MESR
منار الشرق للدراسات والأبحاث
Manar Elsharq for Studies & Research
Middle East Journal
of Educational and Psychological Sciences
Homepage:
http://meijournals.com/ar/index.php/mejeps/index
مجلة الشرق الأوسط
للعلوم التربوية والنفسية
ISSN 2789-1828

فاعلية أنشطة تعليمية مقترحة في الكيمياء قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المهارات الحياتية لدى طلاب المرحلة الثانوية

Effectiveness of proposed educational activities in chemistry based on the principles of green chemistry in developing life skills among secondary school students

أ. فيصل بن سائر بن عبدالله الحربي[1] ، أ.د. إبراهيم بن عبدالله سليمان البلطان[2]

Faisal bin Sayer bin Abdullah Al-Harbi[1], Prof. Ibrahim bin Abdullah Sulaiman Al-Baltan[2]

باحث ماجستير في المناهج وطرق التدريس – كلية التربية – جامعة القصيم/ المملكة العربية السعودية [1]

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم – كلية التربية – جامعة القصيم/ المملكة العربية السعودية[2]

Master's student in Curriculum and Instruction - College of Education - Qassim University, Saudi Arabia[1]

Professor of Curriculum and Instruction in Science - College of Education - Qassim University, Saudi Arabia[2]

استلام البحث: 10/06/2026 مراجعة البحث: 08/07/2026 قبول البحث: 07/08/2026

الملخص:

هدفت الدراسة إلى الكشف عن فاعلية أنشطة تعليمية مقترحة في الكيمياء قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المهارات الحياتية لدى طلاب المرحلة الثانوية، وذلك من خلال تنفيذ مجموعة من الأنشطة التعليمية المرتبطة بالفصل الثالث من مقرر الكيمياء للصف الثاني الثانوي 2–2، وربطها بمبادئ الكيمياء الخضراء؛ لتنمية مهارتي تقييم المخاطر الكيميائية والمواطنة البيئية، ولتحقيق أهداف الدراسة استخدم الباحث المنهج التجريبي ذو التصميم شبه التجريبي القائم على المجموعتين التجريبية والضابطة، وتكوَّن مجتمع الدراسة من جميع طلاب المرحلة الثانوية الحكومية للبنين التابعة لإدارة تعليم منطقة القصيم، في حين بلغت عينة الدراسة (50) طالبًا من طلاب الصف الثاني الثانوي في مدرسة ثانوية دخنة؛ وُزِّعوا بالتساوي على مجموعتين: : تجريبية وضابطة، وأعد الباحث كراسة للأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء، ودليلًا لتنفيذ الأنشطة التعليمية، كما قام ببناء أداتين للدراسة، هما: مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية، ومقياس مهارة المواطنة البيئية، وأظهرت نتائج الدراسة

وجود فروق دالة إحصائيًا بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لكلٍ من مهارة تقييم المخاطر الكيميائية ومهارة المواطنة البيئية، لصالح المجموعة التجريبية، كما أظهرت وجود فروق دالة إحصائيًا بين التطبيقين القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية لصالح التطبيق البعدي، مما يدل على فاعلية الأنشطة التعليمية المقترحة القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المهارات الحياتية وهما مهارتي تقييم المخاطر الكيميائية والمواطنة البيئية لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

الكلمات المفتاحية: الأنشطة التعليمية، الكيمياء الخضراء، مهارة تقييم المخاطر الكيميائية، مهارة المواطنة البيئية، المهارات الحياتية.

Abstract

The study aimed to investigate the effectiveness of proposed chemistry educational activities based on the principles of green chemistry in developing life skills among secondary school students through designing activities related to the third chapter of the chemistry curriculum for second-year secondary students and linking them to appropriate green chemistry principles to develop chemical risk assessment and environmental citizenship skills. The researcher employed a quasi-experimental design with an experimental and a control group, and the sample consisted of 50 second-year secondary students from Dakhna Secondary School in the Qassim Region. The researcher prepared a booklet of the proposed activities, a guide for designing educational activities, and two instruments to measure chemical risk assessment and environmental citizenship skills. The findings revealed statistically significant differences in favor of the experimental group in the post-application, as well as significant differences between the pre- and post-applications for the experimental group, confirming the effectiveness of educational activities based on green chemistry principles in developing life skills: Skill, Environmental Citizenship Skill among second-year secondary school students.

Keywords: Educational Activities, Green Chemistry, Chemical Risk Assessment Skill, Environmental Citizenship Skill, Life Skills.

المقدمة

في عصر يتسم بالتحديات البيئية المتزايدة والتقدم العلمي المتسارع؛ لم يعد التعليم مجرد وسيلة لاكتساب المعرفة، بل أصبح أداة حيوية لصقل المهارات الحياتية التي تمكن الأفراد من التكيف والازدهار، ويمكن تسليط الضوء على المفاهيم الكيميائية كركيزة أساسية في فهم العالم من حولنا، فهي علم يفسر كل شيء من تركيب أجسامنا إلى التفاعلات التي تشكل بيئتنا، ومع ذلك؛ غالبًا ما يُنظر إلى الكيمياء في المناهج التقليدية على أنها مجرد مجموعة من المعادلات المعقدة والتفاعلات المجردة، مما يفصلها عن واقع حياة الطلاب واهتماماتهم اليومية، هذا التناول النظري الصرف يقلل من قدرة الطلاب على ربط ما يتعلمونه بتحديات العالم الحقيقي، ويحد من تنمية المهارات الحياتية الضرورية مثل التفكير النقدي، حل المشكلات، واتخاذ القرارات المستنيرة.

وتُعَدّ الكيمياء علمًا مركزيًا في البنى المعرفية للعلوم الطبيعية؛ فهي تَصِل بين مفاهيم الفيزياء والبيولوجيا والتقنية، وتمكّن الدارِس من فهم كيفية تشكّل المواد وتفاعُلاتها وتحوّلها في البيئة والحياة اليومية، وأن محو الأمية العلمية يشمل إمكانية المشاركة في نقاشات مستنيرة عن العلم والاستدامة والتقنية (OECD, 2019).

وقد أكّدت منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization، على أن تعليم الكيمياء يحقق أهداف التنمية المستدامة، إذ يوفّر للمتعلمين؛ فهمًا علميًا يمكنهم من مواجهة

التحديات البيئية والتقنية والصحية في العالم الحديث، ويعزز التفكير العلمي والابتكار في معالجة المشكلات العالمية (UNESCO, 2022).

كما أشارت جمعية الكيمياء الأمريكية American Chemical Society إلى أن الكيمياء تمثل العلم المركزي الذي يربط بين مختلف فروع المعرفة العلمية، ويسهم في تطوير التقنيات الحديثة في مجالات الطاقة والطب والبيئة، كما أوصى الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية International Union of Pure and Applied Chemistry بأهمية تطوير تعليم الكيمياء المدرسي والجامعي بما يضمن تنمية مهارات التفكير النقدي، وحل المشكلات، والوعي بالقضايا الأخلاقية والبيئية ذات الصلة باستخدام المواد الكيميائية (IUPAC, 2023).

وفي السياق نفسه؛ أكدت جمعية الكيمياء الملكية Royal Society of Chemistry أن تعليم الكيمياء يجب أن يركّز على بناء ثقافة علمية مستدامة تُنَمّي لدى الطلاب القدرة على الربط بين المفاهيم الكيميائية وحياتهم اليومية، وتمكّنهم من المشاركة في صناعة قرارات علمية ومجتمعية مستنيرة (RSC, 2024).

كما أشار المركز الدولي للتعاون في الكيمياء المستدامة International Sustainable Chemistry Collaborative Centre إلى أن دمج مبادئ الاستدامة في تعليم الكيمياء يُعدّ خطوة محورية نحو بناء جيلٍ من العلماء والمواطنين القادرين على استخدام المعرفة الكيميائية في خدمة البيئة والمجتمع (ISC3, 2025).

وفي ضوء هذه التوجهات؛ حظي تدريس العلوم ولاسيما علم الكيمياء باهتمام كبير، لما له من دور في تنمية التفكير العلمي، والقدرة على حل المشكلات، واتخاذ القرارات المستنيرة، وتؤكد الأدبيات التربوية على ضرورة اعتماد الأنشطة التعليمية التي تُفعّل دور المتعلم في اكتساب المفاهيم العلمية، وتحفّزه على الملاحظة، والافتراض، والتجريب، والاستنتاج، ويُعدّ تدريس الكيمياء باستخدام الأنشطة وسيلة فعّالة لبناء الفهم العميق للمفاهيم المجردة وتعزيز الاتجاهات الإيجابية نحو العلم، كما تُمكن الأنشطة المتعلمين من ربط المفاهيم الكيميائية بحياتهم اليومية، مما يعزز بقاء أثر التعلم (Abrahams & Millar, 2008).

ومن هذا المنطلق؛ لا ينبغي أن يُنظر إلى تعليم الكيمياء على أنه مجرد نقلٍ لمفاهيم؛ بل كأداة لتمكين التفكير النقدي وحلّ المشكلات وربط المعرفة بسياقات الواقع، فكل تفاعل كيميائي وكل تجربة مخبرية توفر فرصة ليس فقط لفهم المادة، بل لفهم العلاقة بين الإنسان والبيئة، والمخاطر التي قد تنتج عن استخدام المواد الكيميائية (Bybee, 2014).

لذلك؛ لم تعد المناهج الدراسية في مجال الكيمياء تُقاس بكفاءتها في نقل المعرفة النظرية فحسب، بل بقدرتها على إكساب الطلاب مهارات حياتية تمكّنهم من اتخاذ قرارات واعية والتفاعل مع قضايا البيئة والمجتمع، كما أن علوم الكيمياء من أكثر التخصصات العلمية ارتباطًا بهذه القضايا نظرًا لما تحمله التفاعلات الكيميائية من أثر مباشر على البيئة وصحة الإنسان، وأضحى من الضروري تطوير مناهج الكيمياء في مرحلة التعليم الثانوي بما يُحقّق الانتقال من التعليم المنقول إلى التعليم البنّاء والمشارك، وذلك؛ عبر إعادة هيكلة الأنشطة المرتبطة به (Burmeister et al, 2012).

وقد أشارت دراسة دوري وآخرون (Dori et al., 2018) إلى أن مناهج الكيمياء التقليدية ما تزال تُركّز على نقل المعرفة النظرية أكثر من تركيزها على بناء المفاهيم العلمية وربطها بالواقع، وأوصت بضرورة تحويل تعليم الكيمياء إلى خبرة استقصائية قائمة على الملاحظة والتجريب والنقاش الجماعي، كما أوضحت دراسة هافزيك وكيند (Hofstein & Kind, 2012) أن التعلّم البنّاء في الكيمياء يُسهم في تنمية الفهم العميق للمفاهيم الكيميائية ويعزز قدرة الطلاب على تطبيقها في مواقف حياتية، بخلاف النمط التلقيني الذي يقود إلى تعلم سطحي مؤقت.

وفي الاتجاه نفسه؛ أوضحت دراسة شبيغ وآخرون (Shbegh et al., 2021) أن المناهج الكيميائية التي تدمج المشكلات الواقعية والأنشطة المخبرية ذات الطابع المجتمعي تسهم في تحسين دافعية الطلاب للتعلم وتنمية مهارات التفكير النقدي وحل المشكلات، وكما أكدت دراسة أوزدمير (Ozdemir, 2020) على أن التطوير المنهجي القائم على المواقف الحياتية يرفع من مستوى التحصيل الكيميائي والوعي البيئي معًا، حيث يُصبح التعلم أكثر ارتباطًا بالخبرات اليومية للطلاب.

كما تُظهر الاتجاهات التربوية المعاصرة تكاملًا بين تدريس الكيمياء وتفعيل القضايا البيئية، لبناء وعي بيئي مسؤول، ويُبرز هذا التوجه أهمية توظيف الأنشطة التعليمية التي تجمع بين محتوى المادة العلمية، كالمفاهيم الكيميائية، وبين القضايا البيئية الواقعية، بما يسهم في تنمية الكفايات البيئية لدى الطلاب، ويعزز من قدرتهم على اتخاذ قرارات مستنيرة تجاه مشكلات بيئتهم (Şahin & Ertepınar, 2020)

وفي ظل التزايد الملحوظ في المشكلات البيئية الناتجة عن الأنشطة الصناعية والاستهلاكية، برز مفهوم الكيمياء الخضراء Green Chemistry كاتجاه عالمي يجمع بين البعد العلمي والتربوي والإنساني؛ حيث قدّمه بول أنستاس وجون وارنر (Anastas&Warner,1998) بوصفه منهجًا لتصميم المنتجات والعمليات الكيميائية بطريقة تحدّ من استخدام وتوليد المواد الخطرة على صحة الإنسان والبيئة، ويُعدّ هذا المفهوم نقطة تحوّل في تعليم الكيمياء، لأنه ينقل الطلاب من التعامل مع المادة الكيميائية بوصفها ظاهرة تجريبية فحسب إلى إدراكها كمكوّنٍ مؤثر في الاستدامة والحياة البشرية، فتعليم الكيمياء الخضراء يُعزّز لدى المتعلمين التفكير في البدائل الآمنة، وتحليل العواقب البيئية للتفاعلات، وتصميم الحلول الكيميائية التي تراعي مبادئ الكفاءة، والاقتصاد في الذرات، واستخدام الموارد المتجددة، وتقليل النفايات.

وتعد الكيمياء الخضراء بأنها مجال علمي متعدد التخصصات يركّز على تقليل استخدام المواد الخطرة والحد من توليدها، مع تعزيز البدائل المستدامة في العمليات والمنتجات الكيميائية، بما يسهم في تحقيق الاستدامة البيئية وتقليل الآثار السلبية للصناعة الكيميائية (Kurul et al., 2025)، وهناك من يرى أنها أحد الفروع الحديثة لعلم الكيمياء؛ تهدف إلى تقليل الضرر البيئي والتلوث الناتجة عن عمليات التصنيع الكيميائية؛ ومعالجة سلبيات الكيمياء من خلال ابتكار مواد كيميائية آمنة وغير ضارة؛ يستخدم فيها اقتصاد الذرة من خلال تقدير كفاءة التفاعل، وتستثمر في تفاعلاتها كل المكونات الداخلة فيها دون وجود فاقد؛ وبأقل استهلاك للطاقة والموارد غير المتجددة"(البلطان، ٢٠٢١)، ويرى سانشيز موراليس وآخرون (Sánchez Morales et al., 2024) أن الكيمياء الخضراء بأنها نهج كيميائي يهدف إلى تصميم المنتجات والعمليات الكيميائية بطريقة تمنع التلوث من المصدر وتقلل الأثر البيئي عبر مختلف مراحل دورة حياة المنتج، مع الحفاظ على الكفاءة العلمية والاقتصادية.

وللكيمياء الخضراء مجموعة من المبادئ التي تمثل إرشادات علمية منهجية وُضعت لتوجيه تصميم التفاعلات والعمليات والمنتجات الكيميائية بطريقة تقلل أو تمنع استخدام وتوليد المواد الخطرة، وتسهم في حماية صحة الإنسان والبيئة، مع تعزيز كفاءة استخدام الموارد والطاقة، وقد صاغ هذه المبادئ Paul Anastas وJohn Warner في إطار اثني عشر مبدأً تُعد الأساس النظري والتطبيقي للكيمياء الخضراء، وتهدف إلى الوقاية من التلوث من المصدر بدلًا من معالجته بعد حدوثه (Anastas & Warner, 1998).

وترى منظمة الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (International Union of Pure and Applied Chemistry) أن مبادئ الكيمياء الخضراء تمثل إطار توجيهي يركز على تحسين السلامة البيئية والكفاءة الكيميائية للتفاعلات والعمليات، من

خلال تقليل السمية، وخفض النفايات، وتعزيز استخدام المواد المتجددة، بما يدعم الاستدامة في الممارسات الكيميائية والتعليمية والصناعية (IUPAC, 2011).

