فاعلية وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي المستدام لدى تلميذات المرحلة المتوسطة بمدينة الرياض

د. منيرة محمد الرشيد (أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المشارك بكلية التربية والتنمية البشرية - جامعة الأميرة نورة بنت عبدالرحمن)

الملخص:

هدفت الدراسة الحالية إلى تنمية الوعي البيئي المستدام بأبعاده الثلاثة (المعرفي، السلوكي، الوجداني) لدى تلميذات المرحلة المتوسطة من خلال تقديم وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء وقياس فاعليتها في تنمية النواتج التعليمية المذكورة؛ ولتحقيق هذا الهدف تم بناء اختبار الوعي البيئي المستدام (ببعديه المعرفي والسلوكي)، ومقياس الوعي البيئي المستدام لقياس الوعي البيئي ببعده الوجداني. واتبعت الدراسة المنهج التجريبي ذو تصميم المجموعة الواحدة، حيث تكونت عينة البحث من (٣٦) تلميذة بالصف الثالث المتوسط في إحدى المدارس الحكومية بمدينة الرياض. وتم تطبيق أداتي الدراسة قبلياً على العينة، ثم تدريس الوحدة التعليمية المقترحة ثم تم التطبيق البعدي لأداتيّ الدراسة. وأظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائياً في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الوعي البيئي المستدام ومقياس الوعي البيئي المستدام لصالح التطبيق البعدي. مما يُظهر فاعلية الوحدة التعليمية المقترحة في العلوم في تنمية الوعي البيئي المستدام بأبعاده الثلاثة لدى تلميذات المرحلة المتوسطة. وتوصي الدراسة بضرورة تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في مقررات العلوم بجميع المراحل التعليمية لأهميتها في تنمية الوعي البيئي المستدام وتحسين جودة الحياة.

الكلمات المفتاحية: الكيمياء الخضراء، الوعي البيئي المستدام، تدريس العلوم، تلميذات المرحلة المتوسطة.

The effectiveness of a proposed educational unit in science based on the principles of green chemistry in developing sustainable environmental awareness among middle school girls In the city of Riyadh

Abstract:

The current study aimed to develop sustainable environmental awareness in its three dimensions (cognitive, behavioral, and emotional) among middle school students by presenting a proposed educational unit in science based on the principles of green chemistry and measuring its effectiveness in developing the aforementioned educational outcomes. To achieve this goal, the Sustainable Environmental Awareness Test (with its cognitive and behavioral dimensions) and the Sustainable Environmental Awareness Scale were built to measure environmental awareness in its emotional dimension. The study followed the experimental approach with a single group design, where the research sample consisted of (36) female students in the third intermediate grade in a government school in the city of Riyadh.

The two study tools were pre-applied to the sample, then the proposed educational unit was taught, and then the two study tools were applied post-test. The results showed that there were statistically significant differences in the pre- and post-applications of the sustainable environmental awareness test and the sustainable environmental awareness scale in favor of the post-application. Which shows the effectiveness of the proposed educational unit in science in developing sustainable environmental awareness in its three dimensions among middle school students. The study recommends the necessity of including green chemistry topics in science curricula at all educational levels due to their importance in developing sustainable environmental awareness and improving the quality of life.

Keywords: green chemistry, sustainable environmental awareness, science teaching, middle school girls.

فاعلية وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي المستدام لدى تلميذات المرحلة المتوسطة بمدينة الرياض

د. منيرة محمد الرشيد (أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المشارك بكلية التربية والتنمية البشرية - جامعة الأميرة نورة بنت عبدالرحمن)

المقدمة:

تحتل المملكة العربية السعودية مكانة عالمية رائدة بين دول العالم، بموقعها الجغرافي الملائم، وتضاريسها المتنوعة، ومكانتها المتميزة في إنتاج الطاقة، وهي من الدول التي أخذت زمام المبادرة في معالجة المشاكل البيئية القائمة. حيث أطلق ولي العهد صاحب السمو الملكي الأمير محمد بن سلمان مبادرة السعودية الخضراء التي تهدف إلى تحقيق الحياد الصفري بحلول عام ٢٠٦٠م من خلال تبني نموذج الاقتصاد الدائري الكربوني، والحد من الانبعاثات الكربونية، وتشجير المملكة، وحماية المناطق البرية والبحرية (مبادرة السعودية الخضراء، ٢٠٢٤).

وترتكز المبادرة على إيجاد مستقبل بيئي مستدام من أجل تنشئة جيل قادر على مواجهة الأزمات والتكيف مع التغيير، وتنشئة أجيال متكيفة مع التغيير، وتحمل مسؤولية التنمية، وإدراك وإيجاد حلول للمشاكل البيئية المحلية والإقليمية والعالمية (الحطيبي، ٢٠١٨).

وقد تزايدت الدعوات في الآونة الأخيرة بضرورة تعزيز الوعي البيئي، وترشيد الاستهلاك المتزايد للطاقة، والعناية بالبيئة، والاستغلال الأمثل لمواردها، وتجنب أو التقليل من الملوثات الصناعية، وتبني الشعار الأخضر، والعودة للطبيعة من خلال برامج ومناهج دراسية ذات رؤية جديدة قائمة على التنمية المستدامة وفق معايير مدروسة بهدف تنمية القيم والاتجاهات البيئية (مجاهد، ٢٠٢٠).

ومما لا شك فيه أن هناك علاقة متبادلة التأثير ووثيقة الارتباط بين البيئة وعلم الكيمياء؛ حيث أدى هذا العلم دوراً محورياً في توفير بيئة إيجابية يعيش فيها الفرد حياة أكثر

رفاهية وأسعد حالاً وأوفر صحة وأكثر انفتاحاً. وقدمت الابتكارات الكيميائية للبشرية حلولاً للعديد من التحديات التي واجهتها على مر العصور؛ بداية من اللقاحات والأسمدة والأنسجة المقاومة للحريق ومستحضرات التجميل والمواصلات، والاتصالات، والذخائر، والأسلحة. وشاركت تجارة وصناعة الكيماويات في دعم الاقتصاد العالمي ورفع مستوى المعيشة وزيادة فرص العمل. ورغم الأهمية الكبرى لعلم الكيمياء وارتقائه إلى درجة متقدمة في حياة البشرية ورفاهيتها، إلا أنه منذ منتصف القرن الثامن عشر بدأت المنتجات الكيميائية تؤثر تأثيراً واضحاً على البيئة، وأصبح يُنظر إلى عمليات التصنيع الكيميائي على أنها ملوثة للبيئة، ومدمرة للاقتصاد، ومستنفدة لطبقة الأوزون، ورافعة لدرجة حرارة الأرض، ومهددة بانقراض بعض الأنواع الحيوانية والنباتية الضرورية لتوازن البيئة. وبناءً على ذلك يُعدُّ التلوث الكيميائي أحد التهديدات الرئيسة للأمن والصحة العالمية (أبوعلي، ٢٠٠٥). ونتيجة للتلوث الكيميائي للبيئة أصبح التصنيف البيئي لعلم الكيمياء يعتمد على خطورة المواد التي تدخل في عمليات التصنيع وما ينتج عنها من ملوثات سلبية تحدث بدرجات متفاوتة على المنظومة البيئية. ووفقاً لهذه الدرجات يُصنف علم الكيمياء من المنظور البيئي إلى ثلاثة تصنيفات تشمل: الكيمياء السوداء، والكيمياء الحمراء، والكيمياء الخضراء (عبدالغني، ٢٠٠٢).

وعرفت فيلبيت (Fellet, 2013,3) الكيمياء الخضراء بأنها " مجال متعدد التخصصات يعتمد على عددٍ من المبادئ المشتقة من المعرفة والهندسة الكيميائية، وعلم السموم، والبيئة. بما يُمكّن علماء الكيمياء من تصميم خط إنتاج لإعادة تدوير بعض المنتجات الكيميائية وتقليل استهلاك الطاقة، وإنتاج مواد قابلة للتحلل أو إعادة التدوير لمنع تكون النفايات". وهناك العديد من التطبيقات للكيمياء الخضراء في مجالات مختلفة منها: إنتاج البلاستيكيات، والأسمدة العضوية، وصناعة الورق وغيرها (حجاج، ٢٠٢٠). ولمساعدة الكيميائيين على توظيف الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في معالجة المشكلات البيئية وتحدياتها القائمة في المجتمع؛ قامت جامعة أكسفورد عام ١٩٩٨م من خلال أساتذتها بوضع (١٢)

مبدأ للكيمياء الخضراء في كتابهم " الكيمياء الخضراء بين النظرية والتطبيق" (حجاج، ٢٠٢٠).

ويؤكد كلٌ من كاربيدون وروث وإسماعيل (Karpudewan, Roth& Ismail,2015, 251) إلى أهمية الكيمياء الخضراء ومبادئها عند ربط مفاهيمها بالبيئة التي يتفاعل معها المتعلم، حيث تعمل على تطوير مهاراته المعرفية وقدرته على حل المشكلات والتواصل واتخاذ القرار وبناء الوعي البيئي المستدام لديه، والشعور بالمسئولية الاجتماعية. وفي السياق ذاته يشير كلٌ من بودهو وهارفي (Boodhoo& Harvey, 2013) إلى أن بدايات القرن الحادي والعشرين تميزت بزيادة الاهتمام بالوعي البيئي المستدام، والضغط على واضعي الأنظمة والتشريعات في الدول المتقدمة لإصدار قوانين لتحسين كفاءة الطاقة والحد من الانبعاثات الكربونية باستخدام تقنيات صديقة للبيئة، وعمليات أكثر استدامة وكفاءة بيئية من خلال تطبيقات الكيمياء الخضراء وتعزيز مفهومها وتضمين ذلك في المناهج الدراسية.

وفي السياق ذاته يذكر غاريت (Garrett,2012) أن أفضل الطرق لخلق وعي بيئي مستدام بين المتعلمين في مراحل التعليم المختلفة هو دمج الوعي البيئي بشكل شامل في التعليم بمراحله المتعددة. حيث تتطلب الأزمة البيئية تغيراً كبيراً في اتجاهات الأفراد نحو البيئة، وهوما يتم تحقيقه من خلال منهج دراسي يوفر ثقافة بيئية تُحدث تغييراً في سلوك الأفراد. لذلك أكدت دراسة كلٌ من (يوسف، ٢٠٢٢؛ الحربي، ٢٠٢٠؛ الشناوي، ٢٠٢٠؛ محمود، ٢٠٢٠؛ كلوبر، Cullipher,2015) على ضرورة دمج مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في مناهج العلوم بصفة عامة في مختلف المراحل التعليمية لتغيير الاتجاهات والسلوكيات البيئية وتعزيز الوعي البيئي المستدام لأجيال المستقبل.

وبناءً على ما سبق تأتي هذه الدراسة للكشف عن فاعلية وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء لتنمية الوعي البيئي المستدام لدى تلميذات المرحلة المتوسطة.

مشكلة الدراسة:

تسعى المملكة العربية السعودية في إطار رؤية ٢٠٣٠ إلى تعزيز الاستدامة البيئية من خلال العديد من المبادرات الوطنية، جاء ذلك في توصيات مؤتمر جامعة الملك فيصل للاستدامة البيئية ٢٠٢٣ التي أكدت على ضرورة زيادة الجهود الأكاديمية والبحثية في موضوعات الاستدامة البيئية، خاصة في التعليم، الذي يُعتبر أداة فعالة لنشر الوعي البيئي في المجتمع. وتماشياً مع جهود وزارة التعليم في المملكة العربية السعودية لتحقيق أهداف رؤيتها في الاستدامة البيئية والمتمثلة في تأكيدها على المحافظة على البيئة ومواردها والمساهمة في معالجة التغير المناخي ومقاومة انحسار البيئات الطبيعية والاهتمام بالكيمياء الخضراء وتطبيقاتها بما يضمن استمرارها للأجيال القادمة؛ ينعكس هذا الأمر في المعيار (9.5.6) من معايير معلمي العلوم التخصصية (٢٠٢٠) الصادر عن هيئة تقويم التعليم والتدريب والذي يوصي المعلم بشرح مفهوم التلوث وأنواعه المختلفة والمشكلات البيئية المعاصرة الناجمة عنه كثقب طبقة الأوزون، وظاهرة الاحتباس الحراري، والتلوث الاشعاعي وكيفية معالجتها. إضافة إلى الأبحاث السابقة التي توصي بضرورة تضمين مبادئ الكيمياء الخضراء في محتوى المناهج الدراسية بما يتناسب مع المستوى الدراسي لكل مرحلة كدراسة كلٌ من (الغامدي، ٢٠٢٤؛ ومراد، ٢٠٢٣؛ والبلطان، ٢٠٢١). وفي ضوء ماسبق تمثلت مشكلة الدراسة في وجود قصور في تضمين مقرر العلوم بالمرحلة المتوسطة لمبادئ الكيمياء الخضراء لتنمية الوعي بالاستدامة البيئية. ومن ثم سعت الدراسة الحالية للتغلب على هذه المشكلة من خلال تصميم وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء والكشف عن فاعليتها في تنمية الوعي البيئي المستدام لدى تلميذات الصف الثالث المتوسط.

