IUG Journal of Educational and Psychological Sciences
Peer-reviewed Journal of Islamic University-Gaza

E-ISSN: 2410-3152
P-ISSN: 2410-2946

IUGJEPS
Vol 32, No 3, 2024, pp 231 - 255

Received on (02-05-2023) Accepted on (05-07-2023)
https://doi.org/10.33976/IUGJEPS.32.3/2024/10

Building a proposed educational program based on the principles of green chemistry and measuring its effectiveness in developing the values and skills associated with them for secondary school students in the Kingdom of Saudi Arabia.

Najwa F. Al-Otaibi
Curricula and Teaching Methods - Umm Al-Qura University - Kingdom of Saudi Arabia
*Corresponding Author: dr.najwafaiz@gmail.com

Abstract:
This study aimed to construct a proposed educational program based on the principles of green chemistry and measure its effectiveness in developing associated values and skills. A random sample of (30) female students from the third year of high school was selected, as the twenty-fourth school in the city of Makkah Al-Mukarramah was intentionally chosen. The study followed the semi-experimental approach. Two tools were used: the attitude test and the class observation card, and the results revealed that there were statistically significant differences at the significance level ($\alpha \leq 0.01$) between the mean scores of the study group in the pre and post applications of the two tools in favor of the post application. The result of Cohen's test (d) also revealed that the proposed educational program is characterized by a high effect size, as the effect coefficient for the two dependent variables was (5.92, 8.53), respectively. The results also revealed a high effectiveness of the proposed educational program in developing the two dependent variables, as the ratio of the Blake coefficient for the adjusted gain of the two dependent variables reached (1.42, 1.43), respectively. The results showed that there was a strong positive correlation at the level ($\alpha \leq 0.01$) between the two dependent variables, as the correlation coefficient was (0.914). The results also showed that there was a linear predictive relationship (simple regression) for a beta value of (0.914), at the significance level ($\alpha \leq 0.01$), between the two dependent variables. Based on the results of the study; A set of recommendations and proposals were presented, including: The need to provide appropriate modern technologies for teaching green chemistry. Conducting more original educational studies that depend on the principles of green chemistry.

Keywords: Educational programs, principles of green chemistry, green chemistry values, green chemistry skills, secondary school students.

بناء برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وقياس فاعليته في تنمية القيم والمهارات المرتبطة بها لدى طالبات المرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية

نجوى فائز العتيبى
المناهج وطرق التدريس- جامعة أم القرى- المملكة العربية السعودية

الملخص:
هدفت هذه الدراسة إلى بناء برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وقياس فاعليته في تنمية القيم والمهارات المرتبطة، ولتحقيق ذلك؛ تم اختيار عينة عشوائية متيسرة بلغت (30) طالبة من الصف الثالث الثانوي، حيث تم اختيار المدرسة الرابعة والعشرين في مدينة مكة المكرمة قصديًا. واتبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي. وتم استخدام أداتين هما: اختبار المواقف، وبطاقة الملاحظة الصفية، وكشفت النتائج عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (0.01 ≥ α) بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي للأداتين لصالح التطبيق البعدي. كما كشفت نتيجة فحص كوهين (d) أن البرنامج التعليمي المقترح يتصف بحجم تأثير مرتفع، حيث بلغ معامل التأثير للمتغيرين المعتمدين (5,92، 8,53) على التوالي. كما كشفت النتائج عن وجود فاعلية مرتفعة للبرنامج التعليمي المقترح في تنمية المتغيرين المعتمدين، حيث وصلت نسبة معامل بلاك (Blake) للكسب المعدل للمتغيرين المعتمدين إلى (1,42، 1,43) على التوالي. وأظهرت النتائج وجود علاقة ارتباطية قوية طردية موجبة عند مستوى (0.01 ≥ α) بين المتغيرين المعتمدين، حيث بلغ معامل الارتباط (0,914). كما أبانت النتائج وجود علاقة تنبؤية خطية (الانحدار البسيط) لقيمة بيتا بلغت (0,914)، عند مستوى الدلالة (0.01 ≥ α)، بين المتغيرين المعتمدين. وبناء على نتائج الدراسة؛ قُدمت مجموعة من التوصيات والمقترحات منها: ضرورة توفير التقنيات الحديثة المناسبة لتدريس الكيمياء الخضراء إجراء المزيد من الدراسات التربوية الأصيلة التي تعتمد على مبادئ الكيمياء الخضراء.

