

Environmental Self-Efficacy as A Mediating Variable in The Relationship Between Climate Anxiety and Low-Carbon Behavior Among Omani Students: An Explanatory Study Using Structural Equation Modeling (SEM)

Reem Al-Yaarubi*^{id}, Saif Al-Maamari^{id}

Department of Curriculum and Instruction, College of Education, Sultan Qaboos University, Muscat, Oman

Received: 23/01/2026

Revised: 15/03/2026

Accepted: 09/06/2026

Publish online: 15/7/2026

* Corresponding author:

reemyaarubi@gmail.com

Citation: Al-Yaarubi, R., & Al-Maamari, S. (2026). Environmental Self-Efficacy as A Mediating Variable in The Relationship Between Climate Anxiety and Low-Carbon Behavior Among Omani Students: An Explanatory Study Using Structural Equation Modeling (SEM). *Dirasat: Educational Sciences*, 54(1), 14512. <https://doi.org/10.35516/Edu.2026.14512>



© 2027 DSR Publishers/ The University of Jordan.

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

Abstract

Objectives: The study explores the direct and indirect relationships between climate anxiety, environmental self-efficacy, and low-carbon behavior among Omani students using structural equation modeling.

Methods: The study adopted a descriptive correlational approach. A convenient sample consisted of (196) male and female students from the eleventh grade, selected from various schools in Muscat Governorate.

Results: The structural equation modeling indicate that the proposed model exhibits good fit indices, with $\chi^2/df = 1.55$, CFI = 0.973, TLI = 0.973, and RMSEA = 0.053. The findings reveal a strong and statistically significant direct effect of environmental self-efficacy on low-carbon behavior ($\beta = 0.80$, $p < 0.001$). Furthermore, an indirect effect of climate anxiety on low-carbon behavior through environmental self-efficacy was identified ($\beta = 0.33$, $p < 0.001$). This supports the notion that environmental self-efficacy serves as a mediating variable in the relationship between climate anxiety and low-carbon behavior.

Conclusion: The study concludes that environmental self-efficacy is a key factor mediating the relationship between climate anxiety and low-carbon behavior. This underscores the importance of considering psychological variables when analyzing environmental behaviors.

Keywords: Climate anxiety; environmental self-efficacy; low-carbon behavior; structural equation modeling.

الكفاءة الذاتية البيئية كمتغير وسيط في العلاقة بين القلق المناخي والسلوك منخفض الكربون لدى الطلبة العُمانيين: دراسة تفسيرية باستخدام نمذجة المعادلات البنائية

ريم اليعرابي*, سيف المعمري

قسم مناهج والتدريس، كلية التربية، جامعة السلطان قابوس، مسقط، عُمان

ملخص

الأهداف: هدفت الدراسة الحالية إلى فحص العلاقات المباشرة وغير المباشرة بين الكفاءة الذاتية البيئية، والقلق المناخي، والسلوك منخفض الكربون لدى الطلبة العُمانيين باستخدام نمذجة المعادلات البنائية.

المنهجية: اتبعت الدراسة المنهج الوصفي الارتباطي، وتكونت عينة الدراسة من (196) طالباً وطالبة من الصف الحادي عشر، وقد تم اختيار عينة الدراسة بطريقة العينة المتاحة من مدارس مختلفة بمحافظة مسقط.

النتائج: أظهرت نتائج نمذجة المعادلات البنائية أن النموذج المقترح يتمتع بدرجة عالية من المطابقة للبيانات ($\chi^2/df = 1.55$, CFI= 0.973, TLI= 0.973, RMSEA= 0.053). وكشفت النتائج عن تأثير مباشر قوي للكفاءة الذاتية البيئية على السلوك منخفض الكربون ($\beta = 0.80$, $p < 0.001$). كما تبين وجود أثر غير مباشر للقلق المناخي على السلوك منخفض الكربون عبر الكفاءة الذاتية البيئية ($\beta = 0.33$, $p < 0.001$)، مما يدعم دور الكفاءة الذاتية البيئية كمتغير وسيط في العلاقة بين القلق المناخي، والسلوك منخفض الكربون.

الخلاصة: تخلص الدراسة إلى أن الكفاءة الذاتية البيئية تمثل آلية وسيطة أساسية تفسر تأثير القلق المناخي في السلوك منخفض الكربون، بما يعزز أهمية توظيف المتغيرات النفسية الوسيطة عند تفسير السلوكيات البيئية.

الكلمات الدالة: القلق المناخي، الكفاءة الذاتية البيئية، السلوك منخفض الكربون، نمذجة المعادلات البنائية.

المقدمة

على مدى المئة عام الماضية، شهد العالم آثاراً متزايدة للأنشطة البشرية نتيجة النمو السكاني، والتوسع في استهلاك الموارد الطبيعية، وقد انعكست هذه التحولات في صورة تغيرات ملحوظة في أنماط الطقس إلى جانب تراجع في توافر الموارد الأساسية، بوصفها من النتائج المباشرة للتغير المناخي، وعليه لم يعد التغير المناخي قضية قابلة للتجاهل؛ بل أصبح تحدياً معاصراً يمس مختلف جوانب الحياة الإنسانية.

وتنطلق هذه الدراسة من الإجماع الذي صدر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، بأن التغير المناخي منذ القرن التاسع عشر كان في الأساس نتاجاً عن الأنشطة البشرية، وأن التغير المناخي يشكل تهديداً وجودياً للبشرية ورفاهة الإنسان (IPCC, 2023)، وأنه يتعين اتخاذ إجراءات عاجلة للحد من الاحترار العالمي المعروف أيضاً باسم "الاحتباس الحراري" بحيث لا يتجاوز 1.5 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية، وذلك وفقاً لاتفاق باريس (IPCC, 2021).

ففي استطلاع أجري عام 2021 شمل 76,328 من مستخدمي فيسبوك في 31 دولة، أفاد معظم المشاركين بأنهم قلقون إلى حد ما أو قلقون جداً بشأن تغير المناخ (Leiserowitz et al., 2021)، ويطلق على هذه الشعور عادة مصطلح "القلق البيئي" أو "القلق المناخي" وهي تشمل طيفاً من المشاعر السلبية المرتبطة بالبيئة، مثل الخوف والقلق والشعور بالذنب واليأس والقلق (Ojala et al., 2021)، كما يشار إلى القلق المناخي على أنه هو مجموعة التغيرات المعرفية والجسدية والسلوكية التي يظهريها الأفراد، استجابة للمخاوف الحالية والمستقبلية المرتبطة بتغير المناخ (Boehme et al., 2024).

وهناك أيضاً قضية حاسمة أخرى يجب مراعاتها فيما يتعلق بتجربة القلق من تغير المناخ، وهي المدى الذي يحفز فيه الاستجابات التكيفية من حيث المشاركة في العمل المناخي (العروي، 2024)، فقد أفاد تام وتشين (Tam & Chen, 2023) وجود علاقة إيجابية بين القلق وبعض أنواع العمل المناخي، وفي هذا السياق يمكن فهم هذا النمط من السلوك في ضوء ما أشار إليه وير (Weber, 2006) أن المشاعر السلبية من المحركات الأساسية للسلوك الإنساني. وعليه، فإن الانتشار الواسع للاستجابات الانفعالية السلبية تجاه تغير المناخ، قد يمثل مؤشراً إيجابياً على إمكانية حدوث تحرك اجتماعي وسياسي واسع النطاق لمواجهة أزمة المناخ.

ويتضح من خلال ما سبق، أنه توجد علاقة معقدة بين قلق التغير المناخي والسلوكيات المؤيدة للبيئة، فقد أظهرت دراسة ايليسا وآخرون (Elyssa et al., 2024) إلى أن قلق التغير المناخي يؤدي دوراً إيجابياً وبناءً في تعزيز السلوك المؤيد للبيئة، وأشار (Ojala et al., 2021) إلى أن هذا القلق قد يشكل قوة إيجابية، إذ يحفز الأفراد على الفعل والانخراط. وعلى العكس من ذلك، أشار هيرين وآخرون (Heeren et al., 2023) إلى أن قلق التغير المناخي يتميز بمظاهر انفعالية، مثل: الاكتئاب، والقلق المفرط، واللامبالاة، أي أنه عند مواجهة تغير مناخي ضار يميل الأفراد إلى تبني مواقف أكثر لا مبالاة بدلاً من السلوكيات المؤيدة للبيئة.

ووفقاً للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، فإن التغيرات في أنماط الحياة والسلوك يمكن أن تؤدي إلى خفض الانبعاثات العالمية للغازات الدفيئة في قطاعات الاستخدام النهائي بنسبة تتراوح بين 40% و70% بحلول عام 2050 (IPCC, 2023)، ويعد تغيير السلوك الفردي عنصراً أساسياً للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة والتخفيف من آثار التغير المناخي (Whitmarsh et al., 2025)، ويقصد بالسلوكيات منخفضة الكربون تلك الأفعال التي يقوم بها الأفراد أو الجماعات والتي يمكن أن تسهم بشكل مباشر أو غير مباشر في خفض انبعاثات الكربون، وتشمل تقليل القيادة والطيران، والتحول إلى نظام غذائي قائم على النباتات، وتقليل استخدام الموارد والانخراط في العمل المجتمعي أو النشاط السياسي المتعلق بالمناخ (Ivanova et al., 2020; Hampton & Whitmarsh, 2023).

وتعد الكفاءة الذاتية أحد المحددات الجوهرية في تعزيز السلوكيات البيئية المسؤولة (Bandura, 1991)، وقد أكدت دراسة بري يا وثينموزي (Priya & Thenmozhi, 2021) على أن ارتفاع مستوى الكفاءة الذاتية البيئية لدى الأفراد يساعد على تبني الاعتقاد بالقيمة الشخصية للسلوكيات المؤيدة للبيئة لديهم، وبالتالي يساعدهم على إدراك مسؤولياتهم تجاه بيئتهم، كما أظهرت نتائج دراستهم أن هناك علاقة ارتباط إيجابية بين الكفاءة الذاتية والسلوكيات المؤيدة للبيئة، فمع زيادة مستوى الكفاءة الذاتية لدى الطلاب يزداد السلوك البيئي الإيجابي.

ومن هنا تأتي الحاجة الملحة إلى إشراك التعليم في رفع مستوى الوعي بقضايا المناخ ومشكلات البيئة على مستوى العالم، ذلك لدور التعليم في امتلاك المعرفة والمهارات والمواقف والدافعية للمشاركة في منع المشكلات البيئية وحلها، سواء الحالية أو المتوقعة في المستقبل (Woraphong, 2025). فقد أكد تقرير الرصد العالمي للتعليم، أن تعزيز العمل المناخي يتطلب إعادة توجيه التعليم ليؤثر في القيم والاتجاهات والدافعية بما ينعكس على السلوك الفردي والجماعي، وهو ما يتسق مع التوجهات الحديثة التي ترى أن التعليم ليس مجرد أداة معرفية، بل مدخل أساسي لتشكيل الاستجابة الإنسانية والسلوكية للتحديات المناخية (UNESCO & MECCE, 2024).