تساؤلات الدراسة: سعت الدراسة للإجابة عن السؤال الرئيس التالي: ما فاعلية وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي المستدام لدى تلميذات المرحلة المتوسطة؟

ويتفرع منه السؤالين التاليين:

- ما فاعلية وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي المستدام (ببعديه المعرفي والسلوكي) لدى تلميذات المرحلة المتوسطة؟
- ما فاعلية وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي المستدام (البعد الوجداني) لدى تلميذات المرحلة المتوسطة؟

فرضي الدراسة:

- يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلميذات مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الوعي البيئي المستدام في بعديه (المعرفي والسلوكي) لصالح التطبيق البعدي.
- يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلميذات مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الوعي البيئي المستدام في (البعد الوجداني) لصالح التطبيق البعدي.

أهداف الدراسة: تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق الهدفين التاليين:

- تحديد فاعلية وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي المستدام (ببعديه المعرفي والسلوكي) لدى تلميذات المرحلة المتوسطة.
- تحديد فاعلية وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي المستدام (البعد الوجداني) لدى تلميذات المرحلة المتوسطة.

أهمية الدراسة:

- لفت انتباه المسئولين عن تطوير المناهج نحو ضرورة تضمين مناهج العلوم لمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها المرتبطة بها، بما يتماشى مع الاتجاهات المعاصرة في بناء المناهج الدراسية المطورة بالمرحلة المتوسطة.

- لفت انتباه معلمي العلوم إلى الكيمياء الخضراء وأهمية تطبيقاتها وطريقة توظيفها لتنمية مهارات حل المشكلات البيئية والوعي البيئي المستدام، لتحقيق مخرجات التعلم في مناهج العلوم المعاصرة.
- قد تفتح نتائج هذه الدراسة آفاقاً جديدة للباحثين لمواصلة أبحاثهم حول مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.
- تتماشى هذه الدراسة مع رؤية المملكة العربية السعودية وتطلعاتها لتحقيق المبادرة السعودية الخضراء.
- المساهمة في إثراء الأدب التربوي تحت محور الدراسات المرتبطة بالكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.

مصطلحات الدراسة:

الكيمياء الخضراء:Green Chemistry

عرفها كلٌ من تشنج وجروس (Cheng &Gross, 2010,1) بأنها " علم تصميم النواتج الكيميائية التي تقلل أو تقضي أو تمنع استخدام أو توليد المواد الخطرة، وبالتالي تساهم في تحقيق التنمية المستدامة التي تلبي الاحتياجات الحالية والمستقبلية. وتعرفها المنظمة الدولية المتحدة للكيمياء التطبيقية بأنها " اكتشاف وتصميم وتطبيق للنواتج الكيميائية، لتقليل أو منع تكوين المواد الخطرة على البيئة (شاكر، ٢٠٠٩).

وتُعّرف الكيمياء الخضراء في هذه الدراسة بأنها: " أحد المستحدثات العلمية التي تهدف إلى تقليل أو منع التلوث البيئي والتخلص من النفايات الخطرة والمواد السامّة والانبعاثات الضارة الناتجة عن التفاعلات الكيميائية واستبدالها بمواد عضوية توفر الطاقة وتقلل أو تمنع تكوّن النفايات الضارة على الإنسان وبيئته.

الوعي البيئي المستدام: Sustainable environmental awareness

يُعرّف بأنه" قدرة الأفراد والمجتمعات على الاستفادة من الموارد الحالية للبيئة، دون المساس بحقوق الأجيال القادمة والاستخدام الرشيد لهذه القاعدة دون استنزاف أو إهدار (محمود، ٢٠٢٠).

ويُعرّف الوعي البيئي المستدام إجرائياً في هذه الدراسة بأنه " مجموعة المعارف والسلوكيات والاتجاهات التي تكتسبها التلميذات بعد دراسة الوحدة المقترحة القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء، ويُقاس بالدرجات الكلية التي تحصل عليها التلميذة في اختبار ومقياس الوعي البيئي المستدام الذي تم إعدادهما لهذا الغرض.

محددات الدراسة:

- **الحدود الموضوعية:** اقتصرت الدراسة على الكشف عن فاعلية وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي المستدام بأبعاده الثلاثة (المعرفي والسلوكي والوجداني) لدى تلميذات الصف الثالث من المرحلة المتوسطة.
- **الحدود المكانية:** اقتصرت الدراسة على مدينة الرياض، المملكة العربية السعودية.
- **الحدود الزمانية:** أُجريت الدراسة في الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي ١٤٤٤هـ.
- **الحدود البشرية:** اقتصرت الدراسة على عينة عشوائية من تلميذات الصف الثالث المتوسط في إحدى مدارس التعليم العام التابعة لإدارة تعليم الروضة بمدينة الرياض.

الإطار النظري والدراسات السابقة:

أولاً: الكيمياء الخضراء

ظهر مفهوم الكيمياء الخضراء في الولايات المتحدة الأمريكية كبرنامج بحثي تعاوني يضم فرقاً جامعية متعددة التخصصات ومجموعات بحثية مستقلة ووكالات حكومية؛ بهدف الحد من التلوث البيئي والقضاء عليه بشكل نهائي. فالكيمياء الخضراء فلسفة شاملة تستند

إلى مجموعة من المبادئ التي يمكن تطبيقها على جميع فروع الكيمياء الأخرى (Anastas &Warner 2000, 3). وقد أشار كوليفر (Cullipher, 2015,1) في مفهومه للكيمياء الخضراء بأنها" فرع جديد من فروع علم الكيمياء يُنتج مواد صديقة للبيئة من خلال تطوير عمليات مثل المذيبات والمحفزات الآمنة التي تساعد في عمليات التنظيف في التفاعلات الكيميائية وتقليل استخدام أو إنتاج المواد الضارة بالبيئة. ويؤيد ذلك ماناهان (Manahan, 2006, 26) الذي يرى أن هناك علاقة قوية بين ممارسة العلوم الكيميائية والتصنيع بطريقة آمنة الاستدامة البيئية. وأضافت سوني (Soni, 2015,1) في تعريفها للكيمياء الخضراء بأنها فرع من العلوم تعتمد على استخدام الموارد الطبيعية المتجددة وتقنيات توليد الطاقة المبتكرة للقضاء على النفايات البيئية الضارة.

يتضح مما سبق أن الكيمياء الخضراء هي علم يعتمد على تحسين وتطوير استخدام المنتجات الكيميائية في الصناعة، وإيجاد الطرق المناسبة لتقليل استخدام أو إنتاج المواد الضارة بالصحة والبيئة، وتصميم منتجات وعمليات كيميائية صديقة للبيئة لا ينتج عنها منتجات ثانوية تلوث الغلاف الجوي.

وقد وضع العالمان أناستاس ووارنر (Anastas & Warner) اثني عشر مبدأ للكيمياء الخضراء، يمكن تطبيقها في مجال التصنيع الكيميائي لتحقيق التنمية المستدامة ومعالجة المشكلات البيئية القائمة وهذه المبادئ هي: (Fellet, 2013:4)

١- الوقاية (Preventation): ويعنى منع تكوين النفايات الناتجة من التفاعلات الكيميائية بدلاً من التخلص منها بعد تكوينها.
٢- الاقتصاد الذري (Economy Atom): يشير هذا المبدأ إلى إتمام التفاعلات الكيميائية بدون تكوين نواتج جانبية عديمة الفائدة.
٣- المذيبات الآمنة والإضافات :(Safer solvents and Auxiliaries) ويعني هذا المبدأ إجراء التفاعلات بدون مذيبات أو إضافات أو مواد مساعدة أخرى.

٤- تشكيل نواتج آمنة (Formation of safe products): باستخدام مواد كيميائية آمنة للحصول على نواتج آمنة.

٥- استخدام مصادر متجددة (Use renewable sources): ويعني أن تكون المواد البادئة في التفاعل متجددة من أصل حيواني أو نباتي.

٦- استخدام المحفزات الخضراء (Use green catalysis): وتعني مواد كيميائية تعمل على تسريع التفاعل بدون ضرر على الإنسان وبيئته.

٧- التقليل من نفايات عمليات التصنيع الكيميائية (Reducing waste from chemical manufacturing processes): يركز هذا المبدأ على إنتاج كيماويات صديقة للبيئة.

٨- تصميم كفاءة الطاقة (Design for energy efficiency): بمعنى أن تجرى عمليات التفاعل الكيميائي في درجة الحرارة العادية والضغط البيئي إذا أمكن، نظراً للتكلفة العالية للطاقة وتأثيرها البيئي.

٩- التقليل من المشتقات (Reducing derivatives): يركز هذا المبدأ على تجنب استخدام المشتقات ويقصد بها؛ (مواد تضاف إلى عمليات التصنيع الكيميائي لإجراء التعديلات أو الحماية من ظروف التفاعل).

١٠- إنتاج مواد قابلة للاضمحلال (Design for Degradation): يركز هذا المبدأ على مدى قابلية المنتج الكيميائي للتحلل بحيث لا يستقر، بل يتحلل إلى مواد غير ضارة بيئياً.

١١- استعمال الكيمياء الآمنة لمنع الحوادث (Use safe chemistry to prevent accidents): بمعنى أن تكون المواد المستخدمة في التفاعلات الكيميائية آمنة من حيث نوعها أو تركيبها لتمنع أو تقلل من الحوادث الكيميائية.

١٢- تقليل المعدل الزمني للمخاطر الناتجة عن التفاعلات الكيميائية (Real-time analysis for pollution prevention) بمعنى التحكم في ظروف التفاعلات الكيميائية لتقليل تكوين المواد الخطرة أو منعها نهائياً.

وباستقراء المبادئ السابقة يمكن ملاحظة أن الهدف الرئيس من الكيمياء الخضراء هو تخليص الكيمياء المستقبلية في مجالاتها المختلفة من التطبيقات الضارة لتحقق التنمية المستدامة والحفاظ على البشرية وبيئتها. وفي ضوء الأبحاث والدراسات السابقة في مجال طرق تدريس العلوم تم تصميم الوحدة المقترحة في هذه الدراسة في ضوء ثمانية مبادئ تتماشى مع طبيعة المرحلة المتوسطة. وهذه المبادئ هي: الاقتصاد الذري، المذيبات الآمنة والإضافات، تشكيل نواتج آمنة، استخدام مصادر متجددة، إنتاج مواد قابلة للاضمحلال، تقليل المعدل الزمني للمخاطر الناتجة عن التفاعلات الكيميائية، تصميم كفاءة الطاقة، استخدام المحفزات الخضراء. ويؤكد كاتشيتور Cacciatore (٢٠١٠، ص١) أن الكيمياء الخضراء بمبادئها المذكورة قيمة مضافة للمناهج الدراسية فهي تقدم وسيلة منهجية للعلوم المستدامة القائمة على المسئولية البيئية والاجتماعية، وتعزز تعلم الكيمياء بصورة وظيفية من خلال دمج هذه المبادئ في المنهج الدراسي وبالتالي بناء مجتمع مستدام يكون هدفه مرتكزاً على تزويد المتعلمين بالمعرفة والمهارات اللازمة التي تُعدُّ من المتطلبات الأساسية لمواجهة التحديات الرئيسة للقرن الحادي والعشرين.

وفي السياق ذاته يشير جروس Gross (٢٠١٣) إلى أن تضمين مبادئ الكيمياء الخضراء في المناهج الدراسية يسهم في تحقيق عدداً من الأهداف التعليمية مثل؛ تحفيز التلاميذ نحو التعلم، وتنمية الثقافة العلمية ورفع الوعي البيئي نحو الاهتمام بالبيئة والحفاظ عليها. ولتضمين هذه المبادئ في المنهج المدرسي تؤكد التيتون (٢٠١٦، ص١٦٤-١٦٥) أنه لابد من مراعاة العديد من المرتكزات منها؛ الحرص على أن لا تطغى الجوانب النظرية على الجوانب العملية في العملية التعليمية. بل يعطى الجانب العملي حقه من الاهتمام الكافي، والتركيز على مهارات التفكير المستقبلي وربط التلاميذ بالبيئة من خلال الأنشطة والممارسات التعليمية المختلفة من أجل تعزيز الوعي والمسؤولية تجاه الموارد البيئية والمساهمة في التفكير في المشاكل القائمة وإيجاد حلول مختلفة ومتعددة لها، ويتطلب الأمر أن يكون دور المعلم تيسير البحث وتوفير فرص التعلم وتشجيع التلاميذ على الاكتشاف والتنبؤ.