وفي السياق التطبيقي، تشير وكالة حماية البيئة الأمريكية (Environmental Protection Agency) إلى أن مبادئ الكيمياء الخضراء تمثل أدوات وقائية تساعد الباحثين والممارسين على اتخاذ قرارات تصميم كيميائي مسؤولة، تقلل المخاطر البيئية والصحية، وتسهم في تطوير منتجات وعمليات أكثر أمانًا وكفاءة، دون الإخلال بالأداء الوظيفي أو الاقتصادي (EPA, 2012). والعمليات والمنتجات الكيميائية منذ المراحل الأولى، بما يحقق الوقاية من التلوث، ويرفع كفاءة استخدام الموارد، ويعزز السلامة الكيميائية، وفي هذا السياق يذكر Paul Anastas وJohn Warner أن الكيمياء الخضراء تقوم على اثني عشر مبدأً تشكل الإطار المرجعي لتطبيق هذا المدخل في البحث العلمي والصناعة الكيميائية، ويذكر أنستاس ووارنر (Anastas & Eghbali, 2010) المبادئ الاثنا عشر للكيمياء الخضراء والتي تتمثل في: الوقاية من التلوث، اقتصاد الذرّة، تصميم تفاعلات أقل خطورة، تصميم مواد كيميائية أكثر أمانًا، استخدام مذيبات ومواد مساعدة أكثر أمانًا، تصميم العمليات لتوفير الطاقة، استخدام المواد الخام المتجددة، تقليل الاشتقاقات الكيميائية، استخدام المحفزات، تصميم مواد قابلة للتحلل، المراقبة والتحليل الآني للتفاعلات، الكيمياء الآمنة لمنع الحوادث.

وفي ضوء ذلك؛ أُقيمت عدد من المؤتمرات العلمية الدولية التي ركزت على الكيمياء الخضراء، ففي عام 2021، عقدت الجمعية الكيميائية الأوروبية مؤتمر التعليم في الكيمياء بمدينة براغ، حيث ناقش المؤتمر ضرورة دمج مفاهيم الكيمياء الخضراء ضمن مناهج التعليم المدرسي في أوروبا، بما يسهم في تعزيز وعي الطلاب بالقضايا البيئية (European Chemical Society, 2021)، وتأكيدًا لهذا التوجه؛ نظّمت جامعة طوكيو في عام 2022 ندوة علمية بعنوان الكيمياء الخضراء والتعليم المستدام، ركزت على أهمية تفعيل مبادئ الكيمياء الخضراء في التعليم كوسيلة لغرس السلوك البيئي المسؤول لدى النشء (University of Tokyo, 2022).

كما نظّم الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC) في العام نفسه المؤتمر الدولي العاشر للكيمياء الخضراء في مدينة بوخارست، والذي تناول الجوانب التربوية لتطبيق الكيمياء الخضراء في البيئات المدرسية (IUPAC, 2022)، وفي عام 2023 نظّمت الهيئة العالمية للمنتديات العلمية المؤتمر العالمي للكيمياء الخضراء والاستدامة في مدينة ميونخ، مسلطةً الضوء على أهمية ربط التعليم المدرسي بالتحديات البيئية العالمية من خلال أنشطة وتجارب تعليمية مبنية على المبادئ الخضراء، وفي عام 2024 نظّمت منصة "ساينس سايت" مؤتمرًا دوليًا للكيمياء الخضراء والطاقة المتجددة في مدينة باريس، قدّمت خلاله توجهات تعليمية حديثة لدمج الكيمياء بالحياة البيئية اليومية داخل المدارس، بهدف إعداد جيل واعٍ بقضايا الاستدامة (Science Cite, 2024).

وفي سياق هذا الاهتمام العالمي المتزايد بالكيمياء الخضراء والتعليم البيئي، جاءت مشاركة المملكة العربية السعودية في عدد من المؤتمرات والمبادرات الدولية التي تناولت مفاهيم التنمية المستدامة والعلوم الصديقة للبيئة، ففي عام 2021، شاركت المملكة ضمن وفد علمي في مؤتمر اليونسكو العالمي حول التعليم من أجل التنمية المستدامة، الذي عُقد في برلين، حيث أكدت وزارة التعليم السعودية التزامها بتضمين مفاهيم الاستدامة والكيمياء الخضراء ضمن خطط تطوير المناهج المدرسية، وذلك تحقيقًا لمستهدفات رؤية 2030، كما ساهمت المملكة في مناقشات تتعلق بإدماج المهارات الحياتية البيئية في التعليم، وتُعد هذه

المشاركات خطوة نحو تعزيز حضور المملكة في الحراك العلمي البيئي الدولي، وتأكيدًا على أهمية تطوير التعليم الكيميائي ليواكب التحولات البيئية، ويسهم في إعداد جيل واعٍ ومتمكن من المهارات الخضراء (UNESCO, 2021).

وبناءً على الاهتمام العالمي في الكيمياء الخضراء وضرورة دمجها في التعليم المدرسي، تزايدت الدعوات التربوية إلى تضمين أنشطة ضمن المناهج العلمية مرتبطة بالمهارات الحياتية، لما لها من دور محوري في تمكين الطلاب من التعامل الواعي مع قضايا البيئة والموارد، فقد اهتم التعليم المعاصر ببناء فرد قادر على التفكير النقدي، واتخاذ القرار، وتحمل المسؤولية، وهي مخرجات لا تتحقق من خلال المعرفة المجردة وحدها، بل عبر مهارات حياتية واقعية تعزز من تطبيق العلم في حياة الطالب اليومية (Trilling & Fadel, 2009).

وانسجامًا مع هذا التوجه، تُعد المهارات الحياتية المرتبطة بالتربية البيئية من أبرز ما ينبغي تنميته لدى طلاب المرحلة الثانوية، خصوصًا في سياق تعلم الكيمياء الخضراء، ومن أهم هذه المهارات الحياتية تأتي "مهارة تقييم المخاطر الكيميائية"؛ كونها تُكسب الطالب القدرة على تحليل الأخطار المحتملة للمواد الكيميائية المستخدمة داخل المختبر أو في الحياة الواقعية، وفهم طرق الوقاية من مخاطرها، واتخاذ الإجراءات المناسبة بما يحقق أعلى درجات السلامة الشخصية والعامة، وهو ما ينسجم مع التوجهات الحديثة في التربية العلمية القائمة على بيئات تعليمية آمنة وواعية (Eilks & Hofstein, 2015).

وتعدّ مهارة تقييم المخاطر الكيميائية مهارة أساسية ينبغي أن يكتسبها طلاب العلوم بوجهٍ عام وطلاب الكيمياء بوجهٍ خاص، نظرًا لارتباطها المباشر بالسلامة في التعامل مع المواد الكيميائية داخل المختبر وخارجه، ويُشير هذا المفهوم إلى التحوّل من مجرّد الالتزام بإجراءات السلامة التقليدية إلى تطوير وعيٍ علمي مسؤول يجعل المتعلم قادرًا على تقدير المخاطر قبل حدوثها، وتوظيف معارفه الكيميائية لتقليلها أو تجنّبها (WHO, 2020).

وقد أوضحت وكالة حماية البيئة الأمريكية United States Environmental Protection Agency أن تقييم المخاطر الكيميائية يتضمّن أربع مراحل رئيسة: تحديد الأخطار، تقييم علاقة الجرعة بالاستجابة، تقدير التعرض، وتوصيف المخاطر، وهي خطوات تُستخدم عالميًا في الصناعة والمختبرات البحثية، ويمكن تكييفها تربويًا في تعليم الكيمياء المدرسي من خلال أنشطة مخبرية مبسطة تُنمّي التفكير التحليلي واتخاذ القرار (EPA, 2021).

وفي المجال التربوي؛ يرى هوفستاين ولونيتا (Hofstein & Lunetta, 2004) أن إشراك الطلاب في تحليل الأخطار المرتبطة بالتجارب المخبرية وتقدير احتمالاتها يُسهم في تعزيز مهارات التفكير العلمي لديهم، كما يرسّخ لديهم سلوكًا وقائيًا دائمًا يتجاوز حدود الدرس إلى ممارسات الحياة اليومية، وتشير دراسة بيرك وآخرون (Burke et al., 2020) إلى أن إدماج مفاهيم تقييم المخاطر ضمن المناهج العملية في الكيمياء يؤدي إلى رفع كفاءة الطلاب في تطبيق قواعد السلامة، وتنمية مهارة اتخاذ القرار الأخلاقي عند التعامل مع المواد الكيميائية، وهو ما يُعدّ أحد أبعاد الكيمياء الخضراء التي تسعى إلى ترسيخ ثقافة السلامة والمسؤولية البيئية داخل المختبرات التعليمية.

كما أكدت منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة ضمن مبادرة الكيمياء الخضراء أن تدريب الطلاب على تقييم المخاطر الكيميائية يُعدّ خطوة ضرورية لبناء ثقافة علمية مستدامة تُقلّل من الحوادث الكيميائية وتُعزّز ممارسات الاستخدام الآمن للمواد في البيئات التعليمية (UNESCO, 2022).

ومن هذا المنطلق، فإن تنمية مهارة تقييم المخاطر لا تقتصر على الأبعاد الإجرائية للسلامة، بل تمتد لتشمل تنمية مهارات التفكير النقدي، والتنبؤ، واتخاذ القرار العلمي، وهي من أبرز المهارات الحياتية التي تسهم في إعداد متعلمٍ واعٍ بمسؤوليته تجاه نفسه وبيئته ومجتمعه.

كما أن مهارة "المواطنة البيئية" إحدى الركائز التي تسهم في تشكيل وعي الطالب البيئي، إذ تعزز من شعوره بالمسؤولية تجاه موارد بيئته، وتدفعه إلى تبني سلوكيات إيجابية مثل تقليل النفايات، وترشيد الاستهلاك، والمشاركة في حماية المحيط الحيوي . (Jensen & Schnack, 2006)

ويرى هارت ونيزبت (Hart & Nisbet, 2012) أن تنمية المواطنة البيئية في تعليم العلوم تمكّن المتعلمين من الانتقال من المعرفة النظرية إلى المشاركة المجتمعية الفاعلة عبر توظيف معارفهم العلمية في اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن السلوك البيئي اليومي، مثل استهلاك الموارد وإعادة التدوير والتعامل مع الملوثات.

كما يشير سميديريفاك لاليتش وآخرون (Smederevac-Lalic et al., 2020) إلى أن المواطنة البيئية تتكوّن من ثلاثة أبعاد متكاملة؛ المعرفة العلمية، والقيم والاتجاهات البيئية، والقدرة على العمل الجماعي من أجل التغيير البيئي، ومن ثم فإن تعليم الكيمياء، بوصفه علمًا يربط الإنسان بالمواد والطاقة والموارد الطبيعية، يُعد بيئة مثالية لتنمية هذه الأبعاد عبر الممارسة الأنشطة العملية والتجريبية.

وفي ضوء ذلك؛ فإن دمج أنشطة المواطنة البيئية في تدريس الكيمياء يُسهم في تعزيز وعي الطلاب بعلاقة الكيمياء بالبيئة، ويجعلهم أكثر إدراكًا لدورهم كمواطنين مسؤولين في الحد من التلوث وترشيد استهلاك الموارد، كما يؤكد أندرياس هادجيشامبيس وآخرون (Hadjichambis et al., 2020) أن التربية العلمية المعاصرة ينبغي أن تُكسب المتعلم قدرة على تحويل المعرفة العلمية إلى فعل بيئي مستدام، من خلال أنشطة قائمة على المشكلات البيئية الواقعية.

ويرى الباحث أن التركيز على تنمية هذه المهارات في ظل أنشطة تعليمية قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء لا يمثل تطويرًا منهجيًا فقط، بل استجابة مهمة لمتطلبات التنمية المستدامة، ومسارًا لتجسير الفجوة بين العلم والحياة لدى المتعلم في المدرسة، وإعداده ليكون فاعلًا ومسؤولًا في بيئته ومجتمعه.

لذلك، تسعى هذه الدراسة لسد حاجة ميدانية وعلمية لبيان فاعلية أنشطة تعليمية مقترحة في الكيمياء قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المهارات الحياتية لدى طلاب المرحلة الثانوية، وبخاصة مهارتي تقييم المخاطر الكيميائية والمواطنة البيئية، وذلك في إطار رؤية تطويرية تسعى إلى الربط بين المنهج والمهارات الحياتية.

مشكلة الدراسة:

من خلال ما سبق؛ وحيث إن تعليم العلوم عمومًا والكيمياء خصوصًا، محط تركيز عالمي متزايد نظرًا للدور الحيوي لهذه المادة في تعزيز الوعي البيئي وتنمية المهارات الحياتية التي يحتاجها المتعلم لمواجهة تحديات القرن الحادي والعشرين، فقد دعت منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة (UNESCO, 2018) إلى إعادة تصميم مناهج العلوم لتتضمن مفاهيم ومهارات مرتبطة بالتنمية المستدامة، والسلامة الكيميائية، والمواطنة البيئية، بما يعزز قدرة المتعلمين على اتخاذ قرارات مستنيرة ترتكز على المعرفة العلمية.

وأشارت دراسة دوري وآخرون (Dori et al,. 2018) إلى أن الأنشطة التعليمية التفاعلية في مقررات الكيمياء، مثل التجارب الصفية، تؤثر بشكل ملحوظ في تعزيز الفهم العميق للمفاهيم الكيميائية وتنمي التفكير التحليلي والوعي بمخاطر المواد الكيميائية. كما بيّنت دراسة راتنانينغسيه وآخرون (Ratnaningsih et al 2020) أن الأنشطة القائمة على (STEM) تسهم بفاعلية في تنمية مهارات حياتية مثل حل المشكلات، والتعاون، واتخاذ القرار، لدى طلاب المرحلة الثانوية عند دمجها بمحتوى الكيمياء.

ومع تزايد القلق العالمي من المخاطر الكيميائية المرتبطة بالاستخدام غير الواعي للمواد الكيميائية، أوصت الجمعية الكيميائية الأمريكية (ACS, 2020) بأن يُراعى في تصميم مناهج الكيمياء تضمين مفاهيم الكيمياء الخضراء، وأن تُعزز عبر أنشطة تطبيقية تُكسب المتعلم مهارات عملية في التقييم والتصرف الآمن والمسؤول، ويُعد هذا التوجه ضرورة تربوية ومجتمعية في ظل التقارير التي نشرت لمجلس السلامة الكيميائية الأمريكي رصدت وقوع أكثر من 120 حادثة مختبرية خلال أقل من عقدين بعضها أدى إلى وفيات (CSB, 2020).

وعلى الرغم من هذا الزخم العالمي، لا تزال العديد من الدول ومنها المملكة العربية السعودية، تواجه تحديات كبيرة في تضمين هذه المفاهيم والمهارات ضمن مناهجها التعليمية، وخاصة في مقرر الكيمياء، مما يحد من فاعلية التعليم في تنمية مهارات الحياة الواقعية والتفاعل مع القضايا البيئية العالمية، حيث أظهرت نتائج دراسة عميش والعميري (2023) إن مبادئ الكيمياء الخضراء لم تتوفر في منهج مقرر الكيمياء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية بالشكل الكافي وعدم وجود تكامل لجميع مبادئ الكيمياء الخضراء وإنما اقتصر على عدد منها فقط.

كما أظهرت دراسة مراد (2023) أن درجة توفر مبادئ الكيمياء الخضراء في مناهج الكيمياء للمرحلة الثانوية في المملكة لا تتجاوز 50% من المبادئ، مما يبرز الحاجة الملحة لتعزيز محتوى الكتب المدرسية بمزيد من المبادئ والتطبيقات العملية للكيمياء الخضراء، لضمان تأهيل الطلاب بالمعرفة البيئية الحديثة والمهارات العلمية التي تتوافق مع متطلبات الاستدامة ورؤية المملكة 2030، كما أوصى الفضل والجعيدي (2024) بإعداد وحدة دراسية تتضمن مبادئ الكيمياء الخضراء، بناءً على ما أظهرته النتائج في تدنّي توافر هذه المبادئ في منهج الكيمياء(3)، مما قد يقلل استفادة الطلاب من تطبيق هذه المبادئ.

وأكدت دراسة العتيبي (2024) أن الأنشطة التعليمية لمقرر الكيمياء في المدارس الثانوية في المملكة لا ترتبط بالحياة الواقعية أو بالسلامة الكيميائية، بل تعتمد في الغالب على التلقين والحفظ، كما أوصت دراسة ضايع (2020) على ضرورة تبني موضوعات كيميائية مرتبطة بالمهارات الحياتية في المناهج. كما أظهرت دراسة الشهري والعبدالكريم (2016) أن 60% من المدارس الثانوية في مدينة الرياض لا تطبق أنشطة تعليمية في مجال الكيمياء، مما يضعف من دور التعليم في تشكيل وعي الطالب تجاه استخدام المواد الكيميائية بشكل مسؤول.

