بناء برنامج تعليمي مقترح قائم على التكنولوجيا الخضراء وقياس أثره في اكتساب المفاهيم المتعلقة بها وتنمية الوعي البيئي لدى طالبات الصف العاشر الأساسي

عبير رضوان أبو قنديل (*)

أ.د. وليد حسين نوافلة (**)

تاريخ الاستلام
2023/10/3

تاريخ القبول
2023/12/12

الملخص

هدفت الدّراسة إلى بناء برنامج تعليمي قائم على التكنولوجيا الخضراء وقياس أثره في اكتساب المفاهيم المتعلقة بها وتنمية الوعي البيئي لدى طالبات الصف العاشر الأساسي، واستخدم المنهج شبه التجريبي، والتصميم التجريبي ذو المجموعة التجريبية الواحدة لقياسين قبلي وبعدي، وتكونت العينة من (34) طالبة من طالبات الصف العاشر في مدرسة عمراوة الثانوية المختلطة في لواء الرمثا في الفصل الأول من العام الدراسي 2023/2022م، اختيروا بالطريقة المتيسرة، ولتحقيق أهداف الدراسة تم إعداد أداتان؛ الأولى اختبار اكتساب المفاهيم تكون من (35) فقرة موزعة على خمسة أبعاد (تحديد الدلالة اللفظية، اكتشاف المفهوم العلمي، تفسير الملاحظات، استخدام المفهوم في الاستدلال والتعميم، استخدام المفهوم في حل المشكلات)، والأداة الثانية مقياس تنمية الوعي البيئي المكون من (45) فقرة وموزعة على ثلاثة مجالات (المعرفي، الوجداني، المهاري)، وبعد التحقق من صدق وثبات الأدوات تم تطبيقها قبل وبعد تنفيذ البرنامج على عينة الدراسة، وأشارت النتائج إلى وجود أثر دال إحصائيًا للبرنامج التعليمي القائم على التكنولوجيا الخضراء في كل من اكتساب المفاهيم المتعلقة بها، والوعي البيئي لدى طالبات الصف العاشر الأساسي لصالح الأداء البعدي، وفي ضوء النتائج تم تقديم مجموعة من التوصيات، من أهمها: إعادة تطبيق البرنامج التعليمي للتكنولوجيا الخضراء على مراحل عمرية مختلفة، وتطوير برامج تدريبية قائمة على التكنولوجيا الخضراء للمعلمين؛ لتمكينهم من تحسين ممارساتهم التدريسية وتصميم استراتيجيات تعزز اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء والوعي البيئي، ولفت أنظار القائمين على إعداد مناهج العلوم بضرورة تضمين مفاهيم التكنولوجيا الخضراء ومجالاتها وتطبيقاتها في كتب العلوم المدرسية في المراحل الدراسية المختلفة.

الكلمات المفتاحية: برنامج تعليمي، تكنولوجيا خضراء، اكتساب المفاهيم، الوعي البيئي

(*) جامعة اليرموك

(**) جامعة اليرموك

Constructing an Instructional Program based on Green Technology, and measuring its effect on acquiring related concepts, and Developing Environmental Awareness for 10th Grade Female Students

Abstract:

This study aimed to Construct an Instructional Program based on Green Technology, and measuring its effect on acquiring related concepts, and Developing Environmental Awareness for 10th Grade Female Students. Quasi-experimental approach was used and an experimental design with one experimental group for two pre- and post-measurements. The sample consisted of (34) tenth grade student at Amrawa Mixed Secondary School in Ramtha District in the first semester of the 2022/2023 academic year. They were chosen availablly, and to achieve the objectives of the study, two tools were prepared: The first tool, the concept acquisition test, consists of (35) items distributed over five dimensions (identifying verbal significance, discovering the scientific concept, interpreting observations, using the concept in inference and generalization, using the concept in solving problems), and the second tool is the environmental awareness development scale, which consists of (45) items, distributed over three areas (cognitive, emotional, and skills), and after verifying the validity and reliability of the tools, they were applied before and after implementing the program on the study sample. The results indicated that there was a statistically significant effect of the educational program based on green technology in both the acquisition of related concepts and environmental awareness among tenth grade students. In light of the results, a set of recommendations were presented, the most important of which are: re-implementing the educational program for green technology in acquiring related concepts and developing environmental awareness at different age stages, and developing training programs based on green technology for teachers; To enable them to improve their teaching practices and design strategies that enhance the acquisition of concepts related to green technology and environmental awareness, and drew the attention of those responsible for preparing science curricula to the necessity of including green technology concepts, fields, and applications in science textbooks at the various academic levels.

Key words: Instructional Program, Green Technology, Acquiring Concepts, Environmental Awareness.

مقدمة

لقد باتت التكنولوجيا الشريان الرئيس المغذي لمعظم النشاطات اليومية بمختلف جوانب الحياة، فذللت الصعوبات للبشر، ومنحتهم العيش برخاء ورغد باستخدام أدواتها وآلاتها وأجهزتها وتقنياتها وحرفها وأنظمتها المتسارعة التطور، وغيرت أنماط حياتهم اليومية؛ لذا أصبح تخليهم عنها أشبه بالمستحيل، ولكن بازدياد صناعاتها ازدادت مخلفاتها التي أثرت سلباً في البيئة المحيطة من كل جانب، فدفعت البيئة الضحية ثمن تلك التطورات التكنولوجية المتنوعة، وأصيبت بتلوث مياهها، وهوائها، وتربتها، وتغيرات وتقلبات مناخها، واحتباس حراري، ونضوب مواردها الطبيعية، وكل هذا بدوره يؤثر سلبياً في صحة كائناتها الحية.

وأصبح العالم يواجه تحديات كبيرة بما يتعلق بالتلوث والتدهور البيئي كاستنزاف الموارد الطبيعية، وتآكل الغطاء النباتي الأخضر، وارتفاع معدلات انبعاثات الغازات الدفيئة السامة وإهمال الأنظمة البيئية واختلال توازنها، وسقوط الأمطار الحمضية، وتراكم النفايات النووية، والتضرر المستمر لطبقة الأوزون وغيرها، وبالرغم من الجهود الحثيثة المتزايدة لإنقاذ كوكبنا الأرض إلا أن البيئة ومواردها لا زالت في تدهور مستمر نتيجة تلك التهديدات والتحديات البيئية (Saha & Darnton, 2005; Alsmadi, 2007)؛ ولذلك أصدرت العديد من الحكومات القوانين والتشريعات لحماية البيئة ومواردها الطبيعية، وإعادة النظر في سياساتها وأعمالها لضمان انسجامها مع التوجه الأخضر لتعزيز البيئة، وجعلها مكاناً آمناً للأجيال الحالية والمستقبلية (Alsmadi, 2007). فالتوصل لحلول واقعية للمشكلات والقضايا البيئية يتطلب تكامل جميع الجهود البشرية بمختلف الوظائف والأعمار؛ لمنع إلقاء النفايات والمخلفات بأنواعها في البيئة التي يعيشون فيها من خلال التزامهم بالسياسات البيئية، وتنفيذهم للمشروعات البيئية، ومشاركتهم في تهيئة مناخ بيئي ملائم لحياتهم Abu (Sneineh, 2008)، بالإضافة لإدراكهم بأنهم جزءاً لا يتجزأ من الطبيعة وقوانينها، وأنهم شريكون في ملكيتها مع باقي الكائنات الحية الأخرى؛ وبالتالي عليهم احترام أخلاقيات البيئة ويدركوا مفهوم الموارد المحدودة، وأن نشاطاتهم المتعلقة بالإنتاج والاستهلاك تلحقان الضرر بالبيئة؛ لذا ينبغي عليهم استخدام التكنولوجيا النظيفة والرفيقة (Al-Frejat, 2008).

ولقطاع التعليم دورُ بالغ الأهمية في إكساب المفاهيم العلمية والبيئية وتنمية الوعي البيئي؛ لأنه يؤثر ويتأثر بالتطورات التكنولوجية والتحديات البيئية؛ فينبغي عليه المساهمة باقتراح الحلول المبتكرة من خلال توجيه تركيزه على المتعلم كمحور لعمليتي التعلم والتعليم، وتطوير المحتوى البيئي في

مناهج العلوم الدراسية التي توصف بالوسيلة الفاعلة لرفد الطلبة بالمفاهيم التي تجعلهم قادرين على التصدي لتحديات العصر (AL-Ghazawi, 2019).

فمحتوى المناهج الدراسية ينبغي أن يكون موجهاً لنشر الوعي البيئي وتعزيز السلوك المُدرك السليم وتقويم الممارسات الخطأ نحو البيئة، وهذا لا يتم تحقيقه بالقوانين والتشريعات وإنما من خلال قطاع التعليم بالدرجة الأولى، فالمتعلم بحاجة ماسة لمحرك أساسي لسلوكه الإيجابي تجاه بيئته، ويتضمن هذا المحرك تزويده بمجموعة من المعارف والقيم البيئية (Mazyoud, 2008)، بالإضافة إلى التركيز على إعداد وبناء البرامج التعليمية القائمة على أفضل الحلول المبتكرة، لإكساب المتعلم المفاهيم المتعلقة بها ورفع مستوى وعيه البيئي؛ ليمتلك البنية المعرفية المتينة التي تمكنه من فهم وإدراك بيئته والتعامل معها بشكل يحافظ على نظامها المتوازن، واتخاذ مواقف إيجابية وقرارات سليمة من خلال المشاركة في حل مشكلاتها بشكل سليم ومستدام (Abdel Masih, 2004).

وينبغي أن تتضمن البرامج التعليمية تقديم المفاهيم والمواقف والمهارات والأنشطة والمشكلات والقضايا البيئية التي يحتاجها المتعلم، وتثير انتباهه للتفاعل معها، مما تحدث تغيير أو تعديل إيجابي في فكره، ووجدانه، واتجاهاته، وسلوكه المستند على الوعي والإدراك العميق Ahmed etal 2004.

ويُعد اكتساب المفاهيم نتاج التفاعل بين ممارسات المتعلم والموقف التعليمي باستخدام طرق واستراتيجيات وأساليب تدريس متنوعة (Michaelis, 1992)، وهي أحد المكونات الأساسية للمحتوى التعليمي وتدريسها يساعد في تسهيل نقل أثر التعلم؛ لذا ينبغي على مخططي المناهج ومطوريها تسليط الضوء عليها؛ لإنتاج متعلم قادر على تشكيل وتكوين المفاهيم واكتسابها. (Sa'ada, 2001)

كما وتمثل المفاهيم بأبسط صورها مجاميع لها تسميات وخصائص مشتركة، تعمل كأدوات مساعدة لعقل المتعلم على مواجهة ما يحيط به (Dean, 2004)، من خلال ما يتكون لدى المتعلم من تصور ذهني واضح وشامل يمكنه من تحديد اللفظ والمعنى لظاهرة ما أو شيء ما بناء على قدرته في توضيح طبيعة وخصائص ووظائف الظاهرة أو الشيء (Awadallah, 2012)، وللمفاهيم دور بالغ الأهمية في إثارة دافعية المتعلم وجذب انتباهه للقيام بفرز وتصنيف المعلومات في مجموعات، وتسهيل عمليتي التعلم والتعليم، وتحقيق المتعلم المستويات العليا من الأهداف التعليمية (Banks1998)، بالإضافة إلى تأثيراتها على السلوكات الإنسانية، والتعرف على متغيرات البيئة والعلاقات وأوجه التشابه والاختلاف بينها؛ لتسهيل عملية إدراكها وتحديد العلاقات بينها (Dana,

2009). فاكتساب المتعلم للمفاهيم العلمية بشكل عام والمفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء والبيئة بشكل خاص، تكسبه الوعي والإدراك بجميع الجوانب المعرفية، والمهارية، والانفعالية لكل ما يحيط به من أحداث وتطورات ومشكلات وقضايا متنوعة، والتي تنعكس بدورها على سلوك المتعلم نحو البيئة والمحافظة عليها من التلوث وعلى الموارد الطبيعية.