وقد تعددت مظاهر الاهتمام بالكيمياء الخضراء وآثارها الإيجابية وعبرت عنها العديد من الأبحاث والدراسات السابقة كدراسة أولية ومولیادي (Auliah &Mulyadi, 2018) والتي هدفت إلى معرفة تصورات معلمي الكيمياء حول مبادئ الكيمياء الخضراء وكيفية إدراجها في تدريسهم، وأظهرت النتائج أن ٣٢,٣٪ من عينة الدراسة كانوا على معرفة بمفاهيم الكيمياء الخضراء، وأن ٣١,٣٨٪ يرون ضرورة تضمينها في مناهج العلوم وأن هناك حاجة ماسة لتطوير تعليم الكيمياء لتحقيق الوعي المستدام بين الطلاب. وقدمت دراسة جوانجوان وشنغلي (Juanjuan &Shengli, 2020) تقييماً للمفاهيم المتعلقة بالكيمياء الخضراء بين الطلاب الصينيين في المرحلة الثانوية، وأظهرت النتائج أن فهم الطلاب لهذه المفاهيم كان منخفضًا. أما دراسة إردواتي وآخرون(Erdawati &etal, 2021) فهدفت إلى تقصي فاعلية التدريب والأنشطة العملية في الكيمياء الخضراء على تطوير المهارات العملية لمعلمي العلوم. ووجدت الدراسة تحسنًا ملحوظًا في أداء المعلمين مهاراتهم العملية في الاختبار البعدي مقارنة بالاختبار القبلي؛ وهدفت دراسة البلطان (٢٠٢١) إلى تحديد مدى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في محتوى كتب العلوم في المرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية وأظهرت النتائج أن تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة كان بمستوى متدنٍ، حيث لم تتضمن العناوين الرئيسية أو الفرعية في الكتب موضوعات مباشرة عن الكيمياء الخضراء. وأظهرت نتائج دراسة صالح (٢٠١٦) فاعلية منهج مقترح في ضوء مفاهيم الكيمياء الخضراء في تعزيز الوعي البيئي واتخاذ القرارات البيئية لدى طلاب المدارس الثانوية. وهدفت دراسة العتيبي (٢٠٢٤) إلى التحقق من فاعلية برنامج مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تزويد طالبات المرحلة الثانوية بمفاهيم الكيمياء الخضراء. أما دراسة أبو الوفا (٢٠١٨) فهدفت إلى دراسة فاعلية مقرر مقترح للكيمياء الخضراء قائم على مبادئ التربية من أجل التنمية المستدامة في تنمية الثقافة الكيميائية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء بجامعة دمنهور، وأظهرت نتائج الدراستين وجود فرق دال بين مجموعتي البحث لصالح المجموعة التجريبية. وأظهرت نتائج دراسة محمود (٢٠٢٠) أن منهج العلوم المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء

له أثر إيجابي في تنمية الوعي والتفكير الإيجابي تجاه الاستدامة البيئية لدى طلاب المرحلة الاعدادية، أما دراسة الشناوي (٢٠٢٠) فهدفت إلى تحديد مدى فاعلية برنامج في الكيمياء الخضراء في تنمية القيم البيئية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء. وأظهرت النتائج الأثر الإيجابي للبرنامج في تنمية القيم البيئية لدى المجموعة التجريبية مقارنة بالمجموعة الضابطة.

وبهدف تسليط الضوء على أهمية الكيمياء الخضراء والحاجة إلى إدراجها في المناهج الدراسية تم تنظيم المؤتمر الدولي الأول للعلوم الخضراء الذي استضافته جامعة بورسعيد في سبتمبر ٢٠٢٣، والذي يهدف إلى تعزيز التكامل العلمي بين التخصصات لحل المشاكل البيئية، ومؤتمر الجمعية الكيميائية السعودية بعنوان" اتجاهات حديثة في علم الكيمياء" والذي نظمته جامعة الملك سعود في الرياض ٢٠١٨ ونُوقشت من خلاله العديد من الموضوعات المتعلقة بالكيمياء الخضراء والاستدامة البيئية. والمؤتمر الدولي الثالث الذي عقد في برلين ٢٠١٧وناقش موضوعات عديدة عن دور الصناعة الكيميائية في تحقيق التنمية المستدامة وكيفية تحويل النفايات الضارة إلى منتجات ذات قيمة. وكذلك المؤتمر الخامس للكيمياء بعنوان" الكيمياء لمستقبل أفضل" المقام في الكويت ٢٠١٨ والذى تم تنظيمه لمناقشة الطرق الحديثة لتعليم الكيمياء، والطاقة المستدامة، والكيمياء الخضراء، وكيمياء البوليمرات القابلة للتحلل.

يتضح من العرض السابق أن الكيمياء الخضراء ومبادئها كانت محور العديد من الأبحاث والدراسات السابقة لأهميتها في تحقيق عدداً من مخرجات التعلم في المراحل التعليمية المختلفة. إلا أن تأثيرها على مخرجات تعلم العلوم بشكل عام، وعلى الوعي البيئي المستدام بين تلميذات المرحلة المتوسطة بشكل خاص قليل للغاية - بحدود اطلاع الباحثة- مما يؤكد الحاجة إلى المزيد من البحث والتقصي. واستفادت الدراسة الحالية من الدراسات التي تم عرضها في بناء الإطار النظري، وتصميم الوحدة المقترحة، وبناء أداتي الدراسة والمساهمة في تحليل النتائج ومناقشتها.

ثانياً: الوعي البيئي المستدام

بدأ الاهتمام بحماية البيئة بعد أن قدم مؤتمر ستوكهولم خطة الاستدامة البيئية ٢٠١٥-٢٠٣٠. وكان أهم ما ركز عليه المؤتمر هو توفير الوعي بالاستدامة البيئية لجميع أفراد المجتمع، مع التأكيد على حماية كوكب الأرض من التدهور من خلال الاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية لتأمين حقوق الأفراد في الحاضر والمستقبل، والحد من التلوث والتعايش السلمي مع البيئة الطبيعية (الركابي، ٢٠٢٠).

وتتعدد أبعاد الاستدامة البيئية منها: البعد البيئي، والاقتصادي والاجتماعي، والتقني. ورغم تعدد هذه الأبعاد إلا أن البعد البيئي يُعد الركن الأساسي للتنمية المستدامة نظراً لتركيزه على إدارة الموارد الطبيعية واحترام الحدود البيئية من أجل ضمان الحفاظ عليها دون استنزافها (اليونسكو، ٢٠١٣). ويرتبط مفهوم الوعي البيئي ارتباطًا وثيقًا بمفهوم التعليم من أجل التنمية المستدامة، حيث يساعد على غرس السلوكيات الإيجابية للحفاظ على الموارد البيئية وتنميتها من أجل تحقيق مجتمع مستدام. وقد شهد مفهوم الاستدامة البيئية تطوراً مرحلياً متواصلاً نتيجة لتطور الفكر البشري نحو الاهتمام بمسألة الاستدامة. فتعرفها السيد (٢٠١٧، ١٢٣) بأنها " الإدارة الرشيدة للموارد الطبيعية والتي تتطلب الوعي بالموارد الموجودة في البيئة وإدراك كيفية التعامل معها بشكل مستدام ". ويُعرّف أوكواندو (Ukwandu, 2015,645) الاستدامة البيئية بأنها "القدرة على الحفاظ على الموارد الطبيعية بشكل منتج ومتنوع على المدى الطويل والاستخدام الأمثل لها دون استنزافها". وعرفها الطاهر (٢٠١٣، ٥١) بأنها" جهد دائم ومستمر لتقييم جودة الحياة البشرية، مع الأخذ بعين الاعتبار قدرة النظم الطبيعية على استيعاب الحياة".

ويتضح من العرض السابق لمفهوم الاستدامة البيئية أنه مفهوم شديد العمومية، يشمل مجالات الحياة الإنسانية ويركز على النظرة المستقبلية لها، الأمر الذي يجعله مجالاً خصباً للبحث والتقصي؛ نظراً لتزايد حجم وتنوع المشاكل البيئية والحاجة إلى تدريب أفراد المجتمع على الشعور بالمسؤولية ونشر الوعي البيئي من أجل حماية البيئة من التلوث واستنزاف مواردها. لذلك يمكن تعريف الوعي البيئي المستدام في هذه الدراسة بأنه قدرة الأفراد على

الاستفادة من الموارد البيئية وحمايتها من التلوث بطرق تقلل من الهدر وتزيد من كفاءة الاستخدام من أجل تحقيق التوازن بين احتياجات الأجيال الحالية والمستقبلية.

جوانب الوعي البيئي المستدام:

يتضمن للوعي البيئي ثلاثة أبعاد:

-المعرفة البيئية: تشير إلى ما يمتلكه الفرد أو المجتمع من مفاهيم ومعلومات وقضايا حول البيئة وتفاعلاتها وأنظمتها حتى يستطيع التكيف معها وإدارتها بشكل مستدام. (Bjerke & Kaltenborn, 2009)

- السلوك البيئي: يشير إلى أي نشاط يقوم به الناس تجاه البيئة. ويشمل هذا السلوك جميع الإجراءات والقرارات التي يتخذها الأفراد في حياتهم اليومية والتي تؤثر إيجاباً أو سلباً على البيئة. ويتطور هذا الجانب إلى ثقافة تتحكم في السلوك الإيجابي تجاه البيئة من أجل الحفاظ عليها للذات وللأجيال القادمة (بورزق، ٢٠٠٩).

- الاتجاه البيئي: هي حالة استعداد عقلي وتهيؤ نفسي تعمل على توجيه استجابة الفرد نحو قضايا ومشكلات البيئة والتي تظهر التفاعل الإيجابي وتعزز الاستدامة البيئية (محمود، ٢٠٢٠).

وقد تبنت الباحثة هذه الأبعاد الثلاثة كمؤشرات رئيسة للوعي البيئي المستدام، عند إعداد أدوات الدراسة (الاختبار، المقياس).

وبناءً على ماسبق أشارت العديد من الدراسات إلى ضرورة تنمية الوعي البيئي المستدام من خلال المناهج الدراسية وخاصة العلوم كونها تُعدّ من أبرز المناهج الدراسية في إمكانية تعزيز وغرس مستويات الوعي البيئي المستدام لارتباطها المباشر بهذه الأبعاد وما يحدث فيها من تطورات وبين ما يمكن للأفراد والمجتمع استخدامه وتعلمه من تلك التطورات. ومن تلك الدراسات دراسة يوسف وآخرون (٢٠٢١) والتي هدفت لمعرفة فاعلية وحدة مقترحة في النفايات الالكترونية لرفع مستوى الوعي بالبيئة وقضاياها لدى طلاب الصف الأول الثانوي، وأظهرت نتائج الدراسة تفوق المجموعة التجريبية على الضابطة في

اختبار الوعي البيئي. وهدفت دراسة رودريغو وآخرون (Rodrigo &atal,2019) إلى تدريس الاستدامة البيئية كمفهوم علمي في سبع دول اوربية مختلفة. وأظهرت النتائج تأثيرات إيجابية على فهم المتعلمين للمفاهيم البيئية والاستدامة. أما دراسة أمادو وآخرون (Amado &atal, 2017) فهدفت إلى كيفية تعزيز التنمية المستدامة في تعليم العلوم من خلال برنامج تنمية مهنية لمعلمي العلوم، وأظهرت النتائج تأثيراً إيجابياً للبرنامج على النمو المهني للمعلمين في فهم التنمية المستدامة وتعزيزها لدى طلابهم. وتختلف هذه الدراسة عن الدراسات التي تم عرضها في أنها تسعى إلى تقصي فاعلية وحدة مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء لتنمية الوعي البيئي المستدام لدى تلميذات المرحلة المتوسطة.

ثالثاً: نماذج الربط بين مبادئ الكيمياء الخضراء والوعي البيئي المستدام عند تدريس العلوم في المرحلة المتوسطة.

تُعد مقررات العلوم في المرحلة المتوسطة من أهم المقررات التي تساهم في تحقيق أهداف التربية العلمية بصفة عامة، ومن بينها إعداد المواطن المثقف علمياً وبيئاً واجتماعياً والقادر على تحمل أعباء التنمية المستدامة والتعامل مع قضاياها. ولكي تتمكن التربية العلمية عامة، وتدريس العلوم خاصة من تحقيق ذلك أقترح كلٌ من بورمايستر وراوخ وإيلكس (Burmeister, Rauch & Eilks, 2012) أربعة نماذج للتكامل والربط بين التربية العلمية من خلال تدريس العلوم والتربية من أجل تكوين الوعي البيئي المستدام لدى التلاميذ وهي:

١- تبني مبادئ الممارسات المستدامة في العمل المخبري عند تدريس العلوم. وذلك من خلال إتاحة الفرص للتلاميذ لفهم كيف تهدف البرامج الصناعية والبحثية إلى تقليل استخدام الموارد والتكلفة من خلال مبادئ الكيمياء الخضراء.