ومن واقع خبرة الباحث العملية في تدريس الكيمياء بالمرحلة الثانوية، يلاحظ أن تدريس المقرر يركز غالبًا على الجانب المعرفي والتحصيلي، في حين تقل فرص تنفيذ الأنشطة التي تربط المفاهيم الكيميائية بالحياة اليومية التي تنمّي لدى الطلاب مهارات تقييم المخاطر الكيميائية والمواطنة البيئية، الأمر الذي يعزز الحاجة إلى تطوير أنشطة تعليمية قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء.

وبناءً على ما سبق، يتضح أن مناهج الكيمياء في المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية لا تزال بحاجة إلى تفعيل مبادئ الكيمياء الخضراء من خلال أنشطة تعليمية تفاعلية تسهم في ربط المعرفة النظرية بالتطبيق العملي، كما أن محدودية الأنشطة الصفية والمخبرية التي تركز على قضايا الاستدامة تقلل من فرص تنمية المهارات الحياتية الأساسية، مثل تقييم المخاطر

الكيميائية والمواطنة البيئية؛ وعليه تمثلت مشكلة الدراسة في الكشف عن فاعلية أنشطة تعليمية قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المهارات الحياتية لدى طلاب المرحلة الثانوية.

أسئلة الدراسة:

تسعى الدراسة للإجابة عن الأسئلة التالية:

1. ما الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء؟
2. ما فاعلية الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المهارات الحياتية لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

ويتفرع منه السؤالين التاليين:

أ- ما فاعلية الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارة تقييم المخاطر الكيميائية لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

ب- ما فاعلية الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارة المواطنة البيئية لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

فروض الدراسة:

تسعى الدراسة للتحقق من صحة الفروض الآتية:

1. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات طلاب المجموعة التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية لصالح المجموعة التجريبية.
2. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات طلاب المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لمقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية لصالح التطبيق البعدي.
3. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات طلاب المجموعة التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمقياس مهارة المواطنة البيئية لصالح المجموعة التجريبية.
4. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات طلاب المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لمقياس مهارة المواطنة البيئية لصالح التطبيق البعدي.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى ما يلي:

1. تصميم وبناء أنشطة تعليمية مقترحة في الكيمياء قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء، بهدف تنمية المهارات الحياتية لدى طلاب المرحلة الثانوية.

2. الكشف عن فاعلية الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المهارات الحياتية لدى طلاب المرحلة الثانوية.

ويتفرع منه الهدفين التاليين:

أ- الكشف عن فاعلية الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارة تقييم المخاطر الكيميائية لدى طلاب المرحلة الثانوية.

ب- الكشف عن فاعلية الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارة المواطنة البيئية لدى طلاب المرحلة الثانوية.

أهمية الدراسة:

تتمثّل أهمية الدراسة فيما يلي:

1. تعزز توجّه التعليم نحو التنمية المستدامة من خلال توظيف مبادئ الكيمياء الخضراء في تدريس الكيمياء، بما يربط بين المعرفة العلمية والقضايا البيئية المعاصرة، وقد تُسهم في إعادة توجيه المناهج نحو أهداف بيئية وتربوية محلية وعالمية.
2. تُسهم في تنمية مهارات حياتية بيئية لدى الطلاب مثل تقييم المخاطر الكيميائية والمواطنة البيئية، مما يدعم بناء وعي علمي مسؤول وسلوكيات مستدامة تتماشى مع متطلبات القرن الحادي والعشرين.
3. تقديم أنشطة تعليمية قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء تُنمّي المهارات الحياتية لدى الطلاب من خلال تطبيقات عملية تدمج بين المفاهيم النظرية والممارسات، مما يعزز قدرتهم على توظيف المعرفة في مواقف حياتية واقعية واتخاذ قرارات مسؤولة بيئيًا
4. تزوِّد معلمي الكيمياء بمجموعة من الأنشطة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء، يمكن الاستفادة منها في تخطيط الدروس وتنفيذها.

حدود الدراسة:

- الحدود الموضوعية: اقتصرت الدراسة الحالية على الوحدة الثالثة (مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها) من مقرر الكيمياء للصف الثاني ثانوي، وعلى قياس المهارات الحياتية التالية: (تقييم المخاطر الكيميائية، المواطنة البيئية) نظراً لأهميتها وحاجة الطلاب إليها بشكل كبير، بالإضافة إلى ارتباطها الوثيق بمحتوى الوحدة المختارة، حيث إنه من خلال هذه الوحدة يتعامل الطلاب مع موضوعات ترتبط مباشرة بسلامة المواد الكيميائية القابلة للاشتعال والسمية؛ مما يجعلها مناسبة لتطبيق مبدأ تقييم المخاطر وفهم آلية الوقاية وفق مبادئ الكيمياء الخضراء، وتمكن من إدراك أثر هذه المركبات على البيئة والمجتمع، وبذلك تمثل المهارتان الجانب التطبيقي لجميع مبادئ الكيمياء الخضراء التي يبلغ عددها اثنا عشر مبدئ داخل الوحدة، كما تضمنت الأنشطة التعليمية ما يلي :(الأنشطة التطبيقية، المشروعات المصغّرة، أنشطة المحاكاة، الأنشطة التوعوية، أنشطة حل المشكلات، الأنشطة البحثية).
- الحدود المكانية والبشرية: اقتصرت الدراسة على طلاب الصف الثاني الثانوي الذين يدرسون بالمدارس الحكومية النهارية للبنين التابعة لإدارة تعليم منطقة القصيم.
- الحدود الزمانية: أجريت الدراسة في الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي1447هـ-2026م.

مصطلحات الدراسة:

الأنشطة التعليمية

يعرفها قطامي (2013) بأنها مجموعة من الخبرات والممارسات التي يُخطط لها المعلم بهدف إكساب المتعلم معارف ومهارات واتجاهات من خلال التفاعل النشط مع الموقف التعليمي.

وعرّف كلاريندو وآخرون (Clarindo et al., 2020) الأنشطة التعليمية بأنها: تجارب أو مهام مخطَّطة ومقصودة، يُشارك فيها المتعلم بفاعلية داخل الصف أو خارجه، وتتضمن تفاعلات تهدف إلى تحقيق تعلم محدد أو تنمية مهارات واتجاهات معينة.

ويعرّف الباحث الأنشطة التعليمية إجرائياً بأنها: مجموعة من المهام والخبرات التعليمية المنظَّمة التي يُخطّط لها معلم الكيمياء وتُنفَّذ داخل الصف في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء، ضمن الوحدة الثالثة من مقرر الكيمياء للصف الثاني الثانوي (مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها)، وتشمل أنشطة تطبيقية وتجريبية، ومشروعات مصغّرة، وأنشطة محاكاة رقمية، وأنشطة توعوية بيئية، وأنشطة بحثية وحلّ مشكلات، وتهدف هذه الأنشطة إلى تعزيز فهم الطلاب للمفاهيم الكيميائية وربطها ببيئتهم المحلية، وتنمية المهارات الحياتية من خلال مواقف تعليمية تفاعلية.

مبادئ الكيمياء الخضراء

عرّف أنستاس ووارنر (Anastas & Warner, 1998) مبادئ الكيمياء الخضراء بأنها: مجموعة من الإرشادات العلمية التي تهدف إلى تصميم المنتجات والعمليات الكيميائية بطريقة تقلّل أو تمنع استخدام وتوليد المواد الخطرة، وتسعى إلى جعل العمليات الكيميائية أكثر أمانًا وكفاءة واستدامة من خلال تطبيق مبادئ تشمل تقليل النفايات، واستخدام المواد المتجددة، وتحسين كفاءة الطاقة، واستبدال المواد السامة ببدائل آمنة.

كما عرّفها بول وآخرون (Paul et al., 2020) بأنها: إطار علمي وتربوي يقوم على دمج الاستدامة في التعليم الكيميائي، من خلال مبادئ توجّه الممارسات التعليمية نحو حماية البيئة وصحة الإنسان، وتشجع المتعلمين على التفكير في بدائل آمنة وتصميم تفاعلات صديقة للبيئة تقلل من التأثيرات السلبية للأنشطة الكيميائية.

ويقصد بمبادئ الكيمياء الخضراء إجرائيًا بأنها: مجموعة المفاهيم والممارسات العلمية التي تُبنى عليها الأنشطة التعليمية المقترحة في وحدة مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها، والتي تهدف إلى إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي القدرة على إدراك أثر المواد الكيميائية في البيئة، وتوظيف أساليب تعليمية تفاعلية تُنمّي لديهم المهارات الحياتية المتمثلة بتقييم المخاطر الكيميائية والمواطنة البيئية.

المهارات الحياتية

عرّف جورج وآخرون (George et al., 2017) المهارات الحياتية بأنها: مجموعة من القدرات المكتسبة التي تمكّن الفرد من التعامل بفعالية مع متطلبات الحياة اليومية وتحدّياتها، وتشمل مهارات معرفية واجتماعية وعاطفية تساعد على التكيف، واتخاذ القرار، والتواصل الفعّال، والتفكير النقدي، والإبداعي.

كما عرّفها يوسف (2016) بأنها مجموعة من القدرات والمهارات التي تساعد الفرد على التعامل مع متطلبات الحياة اليومية بفاعلية، من خلال تطوير التفكير النقدي، والقدرة على حل المشكلات، واتخاذ القرارات السليمة، والتواصل الاجتماعي، مما يسهم في تحسين جودة الحياة وتحقيق التوافق النفسي والاجتماعي.

ويُقصد بالمهارات الحياتية إجرائيًا بأنها: القدرات السلوكية والمعرفية التي يكتسبها طلاب الصف الثاني الثانوي ضمن مقرر الكيمياء، والتي تمكّنهم من تقييم المخاطر الكيميائية المرتبطة بالمواد والتجارب الكيميائية بطريقة واعية ومسؤولة، بالإضافة إلى تنمية المواطنة البيئية من خلال الالتزام بالسلوكيات التي تحافظ على البيئة وتقلل من تأثير الأنشطة الكيميائية عليها، ويتم قياس هذه المهارات بمقاييس من إعداد الباحث.

تقييم المخاطر الكيميائية

عرّف بورك وآخرون (Burke et al., 2020) تقييم المخاطر الكيميائية بأنه: عملية تحليلية منهجية يتعلّم من خلالها الطلاب تحديد الأخطار المرتبطة بالتجارب الكيميائية، وتقدير احتمالية وقوعها، وتطوير استراتيجيات وقائية تقلّل من التأثيرات السلبية للمواد الكيميائية أثناء العمل المخبري.

ويقصد بتقييم المخاطر الكيميائية إجرائيًا بأنها: قدرة الطالب في الصف الثاني الثانوي على التعرّف إلى مصادر الخطر الكيميائي ضمن أنشطة تعليمية مقترحة قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء الموجودة في وحدة مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها، وتحليل درجة الخطورة، واتخاذ الإجراءات الوقائية المناسبة، بما يُظهر وعيه بمبادئ السلامة الكيميائية والحد من الآثار البيئية الضارة الناتجة عن استخدام المواد الكيميائية، والتي يمكن قياسها باستخدام مقياس المهارات الحياتية من إعداد الباحث.

المواطنة البيئية

عرّف هادجيشامبيس وآخرون (Hadjichambis et al., 2020) المواطنة البيئية بأنها: مفهوم تربوي يعكس استعداد الأفراد وقدرتهم على المشاركة الفاعلة في حماية البيئة وتحقيق التنمية المستدامة من خلال السلوكيات اليومية والمبادرات المجتمعية القائمة على المعرفة والقيم البيئية.

ويقصد بالمواطنة البيئية إجرائيًا بأنها: مجموعة الاتجاهات والممارسات البيئية الواعية التي يكتسبها طلاب الصف الثاني الثانوي من خلال الأنشطة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء المصممة في وحدة مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها، مثل الالتزام بالاستخدام الرشيد للمواد الكيميائية، والتقليل من النفايات، والمشاركة في أنشطة توعوية داخل المدرسة حول حماية البيئة، بما يعكس سلوك المواطن العلمي المسؤول الداعم لمبادئ الاستدامة والكيمياء الخضراء، والتي يمكن قياسها بمقياس المهارات الحياتية من إعداد الباحث.

منهج الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة الحالية والإجابة عن الأسئلة والتحقق من الفروض، اعتمد الباحث المنهج شبه التجريبي القائم على تصميم المجموعتين (التجريبية والضابطة)، ويهدف هذا التصميم إلى تقصّي فاعلية الأنشطة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء بوصفها المتغير المستقل في تنمية المهارات الحياتية (مهارة تقييم المخاطر الكيميائية، المواطنة البيئية) بوصفها المتغير التابع لدى طلاب المرحلة الثانوية، وتوضح المعادلة التالية التصميم شبه التجريبي في الدراسة:

$$\text{ت} \quad \text{م ق } 1 \quad \text{م ق}_2 \quad \times \quad \text{م ب } 1 \quad \text{م ب}_2$$

$$\text{ض} \quad \text{م ق } 1 \quad \text{م ق}_2 \quad 0 \quad \text{م ب } 1 \quad \text{م ب}_2$$

حيث إن:

ت: المجموعة التجريبية. ض: المجموعة الضابطة.

م ق1: مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية القبلي **م ب1:** مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية البعدي

م ق2: مقياس مهارة المواطنة البيئية القبلي **م ب2:** مقياس مهارة المواطنة البيئية البعدي

×: تنفيذ الأنشطة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء.

0: التدريس المعتاد للمجموعة الضابطة (عدم التعرض للمتغير المستقل).

مجتمع الدراسة:

تكوّن مجتمع الدراسة من جميع طلاب المرحلة الثانوية في المدارس الحكومية النهارية للبنين التابعة لتعليم منطقة القصيم وعددهم (١٠٤٥٨) طالباً، يدرسون في (١٧٧) مدرسة، وفق إحصائية الإدارة العامة للتعليم في منطقة القصيم (1447هـ)

عينة الدراسة:

تم اختيار عينة المدرسة بطريقة قصدية؛ وهي ثانوية دخنة، لتميّز المدرسة واهتمامها بتوفير أدوات تعليمية تقنية، وتوفر معامل مهيئة للتجارب وتنفيذ أنشطة كيميائية تدعم أهداف الدراسة، فضلًا عن كونها المدرسة التي يعمل بها الباحث، وتضم المدرسة فصلين للصف الثاني الثانوي، وتم الاختيار عشوائياً لأحد الفصلين ليمثل المجموعة التجريبية، وللفصل الآخر ليمثل المجموعة الضابطة، وبلغ عدد أفراد العينة (50) طالبًا، وُزِّعوا بالتساوي إلى المجموعتين: مجموعة تجريبية تضم (25) طالبًا، ومجموعة ضابطة تضم (25) طالبًا.

متغيرات الدراسة:

تتضمن الدراسة المتغيرات التالية:

1. المتغير المستقل:

المتغير المستقل في هذه الدراسة هي الأنشطة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء، ويشير الضامن (2007) إلى أن المتغير المستقل هو المتغير الذي يُجري الباحث تعديله أو يتحكم فيه؛ بهدف ملاحظة أثره في متغيرٍ تابع في الدراسة.

2. المتغير التابع:

المتغير التابع في هذه الدراسة هي المهارات الحياتية وقد اختار منها الباحث مهارتين تتناسبان مع طبيعة الدراسة وهما: تقييم المخاطر الكيميائية، والمواطنة البيئية، ويعرّفه المنيزل والعتوم (2019) بأنه المتغير الذي يسعى الباحث إلى تحديد أثر المتغير المستقل فيه.