وانطلاقاً من الإقرار بأن تغير المناخ قضية عالمية، يصبح من الضروري إيلاء أولوية لوجهات نظر الجيل الأصغر تجاه التحديات البيئية، فإن التركيز على الجيل الشاب ومواقفهم إزاء قضايا المناخ يعد أمراً بالغ الأهمية، فقد أكد مارزبان وآخرون (Marzban et al., 2025) إلى أنه يمكن أن تكون

الحالات التعليمية حول تغير المناخ للطلاب أداة قيمة لزيادة فهمهم للموضوع وتحفيزهم على اتخاذ إجراءات إيجابية، كما يحتاج الطلاب إلى إدراك أن الأرض هي موطننا المشترك وأنه يتعين علينا حمايتها بكل الوسائل الممكنة من خلال التخفيف من آثار تغير المناخ.

وضمن الجهود البحثية في مجال القلق المناخي، هدفت دراسة دانيك وآخرون (Daeninck et al., 2023) إلى فهم انتشار القلق المناخي وإدارته الشخصية لدى طلبة الجامعات في المملكة المتحدة، وذلك من خلال استبانة إلكترونية، وتكونت عينة الدراسة من 249 طالباً من طلبة التخصصات البيئية، وأشارت نتائج الدراسة إلى أن الطلبة ذوو القلق المناخي المرتفع يأخذون التغير المناخي في الحسبان عبر مختلف مجالات التخطيط للمستقبل، ويظهر الشباب هذا التكيف من خلال انخراطهم النشط في الحركات المناخية والبيئية. وتبعت دراسة كالاييم وبودزيسزوسكا (Khalaim & Budziszewska, 2024) اتجاهات طلبة التخصصات المرتبطة بالاستدامة نحو قلق المناخ، واعتمدت الدراسة المنهج المختلط لعينة مكونة من 157 طالب، وتشير نتائج الدراسة إلى أن قلق المناخ يرتبط بطيف من الانفعالات يمتد من الحزن إلى الأمل، كما أشارت إلى أن تتبع المسارات التعليمية للأفراد الذين يعانون من قلق المناخ على نحو طولي اتجاهاً بحثياً مهماً في المستقبل.

وأجرى ساراسين وآخرون (Sarrasin et al., 2022) دراسة تناولت العلاقات بين معتقدات الكفاءة لدى المراهقين، والقلق المناخي، والنوايا السلوكية المؤيدة للبيئة، وذلك بعد تدخل تعليمي قائم على العمل الجماعي، وتكونت عينة الدراسة من 150 مشاركاً، وأظهرت نتائج التحليلات الكمية أن كلاً من الكفاءة الذاتية والكفاءة الجماعية والقلق المناخي والشعور بالاندماج الجماعي، مرتبطة ارتباطاً إيجابياً بنوايا سلوكية أقوى مؤيدة للبيئة. وهدفت دراسة توركوت تريمبلاي وآخرون (Turcotte-Tremblay et al., 2024) إلى تحديد خصائص المراهقين الذين يعانون من مشكلات ناجمة عن قلق المناخ والذين لديهم شعور بالكفاءة الذاتية والذين يتبنون سلوكيات صديقة للبيئة، حيث تكونت عينة الدراسة من 45362 مشاركاً من 113 مدرسة في كيبيك (كندا)، وخلصت الدراسة إلى وجود تفاوتات معرفية وتجريبية فيما يتعلق بالقلق المناخي، وأن استخدام السبل المختلفة لتعزيز الانخراط البيئي، وتحسين كفاءة المراهقين الذاتية في قدرتهم على المساعدة، تعد استراتيجية رئيسية لتعزيز السلوكيات المؤيدة للبيئة.

وبحثت دراسة مادونيبي (Maduneme, 2024) في العلاقات بين قلق الطلاب بشأن المناخ، والتعرض الإعلامي لتغير المناخ، ومعتقدات الفعالية، والنوايا المؤيدة للبيئة، باستخدام دراسة استقصائية مقطعية لـ 440 طالباً جامعياً، وكشفت النتائج إلى أن القلق بشأن المناخ كان له علاقة إيجابية كبيرة مع النوايا المؤيدة للبيئة.

وفي إطار المساعي البحثية ذات الصلة بمجال السلوك منخفض الكربون، هدفت دراسة اكسينج وليو (Xiang & Liu, 2024) إلى البحث عن أثر العوامل والمسارات المؤثرة في السلوك منخفض الكربون لدى الطلبة، وتكونت عينة الدراسة من 213 طالباً من طلبة الجامعات، ووجدت الدراسة أن إتقان المعرفة منخفضة الكربون يؤثر إيجابياً في ممارسة هذا السلوك؛ فكلما ازداد مستوى إتقان الطلبة للمعرفة منخفضة الكربون زادت قدرتهم على تبني وتشكيل سلوكيات منخفضة الكربون. واستقصت دراسة نورماداني وآخرون (Nurramadhani et al., 2022) فهم الطلبة وتطبيقهم للتعليم منخفض الكربون في حياتهم اليومية، وقد استخدمت الدراسة المنهج المسحي على عينة قوامها 453 طالباً من المرحلة الابتدائية والمرحلة الإعدادية في مدينة بوغور، وخلصت الدراسة إلى أن الطلبة لم يكونوا على دراية بمصطلحات التعليم منخفض الكربون، على الرغم من أنهم يطبقون بالفعل أنشطة الحفاظ على البيئة ولديهم وعي بيئي عام، إلا أن هذا الوعي لا يركز على انبعاثات الكربون أو التعليم منخفض الكربون.

وركزت دراسة وانج وآخرون (Wang et al., 2024) على تحليل أثر الخصائص الديموغرافية والعوامل الداخلية والخارجية في السلوكيات الفردية منخفضة الكربون، وصممت الدراسة استبانة حول العوامل المؤثرة في نوايا الأفراد وسلوكياتهم منخفضة الكربون، بالاستناد إلى نماذج نظرية للسبب البيئي، وقد جمعت البيانات من عينة مكونة من 2430 فرداً من المجتمع العام في الصين، وتظهر نتائج الدراسة أن المشاركين عبروا عن قلقهم بشأن تغير المناخ، واستعدادهم لتطبيق السلوك منخفض الكربون.

ومع تزايد الإلحاح لمعالجة التدهور البيئي والمشكلات المرتبطة بالتغير المناخي، يعد تحليل السلوك المؤيد للبيئة وفهمه مسألة بالغة الأهمية (Ghazali et al., 2019)، غير أن العوامل التي تشجع على هذا السلوك تتسم بالتعقيد وتتأثر بعوامل متعددة، وفي بيئة تتسم بالتقلب غالباً ما يواجه الباحثون وصناع القرار مشكلات مترابطة يصعب دراستها بصورة شاملة، ولمواجهة هذه الصعوبة توفر النمذجة بديلاً يساهم في تبسيط المشكلات والتركيز على المكونات والعلاقات الحرجة بما يسهل تحليلها وفهمها (Cedrún-Vázquez et al., 2025)، وتعد نمذجة المعادلات البنائية (Structural Equation Modeling-SEM) إحدى التقنيات القادرة على التعامل مع مهمة بناء النماذج، والتحقق من صحتها في سياقات معقدة (Tarka, 2018).

وعلى خلاف التقنيات الإحصائية المباشرة الأخرى، تتيح نمذجة المعادلات البنائية استكشاف العلاقات بين المؤشرات والمتغيرات الكامنة الخاصة بها، فضلاً عن تقييم النموذج البنائي لفحص العلاقات السببية بين المتغيرات أو البنى التي يتكون منها النموذج (Cedrún-Vázquez et al., 2025)، فقد أشارت دراسة أبو الحسن (2022) إلى أن النمذجة بالمعادلة البنائية تعد استراتيجية تحليلية متقدمة في العلوم النفسية والسلوكية والاجتماعية والتربوية، واستناداً إلى دراسة سيدرون فازكيوز وآخرون (Cedrún-Vázquez et al., 2025) فإن نمذجة المعادلات البنائية، وما تتميز به من القدرة على الدمج المتسق لتحليل العوامل وتحليل الانحدار مفيدة على نحو خاص في الدراسات التي يساهم فيها ارتفاع مستوى المشاركة الاجتماعية في تقليل

تعقيد المشكلة، وتعزيز اتخاذ القرار القائم على البيانات.

واتجهت العديد من الدراسات الحديثة في مجال السلوك البيئي إلى توظيف نمذجة المعادلات البنائية بوصفها إطاراً تحليلياً متقدماً يتيح فحص العلاقات المعقدة بين المتغيرات، فعلى سبيل المثال أظهرت دراسة (Zhu et al., 2026) وجود علاقات مباشرة وغير مباشرة باستخدام نمذجة المعادلات البنائية بين العوامل النفسية والسياقية، ونية السلوك والسلوك منخفض الكربون، حيث كشفت عن تأثير قوي للاتجاه في النية السلوكية بلغ (0.825)، وأظهرت دراسة (Xiand & Liu (2024) وجود تأثيرات مباشرة وغير مباشرة بين الوعي والمعرفة منخفضة الكربون، حيث أظهرت وجود تأثيرات قوية لبعض المتغيرات ذات الطبيعة الاجتماعية-النفسية بلغت (0.919)، مما يدعم بناء نماذج تفسيرية قائمة على العلاقات المتداخلة بين المتغيرات الانفعالية والنفسية والسلوكية.

كما أظهرت دراسة تشان وآخرون (Chan et al., 2024) باستخدام نمذجة المعادلات البنائية، وجود تأثيرات دالة للقلق المناخي على عدد من السلوكيات البيئية، حيث بلغ تأثيره على السلوكيات البيئية العامة (0.36)، وعلى أنماط الاستهلاك المستدام (0.35)، وهي معاملات تعكس وجود علاقات جوهرية بين المتغيرات النفسية والسلوكية، كما بينت دراسة كاين وآخرون (Qin et al., 2023) أن العلاقة بين القلق المناخي والسلوك البيئي كانت ضعيفة، إلا أن هذه العلاقة أصبحت أكثر وضوحاً عند إدخال متغيرات وسيطة، كما ارتبطت الكفاءة الذاتية الخضراء بالسلوك البيئي بدرجة متوسطة إلى مرتفعة.

ولتحقيق أهداف الدراسة الحالية، تم توظيف نمذجة المعادلات البنائية (SEM) باعتبارها منهجاً تحليلياً متقدماً قادر على اختبار العلاقات المباشرة وغير المباشرة بين المتغيرات، كما تم الاعتماد على نظرية الكفاءة الذاتية البيئية بوصفها إطاراً نظرياً مفسراً، لما تؤكد من أن معتقدات الأفراد حول قدرتهم على التحكم في سلوكهم البيئي واتخاذ قرارات فعالة تمثل عاملاً حاسماً في تبني السلوكيات المستدامة. وتنطلق الدراسة من افتراض أن القلق المناخي رغم كونه دافعاً معرفياً وانفعالياً مهماً لا يفضي بالضرورة إلى سلوكيات منخفضة الكربون ما لم يدعم بمستوى كاف من الكفاءة الذاتية البيئية، التي تمكن الأفراد من ترجمة وعيهم وقلقهم إلى أفعال عملية قابلة للتنفيذ.

