درجات مجموعة البحث في التطبيق البعدي لاختبار عمق المعرفة ومقياس المواطنة المناخية"تم حساب معامل الارتباط لبيرسون

(Pearson Correlation) بين درجات التطبيق البعدي لاختبار عمق المعرفة ومقياس المواطنة المناخية لدى مجموعة البحث كما يلي:

جدول (١٢)

مصفوفة معاملات الارتباط بين درجات مجموعة البحث في كلاً من اختبار عمق المعرفة ومقياس المواطنة المناخية

الابعاد	التذكر وإعادة الإنتاج	تطبيق المفاهيم	التفكير الإستراتيجي	التفكير الممتد	درجة الاختبار ككل
المواطنة المناخية المسؤولة شخصياً	.764**	.739**	.866**	.802**	.862**
المواطنة المناخية التشاركية	.825**	.816**	.899**	.860**	.853**
المواطنة المناخية الموجهة نحو العدالة	.931**	.933**	.941**	.950**	.851**
المقياس ككل	.892**	.881**	.940**	.919**	.927**

يتضح من الجدول السابق وجود علاقة إرتباطية ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيق البعدي لأبعاد ومجموع اختبار عمق المعرفة وأبعاد ومجموع مقياس المواطنة المناخية ، وذلك عند مستوى دلالة (٠,٠١) وبذلك تم التحقق من صحة الفرض الذي ينص على أنه " توجد علاقة إرتباطية ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات مجموعة البحث لكلا من اختبار عمق المعرفة ومقياس المواطنة المناخية ".وتتفق هذه النتيجة مع دراسة Abdel Krans et al (2022) Nabi et al. (2023) والتى توصلت إلى وجود علاقة ارتباطية بين المعرفة والممارسات الفعلية للطلاب فيما يتعلق بتغير المناخ، بينما اختلفت نتائج البحث مع دراسة Elsharkawy etal. (2022) التي أشارت إلى انخفاض مستوى المشاركة الفعلية في تنفيذ آليات التخفيف لدى الطلاب بالرغم من معرفتهم بتغير المناخ،

وقد يرجع العلاقة الارتباطية بين عمق المعرفة والمواطنة المناخية لدى مجموعة البحث إلى الأسباب التالية:

١. الأنشطة البحثية وتحليل البيانات المناخية زادت من تعميق معرفة الطلاب بقضية تغير المناخ وآثارها وأسبابها وكذلك إدراك علاقتها بالأنشطة البشرية، مما زاد من شعورهم بالمسؤولية الفردية والمجتمعية في المشاركة بفاعلية في تدابير التخفيف بتعديل أنماط حياتهم وترشيد الاستهلاك وخفض البصمة الكربونية.
٢. تركيز البرنامج على النظرية والتطبيق حيث ركز البرنامج على تعميق المعرفة بالقضايا المناخية وآثارها وكذلك التركيز على الأنشطة الفردية

والجماعية التي تعززالمواطنة المناخية كتنظيم حملة توعوية، ملصقات، حساب البصمة الكربونية للأنشطة اليومية.

٣. طرق التدريس المستخدمة في البرنامج كلعب الأدوار والمناظرات والمناقشات الجماعية ساعدت في تعميق المعرفة بتغير المناخ ومخاطره على الاجيال القادمة وحقها في حياة مستقرة مما عزز أبعاد المواطنة المناخية.

٤. مناقشة بعض القضايا المناخية وآثارها من منطلق العدالة المناخية والظلم الذي تتعرض له بعض الشعوب المتضررة عزز الجانب المعرفي وكذلك أبعاد المواطنة المناخية.

توصيات البحث:

في ضوء النتائج التي تم التوصل إليها من خلال البحث الحالي يوصى بما يلي:

١. الاستفادة من البرنامج المقترح في تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف المعد في البحث الحالي، اختبار عمق المعرفة، ومقياس المواطنة المناخية في تطوير برامج إعداد المعلمين بكلية التربية في مختلف التخصصات.

٢. تضمين موضوعات تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف في برامج إعداد الطلاب المعلمين تخصص العلوم.