كلمات مفتاحية: البرنامج التعليمي، مبادئ الكيمياء الخضراء، قيم الكيمياء الخضراء، مهارات الكيمياء الخضراء، طالبات المرحلة الثانوية.

المقدمة:

تُعد الكيمياء من العلوم الطبيعية التي تتعامل مع المادة ومكوناتها وخصائصها النشطة، فهي تدخل في كل شيء يحيط بنا، ولقد ساهمت الكيمياء في العديد من التطورات التقنية الرائعة التي زادت من جودة حياة الإنسان. حيث تم ممارسة العلوم الكيميائية على نطاق متزايد باستمرار، فقد تمكنت من إنتاج مجموعة متنوعة من السلع التي يتم تقديرها من قبل البشر .وتشمل عدة منتجات في مجالات، فبدون الجهود الدؤوبة للكيميائيين والإنتاجية الهائلة للصناعة الكيميائية، لا شيء يقترب من مستوى المعيشة المرتفع الذي تتمتع به المجتمعات الآن.

ومع ذلك لا يمكن إنكار الآثار السلبية الهائلة للصناعات الكيميائية، مثل: إطلاق الملوثات والمواد السامة وإنتاج مواد غير قابلة للتحلل، مما يؤدي إلى الإضرار بالبيئة والكائنات الحية، بحدوث خلل في التوازن البيئي الذي يؤدي إلى العديد من المشكلات البيئية، مثل التلوث، واستنزاف طبقة الأوزون، وارتفاع درجة حرارة الأرض، والتصحر وغير ذلك، ولكن لفترة طويلة لم يكن العالم مهتمًا بأثر المواد الكيميائية على صحة الإنسان وسلامة البيئة، حتى ظهر كتاب راشيل كارسون (Rachael Carson) في عام 1962م بعنوان: "الربيع الصامت"، حيث تحدثت فيه عن سُميَّة المركبات الكيميائية وخطرها على الإنسان وعلى الأنظمة البيئية، وكان ذلك منشأ الحركات والمنظمات التي تنادي بحماية البيئة، وعلى الرغم من ذلك لم تكن الجهود والطرق المبذولة كافية للحد من الوضع الكارثي، لذلك تم بذل الكثير من الجهود لجعل الكيمياء المستقبلية أقل سُمية وأقل خطورة، وكان ذلك من خلال تبني علم جديد سُمي بالكيمياء الخضراء(Green Chemistry)، الذي يبحث عن وسائل صديقة للبيئة، للحيلولة دون زيادة التلوث البيئي (أحمد، 2014؛ المنقور والمنيف، 2019؛ Armstrong & etal, 2019).

ونظرًا لأنه أصبح من الصعب على البشرية العيش بدون استخدام الكيمياء ومنتجاتها، لما لها من دور أساسي في تطور حياة البشر ورفاهيتهم، إلا أنه نتيجة المشاكلات البيئية التي حدثت بسبب الصناعات الكيميائية أصبح القلق متزايد من الكيمياء ومخاطرها، مما أدى بالدول لاتخاذ اللوائح للحد من التلوث ومخاطر المواد الكيميائية، ووضع تشريعات وقوانين لاستخدام آمن للمواد الكيميائية بالدعوة للاتجاه إلى الكيمياء الخضراء (Hieresen, Schutt & Boese, 2000).