مشكلة الدراسة

في السنوات الأخيرة، أدى تزايد حصة الانبعاثات المرتبطة بالأسر من إجمالي الانبعاثات الكربونية العالمية إلى زيادة الاهتمام بدور السلوكيات الفردية في التخفيف من تغير المناخ (Long et al., 2023)، وقد دفع هذا التحول الباحثين إلى التأكيد على ضرورة إشراك الأفراد في تحقيق الأهداف المناخية الوطنية والدولية (Tian et al., 2022)، وتعد اتفاقية ومؤتمر باريس الذي عقد في الفترة من 29 نوفمبر إلى 13 ديسمبر 2015، علامة فارقة في عملية تغير المناخ المتعدد الأطراف؛ لأنه لأول مرة تقوم اتفاقية ملزمة بجمع كل الدول في قضية مشتركة للاضطلاع بجهود طموحة لتغير المناخ والتكيف مع آثاره. وقد أكد ميثاق ومؤتمر جلاسكو للمناخ الذي عقد في الفترة من 31 أكتوبر إلى 21 نوفمبر 2021، تنفيذ اتفاقية باريس من خلال الإجراءات التي يمكن أن تضع العالم في مسار أكثر استدامة، وأقل إنتاجاً للكربون (العروي، 2024).

وفي هذا السياق يشير إجماع ناشئ بين الباحثين إلى أن القلق بشأن التغير المناخي يمكن أن يتحول إلى دافع نحو الفعل المناخي (Sarrasin et al., 2022)، ولكن يجب الإشارة إلى أنه يمكن أن يكون هذا القلق بناءً أو غير بناء (Verplanken et al., 2020)، حيث يشار إلى أنه في حين يمكن للقلق المناخي أن يحفز استجابات تكيفية (مثل تقليل البصمة الكربونية للفرد)، إلا أنه يحمل في الوقت ذاته إمكانية التسبب في إعاقة وظيفية (Crandon et al., 2022). فمن جهة، قد يرتبط القلق المناخي بمظاهر إعاقة مثل صعوبات التركيز واضطرابات النوم وأعراض اكتئابية (Hickman et al., 2021; Oljala et al., 2021; Sanson et al., 2019). ومن جهة أخرى، وجد أيضاً أن القلق المناخي يرتبط باستعداد أكبر لاتخاذ إجراءات لصالح البيئة أو بمستوى أعلى من الانخراط في السلوكيات المؤيدة للبيئة (Bouman et al., 2020; Wullenkord et al., 2021).

وقد أكد أمبوسعيد والدايري (2023) في دراستهم إلى ضرورة إيجاد نظام مؤطر في سلطنة عُمان ينظم ويعزز اكتساب المعارف والمهارات اللازمة لتغيير السلوك والقناعات الداخلية للعادات اليومية للأفراد نحو التغيير الإيجابي، وقد أفاد المعمري وعبدالعال (2024) إلى أن سلطنة عُمان دائماً ما تسعى إلى إعداد أجيال عُمانية تساهم في الحفاظ على البيئة والمشاركة في معالجة الإشكاليات التي تواجهها، ولهذا الغرض خصص للبيئة أولوية خاصة في رؤية عُمان 2040، والتي تسمى بـ "أولوية البيئة والموارد الطبيعية"، حيث تهدف إلى تعزيز وجود بيئة متوازنة تجمع بين الأبعاد السياسية والاقتصادية والاجتماعية والثقافية.

وفي ضوء ما سبق، تسعى هذه الدراسة إلى الكشف عن دور الكفاءة الذاتية البيئية كمتغير وسيط في تفسير العلاقة بين القلق المناخي والسلوك منخفض الكربون من خلال بناء نموذج تفسيري يعتمد على نمذجة المعادلات البنائية (SEM)، لتوضيح العلاقات السببية بين القلق المناخي والسلوك منخفض الكربون في ضوء نظرية الكفاءة الذاتية، وتنطلق الدراسة من افتراض أن القلق المناخي لا يعمل بالضرورة كعامل معطل للسلوك، بل قد يتحول إلى دافع إيجابي عندما يدعم بمستويات مرتفعة من الكفاءة الذاتية البيئية بما يعزز قدرة الأفراد على ترجمة المخاوف المناخية إلى ممارسات

منخفضة الكربون. وعليه تحاول الدراسة الإجابة عن الأسئلة الآتية:

أسئلة الدراسة

1. ما مستوى الكفاءة الذاتية البيئية، والقلق المناخي، والسلوك منخفض الكربون لدى طلبة الصف الحادي عشر؟
2. ما طبيعة العلاقة الارتباطية بين الكفاءة الذاتية البيئية، والقلق المناخي، والسلوك منخفض الكربون لدى طلبة الصف الحادي عشر؟
3. ما درجة تأثير الكفاءة الذاتية البيئية كمغير وسيط في العلاقة بين القلق المناخي والسلوك منخفض الكربون لدى طلبة الصف الحادي عشر في ضوء بنية العلاقات داخل النموذج البنائي؟

أهداف الدراسة

تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف الآتية:

1. التعرف إلى مستوى الكفاءة الذاتية البيئية، والقلق المناخي، والسلوك منخفض الكربون لدى الطلبة العُمانيين بمرحلة التعليم المدرسي.
2. الكشف عن العلاقة الارتباطية بين الكفاءة الذاتية البيئية، والقلق المناخي، والسلوك منخفض الكربون لدى طلبة الصف الحادي عشر.
3. تحليل درجة توسط الكفاءة الذاتية البيئية للعلاقة بين القلق المناخي والسلوك منخفض الكربون لدى طلبة الصف الحادي عشر، في ضوء بنية العلاقات داخل النموذج البنائي.

أهمية الدراسة

في سياق الجهود العالمية الرامية إلى تحقيق الحياد الكربوني، تسهم هذه الدراسة بإسهامات نظرية وتطبيقية في أدبيات علم النفس البيئي والسلوك المستدام، وتتمثل أهمية الدراسة فيما يلي:

الأهمية النظرية

من الناحية النظرية، وبالاستناد إلى نظرية الكفاءة الذاتية بوصفها إطار تفسيري مكمل، تعيد الدراسة توضيح الدور النفسي للقلق المناخي في تفسير السلوك منخفض الكربون من خلال الكشف عن علاقته المباشرة بالسلوك ودوره غير المباشر عبر الكفاءة الذاتية البيئية، ويسهم هذا الطرح في إثراء أدبيات علم النفس البيئي ولاسيما في السياق العربي من خلال إعادة تأطير دور القلق المناخي، وفتح المجال أمام نماذج تفسيرية أكثر تركيباً للعوامل النفسية المؤثرة في أنماط الاستهلاك المرتبطة بالقضايا المناخية.

الأهمية التطبيقية

تتجلى الأهمية التطبيقية لهذه الدراسة، في ما تتيحه نتائجها من مؤشرات علمية يمكن الاستفادة منها في تصميم برامج تربوية وتوعوية تستهدف تعزيز السلوك منخفض الكربون، من خلال الموازنة بين رفع الوعي بالمخاطر المناخية وبناء الكفاءة الذاتية البيئية لدى الأفراد، وتوفير الدراسة أساساً إرشادياً لصناع القرار والمختصين في التعليم والاتصال البيئي لتجنب التركيز الأحادي على إثارة القلق المناخي، والعمل بدلاً من ذلك على دمج استراتيجيات تعزز شعور الأفراد بالقدرة على الفعل والتأثير.

حدود الدراسة

- الحدود الموضوعية: اقتصرَت الدراسة على الكشف عن دور الكفاءة الذاتية البيئية كمغير وسيط في العلاقة بين القلق المناخي والسلوك منخفض الكربون لدى الطلبة العُمانيين بمرحلة التعليم المدرسي، باستخدام نمذجة المعادلات البنائية.
- الحدود البشرية: اقتصرَت هذه الدراسة على عينة من طلبة الصف الحادي عشر.
- الحدود الزمانية: طبقت هذه الدراسة خلال الفصل الدراسي الأول، للعام الدراسي 2026/2025 م.
- الحدود المكانية: تم تطبيق هذه الدراسة في عدد من مدارس محافظة مسقط، والتي تشرف عليها وزارة التعليم بسلطنة عُمان.

مصطلحات الدراسة

الكفاءة الذاتية البيئية: وفقاً لمؤسس مفهوم الكفاءة الذاتية عالم النفس "ألبرت باندورا" عرف الكفاءة الذاتية المدركة على أنها، "معتقدات الفرد حول قدراته على تنظيم وتنفيذ الأفعال المطلوبة للتعامل مع المواقف المستقبلية" (Bandura, 1997).

وتعرف في هذه الدراسة إجرائياً على أنها: قدرة الطلبة على إدراك كفاءتهم في تبني السلوكيات البيئية والمحافظة على الموارد، والتي تقاس بالدرجة التي يحصل عليها في مقياس مكون من (15) بنداً، موزعة على ثلاثة محاور (القيم والاتجاهات البيئية، الكفاءة والقدرة البيئية، والسلوكيات المؤيدة للبيئة)، وذلك باستخدام مقياس ليكرت الخماسي.

القلق المناخي: هو مجموعة الأفكار اللفظية- اللغوية المرتبطة بالتغيرات التي قد تحدث في النظام المناخي، وما يترتب عليها من آثار محتملة، ويعد أحد الاستجابات النفسية المحتملة لتغير المناخ مثل: الخوف، والاكتئاب أو الصدمات النفسية (Stewart, 2021).

ويعرف في هذه الدراسة إجرائياً على أنه: المشاعر والانفعالات التي تعكس قلق الطالب، واهتماماته بالتداعيات المحتملة لتغير المناخ، والتي تقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في مقياس الاتجاه نحو القلق المناخي (CCWS) المكون من (10) بنود، وذلك باستخدام مقياس ليكرت الخماسي.

السلوك منخفض الكربون: يشير السلوك منخفض الكربون إلى أنماط الممارسات التي يقوم بها الأفراد والتي تسهم في تقليل انبعاثات الكربون، بما في ذلك: اختيار شراء المنتجات أو استخدام المرافق الموفرة للطاقة، وتطبيق الطاقة الخضراء، وتوفير الطاقة في الحياة اليومية، وغيرها من السلوكيات المفيدة في تقليل الانبعاثات (Ding et al., 2018).

ويعرف في هذه الدراسة إجرائياً على أنه: الممارسات والأنماط اليومية التي تعكس الوعي لدى طلبة الصف الحادي عشر، بترشيد الموارد والحد من الانبعاثات الكربونية، والتي تقاس باستخدام مكون من (15) بنداً موزعة على ثلاث محاور (العوامل الداخلية، العوامل الخارجية، الاستعداد لتبني السلوك منخفض الكربون)، وفق مقياس ليكرت الخماسي.

نمذجة المعادلات البنائية (SEM): هي إحدى أساليب التحليل الإحصائي متعدد المتغيرات، وتستخدم لاختبار النماذج البحثية المعقدة التي تتضمن عدة بنى (Constructs)، تشمل مجموعة من المتغيرات المستقلة والتابعة مع سلسلة من العلاقات والارتباطات المفترضة فيما بينها" (Ghaleb & YAŞLIOĞLU, 2024).

المنهجية والإجراءات

منهجية الدراسة

تم اعتماد المنهج الوصفي الارتباطي في هذه الدراسة لفحص العلاقات بين المتغيرات وفحص الدور الوسيط، وقد تم الاعتماد على النمذجة بالمعادلات البنائية باستخدام برنامج Jamovi لاختبار فرضيات الدراسة، فقد أكدت دراسات حديثة عن مزايا برنامج Jamovi في اختبار تبين البيانات ومؤشرات ملاءمة النماذج، وتقييم اتساق البيانات وموثوقيتها، وهي جوانب حاسمة في البحث الكمي (Eser, 2022; Sadenova et al., 2025; Yangailo et al., 2024).