٣. ضرورة الاهتمام بتعزيز المواطنة المناخية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية بمختلف البرامج.

٤. الاهتمام بتعميق المعرفة والمواطنة المناخية لدى الطلاب في مختلف المراحل الدراسية.

٥. إعادة النظر في أساليب التقويم المتبعة بمختلف المراحل التعليمية والأخذ في الاعتبار مستويات عمق المعرفة في أساليب التقويم.

٦. عقد دورات للمعلمين أثناء الخدمة لتدريبهم على تعميق المعرفة المناخية وتعزيز المواطنة المناخية لدى طلابهم.

٧. تعزيز المواطنة المناخية داخل الحرم الجامعي من خلال تنفيذ مبادرات وأنشطة بالتعاون مع وزارة البيئة.

٨. انشاء مجالس شبابية للمناخ داخل الحرم الجامعي لتعزيز المواطنة المناخية.

مقترحات البحث

يُوصى بإجراء البحوث التالية:

١. فاعلية برنامج تدريبي في تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف لتنمية مهارات التفكير التقويمي لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية بكلية التربية.

٢. وحدة مقترحة في تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف لتنمية عمق المعرفة والتفكير المستدام لدى طلاب المرحلة الثانوية.

٣. إعداد برنامج مقترح في تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف لتنمية الحس المناخي لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية بكليات التربية.

٤. وحدة مقترحة في تغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف لتنمية المواطنة المناخية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

المراجع:

إبراهيم، أبو النور مصباح أبو النور، محمد، زهرة عبد الفتاح. (٢٠٢٣). التربية على المواطنة البيئية العالمية: رؤية مقترحة لمواجهة التغير المناخي، *العلوم التربوية* . كلية الدراسات العليا للتربية. جامعة القاهرة، ٣١ (١)، ١:٤٧ DOI: 10.21608/SSJ.2023.292562

إبراهيم، مي فتحي يوسف، سليمان، عبير فرحات علي، وحسن، هبة. (٢٠٢٣). الاقتصاد الدائري: مفهوم، مبادئ، متطلبات. *المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة* (٤)٦٥٧ - ٦٧٠.

أبو شامة، محمد على محمد. (٢٠٢٥). أثر تغير المناخ والاحترار العالمي على الملاحة البحرية. *مجلة أفاق المناخ*، مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار مجلس الوزراء المصري، (١) ١، ٢٢: ٤٧.

أبو عيطه، أحمد عبد اللطيف أحمد. (٢٠٢٣). نحو إستراتيجية مقترحة لتنمية وعي الشباب الجامعي بالمواطنة البيئية في ضوء التغيرات المناخية. *مجلة التربية*، كلية التربية، جامعة الأزهر، ١٩٧(٢)، ٢٠٠- ٢٧٩.

أحمد، سارة عبد الستار الصاوي. (٢٠٢٣). فاعلية برنامج قائم على أبعاد التنمية المستدامة في تنمية الوعي بالتغير المناخي والتفكير المستقبلي لدي الطلاب المعلمين شعبة الدراسات الاجتماعية بكلية التربية. *مجلة كلية التربية*، جامعةأسيوط،٣٩(١٢)، ٢٥٠: ٢٠٩.DOI:10.21608/mfes .2023.336157

أحمد، بدوي أحمد، عبد العال، رياض عبد السميع. (٢٠٢٢). برنامج مقترح قائم على متطلبات التنمية المستدامة لتنمية الوعي بالتغيرات المناخية والتفكير التحليلي لدى طلاب كلية التربية. مجلة *الجمعية التربوية للدراسات الاجتماعية*، ١٩ (١٣٨)، ١٢ :٧٧.

الأمم المتحدة. ١٩٩٢. *اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ*. نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية.

الأمم المتحدة. (٢٠١٢). *التكيف في سياق اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ*. نيويورك: الأمم المتحدة.