٢- تضمين مناهج العلوم موضوعات تدور حول مبادئ الكيمياء الخضراء، وتطبيقاتها الصناعية، مثل إنتاج الموارد المتجددة، والطاقة الخضراء...الخ

٣- استخدام مدخل النقد القائم على السياق للقضايا العلمية المجتمعية، لتطوير المهارات العلمية للتلميذ بوصفه مواطن مسؤول في المجتمع.

٤- دمج دروس العلوم والحياة المدرسية في بيئة مفتوحة لتصبح الحياة في المدرسة جزءاً من التنمية البيئية المستدامة.

ورغم أن كل نموذج من هذه النماذج الأربعة يركز على جانب معين، إلا أنها غير منفصلة عن بعضها البعض، ويمكن توظيفها في إطار تعليم العلوم لتنمية الوعي البيئي المستدام، وذلك حسب المرحلة الدراسية والفئة العمرية للتلاميذ. وقد تم تبني هذه النماذج المذكورة كأساس عند بناء الوحدة التعليمية المقترحة في العلوم.

إجراءات الدراسة:

أ-منهج الدراسة: المنهج الكمي (Qualitative Research) والمتمثل في المنهج شبه التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة (Quasi Experimental Methodology) مع تطبيق قياس قبلي وبعدي بهدف قياس فاعلية الوحدة المقترحة في العلوم القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي المستدام لدى تلميذات المرحلة المتوسطة في مدينة الرياض.

ب- مجتمع الدراسة: جميع التلميذات في الصف الثالث المتوسط في الفصل الدراسي الثاني لعام ١٤٤٤هـ، الملتحقات بالمدارس الحكومية في مدينة الرياض.

ج- عينة الدراسة: تم اختيار إحدى المدارس المتوسطة التابعة لإدارة تعليم الروضة بشرق الرياض عشوائياً كعينة لإجراء الدراسة، وتم اختيار إحدى فصول الصف الثالث المتوسط ليمثل مجموعة الدراسة بطريقة العينة العشوائية المتيسرة، وتكونت من (٣٦) تلميذة.

مواد الدراسة وأدواتها:

-مواد الدراسة: وتمثلت بالوحدة المقترحة في العلوم القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء تحت مسمى" الكيمياء الخضراء لبيئة آمنة" ودليل المعلم الخاص بها، و أوراق العمل للتلميذات.

-أدوات الدراسة: وتمثلت في: اختبار الوعي البيئي المستدام بجانبيه المعرفي والسلوكي، ومقياس الوعي البيئي المستدام لقياس الوعي البيئي بجانبه الوجداني.

مواد الدراسة:

أولاً: إعداد الوحدة التعليمية المقترحة " الكيمياء الخضراء لبيئة آمنة":

- **مبررات بناء الوحدة:**

١- دعم المبادرة السعودية الخضراء التي تركز على تحويل الطاقة وبرامج الاستدامة و حماية البيئة.

٢-الالمام بمفاهيم ومبادئ الكيمياء الخضراء بما يحقق لدى التلميذات الوعي بمسئوليتهن تجاه البيئة وحمايتها.

٣- الالمام بأهمية الكيمياء الخضراء ودورها في الحد من أنواع التلوث البيئي المختلفة، ومعالجة العديد من المشكلات البيئية المحلية والعالمية بما ينمي لديهن الوعي بدورها في تحسين جودة الحياة.

- **أهداف الوحدة:** هدفت الوحدة المقترحة إلى تكوين بنية معرفية وخبرات تعليمية عن الكيمياء الخضراء ومبادئها من خلال مقرر العلوم لتنمية الوعي البيئي المستدام لدى تلميذات الصف الثالث المتوسط بما يتلاءم مع أهداف الكيمياء الخضراء ومبادئها، وطبيعة مادة العلوم، ومستوى التلميذات وخصائصهن العمرية. ولذلك تم بناء الوحدة متضمنة (ثلاثة) موضوعات رئيسة. لكل موضوع أهداف محددة، ومحتوى تدريسي، واستراتيجيات تعليمية، وأنشطة وتقنيات تدريس، وأساليب تقويم متنوعة، وقائمة بروابط الكترونية لقراءات إثرائية، ثم قائمة بمصادر ومراجع الوحدة.
- **محتوى الوحدة المقترحة:** تم وضع قائمة أولية بموضوعات الوحدة المقترحة في ضوء أهداف بنائها بعد الرجوع لعددٍ كبير من المراجع ذات الصلة بموضوع الدراسة، وعرضها على مجموعة من المحكمين والمهتمين بالكيمياء الخضراء لتحديد أنسب الموضوعات التي يمكن أن تتضمنها الوحدة لتحقيق أهدافها بما يتناسب مع المادة الدراسية وطبيعتها، والخصائص العمرية للتلميذات. وباستخدام معادلة كوبر Cooper كانت نسبة الاتفاق بين

المحكمين٨٠٪ وتُعدُّ هذه النسبة مؤشراً مطمئناً لإمكانية الاعتماد عليها في تحديد موضوعات الوحدة. وبناءً على ذلك أصبحت الوحدة تتضمن (٣) موضوعات رئيسة؛ ونُظم محتوى كل موضوع ورُتبت خبرات التعلم في صورة دروس كل موضوع مقسم إلى (٣) دروس مع مراعاة التتابع والتنظيم المنطقي للوحدة. وقد تم صياغة الأهداف العامة والخاصة (المعرفية والمهارية والوجدانية) لكل موضوع من موضوعات الوحدة المقترحة مع مراعاة الضوابط المطلوبة لصياغة الأهداف السلوكية ويوضح جدول (١) الموضوعات المقترحة للوحدة والدروس المضمنة فيها.

جدول (١)

الموضوعات المضمّنة بالوحدة التعليمية المقترحة " الكيمياء الخضراء لبيئة آمنة"

الموضوع	عنوانه	الدروس التي يتضمنها الموضوع	الموضوع	عنوانه	الدروس التي يتضمنها الموضوع
الأول	مقدمة عن الكيمياء الخضراء	١- مفهوم الكيمياء الخضراء، أهدافها وأهميتها ونشأتها ٢- مبادئ الكيمياء الخضراء ٣- الاقتصاد الذري في الكيمياء الخضراء	الثاني	التلوث البيني ودور الكيمياء الخضراء في الحد منه	١- التلوث الهوائي ٢- التلوث المائي ٣- تلوث التربة
الثالث	مصادر الكيمياء الخضراء	١- الطاقة الخضراء ٢- الطاقة الشمسية ٣- الوقود الحيوي والهيدروجين الأخضر.			

- استراتيجيات وطرق التدريس المستخدمة في الوحدة المقترحة: تم تحديدها باستخدام طرق واستراتيجيات عديدة تؤكد على تفاعل التلميذة ونشاطها أثناء عمليتي التعليم والتعلم منها؛ المناقشة، العصف الذهني، حل المشكلات، استراتيجية التساؤل الذاتي، التعلم التعاوني، مع

التركيز على المدخل البيئي نظراً لكونه يرتبط بالقضايا والمشكلات البيئية الموجودة في الواقع وكيفية حلها في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء.

- الوسائل وتقنيات التدريس المستخدمة في الوحدة المقترحة: تم استخدام برنامج العروض التقديمية لعرض محتوى الوحدة مدعماً بمقاطع الفيديو التعليمية، شبكة الانترنت بما تتضمنه من مصادر ومواقع إلكترونية.
- الأنشطة التعليمية المصاحبة للوحدة المقترحة: تضمنت الوحدة العديد من الأنشطة التعليمية مثل؛ قراءة الكتب والمقالات العلمية عن التلوث البيئي وأضراره على الإنسان والمخلوقات الحية ودور الكيمياء الخضراء في الحد منه وكتابة تقارير العلمية والأوراق البحثية عن الطاقة الخضراء ومجالات استخدامها ودورها في تحقيق جودة الحياة وتنمية الوعي البيئي المستدام لدى التلميذة.
- أساليب التقويم المستخدمة في الوحدة المقترحة: تنوعت أساليب التقويم في الوحدة بتنوع أهداف كل موضوع بين الأسئلة المقالية والموضوعية بأنواعها المختلفة.
- قراءات إثرائية: تضمنت الوحدة المقترحة على عددٍ من القراءات الإثرائية المتنوعة على شكل روابط الكترونية.
- المصادر والمراجع التعليمية: في نهاية الوحدة التعليمية المقترحة تم وضع قائمة تتضمن المصادر التعليمية، والمراجع، والمواقع الالكترونية التي تمت الاستعانة بها عند بناء الوحدة.

ثانياً: إعداد دليل المعلمة لتدريس الوحدة التعليمية المقترحة " الكيمياء الخضراء لبيئة آمنة"

أُعد دليل المعلمة ليكون مرجعاً يتم الاستعانة به لتدريس موضوعات الوحدة المقترحة " الكيمياء الخضراء

لبيئة آمنة" وقد تضمن الدليل ما يلي:

- المقدمة: لتوضيح الهدف العام للوحدة، ونبذة مختصرة عن الكيمياء الخضراء ومبادئها وأهدافها وأهميتها ودورها البنّاء في الحد من تلوث البيئة. وتوضيح كيفية تدريس

موضوعات الوحدة باستراتيجيات وطرق وأساليب التدريس المقترحة لتنمية الوعي البيئي المستدام لدى التلميذات.

- إرشادات للمعلمة: يحتوي الدليل على إرشادات تنفيذية للمعلمة لاتباعها عند تدريس الوحدة.
- الخطة الزمنية: وتوضح الحصص الدراسية اللازمة لتدريس موضوعات الوحدة. والزمن المخصص لتدريس كل درس. وقد تضمنت الوحدة (ثلاثة) موضوعات، كل موضوع يتضمن (ثلاثة) دروس تُنفذ من خلال (اثنتا عشرة) حصة تدريسية. بواقع (أربع) حصص في الأسبوع.
- الأهداف العامة للوحدة: وتشمل؛ الأهداف المعرفية بمستوياتها، والمهارية بأنواعها، والوجدانية التي تسعى الوحدة لتحقيقها من خلال تدريس موضوعاتها.
- دروس الوحدة: يتضمن كل موضوع (ثلاثة) دروس. ويشمل كل درس على الأهداف المعرفية والمهارية والوجدانية المُصاغة في صورة إجرائية يمكن قياسها باستخدام أدوات التقويم المحددة. بالإضافة إلى الوسائل التعليمية والمواد المطلوبة لتنفيذ الأنشطة التعليمية، ثم يتم عرض خطة السير في الدرس بخطوات إجرائية باستخدام الاستراتيجيات المقترحة، وأخيراً يتم التأكد من تحقيق الأهداف المدرجة باستخدام أدوات متنوعة لتقويم كل درس من دروس الوحدة.
- مصادر المعلمة: تم وضع قائمة بالكتب والمصادر العلمية، وروابط لمقاطع فيديو تعليمية، ومواقع إلكترونية لمساعدة المعلمة على البحث في الموضوعات التي تتناولها الوحدة.

أدوات الدراسة: وتكونت من:

أولاً: اختبار الوعي البيئي المستدام:

- **الهدف من الاختبار:** قياس الوعي البيئي المستدام ببعديه (المعرفي والسلوكي) لدى تلميذات الصف الثالث المتوسط، والكشف عن فاعلية الوحدة في تنمية الوعي البيئي المستدام ببعديه المعرفي والسلوكي لديهن.

- **تحديد مفردات الاختبار:** تم إعداد مفردات الاختبار التي شملت البعدين المعرفي والسلوكي بالاستعانة بمبادئ الكيمياء الخضراء، وموضوعات الوعي البيئي المستدام في المجتمع السعودي بعد مراجعة عدداً من الأبحاث والأدبيات التربوية في هذا المجال. وتكون الاختبار في الصورة المبدئية من (٤٠) مفردة. توزعت على جزئي الاختبار على النحو التالي:

- البعد المعرفي: وتضمن (٢٥) مفردة من نوع الاختيار من متعدد بأربعة إجابات بديلة، واحدة منها فقط صحيحة.
- البعد السلوكي: وتضمن (١٥) مفردة تمت صياغتها على شكل مواقف ومشكلات بيئية قد تواجه التلميذة في حياتها اليومية وأمام كل موقف أربعة بدائل، كإجابة للموقف أو حل للمشكلة. وعلى التلميذة اختيار إحدى هذه البدائل المناسب لحل المشكلة أو الموقف.