ويعد الوعي البيئي جانب من الجوانب الانفعالية، فهو السلوك الاجتماعي للمتعلم الذي يتصف بعمق الإدراك والفهم للمكونات والقضايا البيئية، والعلاقات المتبادلة بينه وبين البيئة، والتعرف إلى المشكلات البيئية واقتراح الحلول العملية للحد منها، والتنبؤ بالكوارث البيئية قبل حدوثها لتجنبها (Khanfar, 2016)، وتوليد الشعور بالمسؤولية نحو الأنشطة والمواقف البيئية؛ لتغيير الاتجاهات والسلوكات والبحث عن الحلول المناسبة للقضايا والمشكلات البيئية (Al-Qarwani, 2013). ويرتبط المفهوم العام للوعي البيئي بالإدراك الذهني القائم على المعرفة وروح المسؤولية والإحساس بكيفية التعامل مع القضايا والمشكلات البيئية، من خلال تعميق وتعزيز علاقة المتعلم بالبيئة من حوله، وشعوره بمسؤوليته بالحفاظ عليها وعلى صحته (Al-Juhaishi, 2012)، فالحفاظ على البيئة يتطلب مساعدة المتعلم على فهم الظواهر الطبيعية المحيطة به، وتمكينه من إيجاد حلول حقيقية واقعية للقضايا والمشكلات البيئية المتنوعة من الناحية العلمية أو العملية (Aita, 2013)، ويعرف الوعي البيئي بأنه معرفة وفهم وإدراك بالآثار السلبية للتلوث والتدهور البيئي على الفرد بصفة خاصة، والمجتمع بصفة عامة، مع ضرورة اتباع الممارسات البيئية الصحيحة والسليمة (Al-Juhaishi, 2012).

ويهدف الوعي البيئي إلى مساعدة المتعلم على تكوين قاعدة معرفية بيئية؛ لإدراك وفهم المشكلات البيئية، وتعزيز السلوكات الإيجابية في التفاعل مع العناصر البيئية، وتمثل القيم البيئية الرامية لحماية البيئة، وتطوير أخلاقيات بيئية لدى الطلبة (Rabie et al., 2009)، فتعميق الوعي البيئي لدى المتعلم بامتلاكه القاعدة المعرفية البيئية المتينة تمكنه من تبني اتجاهات وسلوكات مؤيدة للممارسات الصديقة للبيئة (Dunlap et al., 2000).

ولحماية البيئة من الآثار السلبية للنشاطات البشرية والتطورات التكنولوجية والحفاظ على مواردها للجيل الحالي والمستقبلي، فقد برزت اليقظة العالمية لإيجاد أفضل الحلول المشرقة، من خلال تبني ما يسمى بالتكنولوجيا الخضراء النظيفة، والتي تعد من عناصر العلوم البيئية التي تتطور وتستخدم دون أن ينتج عنها أية أضرار بالبيئة، أو استنزاف لمواردها الطبيعية (Kaur & Sharma 2015) ولذلك سميت بالخضراء نظرا لصداقتها الحميمة مع البيئة (Abdel Fattah, 2022)، وأشار

شنيدر (Schneider, 2008) بأن التكنولوجيا الخضراء توصف بالاستدامة، وتسعى لبلوغ أقل حد ممكن من الآثار السلبية على البيئة والإنسان، حيث تعمل على تطوير واستخدام المنتجات والمعدات والأنظمة لحماية البيئة ومواردها والتقليل من الآثار السلبية للنشاط البشري (Silverman & Othuman, 2014).

ورغم أنه لا يوجد تعريف محدد ومتفق عليه بين المختصين للتكنولوجيا الخضراء، إلا أنه يمكن تعريفها بشكل عام على أنها التكنولوجيا السليمة بيئياً القادرة على تحسين الأداء البيئي والموجهة نحو حماية البيئة، والتقليل من الملوثات باستخدام جميع الموارد الطبيعية لاستدامتها، وإعادة تدوير كميات كبيرة من نفاياتها ومخلفاتها، والتعامل مع المتبقي من نفاياتها بأساليب آمنة غير ملوثة للبيئة، ولا تقتصر التكنولوجيا الخضراء على التقنيات الفردية فقط، بل تتعداها إلى السلع والمعدات والخدمات والأنظمة والمعرفة (United Nations, 2015). ويمكن القول إن أي تعريف للتكنولوجيا الخضراء يجب أن يتضمن أي عملية أو منتج أو خدمة تحد من التأثيرات البيئية السلبية مع الحفاظ على فاعلية النظام البيئي وصحة الإنسان (Pan, Fan, & Lin, 2019).

وتُعد التكنولوجيا الخضراء مصطلح عصري وشامل لأي تقنية صديقة للبيئة تم إنتاجها بدءًا من مرحلة تصنيعها وحتى مرحلة استخدامها؛ للمساهمة في السيطرة على تغيرات المناخ، والمحافظة على البيئة ومواردها الطبيعية، ومعالجة الضرر والتدهور الذي لحق بالبيئة، وتقليل الاعتماد على الموارد غير المتجددة كالوقود الأحفوري ومشتقاته، كما أن التكنولوجيا الخضراء تتطور باستمرار؛ لتقليل الضرائب على الموارد الطبيعية، لأن البشر يستهلكون الموارد ويستنزفونها بصورة أسرع من إمكانية تجديدها (Qamar et al., 2020).

ومن المصطلحات الأخرى وثيقة الصلة بالتكنولوجيا الخضراء: التكنولوجيا الذكية مناخياً، والصديقة للمناخ وللبيئة، والتكنولوجيا المنخفضة الكربون، والتكنولوجيا النظيفة، وجميعها تشير إلى المنتجات والخدمات والتطبيقات التي تمتلك عددًا من الخصائص، ومنها: الكفاءة العالية باستخدام الطاقة والموارد الطبيعية، وانخفاض التكلفة، والاستخدام الآمن (لا تنتج غازات أو انبعاثات سامة جانبية من التفاعلات الكيميائية)، وتخفض كثافة الكربون، واستخدام مصادر الطاقة المتجددة، والمقاومة الحثيثة للتدهور البيئي الخطير بتقليل العوامل المساعدة عليه، وتقليل مخاطر ندرة الموارد ومحدوديتها، والسعي لتحقق جودة النظم البيئية وحماية البيئة، والحفاظ على صحة الكائنات الحية ورفاهية حياة الإنسان والعدالة الاجتماعية (Pan, Fan, & Lin. 2019; Bhardwaj & Neelam, 2015)، كما وتعمل على التقليل من المخلفات الضارة بطريقة آمنة بإعادة تدويرها دون أن تلحق ضرر

بالبيئة، وإيجاد الطاقة النظيفة المستدامة، والوقود البديل، وتطوير فاعلية تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وتطبيق مشروع التعليم الأخضر؛ لتحقيق أهداف التنمية المستدامة والتي تركز على تلبية احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتهم الخاصة (Millspaugh & Thompson, 2011).

وتسعى التكنولوجيا الخضراء لتحقيق التعليم الأخضر؛ لوجود علاقة وثيقة الصلة بينها وبين البيئة، وذلك من خلال موضوعات التعليم التي يمكن إضافتها للمناهج الدراسية في المراحل التعليمية المختلفة ومنها الزراعة العضوية، المباني الخضراء، الطاقة الخضراء المتجددة، نظم المعلومات الخضراء، النقل الأخضر، إعادة تدوير النفايات، والممارسات الصديقة للبيئة، والمنتجات والخدمات الصديقة للبيئة (Jasmi & Kamis, 2019).

وتبنَي الدول لهذه التكنولوجيا الصديقة يضمن لها الاقتصاد الأخضر (Barbier, 2010) والموارد المتجددة، والمواطن المدرك الواعي بيئيا والقادر على اتخاذ القرار المناسب لصحته ولمجتمعه (Abdel Fattah, 2022). كما وأن الدول التي تعتمد التكنولوجيا الخضراء في شتى مجالات الحياة تكتسب بعض نقاط القوة، ومنها: القدرة على تلبية المتطلبات والمواصفات البيئية الصارمة للمنتجات المصدرة للأسواق الخارجية، وهذا بدوره يمكن أن يساعد على اكتساب ميزة منافسة في التسويق العالمي، وتعمل على تحسين كفاءة الإنتاج والأداء والمكانة التنافسية للجهات المصدرة من خلال خفض تكاليف المدخلات والطاقة والتشغيل والصيانة، كما تسهم في تعزيز الوعي البيئي لدى الجهات المصنعة والمنافسة والمستهلكة في دول العالم، ويكون لديها الجاهزية لتلبية التعليمات والأنظمة والقوانين واللوائح البيئية الأكثر صرامة (Luken & Rompaey, 2008). وتتضمن التكنولوجيا الخضراء المجالات الآتية (Bhardwaj & Neelam, 2019 Dallinger & Kappe, 2017)

أولاً: الطاقة الخضراء: ويطلق عليها الطاقة المتجددة، الطاقة النظيفة، الطاقة المستدامة، والطاقة البديلة، ويتم توليدها من موارد طبيعية متجددة لا تنفذ كالشمس، الرياح، الحرارة الجوفية الأرضية، المياه، والكتلة الحيوية (Al-Ta'i, 2019)، وتعد صديقة وغير ملوثة للبيئة، وموجودة في أي مكان على سطح الأرض، وهي على نقيض من الطاقات غير المتجددة القابلة للنفاذ والموجودة في مخزون ثابت في باطن الأرض، فلا يمكن استغلالها إلا بعد نشاطات الإنسان لاستخراجها (Mousai, & Mousai, 2017; Ghanem, 2023)، وللطاقة الخضراء أنواع تتضمن طاقة الرياح، الطاقة الشمسية، طاقة المد والجزر، طاقة الأمواج، الطاقة الكهرومائية،

الطاقة الحرارية في المحيطات، الطاقة الجيوحرارية، الطاقة الحيوية، طاقة الهيدروجين (Al-Ta'i, 2019).

ثانياً: المباني الخضراء: وتعد من القطاعات الهامة في ضوء الاقتصاد الأخضر؛ لاحترامها للبيئة بتجنيبها التلوث وجعلها أكثر استدامة (Wafi, 2017)، وعرفها البكري (Al-Bakri 2014:378) بأنها "المنتجات أو الخدمات التي لها أقل أثر سلبي على صحة الإنسان والبيئة مقارنة مع المنتجات المستخدمة لذات الغرض، وعملية تحديد الموقع، التصميم، التركيب، الترميم، المحافظة على البيئة وحمايتها، كفاءة الموارد واستخدام المياه، توفير بيئة داخلية مريحة وصحية ومنافع طويلة الأمد".

ثالثاً: الكيمياء الخضراء: وعرفها فيليت (Fellet, 2013:3) بأنها "مجال متعدد التخصصات يقوم على مجموعة من المبادئ استنادا إلى المعرفة من الكيمياء، والهندسة الكيميائية، وعلم السموم، والبيئة بما يمكن الكيميائيين من تصميم محفزات جديدة تحد من كمية الكواشف المستخدمة في التفاعلات الكيميائية وبالتالي تقلل كمية النفايات المتولدة، ويمكن للمهندسين الكيميائيين تصميم خط إنتاج لإعادة تدوير بعض الكواشف وتقليل استهلاك الطاقة، وبناء منتجات قابلة للتحلل أو قابلة لإعادة التدوير لمنع تكون النفايات".

وتقوم الكيمياء الخضراء على اثنا عشر مبدأ رئيسي من أجل التقييم السريع للعمليات الكيميائية الأقل ضررا والصديقة بيئيا وبشريا لتحقيق التنمية المستدامة، وقد قام كل من أناستاس ووارنر Anastas & Warner في عام 1998م بوضع هذه المبادئ؛ للحصول على أعلى معدل من التفاعلات والعمليات والتصنيع الكيميائي الأخضر، وتتمثل المبادئ في الآتي(Rao Khanum, 2016; Cullipher, 2015; Mille, 2012): منع التلوث، اقتصاد الذرة، منتجات كيميائية آمنة، مذيبات آمنة، خامات ومصادر متجددة، العوامل المحفزة، تفاعلات كيميائية أقل خطورة، رفع كفاءة الطاقة، تجنب المشتقات، مواد قابلة للتحلل والاضمحلال، كيمياء آمنة لمنع الحوادث، الوقت الحقيقي المحدد لمنع التلوث.