الجمل، نسمة حسن حسن إبراهيم. (٢٠٢٤). برنامج قائم على القضايا المناخية المعاصرة لتنمية الوعي بالأخطار البيئية والثقافة الخضراء لطلاب كليات التربية.*مجلة الجمعية التربوية للدراسات الاجتماعية*، ٢١(١٤٥)، ٤٥٠: ٤٩٠. 10.21608/pjas.2024.393119

حسانين، بدرية محمد محمد .(٢٠٢٥). دور كليات التربية في نشر ثقافة التعليم الأخضر المعزز بالتكنولوجيا الخضراء والوعى بالمواطنة المناخية لدى معلمي المستقبل. *مجلة كلية التربية*، جامعة سوهاج، ٢٧-٢٨ ١ (١٢٩) ص ص ١ :٤٠.

حسن، أسامة أحمد حسن. (٢٠٢٢). رؤية مستقبلية لتعزيز ثقافة الاستدامة البيئية لدي الشباب الجامعي في ضوء التغيرات المناخية. *مجلة مستقبل العلوم الاجتماعية*، الجمعية العربية للتنمية البشرية والبيئية، ١٠(٣)، ٨١- ١٣٠.

الدفراوي، نرمين محمد حمدي. (٢٠٢٢). برنامج في قضايا WEHABC قائم على التعلم المبني على الاستقصاء العلمي المجتمعي SSIBL لتنمية أبعاد المواطنة البيئية لدى طلاب معلمي العلوم بكلية التربية. *مجلة العلوم التربوية*، ٣٠ (٢)، ٤٦٩ :٥٧٣.

رمزي رشا؛ عبد النبي اسماء. (٢٠٢٤). برنامج مقترح في قضية التغيرات المناخية قائم على مدخل حل المشكلات لتنمية بعض مهارات التفكير المستقبلي والوعي البيئي لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية. *مجلة كلية التربية*، جامعة الفيوم، ٢١ (١٢١) ٥٢١-٦٣٥.

سليمان، إيمان سعيد عبدالباقي. (٢٠٢٤). استخدام دورة الاستقصاء الثنائية في تدريس العلوم لتنمية العمق المعرفي والاندماج الأكاديمي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي. *مجلة كلية التربية*، ٤٠ (٧)، ١١٠: ١٦٤ http://www.mandumah.com/Record/1502772.

السويكت، أحمد بن عبدالله. (٢٠٢١). المواطنة البيئية لدى طلبة الدراسات العليا بكلية التربية في جامعة القصيم: دراسة ميدانية. *مجلة جامعة حفر الباطن للعلوم التربوية والنفسية*، جامعة حفر البطن، ٢، ٢٠١: ٢٥٦.

السيد، انتصارمحمد محمد. (٢٠٢٤). فعالية وحدة مقترحة لمواجهة التحديات المناخية باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية المفاهيم المرتبطة بالتغير المناخي والتفكير المستدام لدى طلاب المرحلة الثانوية. المجلة المصرية للتربية العلمية، ٢٧ (٣)، ١١٨:٦١.

شحاته، رحاب فتحي حسن. (٢٠٢٥). فاعلية برنامج مقترح في ضوء رؤية مصر ٢٠٣٠ لقضية التغيرات المناخية لتنمية الوعي المناخي واتخاذ القرارات نحو الاستدامة لدى طلاب كلية التربية، المجلة التربوية، جامعة سوهاج، ٢ (١٣١)، ٥٠٩: ٥٩١.

عبد السلام، أمانى محمد شريف، محمود، هناء فرغلي علي. (٢٠٢٤). المواطنة البيئية العالمية لدى طلاب الجامعة على ضوء الاستراتيجية الوطنية المصرية لتغير المناخ ٢٠٥٠م دراسة ميدانية بجامعة أسيوط. *مجلة كلية التربية*، جامعة أسيوط، ٣٩(١٢)، ١: ١٢٩.

عشري، أسماء جمال حسن، الطنطاوي، رمضان عبد الحميد محمد، عبد السلام، شيماء عبد السلام.(٢٠٢٤). فاعلية تدريس العلوم باستخدام دورة الاستقصاء الثنائية في تنمية عمق المعرفة لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي. *مجلة كلية التربية، جامعة* دمياط، ٣٩ (٩١)، ٢١٤ :٢٦٢ . 10.21608/jsdu.2024.323507.1494

العلى، رشا ناصر. (٢٠١٨) الوعي المبكر بالتغيرات المناخية وعواقبها في كتب العلماء القدامى، *مجلة الألكسو العلمية للفتيان*، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، (٣٠)، ٨: ١٣.