ولتعزيز صدق نتائج الدراسة والتأكد من أن ما يُلاحظ من تغير في المتغير التابع يُعزى إلى المتغير المستقل، حرص الباحث على ضبط العوامل الدخيلة التي قد تتدخل في توجيه النتائج، ويُعد ضبط هذه العوامل إجراءً منهجيًا ضروريًا في الدراسات شبه التجريبية، وفيما يأتي الإجراءات التي اتبعها الباحث لضبط المتغيرات المؤثرة في عينة الدراسة:

1. **التدريس:** قام الباحث بتدريس وحدة مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها لطلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في المكان نفسه (المختبر المدرسي) حيث تتعرّض المجموعتان للظروف نفسها، أما بالنسبة لموضع الحصص في الجدول الدراسي كانت متقاربة طوال فترة تنفيذ تجربة الدراسة، حيث تم إعداد أنشطة تعليمية قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء

لكل درس من دروس الوحدة، وتطبيقها على طلاب المجموعة التجريبية. في حين اقتصرت المجموعة الضابطة على تنفيذ الأنشطة الواردة في كتاب الكيمياء للصف الثاني الثانوي.

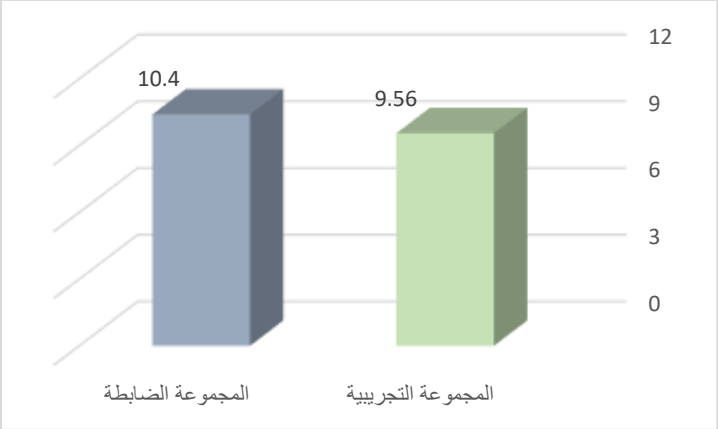
2. **عدد الطلاب:** بلغ عدد أفراد عينة الدراسة (50) طالبًا، موزعين بالتساوي على المجموعتين: (25) طالبًا في المجموعة الضابطة و(25) طالبًا في المجموعة التجريبية.
3. **العمر الزمني للطلاب:** تراوحت أعمار الطلاب في المجموعتين بين (16–17) سنة تقريبًا، وقد تم الحصول على بيانات العمر من خلال نظام «نور» التابع لوزارة التعليم.
4. **تكافؤ المجموعتين في مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية:** للتحقق من تكافؤ المجموعتين (التجريبية والضابطة)، طُبِّق مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية قبليًا على مجموعتي الدراسة، ثم استُخدم اختبار (ت) (T–test) للعينتين المستقلتين للكشف عن الفروق بين متوسطي درجات المجموعتين.

وقد أظهرت النتائج عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بينهما في التطبيق القبلي، بما يؤكد تكافؤ المجموعتين قبل تنفيذ التجربة، كما يوضحه الجدول التالي:

جدول (1): نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي لمقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية (ن=50)

المتغير	المجموعة التجريبية (ن=25)		المجموعة التجريبية (ن=25)		دلالة الفروق	
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
تقييم المخاطر الكيميائية	9.56	5.19	10.40	3.74	0.656	غير دالة

يلاحظ من جدول (1) أنه لا توجد فروق دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس القبلي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية. ويوضح شكل (1) الأعمدة البيانية لمتوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس القبلي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية.



شكل (1) الأعمدة البيانية لمتوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس القبلي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية

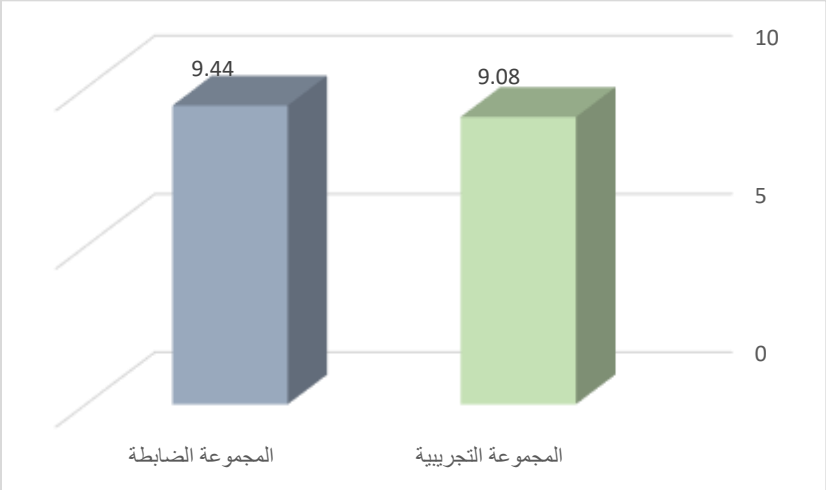
5. **تكافؤ المجموعتين في مقياس مهارة المواطنة البيئية:** للتحقق من تكافؤ المجموعتين (التجريبية والضابطة)، طُبِّق مقياس مهارة المواطنة البيئية قبليًا على مجموعتي الدراسة، ثم استُخدم اختبار (ت) (T–test) للعينتين المستقلتين للكشف عن الفروق بين متوسطي درجات المجموعتين.

وقد أظهرت النتائج عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بينهما في التطبيق القبلي، بما يؤكد تكافؤ المجموعتين قبل تنفيذ التجربة، كما يوضحه الجدول التالي:

جدول (1): نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي لمقياس المواطنة البيئية (ن=50)

المتغير	المجموعة التجريبية (ن=25)		المجموعة التجريبية (ن=25)		دلالة الفروق	
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
مهارة المواطنة البيئية	9.08	5.28	9.44	3.45	0.285	غير دالة

يلاحظ من جدول (2) أنه لا توجد فروق دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس القبلي لمهارة المواطنة البيئية. ويوضح شكل (2) الأعمدة البيانية لمتوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس القبلي لمهارة المواطنة البيئية.



شكل (2) الأعمدة البيانية لمتوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس القبلي لمهارة المواطنة البيئية

ومن خلال الطرح المتقدم يتضح التكافؤ بين متوسطات درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس القبلي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية ومهارة المواطنة البيئية؛ وعليه يُمكن إرجاع الفروق في القياس البعدي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية ومهارة المواطنة البيئية بين طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة إن وجدت لأثر المتغير المستقل (الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء).

مواد الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة أعد الباحث مواد الدراسة التالية:

أولاً: الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء:

أعدّ الباحث كراسة الأنشطة التعليمية في الكيمياء وفق مبادئ الكيمياء الخضراء؛ بهدف توظيف موضوعات مقرر الكيمياء للصف الثاني الثانوي فصل (مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها)، من خلال أنشطة تعليمية متنوعة تجمع بين الجانب التحليلي، والتجريبي، والبحثي، وحلّ المشكلات.

وقد روعي في بناء كراسة الأنشطة أن تتناسب مع خصائص طلاب المرحلة الثانوية، وأن تسهم في ربط المفاهيم الكيميائية بالتطبيقات الحياتية والبيئية.

أهداف كراسة الأنشطة التعليمية:

تهدف كراسة الأنشطة التعليمية المقترحة القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء إلى:

- إثراء محتوى مقرر الكيمياء للصف الثاني الثانوي بأنشطة تعليمية قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء تسهم في ربط المفاهيم العلمية بالمهارات الحياتية.
- تعريف الطلاب بمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في موضوعات الكيمياء العضوية المختلفة.
- تنمية مهارة تقييم المخاطر الكيميائية لدى الطلاب من خلال تحليل المواد والتفاعلات الكيميائية والتنبؤ بمخاطرها أثناء الاستخدام أو التصنيع.
- تنمية مهارة المواطنة البيئية لدى الطلاب من خلال ربط موضوعات الكيمياء العضوية بالقضايا البيئية والممارسات الكيميائية الآمنة.
- تعزيز وعي الطلاب بأهمية استخدام مواد وعمليات كيميائية أكثر أمانًا واستدامة للحفاظ على الإنسان والبيئة، بما ينسجم مع توجهات المملكة العربية السعودية نحو الاستدامة البيئية وتحقيق مستهدفات رؤية المملكة 2030.
-

إجراءات إعداد كراسة الأنشطة التعليمية:

اتّبع الباحث في إعداد كراسة الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء الخطوات الآتية:

- الاطلاع على الأدبيات التربوية والدراسات السابقة المرتبطة بمبادئ الكيمياء الخضراء، والأنشطة التعليمية.
- مراجعة محتوى مقرر الكيمياء للصف الثاني الثانوي، وتحديد الفصل المناسبة لتنفيذ الأنشطة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء وهو الفصل الثالث بعنوان: مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها.
- تحديد المبدأ المناسب لكل درس من دروس الفصل الثالث، ثم تنفيذ الأنشطة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في ضوء ذلك
- إعداد مجموعة من الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء، وهي أنشطة تعليمية متنوعة، شملت: الأنشطة التحليلية، والتجريبية، والبحثية، وأنشطة حلّ المشكلات.
- إعداد كراسة نشاط الطالب القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء متضمنة: الأهداف، والتمهيد، والأدوات، وخطوات التنفيذ، وأسئلة التقويم.

وبعد الانتهاء من إعداد كراسة الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء للطالب في صورتها الأولية، عُرضت على مجموعة من المحكمين المتخصصين في المناهج وطرائق تدريس العلوم، ومعلمي الكيمياء بوزارة التعليم؛ للتحقق من سلامة البناء وتوافق المحتوى مع خصائص طلاب المرحلة الثانوية، مصحوباً بمقدمة تمهيدية تضمنت توضيحًا لمجال الدراسة، والهدف منها، والتعريف الإجرائي لمصطلحاتها، بهدف التأكد من صلاحيته وصدق بنائه، في ضوء ملاحظات السادة المحكمين، أُجريت تعديلات على عناوين بعض الأنشطة التعليمية، حيث تم تعديل عنوان النشاط الأول من (أيهما أخطر؟ هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل في البيئة) إلى (مقارنة بين خطر هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل في البيئة)، وتعديل عنوان النشاط الثاني من (تفكيك الجزيء – كيف يؤثر التركيب على التفاعل؟) إلى (التفكيك الجزيئي وتأثير التركيب على التفاعل)، كما تم تعديل عنوان النشاط الخامس من (كيف يؤثر التركيب في خواص مركبات الكربونيل) إلى (تأثير التركيب في خواص مركبات الكربونيل)"، وتعديل عنوان النشاط السادس من (أي التفاعلات أقل استهلاكًا للطاقة) إلى (التفاعلات الأقل استهلاكًا للطاقة) ، وتعديل عنوان النشاط السابع من (أي المسارات الكيميائية أكثر خضرة؟) إلى (المسارات الكيميائية الأكثر خضرة) ، وتعديل عنوان النشاط الثامن من (هل نحتاج فعلًا إلى هذا المشتق؟) إلى (احتياجنا للمشتقات الكربوكسيلية) ،كما تم تعديل عنوان النشاط العاشر من (كيف تمنع النفايات البلاستيكية قبل أن تتكون؟) إلى (منع النفايات البلاستيكية قبل أن تتكون) .

كما تم حساب نسبة اتفاق السادة المحكمين على صلاحية كراسة الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء، حيث بلغت نسبة الاتفاق الكلية (96,25%)، وهي نسبة اتفاق مرتفعة تدل على مناسبة الكراسة لتحقيق أهدافها، كما تم حساب معامل الاختلاف بين السادة المحكمين فبلغت قيمة الاختلاف (5,18%)، وهي قيمة منخفضة جدًا تعكس درجة عالية من الاتفاق بين المحكمين حول صلاحية الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء، وبعد إجراء التعديلات وضبط كراسة الأنشطة أصبحت في صورتها النهائية التي طبقت عليها.

ثانياً: دليل المعلم لتنفيذ الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء:

استنادًا إلى الأدبيات التي تناولت الأنشطة التعليمية ومبادئ الكيمياء الخضراء، أعدّ الباحث دليلًا للمعلم يهدف إلى مساعدة معلم الكيمياء على تنفيذ أنشطة تعليمية قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء للصف الثاني الثانوي، بحيث يكون الدليل مرشدًا وموجّهًا له أثناء تنفيذ الأنشطة التعليمية داخل الصف.

أهداف دليل المعلم:

تتمثل أهداف دليل المعلم بالتالي:

- مساعدة معلم/ة الكيمياء على تخطيط وتنفيذ أنشطة تعليمية متنوعة مثل أنشطة تطبيقية، وأنشطة مشروعات مصغّرة، وأنشطة محاكاة، وأنشطة توعوية، وأنشطة حل مشكلات وأنشطة بحثية.
- تمكين معلم/ة الكيمياء من توظيف مبادئ الكيمياء الخضراء في تدريس موضوعات مقرر الكيمياء للمرحلة الثانوية.
- مساعدة المعلم/ة على ربط مفاهيم الكيمياء النظرية بتطبيقات عملية تراعي البعد البيئي والاستدامة.
- دعم التحول من التجارب الكيميائية التقليدية إلى أنشطة تعليمية قائمة على تقليل المخاطر الكيميائية والنفايات.

- تزويد معلمي الكيمياء بإطار إجرائي واضح لتنفيذ الأنشطة التعليمية القائمة على الكيمياء الخضراء داخل الصف والمختبر المدرسي.
- الإسهام في تطوير الممارسات التدريسية لمعلمي الكيمياء بما ينسجم مع التوجهات الحديثة في تعليم العلوم.

الفلسفة التي بُني عليها الدليل:

تقوم فلسفة الدليل على أن تعلم الكيمياء يصبح أكثر فاعلية عندما يرتبط بالتطبيقات العملية والمواقف الحياتية، ويُبنى على مشاركة الطالب في عملية التعلم، بناءً على ذلك؛ اعتمد الدليل الأنشطة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء مدخلًا لتنفيذ تدريس وحدة مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها، بحيث تُوظَّف مبادئ الكيمياء الخضراء في جميع الأنشطة التعليمية بما يربط موضوعات الوحدة بالقضايا البيئية والتطبيقات الواقعية، كما يركز الدليل على تنفيذ الأنشطة التعليمية المتنوعة من خلال الممارسة والتطبيق والتعاون وحل المشكلات، بما يسهم في تنمية مهارة تقييم المخاطر الكيميائية ومهارة المواطنة البيئية لدى الطلاب.

مكونات الدليل:

تكوّن دليل المعلم من قسمين رئيسين، هما:

- القسم الأول :الإطار النظري، وتضمن مفهوم الأنشطة التعليمية، ومراحل تصميمها، ومفهوم الكيمياء الخضراء، ومبادئها الاثني عشر، ودورها في تحقيق التنمية المستدامة .
- القسم الثاني :الجانب التطبيقي، وتضمن أسس وضوابط تصميم الأنشطة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء، وآلية ربط الأنشطة بدروس وحدة مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها، إضافة إلى عشرة أنشطة تعليمية موزعة على دروس الوحدة، اشتمل كل نشاط منها على: أهداف النشاط، والأدوات، والتمهيد، وخطوات التنفيذ، وأساليب التقويم.

إجراءات إعداد دليل المعلم:

اتّبع الباحث في إعداد دليل المعلم لتنفيذ أنشطة تعليمية قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء الخطوات الآتية:

- مراجعة الأدبيات التربوية والدراسات ذات الصلة بالأنشطة التعليمية ومبادئ الكيمياء الخضراء؛ لتحديد الأسس النظرية التي يُبنى عليها الدليل.
- تصميم البنية العامة للدليل لتتضمن أهداف كل نشاط، والخطوات الإجرائية، وتحديد أدوار المعلم والطالب.
- صياغة الأهداف التعليمية للأنشطة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء بما يتوافق مع دروس فصل (مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها).
- إعداد الأنشطة التعليمية؛ بحيث يبدأ بالتهيئة، ثم يُقدَّم المعلم النشاط، وينتهي بأسئلة تقويم لقياس مدى فهم الطلاب للأنشطة، ومدى تحقق الأهداف التعليمية.