وأشار بن قسي ولقوي (2024) إلى أن نمذجة المعادلات البنائية تعتبر معالجة إحصائية متقدمة تسمح بدراسة العلاقة المعقدة بين المتغيرات المتعددة بشكل متزامن، وهي تجمع بين نموذج القياس (العلاقات بين المتغيرات الكامنة ومؤشراتها) وبين النموذج الهيكلي (العلاقة بين المتغيرات الكامنة نفسها)، كما يتميز هذا الأسلوب بقدرته على التعامل مع عدم تحقق افتراضات محددة مثل التوزيع الطبيعي للبيانات. ويمكن استخدام هذه النمذجة للعينات صغيرة الحجم، كما تتميز هذه النمذجة بقدرتها على اختبار العلاقات المباشرة وغير المباشرة (من خلال متغيرات وسيطة أو معدلة) بين المتغيرات في نموذج واحد.

مجتمع وعينة الدراسة

تكون مجتمع الدراسة من جميع طلبة الصف الحادي عشر في مدارس محافظة مسقط بسلطنة عُمان، والبالغ عددهم (12185) طالباً حسب ما جاء في آخر إصدار من إصدارات الكتب السنوية للإحصاءات التعليمية لوزارة التعليم (2024/2025)، أما عينة الدراسة؛ فتكونت من (196) طالباً وطالبة من الصف الحادي عشر من مدارس مختلفة بمحافظة مسقط، منهم (165) طالبة و(31) طالباً، وقد تم اختيارهم بطريقة العينة المتاحة، نظراً لإمكانية الوصول إليهم، وتعاون إدارات المدارس، وتوافر الظروف الملائمة لتطبيق الدراسة.

أدوات الدراسة

حرص الباحثان على إعداد أدوات الدراسة استناداً إلى مراجعة منهجية الأدبيات التربوية والدراسات السابقة، وذلك لضمان اتساق الأدوات مع أهداف البحث ومشكلته، ودقتها في قياس المتغيرات المستهدفة، وقد تنوعت الأدوات المستخدمة واشتملت على ثلاث أدوات:

1. مقياس الكفاءة الذاتية البيئية

تم بناء مقياس الكفاءة الذاتية البيئية بالاستناد إلى تعريف باندورا (Bandura, 1997) لمفهوم الكفاءة الذاتية، والتي وصفها بأنها "معتقدات الفرد حول قدراته على تنظيم وتنفيذ الأفعال المطلوبة للتعامل مع المواقف المستقبلية"، كما استند إلى مقياس دراسة مولار وستالمان (Moeller & Stahlmann, 2019) التي وضعت مقياساً يضم بنوداً تغطي سلوكيات فردية وجماعية وعوائق بيئية، وقد أجرى التعديل على البنود لتتلاءم مع بيئة عينة الدراسة. وتكون المقياس من 15 عبارة تم تصنيفها لثلاث محاور شملت: (القيم والاتجاهات البيئية، الكفاءة والقدرة البيئية، والسلوكيات المؤيدة للبيئة)، وصيغت جميعها بعبارة "أستطيع" مع استخدام مقياس ليكرت الخماسي، الذي يتدرج من (غير واثق إطلاقاً=1) إلى (واثق جداً=5)، وذلك بالاستناد إلى ما أوصى به باندورا (Bandura, 2006)، من أن الكفاءة الذاتية تقاس بدرجة الثقة التي يبديها الفرد تجاه قدرته على القيام بالسلوك المطلوب، بحيث تمثل الدرجة الأعلى مستوى أكبر من الكفاءة الذاتية البيئية.

2. مقياس الاتجاه نحو القلق المناخي

تم اعتماد مقياس الاتجاه نحو القلق المناخي باستخدام مقياس قلق تغير المناخ (Climate Change Worry Scale- CCWS) الذي طوره ستوارت (Stewart, 2021)، يهدف هذا المقياس إلى قياس درجة القلق الإدراكي والبناء تجاه تغير المناخ، أي مستوى الانشغال الذهني والتفكير المستند بتبعات الظواهر المناخية بدلاً من الاضطرابات الانفعالية أو الأعراض المرضية، كما هو الحال في غالبية المقاييس المنشورة في الدراسات السابقة التي تناولت القلق المناخي بعداً نفسياً سريرياً أكثر من كونه تربوياً إدراكياً. ويتكون المقياس من (10) عبارات تصف مدى اهتمام الفرد، وقلقه بشأن مستقبل المناخ وتأثير التغيرات المناخية على الذات والآخرين، وقد صيغت العبارات بصيغة تقرير ذاتي (Self-report) يعبر فيها المجيب عن مدى تكرار شعوره بالقلق، واستخدمت استجابات المقياس وفق مقياس ليكرت الخماسي، والذي يتراوح بين:

(1) أبداً- (2) نادراً- (3) أحياناً- (4) غالباً- (5) دائماً.

كما قام الباحثان بإجراء بعض التعديلات الطفيفة على بعض العبارات لتتلاءم مع بيئة الدراسة الحالية، مع الحفاظ على البناء العام للمقياس.

3. مقياس السلوك منخفض الكربون

تم بناء محاور مقياس السلوك منخفض الكربون بالاستناد إلى الدراسة التي أجراها وانج وآخرون (Wang et al., 2024)، حيث اعتمدت هذه الدراسة في تحديد محاورها على عدد من الأطر النظرية من أبرزها: نظرية السلوك المخطط، ونموذج تفعيل المياري، ونظرية القيمة- المعتقد- المياري، بالإضافة إلى نموذج الموقف- السلوك- الظروف الخارجية، فضلاً عن مراجعة الأدبيات السابقة ذات الصلة، وتكييفها بما يتناسب مع البيئة التعليمية لعينة الدراسة. وبناءً على ذلك، تم اعتماد المحاور الثلاثة (العوامل الداخلية، العوامل الخارجية، الاستعداد لتبني السلوك منخفض الكربون) في بناء المقياس، وتكون المقياس من 15 عبارة، وقد صيغت العبارات وفق مقياس (ليكرت) الخماسي لتقدير استجابات أفراد العينة على العبارات الواردة في كل محور، بدرجات تتراوح من (ينطبق علي بشدة = 5) إلى (لا ينطبق علي بشدة = 1).

ولتفسير المتوسطات الحسابية لمقاييس الدراسة الثلاثة، تم اعتماد معيار لتحديد مستويات الاستجابة استناداً إلى مقياس ليكرت الخماسي، وذلك بتقسيم المدى الكلي للمقياس (4) درجات على عدد الفئات (3)، وعليه تم تصنيف المتوسطات إلى: منخفض (2.33-1)، ومتوسط (3.67-2.34)، ومرتفع (5-3.68).

صدق أدوات الدراسة

1. **صدق المحتوى:** تم التحقق من صدق الأدوات من خلال عرضها على (7) من المحكمين المختصين في المناهج وطرائق تدريس الدراسات الاجتماعية، والتربية البيئية، والقياس والتقويم؛ وذلك بهدف إبداء ملاحظاتهم ومقترحاتهم حول الأدوات من حيث وضوح الصياغة والسلامة العلمية واللغوية، ومدى مناسبة العبارات لأبعاد المقاييس التي تنتمي إليها.

2. **الدلالة التمييزية للفقرات:** تم حساب معاملات الارتباط بين درجة كل مفردة والدرجة الكلية للبعد الذي تنتمي إليه وكذلك الدرجة الكلية للمقياس، وذلك باستخدام معامل ارتباط بيرسون بالاعتماد على بيانات العينة الكلية، وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود معاملات ارتباط موجبة ودالة إحصائياً بين مفردات المقاييس ودرجاتها الكلية، ويوضح جدول (1) أن معظم معاملات الارتباط جاءت في المدى المتوسط إلى المرتفع، وتجاوزت غالبية القيم (0.60) وهو ما يشير إلى تمتع الأدوات بدرجة مقبولة من الاتساق الداخلي، ويعزز من صدق البناء لها.

جدول (1): معاملات الارتباط بين المفردات والدرجة الكلية في المقاييس

القلق المناخي		السلوك منخفض الكربون		الكفاءة الذاتية البيئية	
المفردة	الارتباط بين المفردة والدرجة الكلية	المفردة	الارتباط بين المفردة والدرجة الكلية	المفردة	الارتباط بين المفردة والدرجة الكلية
C1	0.620	L1	0.476	E1	0.602
C2	0.664	L2	0.370	E2	0.581
C3	0.447	L3	0.561	E3	0.567
C4	0.709	L4	0.622	E4	0.641
C5	0.638	L5	0.647	E5	0.584
C6	0.641	L6	0.597	E6	0.584
C7	0.619	L7	0.556	E7	0.684
C8	0.715	L8	0.455	E8	0.676
C9	0.616	L9	0.610	E9	0.687
C10	0.473	L10	0.674	E10	0.675
		L11	0.652	E11	0.621
		L12	0.471	E12	0.544
		L13	0.464	E13	0.606
		L14	0.535	E14	0.461
		L15	0.556	E15	0.664

ثبات الأدوات

للتحقق من ثبات المقاييس، تم حسابه باستخدام معامل كرونباخ ألفا Cronbach Alpha للمقاييس ككل، وكانت النتيجة كما يوضحها الجدول الآتي:

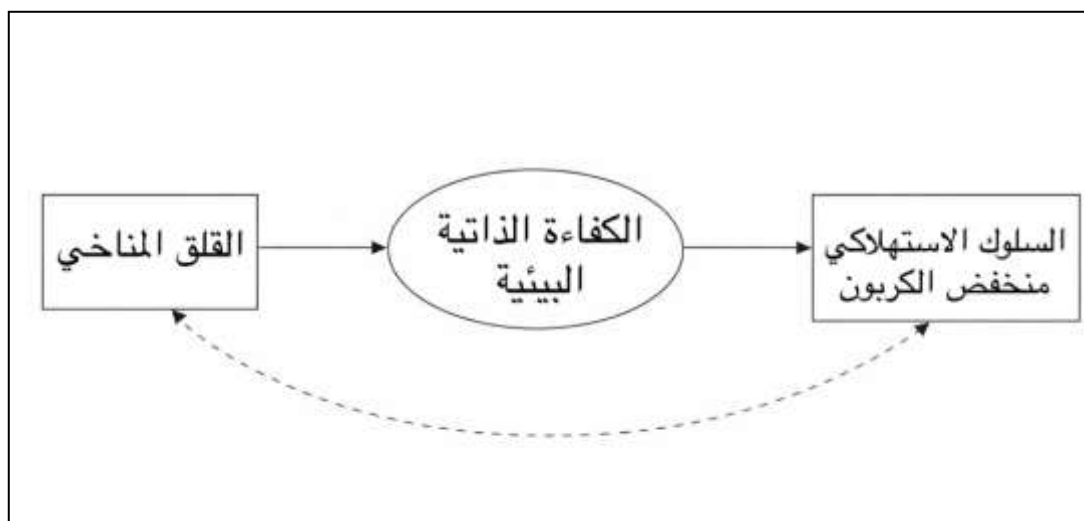
جدول (2): معامل ثبات ألفا كرونباخ للمقاييس

المقياس	عدد الفقرات	معامل ثبات Cronbach's Alpha
القلق المناخي	10	0.808
السلوك منخفض الكربون	15	0.834
الكفاءة الذاتية البيئية	15	0.882

يتضح من الجدول (2)، أن معامل الثبات لمقياس القلق المناخي بلغ (0.808)، وهو معامل يدل على اتساق داخلي بين مفردات المقياس، كما سجل مقياس الكفاءة الذاتية البيئية أعلى قيمة للثبات بلغت (0.882)، مما يعكس درجة عالية جداً من التجانس بين مفرداته، أما مقياس السلوك المنخفض الكربون فبلغت (0.834)، وهي قيمة مرتفعة ومقبولة تربوياً وتشير إلى مستوى مناسب من الاتساق الداخلي يفى بأغراض البحث العلمي.