عمر، علاء محمد ربيع محمد. (٢٠٢٢). مدى مراعاة مدرسة المتفوقين STEM لمتطلبات ومبادئ التعليم الأخضر الداعم للمواطنة البيئية: مدرسة المتفوقين للعلوم والتكنولوجيا بالمنيا أنموذجًا. *مجلة كلية التربية*. جامعة الأسكندرية، ٣٢ (٣)، ٨١: ١٣٩.

غانم، تفيدة سيد أحمد. (٢٠٢٢). أنشطة التربية العلمية لتوعية طلاب التعليم قبل الجامعي بتغير المناخ وآليات التخفيف والتكيف. *المؤتمر العلمي الثاني والعشرون: التربية*

العلمية وتغير المناخ، القاهرة: جامعة عين شمس- كلية التربية الجمعية المصرية للتربية العلمية، ١٨٤:١٢٤.

الفولي، السيد عبد الوهاب. (٢٠٢٤). برنامج تدريبي قائم على التعلم الأخضر لتنمية المعرفة بالزراعة الذكية والوعي بالتغيرات المناخية لدى الطلاب المعلمين تخصص العلوم البيولوجية الزراعية. *مجلة المناهج المعاصرة وتكنولوجيا التعليم*، كلية التربية جامعة طنطا، ٥ (٢)، ١:٥٦.

الفيل، حلمي. (٢٠١٨). *متغيرات تربوية حديثة على البيئة العربية (تأصيل وتوطين)*، القاهرة: مكتبة الانجلو المصرية، دار الطباعة الحرة.

القلعاوي، عبد المعز محمد إبراهيم حسن. (٢٠٢٢). استخدام استراتيجة الفصل المعكوس في تدريس مقرر علوم بيئية (١) لتنمية المواطنة البيئية ومفاهيم الاقتصاد الأخضر لدى طلاب شعبة الدراسات الاجتماعية بكلية التربية. *مجلة كلية التربية*، جامعة بني سويف، ١١٢(١٩) ١: ٦٥.

محمد، رانيا محمد إبراهيم، سليمان، فوقية رجب عبد العزيز. (٢٠٢٢). برنامج مقترح في التغير المناخي قائم على مدخل التعلم العميق النشط ADL لتصويب بعض التصورات الخطأ وتنمية متعة التعلم لدى طلبة الفرقة الأولى STEM بكلية التربية. *المجلة التربوية*، جامعة سوهاج، ١٠٤ (١٠٤)، ٧٤١ :٨١٠.

محمد، فاطمة عاصم عبد الجليل. (٢٠٢٥). فاعلية وحدة مقترحة في العلوم قائمة على التدريس التبادلي في تنمية المعارف العلمية والمفاهيم ذات الصلة بقضية التغير المناخي والاتجاه نحوها لدى الطالب بكلية التربية جامعة العريش. *العلوم التربوية والنفسية*. جامعة الفيوم، (١٩)١٧، ٤٦٢:٣٩٩.

محمود، كريمة عبد اللاه. (٢٠٢٠). استخدام نموذج نيدهام البنائي في تدريس العلوم لتنمية عمق المعرفة العلمية ومهارات التفكير عالي الرتبة لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *المجلة التربوية لكلية التربية* ، جامعة سوهاج، ٧٦(٧٦) ، ١١٢٥:١٠٤٧. 10.21608/edusohag.2020.103369

المكرازي، عون.(٢٠١٨) التغيرات المناخية، *مجلة الألكسو العلمية للفتيان*، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، (٣٠) ٢٤: ٣٠.

النمر مدحت أحمد. (٢٠٢٢) الدور المتوقع للتربية العلمية لمواجهة التغير المناخى، *المؤتمر العلمي الثاني والعشرون: التربية العلمية وتغير المناخ*، القاهرة: جامعة عين شمس- كلية التربية الجمعية المصرية للتربية العلمية ١٧: ٢٤سبتمبر ٢٠٢٢ م، مجلة *المصرية للتربية العلمية*، ١٧ :٢٣.