وبعد الانتهاء من إعداد الدليل في صورته الأولية، عُرض على (24) محكّمًا من أساتذة المناهج وطرائق تدريس العلوم، ومعلمي الكيمياء بوزارة التعليم؛ للتحقق من سلامة البناء وتوافق المحتوى مع خصائص طلاب المرحلة الثانوية، وقد أُرفق الدليل بمقدمة توضّح أهدافه الإجرائية لتيسير عملية التحكيم، وفق استمارة تحكيم لدليل المعلم معدة لهذا الغرض، وبناءً على ملاحظات المحكّمين ومقترحاتهم أُجريت التعديلات اللازمة، وهي: تعديل تعريف الأنشطة التعليمية من (الأنشطة التعليمية تمثل خبرات تعلم

مخططة، يقصد بها إشراك المتعلمين بصورة نشطة في عملية التعلم، وتيسير تحقيق الأهداف التعليمية) إلى (يقصد بالأنشطة التعليمية في هذا الدليل: مجموعة من المهام والخبرات التعليمية المنظَّمة التي يُخطَّط لها معلم الكيمياء وتُنفَّذ داخل الصف في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء)، كما تم إضافة عنوان (دور المعلم ودور والطالب في تنفيذ الأنشطة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء)، وتم إضافة فقرة (الفئة المستهدفة) وتم تعديل المصطلح من (العامل الحافز) إلى (العامل المحفز) في جميع المواضع التي ذكر فيها داخل الدليل، ثم أُخرج الدليل في صورته النهائية .

أدوات الدراسة:

للتحقيق أهداف الدراسة والإجابة على أسئلة الدراسة صمم الباحث أداتان:

أولاً: مقياس تقييم المخاطر الكيميائية:

اتّبع الباحث في إعداد مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية الخطوات الآتية:

أ. تحديد الهدف من المقياس:

يهدف المقياس إلى الكشف عن أثر الأنشطة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارة تقييم المخاطر الكيميائية لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

ب. وصف مقياس تقييم المخاطر الكيميائية:

لبناء مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية، اطّلع الباحث على عدد من الدراسات السابقة التي تناولت هذه الموضوع، مثل دراسة مثل دراسة شاه وشارما (Shah & Sharma, 2015)، ودراسة بابادوبولي وآخرون (Papadopoli et al., 2020)، كما اطّلع على الاختبارات والمقاييس التي استُخدمت في هذه الدراسات لقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية.

ج. أسئلة المقياس:

صيغت أسئلة مقياس تقييم المخاطر الكيميائية من الاختبارات الموضوعية، وبالتحديد من نوع الاختيار من متعدد، وتكوّن المقياس من (20) سؤالًا، لكل سؤال أربعة بدائل، واحدة منها صحيحة، راعى الباحث عند صياغة أسئلة المقياس مجموعة من الضوابط، تتمثل في:

- مناسبة الأسئلة للمرحلة العمرية للطلاب.
- وضوح البدائل وتجانسها.
- تضمّن كل فقرة إجابة واحدة صحيحة من بين البدائل.

د. وضوح تعليمات المقياس:

صيغت تعليمات المقياس بصورة واضحة وبمستوى يتناسب مع طلاب المرحلة الثانوية، وتضمنت طريقة الإجابة عن الأسئلة والزمن المخصص للإجابة، ووُضعت هذه التعليمات في مقدمة المقياس.

هـ. الصدق الظاهري لمقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية:

يُقصد بالصدق الظاهري تقدير مدى وضوح الأسئلة وسلامة صياغتها من قبل المحكّمين، ويُعد مؤشرًا أوليًا على صلاحية الأداة (عبد الحميد، 2010). وبعد الانتهاء من صياغة المقياس في صورته الأولية عُرض على مجموعة من المحكّمين المتخصصين في القياس والتقويم، ومناهج وطرائق تدريس العلوم، وعدد من معلمي الكيمياء في المرحلة الثانوية؛ بهدف التأكد

من وضوح الفقرات، وسلامة اللغة، ودقة الصياغة، وارتباط كل سؤال بالهدف الإجرائي الذي يقيسه، وصلاحيته لقياس ما صُمم لأجله.

وقد قدّم المحكّمون ملاحظاتهم حول بعض الأسئلة من حيث الصياغة أو مدى ملاءمة البدائل للأهداف السلوكية، وبناءً على تلك الملاحظات أجرى الباحث التعديلات اللازمة، ومنها: السؤال (1) تعديل صياغة السؤال، وتعديل صياغة البديل (د)، السؤال (2) تعديل صياغة البديل (ب)، السؤال (4) تعديل صياغة السؤال، وتعديل البديل (ب)، السؤال (5) تعديل صياغة السؤال، وتعديل صياغة البديل (أ)، السؤال (6) تعديل صياغة السؤال، السؤال (8) تعديل صياغة البديل (ج)، السؤال (9) إعادة صياغة السؤال والبدائل، السؤال (10) تعديل البديلين (أ) و(ب)، السؤال (11) تعديل صياغة السؤال، وتعديل صياغة البديل (ج)، السؤال (13) تعديل السؤال والبديل (د)، السؤال (15) تعديل صياغة السؤال، وتعديل البديل (ب)، وتعديل البديل (د)، السؤال (17) تعديل صياغة البديل (أ)، وتعديل صياغة البديل (د)، وصولًا إلى الصورة النهائية للمقياس.

- **التجريب الاستطلاعي لمقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية:**

هدفت التجربة الاستطلاعية إلى التحقق من ملاءمة مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية لطلاب الصف الثاني الثانوي من حيث مستوى الصعوبة، والقدرة التمييزية للفقرات، إضافة إلى التحقق من توافر خصائص الصدق والثبات. ولتحقيق ذلك طبّق الباحث المقياس بصورة استطلاعية على عينة مكوّنة من (20) طالبًا من الصف الثاني الثانوي من خارج العينة الأساسية. وبناءً على هذه التجربة، ظهرت النتائج الآتية:

أ. صدق الاتساق الداخلي لمقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية:

يشير فيلد (Field, 2019) إلى أن مؤشرات الاتساق الداخلي لفقرات المقياس قد تختلف عن قيم معامل ألفا كرونباخ، إلا أن كلهما من المؤشرات المقبولة للتحقق من اتساق الأداة، وقد حُسب صدق الاتساق الداخلي لمقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية من خلال حساب معاملات الارتباط بين درجة كل سؤال والدرجة الكلية للمقياس.

جدول (3) معامل ارتباط بيرسون بين كل سؤال من مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية والدرجة الكلية للمقياس (ن=20)

م	معامل الارتباط بالدرجة الكلية للمقياس	م	معامل الارتباط بالدرجة الكلية للمقياس	م	معامل الارتباط بالدرجة الكلية للمقياس	م	معامل الارتباط بالدرجة الكلية للمقياس
1	**,692	6	*,500	11	**,609	16	**,600
2	*,449	7	*,423	12	**,629	17	**,623
3	*,480	8	**,514	13	**,606	18	**,520
4	**,551	9	*,482	14	**,571	19	**,572
5	**,606	10	**,784	15	**,756	20	**,637

***دالة إحصائيا عند مستوى الدلالة (0.05)**

****دالة إحصائيا عند مستوى الدلالة (0.01)**

يبين الجدول (3) أن جميع معاملات ارتباط بيرسون بين كل سؤال من أسئلة مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية لطلاب المرحلة الثانوية والدرجة الكلية للمقياس داله إحصائيا عند مستوى دلالة إحصائية (α=0.05)، وقد تراوحت معاملات الارتباط بين معامل السؤال والدرجة الكلية للمقياس بين (0.449–0.784) وهذا يشير إلى أن المقياس متسق داخلياً وأنه يتمتع بصدق الاتساق الداخلي.

ب. ثبات مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية:

بعد تطبيق مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية على العينة الاستطلاعية تم حساب ثبات المقياس عن طريق حساب معامل التجانس الداخلي باستخدام معادلة كرونباخ ألفا (Cronbach–α)، والموضحة في جدول (4):

جدول (4) معامل ثبات كرونباخ ألفا لمقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية

الأداة	عدد الأسئلة	التجانس الداخلي (كرونباخ ألفا)
مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية	20	0.896

ومما سبق يتضح أن قيمة معامل ثبات مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية هو (0.896) بمعنى أن المقياس يتمتع بدرجة مرتفعة من الثبات، مما يشير إلى إمكانية استخدامه في الدراسة الحالية، والوثوق بالنتائج التي ستسفر عنها الدراسة.

ج. معاملات الصعوبة لأسئلة مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية:

قام الباحث بحساب معاملات الصعوبة لكل سؤال من أسئلة مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية في التطبيق الاستطلاعي (ن=20)، وتُعرض نتائج معاملات الصعوبة في جدول (5):

جدول (5) معاملات الصعوبة للأسئلة مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية (ن=20)

السؤال	معامل الصعوبة	السؤال	معامل الصعوبة
1	0,35	11	0,45
2	0,45	12	0,35
3	0,55	13	0,50
4	0,70	14	0,55
5	0,55	15	0,60
6	0,55	16	0,45
7	0,50	17	0,45
8	0,50	18	0,50
9	0,40	19	0,30
10	0,65	20	0,50

وبناءً على ذلك، يُلاحظ من جدول (5) من الجدول يتبين أن جميع قيم معاملات الصعوبة لأسئلة مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية تتراوح بين (0.30–0.70)، حيث أشار ملحم (٢٠٠٢) أن إذا تراوحت معاملات صعوبة فقرات الاختبار بين (0.20–0.80)، تقع ضمن المدى المقبول في القياس والتقويم، ومن ثم تُعد مناسبة للتطبيق.

معاملات التمييز لأسئلة مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية:

قام الباحث بحساب معاملات التمييز لكل سؤال من أسئلة مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية في التطبيق الاستطلاعي (ن=20)؛ للتأكد من قدرة كل سؤال على التمييز بين الطلاب ذوي الأداء المرتفع والطلاب ذوي الأداء المنخفض، ويوضح جدول (6) قيم معاملات التمييز لفقرات المقياس:

جدول (6) معاملات التمييز للأسئلة مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية (ن=20)

السؤال	معامل التمييز	السؤال	معامل التمييز
1	0,5	11	0,5
2	0,5	12	0,5
3	0,5	13	0,6
4	0,4	14	0,7
5	0,5	15	0,8
6	0,5	16	0,5
7	0,4	17	0,5
8	0,6	18	0,6
9	0,4	19	0,4
10	0,7	20	0,6

ويتضح من جدول (6) أن معاملات التمييز لفقرات الاختبار بين (0,5–0,8)، وهي جميعها تقع ضمن الحدود المقبولة، إذ يشير علام (2006) إلى أن الفقرة تكون مقبولة إذا بلغ معامل تمييزها (0.3) فأكثر، بينما الفقرات التي يقل معامل تمييزها عن (0.2) ضعيفة وتحتاج إلى حذف أو تعديل.

د. تصحيح مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية:

صُحِّح مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية بمنح درجة واحدة للإجابة الصحيحة، وصفر للإجابة الخاطئة؛ وبذلك تصبح الدرجة العظمى للمقياس (20) درجة، والدرجة الصغرى (0) درجة.

هـ. تحديد الزمن المناسب لتطبيق مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية:

حُدد الزمن المناسب لتطبيق مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية استنادًا إلى نتائج التجربة الاستطلاعية التي أُجريت على عينة مماثلة من طلاب الصف الثاني ثانوي، وقد سُجّل الزمن الذي استغرقه كل طالب في الإجابة، فبلغ زمن أول طالب أنهى المقياس (25) دقيقة، وزمن آخر طالب (35) دقيقة، وتم حساب الزمن المناسب وهو مجموع أول طالب أنهي المقياس

وآخر طالب أنهي المقياس مقسومًا على (2) وبناءً على ذلك حُسب الزمن المناسب هو (30) دقيقة. وبذلك أصبح مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية في صورته النهائية التي طبق عليها.

ثانيًا: مقياس مهارة المواطنة البيئية:

اتّبع الباحث في إعداد مقياس مهارة المواطنة البيئية الخطوات الآتية:

أ. تحديد الهدف من المقياس:

يهدف المقياس إلى الكشف عن أثر الأنشطة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارة المواطنة البيئية لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

ب. وصف مقياس مهارة المواطنة البيئية:

لبناء مقياس مهارة المواطنة البيئية، اطّلع الباحث على عدد من الدراسات السابقة التي تناولت هذه الموضوع، مثل دراسة هاجيتشامبيس وباراسكيفا (Hadjichambis & Paraskeva, 2020)، ودراسة محمد (2022) ودراسة المحمادي (2025)، كما اطّلع على الاختبارات والمقاييس التي استُخدمت في هذه الدراسات لقياس مهارات المواطنة البيئية.

ج. تحديد نوع أسئلة المقياس:

صيغت أسئلة المقياس بصيغة الاختبارات الموضوعية، وبالتحديد من نوع الاختيار من متعدد. وتكوّن المقياس من (20) سؤالًا، لكل سؤال أربعة بدائل، واحدة منها صحيحة، وراعى الباحث عند صياغة المقياس مجموعة من الضوابط، تتمثل في:

- مناسبة الأسئلة للمرحلة العمرية للطلاب.
- وضوح البدائل وتجانسها.
- تضمّن كل فقرة إجابة واحدة صحيحة من بين البدائل.

د. وضوح تعليمات المقياس:

صيغت تعليمات المقياس بصورة واضحة وبمستوى يتناسب مع طلاب المرحلة الثانوية، وتضمنت طريقة الإجابة عن الأسئلة والزمن المخصص للإجابة، ووُضعت هذه التعليمات في مقدمة المقياس.

هـ. الصدق الظاهري لمقياس مهارة المواطنة البيئية:

بعد الانتهاء من صياغة المقياس في صورته الأولية، عُرض على مجموعة من المحكّمين المتخصصين في مناهج وطرائق تدريس العلوم، وعدد من معلمي الكيمياء في المرحلة الثانوية؛ بهدف التأكد من وضوح الفقرات، وسلامة اللغة، ودقة الصياغة، وارتباط كل سؤال بالهدف الإجرائي الذي يقيسه، وصلاحيته لقياس ما صُمم لأجله.

وقد قدّم المحكّمون ملاحظاتهم حول بعض الأسئلة من حيث الصياغة أو مدى ملاءمة البدائل للأهداف السلوكية، وبناءً على تلك الملاحظات أجرى الباحث التعديلات اللازمة، ومنها: السؤال (1) تعديل صياغة البديل (أ) و(ب)، السؤال (2): تعديل صياغة البديل (أ)، السؤال (3) تعديل صياغة السؤال تعديل البديل (أ)، السؤال (4) تعديل توازن أطوال البدائل، السؤال (5) تعديل البديل (ب) السؤال (8) تغيير البديل (أ)، السؤال (10) تعديل البديل (أ)، السؤال (11): تعديل صياغة السؤال، وتعديل صياغة البديل (ج) و(د)، السؤال (13) مراعاة توازن طول البدائل الأربعة، السؤال (14) تعديل صياغة السؤال، وتعديل البديل (ب)و(د)، السؤال (15) تعديل صياغة البديل (ج)، السؤال (18) إعادة صياغة السؤال، السؤال (20) تعديل صياغة البديل (ج)، وصولًا إلى الصورة النهائية.

التجريب الاستطلاعي لمقياس مهارة المواطنة البيئية:

هدفت التجربة الاستطلاعية إلى التحقق من ملاءمة مقياس مهارة المواطنة البيئية لطلاب الصف الثاني الثانوي من حيث مستوى الصعوبة، والقدرة التمييزية للفقرات، إضافة إلى التحقق من توافر خصائص الصدق والثبات. ولتحقيق ذلك طبّق الباحث المقياس بصورة استطلاعية على عينة مكوّنة من (20) طالبًا من الصف الثاني الثانوي من خارج العينة الأساسية. وبناءً على هذه التجربة، ظهرت النتائج الآتية:

أ. صدق الاتساق الداخلي لمقياس مهارة المواطنة البيئية:

حُسب صدق الاتساق الداخلي لمقياس مهارة المواطنة البيئية من خلال حساب معاملات الارتباط بين درجة كل سؤال والدرجة الكلية للمقياس الموضحة في جدول (7):

جدول (7) معامل ارتباط بيرسون بين كل سؤال من أسئلة مهارة المواطنة البيئية والدرجة الكلية للمقياس (ن=20)

السؤال	معامل الارتباط بالدرجة الكلية للمقياس	السؤال	معامل الارتباط بالدرجة الكلية للمقياس	السؤال	معامل الارتباط بالدرجة الكلية للمقياس	السؤال	معامل الارتباط بالدرجة الكلية للمقياس
1	**,566	6	*,502	11	**,669	16	*,497
2	**,636	7	*,529	12	**,616	17	**,797
3	*,527	8	**,651	13	**,627	18	*,549
4	**,705	9	**,640	14	*,519	19	**,588
5	*,557	10	**,617	15	*,468	20	**,651

***دالة إحصائيا عند مستوى الدلالة (0.05)**

****دالة إحصائيا عند مستوى الدلالة (0.01)**

يلاحظ من جدول (7) أن معاملات الارتباط بين درجة كل مفردة من مفردات مقياس مهارة المواطنة البيئية والدرجة الكلية للمقياس دالة إحصائيًا عند مستويي دلالة (0.05، 0.01)؛ مما يعني اتساق أسئلة المقياس مع درجته الكلية.