- **تعليمات الاختبار:** صُممت تعليمات الاختبار بحيث تشرح بأبسط طريقة ممكنة فكرة الإجابة عن الاختبار بجزئيه.

- **الصدق الظاهري للاختبار**: عُرض الاختبار في الصورة المبدئية على مجموعة من المحكمين من أعضاء هيئة التدريس تخصص المناهج وطرق التدريس، وبعض معلمات العلوم بالمرحلة المتوسطة للتحقق من ملاءمته لتلميذات الصف الثالث المتوسط، وملاءمته للأبعاد التي تقيسها كل مفردة، والسلامة اللغوية لمفردات الاختبار. وبناءً على الملاحظات الواردة تم تعديل صياغة بعض المفردات واستبدال بعضها الآخر.

- **التجريب المبدئي للاختبار**: تم إجراء الاختبار على عينة استطلاعية شملت (٣٠) تلميذة من تلميذات الصف الثالث المتوسط بهدف:

- **حساب صدق الاتساق الداخلي**: تم حساب الصدق الكلي لاختبار الوعي البيئي المستدام (البعد المعرفي والسلوكي) من خلال حساب معاملات الارتباط بين المفردات والدرجة الكلية للبعد الذي تنتمي إليه المفردة. وبين مفردات الاختبار

والدرجة الكلية للاختبار ككل. وبين الدرجة الكلية لكل بعد والدرجة الكلية للاختبار ككل لدى العينة الاستطلاعية التي بلغ عددها (٣٠) تلميذة، وذلك على النحو التالي:

١-حساب معامل الارتباط بين المفردة والبعد الذي تنتمي إليه

جدول (٢) معامل الارتباط بين المفردة والبعد الذي تنتمي إليه

السلوكي		المعرفي			
المفردة	معامل الارتباط	المفردة	معامل الارتباط	المفردة	معامل الارتباط
١	٠,٤٩١**	١٦	٠,٥١٠**	٣١	٠,٥٦٥**
٢	٠,٦٣٠**	١٧	٠,٤٠٩*	٣٢	٠,٦٣١**
٣	٠,٤٦٦**	١٨	٠,٤٥٩*	٣٣	٠,٥٥١**
٤	٠,٥٣٠**	١٩	٠,٥٨٥**	٣٤	٠,٥٩٦**
٥	٠,٥٧٩**	٢٠	٠,٥٢٩**	٣٥	٠,٥٧٥**
٦	٠,٥٣٠**	٢١	٠,٥٤٨**	٣٦	٠,٦٦٧**
٧	٠,٥٨٢**	٢٢	٠,٦٥٣**	٣٧	٠,٦٦٥**
٨	٠,٦٥٢**	٢٣	٠,٥٢٨**	٣٨	٠,٥٢٧**
٩	٠,٥٩٧**	٢٤	٠,٥٢٨**	٣٩	٠,٦٣٥**
١٠	٠,٦١١**	٢٥	٠,٥٩٨**	٤٠	٠,٥٩٨**
١١	٠,٧٤٨**	٢٦	٠,٧٦١**		
١٢	٠,٦١٦**	٢٧	٠,٦١٩**		
١٣	٠,٥٩٥**	٢٨	٠,٥٧٤**		
١٤	٠,٧٥٢**	٢٩	٠,٥١٧**		
١٥	٠,٨٥٠**	٣٠	٠,٧٣٣**		

يتضح من الجدول (٢) أن معاملات الارتباط بين مفردات الاختبار والدرجة الكلية لكل بعد على حدة تتراوح بين (٠,٨٥٠-٠,٤٠٩) وجميعها ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١).

٢-حساب معاملات الارتباط بين المفردات والدرجة الكلية للاختبار

جدول (٣) معاملات الارتباط بين المفردات والدرجة الاختبار الكلية

المفردة	معامل الارتباط	المفردة	معامل الارتباط	المفردة	معامل الارتباط
١	٠,٥١٧**	١٥	٠,٧٨٨**	٢٩	٠,٥٦٤**
٢	٠,٥٩٠**	١٦	٠,٤٩٦**	٣٠	٠,٧٣٢**
٣	٠,٤١٨*	١٧	٠,٤٢٥*	٣١	٠,٥٣٨**
٤	٠,٥٤٥**	١٨	٠,٤٩٨**	٣٢	٠,٥٩٨**
٥	٠,٥٨٧**	١٩	٠,٥٦١**	٣٣	٠,٥٤٦**
٦	٠,٥٤٥**	٢٠	٠,٤٩٩**	٣٤	٠,٥٦١**

المفردة	معامل الارتباط	المفردة	معامل الارتباط	المفردة	معامل الارتباط
٧	٠,٥٠٣**	٢١	٠,٥٠٤**	٣٥	٠,٦٥٢**
٨	٠,٥١٦**	٢٢	٠,٦٤١**	٣٦	٠,٦٠١**
٩	٠,٥٨٠**	٢٣	٠,٥٦٨**	٣٧	٠,٦٢٧**
١٠	٠,٥٧٥**	٢٤	٠,٥٤٦**	٣٨	٠,٥١٧**
١١	٠,٦٥٩**	٢٥	٠,٥٦٦**	٣٩	٠,٥٨٧**
١٢	٠,٦١٣**	٢٦	٠,٧٤٩**	٤٠	٠,٥٦٦**
١٣	٠,٦٠٥**	٢٧	٠,٦٠٥**		
١٤	٠,٧٦٠**	٢٨	٠,٥٧٦**		

يتضح من الجدول (٣) أن معاملات الارتباط بين مفردات الاختبار ودرجة الاختبار الكلية تتراوح بين (٠,٤١٨ – ٠,٧٨٨) وجميعها ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) فأقل.

٣-حساب معاملات الارتباط بين (البعد المعرفي والسلوكي) والدرجة الكلية للاختبار

جدول (٤) معاملات الارتباط بين (البعد المعرفي والسلوكي) ودرجة الاختبار الكلية

م	المستوى	الدرجة الكلية	المعرفي	السلوكي
١	المعرفي	٠,٩٥٣**	١	٠,٨٨١**
٢	السلوكي	٠,٩٨٣**	٠,٨٨١**	١

يتضح من الجدول (٤) أن معاملات الارتباط بين أبعاد الاختبار ودرجة الاختبار الكلية وبين الأبعاد بعضها البعض موجبة وذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) فأقل.

- **حساب ثبات الاختبار:** تم التحقق من ثبات الاختبار من خلال حساب معاملات ثبات الاختبار بطريقتين:

- معامل الفاكرنباخ: وكانت قيمة معامل الثبات للاختبار ككل (٠,٩٤٦) ويوضح جدول (٥) معاملات الثبات لكل بعد من أبعاد الاختبار والدرجة الكلية باستخدام معامل الفاكرنباخ.

جدول (٥) معاملات الثبات لاختبار الوعي البيئي المستدام (البعد المعرفي والسلوكي)

م	البعد	عدد المفردات	الثبات
١	السلوكي	١٥	٠,٨٧٤
٢	المعرفي	٢٥	٠,٩١٦
	الدرجة الكلية	٤٠	٠,٩٤٦

- التجزئة النصفيةSplit Half : وقد بلغت قيمة معامل الثبات للاختبار ككل (٠,٩٤٦)

- **حساب معاملات السهولة والصعوبة والتمييز لمفردات الاختبار**: تبين أن معاملات السهولة والصعوبة تقع ضمن النطاق المقبول لمفردات الاختبار ببعديه (المعرفي والسلوكي) ، أما بالنسبة للاختبار ككل فقد بلغ معامل السهولة الكلي (٠,٤١)؛ بينما بلغ معامل الصعوبة الكلي (٠,٥٩)، ممّا يبين اقتراب المعاملات من (٠,٥) وهي قيمة متوسطة تعبر عن التوازن في أسئلة الاختبار من حيث السهولة والصعوبة. كما تبين أنَّ نتائج معامل التمييز للاختبار قد بلغت (٨,١٨) وهذا يشير إلى القدرة الجيدة على التمييز للاختبار ككل، ويعبر على أنَّ جميع مفردات الاختبار لها قدرة جيدة على التمييز.
- **تحديد وقت الاختبار**: تم حساب الوقت المطلوب للإجابة عن الاختبار من متوسط الوقت الذي استغرقته أول تلميذة انتهت من الإجابة عن أسئلة الاختبار، والزمن الذي استغرقته أخر تلميذة انتهت من الإجابة عن أسئلة الاختبار، وبالتالي تم تحديد الزمن بـ (٣٠) دقيقة مضافاً إليه (٥) دقائق لقراءة التعليمات.
- **الصورة النهائية لاختبار الوعي البيئي المستدام (البعد المعرفي والسلوكي)**: أصبح الاختبار جاهزاً للتطبيق في نسخته النهائية وتكون من (٤٠) مفردة. لكل مفردة درجة واحدة فقط موزعةً على بعدين؛ البعد المعرفي يتكون من (٢٥) مفردة، والبعد السلوكي يتكون من (١٥) مفردة.

ثانياً: مقياس الوعي البيئي المستدام (الاتجاه البيئي):

- **الهدف من المقياس:** قياس فاعلية الوحدة في تنمية البعد الوجداني للوعي البيئي المستدام (الاتجاه البيئي) لدى تلميذات الصف الثالث المتوسط.
- **الصورة الأولية للمقياس**: تم بناء المقياس في صورته الأولية بعد الرجوع إلى عدد من الدراسات والأبحاث السابقة التي تناولت هذا النوع من المقاييس، ومنها

(الحربي،٢٠٢٠؛ محمود، ٢٠٢٠؛ الشناوي، ٢٠٢٠). وفي ضوء ذلك تم تحديد ثلاثة أبعاد للمقياس هي: أهمية الاهتمام بالبيئة والمحافظة عليها، تعزيز القيم البيئية لدى التلميذة لحماية البيئة، تفعيل الشعور بالمسئولية الفردية والجماعية عند التعامل مع البيئة. وتضمن المقياس في الصورة المبدئية على (١٨) عبارة موزعة على أبعاد المقاس، واحتوى كل بُعد على (٦) عبارات، مع مراعاة أن تكون هذه العبارات واضحة وقصيرة ومناسبة لمستوى التلميذات وخصائصهن العمرية.

- **تعليمات المقياس:** تضمنت الهدف من المقياس، وكيفية الإجابة على العبارات مع عرض مثال على كيفية الإجابة.
- **الصدق الظاهري للمقياس:** تم عرض المقياس في الصورة المبدئية على عددٍ من المحكمين والمتخصصين في الميدان التربوي، وعدد من معلمات العلوم لإبداء الرأي حول ارتباط كل عبارة بالبعد التي تنتمي إليه، ووضوح العبارات وسلامة صياغتها من الناحية اللغوية، وبعد إجراء التعديلات المطلوبة أصبح المقياس على درجة مناسبة من الصدق من حيث المحتوى وصالحاً للتطبيق.
- **التجريب المبدئي للمقياس:** طُبق الاختبار على عينة استطلاعية شملت (٣٠) تلميذة من تلميذات الصف الثالث المتوسط بهدف:

- **حساب صدق الاتساق الداخلي:** تم حساب الصدق الكلي لمقياس الوعي البيئي المستدام (البعد الوجداني) من خلال حساب معامل الارتباط بين المفردة والدرجة الكلية للبعد الذي تنتمي إليه. وبين مفردات الاختبار والدرجة الكلية للمقياس. وبين الدرجة الكلية لكل بعد والدرجة الكلية للمقياس لدى العينة الاستطلاعية وذلك على النحو التالي:

- حساب معامل الارتباط بين المفردة والبعد الذي تنتمي إليه

جدول (٦) معامل الارتباط بين المفردة والبعد الذي تنتمي إليه

أهمية الاهتمام بالبيئة والمحافظة عليها		تعزيز القيم البيئية لحماية البيئة لدى التلميذة		تفعيل الشعور بالمسئولية الفردية والجماعية عند التعامل مع البيئة	
المفردة	معامل الارتباط	المفردة	معامل الارتباط	المفردة	معامل الارتباط
١	*٠,٤٣٣	٧	**٠,٦٩٦	١٣	**٠,٩٤٤
٢	**٠,٧٤٦	٨	**٠,٩٣٨	١٤	**٠,٩٢٤
٣	**٠,٦٨١	٩	**٠,٩١٨	١٥	**٠,٨٢٩
٤	**٠,٧٨٥	١٠	**٠,٨٣٣	١٦	**٠,٩٢٣
٥	**٠,٧٤٩	١١	**٠,٩٥٠	١٧	**٠,٨٧٠
٦	**٠,٨٣٠	١٢	**٠,٩٠١	١٨	**٠,٩٢٠

يتضح من الجدول (٦) أن معاملات الارتباط بين مفردات المقياس والدرجة الكلية لكل بعد على حدة تتراوح بين (٠,٨٥٠-٠,٤٠٩) وجميعها ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١).