هنداوي، عماد محمد جاد. (٢٠٢٢). دور مناهج العلوم في القرن الحادي والعشرين في محو الأمية المناخية كأحد أهداف التنمية المستدامة: تعزيز المهارات الخضراء كمقترح لتسريع الحل. *المؤتمر العلمي الثاني والعشرون: التربية العلمية وتغير المناخ*، الجمعية المعرفية للتربية، (٣) ،٢٧ ، ١٥٥ :١٦٩.

الوهابة، جميلة بنت عبدالله بن علي. (٢٠٢٣). فعالية تدريس العلوم باستخدام استراتيجية تآلف الأشتات في تنمية عمق المعرفة وأنماط التفضيل المعرفي لدى طالبات الصف الأول متوسط. *مجلة التربية*، جامعة الازهر، ١٩٧(٤٢)، ٣٦٨:٣٣٢.

Abdel Nabi, Esraa Abdel Rahman, Shafik, Sahar Ahmad & Saad Amany Mohamed (2023). An Educational Program to Improve Awareness of Nursing Students about Adverse Health Effects of Climate Change. *Helwan International Journal for Nursing Research and Practice*, (2) 1, 69:82. https://hijnrp.journals.ekb.eg/

Adamu, Usman. (2025). "Assessment of Social Studies Curriculum in Creating Awareness on the Effects of Global Climate Change among Students in Colleges of Education, Nigeria. *Journal of Theoretical and Empirical Studies in Education*, 10(2), 373:384.

Anderson, A. (2012). *Climate change education for mitigation and adaptation*. Journal of Education for Sustainable Development, 6(2), 191–206. https://doi.org/10.1177/0973408212475199

Asshoff, R., Konnemann, C., Tramowsky, N., & Rieß, W. (2021). Applying the Global Change App in Different Instruction Settings to Foster Climate Change Knowledge among Student Teachers **S**ustainability, *13*(16),9208.https://doi.org/10.3390/su13169208

Australian Academy of Science .(2015). The Science of Climate Change. Questions and Answers. https://www.science.org.au/learning/general-audience/science-climate-change/1-what-is-

Banerjee Sanchayan, Galizzi Matteo, John Peter &Mourato, Susana .(2022). What works best in promoting climate citizenship? A randomised, systematic evaluation of nudge, think, boost and nudge+, 25 April 2022, PREPRINT (Version 1) available at Research Square [https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1534312/v1]

Ben, Zvi Assaraf, O., Dawson, V., Eilam, E., Gokpinar, T., Goldman, D., Naugauker, N., Agung, G., Wijaya,A., Tolppanen,S., Widdop, H. & Dillon, J. (2024). Climate change education implementation: the voices of policymakers, professional development providers, and teachers in five countries. *International Journal of Science*

Education, *47*(2),pp 191–213. https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2314572

Brosch Tobias.(2021). Affect and emotions as drivers of climate change perception and action: a review. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, (42), December, 15:21. https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2021.02.001

Çakır Yıldırım, B., Irmak, M., & Tuncay Yüksel, B. (2023). Navigating the Environmental Education and Climate Change Curriculum in Türkiye through the Prism of Climate Change Literate Citizenship. *E-Kafkas Journal of Educational Research,* 10(3), 387-413. https://doi.org/10.30900/ kafkasegt.1346835

Castillo, J. S., & Nozaleda, B. M. (2022). Environmental Education of Students Pursuing Higher Education: Probing on Climate Change Awareness. *Journal of Climate Change*, *8*(3), 41:49. https://doi.org/10.3233/JCC220020

Chander AM, Singh NK, Venkateswaran K. (2023). Microbial Technologies in Waste Management, Energy Generation and Climate Change: Implications on Earth and Space. *Journal of the Indian Institute of Science,* (3)103, 833–838, doi: 10.1007/s41745-023-00388-3.