رابعاً: البيولوجيا الخضراء: وهو علم من العلوم الطبيعية يركز على دراسة الحياة وأشكالها المتنوعة ومهمته التعرف على آلية تفاعل الكائنات الحية مع بعضها ومع البيئة المحيطة (Al-Azab2020)، ويتضمن التأثيرات المتعلقة بالنباتات والكائنات الحية الدقيقة، كآلية عمل النباتات واستخداماتها المتطورة التي تعزز فهم بيولوجيا الإنسان، وتسرع عمليات اكتشاف أنواع مختلفة من الأدوية وتطويرها (Taha, 2021). وعرفها طه (Taha, 2021:380) بأنها "المحتوى المتضمن

لاستخدامات الطاقة المتجددة، والتحول للمباني الخضراء، وإعادة التدوير، وتحويل النفايات إلى طاقة، والتحول إلى إنتاج الطاقة النظيفة، وإنتاج الأدوية المستخرجة من النباتات".

خامساً: النانوتكنولوجي الخضراء: وتقوم هذه التقنية على تطبيق الكيمياء الخضراء والهندسة الخضراء في معالجة المواد الكيميائية بالاستناد على مقياس النانومتر (Ghanem, 2015)، ويكمن وحورها في فهم الخصائص الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية للمادة على المقاييس الذرية والجزيئية، ومن ثم معالجتها لإنشاء مواد جديدة ذات أنظمة وظيفية فريدة يمكن تطبيقها في مختلف المجالات العلمية كالكيمياء، والفيزياء، والبيولوجيا، والهندسة (Fadel & Al-Khalaf, 2021).

وعرفها عبد الحليم (Abdel Halim, 2015)بأنها "العلم الذي يهتم بدراسة المادة على المقياس الذري والجزيئي، وتهتم بابتكار تقنيات ووسائل جديدة تقاس أبعادها بالنانومتر وهو جزء من الألف من الميكرومتر أي جزء من المليون من الميليمتر، عادة تتعامل مع قياسات بين (0.1) إلى (100) نانومتر أي تتعامل مع تجمعات ذرية تتراوح بين خمس ذرات إلى ألف ذرة وهي أبعاد البكتيريا والخلية الحية".

وأصبح تضمين مجالات التكنولوجيا الخضراء واكتساب مفاهيمها في جميع المراحل التعليمية ضرورة ملحة في ظل التحديات البيئية ومشكلاتها المعقدة، وما خلفته الأنشطة الصناعية على البيئة وعلى صحة الكائنات الحية من خراب ودمار وتلويث؛ لذا أخذت بعض الدول المتقدمة بالتوجه لتضمين مفاهيم التكنولوجيا الخضراء في المراحل التعليمية المتنوعة؛ لإعداد متعلم واعياً بيئياً قادراً على اكتساب مفاهيمها وتطبيقها في حل المشكلات الحياتية واتخاذ القرارات نحوها (Ghanem, 2015; Chan, 2014).

ولدى مراجعة الأدب السابق المتعلق بالتكنولوجيا الخضراء، تبين أن بعضها تناول أثرها باكتساب المفاهيم المتعلقة بها، وبعضها تناول أثرها في الوعي البيئي، وبعضها تناول متغيرات تابعة أخرى، ولعل من أبرزها دراسة عبد المسيح وآخرون (Abdel Masih et al., 2022) في مصر التي هدفت لإعداد برنامج مقترح لتنمية المهارات والمفاهيم المرتبطة بالأسرة الخضراء قائم على الاستقصاء باستخدام الوسائط المتعددة لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. ولتحقيق أهداف الدراسة تم اتباع المنهج التجريبى القائم على تصميم المجموعة الواحدة في القياس القبلي والبعدي لمتغيرات الدراسة، واختيرت عينة تكونت من (30) طالب، وطبق عليهم اختبار المفاهيم البيئية، ومقياس المهارات البيئية الذي اشتمل على ثلاثة أبعاد (تحديد المشكلات، تنظيم البيانات والمعلومات، اقتراح الحلول)، قبل وبعد تطبيق البرنامج، وكشفت النتائج وجود فروق دلالة بين متوسطات درجات

التطبيق القبلي والبعدي في كل من الأبعاد الثلاثة لمقياس المهارات البيئية، واختبار المفاهيم البيئية، وأوصت الدراسة بضرورة إدراج موضوعات البرنامج ضمن الأنشطة التعليمية لطلاب المرحلة الإعدادية.

وأجرت عبد الفتاح (Abdel Fattah, 2022) دراسة في مصر هدفت لقياس أثر برنامج فى التكنولوجيا الخضراء في تنمية مهارات التفكير المستقبلي والحس العلمي لدى طلبة الفرقة الرابعة شعبة الكيمياء بكلية التربية في جامعة الوادي الجديد، ولتحقيق أهداف الدراسة تم اتباع المنهج شبه التجريبي القائم على تصميم القياس القبلي والبعدي للمجموعة واحدة، وتكونت هذه المجموعة من (40) طالب وطالبة، وتم تطبيق اختبار التفكير المستقبلي ومقياس الحس العلمي على مجموعة الدراسة قبل وبعد تنفيذ البرنامج، وأسفرت نتائج الدراسة عن وجود فروق دالة إحصائيا بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لصالح التطبيق البعدي في كل من التفكير المستقبلي والحس العلمي، وهذا يدل على وجود أثر للبرنامج المقترح فى التكنولوجيا الخضراء فى تنمية التفكير المستقبلي والحس العلمي، وأوصت الدراسة بضرورة تضمين برنامج فى التكنولوجيا الخضراء في مقررات التعليم الجامعي لتنمية مهارات التفكير المستقبلي والحس العلمي.

وسعت دراسة عبد المسيح وآخرون (Abdel Masih et al., 2020) إلى التعرف على فاعلية أنشطة مقترحة قائمة على مفاهيم التكنولوجيا الخضراء في تنمية تنور تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بمفاهيم التكنولوجيا الخضراء. وتكونت عينة الدراسة من (50) طالب وطالبة من خمس مدارس في مصر، واستخدم المنهج شبه التجريبي القائم على تصميم المجموعة التجريبية الواحدة لقياسين قبلي وبعدي، وتم إعداد قائمة بمفاهيم التكنولوجيا الخضراء ودليل لأنشطة المعلم التعليمية، وكتيب تلميذ للأنشطة التعلمية، ودليل المعلم لتدريس الأنشطة التعليمية القائمة على التكنولوجيا الخضراء، وطبق مقياس التنور البيئي المشتملة على (المعارف المرتبطة بالتكنولوجيا الخضراء، الاتجاهات نحو عناصر التكنولوجيا الخضراء، الرغبة في التصرف نحو المواقف المرتبطة بالتكنولوجيا الخضراء، الإقناع بأهمية عناصر التكنولوجيا الخضراء، السلوك المؤيد لعناصر التكنولوجيا الخضراء، المهارات العقلية المرتبطة بالتكنولوجيا الخضراء) قبل وبعد تنفيذ الأنشطة على العينة. وأظهرت النتائج فاعلية الأنشطة المقترحة في تنمية تنور الطلبة بمفاهيم التكنولوجيا الخضراء حيث وجدت فروق دالة إحصائيا بين متوسطي درجات أفراد عينة الدراسة في القياس القبلي والقياس البعدي، لصالح القياس البعدي. وأوصت الدراسة بضرورة إعداد كتيبات أنشطة للطلبة توزع عليهم مع الكتاب المعتمد؛ لتمكين الطلبة من التعرف إلى الأنشطة وآلية تنفيذها،

وضرورة تطوير محتوى مناهج المرحلة الإعدادية بحيث تتضمن مفاهيم التكنولوجيا الخضراء والمجالات والتقنيات المرتبطة بها.

في حين أجرت العزب (Al-Azab, 2020) دراسة هدفت لقياس فاعلية وحدة مقترحة في التكنولوجيا الخضراء لاكتساب المفاهيم وتنمية الوعي بها والقدرة على اتخاذ القرار المناسب نحوها لدى طالبات البكالوريوس بجامعة البيشة في السعودية. ولتحقيق أهداف الدراسة استخدم المنهج التجريبي القائم على تصميم المجموعة التجريبية الواحدة، واختيرت عينة تكونت من (29) طالبة، وتم تطبيق ثلاث أدوات على عينة الدراسة، وهي اختبار اكتساب المفاهيم، ومقياس الوعي بمفاهيم التكنولوجيا الخضراء، ومقياس القدرة على اتخاذ القرار نحو التكنولوجيا الخضراء، قبل وبعد تدريس الوحدة المقترحة، وأظهرت النتائج أن محتوى الوحدة المقترحة وما تضـمنته من مفاهيم وموضـوعات مرتبطة بالتكنولوجيا الخضراء كان له أثر كبير في اكتساب هذه المفاهيم وتنمية الوعي بها واتخاذ القرار لدى أفراد الدراسة، وأوصت الدراسة في بناء برنامج لتنمية مفاهيم التكنولوجيا الخضراء وتطبيقاتها العلمية لدى طلاب المرحلة الثانوية، وتطوير منهج العلوم البيئية في ضوء مفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الخضراء للمرحلة الثانوية ولكليات التربية. وأجرى كاديونو وآخرون (Kadiyono et al., 2019) دراسة هدفت لبناء نموذج تعليمي قائم على التكنولوجيا الخضراء لتنمية الوعي البيئي بين الطلاب، وتم استخدام منهج دراسة الحالة مع تقنيات جمع البيانات في شكل ملاحظة ومناقشة جماعية مركزة على العينة الممثلة بالمدرسة الإعدادية في مدينة باندونغ في أندونيسيا، وأسفرت نتائج الدراسة ضرورة تركيز التعليم على إدخال التكنولوجيا الخضراء الصديقة للبيئة منذ سن مبكرة، وتوفير المواد فيما يتعلق بنظام عمل التكنولوجيا الخضراء؛ لتحقيق فهم شامل يرفع وعي الطلاب للمشاركة في أنشطة الحفاظ على البيئة من خلال استخدام التكنولوجيا الخضراء.

وسعت دراسة البركات والوديان (Al- Barakat & Al -Widyan, 2016) إلى تقصي فاعلية برنامج تدريسي قائم على المدخل البيئي في تعزيز الوعي البيئي لدى الأطفال. تكونت عينة الدراسة من (60) طفلا، وتم اتباع المنهج شبه التجريبي القائم على تصميم المجموعتين التجريبية والضابطة، حيث تم تقسيم أفراد الدراسة بالتساوي بين المجموعتين وتعلمت المجموعة التجريبية من خلال البرنامج التدريسي، بينما الضابطة تعلمت بالطريقة الاعتيادية، واشتملت أدوات الدراسة على البرنامج التدريسي، ومقياس الوعي البيئي، والمقابلة شبه المقننة، وأظهرت نتائج الدراسة أن أفراد المجموعة التجريبية حققوا أعلى المتوسطات الحسابية على مقياس الوعي البيئي مقارنة بأفراد

المجموعة الضابطة، ووجود فرق دال إحصائياً بين المجموعتين لصالح المجموعة التجريبية التي تعلمت من خلال البرنامج القائم على المدخل البيئي، وأظهرت نتائج المقابلة شبه المقننة وجود عدد من مظاهر الوعي البيئي التي تعززت لدى أفراد الدراسة، وتوزعت في أربعة مجالات تمثلت بالمحافظة على الثروة الحرجية، والقضاء على مشكلة تراكم النفايات، والمحافظة على الثروة الحيوانية، والحذر في استخدام المبيدات الحشرية.