- حساب معامل الارتباط بين المفردة والدرجة الكلية للمقياس

جدول (٧) معامل الارتباط بين المفردة والدرجة الكلية للمقياس

المفردة	معامل الارتباط	المفردة	معامل الارتباط	المفردة	معامل الارتباط
١	**٠,٦٧١	٧	**٠,٧٦٦	١٣	**٠,٩١٨
٢	**٠,٥٧٠	٨	**٠,٨٧٣	١٤	**٠,٩٠١
٣	**٠,٥٦٨	٩	**٠,٨٧٣	١٥	**٠,٨٣٤
٤	**٠,٨٧٩	١٠	**٠,٨٠٦	١٦	**٠,٩١١
٥	**٠,٦١١	١١	**٠,٩٠٢	١٧	**٠,٨٦٢
٦	**٠,٨٨٩	١٢	**٠,٨٥٥	١٨	**٠,٨٨٩

يتضح من الجدول (٧) أن معاملات الارتباط بين مفردات المقياس والدرجة الكلية للمقياس تتراوح بين (٠,٥٦٨ – ٠,٩١٨) وجميعها ذات دلالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠٥) فأقل.

- حساب معاملات الارتباط بين (الأبعاد) والدرجة الكلية للمقياس

جدول (٨) معاملات الارتباط بين (الأبعاد) والدرجة الكلية للمقياس

م	البعد	الدرجة الكلية	أهمية الاهتمام بالبيئة والمحافظة عليها	تعزيز القيم البيئية لحماية البيئة لدى التلميذة	تفعيل الشعور بالمسئولية الفردية والجماعية عند التعامل مع البيئة
١	أهمية الاهتمام بالبيئة والمحافظة عليها	**٠,٨٧٥	١	**٠,٧٢٨	**٠,٨١٧
٢	تعزيز القيم البيئية لحماية البيئة لدى التلميذة	**٠,٩٦٢	**٠,٧٢٨	١	**٠,٩٤٠
٣	تفعيل الشعور بالمسئولية الفردية والجماعية عند التعامل مع البيئة	**٠,٩٨٢	**٠,٨١٧	**٠,٩٤٠	١

يتضح من الجدول (٨) أن معاملات الارتباط بين أبعاد الاختبار والدرجة الكلية للمقياس وبين الأبعاد بعضها البعض موجبة وذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) فأقل.

- **حساب ثبات المقياس:** تم التأكد من ثبات المقياس من خلال حساب معاملات الثبات بطريقتين هما:

- معامل الفاكرونباخ وبلغت قيمة معامل الثبات للمقياس ككل (٠,٩٤٦) ويوضح جدول (٩) معاملات الثبات لكل بعد من أبعاد المقياس وكذلك الدرجة الكلية.

جدول (٩) معاملات الثبات لمقياس الوعي البيئي المستدام (البعد الوجداني)

م	البعد	عدد المفردات	الثبات
١	أهمية الاهتمام بالبيئة والمحافظة عليها	٦	٠,٨٠٠
٢	تعزيز القيم البيئية لحماية البيئة لدى التلميذة	٦	٠,٩٣٨
٣	تفعيل الشعور بالمسئولية الفردية والجماعية عند التعامل مع البيئة	٦	٠,٩٥١
	الدرجة الكلية	١٨	٠,٩٦٣

- التجزئة النصفيةSplit Half : وقد بلغت قيمة معامل الثبات للمقياس ككل (٠,٩٦٣).

- حساب زمن الاستجابة للمقياس: تم تحديد زمن الاستجابة للمقياس بـ (٣٠) دقيقة مضافاً إليه (٥) دقائق لقراءة التعليمات.

- **الصورة النهائية للمقياس:** أصبح المقياس جاهزاً للتطبيق في الصورة النهائية متضمناً (١٨) عبارة؛ نصفها موجبة والنصف الآخر سالبة. وكان نمط الاستجابة عليها ذا تدريج خماسي على طريقة ليكرت. فكل عبارة يليها مقياس متدرج مكون من (موافق بشدة، موافق، غير متأكد، غير موافق، غير موافق بشدة). وأخذت العبارات الموجبة الدرجات (٥-٤-٣-٢-١) على التوالي، بينما أخذت العبارات السالبة (١-٢-٣-٤-٥) على التوالي. وبذلك تكون الدرجة الإجمالية للمقياس ٩٠ درجة.

التجربة الميدانية:

- تطبيق أداتي الدراسة قبلياً: تم تطبيق اختبار الوعي البيئي المستدام (ببعديه المعرفي والسلوكي) ومقياس الوعي البيئي المستدام (البعد الوجداني) على عينة الدراسة في الفصل الدراسي الثاني عام ١٤٤٤هـ.

- التدريس لعينة الدراسة: تولت الباحثة تدريس الوحدة التعليمية المقترحة لمجموعة الدراسة لمدة (ثلاثة) أسابيع متتالية بواقع (اثنتا عشرة) حصة دراسية
- تطبيق أداتي الدراسة بعدياً: بعد إتمام تدريس الوحدة التعليمية المقترحة تم إعادة تطبيق اختبار الوعي البيئي المستدام (ببعديه المعرفي والسلوكي) ومقياس الوعي البيئي المستدام (البعد الوجداني) على عينة الدراسة، وجمعت البيانات تمهيداً للمعالجة الإحصائية.
- فيما يلي عرض لأهم النتائج التي تم الحصول عليها لاختبار صحة فرضي الدراسة والإجابة عن تساؤلاتها.

عرض نتائج الدراسة وتفسيرها:

للإجابة عن السؤال الرئيس للدراسة: ما فاعلية وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي المستدام لدى تلميذات المرحلة المتوسطة؟ كانت النتائج المتعلقة بأسئلة الدراسة الفرعية كالآتي:

-النتائج المتعلقة بالسؤال الفرعي الأول: ما فاعلية وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي المستدام (البعد المعرفي والسلوكي) لدى تلميذات المرحلة المتوسطة؟

وتمت الاجابة عن هذا السؤال من خلال الفرض الأول للدراسة والذي ينص على "يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلميذات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الوعي البيئي المستدام في بعديه (المعرفي والسلوكي) لصالح التطبيق البعدي".

ولاختبار صحة هذا الفرض تم استخدام اختبار "Paired Samples T-test" للتعرف على ما إذا كانت هناك فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات تلميذات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الوعي البيئي المستدام في بعديه (المعرفي والسلوكي) وجاءت النتائج كما يوضحها الجدول التالي:

جدول (١٠)
يبين دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلميذات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الوعي البيئي المستدام في بعديه (المعرفي والسلوكي)

البعد	التطبيق	المتوسط الحسابي	عدد التلميذات	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	مستوى الدلالة
المعرفي	البعدي	١٠,٠٠	٣٦	١,٩٣٤	١٥,٧٧٤	**٠,٠٠٠
	القبلي	٤,٤٧	٣٦	١,٤١٤		
السلوكي	البعدي	١٧,٠٣	٣٦	٢,٦٤٦	٢٠,٠٨٢	**٠,٠٠٠
	القبلي	٧,٨٨	٣٦	٢,٤٨٥		
اختبار الوعي البيئي المستدام (البعد المعرفي والسلوكي)	البعدي	٢٧,٠٣	٣٦	٢,٩٢٤	٢٥,٢٧٩	**٠,٠٠٠
	القبلي	١٢,٣٤	٣٦	٢,٦١٠		

**دال عند مستوى (٠,٠١)

ويتضح من الجدول (١٠) ما يلي:

- ارتفاع متوسط درجات التلميذات في التطبيق البعدي عن متوسط درجاتهن في التطبيق القبلي في البعد المعرفي لاختبار الوعي البيئي المستدام، حيث بلغ متوسط درجات التلميذات في التطبيق البعدي (١٠) درجات من مجموع الدرجات، بينما بلغ متوسط درجاتهن في التطبيق القبلي (٤,٤٧) درجة من مجموع الدرجات، ومن تلك النتائج يتضح وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطي درجات التلميذات في التطبيقين القبلي والبعدي في البعد (المعرفي).
- ارتفاع متوسط درجات التلميذات في التطبيق البعدي عن متوسط درجاتهن في التطبيق القبلي في البعد السلوكي لاختبار الوعي البيئي المستدام، حيث بلغ متوسط درجات التلميذات في التطبيق البعدي (١٧,٠٣) درجة من مجموع الدرجات، بينما بلغ متوسط درجاتهن في التطبيق القبلي (٧,٨٨) درجة من مجموع الدرجات، ومن تلك النتائج يتضح وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطي درجات التلميذات في التطبيقين القبلي والبعدي في البعد (السلوكي).
- ارتفاع متوسط درجات التلميذات في التطبيق البعدي عن متوسط درجاتهن في التطبيق القبلي في اختبار الوعي البيئي المستدام ببعديه المعرفي والسلوكي معاً، حيث بلغ متوسط

درجات التلميذات في التطبيق البعدي (٢٧,٠٣) درجة من مجموع الدرجات، بينما بلغ متوسط درجاتهن في التطبيق القبلي (١٢,٣٤) درجة من مجموع الدرجات، ومن تلك النتائج يتضح وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطي درجات التلميذات في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الوعي البيئي المستدام ببعديه المعرفي والسلوكي.

- نسبة الكسب المعدل لبلاك: تم حساب فاعلية وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي المستدام (البعد المعرفي والسلوكي) لدى تلميذات المرحلة المتوسطة باستخدام معادلة الكسب المعدل لـ "بلاك" (Black). وكانت النتائج التالي:

جدول (١١)
دلالة الكسب المعدل في الوعي البيئي المستدام (البعد المعرفي والسلوكي) لدى تلميذات المرحلة المتوسطة

البيان / البعد	النهاية العظمى (د)	المتوسط الحسابي للتطبيق البعدي (س)	المتوسط الحسابي للتطبيق القبلي (ص)	نسبة الكسب المعدل	الدلالة
المعرفي	١٥	١٠	٤,٤٧	١,٤٧	دالة لأنها ≤ ١,٢
السلوكي	٢٥	١٧,٠٣	٧,٨٨	١,٥١	دالة لأنها ≤ ١,٢
الوعي البيئي المستدام (البعد المعرفي والسلوكي)	٤٠	٢٧,٠٣	١٢,٣٤	١,٥٠	دالة لأنها ≤ ١,٢

يتضح من جدول (١١) ما يلي:

- أنَّ نسبة الكسب المعدل لبلاك عند البعد المعرفي بلغت (١,٤٧)، وعند البعد السلوكي بلغت (١,٥١)، وعند البعد المعرفي والسلوكي معاً بلغت (١,٥٠) وهي أكبر في كل حالة من الحالات الثلاث من الحد الأدنى الذي قرره بلاك للفاعلية، وبذلك يمكن الحكم بفاعلية وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي المستدام ببعديه المعرفي والسلوكي ككل، وكل بُعدٍ على حدة لدى

تلميذات المرحلة المتوسطة. وبذلك تم قبول الفرض الأول من فروض الدراسة والإجابة عن السؤال الفرعي الأول.

ويمكن تفسير النتيجة التي تم التوصل إليها إلى ما يلي:

- إن حداثة الموضوعات في الوحدة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء وإدراج العديد من المفاهيم العلمية ذات الصلة بالمشكلات البيئية التي تواجه التلميذات في واقعهن الفعلي أتاح لهن فهماً أوضح وأكثر واقعية لهذه المشكلات، وإلماماً بهذه الموضوعات وإدراكاً لأبعادها ومعرفة تطبيقاتها لتحقيق الوعي البيئي المستدام. إضافة إلى ذلك فقد استحوذت الوحدة المقترحة على اهتمام التلميذات عينة الدراسة ودمجهن في البحث والتقصي من خلال الموضوعات المطروحة كالتلوث بأنواعه واستنزاف مصادر الطاقة، والطاقة المتجددة .....الخ والتي عملت على تحفيزهن وزيادة وعيهن بأبعاد الاستدامة البيئية.
- تجمع فلسفة تدريس الوحدة بين الجوانب المعرفية والمهارية والوجدانية مما جعل بيئة التعلم أكثر إيجابية ومتعة وساعد على تنمية الوعي البيئي المستدام لدى التلميذات.
- تناول محتوى الوحدة لموضوعات من واقع البيئة وربطها بالمشكلات البيئية القائمة، وتنوع مصادرها وترابطها أتاح للتلميذات فرصة للمناقشة والتحليل وتبادل الآراء والأفكار وإدراك مدى تأثيرها على حياتهن ومجتمعهن، وقد ساهم ذلك في زيادة مستوى معرفتهن ونمى لديهن السلوكيات الإيجابية للاستخدام الأمثل للموارد البيئية.
- حفز تقديم معلومات جديدة عن المنتجات الكيميائية الخضراء وتأثيرها الاجتماعي والاقتصادي على البيئة التلميذات على مواصلة الدراسة والبحث والتقصي في هذا المجال وأهميته في المستقبل.
- أسهم تنويع الأنشطة واستراتيجيات التدريس وأساليبه التي تتماشى مع فلسفة الكيمياء الخضراء، واستخدام أساليب التقويم القائمة على المشاريع وإعداد التقارير حول بعض الموضوعات التي تتضمنها الوحدة، والتفاعل بين التلميذات أثناء تنفيذ الأنشطة على

إثارة تفكيرهن حول المعلومات والمعارف المرتبطة بالوحدة والتي تحقق الجانب المعرفي للوعي البيئي المستدام.