Clarke Ben, Otto Friederike, Stuart-Smith Rupert and Luke Harrington .(2022).Extreme weather impacts of climate change: an attribution perspective.*Environmental Research: Climate* , 1(1).1:29. DOI 10.1088/2752-5295/ac6e7d

Cornejo GA, Lamiño P, Trejos B. (2024). Climate Change: Relationship between Knowledge and Perception in Students of an Agricultural-Based University in Ecuador. *Sustainability*, 16(13):5548. https://doi.org/10.3390/su16135548

Diquito, T. (2021). Integration of Climate Change in Teaching Science, Technology, and Society Course: Trends and Issues. *European Journal of Education Studies,* *8*(11). doi:http://dx.doi.org/10.46827/ejes.v8i11.3980

Dutta Manvi, Bhanu Gangwal, Pankisha Patlan, Ritu Meena. (2025). Mitigation and Adaptation to Climate Change: Strategies, Challenges, and Synergies *EKSPLORIUM Buletin Pusat*

Teknologi Bahan Galian Nuklir. 46 (1),999-1001. https://eksplorium.com/index.php/journal/article/view/107/71

Elsharkawy, S.A., Elsheikh, A.A. & Refaat, L.A.R. (2022). Knowledge, perception, and practices regarding climate change among students of Al-Azhar University for Girls in Cairo, Egypt. *J Public Health (Berl.)* 32, 1251–1260. https://doi.org/10.1007/ s10389-023-01901-9

European Network for Environmental Citizenship. (ENEC). (2018). Defining "Environmental Citizenship". Retrieved from https://enec-cost.eu/our-approach/enec-environmental-citizenship/

Ghazy, Heba K., Fathy, Dalia M.(2023). Effect of Awareness Program Regarding Climate Change on Knowledge, Attitudes and Practices of University Students. *International Egyptian Journal of Nursing Sciences and Research* (IEJNSR), 3 (2), PP 186-203. 10.21608/ejnsr.2023.277896

Gopal, D. (2021). *Application of Webb's Depth of Knowledge on Learners' Responses to Probability Questions*. (Doctoral dissertation), University of the Witwatersrand.

Hadjichambis, A.C., Reis, P. (2020). Introduction to the Conceptualisation of Environmental Citizenship for Twenty-First-Century Education. In: Hadjichambis, A.C., Činčera, J., Boeve-de Pauw, J., Gericke, N., & Knippels, M. C.. Conceptualizing Environmental Citizenship for 21st Century Education. *Environmental Discourses in Science Education*, (4) 4. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20249-1_1

Hess, Karin. (2013) A Guide for Using Webb's Depth of Knowledge with Common Core State Standards. The Common Core Institute, 1:24.

Howarth C., Niall M., Ellie M., Andrew K., James, P. (2025). Integrating climate mitigation and adaptation in the UK: A new anticipatory narrative for achieving "Climate Resilient Net Zero" in preparing for heat risk, *Global Environmental Change* (92),102994.https://doi.org/10.1016/j. gloenvcha. 2025. 102994.

IPCC (2014). Summary for policymakers: Mitigation of climate change. In O. Edenhofer, R. Madruga-Pichs, J. Savolainen, B. Kriemann, P. Eickemeier, S. Brunner, I. Baum, A. Adler, K. Seyboth, S. Kadner, E. Farahani, & J. Sokona (Eds.), Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (C.J. Minx & T. Zwickel, C. von Stechow, & S. Schlömer, Eds.). Cambridge University Press: Cambridge, UK and New York, NY, USA.

Islam, M. S. (2024). Rethinking Climate Justice: Insights from Environmental Sociology. *Climate*, 12(12), 203,1:19. https://doi.org/10.3390/cli12120203

Jenkins Gayle. (2020). Teacher agency: the effects of active and passive responses to curriculum change *The Australian Educational Researcher* 47:167–181. https://doi.org/ 10.1007/ s13384-019-00334-2 1 3 1,2

Kim, S. H., & Jang, I. S. (2025). Effect of Climate Citizenship and Climate Health Literacy on Climate, Health, and Nursing-Related Perceptions and Behaviors of Nursing Students with Clinical Experience. *Journal of muscle and joint health*, 32(1), 49-59.

Kopeć P. (2024). Climate Rise of Climate-Resilient Crops. **Plants** (Basel). 13(4):490. doi: 10.3390/plants13040490.