ب. ثبات مقياس مهارة المواطنة البيئية

بعد تطبيق مقياس مهارة المواطنة البيئية على العينة الاستطلاعية تم حساب ثبات المقياس عن طريق حساب معامل التجانس الداخلي باستخدام معادلة كرونباخ ألفا (Cronbach–α)، والموضحة في جدول (8):

جدول (8) معامل ثبات كرونباخ ألفا لمقياس مهارة المواطنة البيئية

الأداة	عدد الأسئلة	التجانس الداخلي (كرونباخ الفا)
مقياس مهارة المواطنة البيئية	20	0.904

ومما تقدم ومن خلال حساب ثبات مقياس مهارة المواطنة البيئية بطريقة ألفا كرونباخ (0.904) يتضح أن المقياس يتمتع بدرجة مرتفعة من الثبات، مما يشير إلى إمكانية استخدامه في الدراسة الحالية، والوثوق بالنتائج التي ستسفر عنها الدراسة.

ج. معاملات الصعوبة لأسئلة مقياس مهارة المواطنة البيئية:

قام الباحث بحساب معاملات الصعوبة لكل سؤال من أسئلة مقياس مهارة المواطنة البيئية في التطبيق الاستطلاعي (ن=20)، وتُعرض نتائج معاملات الصعوبة في الجدول (9):

جدول (9) معاملات الصعوبة لأسئلة مقياس مهارة المواطنة البيئية (ن=20)

السؤال	معامل الصعوبة	السؤال	معامل الصعوبة
1	0,50	11	0,40
2	0,55	12	0,40
3	0,35	13	0,60
4	0,55	14	0,45
5	0,60	15	0,60
6	0,45	16	0,50
7	0,40	17	0.35
8	0,40	18	0.50
9	0,45	19	0.30
10	0.35	20	0,40

يُلاحظ من جدول (9) أن قيم معاملات الصعوبة لفقرات مقياس مهارة المواطنة البيئية تراوحت بين (0.30–0.60)، وهي جميعها تقع ضمن المدى المقبول؛ إذ أشار ملحم (2002) إلى أن معاملات صعوبة الفقرات تكون مقبولة إذا تراوحت بين (0.20–0.80)، مما يدل على أن فقرات المقياس تتمتع بدرجة مناسبة من الصعوبة، ومن ثم تُعد صالحة للتطبيق.

د. معاملات التمييز لأسئلة مقياس مهارة المواطنة البيئية:

قام الباحث بحساب معاملات التمييز لكل سؤال من أسئلة مقياس مهارة المواطنة البيئية في التطبيق الاستطلاعي (ن=20)؛ للتأكد من قدرة كل فقرة على التمييز بين الطلاب ذوي الأداء المرتفع والطلاب ذوي الأداء المنخفض، ويوضح جدول (10) قيم معاملات التمييز لفقرات المقياس:

جدول (10) معاملات التمييز لأسئلة مقياس مهارة المواطنة البيئية (ن=20)

السؤال	معامل التمييز	السؤال	معامل التمييز
1	0,4	11	0,6
2	0,5	12	0,6
3	0,3	13	0,6
4	0,7	14	0,5
5	0,4	15	0,4
6	0,5	16	0,4
7	0.6	17	0,7
8	0.6	18	0,6
9	0,5	19	0,4

0,8	20	0,5	10

ويتضح من جدول (10) السابق أن معاملات التمييز لأسئلة مقياس مهارة المواطنة البيئية جاءت ضمن مدى مقبول؛ وهي تتراوح بين (0,3– 0,8) إذ يشير علام (2006) إلى أن الفقرة تكون مقبولة إذا بلغ معامل تمييزها (0.30) فأكثر، وبهذا تعتبر قيم معاملات التمييز مقبولة وبناءً على ذلك أسئلة مقياس مهارة المواطنة البيئية مناسبة من حيث معامل التمييز.

هـ. تصحيح مقياس مهارة المواطنة البيئية:

صُحِّح مقياس مهارة المواطنة البيئية بمنح درجة واحدة للإجابة صحيحة، وصفر للإجابة الخاطئة؛ وبذلك تصبح الدرجة العظمى للمقياس (20) درجة، والدرجة الصغرى (0) درجة.

و. تحديد الزمن المناسب لتطبيق مقياس مهارة المواطنة البيئية:

حُدد الزمن المناسب لتطبيق مقياس مهارة المواطنة البيئية استنادًا إلى نتائج التجربة الاستطلاعية التي أُجريت على عينة مماثلة من طلاب الصف الثاني ثانوي، وقد سُجّل الزمن الذي استغرقه كل طالب في الإجابة، فبلغ زمن أول طالب أنهى المقياس (35) دقيقة، وزمن آخر طالب (55) دقيقة، وتم حساب الزمن المناسب وهو مجموع أول طالب أنهي المقياس وآخر طالب أنهي المقياس مقسومًا على (2) وبناءً على ذلك حُسب الزمن المناسب هو (45) دقيقة. وبذلك أصبح مقياس مهارة المواطنة البيئية في صورته النهائية التي طبق عليها.

إجراءات تطبيق الدراسة:

أجرى الباحث مجموعة من الإجراءات، تمثلت فيما يأتي:

1. حصول الباحث على خطاب من كلية التربية بجامعة القصيم موجّه إلى مدير تعليم القصيم لتسهيل مهمة الباحث، وذلك يوم الخميس الموافق 1447/11/6هـ.
2. تحديد عينة الدراسة الأساسية من طلاب الصف الثاني الثانوي بمدرسة ثانوية دخنة التابعة لإدارة تعليم منطقة القصيم.
3. تطبيق مقياس تقييم المخاطر الكيميائية قبليًا على المجموعتين التجريبية والضابطة يوم الأحد الموافق 1447/11/9هـ.
4. تطبيق مقياس مهارات المواطنة البيئية قبليًا على المجموعتين التجريبية والضابطة يوم الأحد الموافق 1447/11/9هـ.
5. تنفيذ التجربة الميدانية بتطبيق أنشطة تعليمية قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء للمجموعة التجريبية، وحل أنشطة كتاب مقرر الكيمياء الصف الثاني الثانوي للمجموعة الضابطة، خلال الفترة من يوم الأحد الموافق 1447/11/9هـ إلى يوم الخميس الموافق 1447/11/19هـ، لمدة أسبوعين، بمعدل (7) حصص في الأسبوع الأول، و(5) حصص الأسبوع الثاني وبإجمالي (12) حصة دراسية، لكلا المجموعتين.
6. تطبيق مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية بعديًا على المجموعتين التجريبية والضابطة يوم الأربعاء الموافق 1447/11/19هـ.
7. تطبيق مقياس مهارة المواطنة البيئية بعديًا على المجموعتين التجريبية والضابطة يوم الأحد الموافق 1447/11/19هـ.

ثامنًا: الأساليب الإحصائية المستخدمة في الدراسة:

استخدم الباحث حزمة البرامج الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) لإجراء المعالجات الإحصائية الملائمة لأهداف الدراسة ومنهجها وعينتها، على النحو الآتي:

1. المتوسط الحسابي والانحراف المعياري؛ لوصف بيانات الدراسة وتحديد خصائصها.

2. معامل ثبات ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha)؛ لحساب ثبات مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية.
3. معامل ثبات كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha)؛ لحساب ثبات مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية.
4. معاملات الصعوبة والتمييز؛ لتحديد مستوى صعوبة فقرات المقياس وقدرتها على التمييز بين مستويات الطلاب.
5. اختبار (ت) للعينات المستقلة (Independent Samples T-test)؛ لمقارنة متوسطات درجات مجموعتين مستقلتين (التجريبية والضابطة).
6. اختبار (ت) للعينات المرتبطة (Paired Samples T-test)؛ لمقارنة متوسطات درجات المجموعة نفسها في القياسين القبلي والبعدي في مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية.
7. اختبار (ت) للعينات المرتبطة (Paired Samples T-test)؛ لمقارنة متوسطات درجات المجموعة نفسها في القياسين القبلي والبعدي في مقياس مهارة المواطنة البيئية.
8. نسبة الكسب المعدل لبلاك (Black's Modified Gain Ratio)؛ لقياس فاعلية الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء على تنمية مهارتي تقييم المخاطر الكيميائية والمواطنة البيئية.
9. حجم الأثر (مربع إيتا η^2)؛ للتعرّف على مقدار أثر الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارتي تقييم المخاطر الكيميائية والمواطنة البيئية لدى طلاب المرحلة الثانوية.
10. حساب متوسط الزمن المناسب لتطبيق أدوات الدراسة، من خلال الزمن الذي استغرقه أول وآخر مشارك في الدراسة الاستطلاعية وفق المعادلة:

نتائج الدراسة ومناقشتها وتفسيرها:

يعرض هذا الفصل نتائج المعالجات الإحصائية التي اتبعها الباحث للإجابة عن أسئلة الدراسة واختبار فرضياتها، ثم تفسير هذه النتائج ومناقشتها للكشف عن فاعلية الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المهارات الحياتية لدى طلاب المرحلة الثانوية، وفيما يلي عرض تفصيلي لنتائج الدراسة في ضوء أسئلتها وأهدافها وفرضياتها، مع تفسير النتائج.

إجابة السؤال الأول:

وينص السؤال على ما يلي: ما الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المهارات الحياتية لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

وللإجابة عن هذا السؤال قام الباحث ببناء الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء، ودليل المعلم لتنفيذ الأنشطة وذلك وفق الإجراءات الواردة في الفصل الثالث، وقد جاءت الأنشطة التعليمية على النحو الآتي:

النشاط الأول: مقارنة بين خطر هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل في البيئة ويهدف إلى:

1- التمييز بين هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل من حيث الثبات والتأثير البيئي.
2- تفسير سبب اختلاف خطورة بعض المركبات العضوية على البيئة.
3- ربط التركيب الكيميائي بالسلوك الكيميائي.

النشاط الثاني: التفكيك الجزيء – وتأثير التركيب على التفاعل، ويهدف إلى:

1- بناء نموذج لجزيئات هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل.

2- المقارنة بين بنيتها الجزيئية.

3- استنتاج أثر التركيب على سهولة حدوث التفاعل.

النشاط الثالث: تحضير منظف آمن باستخدام الكحولات ويهدف إلى:

1- تحضير منظف بسيط يعتمد على الكحول.

2- توضيح دور الكحول كمذيب ومطهِّر.

3- ربط استخدام الكحولات بمبادئ الكيمياء الخضراء.

النشاط الرابع: حل مشكلة مختبر المدرسة، ويهدف إلى:

1- تشخيص نوع المركب المحتمل اعتمادًا على خواصه.

2- تحليل بطاقة مادة كيميائية مبسطة.

3- تفسير رموز التحذير.

4- بناء قرار علمي آمن للتعامل مع المادة.

النشاط الخامس: تأثير التركيب في خواص مركبات الكربونيل ويهدف إلى:

1- المقارنة بين الميثانول والإيثانول من حيث التركيب والخواص.

2- استقصاء أثر عدد ذرات الكربون في نشاط الألدهيدات.

3- تفسير اختلاف السمية والتطاير والنشاط الكيميائي.

النشاط السادس: التفاعلات الأقل استهلاكًا للطاقة ويهدف إلى:

1- المقارنة بين ظروف تفاعلات مركبات الكربونيل.

2- تفسير علاقة درجة الحرارة بالطاقة المستهلكة.

3- ربط اختيار المسار الكيميائي بكفاءة الطاقة.

النشاط السابع: المسارات الكيميائية الخضرة ويهدف إلى:

1- التمييز بين الحمض الكربوكسيلي وبعض مشتقاته.

2- تحليل مسارات تحضير مشتقات الأحماض من منظور الكيمياء الخضراء.

3- تفسير مفهوم اقتصاد الذرة في تفاعلات الأحماض الكربوكسيلية.

4- توضيح دور العامل المحفزات في زيادة كفاءة التفاعل.

5- استنتاج أهمية المراقبة اللحظية في منع تكوّن مواد ضارة.

النشاط الثامن: احتياجنا للمشتقات الكربوكسيلية ويهدف إلى:

1- التمييز بين الحمض الكربوكسيلي ومشتقاته.

2- تحليل أثر زيادة الخطوات الكيميائية.

3- استنتاج أهمية تقليل التحويلات غير الضرورية.

النشاط التاسع: بحث للمقارنة بين البلاستك التقليدي وPLA ويهدف إلى:

1- التميز بين البلاستك الحيوي والبلاستك التقليدي.

2- تفسير مفهوم (قابل للتحلل) و (قابل للتدوير).
3- الربط بين البوليمرات ومبادئ الكيمياء الخضراء.

النشاط العاشر: منع النفايات البلاستيكية قبل أن تتكون ويهدف إلى:

1- تفسير مفهوم منع النفايات.
2- ربط البوليمرات بمشكلة التلوث البلاستيكي.
3- اقتراح حلول قائمة على تقليل النفايات من المصدر.

إجابة السؤال الثاني:

وينص السؤال على ما يلي: ما فاعلية الأنشطة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المهارات الحياتية لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

وللإجابة على هذا السؤال سيتم الإجابة على السؤالين الفرعيين التاليين (أ ، ب) كما يلي:

إجابة السؤال الفرعي 2(أ):

وينص على: ما فاعلية الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارة تقييم المخاطر الكيميائية لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

وللإجابة على هذا السؤال قام البحث باختبار صحة الفرضين التاليين:

- **النتائج المتعلقة باختبار الفرض الأول:** الذي ينص على أنه " توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية لصالح طلاب المجموعة التجريبية".

ولاختبار صحة هذا الفرض استخدم الباحث اختبار "ت" (T-Test) للمجموعات غير المرتبطة لحساب دلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية، كما قام الباحث بحساب حجم التأثير مربع إيتا ($\eta 2$) للتعرف على حجم تأثير الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارة تقييم المخاطر الكيميائية لدى طلاب المجموعة التجريبية بالمقارنة بطلاب المجموعة الضابطة، والنتائج يوضحها جدول (11-4):

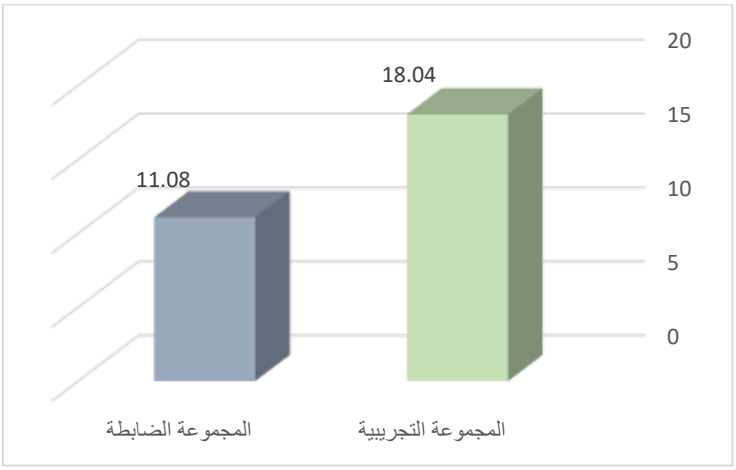
جدول (11) نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق وحجم التأثير بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية (ن=50)

المتغير	المجموعة التجريبية (ن=25)		المجموعة الضابطة (ن=25)		دلالة الفروق		حجم التأثير	
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	مستوى الدلالة	القيمة	الدلالة
مهارة تقييم المخاطر الكيميائية	18,04	1.51	11.08	3.45	9.235	0.01	0.640	مرتفع

يلاحظ من جدول (11) أن متوسط درجات طلاب المجموعة التجريبية في مقياس مهارة تقييم المخاطر الكيميائية هو (18,04) وهو أكبر من مجموع متوسط درجات الطلاب في المجموعة الضابطة (11,08) وعند درجة حرية (48) مما يشير

إلى وجود فروق ذات دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية لصالح طلاب المجموعة التجريبية

وبناءً عليه يُقبل الفرض الأول الذي ينص على "توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية لصالح طلاب المجموعة التجريبية"، ويوضح شكل (4) الأعمدة البيانية لمتوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية.