وهدفت دراسة غونزاقا (Gonzaga, 2016) إلى التعرف على العلاقة بين مستوى الوعي البيئي ومدى الممارسات في مجال التكنولوجيا الخضراء لدى طلاب الجامعات، وأثر الجنس والمجتمع والوضع الأكاديمي والمدرسة الثانوية ودخل الأسرة على مستوى الوعي البيئي والممارسات في مجال التكنولوجيا الخضراء. تكونت عينة الدراسة من طلاب بكالوريوس التربية في جامعة فيساياس الفلبينية العادية، واستخدم المنهج الوصفي الارتباطي، وتمثلت أداة الدراسة بمقياس الوعي البيئي، وأظهرت النتائج مستوى متوسط من الوعي البيئي، ومدى منخفض للممارسات في مجال التكنولوجيا الخضراء، ووجود اختلافات كبيرة في مستوى وعي عينة الدراسة ومدى الممارسات في مجال التكنولوجيا الخضراء، كما أن مستوى الوعي مرتبط بمدى الممارسات بشكل إيجابي بدرجة متوسطة، وأوصت الدراسة بضرورة تطوير برنامج شمولي يدمج مفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الخضراء في التعليم العالي لإشراك الطلاب في تعزيز الاستدامة البيئية.

وأجرت ماركاكي (Markaki, 2014) دراسة هدفت التعرف على كيفية تحقيق التعليم البيئي من خلال الاستقصاء والتكنولوجيا الخضراء لتعزيز وعي الطلاب بالعلوم الخضراء، وبالتالي المساهمة في زيادة اختيار الطلاب للمواد ذات الصلة بالعلوم. تكونت عينة الدراسة من مجموعة من المعلمين، وتم تحفيزهم من خلال إجراءات تعليمية ومسابقات وتدريبات محددة وجلسات تدريبية لتطوير الكفاءات اللازمة لتعليم طلابهم بشكل صحيح وفقا لأحدث الأساليب في مجال التعليم البيئي، وقامت بتحليل محتوى مقررات العلوم للمرحلة المتوسطة ثم أعدت تصور لدمج التربية التكنولوجية في المناهج وتضمين عملية حل المشكلات من خلال الأنشطة بهدف تدريب الطلاب على حماية البيئة وتحقيق التنمية المستدامة، وأشارت نتائج الدراسة إلى ضرورة ربط التعليم البيئي وبشكل دائم بالسياقات المهنية، من خلال تدريب الجيل القادم بشكل صحيح للتعامل مع القضايا الرئيسية مثل التنمية المستدامة وتغير المناخ؛ لتعزيز وعيهم بالعلوم الخضراء واتخاذ قرارات سليمة بشأن حياتهم المهنية المستقبلية يلاحظ من الدراسات السابقة المتعلقة بموضوع الدراسة التي أجريت في بيئات ومجتمعات تعليمية مختلفة، اهتمام الباحثين بدراسة توظيف مفاهيم التكنولوجيا الخضراء

ومجالاتها في العملية التعليمية على العديد من المتغيرات. ومن الجدير بالذكر أن أغلب الدراسات اتفقت على ضرورة الاهتمام بتوظيف مفاهيم التكنولوجيا الخضراء ومجالاتها في عملية التعليم وإعادة صياغة المناهج المدرسية وبنائها، بحيث تتضمن مفاهيم التكنولوجيا الخضراء ومجالاتها من خلال بناء البرامج التعليمية وتطوير الوحدات والأنشطة التعليمية. في حين اختلفت الدراسات في منهجياتها وأدواتها وعيناتها وبعض متغيراتها التابعة، واتفقت الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة في عدة أمور منها: تناولها موضوع التكنولوجيا الخضراء ومجالاتها، وتأتي هذه الدراسة معززة لبعض ما توصلت إليه الدراسات السابقة من نتائج، ومكملة لها من حيث المستحدثات والتطورات المتسارعة، وضرورة تضمين التكنولوجيا الخضراء وتطبيقاتها في كتب العلوم في المراحل الدراسية المختلفة، ولكنها تختلف عنها في أن هذه الدراسة قامت ببناء برنامج تعليمي قائم على التكنولوجيا الخضراء ودراسة أثره في متغيرين تابعين هما اكتساب المفاهيم المتعلقة بها والوعي البيئي لدى طالبات الصف العاشر الأساسي في الأردن.

مشكلة الدراسة وأسئلتها

تنبع مشكلة الدراسة من خلال خبرة الباحثة التي اكتسبتها جراء عملها كمعلمة ومديرةً في الميدان التربوي لسنوات طوال، حيث وجدت من خلال توجيهها عدة تساؤلات للطالبات في مراحل دراسية مختلفة حول التكنولوجيا الخضراء وعلاقتها بالبيئة، بعدم وجود قاعدة معرفية لديهن عن التكنولوجيا الخضراء ومفاهيمها، إذ يعد مصطلح جديد بالنسبة لهن، بالإضافة لتدني وعيهن البيئي تجاه المشكلات والقضايا التكنولوجية والبيئية التي تواجههن، وذلك من خلال ملاحظتها لسلوكاتهن غير المسؤولة في المحافظة على البيئة المدرسية من التلوث.

كما وتنبع مشكلة الدراسة من افتقار كتب العلوم التي تدرس في المراحل الدراسية المختلفة على المحتوى البيئي، حيث قامت الباحثة باستقراء كتب العلوم من الصف الرابع ولغاية الصف الثاني عشر ووجدت محتواها البيئي يفتقر لموضوعات التكنولوجيا الخضراء وتطبيقاتها العملية وأنشطتها المتنوعة التي تعمل على تنمية الوعي البيئي والاتجاهات البيئية لدى الطلبة أثناء الدراسة وبعد التخرج، وكيفية التعامل مع ما يتعرضون له في بيئاتهم من مشكلات وقضايا بيئية حالية ومستقبلية. ومن خلال استعراض الدراسات السابقة لاحظت الباحثة بأنه لا توجد دراسات بحثت بشكل مباشر في أثر برنامج تعليمي مقترح قائم على التكنولوجيا الخضراء ضمن البيئة الأردنية؛ لذا جاءت هذه الدراسة لمواكبة التوجهات العالمية وهدفت إلى بناء برنامج تعليمي قائم على التكنولوجيا الخضراء

وقياس أثره في اكتساب المفاهيم المتعلقة بها وتنمية الوعي البيئي لدى طالبات الصف العاشر الأساسي.

وفي ضوء مما سبق تتبلور مشكلة الدراسة بالأسئلة الآتية:

السؤال الأول: ما أثر برنامج تعليمي قائم على التكنولوجيا الخضراء في اكتساب المفاهيم المتعلقة بها لدى طالبات الصف العاشر الأساسي؟

السؤال الثاني: ما أثر برنامج تعليمي قائم على التكنولوجيا الخضراء في تنمية الوعي البيئي لدى طالبات الصف العاشر الأساسي؟

أهمية الدراسة

الأهمية النظرية:

تستمد أهمية هذه الدراسة في أنها تتناول موضوعاً يتسم بالحداثة، وبالتالي تسهم في إثراء الأدب التربوي حول موضوع التكنولوجيا الخضراء الذي يعد محور اهتمام العديد من التربويين في هذا العصر في دول العالم، كما أنها تتوافق مع التطور العلمي والتكنولوجي وتواكب التوجهات العالمية الحديثة في التعليم. كما تستمد الدراسة أهميتها في أنها قدمت برنامج تعليمي يمكن أن يكون دليلا علميا ومرشدًا لدعم تطوير برامج التدريب في مجال التكنولوجيا الخضراء، وفي مجال تطوير المناهج المدرسية، إضافة إلى تقديمها بعض النتائج والتوصيات حول أثر برنامج تعليمي قائم على التكنولوجيا الخضراء في اكتساب المفاهيم المتعلقة بها وتنمية الوعي البيئي لدى طالبات المرحلة الأساسية العليا.

الأهمية العملية:

يؤمل من هذه الدراسة أن تفيد كل من معلمي ومخططي ومطوري ومشرفي مناهج العلوم من الإلمام بمفاهيم التكنولوجيا الخضراء ومجالاتها في التعليم في ظل التوجه العالمي بتضمينها في تدريس العلوم، كما تقدم هذه الدراسة تغذية راجعة للمسؤولين في وزارة التربية والتعليم حول أثر البرامج التعليمية القائمة على التكنولوجيا الخضراء في اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء وتنمية الوعي البيئي، مما يساعدهم في رسم السياسات واتخاذ القرارات التربوية المتعلقة بتطوير المناهج، وتطوير برامج تدريبية قائمة على التكنولوجيا الخضراء للمعلمين؛ لتمكينهم من تحسين

ممارساتهم التدريسية وتصميم استراتيجيات تعزز اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء والوعي البيئي لدى الطلبة في مراحل عمرية مختلفة.

حدود الدراسة ومحدداتها

يقتصر تعميم نتائج هذه الدراسة ضمن الحدود الآتية:

- **الحدود المكانية:** أجريت الدراسة في مدرسة عمراوة الثانوية المختلطة في لواء الرمثا بمحافظة إربد بالأردن.
- **الحدود الزمانية:** أجريت الدراسة خلال الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي 2024/2023.
- **الحدود البشرية:** أجريت الدراسة على عينة من طالبات الصف العاشر الأساسي في مدرسة عمراوة الثانوية المختلطة في لواء الرمثا بمحافظة إربد.
- **الحدود الموضوعية:** اقتصرت الدراسة على مفاهيم التكنولوجيا الخضراء ومجالاتها وتطبيقاتها التي حددتها الباحثة في البرنامج التعليمي المقترح، وتتمثل بالطاقة الخضراء، المباني الخضراء، الكيمياء الخضراء.

محددات الدراسة

يتحدد تعميم نتائج الدراسة في تصميم الأدوات المستخدمة في القياس ومدى صدقها وثباتها، ومدى مناسبة محتوى المادة التعليمية في البرنامج التعليمي لعينة الدراسة، وطبيعة إجراءات الدراسة وفق البرنامج التعليمي المقترح ودقتها وسلامة تنفيذها، ومدى جدية ودقة عينة الدراسة في الإجابة على أدواتها.

المصطلحات والتعريفات الإجرائية

- **البرنامج التعليمي:** عرفه صبري (Sabry, 2002: 154) بأنه "كل ما يتلقاه الفرد داخل أي مؤسسة تعليمية أو خارجها من خبرات هادفة ينتج عنها تغيير في سلوكه المعرفي، والمهاري، والوجداني، على نحو مرغوب، وقد يكون البرنامج التعليمي ذاتيا فرديا أو جماعيا أو جماهيريا". ويعرف إجرائيا بأنه مجموعة جلسات تعليمية تتضمن أنشطة وخبرات ومهارات مخططة لها من حيث صياغة النتاجات العامة والإجرائية والمحتوى وأساليب التدريس واستراتيجيات التقويم وأدواته

لتقديم أهم ما ينبغي معرفته عن التكنولوجيا الخضراء لطالبات الصف العاشر الأساسي في جلسات البرنامج؛ لإكسابهنَ المفاهيم المتعلقة بها وتنمية الوعي البيئي.

- **التكنولوجيا الخضراء:** عرفها سيكيومار (Sukumar, 2019: 153) بأنها "تقنية علاج بيئي مستدامة تقلل من الأضرار البيئية الناتجة عن المنتجات والتقنيات لراحة الناس، وجعل حياتهم أسهل وأكثر أمانا، فتدعم استخدام الموارد العضوية الطبيعية، وتعزز إنتاج المزارع وربحيتها مع تقليل التدمير البيئي وحماية الموارد الطبيعية". وتعرف إجرائيا بأنها مصطلح علمي واسع يشمل المجالات (الطاقة الخضراء (المتجددة)، الكيمياء الخضراء، تكنولوجيا النانو الخضراء، المباني الخضراء، تكنولوجيا المعلومات النظيفة، الاستدامة، تقليل النفايات وإعادة التدوير، تقليل التلوث، ترشيد استهلاك الموارد الطبيعية، تطوير وابتكار بدائل للتقنيات والمواد المضرّة؛ للحفاظ على البيئة وصحة الكائنات الحية)، يستدل عليه ذهنياً ويكتسب مفاهيمه طلبة الصف العاشر الأساسي نتيجة تعرضهم للبرنامج التعليمي القائم على التكنولوجيا الخضراء.