Kranz, J., Schwichow, M., Breitenmoser, P., & Niebert, K. (2022). The (Un)political Perspective on Climate Change in Education—A Systematic Review. *Sustainability*, *14*(7), 4194. https://doi.org/10.3390/su14074194

Kyriakopoulos, G., & Sebos, I. (2023). Enhancing Climate Neutrality and Resilience through Coordinated Climate Action: Review of the Synergies between Mitigation and Adaptation Actions. *Climate*, *11*(5), 1:27. https://doi.org/10.3390/ cli1105 0105

Leal, W F., Kim, E., Palau-Salvador, G. Aránguiz-Mesías,P., Oyedeji,S., Molera,L., Semitiel-García, M., Ruiz-de-Maya,S., Moradi,A., Trevisan, L.,.(202). Climatee justice: The contribution of higher education institutions. *Discover*

Sustainability. 6, 278 ,1:17. https://doi.org/10.1007/s43621-025-01090-3

Leal, W., Aina, Y., Dinis, M., Purcell, W. & Nagy, G. (2023) Climate change: Why higher education matters? *Science of the Total Environment*, 892, 164819. https://doi.org/10.1016/j .scitotenv. .

Leal, W., Sima, M., Sharifi, A., Luetz J. M., Salvia, A. Mifsud, M., Olooto, F., Djekic, I., Anholon, R., Rampasso, I., Donkor, F., Dinis, M., Klavins M., Finnveden G., Chari, M., Molthan-Hill, P., Mifsud A., Sen, S.. & Lokupitiya E. (2021) Handling climate change education at universities: an overview. *Environmental Sciences Europe*,33(109). https://doi.org/10.1186/s12302-021-00552-5.

Leydet, Dominique, "Citizenship", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2023 Edition), Edward N. Zalta & Uri Nodelman (eds.), URL = https://plato.stanford.edu/archives/fall2023/entries/citizenship

Marconi, E., Smith, C., & Lombardi, D. (2009). Depth of knowledge: An effective tool for educating students. ShopTalk (The Southern Nevada Regional Professional Development Program), 4(2), 3:4.

Mhlungu Xolani, Ramaila Sam Mabune, Ramnarain Umesh. (2025). The Cognitive Complexity of Technical Sciences: An Analysis Using the Depth-of-Knowledge Level Scheme, *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 24 (2) . https://www.ijlter.org/index.php/ijlter/article/view/12351

Mingyu Shao, Zaihua Liu, Sibo Zeng, Hailong Sun, Haibo He, Muhammad Adnan, Junyao Yan, Liangxing Shi, Yongqiang Han, Chaowei Lai, Yan Fang.(2025). Carbon sinks associated with biological carbon pump in karst surface waters: Progress, challenges, and prospects. *Environmental Research*, 267 (4), 120712. https://doi.org/10.1016/ j.envres.2024.120712

National Aeronautics and Space Administration (NASA) *What Is Climate Change?* https://science.nasa.gov/climate-change/what-is-climate-change/ 16-9-2025

Ofori BY, Ameade EPK, Ohemeng F, Musah Y, Quartey JK, Owusu EH (2023) Climate change knowledge, attitude and perception of undergraduate students in Ghana. *PLOS Clim*, 2(6): e0000215. https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000215

Oishy, Maria Nahin, Shemonty, Nigar Ahmmad, Sadia Islam Fatema, Mahbub, Sadika, Mim, Ebadunnahar Lukhna, Raisa, Maimuna Binte ,Anik, Hasan, Amit Hasan. (2025). Unravelling the effects of climate change on the soil-plant-atmosphere interactions: A critical review, *Soil & Environmental Health*, 3 (1), 100130. https://www.sciencedirect.com/science/ article/pii/S2949919425000032

Olabi, A. G., & Abdelkareem, M. A. (2022). Renewable energy and climate change. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 158, 112111. https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112111

Parsons, M., Bhor, G., & Crease, R. P. (2023). Everyday youth climate politics and performances of climate citizenship in Aotearoa New Zealand. *Environment and Planning E: Nature and Space*, 7(3), 1436-1460. https://doi.org /10.1177/ 25148486231208205