شكل (4) الأعمدة البيانية لمتوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية

كما يتضح من الجدول (11) أن حجم تأثير الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارة تقييم المخاطر الكيميائية لدى طلاب المجموعة التجريبية مقارنةً بطلاب المجموعة الضابطة بلغ (0.640)، وهو حجم تأثير مرتفع وفقًا لمعايير كوهين (Cohen, 1988)، التي تشير إلى أن حجم التأثير يُعد منخفضًا عند قيمة (0.01)، ومتوسطًا عند قيمة (0.06)، ومرتفعًا عند قيمة (0.14) فأكثر؛ ويعني ذلك أن الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء، أي أن نسبة التباين في مهارة تقييم المخاطر الكيميائية والتي ترجع للأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء هي (64%).

- **النتائج المتعلقة باختبار الفرض الثاني:** الذي ينص على أنه " توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية لصالح القياس البعدي".

ولاختبار صحة هذا الفرض استخدم الباحث اختبار "ت" (T–Test) للمجموعات المرتبطة لحساب دلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية، كما قام الباحث بحساب حجم التأثير مربع إيتا ($\eta 2$) للتعرف على حجم تأثير الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارة تقييم المخاطر الكيميائية لدى طلاب المجموعة التجريبية، والنتائج يوضحها جدول (12–4):

جدول (12) نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق وحجم التأثير بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية (ن=25)

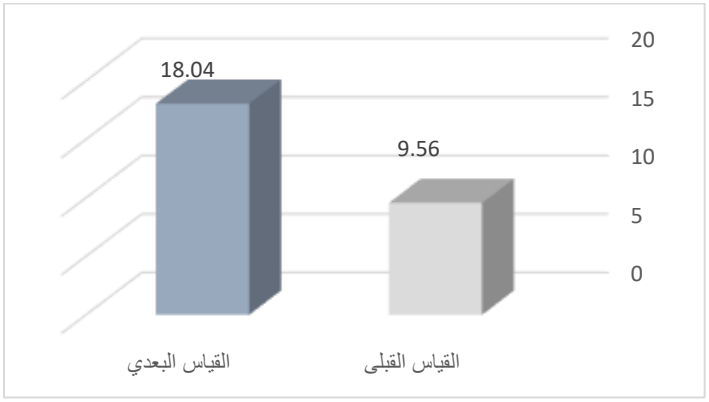
المتغير	القياس القبلي	القياس البعدي	دلالة الفروق	حجم التأثير	الكسب المعدل

	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	مستوى الدلالة	القيمة	الدلالة	القيمة	الدلالة
مهارة تقييم المخاطر الكيميائية	9.56	5.19	18.04	1.51	7.697	0.01	0.712	مرتفع	1,236	مرتفع

يلاحظ من جدول (12) أن متوسط درجات الطلاب في القياس القبلي (9,56) ومتوسط درجات الطلاب في القياس البعدي (18,04) وعند درجة حرية (24) مما يشير إلى وجود فروق ذات دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية لصالح القياس البعدي.

كما قام الباحث بحساب نسبة الكسب المعدل في الجدول (12–4) بلغت (1.236)، وهي قيمة مرتفعة تعكس فاعلية الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارة تقييم المخاطر الكيميائية لدى أفراد العينة التجريبية؛ وذلك وفقًا لما أشار إليه عبد الحميد (2016) في تفسير نسبة الكسب المعدل (Modified Blake's Gain Ratio) وفق معيار بليك، إذ تُعد المعالجة غير فعّالة إذا كانت نسبة الكسب المعدل أقل من (1.00)، ومتوسطة الفاعلية إذا تراوحت بين (1.00) وأقل من (1.20)، بينما تُعد فعالة إذا بلغت (1.20) فأكثر.

وبناءً عليه يُقبل الفرض الثاني الذي ينص على " توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية لصالح القياس البعدي"، ويوضح شكل (5) الأعمدة البيانية لمتوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية.



شكل (5) الأعمدة البيانية لمتوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لمهارة تقييم المخاطر الكيميائية

كما يتضح من جدول (12) أن حجم تأثير الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارة تقييم المخاطر الكيميائية لدى طلاب المجموعة التجريبية بلغ (0.712) وهو حجم تأثير مرتفع وفقًا لمعايير كوهين (Cohen, 1988)، التي تشير إلى أن حجم التأثير يُعد منخفضًا عند قيمة (0.01)، ومتوسطًا عند قيمة (0.06)، ومرتفعًا عند قيمة (0.14) فأكثر، أي أن نسبة التباين في مهارة تقييم المخاطر الكيميائية والتي ترجع للأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء هي (71.2%).

وتتفق النتيجة الحالية مع دراسة أحمد وسعود (2012) التي أكدت فاعلية الأنشطة البيئية الإثرائية في تنمية الوعي البيئي لدى الطالبات، كما تتفق الدراسة مع ما توصلت إليه دراسة لوبيز باستور وآخرون (López–Pastor et al., 2016) التي أكدت أن توظيف الأنشطة التعليمية التفاعلية في تدريس الكيمياء يسهم في تحسين تعلم الطلاب وزيادة دافعيتهم.

كما تتفق مع دراسة دوري وآخرون (Dori et al., 2018) التي أوضحت أن دمج الأنشطة التعليمية في تدريس الكيمياء يؤدي إلى تنمية الفهم المفاهيمي والتحليل العلمي، الأمر الذي يدعم قدرة الطلاب على تفسير المواقف العلمية واتخاذ قرارات أكثر دقة عند التعامل مع المواد الكيميائية، وهي جوانب ترتبط ارتباطًا وثيقًا بمهارة تقييم المخاطر الكيميائية.

كما تتوافق نتائج الدراسة الحالية مع دراسة عبدالعال (2019) التي أثبتت فاعلية الأنشطة الإثرائية في تنمية المفاهيم الكيميائية والتفكير الناقد، إذ إن تقييم المخاطر الكيميائية يتطلب فهمًا صحيحًا للمفاهيم العلمية وممارسة عمليات التحليل والنقد والمقارنة قبل إصدار الحكم واتخاذ القرار المناسب. كذلك تتفق مع نتائج دراسة إبراهيم (2023) التي بينت فاعلية الأنشطة الإثرائية في تنمية مهارات التفكير التنسيقي، حيث تعتمد مهارة تقييم المخاطر الكيميائية على تنظيم المعلومات وتحليلها والربط بين أسباب الخطر ونتائجه واختيار البدائل الأكثر أمانًا.

وتنسجم نتائج الدراسة أيضًا مع ما أشارت إليه دراسة عموري ومحمد (2024) من أهمية تضمين الأنشطة التعليمية معايير العلوم للجيل القادم(NGSS) ، لما لها من دور في تعميق الفهم العلمي وتنمية الممارسات العلمية، وهي ممارسات تدعم قدرة المتعلم على تحليل المواقف الكيميائية وتقدير المخاطر المرتبطة بها بصورة علمية.

ويعزو الباحث هذه النتائج إلى أن الأنشطة التعليمية المقترحة القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء وفرت مواقف تعليمية واقعية ارتبطت بالمشكلات الكيميائية اليومية، وأتاحت للطلاب فُرصًا لتحليل مصادر الخطر، والموازنة بين البدائل، واتخاذ قرارات قائمة على أسس علمية، مع توظيف أنشطة تعليمية متنوعة، الأمر الذي أسهم في تنمية مهارة تقييم المخاطر الكيميائية بصورة أفضل من أساليب التدريس التقليدية، وهو ما انعكس في ارتفاع حجم التأثير ونسبة الكسب المعدل لدى أفراد المجموعة التجريبية.

إجابة السؤال الفرعي 2 (ب):

وينص على: ما فاعلية الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارة المواطنة البيئية لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

وللإجابة على هذا السؤال سيتم اختبار الفرضين التاليين:

- **النتائج المتعلقة باختبار الفرض الثالث:** الذي ينص على أنه " توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمهارة المواطنة البيئية لصالح طلاب المجموعة التجريبية".

ولاختبار صحة هذا الفرض استخدم الباحث اختبار "ت" (T–Test) للمجموعات غير المرتبطة لحساب دلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمهارة المواطنة البيئية، كما قام الباحث بحساب حجم التأثير مربع إيتا ($\eta 2$) للتعرف على حجم تأثير الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارة المواطنة البيئية لدى المجموعة التجريبية بالمقارنة بطلاب المجموعة الضابطة، والنتائج يوضحها جدول (13):

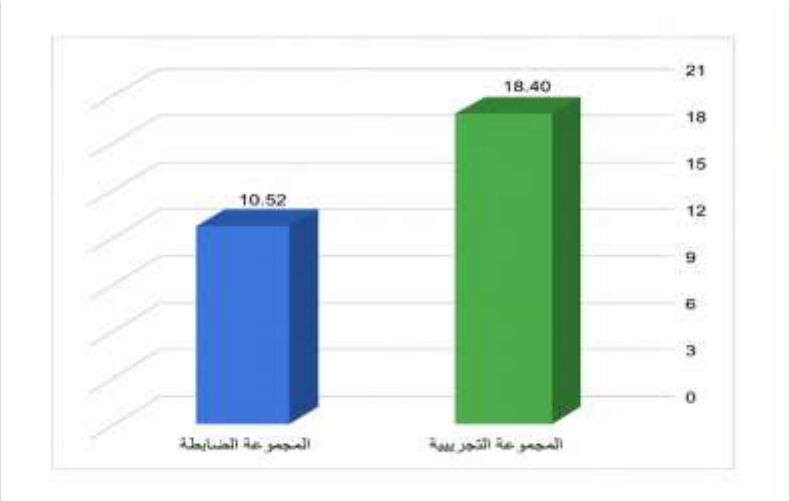
جدول (13) نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق وحجم التأثير بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمقياس مهارة المواطنة البيئية (ن=50)

المتغير	المجموعة التجريبية	المجموعة الضابطة	دلالة الفروق	حجم التأثير

	(ن=25)		(ن=25)				
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	مستوى الدلالة	القيمة	الدلالة
مهارة المواطنة البيئية	18.40	1.71	10.52	3.58	9.925	0.01	0.672	مرتفع

يلاحظ من جدول (13) أن متوسط درجات الطلاب في المجموعة التجريبية (18,40) ومتوسط درجات الطلاب في المجموعة الضابطة (10,52) وعند درجة حرية (48) مما يشير إلى وجود فروق دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمهارة المواطنة البيئية لصالح طلاب المجموعة التجريبية.

وبناءً عليه يُقبل الفرض الثالث الذي ينص على" توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمهارة المواطنة البيئية لصالح طلاب المجموعة التجريبية "، ويوضح شكل (6) الأعمدة البيانية لمتوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمهارة المواطنة البيئية.



شكل (6-4) الأعمدة البيانية لمتوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي لمهارة المواطنة البيئية

كما يتضح من جدول (13) أن حجم تأثير الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارة المواطنة البيئية لدى طلاب المجموعة التجريبية بالمقارنة بطلاب المجموعة الضابطة بلغ (0.672) وهو حجم تأثير مرتفع وفقًا لمعايير كوهين (Cohen, 1988)، التي تشير إلى أن حجم التأثير يُعد منخفضًا عند قيمة (0.01)، ومتوسطًا عند قيمة (0.06)، ومرتفعًا عند قيمة (0.14) فأكثر، أي أن نسبة التباين في مهارة المواطنة البيئية والتي ترجع للأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء هي (67.2%)

- **النتائج المتعلقة باختبار الفرض الرابع:** الذي ينص على أنه " توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لمهارة المواطنة البيئية لصالح القياس البعدي".

ولاختبار صحة هذا الفرض استخدم الباحث اختبار "ت" (T–Test) للمجموعات المرتبطة لحساب دلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لمهارة المواطنة البيئية. كما قام الباحث بحساب حجم التأثير مربع إيتا ($\eta 2$) للتعرف على حجم تأثير الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارة المواطنة البيئية لدى طلاب المجموعة التجريبية، والنتائج يوضحها جدول (14):

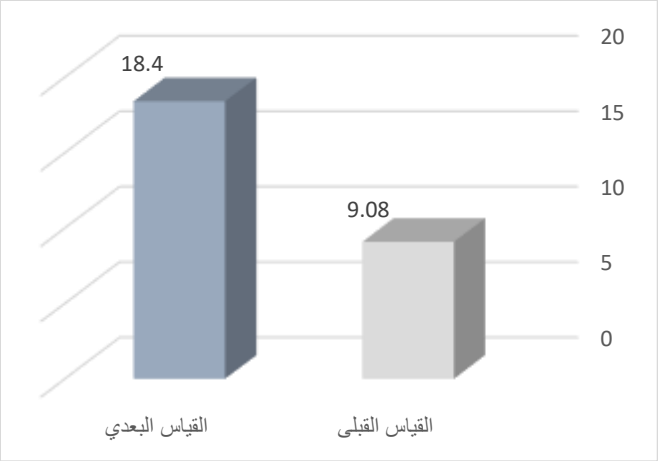
جدول (14) نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق وحجم التأثير بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لمهارة المواطنة البيئية (ن=25)

المتغير	القياس القبلي		القياس البعدي		دلالة الفروق		حجم التأثير		الكسب المعدل	
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	مستوى الدلالة	القيمة	الدلالة	القيمة	الدلالة
مهارة المواطنة البيئية	9.08	5.28	18.40	1.71	9.601	0.01	0.793	مرتفع	1,319	مرتفع

يلاحظ من جدول (14) أن متوسط درجات الطلاب في القياس القبلي (9,08) ومتوسط درجات الطلاب في القياس البعدي (18,40) وعند درجة حرية (24) مما يشير إلى وجود فروق دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لمهارة المواطنة البيئية لصالح القياس البعدي.

كما قام الباحث بحساب نسبة الكسب المعدل، كما هو موضح في الجدول (14–4)، حيث بلغت (1.319)، وهي قيمة تدل على فاعلية مرتفعة للأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارة المواطنة البيئية لدى أفراد المجموعة التجريبية؛ وذلك وفقًا لما أشار إليه عبد الحميد (2016) في تفسير نسبة الكسب المعدل (Modified Blake's Gain Ratio) وفق معيار بليك، إذ تُعد المعالجة غير فعالة إذا كانت نسبة الكسب المعدل أقل من (1.00)، ومتوسطة الفاعلية إذا تراوحت بين (1.00) وأقل من (1.20)، بينما تُعد فعالة إذا بلغت (1.20) فأكثر.

وبناءً عليه يُقبل الفرض الرابع الذي ينص على" توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لمهارة المواطنة البيئية لصالح القياس البعدي"، ويوضح شكل (7) الأعمدة البيانية لمتوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لمهارة المواطنة البيئية.



شكل (7) الأعمدة البيانية لمتوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي لمهارة المواطنة البيئية

كما يتضح من جدول (14) أن حجم تأثير الأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارة المواطنة البيئية لدى طلاب المجموعة التجريبية بلغ (0,793) وهو حجم تأثير مرتفع وفقًا لمعايير كوهين (Cohen, 1988)، التي تشير إلى أن حجم التأثير يُعد منخفضًا عند قيمة (0.01)، ومتوسطًا عند قيمة (0.06)، ومرتفعًا عند قيمة (0.14) فأكثر، أي أن نسبة التباين في مهارة المواطنة البيئية والتي ترجع للأنشطة التعليمية المقترحة في الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء هي (79.3%).

وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة أحمد وسعود (2012) التي أكدت أن الأنشطة البيئية الإثرائية أسهمت في تنمية الوعي البيئي لدى الطالبات، على الرغم من عدم وجود فروق دالة في التحصيل الدراسي، وهو ما يشير إلى أن الأنشطة التعليمية ذات الطابع البيئي تسهم بصورة أكبر في تنمية الجوانب الوجدانية والسلوكية المرتبطة بالمسؤولية البيئية، وهو ما يتوافق مع نتائج الدراسة الحالية في تنمية مهارة المواطنة البيئية.