- **اكتساب المفهوم العلمي:** عرفه ديفز (Daivis, 1978:13) بأنه "قدرة الطالب على التمييز بين أمثلة المفهوم من لا أمثلته، وتحديد الخصائص والشروط الكافية ليكون أي مثال هو مثال على ذلك المفهوم". ويعرف إجرائيا بأنه مجموعة المفاهيم والمصطلحات والمعارف المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء والتي تكتسبها طالبة الصف العاشر الأساسي نتيجة المرور بالمعالجة التجريبية، ويقاس بالدرجة التي تحصل عليها الطالبة على اختبار اكتساب مفاهيم التكنولوجيا الخضراء المعد في هذه الدراسة.

- **الوعي البيئي:** عرفته جاد (Gad, 2007: 11) بأنه "إدراك الفرد لدوره في مواجهة البيئة أو مساعدة الأفراد والجماعات على اكتشاف الوعي بالبيئة ومشكلاتها، وهو إدراك قائم على المعرفة بالعلاقات والمشكلات البيئية من حيث أسبابها وآثارها ووسائلها". ويعرف إجرائيا بأنه اكتساب طالبة الصف العاشر الأساسي القاعدة المعرفية البيئية بالقدر الذي تجعلها تشعر بالمسؤولية البيئية في التعامل مع القضايا والمشكلات البيئية، والمشاركة عن فهم وإدراك في اقتراح الحلول المناسبة لها، وممارسة السلوكيات الإيجابية نحو البيئة، ويقاس من خلال المتوسطات الحسابية لاستجابات الطالبات على مقياس الوعي البيئي المعد في هذه الدراسة.

منهج الدراسة

اتبعت الدّراسة المنهج شبه التجريبي ذو التصميم التجريبي لقياسين قبلي وبعدي لمجموعة واحدة، حيث اختيرت شعبة واحدة من طالبات الصف العاشر، وطبق عليهن اختبار اكتساب المفاهيم ومقياس الوعي البيئي، ثم خضعنّ للبرنامج التعليمي القائم على التكنولوجيا الخضراء، ثم تطبيق الأداتين مرة أخرى.

أفراد الدراسة

تكون أفراد الدراسة من (34) طالبة من طالبات الصف العاشر الأساسي في مدرسة عمراوة الثانوية المختلطة التابعة لمديرية التربية والتعليم للواء الرمثا في الفصل الأول من العام الدراسي 2023/2022م كون الباحثة تعمل بها، حيث تم اختيار أحد شعب الصف العاشر عشوائيًا من بين أربع شعب، وخضعنّ للبرنامج التعليمي المقترح القائم على التكنولوجيا الخضراء.

أدوات الدراسة

أولاً: اختبار اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء

قامت الباحثة بالرجوع إلى الأدب النظري والدراسات السابقة التي تناولت اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء كدراسة العزب (Al-Azab, 2020)، ودراسة شاهين (Shaheen, 2016)، وكذلك الاستعانة بمعلمي العلوم والمشرفين التربويين في وزارة التربية والتعليم بالإضافة إلى خبرة الباحث في تخصص العلوم على وجه الخصوص؛ وذلك لبناء اختبار اكتساب المفاهيم المتعلقة في التكنولوجيا لأغراض هذه الدراسة.

تم إعداد فقرات الاختبار بالاعتماد على الأهداف المحددة في المادة التعليمية للبرنامج التعليمي والتي تشمل مجالات (التكنولوجيا الخضراء، الطاقة الخضراء، المباني الخضراء، الكيمياء الخضراء)، حيث تكون في صورته النهائية من (35) فقرة من نوع الاختيار من متعدد وزعت في خمسة أبعاد، وهي (تحديد الدلالة اللفظية، اكتشاف المفهوم العلمي، تفسير الملاحظات، استخدام المفهوم العلمي في الاستدلال والتعميم، استخدام المفهوم العلمي في حل المشكلات)، وبواقع سبع فقرات لكل بعد، وتم اعتماد إجابة واحدة صحيحة من البدائل الأربعة لكل فقرة، لذلك فإن العلامة العظمى لاختبار اكتساب المفاهيم العلمية هي العلامة (35)، والعلامة الدنيا (صفرًا).

صدق محتوى اختبار اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء

للتحقق من صدق محتوى الاختبار، تمَّ عرضه بصورته الأولية على مجموعة من المحكمين بلغ عددهم (10) من ذوي الخبرة والاختصاص في مناهج العلوم وأساليب تدريسها في عدد من الجامعات الأردنية (جامعة اليرموك، الجامعة الهاشمية، جامعة آل البيت)، ومعلمي العلوم وعدد من المشرفين التربويين في مديرية تربية لواء الرمثا، بهدف إبداء آرائهم في الفقرات، من حيث انتمائها ووضوحها من الناحية اللغوية ومدى مناسبتها، وأي تعديلات أخرى يرونها مناسبة. وبِناءً على ملاحظات المُحكِّمين تم إعادة صياغة بعض الفقرات وتم استبدال ثلاث فقرات ليبقى العدد الكلي للفقرات (35) فقرة.

ثبات اختبار اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء

للتحقق من ثبات الاختبار، طُبّق الاختبار على عينة استطلاعية بلغ حجمها (22) طالبةً من طالبات الصف العاشر الأساسيّ من خارج أفراد الدّراسة، وقُدّر معامل ثبات الاتساق الداخلي (كرونباخ ألفا) للاختبار ككل وبلغت قيمته (0.93)، في حين تراوحت قيمه لأبعاد الاختبار بين (0.88–0.92)، ثم أُعيد تطبيقه على أفراد العينة بعد مضي أسبوعين من التطبيق الأول، وقُدّر معامل ثبات الإعادة (بيرسون) للاختبار ككل بين نتائج مرتيْ التطبيق وبلغت قيمته (0.89)، في حين تراوحت قيمه لأبعاد الاختبار بين (0.80– 0.89)، وجميعها قيم مقبولة لأغراض الدراسة الحاليّة.

معاملات الصعوبة والتمييز للفقرات

طُبّق الاختبار على عينة استطلاعية بلغ حجمها (22) طالبةً من طالبات الصف العاشر الأساسيّ من خارج أفراد الدّراسة، وتم حساب معاملات الصعوبة للفقرات، حيث تراوحت بين (0.27–0.64) ، في حين تراوحت قيم معاملات التمييز بين (0.27– 0.82)، وهي مقبولة ومناسبة لأغراض هذه الدّراسة (عودة، 2014)، كما تم تحسين وتعديل الفقرات ذات معاملات التمييز الأقل من 0.40، من حيث الصياغة اللغوية، وإعادة النظر في بدائل تلك الفقرات.

ثانياً: مقياس الوعي البيئي

تم بناء مقياس الوعي البيئي بالاستعانة بمقاييس الوعي البيئي التي أعدها زروالي (Zerouali, 2021)، والبوريشة (Al-Bourisha, 2019)، وعلاوين وعياصرة (Alawin & Al-Ayasrah, 2014)، والضمور (Al-Damour, 2010)، وصقار (Saqqar, 2007)، وتكون في صورته النهائية من (45) فقرة موزعة على ثلاثة مجالات هي: (المجال المعرفي، والمجال الوجداني، والمجال المهاري)، لكل مجال (15) فقرة، وتم تدريج مستوى الإجابة على كل فقرة وفق مقياس ليكرت الخماسي بخمس مستويات هي: كبيرة جداً (5 درجات)، كبيرة (4 درجات)، متوسطة (3 درجات)، منخفضة (2 درجتان)، منخفضة جداً (1 درجة واحدة).

صدق محتوى مقياس الوعي البيئي

للتحقق من صدق محتوى المقياس، ومدى ملائمة الفقرات ووضوحها، عُرض المقياس بصورته الأولية على (10) من المحكمين من ذوي الخبرة والاختصاص في مناهج العلوم وأساليب تدريسها في عدد من الجامعات الأردنية (جامعة اليرموك، الجامعة الهاشمية، جامعة آل البيت)، ومعلمي العلوم وعدد من المشرفين التربويين في مديرية تربية لواء الرمثا، بهدف إبداء آرائهم في الفقرات، من حيث انتمائها ووضوحها من الناحية اللغوية ومدى مناسبتها، وأي تعديلات أخرى يرونها مناسبة. وبناءً على ملاحظات المُحكِّمين تم إعادة صياغة بعض الفقرات، وتم التعديل على الفقرات في ضوء مقترحاتهم.

صدق البناء لمقياس الوعي البيئي

لاستخراج دلالات صدق البناء للمقياس، ولمزيد من التثبّت من مدى ملاءمة فقرات المقياس؛ حُسبت معاملات الارتباط المُصحح (Corrected Item-Total Correlation) لارتباط الفقرة بالمجال الذي تنتمي اليه وبالمقياس ككل، حيث استخرجت معاملات ارتباط كل فقرة والدرجة الكلية، وبين كل فقرة والمجال الذي تنتمي إليه، بعد تطبيق الأداة على عينة استطلاعية من خارج عينة الدراسة تكونت من (22) طالبة من طالبات الصف العاشر الأساسيّ وتراوحت معاملات ارتباط الفقرات مع الأداة ككل ما بين (0.44-0.79)، ومع المجال (0.39-0.86)، وجميع قيم معاملات الارتباط المُصحح أكبر من (0.20) ومقبولة ومناسبة لأغراض هذه الدّراسة.

ثبات مقياس الوعي البيئي

للتحقق من ثبات المقياس، طُبّق على عينة استطلاعية تكونت من (22) طالبة من طالبات الصف العاشر الأساسي، وقُدّر معامل ثبات الاتساق الداخلي (كرونباخ ألفا) للمقياس ككل بلغت قيمته (0.94)، في حين تراوحت قيمه لمجالات المقياس بين (0.88– 0.95)، وأُعيد تطبيقه عليهم بعد مضي أسبوعين من التطبيق الأول، وقُدّر معامل ثبات الإعادة (بيرسون) للمقياس ككل بين نتائج مرتيْ التطبيق وبلغت قيمته (0.84)، في حين تراوحت قيمه لمجالات المقياس بين (0.78– 0.86)، وجميعها قيم مقبولة لأغراض الدراسة الحاليّة.

متغيرات الدراسة

المتغير المستقل، وهو: البرنامج التعليمي المقترح القائم على التكنولوجيا الخضراء.

المتغيرات التابعة، وتشمل: اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء، والوعي البيئي.

إجراءات تطبيق الدراسة

لتحقيق أهداف الدراسة؛ اتبعت الدراسة الإجراءات التالية:

–تحديد مشكلة الدراسة وأسئلتها ومتغيراتها.

–الاطلاع على الأدب النظري والدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع الدراسة.

–تطوير وبناء أدوات الدراسة بصورتها الأولية.

–التواصل مع السادة المحكمين لتحكيم أدوات الدراسة بصورتها الأولية.

–التحقق من صدق الأدوات وثباتها.

–إخراج الأدوات بصورتها النهائية.

–تحديد مجتمع الدراسة الكلي، واختيار العينة والمتمثلة بالمجموعة التجريبية.

–الحصول على كتاب تسهيل مهمة، من جامعة اليرموك إلى مديرية التربية والتعليم لواء الرمثا.

–اجراء التطبيق القبلي لأدوات الدراسة على مجموعة الدراسة (التجريبية).

–تدريس المادة التعليمية للبرنامج التعليمي القائم على التكنولوجيا الخضراء لمجموعة الدراسة.

–اجراء التطبيق البعدي لأدوات الدراسة على مجموعة الدراسة (التجريبية).

–تفريغ البيانات الكترونيًا وإدخالها إلى جهاز الحاسوب.

–معالجة البيانات وتحليلها إحصائياً باستخدام برنامج (SPSS).

-استخراج النتائج وعرضها، وتفسيرها، ومناقشتها، والخروج بالتوصيات والمقترحات.