Pinheiro, S., Torres, A.C., Pereira, B. Pereira B. , Malafaia C. (2024)Citizenship education to promote the participation of young people in climate adaptation: crossing curricular boundaries through community profiling. *Curric Perspect* ,44 (2), 501–512. https://doi.org/10.1007/s41297-024-00231-4

Rosentrater, K., & Burke, B. R. (2018). *University students and sustainability. Part 1: Attitudes, perceptions, and habits.* Journal of Sustainability Education, 17, 1:18. https://www.susted.com/wordpress/content/2018/01/

Senese, A., Fugazza, D., Manara, V., Bianco, E., Brambilla, L., Settembrini, S., Falcini, E., Marzano, D., Panizza, M., Torelli, C., Maugeri, M., & Diolaiuti, G. A. (2025). Empowering Youth for Climate Resilience: A Geographical Education Model from Italy and Turkey. *Geographies*, *5*(4), 52. https://doi.org/10.3390/geographies5040052

Shrestha, R., Kadel, R., Shakya, S., Nyachhyon, N., & Mishra, B. K. (2025). Awareness and Understanding of Climate Change for Environmental Sustainability Using a Mix-Method

Approach: A Study in the Kathmandu Valley. *Sustainability*, 17(7), 2819. https://doi.org/10.3390/su17072819

Tang, Kelvin .(2025). Teacher conceptions of climate change and their role in climate change education: insights from Indonesian upper-secondary teachers. *Discover Sustainability*, 6 (486). https://doi.org/10.1007/s43621-025-01334-2

Taylor, K. (2021). *Online Professional Development and Teacher Capacity to Incorporate English Language Arts Assignments Based on Levels 3 and 4 of Webb's Depth of Knowledge Framework.* [Doctoral dissertation], Trevecca Nazarene University.

Trott, C. D., Lam, S., Roncker, J., Gray, E. S., Courtney, R. H., & Even, T. L. (2023). Justice in climate change education: a systematic review. *Environmental Education Research, 29*(11), 1535–1572. https://doi.org/10.1080/13504622.2023.2181265

Vedvig, A. (2024). Climate change education in universities: Instructors' perceptions of risk, motivations, and barriers (Doctoral dissertation, School of Education, College of Professional Studies, University of Wisconsin – Stevens Point).

Vihersalo, M. (2016). Climate citizenship in the European Union: environmental citizenship as an analytical concept. *Environmental Politics*, 26(2), 343–360. https://doi.org/10.1080/ 09644016.2014.1000640

Wang F., Harindintwali J., Wei K., Shan Y., Mi Z., John M., Grunwald S, Wang F, Guo Y., Wu X., Prashant,K., Kästner M., Feng X., Kang S., Liu Z., Fu Y., Zhao W., Ouyang C., Shen J., Wang H.,Chang S., Daniel L., Wang R., Zhu C., Leilei X., Rinklebe J., Du M., Huang L., Bai Z, Li Sh., Lal R., Elsner M., etal. (2023). Climate change: Strategies for mitigation and adaptation. *The Innovation Geoscience*, 1(1), 100015. https://doi.org/10.59717/j.xinn-geo.2023.100015

Webb, Norman L. (2002): Depth-of-knowledge levels for four content areas. https://dpi.wi.gov/sites/default/files/imce/s.pdf.

Wine, M., & Hoffman, A. M.(2023). Reinforcing Webb's Depth of Knowledge: Laterally extending DOK by acknowledging proficiency's impact on cognitive demand. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL.

Winter, V., Kranz, J., & Möller, A. (2022). Climate Change Education Challenges from Two Different Perspectives of Change Agents: Perceptions of School Students and Pre-Service Teachers. *Sustainability*, *14*(10), 6081.

(207), 105830 https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2025.105830

Yang, M., Chen, L., Wang, J. Msigwa G., Osman A., Samer F., Rooney, D.W., &Yap, P.S. (2023).Circular economy strategies for combating climate change and other environmental issues. Environ Chem Lett 21, 55:80. https://doi.org/10.1007/s10311-022-01499-6