- ركز تدريس الوحدة على ممارسة مهارات القرن الحادي والعشرين، مثل مهارات التعاون والتواصل بين التلميذات.
- استخدام مقاطع الفيديو والعروض التقديمية التفاعلية أثناء التدريس قد يكون له أثر في تعميق فهم التلميذات للكيمياء الخضراء ودورها في حل الكثير من قضايا البيئة.

وتتفق هذه النتيجة مع نتائج الأبحاث السابقة التي أكدت على ضرورة تضمين مبادئ الكيمياء الخضراء في المناهج الدراسية لبيئة آمنة و مستقبل مستدام لكوكب الأرض كدراسة كلٌ من (يوسف وآخرون، ٢٠٢١؛ محمود،٢٠٢٠؛ أبو الوفا، ٢٠١٨؛ Auliah &Mulyadi, 2018 ؛ صالح، ٢٠١٦) ودراسة (Rodrigo &atal,2019) التي أظهرت نتائجها تأثيرات إيجابية على فهم المتعلمين وممارساتهم لمفاهيم الاستدامة البيئية.

النتائج المتعلقة بالسؤال الفرعي الثاني: ما فاعلية وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي المستدام (البعد الوجداني) لدى تلميذات المرحلة المتوسطة؟

وتمت الاجابة عن هذا السؤال من خلال الفرض الثاني للدراسة والذي ينص على "يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلميذات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الوعي البيئي المستدام (البعد الوجداني) لصالح التطبيق البعدي". ولاختبار صحة هذا الفرض تم استخدام اختبار "Paired Samples T-test" للتعرف على ما إذا كانت هناك فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات تلميذات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الوعي البيئي المستدام (البعد الوجداني) وجاءت النتائج كالتالي:

جدول رقم (١٢)
دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلميذات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الوعي البيئي المستدام (البعد الوجداني)

البعد	التطبيق	المتوسط الحسابي	عدد التلميذات	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	مستوى الدلالة
أهمية الاهتمام بالبيئة والمحافظة عليها	البعدي	٢٧,١٦	٣٦	١,١١٠	١٧,٩٥٧	**٠,٠٠٠
	القبلي	٢٠,٣٨	٣٦	١,٧٧٣		
تعزيز القيم البيئية لحماية البيئة لدى التلميذة	البعدي	٢٥,٧٥	٣٦	١,٧٠٤	٢٤,٢٣٥	**٠,٠٠٠
	القبلي	١٥,٥٩	٣٦	١,٢١٤		
تفعيل الشعور بالمسئولية الفردية والجماعية عند التعامل مع البيئة	البعدي	٢٣,٥٦	٣٦	١,٢٩٤	٢٤,٧٢٥	**٠,٠٠٠
	القبلي	١٤,٦٦	٣٦	١,٤٢٨		
مقياس الوعي البيئي المستدام في (البعد الوجداني)	البعدي	٧٦,٤٧	٣٦	٢,٨٦٢	٣٥,٢٨٣	**٠,٠٠٠
	القبلي	٥٠,٦٣	٣٦	٢,٤٥٩		

**دال عند مستوى (٠,٠١)

يتبين من الجدول (١٢) ما يلي:

- ارتفاع متوسط درجات التلميذات في التطبيق البعدي عن متوسط درجاتهن في التطبيق القبلي في كل بُعدٍ من أبعاد المقياس على حدة، وفي كل الأبعاد مجتمعة. حيث بلغ متوسط درجات التلميذات في التطبيق البعدي للمقياس عند بُعد "أهمية الاهتمام بالبيئة والمحافظة عليها" (٢٧,١٦) درجة من مجموع الدرجات، بينما بلغ متوسط درجاتهن في التطبيق القبلي (٢٠,٣٨) للبعد نفسه. وعند بُعد "تعزيز القيم البيئية لحماية البيئة لدى التلميذة" بلغ متوسط درجاتهن في التطبيق البعدي (٢٥,٧٥) درجة من مجموع الدرجات، بينما بلغ متوسط درجاتهن في التطبيق القبلي (١٥,٥٩) على البعد نفسه. وعند بُعد" تفعيل الشعور بالمسئولية الفردية والجماعية عند التعامل مع البيئة" بلغ متوسط درجاتهن في التطبيق البعدي (٢٣,٥٦) درجة من مجموع الدرجات، بينما بلغ متوسط درجاتهن في التطبيق القبلي (١٤,٦٦) على البعد نفسه. في حين بلغ متوسط درجات التلميذات في التطبيق البعدي للمقياس بأبعاده الثلاثة مجتمعة (٧٦,٤٧) درجة

من مجموع الدرجات، أما في التطبيق القبلي للمقياس بأبعاده الثلاثة مجتمعة (٥٠,٦٣) درجة من مجموع الدرجات.

- ومن تلك النتائج يتضح وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلميذات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الوعي البيئي المستدام في (البعد الوجداني).
- نسبة الكسب المعدل لبلاك: تم حساب فاعلية وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي المستدام (البعد الوجداني) لدى تلميذات المرحلة المتوسطة باستخدام معادلة الكسب المعدل لـ "بلاك" (Black) وكانت النتائج كالتالي:

جدول (١٣)
دلالة الكسب المعدل في الوعي البيئي المستدام (البعد الوجداني) لدى تلميذات المرحلة المتوسطة

البيان / البعد	النهاية العظمى (د)	المتوسط الحسابي للتطبيق البعدي (س)	المتوسط الحسابي للتطبيق القبلي (ص)	نسبة الكسب المعدل	الدلالة
أهمية الاهتمام بالبيئة والمحافظة عليها	٣٠	٢٧,١٦	٢٠,٣٨	٢,٦١	دالة لأنها ≤ ١,٢
تعزيز القيم البيئية لحماية البيئة لدى التلميذة	٣٠	٢٥,٧٥	١٥,٥٩	٢,٧٣	دالة لأنها ≤ ١,٢
تفعيل الشعور بالمسئولية الفردية والجماعية عند التعامل مع البيئة	٣٠	٢٣,٥٦	١٤,٦٦	١,٦٨	دالة لأنها ≤ ١,٢
مقياس الوعي البيئي المستدام (البعد الوجداني)	٩٠	٧٦,٤٧	٥٠,٦٣	٢,٢٠	دالة لأنها ≤ ١,٢

يتبين من جدول (١٣) ما يلي:

- أنَّ نسبة الكسب المعدل لبلاك عند بُعد أهمية الاهتمام بالبيئة والمحافظة عليها بلغت (٢,٦١)، وعند بُعد تعزيز القيم البيئية لحماية البيئة لدى التلميذة بلغت (٢,٧٣)، وعند بُعد تعزيز القيم البيئية لحماية البيئة لدى التلميذة بلغت (٢,٧٣)، وعند الوعي البيئي

المستدام (البعد الوجداني ككل) بلغت (٢,٢٠)، وهي أكبر في كل حالة من الحالات المذكورة من الحد الأدنى الذي قرره بلاك للفاعلية، وبذلك يمكن الحكم بفاعلية وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي المستدام (البعد الوجداني) ، لدى تلميذات المرحلة المتوسطة. وبذلك يتم قبول الفرض الثاني والإجابة عن السؤال الفرعي الثاني للدراسة.

ويمكن تفسير النتيجة التي تم التوصل إليها إلى ما يلي:

- تضمين الموضوعات في الوحدة المقترحة بآيات قرآنية كان له أثر كبير في توجيه السلوك الإيجابي وتعزيز الجانب الوجداني للوعي البيئي المستدام لدى التلميذات.
- التركيز على التأثير السلبي للمنتجات الكيميائية على البيئة أثناء تدريس الوحدة أعطى الفرصة للتلميذات لمناقشة القيم البيئية المتعلقة بالكيمياء الخضراء لارتباطها بواقعهن ومجتمعهن وتشجيعهن على البحث عن حلول للمشكلات التي تتعرض لها الصحة والبيئة بشكل عام.
- ساهمت الدروس التي ركزت على بعض السلوكيات البيئية السلبية، مثل الاستخدام المفرط للبلاستيك والاستهلاك غير المنظم للطاقة، وآثارها السلبية وتداعياتها الخطيرة على الصحة والبيئة، في تكوين الحس البيئي والقدرة على إدراك الأزمات البيئية، وتنمية المسؤولية الأخلاقية لدى التلميذات تجاه البيئة ومواردها.
- أسهم تضمين الوحدة المقترحة روابط إلكترونية لقراءات إثرائية عن دور الكيمياء الخضراء في مواجهة المشكلات البيئية في تشجيع التلميذات على القراءة والمناقشة و نشر الوعي البيئي وثقافة العمل الإيجابي تجاه البيئة وقضاياها.
- ساعد ربط موضوعات الوحدة بالمشكلات البيئية الواقعية التي تعيشها التلميذات إلى تعزيز الشعور بالانتماء البيئي والقيم الهادفة للمحافظة عليها.

وتتفق هذه النتيجة مع الدراسات السابقة التي أظهرت نتائجها أن الطلاب الذين شاركوا في برامج قائمة على الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها أظهروا تحسنًا ملحوظًا في

الوعي بالقضايا البيئية وقدرتهم على تطبيق مبادئها في حياتهم اليومية. كدراسة كلٌ من (محمود،٢٠٢٠؛الشناوي، ٢٠٢٠؛ صالح،٢٠١٦؛ غانم، ٢٠١٥).

توصيات الدراسة:

وبناءً على هذه النتائج، توصي الدراسة بما يلي:

- دعوة القائمين على تخطيط مناهج العلوم إلى إدراج مبادئ الكيمياء الخضراء في مقرراتها في مراحل التعليم المختلفة، وإثرائها بأنشطة متنوعة تسهم في تنمية الوعي البيئي المستدام لدى المتعلمين.
- لمسؤولي التنمية المهنية لمعلمي العلوم: تنظيم دورات تدريبية للمعلمين لتدريبهم على كيفية توظيف موضوعات الكيمياء الخضراء في التعليم والتعلم، وتوضيح دورها في تعزيز التقدم في العمل البيئي المُنجز في المملكة العربية السعودية وتشجيع المتعلمين على المساهمة في بناء مستقبل أكثر استدامة.

مقترحات الدراسة:

تقترح الدراسة الحالية القيام بالدراسات والبحوث المستقبلية الآتية:

- فاعلية وحدة قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الفهم العميق ومهارات التفكير المستقبلي لدى تلميذات المرحلة المتوسطة.
- برنامج تدريبي للمعلمين قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وأثره على اكتساب طلابهم المفاهيم المرتبطة بها.
- أثر استخدام استراتيجيات التعلم النشط القائمة على الكيمياء الخضراء في تعزيز تفاعل الطلاب مع المادة الدراسية.

المراجع

المراجع العربية:

أبو الوفا، رباب أحمد محمد. (٢٠١٨). فاعلية مقرر مقترح للكيمياء الخضراء قائم على مبادئ التربية من أجل التنمية المستدامة "ESD" في تنمية الثقافة الكيميائية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء .المجلة المصرية للتربية العلمية.٢١(٢)، ١-١٥.

أبو رزق، نوار. (٢٠٢٢). الوعي البيئي: رؤية سوسيولوجية. مجلة دفاتر المخبر، ١٧ (١)، ٩٣-١٠٧.

أبو علي، علا أحمد. (٢٠٠٥). تطبيق الكيمياء الخضراء لأجراء بعض التجارب الكيميائية صديقة البيئة. رسالة ماجستير. كلية العلوم، جامعة الملك عبدالعزيز، جدة.

البلطان، إبراهيم. (٢٠٢١). مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية .مجلة كلية التربية، ٣٦(٤)، ٣٢٥-٣٧٦.

التيتون، أمينه محمد. (٢٠١٦). التعليم مفتاح التنمية المستدامة: مفاهيم وتجارب. القاهرة: دار الفكر العربي.

حجاج، آية. (٢٠٢٠). تطوير برنامج إعداد معلمي الكيمياء بكليات التربية في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها. رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية التربية، جامعة بنها.