نموذج الدراسة

في ضوء ما توصلت إليه الدراسات التي وظفت نمذجة المعادلات البنائية في تحليل العلاقات لفحص تأثير المتغيرات النفسية والانفعالية في السلوكيات البيئية، كدراسات (Chen et al., 2024; Qin et al., 2023; Zhu et al., 2026)، تم بناء نموذج بنائي يوضح العلاقات المفترضة بين متغيرات الدراسة مع افتراض دور الوسيط للكفاءة الذاتية البيئية في تفسير العلاقة بين القلق المناخي والسلوك منخفض الكربون لدى طلبة الصف الحادي عشر، وبين الشكل (1) مسارات التأثير المباشر وغير المباشر بين المتغيرات، ويُعتمد عليه كإطار تحليلي لاختبار العلاقات المفترضة باستخدام نمذجة المعادلات البنائية، والتحقق من ملاءمة النموذج المقترح.



شكل (1): نموذج لدور القلق المناخي في تفسير السلوك منخفض الكربون من تصميم الباحثان

المعالجة الإحصائية

1. استخدام معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha): لحساب معامل الثبات الداخلي لأدوات القياس.
2. تقييم نموذج القياس (Measurement Model Evaluation): للتحقق من صدق البناء للمقاييس من خلال التشبعات العاملية، ومؤشرات حسن المطابقة.
3. تقييم النموذج الهيكلي (Structural Model Evaluation): لاختبار مدى ملاءمة النموذج البنائي المقترح للعلاقات بين المتغيرات.
4. تحليل المسار (Path Analysis): لتقدير مسارات التأثير المباشر بين متغيرات الدراسة داخل النموذج البنائي.
5. تحليل الوساطة (Mediation Analysis): للكشف عن الدور الوسيط للقلق المناخي في العلاقة بين الكفاءة الذاتية البيئية، والسلوك منخفض الكربون.

نتائج الدراسة ومناقشتها

النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الأول

نص السؤال الأول على: ما مستوى الكفاءة الذاتية البيئية والقلق المناخي والسلوك منخفض الكربون لدى طلبة الصف الحادي عشر؟ للإجابة عن هذا السؤال، تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للمقاييس الثلاثة لدى طلبة الصف الحادي عشر والبالغ عددهم (196) طالباً، ويوضح الجدول (3) نتائج التحليل:

جدول (3): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للمقاييس الثلاثة

الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	المقياس	
0.72	2.32	القلق المناخي	
0.68	3.60	العوامل الداخلية	السلوك منخفض الكربون
0.81	3.22	العوامل الخارجية	
0.77	3.17	الاستعداد لتبني السلوك منخفض الكربون	
0.64	3.38	الاتجاه الكلي للمقياس	
0.82	3.57	القيم والاتجاهات البيئية	الكفاءة الذاتية البيئية
0.83	3.35	الكفاءة والقدرة البيئية	
0.80	3.41	السلوكيات المؤيدة للبيئة	
0.72	3.42	الاتجاه الكلي للمقياس	

تشير النتائج إلى أن متوسط القلق المناخي بلغ (2.32) بانحراف معياري (0.72)، مما يعكس مستوى منخفضاً نسبياً من القلق المناخي لدى أفراد العينة، وتتفق هذه النتيجة مع نتيجة دراسة وولينكورد وآخرون (Wullenkord et al., 2021) والتي أظهر المشاركون فيها مستويات منخفضة من القلق المناخي، ولكنها تتعارض مع نتائج دراسة خلايم وبودزيسزوسكا (Khalaime & Budziszewska, 2024) ودراسة وانج وآخرون (Wang et al., 2024). وفيما يتعلق بالسلوك منخفض الكربون، تراوحت المتوسطات الحسابية لأبعاده الفرعية بين (3.17) و(3.60)، بينما بلغ المتوسط الكلي للمقياس (3.38)، بما يدل على مستوى متوسط من تبني هذا النوع من السلوك. كما أظهرت نتائج الكفاءة الذاتية البيئية متوسطات حسابية تراوحت بين (3.35) و(3.57)، وبلغ المتوسط الكلي للمقياس (3.42) وهو ما يشير إلى مستوى متوسط من الكفاءة الذاتية البيئية لدى الطلبة.

النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الثاني

نص السؤال الثاني: ما طبيعة العلاقة الارتباطية بين الكفاءة الذاتية البيئية والقلق المناخي والسلوك منخفض الكربون لدى طلبة الصف الحادي عشر؟

وللإجابة عن هذا السؤال تم استخراج معامل ارتباط بيرسون (Person Correlation Coefficient)، للكشف عن طبيعة العلاقة الارتباطية بين الكفاءة الذاتية البيئية، والقلق المناخي، والسلوك منخفض الكربون، لدى طلبة الصف الحادي عشر، وجاءت النتائج كما يوضحها الجدول (4):

جدول (4): معامل الارتباط بين المقاييس الثلاثة

العلاقة بين المتغيرات	معامل ارتباط بيرسون	مستوى الدلالة
السلوك منخفض الكربون X القلق المناخي	0.362**	0.000
الكفاءة الذاتية البيئية X القلق المناخي	0.415**	0.000
السلوك منخفض الكربون X الكفاءة الذاتية البيئية	0.811**	0.000

**معامل الارتباط دال إحصائياً عند مستوى الدلالة (0.05) باختبار ثنائي الطرف.

تشير نتائج الجدول (4) إلى وجود علاقات ارتباطية موجبة ودالة إحصائياً بين الكفاءة الذاتية البيئية، والقلق المناخي، والسلوك منخفض الكربون لدى طلبة الصف الحادي عشر، فقد أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط موجبة متوسطة وفقاً لتصنيف كوهين (Cohen, 1988) ودالة إحصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين القلق المناخي والسلوك منخفض الكربون، فقد بلغ معامل ارتباط بيرسون (0.362) والقيمة الاحتمالية المقابلة لها (0.000) وهي أقل من مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$)، كما أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط موجبة متوسطة إلى مرتفعة وفقاً لتصنيف كوهين ودالة إحصائياً بين القلق المناخي والكفاءة الذاتية البيئية، فقد بلغ معامل ارتباط بيرسون (0.415) والقيمة الاحتمالية المقابلة لها (0.001) وهي أقل من مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$)، كما يوضح الجدول وجود علاقة قوية بين السلوك منخفض الكربون والكفاءة الذاتية البيئية، حيث بلغ معامل ارتباط بيرسون (0.811) والقيمة الاحتمالية المقابلة لها (0.000) وهي أقل من مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$).

النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الثالث

نص السؤال الثالث: ما درجة تأثير الكفاءة الذاتية البيئية كمتغير وسيط في العلاقة بين القلق المناخي والسلوك منخفض الكربون لدى طلبة الصف الحادي عشر في ضوء بنية العلاقات داخل النموذج البنائي؟

وللإجابة عن هذا السؤال، تم توظيف نمذجة المعادلات البنائية (SEM) لتحليل العلاقات المباشرة وغير المباشرة بين المتغيرات، مع استخدام طريقة إعادة المعاينة (Bootstrapping) للتحقق من دلالة الأثر غير المباشر والتي يؤكد فاعليتها (Preacher & Hayes, 2008) وذلك باستخدام برنامج Jamovi، الذي يتيح إجراء تحليل المسارات وتقدير التأثيرات ضمن نموذج بنائي متكامل.

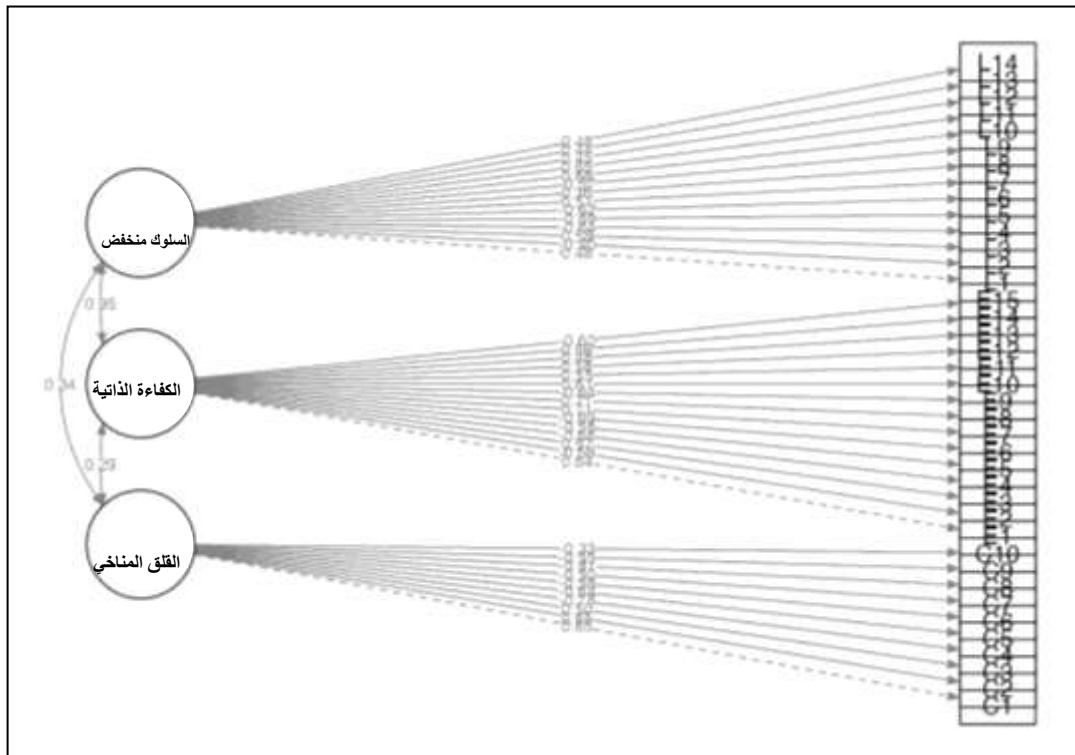
ولاختبار النموذج، أُنبتت منهجية الخطوتان حسب (Anderson & Gerbing, 1988) و (Kline, 2023): إذ فُحصت أولاً اعتدالية بيانات المقاييس عبر عمليات الإحصاء الوصفي: الالتواء، والتفطح، والتوزيع الطبيعي للبيانات، ثم جرى بناء نموذج القياس (Measurement Model) للمقاييس بالاعتماد على التحليل العاملي التوكيدي، ثم النموذج البنائي لربط المتغيرات الكامنة وتقييم صدق العلاقات المفترضة.

وقبل إجراء التحليل وحساب مؤشرات جودة المطابقة للنموذج المقترح، تم فحص افتراض التوزيع الطبيعي للمتغيرات باستخدام معاملات الالتواء والتفطح واختبار Shpiro-Wilk، وأظهرت النتائج كما يوضحها الجدول (5) أن قيم الالتواء والتفطح جاءت جميعها ضمن الحدود المقبولة إحصائياً، وعلى الرغم من أن اختبار Shpiro-Wilk أظهر دلالة إحصائية لمتغير الكفاءة الذاتية البيئية، إلا أن هذا الاختبار يعد حساساً لحجم العينة، وبناءً عليه تم استخدام طريقة Bootstrap لاختبار نموذج القياس.