وتعتبر الكيمياء الخضراء والمعروفة أيضًا باسم الكيمياء المستدامة، شكل من أشكال الكيمياء ويمكن تعريفها على أنها ممارسة العلوم الكيميائية والتصنيع بطريقة مستدامة وآمنة وغير ملوثة وتستهلك الحد الأدنى من المواد والطاقة بينما تنتج القليل من النفايات أو لا تنتج على الإطلاق. حيث تهدف الكيمياء الخضراء إلى منع التلوث، من خلال استخدام المواد أو العمليات أو الممارسات التي تقلل أو تمنع حدوث الملوثات أو النفايات أثناء الإنتاج الكيميائي. وهي تشمل الممارسات التي تقلل من استخدام المواد الخطرة أو الطاقة أو المياه أو المحفزات أو الموارد الأخرى بالإضافة إلى حماية الموارد الطبيعية من خلال الاستخدام الفعال (Karpudewan, Roth & Ismail, 2015; Juanjuan & Shengli, 2020).

وللكيمياء الخضراء أهمية بالغة في ظل توقعات مجتمعية أكبر لمستقبل عالمي مستدام لكوكب الأرض، فهي تعمل على تطوير وتنفيذ التكنولوجيات الكيميائية المبتكرة التي تحقق منع التلوث بطريقة سليمة علميًا وفعالة، واستخدام المذيبات الآمنة، وتقليل استخدام الطاقة غير المتجددة، واستخدام الطاقة الخضراء (الطاقة الشمسية– طاقة الرياح–طاقة حرارة باطن الأرض) بدلًا عنها، وتصميم المواد الكيميائية والمنتجات التي تتحلل بعد الاستخدام لمنع تراكمها في البيئة (Ahuja, 2013).

وتقوم الكيمياء الخضراء على اثني عشر مبدأ وضعها العالمان أناستاس ووارنر (Anastas & Warner) في عام 1998م لتفعيل مفهوم الكيمياء الخضراء حيث نشرت هذه المبادئ في كتاب بعنوان "الكيمياء الخضراء –النظرية والممارسة"، ويحتوي الكتاب على خريطة من الطرق للكيميائيين لتطبيق مفهوم الكيمياء الخضراء وحماية البيئة، تسعى لجعل الكيمياء علمًا متكاملًا عن طريق تقليل ومنع ما يسببه التصنيع الكيميائي (Anastas & Zimmeman, 2003).

وساهمت العديد من المؤتمرات في التعريف بأهمية هذا العلم الحديث، حيث اشتركت منظمة الأيوبيك العضوية وقسم كيمياء الجزيئات الحيوية بالتعاون مع منظمة التقدم والتعاون الاقتصادي (OECD) في ورشة عمل لتعريف مبادئ الكيمياء الخضراء في مؤتمر الكيمياء للبيئة الذي عقد في فينيس (Venice) عام 2001م في تواجد المجتمعات الكيميائية والمعاهد البيئية، وتضمنت أهداف المؤتمر وجود برامج صناعية وحكومية ترعى التعليم، ووجود مواد تعليمية وأدوات ومصادر علمية، ونصائح ضرورية وإرشادات، ومساحات تعليمية في خدمة الكيمياء الخضراء ووجود مشاريع تخدم هذا العلم الجديد (شاكر، 2009).

مشكلة الدراسة:

انتشرت في الآونة الأخيرة العديد من القضايا البيئية، والتي تحذر من الكوارث العالمية الوشيكة، والمخاوف المحلية والأضرار التي يسببها استخدام المواد الكيميائية المدمرة للبيئة، وكحل لهذه المشاكل الصناعية على البيئة ورد في إعلان مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة (2012)، ضمن جدول أعماله، أنه من المهم تكثيف البحوث لتطوير بدائل آمنة للمواد الكيميائية وتغيير أنماط الاستهلاك والإنتاج غير المستدامة، وقد شهدت أوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين انتشار الأفكار الجديدة بشكل رئيس تحت عنوان "الكيمياء الخضراء" في المجتمع العلمي، ولا سيما في الولايات المتحدة الأمريكية حيث تم إنشاء معهد الكيمياء الخضراء التابع للجمعية الكيميائية الأمريكية حيث ظهرت الكيمياء الخضراء كنهج جديد يتطلب تفاعلات كيميائية ينتج عنها نفايات أقل، وطاقة أقل، ومزيدًا من السلامة للصحة والبيئة (محمد، 2020؛ Anastas & Maertens, 2018)، ومواكبة لهذه التوجهات العالمية التي تهتم بمجال الكيمياء الخضراء، سعت وزارة التعليم بالمملكة العربية السعودية إلى الاهتمام بالكيمياء الخضراء وتطورها وأهم تطبيقاتها وجاء ذلك في المعيار (6.7.14) من معايير معلمي الكيمياء (2020) الصادر عن هيئة تقويم التعليم والتدريب، والذي يوصي المعلم بشرح أسباب تلوث الماء والهواء وكيفية معالجتها والتعريف بطبقة الأوزون وظاهرة الاحتباس الحراري والتلوث الإشعاعي والكيمياء الخضراء، وذلك لحاجة المملكة العربية السعودية للكيمياء الخضراء نتيجة للتأثيرات السلبية للكيمياء التقليدية على البلاد.