الحربي، إيمان و الدغيم، خالد .(2020). فاعلية وحدة في الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي بتطبيقاتها الحياتية ومهارات اتخاذ القرار لدى طالبات المرحلة الثانوية. (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة القصيم، بريدة

الحطيبي، دينا عبدالحميد. (٢٠١٨). برنامج إثرائي في التربية الخضراء قائم على نظرية تريز " TRIZ" لتنمية الحس البيئي لدى طلاب المرحلة الثانوية. مجلة جنوب الوادي الدولية للعلوم التربوية، (١)، ١-١٨.

الركابي، ساجد أحمد. (٢٠١٧). التنمية المستدامة ومواجهة تلوث البيئة وتغير المناخ، برلين: المركز الديمقراطي العربي للدراسات الاستراتيجية والسياسية والاقتصادية.

السيد، علياء على. (٢٠١٧). استخدام مدخل التعلم من أجل التنمية المستدامة (ESD) في تدريس مقرر العلوم البيئية لتنمية مفاهيم الاستدامة واتخاذ القرار الأخلاقي لدى الطالبة المعلمة. المجلة المصرية للتربية العملية، ٢٠(٨)، ١٠٩- ١٤٣.

الشناوي، نانيس. (٢٠٢٠). فاعلية برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء في تنمية القيم البيئية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء. مجلة كلية التربية جامعة بورسعيد، ١(٣٠)، ٢١١- ٢٦١.

صالح، مي. (٢٠١٦). منهج مقترح في الكيمياء للمرحلة الثانوية في ضوء مفهوم الكيمياء الخضراء وأثره على تنمية الوعي واتخاذ القرارات البيئية، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية التربية، جامعة الزقازيق.

الطاهر، قادري محمد (٢٠١٣). التنمية المستدامة في البلدان العربية بين النظرية والتطبيق، مكتبة حسن العصرية، بيروت.

عبدالغني، نور الدين. (٢٠٠٢). الكيمياء الخضراء. مجلة عالم الكيمياء، (٢٤)، ٥٧-٦٠.

العتيبي، نجوى فائز. (٢٠٢٤). تصميم برنامج تعليمي مقترح على مبادئ الكيمياء الخضراء وقياس فاعليته في تنمية المفاهيم المرتبطة بها لدى طالبات المرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية. المجلة الدولية للأبحاث التربوية، ٤٨(١)، ٩٨ - ١٣٨.

الغامدي، علياء علي. (٢٠٢٤). تحليل كتب العلوم للصف الثاني المتوسط في ضوء مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء. مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية، ٥ (١)، ٩٣-١١٠.

غانم، تفيده سيد. (٢٠١٥). وحدة مقترحة في التكنولوجيا الخضراء قائمة على عملية التصميم التكنولوجي وفاعليتها في تنمية مهارات تصميم النماذج التكنولوجية واتخاذ القرار في مقرر العلوم البيئية لطلاب الصف الثالث الثانوي، مجلة التربية العلمية، الجمعية المصرية للتربية العلمية، ١٨(١)، ١-٥٤.

مبادرة السعودية الخضراء ٢٠٢٤ مسترجع من:

https://www.vision2030.gov.sa/ar/explore/projects/saudi-green-initiative

مجاهد، فايزة أحمد. (٢٠٢٠). التعليم الأخضر توجه مستقبلي في العصر الرقمي. المجلة الدولية للبحوث في العلوم التربوية، ٣(٣)، ١٧٧-١٩٦.

محمود، كريمة. (٢٠٢٠). منهج مقترح في العلوم قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها لتنمية الوعي بالاستدامة البيئية والتفكير الإيجابي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. مجلة كلية التربية جامعة عين شمس، ٤٤ (٤)، ٢٠٩- ٣١٤.

مراد، سهام السيد صالح. (٢٠٢٣). درجة توافر مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء بمحتوى كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي بالمملكة العربية السعودية .رسالة الخليج العربي، ١٦٩، ٩٣-١١١

المؤتمر الخامس للكيمياء. (٢٠١٨). الكيمياء لمستقبل أفضل. الكويت: جامعة الكويت.

المؤتمر الدولي الأول. (٢٠٢٣). العلوم الخضراء.بورسعيد: جامعة بورسعيد في يومي ٢٤ و٢٥ سبتمبر ٢٠٢٣ في فندق جراند اوتيل

المؤتمر الدولي الثالث. (٢٠١٧). الكيمياء الخضراء المستدامة. برلين

المؤتمر الدولي الثاني. (٢٠٢٣). الأمن الغذائي والاستدامة البيئية. الأحساء: جامعة الملك فيصل. مسترجع من: https://services.kfu.edu.sa/fsescon

المؤتمر الدولي السادس للجمعية الكيميائية السعودية. (٢٠١٨). اتجاهات حديثة في علم الكيمياء. الرياض: جامعة الملك سعود

هيئة تقويم التعليم والتدريب. (٢٠٢٠). معايير معلمي العلوم. المملكة العربية السعودية.

يوسف، آية عزت؛ وحجازي، عبدالحميد؛ وسليمان، فوقية. (٢٠٢١). فاعلية وحدة مقترحة في النفايات الإلكترونية لتنمية الوعي بالبيئة ومشكلاتها لدى طلبة الصف الأول الثانوي. دراسات تربوية ونفسية، (١١١)، ١٦٩-٢٠٧.

يوسف، رحمة. (٢٠٢٢). برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء قائم على مدخل التحليل الأخلاقي لتنمية مهارات التفكير الأخلاقي ومفاهيم البعد البيئي للتنمية المستدامة لمعلمي الكيمياء قبل الخدمة. رسالة ماجستير. كلية التربية، جامعة المنيا.

اليونسكو (٢٠١٣). التربية من أجل التنمية المستدامة، (ترجمة حنان عنقادى). منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة.

المراجع الأجنبية:

Abu Ali, O., A. (2005). *Applying green chemistry to conduct some environmentally friendly chemical experiments*. Master's thesis. College of Science, King Abdulaziz University, Jeddah.

Abu Al-Wafa, R., A. (2018). The effectiveness of a proposed green chemistry course based on the principles of Education for Sustainable Development (ESD) in developing chemical culture among student teachers in the Chemistry Division. *Egyptian Journal of Scientific Education, 21*(2), 1-15.

Al Sayed, Al., Ali. (2017). Using the approach to learning for sustainable development (ESD) in teaching the environmental sciences course to develop concepts of sustainability and ethical decision-making among the student teachers. *Egyptian Journal of Practical Education, 20*(8), 109- 143.

Al-Baltan, I. (2021). The level of inclusion of green chemistry topics in the content of middle school science textbooks in the Kingdom of Saudi Arabia. *Journal of the College of Education, 36* (4), 325-376.

Al-Ghamdi, A., A. (2024). Analysis of science books for the second intermediate grade in light of the principles and applications of green chemistry. *Journal of Human and Natural Sciences, 5*(1), 93-110.

Al-Harbi, I. & Al-Daghim, K. (2020). *The effectiveness of a unit on green chemistry in developing awareness of its life applications and decision-making skills among female secondary school students*. (Unpublished master's thesis). Qassim University, Buraidah

Al-Hutaibi, D. A. (2018). An enrichment program in green education based on the TRIZ theory to develop environmental awareness among secondary school students. *South Valley International Journal of Educational Sciences,* (1), 1-18.

Al-Otaibi, N., F. (2024). Designing a proposed educational program based on the principles of green chemistry and measuring its effectiveness in developing related concepts among female secondary school students in the Kingdom of Saudi Arabia. *International Journal of Educational Research, 48*(1), 98-138.

Amado, A., Dalelo, A., Adomßent, M. and Fischer, D. (2017), "Engaging teacher educators with the sustainability agenda: A case study of a pilot professional development program from Ethiopia", International Journal of Sustainability in Higher Education, Vol. 18 No. 5, pp. 715-737. https://doi.org/10.1108/IJSHE-02-2016-0029

Anastas, P. & Warner, J. (2000). *Green Chemistry: Theory And Practice,* New York, Oxford University Press, U.S.A.

Auliah, A. & Mulyadi, M. (2018). Indonesian Teachers' Perceptions on Green Chemistry Principles: A Case Study Of A Chemical Analyst Vocational School, Journal Of Physics: Conference Series, 1028(1).

Boodhoo, K. & Harvey, A. (2013). Process Intensification for Green Chemistry: Engineering Solutions for Sustainable Chemical Processing. Copyright © 2013 John Wiley & Sons, Ltd. U K

Burmeister, M., Rauch, F., & Eilks, I. (2012). Education For Sustainable Development (ESD) And Chemistry Education. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 59-68.

Cacciatore, k. (2010). *Development And Assessment of Green Research- Based Instructional Materials for The General Chemistry Laboratory*.

Unpublished Doctoral Dissertation, University of Ecological Indicators, Vol. 67, 611-622.

Chen.H, & Gross.R, (2010):"Green Polymer Chemistry: Biocatalysis and Biomaterials", American Chemical Society, Washington, pp. 1-14.

Cullipher, S. (2015). *Research For the Advancement of Green Chemistry Practice: Studies in Atoms Phenic and Educational Chemistry*. Unpublished Doctoral Dissertation. University Of Massachusetts Boston.

El-Shenawy, N. (2020). The effectiveness of a proposed program in green chemistry in developing environmental values among student teachers in the Chemistry Division. *Journal of the Faculty of Education, Port Said University, 1*(30), 211-261.

Erdawati, D. Rachmat, F.& Abdul Karim. (2021). The Effectiveness Of Green Chemistry Practicum Training Based On Experimental Inquiry To Improve Teachers Science Process Skills, hilogram Online-Elementary Education Online, 20(4), 540-549.

Fellet, M. (2013)." Green Chemistry and Engineering towards sustainable future", American chemical society, pp.1-30.

Garrett, R. (2012). Pollution Prevention Green Chemistry, And the Design of Safer Chemicals, American Chemical Society, 640, 2-15.

Ghanem, S. (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, Journal of Scientific Education, *Egyptian Society for Scientific Education, 18* (1), 1-54.

Gross, E. (2013). Green Chemistry and Sustainability: An Undergraduate Course for Science and Non-Science Majors. Journal Of Chemical Education, 90 (4), 429-431.

Hajjaj, A. (2020). *Developing a program to prepare chemistry teachers in colleges of education in light of the principles of green chemistry and its applications*. Unpublished doctoral dissertation, Faculty of Education, Benha University.

Juanjuan, M. & Shengli, H. (2020). Evaluating Chinese Secondary School Students' Understanding Of Green Chemistry, Journal Science Education International, 31(2), 209-219.

Karpudewan, M., Roth, W. & Ismall, Z. (2015). Education in Green Chemistry: Incorporating Green Chemistry into Chemistry Teaching Methods Courses at The Universalization Malaysia. Canada: Royal Society of Chemistry.

Mahmoud, K. (2020). A proposed science curriculum based on the principles of green chemistry and its applications to develop awareness of environmental sustainability and positive thinking among middle school students. *Journal of the Faculty of Education, Ain Shams University*, *44* (4), 209- 314.

Manahan, E. (2006). Green Chemistry and the Ten Commandments of Sustainability 2nd ed. Columbia, Missouri U. S.A Chem Char Research, Inc. Publishers.

Mujahid, F. A. (2020). Green education is a future trend in the digital age. *International Journal of Research in Educational Sciences*, *3*(3), 177-196.

Murad, S., A. (2023). The degree of availability of the principles and applications of green chemistry in the content of the chemistry textbook for the first year of secondary school in the Kingdom of Saudi Arabia. *Arabian Gulf Letter*, 169, 93-111

Rodrigo, L., Barreiro-Gen, M., Francisco, J., & Sammalisto, k. (2019). "Teaching Sustainability in European Higher Education Institutions: Assessing the Connections between Competences and Pedagogical Approaches" Sustainability 11, no. 6: 1602. https://doi.org/10.3390/su11061602.

Saleh, M. (2016). *A proposed curriculum in chemistry for the secondary stage in light of the concept of green chemistry and its impact on developing awareness and making environmental decisions*, unpublished doctoral thesis, Faculty of Education, Zagazig University.

Soni. G, (2015). "Advantages Of Green Technology", International Journal Of Research- Granth-Aalayah, 3 (9) , Sep , Pp.1-5.

Youssef, A., E.; Hegazy, A.; & Suleiman, F. (2021). The effectiveness of a proposed unit on electronic waste to develop awareness of the environment and its problems among first year secondary school students. *Educational and Psychological Studies*, (111), 169-207.

Youssef, R. (2022). *A proposed program in green chemistry based on the ethical analysis approach to develop ethical thinking skills and concepts of the environmental dimension of sustainable development for pre-service chemistry teachers*. Master's thesis. Faculty of Education, Minya University.