جدول (5): مؤشرات التحقق من افتراضية التوزيع الطبيعي للمتغيرات

المتغير	العينة	الالتواء	التفلطح	قيمة الاحتمال p-value
القلق المناخي	196	0.92	1.12	0.000
الكفاءة الذاتية البيئية	196	-0.23	0.13	0.175
السلوك منخفض الكربون	196	-0.37	-0.14	0.022

ومن أجل التحقق من نموذج القياس (Measurement Model) للمقاييس الثلاثة المعتمدة في الدراسة، أُجري التحليل العاملي التوكيدي (CFC) باستخدام برنامج Jamovi، وذلك بهدف فحص مدى صدق البناء، إذ استخدمت طريقة الاحتمالية العظمى للحكم على مدى صلاحية نموذج القياس ومدى مطابقته للبيانات، ويوضح الشكل (2) تشبعات المفردات على أبعادها الكامنة والعلاقات الارتباطية بينها.



شكل (2): نموذج القياس (Measurement Model) للمقاييس الثلاثة

وتم استخدام مجموعة من مؤشرات حسن المطابقة للحكم على مدى ملاءمة النموذج المقترح للبيانات، وقد شملت هذه المؤشرات مربع كاي (χ^2) ونسبة مربع كاي إلى درجات الحرية (χ^2/df)، ومؤشري المطابقة المقارنة (CFI) وتاكر-لويس (TLI)، إضافة إلى مؤشر متوسط جذر مربع الخطأ التقريبي (RMSEA).

جدول (6): مؤشرات حسن المطابقة التي أسفر عنها التحليل التوكيدي في المقاييس الثلاثة

المقاييس	مؤشرات حسن المطابقة	قبل التعديل
القلق المناخي	$\chi^2(df)$	68.2 (35)
	$\chi^2/(df)$	1.95
	CFI	0.930
	TLI	0.910
	RMSEA	0.0696
السلوك منخفض الكربون	$\chi^2(df)$	166 (90)
	$\chi^2/(df)$	1.84

المقياس	مؤشرات حسن المطابقة	قبل التعديل
الكفاءة الذاتية البيئية	CFI	0.876
	TLI	0.856
	RMSEA	0.066
	$\chi^2(df)$	152 (90)
	$\chi^2/(df)$	1.69
	CFI	0.927
	TLI	0.915
	RMSEA	0.059

يوضح الجدول (6) ما أسفرت عنه نتائج التحليل العاملي التوكيدي، حيث أظهرت المقاييس الثلاثة مستويات ملائمة من مؤشرات حسن المطابقة، فقد حقق مقياس القلق المناخي مؤشرات مطابقة مقبولة، كما أظهر مقياس السلوك منخفض الكربون ومقياس الكفاءة الذاتية البيئية مؤشرات مطابقة جيدة، حيث جاءت قيم (CFI) و (TLI) ضمن الحدود المقبولة، وتشير قيم (RMSEA) المنخفضة إلى ملائمة جيدة للنموذج. وتشير هذه النتائج إلى ملائمة النماذج القياسية للبيانات دون الحاجة إلى إجراء أي تعديلات بنائية، بما يدعم صلاحية المقاييس للاستخدام في التحليل اللاحق.

كما أظهرت نتائج اختبار Bartlett's لكروية المصفوفة أن المتغيرات جاءت دالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha < 0.005$)، مما يدل على وجود ارتباطات كافية بين المفردات وصلاحية البيانات لإجراء التحليل العاملي التوكيدي (CFA).

وقد حققت مفردات المقاييس تشبعات عاملية مناسبة عكست تمثيلها للأبعاد الكامنة، كما يوضحها جدول (7)، حيث تراوحت في مقياس السلوك منخفض الكربون بين (0.33-0.78)، وفي مقياس القلق المناخي (0.40-0.85)، أما في مقياس الكفاءة الذاتية البيئية فتراوحت بين (0.43-0.81).

جدول (7): التشبعات المعيارية للمفردات في المقاييس الثلاثة (التحليل العاملي التوكيدي)

السلوك منخفض الكربون		القلق المناخي		الكفاءة الذاتية البيئية	
المفردات	التشبعات المعيارية	المفردات	التشبعات المعيارية	المفردات	التشبعات المعيارية
L1	0.39	C1	0.64	E1	0.61
L2	0.33	C2	0.73	E2	0.60
L3	0.53	C3	0.40	E3	0.59
L4	0.60	C4	0.85	E4	0.71
L5	0.78	C5	0.74	E5	0.61
L6	0.69	C6	0.66	E6	0.71
L7	0.65	C7	0.66	E7	0.78
L8	0.47	C8	0.74	E8	0.81
L9	0.69	C9	0.57	E9	0.77
L10	0.77	C10	0.43	E10	0.74
L11	0.75			E11	0.56
L12	0.45			E12	0.67
L13	0.43			E13	0.43
L14	0.59			E14	0.81
L15	0.62			E15	0.70

وفي ضوء نتائج التحليل العاملي التوكيدي، تم توظيف نمذجة المعادلات البنائية لتحليل المسارات السببية بين المتغيرات الكامنة، ويظهر جدول (8) عرض نتائج تحليل المسارات المباشرة وغير المباشرة للنموذج البنائي المقترح مع إعادة المعاينة (Bootstrapping).

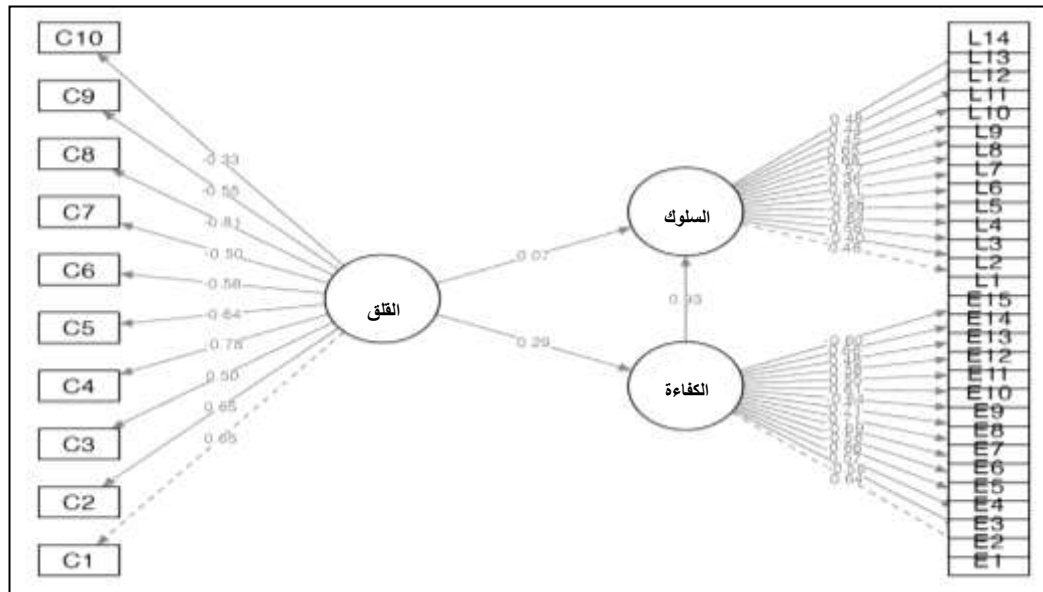
جدول (8): نتائج Bootstrapping للتأثيرات المباشرة وغير المباشرة والكلية للنموذج البنائي المقترح

المسارات	الخطأ المعياري	فترة الثقة بنسبة 95%		β	z	القيمة الاحتمالية
		الحد الأدنى	الحد الأعلى			
القلق المناخي ← الكفاءة الذاتية البيئية	0.07	0.29	0.54	0.41	6.38	<0.001
الكفاءة الذاتية البيئية ← السلوك منخفض الكربون	0.04	0.63	0.79	0.80	17.36	<0.001
القلق المناخي ← السلوك منخفض الكربون	0.04	0.05-	0.12	0.03	0.69	0.50
الأثر غير المباشر (الوساطة)	0.05	0.20	0.39	0.33	5.99	<0.001
الأثر الكلي	0.06	0.21	0.44	0.36	5.44	<0.001

وتظهر النتائج وجود أثر مباشر دال إحصائياً للقلق المناخي في الكفاءة الذاتية البيئية عند مستوى الدالة (0.05) حيث بلغ المعامل المعياري ($\beta=0.41$)، بما يشير إلى أن ارتفاع القلق المناخي يرتبط بارتفاع مستوى الكفاءة الذاتية البيئية لدى الطلبة، كما تبين وجود أثر مباشر قوي ودال إحصائياً للكفاءة الذاتية البيئية في السلوك منخفض الكربون، حيث بلغت القيمة الاحتمالية ($p<0.001$) بمعامل معياري ($\beta=0.80$)، وهو ما يعكس الدور المحوري للكفاءة الذاتية في تفسير السلوك منخفض الكربون.

في المقابل، لم يظهر أثر مباشر دال إحصائياً للقلق المناخي في السلوك منخفض الكربون، فقد بلغت القيمة الاحتمالية (0.50) بمعامل معياري ($\beta=0.03$)، مما يشير إلى أن القلق المناخي لا يترجم إلى سلوك منخفض الكربون بصورة مباشرة، وبفحص الأثر غير المباشر عبر الكفاءة الذاتية البيئية اتضح أنه دال إحصائياً، حيث بلغ مستوى الدلالة ($p<0.001$) بمعامل معياري ($\beta=0.33$)، كما أن فترة الثقة 95% لا تشمل الصفر وهو ما يدعم تحقق الوساطة.

وبالنظر إلى عدم دلالة المسار المباشر مقابل دلالة الأثر غير المباشر، فإن ذلك يشير إلى وساطة كاملة للكفاءة الذاتية البيئية في العلاقة بين القلق المناخي والسلوك منخفض الكربون، فقد ظهر الأثر الكلي دال إحصائياً، وبلغت القيمة الاحتمالية ($p<0.001$)، بما يؤكد أن تأثير القلق المناخي على السلوك منخفض الكربون يتحقق أساساً عبر رفع الكفاءة الذاتية البيئية.