كما تتوافق النتائج مع ما توصلت إليه دراسة دوري وآخرون (Dori et al., 2018) التي بينت أن توظيف الأنشطة التعليمية في تدريس الكيمياء يسهم في تعميق الفهم المفاهيمي والتحليل العلمي، إذ أن الفهم العلمي السليم أساسيًا لتكوين اتجاهات إيجابية وسلوكيات مسؤولة تجاه البيئة، وهو ما ينعكس على تنمية مهارة المواطنة البيئية.

كما تتفق نتائج الدراسة الحالية مع دراسة الشناوي وآخرون (2020) التي أثبتت فاعلية وحدة قائمة على مفاهيم الكيمياء الخضراء في تنمية مفاهيم الكيمياء الخضراء لدى الطلاب المعلمين، مما يؤكد أن دمج مبادئ الكيمياء الخضراء في البرامج التعليمية يسهم في تعزيز وعي المتعلمين بالقضايا البيئية، ويدعم اكتسابهم للسلوكيات والممارسات المرتبطة بالمواطنة البيئية.

وتتفق أيضًا مع دراسة تشينسيرا وآخرون (Cincera et al., 2021) التي أوضحت أن دمج القضايا البيئية الواقعية في تدريس الكيمياء أدى إلى تنمية المواطنة البيئية والتفكير الأخلاقي لدى طلاب المرحلة الثانوية، حيث أصبح الطلاب أكثر قدرة على الربط بين المعرفة الكيميائية والسلوك البيئي المسؤول، وهو ما يتوافق مع ما أظهرته نتائج الدراسة الحالية من تحسن واضح في مهارة المواطنة البيئية.

وتتفق كذلك مع دراسة الرشيد (2023) التي أثبتت فاعلية وحدة تعليمية قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي المستدام لدى طالبات المرحلة المتوسطة، إذ إن الوعي البيئي المستدام يُعد أحد المرتكزات الأساسية للمواطنة البيئية، الأمر الذي يعزز تفسير النتائج التي توصلت إليها الدراسة الحالية.

كما تنسجم نتائج الدراسة الحالية مع دراسة العتيبي (2024) التي أكدت فاعلية برنامج تعليمي قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المفاهيم الكيميائية والوعي البيئي لدى طالبات المرحلة الثانوية، وهو ما يؤكد الدور الإيجابي لمبادئ الكيمياء الخضراء في بناء الاتجاهات والسلوكيات البيئية الإيجابية لدى المتعلمين.

ويعزو الباحث هذه النتائج إلى أن الأنشطة التعليمية المقترحة القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء أتاحت للطلاب مواقف تعليمية واقعية ارتبطت بقضايا البيئة والاستدامة، وشجعتهم على مناقشة المشكلات البيئية وتحليل آثارها، واقتراح حلول آمنة ومستدامة في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء، كما عززت المشاركة الفاعلة والعمل التعاوني وتحمل المسؤولية تجاه البيئة، الأمر الذي أسهم في ترسيخ ممارسات المواطنة البيئية لديهم، وهو ما انعكس في الفروق الدالة إحصائيًا، وارتفاع حجم التأثير، وارتفاع نسبة الكسب المعدل لدى أفراد المجموعة التجريبية.

وفي ضوء النتائج السابقة؛ يمكن الإجابة عن السؤال الرئيس الثاني الذي ينص على: "ما فاعلية الأنشطة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المهارات الحياتية لدى طلاب المرحلة الثانوية؟ "

حيث أظهرت نتائج الدراسة أن الأنشطة التعليمية المقترحة القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء كانت ذات فاعلية مرتفعة في تنمية المهارات الحياتية لدى طلاب المرحلة الثانوية، والمتمثلة في مهارتي تقييم المخاطر الكيميائية والمواطنة البيئية، فقد أظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى الدلالة (0.01) لصالح المجموعة التجريبية في القياس البعدي في كلتا المهارتين، كما أظهرت فروق دالة إحصائيًا بين القياسين القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية لصالح القياس البعدي، إلى جانب ارتفاع قيم حجم التأثير (η^2) في جميع المقارنات، وارتفاع نسب الكسب المعدل، بما يؤكد أن الأنشطة التعليمية المقترحة حققت مستوى مرتفعًا من الفاعلية في تنمية المهارات الحياتية المستهدفة.

ويمكن تفسير هذه النتيجة بأن الأنشطة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء اعتمدت على مواقف تعليمية واقعية ومشكلات حياتية مرتبطة بالبيئة والاستخدام الآمن للمواد الكيميائية، وأتاحت للطلاب فرصًا للتعلم، وربط المعرفة الكيميائية بالتطبيقات الحياتية، وقد أسهم ذلك في تنمية قدرة الطلاب على تقييم المخاطر الكيميائية واتخاذ القرارات المناسبة للتعامل معها، وفي الوقت نفسه عزز لديهم قيم المسؤولية البيئية والممارسات المرتبطة بالمواطنة البيئية، وهو ما انعكس في التحسن الواضح في مستوى المهارات الحياتية لدى أفراد المجموعة التجريبية مقارنة بالمجموعة الضابطة.

وتؤكد هذه النتيجة أن توظيف مبادئ الكيمياء الخضراء في تصميم الأنشطة التعليمية لا يقتصر أثره على تنمية الجوانب المعرفية المرتبطة بمحتوى الكيمياء، بل يمتد إلى تنمية المهارات الحياتية التي يحتاجها الطلاب في حياتهم اليومية، من خلال إعدادهم لاتخاذ قرارات علمية واعية، والتعامل الآمن مع المواد الكيميائية، والمشاركة الإيجابية في حماية البيئة وتحقيق مبادئ الاستدامة من خلال مهارة المواطنة البيئية، وهو ما ينسجم مع الهدف الرئيس للدراسة المتمثل في تنمية المهارات الحياتية لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال أنشطة تعليمية قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء.

التوصيات:

في ضوء ما توصلت إلية النتائج يوصي الباحث بما يلي:

1. التأكيد على مطوري مناهج الكيمياء في وزارة التعليم على تضمين أهداف ومحتوى مقررات الكيمياء في المرحلة الثانوية أنشطة تعليمية قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء، مع إدماج مهارتي تقييم المخاطر الكيميائية والمواطنة البيئية بصورة صريحة؛ لما لذلك من أثر في تنمية المهارات الحياتية لدى الطلاب، وبما يتوافق مع متطلبات التنمية المستدامة ورؤية المملكة 2030
2. التأكيد على معلمي الكيمياء بضرورة توظيف الأنشطة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء أثناء تدريس موضوعات الكيمياء؛ لما لها من أثر في تنمية مهارة تقييم المخاطر الكيميائية ومهارة المواطنة البيئية لدى الطلاب.
3. الاستفادة من التقنيات الحديثة والبيئات التعليمية الرقمية في تنفيذ أنشطة تعليمية تفاعلية قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء؛ لتنمية المهارات الحياتية المرتبطة بالقضايا البيئية والكيميائية المعاصرة.
4. الاستفادة من دليل المعلم وكراسة الأنشطة التعليمية في الدراسة الحالية عند تدريس موضوعات الكيمياء؛ لتنمية المهارات الحياتية لدى طلاب المرحلة الثانوية.

المقترحات:

وفي ضوء ما توصلت إليه نتائج الدراسة يقترح الباحث إجراء الدراسات التالية:

1. فاعلية وحدة تعليمية قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية بعض المهارات الحياتية الأخرى، مثل مهارة اتخاذ القرار وحل المشكلات العلمية لدى طلاب المرحلة الثانوية.
2. دراسة معوقات تطبيق الأنشطة التعليمية القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء من وجهة نظر معلمي الكيمياء في المرحلة الثانوية.
3. فاعلية أنشطة التعليمية رقمية قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مهارات التفكير المستقبلي لدى طلاب المرحلة الثانوية.

المراجع العربية:

إبراهيم، الحسين محمد محمد حماد. (٢٠٢٣). استخدام أنشطة إثرائية قائمة على نظرية المخططات العقلية لتنمية مهارات التفكير التنسيقي في الكيمياء لدي طلاب المرحلة الثانوية. *مجلة كلية التربية جامعة المنصورة*، 123(2)، 253-283.

أحمد، بسمة محمد، وسعود، أريج سلام. (2012). فاعلية الأنشطة البيئية الإثرائية في تحصيل مادة الكيمياء والوعي البيئي لطالبات الخامس العلمي. *مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس*. 32(32)، 165-189.

البار، حسن عبد القادر حسن، ومخيمر، رمضان أحمد، والجندي، إيمان محمود، والشيخ، مريم عبد الله، ومدراسي، هنادي يوسف. (2010). *منظومة الكيمياء الخضراء وعلاقتها بتقنية ميكروسكيل*. جدة: سلسلة منظومة الكيمياء.

البلطان، إبراهيم بن عبد الله. (2021). مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية. *مجلة كلية التربية جامعة المنوفية*، 4(1)، 376-325.

الرشيد، منيرة محمد. (2023). فاعلية وحدة تعليمية مقترحة في العلوم قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي المستدام لدى طالبات المرحلة المتوسطة. *مجلة كلية التربية عين شمس*، ٤٨(٣)، ١٣٩-١٨٢.

الشهري، محمد جابر. والعبدالكريم، صالح عبدالله.(2016) واقع تنفيذ برنامج تفعيل المختبرات المدرسية في العملية التعليمية في مدينة الرياض. *مجلة رسالة التربية وعلم النفس*، (53)، 89-117.

الشناوي، نانيس محمد، ونصر، ريحاب أحمد عبدالعزير، والباز، مروة محمد محمد. (2020). فاعلية برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء في تنمية القيم البيئية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء. *مجلة كلية التربية*، (٣٠)، ٢١١-٢٦١.

عبدالعال، سمية لبيب السيد. (2019). *فاعلية أنشطة إثرائية قائمة على مدخل الدراما التربوية في تنمية المفاهيم الكيميائية ومهارات التفكير الناقد لطلاب المرحلة الثانوية* (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة حلوان، كلية التربية.

عبد المعز، محمد سمير. (2007). *الكيمياء الخضراء*، القاهرة، دار الكتب.

عبد الحميد، جابر عبد الحميد. (2016). *البحث العلمي في الدراسات التربوية والنفسية*. (ط. 8). دار الفكر العربي.

العتيبي، نجوى فايز. (2024). تصميم برنامج تعليمي قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وقياس فاعليته في تنمية المفاهيم الكيميائية والوعي البيئي لدى طالبات المرحلة الثانوية. *المجلة الدولية للأبحاث التربوية*، 48(1)، ١٠٠-١٣٨.

عموري، أحمد. ومحمد، يوسلينا. (2024). تصميم الأنشطة التعليمية لمقرر الكيمياء وفق معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) للصف العاشر في فلسطين. *مجلة القناطير الدولية للدراسات الإسلامية*، 33 (5)، 487-513.

علام، صلاح الدين محمود. (2006). *القياس والتقويم التربوي والنفسي: أساسياته وتطبيقاته وتوجهاته المعاصرة*. دار الفكر العربي.

ضايع، عايد خضير.(2020) فاعلية استراتيجية (IRE) في المهارات الحياتية والتنور الكيميائي لدى طلاب الرابع العلمي في مادة الكيمياء. *مجلة الفتح*، 25(1)، 117-140.

قطامي، يوسف محمود. (2013). *التعلم والتعليم: استراتيجيات للتدريس الفعّال*. عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

مراد. سهام السيد صالح. (2023). درجة توافر مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء بمحتوى كتاب الكيمياء بالصف الأول الثانوي بالمملكة العربية السعودية. *مجلة رسالة الخليج العربي*، 169(44)، ٩٣-١١١.

المنيزل، عبد الله فلاح، والعتوم، عدنان يوسف. (2019). *مناهج البحث في العلوم التربوية والنفسية* (ط1). عمّان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

ملحم، سامي محمد. (2002). *القياس والتقويم في التربية وعلم النفس*. دار المسيرة للنشر والتوزيع.

يوسف، سليمان عبد الواحد.(2016) *المهارات الحياتية*. الأردن دار الميسرة.

يوسف، جيهان فارس، وأحمد، بسمة محمد، وعلي، خالد فهد. (2019). تصميم تعليمي على وفق نماذج النظرية البنائية لمادة الكيمياء وأثره في المهارات الحياتية عند طالبات الصف الثاني متوسط. *مجلة البحوث التربوية والنفسية*، 16(60)، 403-436.

المراجع الأجنبية:

Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. International Journal of Science Education, 30(14), 1945–1969.
Anastas, P. T., & Eghbali, N. (2010). Green chemistry: Principles and practice. Chemical Society Reviews, 39(1), 301–312.
Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). Green chemistry: Theory and practice. Oxford University Press.
Burmeister, M., Rauch, F., & Eilks, I. (2012). Education for Sustainable Development (ESD) and chemistry education. Chemistry Education Research and Practice, 13(2), 59–68.
Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E Instructional Model: Creating teachable moments. NSTA Press.
Cincera, J., Krajhanzl, J., & Simonová, P. (2021). Fostering environmental citizenship through chemistry education: Addressing real-life ecological problems. Journal of Environmental Education Research, 27(1), 1–16.
Clark, J. H., & Macquarrie, D. J. (2018). Handbook of green chemistry and technology (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
Dori, Y. J., Kaberman, Z., & Barnea, N. (2018). The effect of computer-based molecular modeling on students' understanding of chemical structures and reactions. Chemistry Education Research and Practice, 19(4), 1065–1076.
Eilks, I., & Hofstein, A. (2015). Relevant Chemistry Education: From Theory to Practice. Sense Publishers.
Field, A. (2019). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4th ed.). Sage Publications.
George, D., Jain, S., & Joseph, B. (2017). Life skills education: Need and strategies for implementation. Journal of Clinical and Diagnostic Research, 11.(3)
Hadjichambis, A. Ch., Paraskeva-Hadjichambi, D., & Reis, P. (2020). Environmental Citizenship for 21st Century Education. Springer Nature.
Hart, P., & Nisbet, M. C. (2012). Environmental Citizenship in Science Education. Science Education Review, 11(2), 67–79.
Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. Science Education, 88(1), 28–54.
International Union of Pure and Applied Chemistry. (2011). Green Chemistry. https://iupac.org/what-we-do

Jensen, B. B., & Schnack, K. (2006). The action competence approach in environmental education. Environmental Education Research, 12(3–4), 471–486.
Lancaster, M. (2016). Green chemistry: An introductory text (2nd ed.). Royal Society of Chemistry.
López-Pastor, V. M., Pérez-Pueyo, Á., & García-López, L. M. (2016). Formative assessment as a strategy for learning in secondary school science education. European Journal of Teacher Education, 39(1), 56–72.
National Research Council. (2012). A Framework for K–12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. The National Academies Press.
Ozdemir, A. (2020). Context-based chemistry curriculum and its impact on students' environmental awareness and chemistry achievement. International Journal of Science Education, 42(5), 812–830.
Paul, Pradip K., Aghalayam, Preeti, & Sharma, Anuradha. (2020). Green Chemistry Education for Sustainable Development. Journal of Chemical Education, 97(8), 2316–2325.
Ratnaningsih, D., Sutama, I. W. B., & Rochman, C. (2020). Enhancing students' life skills through STEM-based science learning in junior high schools. International Journal of Instruction, 13(4), 33–48.

Sheldon, R. A. (2017). The E factor 25 years on: The rise of green chemistry and sustainability. Green Chemistry, 19(1), 18–43.
Sánchez Morales, R., Sáenz-López, P., & de las Heras Pérez, M. A. (2024). Green chemistry and its impact on the transition towards sustainable chemistry: A systematic review. Sustainability, 16(15), 6526.
Trilling, B., & Fadel, C. (2009). 21st Century Skills: Learning for Life in Our Times. Jossey-Bass.
UNESCO. (2018). Education for Sustainable Development: Learning Objectives. Paris: UNESCO.
UNESCO. (2021). Berlin Declaration on Education for Sustainable Development. World Conference on Education for Sustainable Development, Berlin, Germany.
Vaz, C. R. S., Morais, C., Pastre, J. C., & Júnior, G. G. (2025). Teaching green chemistry in higher education through problem-based learning. Sustainability, 17(4), 1452–1468.