ذلك وبالإضافة إلى تأكيد بعض من الدراسات على قصور في تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في محتوى المناهج الدراسية كدراسة البلطان (2021)، وأيضًا دراسة جوانجوان وشنجلي (Juanjuan & Shengli, 2020) التي كشفت عن انخفاض في فهم طلاب المرحلة الثانوية للمفاهيم المتعلقة بالكيمياء الخضراء.

ومن هنا ظهرت مشكلة الدراسة والتي تتمثل في بناء برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية القيم والمهارات المرتبطة بها لدى طالبات المرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية.

أسئلة الدراسة وفرضياتها:

هدفت الدراسة الحالية إلى الإجابة عن الأسئلة الآتية:

1- ما فاعلية تطبيق البرنامج التعليمي القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية القيم المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة؟

2- ما فاعلية تطبيق البرنامج التعليمي القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المهارات المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة؟

3- ما نمط العلاقة الارتباطية بين مقدار النمو في القيم والمهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة؟

وقد وضعت ست فرضيات صفرية للإجابة عن أسئلة الدراسة، وهي كالتالي:

1- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والبعدي في اختبار المواقف لقياس القيم المرتبطة بالكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة بعد الضبط القبلي.

2- لا توجد فاعلية للبرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية القيم المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة.

3- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والبعدي في بطاقة الملاحظة الصفية لقياس المهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة بعد الضبط القبلي.

4- لا توجد فاعلية للبرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المهارات المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة.

5- لا توجد علاقة ارتباطية ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين مقدار النمو في القيم والمهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء.

6- لا توجد علاقة اعتمادية تنبؤية خطية ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين مقدار النمو في القيم والمهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء.

أهداف الدراسة:

هدفت الدراسة الحالية إلى تحقيق الآتي:

1- إعداد قائمة بالقيم والمهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء التي ينبغي تضمينها في مقرر الكيمياء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية.

2- تصميم البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، وبناء أدوات جمع البيانات، وإجراء قيم الصدق والثبات اللازمة.

3- الكشف عن فاعلية تطبيق البرنامج التعليمي القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية القيم المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة.

4- الكشف عن فاعلية تطبيق البرنامج التعليمي القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المهارات المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة.

5- الوقوف على نمط ودرجة العلاقة الارتباطية بين مقدار النمو في القيم والمهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء.

6- معرفة نمط ودرجة العلاقة التنبؤية بين مقدار النمو في القيم والمهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء.

أهمية الدراسة:

تكمن أهمية هذه الدراسة في الآتي:

1- مواكبة التوجهات العالمية الحديثة التي تنادي بأهمية الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها وضرورة تدريسها.

2- إفادة القائمين على تطوير كتب الكيمياء في مشروع تطوير التعليم الثانوي – نظام المقررات الدراسية – لمسار العلوم الطبيعية بالقيم والمهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء.

3- مساعدة أصحاب القرار والمسؤولين عن بناء برامج إعداد معلمي الكيمياء في الجامعات على اتخاذ قرارات مبنية على دراسة علمية تساعد على تطوير تلك البرامج بما يتوافق مع التوجهات الحديثة التي تنادي بأهمية الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.

4- الاستفادة من البرنامج التعليمي المقترح بتطبيقه أو تطويره من قبل مطوري المناهج.

5- المساهمة في إثراء الأدب التربوي العربي في مجال الدراسات المرتبطة بالكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.