شكل (3): النموذج البنائي للعلاقات بين القلق المناخي والكفاءة الذاتية البيئية والسلوك منخفض الكربون

وتشير بنية النموذج الموضحة في الشكل (3) إلى أن القلق المناخي يسهم في تفسير السلوك منخفض الكربون بصورة غير مباشرة عبر الكفاءة الذاتية البيئية، إذ يوضح اتجاه المسارات أن ارتفاع مستوى القلق المناخي يرتبط بزيادة الكفاءة الذاتية البيئية لدى الطلبة، وهو ما ينعكس بدوره في تعزيز السلوك منخفض الكربون، في حين لم يظهر للقلق المناخي أثر مباشر دال في السلوك منخفض الكربون. ولتعزيز تفسير النموذج البنائي، تم الاعتماد على معاملات التحديد (R^2) لقياس نسبة التباين المفسر في المتغيرات التابعة داخل النموذج البنائي، ويوضح جدول (9) معاملات التحديد لكل متغير:

جدول (9): معاملات التحديد (R^2) للمتغيرات الداخلية في النموذج البنائي

المتغير	R^2	نسبة التباين المفسر
الكفاءة الذاتية البيئية	0.083	8.3%
السلوك منخفض الكربون	0.908	90.8%

ويتضح من الجدول (9) أن النموذج البنائي يفسر نسبة مرتفعة من التباين في السلوك منخفض الكربون بلغت (90.8%)، مما يعكس القدرة التفسيرية للنموذج البنائي الذي يدمج القلق المناخي والكفاءة الذاتية البيئية في تفسير هذا المتغير، في المقابل بلغت نسبة التباين المفسر في الكفاءة الذاتية البيئية (8.3%)، مما يشير إلى أن القلق المناخي ضمن بنية النموذج البنائي يسهم بدرجة محدودة في تفسير هذا المتغير، ويؤكد دوره بوصفه محفزاً غير مباشر يعمل عبر الكفاءة الذاتية البيئية في التأثير على السلوك.

مناقشة النتائج

تشير النتائج إلى وجود علاقة ارتباطية موجبة متوسطة ودالة إحصائياً بين القلق المناخي والسلوك منخفض الكربون، وذلك استناداً إلى تصنيف قوة معاملات الارتباط وفقاً لمعايير كوهين (Cohen, 1988)، بما يفيد أن ارتفاع القلق المناخي يرتبط بزيادة تبني الطلبة بدرجة محدودة لسلوكيات أكثر خفضاً للأثر الكربوني، وتجدر الإشارة هنا إلى أن القلق المناخي في إطار هذه الدراسة لا يفهم بوصفه حالة مرضية أو اضطراباً نفسياً كما هو الحال في بعض الدراسات التي تناولته من منظور إكلينيكي كدراسات (Crandon et al., 2022; Hickman et al., 2021; Sanson et al., 2019; Oljala et al., 2021)، وإنما تم توصيفه كمؤشر وجداني يعكس درجة الوعي بالمخاطر المناخية والانشغال المعرفي والوجداني بتداعياتها. وفي هذا السياق، يمكن تفسير القلق المناخي باعتباره دافعاً سلوكياً إيجابياً يسهم في تنشيط الشعور بالمسؤولية البيئية، ويعزز الاستعداد لاتخاذ قرارات استهلاكية أكثر وعياً، وتنسجم هذه النتيجة مع نتائج دراسة وانج وآخرون (Wang et al., 2024) والتي أظهرت أن المشاركون الذين أظهروا قلقاً مرتفعاً بشأن تغير المناخ هم أكثر استعداداً لتطبيق السلوك منخفض الكربون، وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسات أخرى أكدت على ذلك (Bouman et al., 2022; Daeninckx et al., 2021). في المقابل لا تتفق هذه النتيجة مع ما جاء في دراسات أخرى أشارت إلى أن قلق التغير المناخي يتميز بمظاهر انفعالية، مثل: الاكتئاب، والحزن، واللامبالاة، أي أنه عند مواجهة تغير مناخي ضار يميل الأفراد إلى تبني مواقف أكثر لا مبالاة بدلاً من السلوكيات المؤيدة للبيئة (Heeren et al., 2023; Khalaim & Budziszewska, 2024).

كما أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط موجبة متوسطة إلى مرتفعة ودالة إحصائياً بين القلق المناخي والكفاءة الذاتية البيئية، ما يشير إلى أن الطلبة الأكثر قلقاً تجاه المناخ يظهرون مستويات أعلى من الكفاءة الذاتية البيئية؛ ويمكن تبرير ذلك بأن الوعي بالمخاطر المناخية قد يدفع الطالب إلى الانخراط المعرفي، والبحث عن حلول عملية ما يعزز شعوره بالقدرة على الفعل. وهذا ما أشارت إليه دراسات كل من توركوت تريمبلاي وآخرون (Turcotte-Tremblay et al., 2024) وبومان وآخرون (Bouman et al., 2020) إلى أن الأشخاص الذين يشعرون بمزيد من القدرة على اتخاذ إجراءات بشأن تغير المناخ تكون لديهم اتجاهات إيجابية لتغيير سلوكياتهم التي تسهم في تغير المناخ.

وبينت النتائج وجود علاقة قوية بين السلوك منخفض الكربون والكفاءة الذاتية البيئية، ما يعني أن ارتفاع إدراك الطلبة لقدرةهم على تبني ممارسات بيئية فعالة يرتبط بزيادة مستوى سلوكهم منخفض الكربون، كما أن قوة الارتباط توحى بأن التغير السلوكي في هذا السياق يتطلب شعوراً بالتمكن والتحكم والثقة، وهو ما يجعل الكفاءة الذاتية مرشحاً تفسيرياً قوياً للسلوك منخفض الكربون. وهذا ما أكدته نتائج دراسة توركوت تريمبلاي وآخرون (Turcotte-Tremblay et al., 2024) إلى أن استخدام السبل المختلفة لتعزيز الانخراط البيئي وتحسين كفاءة المراهقين الذاتية في قدرتهم على المساعدة، تعد استراتيجية رئيسية لتعزيز السلوكيات المؤيدة للبيئة. وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسات مختلفة أخرى أشارت إلى أنه مع ارتفاع مستوى الكفاءة الذاتية البيئية يزداد مستوى السلوك المؤيد للبيئة كما تزداد قدرتهم على تبني سلوكيات منخفضة الكربون (AL Muhdhar et al., 2023; Priya & Thenmozhi, 2021; Yue & Hu, 2021).

وأشارت نتائج النموذج البنائي أن القلق المناخي لا يؤثر في السلوك منخفض الكربون بصورة مباشرة، وإنما يعمل تأثيره عبر تعزيز الكفاءة الذاتية البيئية التي تمثل المتغير الوسيط الرئيس في النموذج، ويعكس ذلك أن القلق المناخي بوصفه متغيراً ضاعطاً نفسياً قد لا يتحول تلقائياً إلى سلوك بيئي إيجابي، ما لم يترجم إلى شعور بالقدرة والكفاءة الذاتية حتى يصبح ذا أثر سلوكي فعلي، وهو ما يدعم افتراضات نظرية الكفاءة الذاتية البيئية في تفسير السلوك البيئي لدى الطلبة. وهذا ما أكدته دراسة سارسينا وآخرون (Sarrasin et al., 2022)، إلى أن القلق بشأن التغير المناخي يتحول إلى دافع نحو الفعل المناخي ويرتبط بنوايا سلوكية مؤيدة للبيئة من خلال معتقدات الكفاءة الذاتية والجماعية لدى المراهقين. ويتفق هذا مع ما أشارت إليه نتائج دراسة توركوت تريمبلاي وآخرون (Turcotte-Tremblay et al., 2024) بأن الذين لديهم شعور بالكفاءة الذاتية أكثر ميلاً لتبني السلوكيات المؤيدة للبيئة، وأن الأشخاص الذين يشعرون بمزيد من القدرة على اتخاذ إجراءات بشأن تغير المناخ تكون لديهم اتجاهات إيجابية لتغيير سلوكياتهم التي تسهم في تغير المناخ. وتنسجم هذه النتيجة مع دراسات أخرى مختلفة (Bouman et al., 2021; Al Muhdhar et al., 2023; Priya & Thenmozhi, 2021).

الخلاصة

تشير نتائج الدراسة إلى أن القلق المناخي يرتبط بالسلوك منخفض الكربون بصورة غير مباشرة من خلال الدور الوسيط الذي تؤديه الكفاءة الذاتية البيئية، ويتضح أن القلق المناخي بوصفه حالة انفعالية ضاغطة لا يتحول تلقائياً إلى سلوك إيجابي ما لم يدعم بإحساس فعلي بالقدرة على الفعل البيئي. وتؤكد النتائج أن الكفاءة الذاتية البيئية تمثل الآلية التنظيمية الأساسية التي تعيد توجيه القلق المناخي من بعده الانفعالي إلى ممارسات منخفضة الكربون، بما يعكس أهمية التركيز على تنمية الكفاءة الذاتية البيئية في تفسير وتوجيه السلوك البيئي لدى الطلبة.

التوصيات

في ضوء النتائج توصي الدراسة بما يلي:

1. تصميم برامج تعليمية بيئية تركز على تنمية الكفاءة الذاتية البيئية لدى الطلبة، بوصفها آلية تنظيمية تسهم في تحويل القلق المناخي من حالة انفعالية ضاغطة إلى سلوك بيئي إيجابي منخفض الكربون.
2. دمج القلق المناخي ضمن المناهج والأنشطة التربوية بصورة موجهة، بحيث يقدم في سياق يعزز الإحساس بالقدرة على الفعل البيئي الإيجابي.

المقترحات البحثية

1. توظيف مناهج بحث مختلطة (كمية ونوعية) لفهم الخبرات الذاتية للطلبة في التعامل مع القلق المناخي وكيفية ترجمته إلى ممارسات منخفضة الكربون.
2. اختبار النموذج البنائي في مراحل تعليمية مختلفة ولعينات أكبر، للتحقق من استقرار العلاقات البنائية بين القلق المناخي والكفاءة الذاتية البيئية والسلوك منخفض الكربون.

المصادر والمراجع

- أبو الحسن، ن. (2022). استخدام النمذجة بالمعادلة البنائية في تقنين مقاييس الخدمة الاجتماعية: مقياس مستوى مهارات التفكير الناقد لطالب الدراسات العليا نموذجاً. *مجلة مستقبل العلوم الاجتماعية*, 9(2)، 66-102.
- أمبوسعيد، ع. والدايري، ه. (2023). ممارسات تطبيق الحياض الكربوني في البيئة المدرسية بسلطنة عمان من وجهة نظر مديري المدارس والمعلمين. *مجلة الدراسات النفسية والتربوية*, 17(4)، 415-430.
- بن قسي، ط. ولقوقي، ف. (2024). أثر المهارات الشخصية على الأداء الوظيفي من خلال الرضا الوظيفي كمتغير وسيط. *مجلة المنهل الاقتصادي*, 7(1)، 613-630.
- العروي، أ. (2024). *التأثيرات النفسية للتغيرات المناخية ومشاركة الأولياء أبنائهم أنشطة بيئية*. الشبكة العربية للطفولة المبكرة والجمعية التونسية لتفقد الطفولة، تونس.
- المعمري، س. وعبدالعال، و. (2024). مدى تضمين أولوية البيئة والموارد الطبيعية برؤية عُمان 2040 في كتب الدراسات الاجتماعية للصفوف (10-5). *مجلة اتحاد الجامعات العربية وعلم النفس*, 22(4)، 91-122.