نتائج الدراسة ومناقشتها

أولاً: النتائج المتعلقة بالسؤال الأول

نص هذا السؤال على "**ما أثر برنامج تعليمي مقترح قائم على التكنولوجيا الخضراء في اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء لدى طالبات الصف العاشر الأساسي**". وقد انبثق عن هذا السؤال **الفرضية الصفرية الرئيسية الأولى** الآتية: " لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند (α=0.05) بين المتوسطين الحسابيين القبلي والبعدي لاكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء على الاختبار ككل وعلى كل بعد من أبعاده يُعزى للبرنامج التعليمي القائم على التكنولوجيا الخضراء". وللإجابة عن هذا السؤال والتحقق من فرضياته، تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية القبلية والبعدية، لأداء أفراد الدراسة على فقرات اختبار اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء مُجتمعةً وكل بعد من أبعاده، وجدول (1) يوضح ذلك.

جدول (1) : المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية القبلية والبعدية، لأداء أفراد الدراسة على فقرات اختبار اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء مُجتمعةً وعلى كل بعد من أبعاده

البعد	القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
تحديد الدلالة اللفظية	القبلي	3.59	1.743
	البعدي	5.41	1.579
اكتشاف المفهوم العلمي	القبلي	2.47	1.562
	البعدي	5.00	2.015
تفسير الملاحظات	القبلي	3.56	1.260
	البعدي	4.97	1.547
استخدام المفهوم في الاستدلال والتعميم	القبلي	3.38	2.000
	البعدي	4.91	2.094
استخدام المفهوم في حل المشكلات	القبلي	2.88	1.274
	البعدي	4.62	1.792
اكتساب المفاهيم	القبلي	15.88	4.965
	البعدي	24.91	7.060

يبين الجدول (1) وجود فرق ظاهري بين المتوسطين الحسابيين القبلي والبعدي لأداء أفراد الدراسة على فقرات اختبار اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء مُجتمعةً وعلى كل بعد من أبعاده، ولمعرفة الدلالة الإحصائية للفروق الظاهري لصالح أي من القياسين القبلي أم البعدي؛ تم استخدام اختبار (ت) لعينتيْن مترابطتيْن، والجدول (2) يبين ذلك.

الجدول (2): نتائج اختبار (ت) لعينتيْن مترابطتيْن للكشف عن الدلالة الإحصائية للفرق بين المتوسطين الحسابيين القبلي والبعدي لأداء أفراد الدراسة على فقرات اختبار اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء مُجتمعةً وعلى كل بعد من أبعاده

البعد	القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة ت	درجة الحرية	الدلالة الإحصائية	حجم الأثر	مستوى حجم الأثر
تحديد الدلالة اللفظية	القبلي	3.59	1.743	6.477	33	0.000*	1.11	كبير
	البعدي	5.41	1.579					
اكتشاف المفهوم العلمي	القبلي	2.47	1.562	7.851	33	0.000*	1.35	كبير
	البعدي	5.00	2.015					
تفسير الملاحظات	القبلي	3.56	1.260	5.994	33	0.000*	1.03	كبير
	البعدي	4.97	1.547					
استخدام المفهوم في الاستدلال والتعميم	القبلي	3.38	2.000	4.788	33	0.000*	0.82	كبير
	البعدي	4.91	2.094					
استخدام المفهوم في حل المشكلات	القبلي	2.88	1.274	4.615	33	0.000*	0.79	متوسط
	البعدي	4.62	1.792					
اكتساب المفاهيم	القبلي	15.88	4.965	8.398	33	0.000*	1.44	كبير
	البعدي	24.91	7.060					

*ذات دلالة إحصائية عند (α=0.05)

يلاحظ من الجدول (2) أن قيمة الدلالة الإحصائية للفرق بين المتوسطيْن الحسابييْن القبلي والبعدي لأداء أفراد الدراسة على فقرات اختبار اكتساب المفاهيم مُجتمعةً وعلى كل بعد من أبعاده بلغت (0.000)، وهي أقل من مستوى الدلالة الإحصائية (α =0.05)؛ مما يدل على رفض

الفرضية الصفرية وقبول البديلة التي تنص على: "يوجد فرق دال إحصائيًا عند ($\alpha = 0.05$) بين المتوسطين الحسابيين القبلي والبعدي لاكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء ككل وعلى كل بعد من أبعاده، يُعزى للبرنامج التعليمي المقترح القائم على التكنولوجيا الخضراء". بمعنى يوجد أثر للبرنامج التعليمي المقترح في اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء.

ولمعرفة حجم هذا الأثر؛ حُسب مؤشر كوهن (Cohen, 1988) وبلغ قيمته على الاختبار ككل (1.44)؛ الذي يدل على حجم أثر كبير للبرنامج التعليمي المقترح القائم على التكنولوجيا الخضراء في اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء، كما بلغ حجم الأثر لبعد تحديد الدلالة اللفظية (1.11)، ولبعد اكتشاف المفهوم العلمي (1.35)، ولبعد تفسير الملاحظات (1.03)، ولبعد استخدام المفهوم في الاستدلال والتعميم (082)، ولبعد استخدام المفهوم في حل المشكلات (0.79)، وجميعها جاءت بحجم أثر كبير باستثناء بعد واحد جاء بحجم أثر متوسط وهو "استخدام المفهوم في حل المشكلات".

وقد تعزى هذه النتيجة المتعلقة باكتساب الطالبات للمفاهيم العلمية المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء إلى أن البرنامج التعليمي القائم على التكنولوجيا الخضراء، اشتمل على أنشطة متنوعة، وأدوات ومهارات مخططة من حيث صياغة النتاجات العامة والإجرائية، واشتمل على محتوى وخبرات تعليمية تتضمن أهم ما ينبغي معرفته عن التكنولوجيا الخضراء ومجالاتها. كما أن البرنامج التعليمي وفر الفرص التعليمية الكافية لتفاعل أفراد عينة الدراسة ومساهمتهم في بناء المجسمات، والنماذج، وتطويرها، والانخراط في التجارب العملية، والقضايا البحثية، والتقارير العلمية، والأنشطة التي تقوم على تنفيذ المهمات المرتبطة بمفاهيم التكنولوجيا الخضراء ومجالاتها، الأمر الذي ساعد الطالبات في بناء نماذج عقلية مبنية على خبرات حسية للمفاهيم العلمية وبالتالي إضفاء معاني أكثر وضوحاً وعمقًا للمفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء في بناهم المعرفية الذهنية.

كما يمكن أن تعزى النتائج إلى أن الجلسات التعليمية للبرنامج التعليمي تضمنت استراتيجيات تدريس قائمة على التعلم النشط المتمركز حول الطالب، وهذا بدوره ربما أسهم في زيادة دافعية الطالبات للانخراط في العمل بتنفيذ الأنشطة والمشاركة فيها، وخلق مناخا تعليميا ممتعا وهادفا عزز التفاعل والتواصل الفعال والمستمر بين المعلمة والطالبات في أثناء الجلسات التعليمية، مما ولد تأثيرًا إيجابيًا في اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء. كما استخدم في الجلسات التعليمية للبرنامج استراتيجية وأدوات التقويم المعتمد على الأداء، والتي من خلالها استطاعت المعلمة قياس تعلم المفهوم أو الاستدلال على صحة اكتسابه وتكوينه وسلامة بنائه لدى الطالبات،

من خلال قياس قدرة الطالبة على تحديد الدلالة اللفظية، وقدرة الطالبة على اكتشاف المفهوم بتطبيق عمليات التمييز والتصنيف والتعميم المرتبط بالمفهوم، ومن خلال قياس قدرة الطالبة على تفسير الملاحظات والمشاهدات باستخدام ما تم تعلمه من مفاهيم علمية، ومن خلال قياس قدرة الطالبة على استخدام المفهوم في الاستدلال والتعميم، ومن خلال قياس قدرة الطالبة على استخدام المفهوم في حل المشكلات بتطبيق المفهوم في مواقف تعليمية تعلمية جديدة وقضايا ومشكلات بيئية حياتية، وكل هذا ساعد الطالبات على اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء. كما ربما تعزى هذه النتيجة إلى طبيعة محتوى المادة التعليمية للبرنامج والتنوع بطريقة عرضها للطالبات، حيث احتوت المادة التعليمية على أسئلة محيرة وناقدة، وقضايا ومشكلات بيئية مثيرة للنقاش والجدل بحيث تتطلب مهارات تفكير عليا، ومهارات العمل الجماعي والتعاون والتفاعل، وتحمل مسؤولية اتخاذ القرارات وتبريرها بأدلة علمية يتم تقديمها من خلال البحث عنها، كما وتم التنوع بأساليب عرض المادة التعليمية كاستخدام الحاسوب وبرمجية البوربوينت (PowerPoint) المصحوبة بتأثيرات الصوت واللون، وجهاز العرض (DataShow)، والتجارب العملية التي تتطلب استخدام العقل واليدين معا، وكل هذا يجذب ويشوق الطالبات ويستثير دافعيتهم للتعلم وفهم محتوى التعلم بشكل أعمق، ويكسبهم توجهات إيجابية تزيد من رغبتهم واهتمامهم تجاه اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراءمن خلال امتلاكهم القدرة على تكوين صورة ذهنية صحيحة تخلو من الخطأ المفاهيمي حولها.

كما ساهم البرنامج التعليمي المقترح القائم على التكنولوجيا الخضراء في كسر وتغيير روتين الغرفة الصفية وجعل التعلم حيويا ونشطا من خلال استبدال مكان التعلم المعتاد بمختبر الحاسوب ومختبر العلوم بحسب الجلسات التعليمية، وترتيب الطالبات والأدوار الموكلة إليهن، وبث روح التعاون والتفاوض والمناقشة والتنافس العادل والمناظرة التي أتاحت الفرص للطالبات بالتوسع وإثراء معارفهم بكلمات وأفكار جديدة ساهمت بشكل كبير في اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء.

وقد اتفقت هذه الدراسة في نتائجها مع دراسة عبد المسيح وآخرون (Abdel Masih et al., 2022) التي أشارت إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات التطبيق القبلي والبعدي في اختبار المفاهيم البيئية لصالح التطبيق البعدي، ودراسة العزب (Al-Azab, 2020) التي أظهرت أن محتوى الوحدة المقترحة وما تضـمنته من مفاهيم وموضـوعات ترتبط بالتكنولوجيا الخضراء كان له أثر كبير في اكتسـاب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء وتنمية الوعي بها، ودراسة عبد المسيح وآخرون (Abdel Masih et al., 2020) التي أسفرت عن

فاعلية الأنشطة المقترحة في تنمية تنور الطلبة بمفاهيم التكنولوجيا الخضراء، ودراسة شاهين (Shaheen, 2016) التي أشارت إلى تأثير الوحدة المقترحة على اكتساب الطالبات لمفاهيم الطاقة الخضراء، والتي تعد مجالا من مجالات التكنولوجيا الخضراء.

ثانياً: النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني

نص هذا السؤال على "**ما أثر برنامج تعليمي مقترح قائم على التكنولوجيا الخضراء في تنمية الوعي البيئي لدى طالبات الصف العاشر الأساسي؟**". وقد انبثق عن هذا السؤال **الفرضية الصفرية** الآتية: " لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين المتوسطين الحسابيين القبلي والبعدي لتنمية الوعي البيئي على مستوى المقياس ككل وعلى مستوى كل بعد من أبعاده يُعزى للبرنامج التعليمي القائم على التكنولوجيا الخضراء".

وللإجابة عن هذا السؤال واختبار فرضيته، تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية القبلية والبعدية، لأداء أفراد الدراسة على فقرات مقياس الوعي البيئي مُجتمعةً وعلى كل مجال من مجالاته، والجدول (3) يبين ذلك.