REFERENCES

- Anderson, J. C., & Gerbing, D. W. (1988). Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach. *Psychological Bulletin*, 103(3), 411–423. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.103.3.411>
- Bandura, A. (1991). Social cognitive theory of self-regulation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 248–287. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90022-L](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90022-L)
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W. H. Freeman.
- Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. In F. Pajares & T. Urdan (Eds.), *Self-efficacy beliefs of adolescents* (Vol. 5, pp. 307–337). Information Age Publishing.
- Boehme, B., Kinsman, L., Norrie, H., Tessier, É., et al. (2024). Climate anxiety: Current evidence and future directions. *Current Psychiatry Reports*, 26(11), 670–677. <https://doi.org/10.1007/s11920-024-01538-9>
- Bouman, T., Verschoor, M., Albers, C. J., Böhm, G., Fisher, S. D., Poortinga, W., Whitmarsh, L., & Steg, L. (2020). When worry about climate change leads to climate action: How values, worry and personal responsibility relate to various climate actions. *Global Environmental Change*, 62, Article 102061. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102061>
- Cedrún-Vázquez, E., Núñez-Ríos, J. E., Sánchez-García, J. Y., Sosa-Gómez, G., & Rojas, O. (2025). Structural equation modeling for analyzing pro-environmental behavior in Switzerland. *Sustainability*, 17(8), Article 3624. <https://doi.org/10.3390/su17083624>
- Chan, H., Tam, K., & Clayton, S. (2024). Testing an integrated model of climate change anxiety. *Journal of Environmental Psychology*, 97, Article 102368. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2024.102368>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Crandon, T. J., Scott, J. G., Charlson, F. J., & Thomas, H. J. (2022). A social-ecological perspective on climate anxiety in children and adolescents. *Nature Climate Change*, 12, 123–131. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01251-y>
- Daeninck, C., Kioupi, V., & Vercammen, A. (2023). Climate anxiety, coping strategies and planning for the future in environmental degree students in the UK. *Frontiers in Psychology*, 14, Article 1126031. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1126031>
- Ding, Z., Jiang, X., Liu, Z., Long, R., Xu, Z., & Cao, Q. (2018). Factors affecting low-carbon consumption behavior of urban residents: A comprehensive review. *Resources, Conservation and Recycling*, 132, 3–15. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.013>
- Elyssa, A., Levine, P., Lane, K. J., & Corlin, L. (2024). Climate stress and anxiety, environmental context, and civic engagement: A nationally representative study. *Journal of Environmental Psychology*, 93, Article 102220. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2023.102220>
- Eser, M. T. (2022). A survey study for the comparison of meta-analysis softwares. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 17–30. <https://doi.org/10.14686/buefad.747948>
- Ghaleb, M., & Yaşlıoğlu, M. (2024). Structural equation modeling (SEM) for social and behavioral sciences studies: Steps, sequence, and explanation. *Journal of Organizational Behavior Review*, 6(1), 69–108.
- Ghazali, E. M., Nguyen, B., Mutum, D. S., & Yap, S. F. (2019). Pro-environmental behaviours and value-belief-norm theory: Assessing unobserved heterogeneity of two ethnic groups. *Sustainability*, 11(12), Article 3237. <https://doi.org/10.3390/su11123237>
- Hampton, S., & Whitmarsh, L. (2023). Choices for climate action: A review of the multiple roles individuals play. *One Earth*, 6(9), 1157–1172. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.08.006>
- Heeren, A., Mouguiama-Daouda, C., & McNally, R. J. (2023). A network approach to climate change anxiety and its key related features. *Journal of Anxiety Disorders*, 93, Article 102625. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2022.102625>
- Hickman, C., Marks, E., Pihkala, P., Clayton, S., Lewandowski, R. E., Mayall, E. E., Wray, B., Mellor, C., & Van Susteren, L. (2021). Climate anxiety in children and young people and their beliefs about government responses to climate change: A global survey. *The Lancet Planetary Health*, 5(12), e863–e873. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00278-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00278-3)

- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate change widespread, rapid, and intensifying – IPCC*. <https://www.ipcc.ch/2021/08/09/ar6-wg1-20210809-pr/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report. Summary for policymakers*.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Ivanova, D., Barrett, J., Wiedenhofer, D., Macura, B., Callaghan, M., & Creutzig, F. (2020). Quantifying the potential for climate change mitigation of consumption options. *Environmental Research Letters*, 15(9), Article 093001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab8589>
- Khalaim, O., & Budziszewska, M. (2024). It should not only be technical education: Students' climate anxiety experiences and expectations toward university education in three European universities. *The Journal of Environmental Education*, 55(4), 308–323. <https://doi.org/10.1080/00958964.2024.2339824>
- Kline, R. B. (2023). *Principles and practice of structural equation modeling* (5th ed.). Guilford Press.
- Leiserowitz, A., Carman, J., Buttermore, N., Wang, X., Rosenthal, S., Marlon, J. R., & Mulcahy, K. (2021). *International public opinion on climate change*. Yale Program on Climate Change Communication. <https://climatecommunication.yale.edu/publications/international-public-opinion-on-climate-change/>
- Long, Y., Yoshida, Y., Jiang, Y., Huang, L., Wang, W., Mi, Z., Shigetomi, Y., & Kanemoto, K. (2023). Japanese urban household carbon footprints during the early-stage COVID-19 pandemic were consistent with those over the past decade. *npj Urban Sustainability*, 3, Article 19. <https://doi.org/10.1038/s42949-023-00112-5>
- Maduneme, E. (2024). Some slice of climate anxiety is good: A cross-sectional survey exploring the relationship between college students' media exposure and perceptions about climate change. *Journal of Health Communication*, 29(1), 45–56. <https://doi.org/10.1080/10810730.2024.2354370>
- Marzban, A., Marzaleh, M., Razmi, M., & Emami, P. (2025). Climate change: Educational needs of students. *Environmental Health Engineering and Management Journal*, 12, 1–3. <https://doi.org/10.34172/EHEM.1361>
- Moeller, L., & Stahlmann, G. (2019). Development and initial validation of the Environmental Self-Efficacy Scale: Assessing confidence in overcoming barriers to pro-environmental behavior. *Journal of Well-Being Assessment*, 3(2–3), 123–135. <https://doi.org/10.1007/s41543-019-00023-y>
- Nurramadhani, A., Riandi, R., Permanasari, A., & Suwarma, R. (2022). Low carbon education: Students' understanding, applications in daily life, and science learning. *Journal of Engineering Science and Technology*, 17(Special Issue), 101–109.
- Ojala, M., Cunsolo, A., Ogunbode, C. A., & Middleton, J. (2021). Anxiety, worry, and grief in a time of environmental and climate crisis: A narrative review. *Annual Review of Environment and Resources*, 46, 35–58. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012220-022716>
- Preacher, K. J., & Hayes, A. F. (2008). Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models. *Behavior Research Methods*, 40(3), 879–891. <https://doi.org/10.3758/BRM.40.3.879>
- Priya, K., & Thenmozhi, S. (2021). Study on self-efficacy and pro-environmental behavior among school students. *The International Journal of Indian Psychology*, 9(2), 1851–1858. <https://doi.org/10.25215/0902.184>
- Qin, Z., Wu, Q., Bi, C., Deng, Y., & Hu, Q. (2024). The relationship between climate change anxiety and pro-environmental behavior in adolescents: The mediating role of future self-continuity and the moderating role of green self-efficacy. *BMC Psychology*, 12(1), Article 241. <https://doi.org/10.1186/s40359-024-01746-1>
- Sadenova, A., Denissova, O., Kozlova, M., Rakhimova, S., Gola, A., & Suieubayeva, S. (2025). Structural equation modeling (SEM) in Jamovi: An example of analyzing the impact of factors on enterprise innovation activity. *Applied Computer Science*, 21(1), 97–110. https://doi.org/10.35784/acs_7037
- Sanson, A. V., Van Hoorn, J., & Burke, S. E. L. (2019). Responding to the impacts of the climate crisis on children and youth. *Child Development Perspectives*, 13(4), 201–207. <https://doi.org/10.1111/cdep.12342>

- Sarrasin, O., Henry, J. L. A., Masserey, C., & Graff, F. (2022). The relationships between adolescents' climate anxiety, efficacy beliefs, group dynamics, and pro-environmental behavioral intentions after a group-based environmental education intervention. *Youth*, 2(3), 422–440. <https://doi.org/10.3390/youth2030031>
- Stewart, A. E. (2021). Psychometric properties of the Climate Change Worry Scale. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), Article 494. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020494>
- Tam, K., & Chen, H. (2023). *Climate change anxiety in China* (Thought Leadership Brief No. 84). Institute for Emerging Market Studies, HKUST. <https://iems.hkust.edu.hk/>
- Tarka, P. (2018). An overview of structural equation modeling: Its beginnings, historical development, usefulness and controversies in the social sciences. *Quality & Quantity*, 52(1), 313–354. <https://doi.org/10.1007/s11135-017-0469-8>
- Tian, J., Sun, M., Gong, Y., Chen, X., & Sun, Y. (2022). Chinese residents' attitudes toward consumption-side climate policy: The role of climate change perception and environmental topic involvement. *Resources, Conservation and Recycling*, 182, Article 106294. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106294>
- Turcotte-Tremblay, A. M., Fortier, G., Bélanger, R. E., Dion, C., Gansaonré, J., Leatherdale, S., & Haddad, S. (2024). Adolescents' impairment due to climate anxiety is associated with self-efficacy and behavioral engagement: A cross-sectional analysis in Quebec (Canada). *BMC Public Health*, 24, Article 20333. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-20333-y>
- UNESCO & Monitoring and Evaluating Climate Communication and Education (MECCE). (2024). *Education and climate change: Learning to act for people and planet*. UNESCO. <https://doi.org/10.54676/GVXA4765>
- Verplanken, B., Marks, E., & Dobromir, A. I. (2020). On the nature of eco-anxiety: How constructive or unconstructive is habitual worry about global warming? *Journal of Environmental Psychology*, 72, Article 101528. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101528>
- Wang, T., Shen, B., & Ma, T. (2024). Individual low-carbon behaviors and influencing factors: Insights from a behavior survey study in China. *Heliyon*, 10(10), Article e31094. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31094>
- Weber, E. U. (2006). Experience-based and description-based perceptions of long-term risk: Why global warming does not scare us (yet). *Climatic Change*, 77(1–2), 103–120. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9060-3>
- Whitmarsh, L., Mitev, K., Nash, N., Hoolohan, C., Poortinga, W., Whittle, C., Haggard, P., Tipping, C., Dudley, H., Turner, L., Carr, D., Verplanken, B., Felder, L., & Graham, H. (2025). Moments of change and low-carbon behaviors: A multidisciplinary systematic review. *WIREs Climate Change*, 16, e954. <https://doi.org/10.1002/wcc.954>
- Woraphong, S. (2025). Relationship between environmental education and environmental sustainable development. *Journal of Education and Learning*, 14(3), 251–261. <https://doi.org/10.5539/jel.v14n3p251>
- Wullenkord, M. C., Tröger, J., Hamann, K. R. S., Loy, L. S., & Reese, G. (2021). Anxiety and climate change: A validation of the Climate Anxiety Scale in a German-speaking quota sample and an investigation of psychological correlates. *Climatic Change*, 168, Article 20. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03234-6>
- Xiang, C., & Liu, N. (2024). Factors and paths influencing students' low-carbon behavior. *Carbon Management*, 15(1), 1–11. <https://doi.org/10.1080/17583004.2024.2349173>
- Yangailo, T., Researcher, I., & Mpundu, M. (2024). The role of product-service design and strategic planning. *International Journal of Economic Behavior*, 14(1), 131–153. <https://doi.org/10.14276/2285-0430.4311>
- Yue, Z., & Hu, X. (2021). Cultivation of college students' low-carbon consumption behaviours based on mobile education: A behavioural view. *E3S Web of Conferences*, 292, Article 02040. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202129202040>
- Zhu, W., Li, D., & Liu, W. (2026). From intention to action: Modeling student lifestyle carbon emissions and reduction scenarios. *Cleaner and Responsible Consumption*, 21, Article 100391. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2026.100391>