الجدول (3): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية القبلية والبعدية، لأداء الطالبات على فقرات مقياس الوعي البيئي مُجتمعةً وعلى كل مجال من مجالاته

المجال	القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
المعرفي	القبلي	3.33	0.38
	البعدي	4.08	0.43
الوجداني	القبلي	3.58	0.42
	البعدي	4.17	0.46
المهاري	القبلي	3.38	0.41
	البعدي	3.95	0.57
تنمية الوعي البيئي ككل	القبلي	3.43	0.28
	البعدي	4.07	0.43

يتبين من الجدول (3) وجود فرق ظاهري بين المتوسطين الحسابيين القبلي والبعدي لأداء أفراد الدراسة على مقياس الوعي البيئي مُجتمعةً وعلى كل مجال من مجالاته، ولمعرفة الدلالة الإحصائية لذلك الفرق الظاهري ولصالح أي من القياسين القبلي أم البعدي؛ تم استخدام اختبار (ت) لعينتيْن مترابطتيْن، والجدول (4) يبين ذلك.

الجدول (4): نتائج اختبار (ت) لعينتيْن مترابطتيْن للكشف عن الدلالة الإحصائية للفرق بين المتوسطين الحسابيين القبلي والبعدي لأداء الطالبات على فقرات مقياس الوعي البيئي مُجتمعةً وعلى كل مجال من مجالاته

المجال	القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة ت	درجة الحرية	الدلالة الإحصائية	حجم الأثر	مستوى حجم الأثر
المعرفي	القبلي	3.33	0.38	8.581	33	0.000*	1.47	كبير
	البعدي	4.08	0.43					
الوجداني	القبلي	3.58	0.42	5.625	33	0.000*	0.97	كبير
	البعدي	4.17	0.46					
المهاري	القبلي	3.38	0.41	5.355	33	0.000*	0.92	كبير
	البعدي	3.95	0.57					
تنمية الوعي البيئي	القبلي	3.43	0.28	8.168	33	0.000*	1.40	كبير
	البعدي	4.07	0.43					

*ذات دلالة إحصائية عند ($\alpha = 0.05$)

يلاحظ من الجدول (4) أن قيمة الدلالة الإحصائية للفرق بين المتوسطيْن الحسابييْن القبلي والبعدي لأداء أفراد الدراسة على فقرات مقياس الوعي البيئي مُجتمعةً وعلى كل بعد من أبعاده بلغت (0.000) وهي أقل من مستوى الدلالة الإحصائية (α=0.05)؛ مما يدل على **رفض الفرضية الصفرية وقبول البديلة التي تنص على: "يوجد فرق دال إحصائيًا عند** (α=0.05) **بين المتوسطين الحسابيين القبلي والبعدي لتنمية الوعي البيئي على المقياس ككل وعلى كل بعد من أبعاده يُعزى للبرنامج التعليمي المقترح القائم على التكنولوجيا الخضراء"**. بمعنى يوجد أثر للبرنامج التعليمي المقترح القائم على التكنولوجيا الخضراء في تنمية الوعي البيئي، ولمعرفة حجم

هذا الأثر؛ حُسب مؤشر كوهن (Cohen, 1988) الذي بلغت قيمته على المقياس ككل (1.40)، وللمجال المعرفي (1.47)، وللمجال الوجداني (0.97)، وللمجال المهاري (0.92)، وجميعها جاءت بحجم أثر كبير للبرنامج التعليمي المقترح القائم على التكنولوجيا الخضراء في تنمية الوعي البيئي ككل.

لقد عبرت هذه النتائج عن وجود أثر للبرنامج التعليمي المقترح القائم على التكنولوجيا الخضراء في تنمية الوعي البيئي ومجالاته (المعرفية، والمهارية، والوجدانية) لدى الطالبات، مما يؤكد على أهمية مفاهيم التكنولوجيا الخضراء ومجالاتها وتطبيقاتها العملية التي تم تقديمها في جلسات البرنامج التعليمي المقترح لتنمية وعيهم البيئي، وقد يرجع ذلك إلى أمور متعددة، منها طبيعة المعارف العلمية والبيئية المرتبطة بالتكنولوجيا الخضراء ومجالاتها المطروحة في جلسات البرنامج التعليمي، وما تحتويه هذه الجلسات التعليمية من أنشطة تدريبية هادفة ومشوقة ومتنوعة مرتبطة بواقع حياة الطالبات، فتثير اهتمامهم وتجذب انتباههم وتنمي لديهم الحس البيئي؛ لزيادة استعدادهم لتقبل المعارف العلمية والبيئية والتفاعل معها إيجابيا في حياتهم اليومية، من خلال التفكير الواعي والمدرك بناء على تلك المعارف المتعلمة لمحاولة الإسهام في إيجاد حلول حقيقية وقابلة للتطبيق للتساؤلات المحيرة والمواقف التعليمية المعروضة. كما أن التعلم باستخدام البرنامج التعليمي المقترح القائم على التكنولوجيا الخضراء يعد موضوعاً جديداً عند الطالبات، ومن المعروف أن كل ما هو جديد دائما يمتاز بالغموض فيزيد الدافعية والتشويق ويولد الإثارة والحماس والفضول وحب الاستطلاع لتعلمه، ويغرس لديهم الشعور بالمسؤولية تجاه البيئة والحفاظ عليها وعلى مواردها الطبيعية نتيجة لنمو وعيهم البيئي وتعزيزه.

وقد تعزى هذه النتائج إلى أن البرنامج التعليمي المقترح القائم على التكنولوجيا الخضراء تم بناؤه بحيث يسلط الضوء على أبرز القضايا والمشكلات البيئية الناجمة عن التلوث الذي أدى إلى اختلال التوازن بالأنظمة البيئية، وكيفية مواجهتها والتغلب عليها بأساليب وتقنيات نظيفة صديقة للبيئة من خلال استخدام تطبيقات التكنولوجيا الخضراء ومجالاتها؛ لضمان تحقيق التنمية المستدامة لتلبية احتياجتنا كأجيال حالية واحتياجات الأجيال المستقبلية، وهذا بدوره أتاح الفرص التعليمية الكافية أمام الطالبات لتكوين رؤية أكثر وضوحًا للتنبؤ بالقضايا والمشكلات البيئية المستقبلية، كما زاد من الدافعية الداخلية والإحساس والحماس والمسؤولية الذاتية للطالبات تجاه التعامل مع تلك القضايا والمشكلات البيئية، والسعي للتصدي لها احتراما للبيئة وحفاظا عليها وعلى موادرها الطبيعية من الاستنزاف، مما جعل الطالبات أكثر وعيا وفهما وإدراكا وتصورا لها، من خلال الشعور بتلك

القضايا والمشكلات وتحديدها وامتلاك المهارات التي تمكنهم من وضع الخطط المقترحة القابلة للتنفيذ المبنية على أسس معرفية متينة من أجل حياة أفضل في المستقبل من جميع النواحي، ويعد ذلك ممارسة صريحة لتنمية الوعي البيئي لدى الطالبات.

كما وقد تعزى هذه النتيجة إلى استحواذ البرنامج التعليمي المقترح القائم على التكنولوجيا الخضراء على اهتمام الطالبات ودمجهم في البحث والتقصي من خلال الموضوعات المتعلقة بالتنمية المستدامة والتكنولوجيا الخضراء ومجالاتها المتنوعة، التي تم عرضها بأساليب تثير تفكيرهم وتنمي وعيهم البيئي للتوصل إلى حلول للقضايا والمشكلات المطروحة عليهم، كما عمل أفراد عينة الدراسة في مجموعات تعاونية مما ساهم في تنمية الوعي البيئي من خلال زيادة فرص التوسع وإثراء المعارف بالتحليل والمناقشة وتبادل الأفكار والآراء، وإدراك مدى تأثير هذه القضايا والمشكلات على حياتهم ومجتمعهم، والسعي الجاد لتقديم الحلول المنطقية للقضايا والمشكلات المطروحة كالتلوث البيئي بأنواعه، واختلال الأنظمة البيئية، واستنزاف موارد البيئة الطبيعية، واستنزاف مصادر الطاقة، والآثار السلبية للطاقة التقليدية غير المتجددة، والتغيرات المناخية، وانبعاثات الغازات الدفيئة، والاحتباس الحراري، وتراكم النفايات، واستخدام المواد الكيميائية الخطيرة، مما جعل أفراد عينة الدراسة أكثر وعيا بيئيا معرفيا ومهاريا ووجدانيا نظرا لوضوح هذه القضايا والمشكلات البيئية في بناهم المعرفية.

كما وأن التواصل والتفاوض الاجتماعي النشط والفعال بين الفرد والمحتوى التعليمي للبرنامج ومع بعضهم البعض، والمناقشات التي أجرتها المعلمة أثناء تطبيق البرنامج التعليمي ساعدت على تعزيز وعي الطالبات بالبيئة، وكان للتنافس بين الأفراد داخل المجموعات آثار إيجابية على استعدادهم وجاهزيتهم عن رغبة للمشاركة في الأنشطة المتنوعة، مما كان له بالمقابل آثار إيجابية على تنمية وعيهم البيئي، بالإضافة إلى التعزيزات والمكافآت والجوائز الفورية لأفراد عينة الدراسة الذين اتبعوا الممارسات الخضراء في سلوكهم من خلال إطلاق مبادرة الطالبة الخضراء في إحدى الجلسات التعليمية للبرنامج، شجعهم على اتباع المزيد من السلوكيات البيئية الصحيحة الناجمة عن وعيهم البيئي.

كما يمكن أن يعزى الأثر الإيجابي للبرنامج في تنمية الوعي البيئي لدى الطالبات، إلى التنويع بالأنشطة الخضراء المعروضة في جلسات البرنامج كالمسابقات الإبداعية الخضراء مثل أفضل رسمة خضراء، وأفضل نموذج ومجسم أخضر، وأفضل لوحة جدارية للمباني الخضراء، بالإضافة إلى التنوع باستراتيجيات التدريس التي تلائم مفاهيم التكنولوجيا الخضراء، واستراتيجيات التقويم

الخضراء المستمرة المعتمدة على المشروعات كمشروع إعاد التدوير، مما ساعدت جميعها على تنمية الوعي البيئي لدى الطالبات.

وقد اتفقت الدراسة الحالية في نتائجها مع دراسة كاديونو وآخرون (Kadiyono et al., 2019) التي أشارت بأن تركيز التعليم ينبغي أن يبنى على إدخال التكنولوجيا الخضراء الصديقة للبيئة منذ سن مبكرة، وتوفير المواد فيما يتعلق بنظام عمل التكنولوجيا الخضراء؛ لتحقيق فهم شامل يرفع وعي الطلاب للمشاركة في أنشطة الحفاظ على البيئة من خلال استخدام التكنولوجيا الخضراء، ودراسة ماركاكي (Markaki, 2014) التي أشارت إلى ضرورة ربط التعليم البيئي بنجاح وبشكل دائم بالسياقات المهنية من خلال تدريب الجيل القادم بشكل صحيح للتعامل القضايا الرئيسية مثل التنمية المستدامة وتغير المناخ؛ لتعزيز وعيهم بالعلوم الخضراء واتخاذ قرارات سليمة بشأن حياتهم المهنية المستقبلية، ودراسة البركات والوديان (Al- Barakat & Al -Widyan, 2016) التي أظهرت أثر إيجابي لبرنامج قائم على المدخل البيئي في تنمية الوعي البيئي لدى أفراد المجموعة التجريبية الذين طبق عليهم البرنامج مقارنة بأفراد المجموعة الضابطة، وأن هناك عدد من مظاهر الوعي البيئي تعززت لدى أفراد الدراسة.

التوصيات

بناءً على ما توصلت إليه الدراسة من نتائج فإنها توصي بالآتي:

-إعادة تطبيق البرنامج التعليمي المقترح القائم على التكنولوجيا الخضراء وقياس أثره في اكتساب المفاهيم المتعلقة بها وتنمية الوعي البيئي لمراحل عمرية مختلفة.

-تطوير برامج تدريبية قائمة على التكنولوجيا الخضراء للمعلمين؛ لتمكينهم من تحسين ممارساتهم التدريسية وتصميم استراتيجيات تعزز اكتساب المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء والوعي البيئي.

-لفت أنظار القائمين على إعداد مناهج العلوم بضرورة تضمين مفاهيم التكنولوجيا الخضراء ومجالاتها وتطبيقاتها في كتب العلوم المدرسية في المراحل الدراسية المختلفة لما لها من أثر في اكتساب المفاهيم العلمية والبيئية وتنمية الوعي البيئي بالتعامل مع القضايا والمشكلات البيئية المحيطة.

-عقد دورات وورش عمل للمعلمين؛ لتعريفهم بكيفية تفعيل البرنامج وتطويره لضمان اكتساب الطلبة للمفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء وتنمية الوعي البيئي لديهم بشكل أعمق.

-إجراء دراسات مستقبلية تتناول بناء برامج تعليمية قائمة على التكنولوجيا الخضراء وقياس أثرها بمتغيرات أخرى كالتفكير الإيجابي، والتفكير الإبداعي، وعادات العقل، والاستدامة البيئية.

References

Abdel Fattah, Sh. (2022). A program in green technology to develop future thinking and scientific sense among students of the College of Education. Journal of Faculty of Education Assiut University, 38(1), 6-4.

Abdel Halim, A. (2015). Biological and medical ethics. Dar AlMandumah.

Abdel Masih, S. (2004). The effectiveness of a program for developing environmental awareness among science teachers in the middle school and the possibility of predicting their environmental behavior.

Egyptian Journal of Educational Sciences, 7(2), 121-167.

Abdel Masih, S, Asr, A., & Hussein, S. (2022).

A proposed program for developing skills and concepts related to the green family based on an investigation using multimedia among preparatory school students. Egyptian Journal of Educational Sciences, 24(3), 78-114.

Abdel Masih, S., Mustafa, A., & Sobhi, I. (2020).

Suggested activities based on green technology concepts to develop environmental enlightenment among middle school students.

Egyptian Journal of Educational Sciences,23(5), 133-165.

Ahmed, B., Abdel Karim, E., & Yassin, A. (2017).

The impact of an educational-learning program according to the concepts of renewable energy and nanotechnology on the technological enlightenment of students in the Chemistry Department.

Journal of Educational and Psychological Research, 14(55), 175-192.

Aita, B. (2013). Issues of science, technology, society and environment included in general science curricula for the first basic stage in Palestine. Journal of the Islamic University of Educational and Psychological Studies, 21(1), 113-150.

Alawin, F., & Al-Ayasrah, A. (2014). The effect of using a strategy that combines the strategies (Predict - Observe - Interpret) and (What do I know - What do I want to know - What did I learn) in acquiring environmental concepts, environmental awareness, and attitudes towards the environment among ninth grade students (Unpublished doctoral dissertation). International Islamic Sciences University, 1-138.

AbuSneineh, O. (2008). The effect of using the brainstorming method in developing achievement and critical thinking in geography among students at the UNRWA College of Educational Sciences in Jordan. An-Najah University Journal of Research (Humanities), 22(5), 12-36.

Awadallah, M. (2012). The impact of the Five E's (5E,s) strategy on developing scientific concepts and science learning processes among seventh-grade female students in Gaza [Unpublished master's thesis]. Islamic University, Gaza, Palestine. Al-Azab, I. (2020).

The effectiveness of a proposed unit on green technology to acquire concepts,develop awareness of them, and the ability to make appropriate decisions regarding them among female undergraduate students at the University of Bisha. Scientific Creation Pioneers Magazine, Twelveth Edition, 264-311.

Al-Bakri, Th. (2012). Green marketing strategies: applications, case studies, previous studies. Ithraa for Publication & Distribution.

Banks, J. (1998). Teaching strategies for social studies, (2nd Ed). Kent State University.

Al- Barakat, A., & Al -Widyan, H. (2016).

The effectiveness of a program based on the environmental approach to teaching science in enhancing environmental awareness among children. Jordanian Journal of Educational Sciences, 12(3), 303-320.

Barbier, E. B. (2010). A global green new deal: Rethinking the economic recovery. Cambridge University Press.

Bhardwaj, M., & Neelam, N. (2015). The advantages and disadvantages of green technology. Journal of Basic and Applied Engineering Research, 2(22), 1957-1960.

Al-Bourisha, A. H. (2019). The level of environmental awareness among geography teachers at the upper and secondary levels in Jordan [unpublished Master's thesis]. College of Educational Sciences, Al al-Bayt University.

Chan, T. C. (Ed.). (2014). Marketing the Green School: Form, Function, and the Future: Form, Function, and the Future. IGI Global.

Cullipher, S. (2015). Research for the advancement of green chemistry practice: studies in atmospheric and educational chemistry [unpublished doctoral dissertation]. University of Massachusetts Boston.

Dallinger, D., & Kappe, C. (2017). Why flow means green–Evaluating the merits of continuous processing in the context of sustainability. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, 7(1), 6-12.

Al-Damour, H. (2010).

Assessing environmental awareness among students of higher education institutions: a case study [unpublished master's thesis].

College of Graduate Studies. The University of Jordan.

Dana, Z. (2009). Mathematical concepts and skills. Dar Al-Fikr.

Davis, E. (1978).

AMODEL for understanding understanding inmathematics. TheArithmeti Teacher, 26(1), 13-17.

Dean, S. (2004). Forming concepts and learning. translated by Najm al-Din Murad Shaker Nassif al-Obaidi. Al Falah Library

Dunlap, R., Van Liere, K., Mertig, A., & Jones, R.. (2000). New trends in measuring environmental attitudes: measuring endorsement of the new ecological paradigm: a revised NEP scale. Journal of social issues, 56(3), 425-442.

Fadel, A., & Al-Khalaf, N. (2021). The role of nanotechnology in achieving the dimensions of sustainable development. Journal of Management and Economics, (129), 406-419.

Fellet, M. (2013). Green Chemistry and Engineering: Towards Asustainble Future. American Chemical Society.

Al-Frejat, Gh. (2008). Environmental education indicators and issues. Arab Diffusion Company.

Gad, Mona. (2007). Environmental education in early childhood. Dar Al Masirah for Publishing.

Ghanem, M. (2023). The role of renewable energy in achieving sustainable development in Egypt. Scientific Journal For Financial and Commercial Studies and Researches, 4(3), 267-319.

Ghanem, T. (2015). A proposed unit in green technology based on the technological design process and its effectiveness in developing technological model design and decision-making skills in the environmental sciences course for third-year secondary school students. Egyptian Journal of Scientific Education, 18(1), 1-54.

AL-Ghazawi, N. (2019). Developing a unit in social studies for the sixth grade of primary school to develop awareness of some contemporary problems in Egyptian society. Journal of Educational and Social Studies-Helwan University, 25(10), 125-191.

Gonzaga, Meah L. (2016). Awareness and Practices in Green Technology of College Students. Applied Mechanics and Material, 848(1), 223-227.

Jasmi, N., Kamis, A., & Farahin, N. (2019). Importance of green technology, Education for Sustainable Development (ESD) and environmental education for students and society. Journal of Engineering Research and Application, 9(2), 56-59.

Al-Juhaishi, B. (2012). Environment and consciousness, a sociological reading. Al-Mustansiriya Journal of Etiquette, 58(1), 15-16.

Kadiyono, A., Harding, D., Hafiar, H., Nugraha, Y., Ma'mun, T., Siswadi, A., & Wibowo, H. (2019, March). The introduction of green technology in increasing green ethos among students. Journal of Physics, 1175(1), 1-6.

Kaur, M., & Sharma, S. (2015). A comparative evaluation of green technology in Indian companies. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 5(3), 302-309.

Khanfar, A., & Khanfar, A. (2016). Environmental Education and Environmental Awareness. Dar Al-Hamid for Publishing and Distribution.

Luken, R., & Van Rompaey, F. (2008). Drivers for and barriers to environmentally sound technology adoption by manufacturing plants in nine developing countries. Journal of Cleaner Production, 16(1), 67-77.

Markaki, V. (2014). Environmental Education through Inquiry and Technology. Science Education International, 25(1), 86-92.

Mazyoud, A. (2008). The role of environmental education in environmental protection and sustainable development. Journal of Educational and Psychological Studies, 24(1), 25-37.

Michaelis, J. U. (1992). Social studies for children: A guide to basic instruction. World Bank Publications.

Mille, T. (2012). A context based approach using green chemistry/bio- remediation principles to enhance interest and learning of organic chemistry in a high school AP chemistry classroom (Doctoral dissertation, UIN SAIZU Purwokeerto). Michigan state university, U.S.A.

Millspaugh, J., & Thompson, F. R. (Eds.). (2011). Models for planning wildlife conservation in large landscapes. Academic Press.

Mousai, R., & Mousai, Z. (2017). The role of renewable energies in achieving sustainable development. Algerian scientific journal platform , 4(1), 391-410.

Pan, S., Fan, C., & Lin, Y. (2019). Development and deployment of green technologies for sustainable environment. Environments, 6(11), 114.

Qamar, M., Ali, W., Qamar, M., & Noor, M. (2021). Green technology and its implications worldwide. The Inquisitive Meridian, 3(1), 1-11.

Al-Qarwani, K. (2013).The role of schools in environmental education and spreading environmental awareness among school students in Salfit Governorate from the point of view of male and female teachers.

Journal of Al-Quds Open University for Educational and Psychological Research and Studies, 1(4), 299-350.

Rabie, A. M., Rabie, H. M., & Rabie, A. (2009). Environmental Education. Dar Alam Al-Thaqafa for Publishing and Distribution

Rao, P. & Khanum, H. (2016). A green chemistry approach for nanoencapsulation of bioactive compound, Food. Science and Technology 65(1), 695-702.

Sa'ada, J. (2001). Curriculum organisations, planning and development. Dar EL-Shorouk for Publishing and Distribution.

Sabry, M. (2002). The Arabic Encyclopedia of Educational Terms and Educational Technology. Al- Rushd Library.

Saha, M., and Darnton, G. (2005). Green companies or green con-panies: Are companies really green, or are they pretending to be? Business & Society Review, 110(2), 117-157.

Saqqar, N. (2007). The level of environmental awareness among students at Mu'tah University in light of some variables [unpublished Master's thesis]. Deanship of Graduate Studies. Mu'tah University.

Schneider, K. (2008). Majoring in renewable energy. New York Times.

Shaheen, N. (2016). A Suggested Unit in Science for Developing Green Energy Concepts among the Prep Stage Second Graders and their Attitudes towards. Journal of Research in Curriculum Instruction and Educational Technology, 2(1), 63-101.Silverman, N., & MYDIN, A. (2014).GREEN TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABLE BUILDING. Acta Technica Corviniensis-Bulletin of Engineering, 7(3), 87-94.

Al-smadi, S. (2007). Green marketing and the concern over the environment: measuring environmental consciousness of Jordanian consumers. Journal of Promotion Management, 13(3-4), 339-361.

Sukumar, R. (2019). Green Technology in Education and Sustainable Development. Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR), 6(3), 153-159.

Tafidah, Gh. (2015). A proposed unit in green technology based on the technological design process and its effectiveness in developing technological model design and decision-making skills in the environmental sciences course for third-year secondary school students. Egyptian Journal of Scientific Education, 18(1), 1-54.

Al-Ta'i, A. (2019). Green energy is a means to achieve sustainable development goals in Iraq. Al-Qadisiyah Journal For Humanities Sciences, 2(22), 471-506

Taha, Mahmoud. (2021). A training program in green biology to develop future thinking skills among biology teacher students in colleges of education. Kafrelsheikh Journal of Information Sciences, (101), 379-406.

UNESCO. (2013). Education for Sustainable Development. translated by Hanan Abdullah Angadi, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, accessed on 4/7/2023.

United Nation. (2015). Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations: New York, NY, USA, p 41.

Wafi, H. (2017). The role of green buildings in maintaining environmental sustainability. Construction - Urbanisme Journal, 1(4), 177-190.

Zerouali, W. (2021). The level of environmental awareness among students at Oum El Bouaghi University. Mutoon Magazine, 14(3), 271-286.