6- تزويد معلمي ومشرفي مادة الكيمياء بأدوات قياس تفيدهم في تقييم برنامج الكيمياء الخضراء.

محددات الدراسة

- **المحددات الموضوعية:** اقتصرت هذه الدراسة على بناء برنامج تعليمي قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، وقياس فاعليته في تنمية القيم والمهارات المرتبطة بها.
- **المحددات البشرية:** تم إجراء هذه الدراسة على عينة من طالبات الصف الثالث الثانوي في مسار العلوم الطبيعية.
- **المحددات المكانية:** اقتصرت هذه الدراسة على المدرسة الرابعة والعشرين في مدينة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية.
- **المحددات الزمانية:** تم تطبيق هذه الدراسة في الفصل الثاني للعام الدراسي 1443هـ (2022م).

مصطلحات الدراسة:

- **البرنامج التعليمي المقترح:** يعرف بأنه "مخطط مصمم أو منظومة تعليمية يوضح في وقت سابق لعمليتي التعليم والتعلم في مرحلة من مراحل التعليم، يضم مجموعة من الوحدات التعليمية، وتضم الأهداف التعليمية والمحتوى والأنشطة التعليمية، وطرق وأساليب التدريس وأدوات التقويم" (اللقاني والجمل، 2003، 47). ويعرف البرنامج التعليمي المقترح إجرائيًا بأنه: مجموعة من الإجراءات المتسلسلة والمنظمة المبنية على مبادئ الكيمياء الخضراء، والتي تضم الأهداف والمحتوى التعليمي والوسائل والأنشطة التعليمية التعلمية وأدوات التقويم، بهدف تنمية مفاهيم وقيم ومهارات الكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية.
- **الكيمياء الخضراء:** تعرف بأنها: "تصميم المنتجات والعمليات الكيميائية التي تقلل أو تلغي استخدام وتوليد المواد الخطرة" (Kirchhoff, 2013, 1). وتعرف الكيمياء الخضراء إجرائيًا بأنها: أحد فروع علم الكيمياء والذي يتضمن مجموعة من الوحدات التدريسية التي تم تدريسها لطالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية.
- **قيم الكيمياء الخضراء:** تعرف القيم البيئية بأنها: " هي مجموعة القواعد التي يتخذها الفرد للحكم على مدى صلاحية سلوكه تجاه البيئة ومكوناتها، والتي يختارها، ويوافق عليها، ويعتز بها، ويؤمن بها، ويلتزم بها في المواقف البيئية المختلفة " (الخلوفي، 2021، 265). وتُعرف الدراسة الحالية القيم المرتبطة بالكيمياء الخضراء إجرائيًا بأنها: هي مجموعة من المعايير المرتبطة بمبادئ الكيمياء الخضراء والتي تمتلكها الطالبة، وتؤدي إلى المحافظة على البيئة وممارسة السلوك البيئي الصحيح.
- **مهارات الكيمياء الخضراء:** تعرف المهارات الكيميائية بأنها: "الممارسات العملية والسلوكيات والإجراءات التطبيقية التي تحدث في المختبر وتكسب الطالب المهارات العملية للكيمياء" (أبو جلالة، 2005، 180). وتُعرف الدراسة الحالية مهارات الكيمياء الخضراء إجرائيًا بأنها: مجموعة الأداءات المرتبطة بمبادئ الكيمياء الخضراء، والتي تقوم بها الطالبة أخذة في الاعتبار الاقتصاد في الوقت والجهد والتكاليف.

الإطار النظري والدراسات السابقة:

مفهوم الكيمياء الخضراء:

لقد تم تناول عدة تعاريف للكيمياء الخضراء من ضمنها أنها: استخدام عدد من القواعد التي تعمل على تقليل أو حذف استخدام مواد تولد المواد السامة في تصميم وصناعة وتطبيق المنتجات الكيميائية (Anastas & Warner, 1998)، وعرَفها ماناهان (Manahan, 2006, 26) بإنها: "ممارسة العلوم الكيميائية والتصنيع بطريقة آمنة ومستدامة وغير ملوثة، عن طريق استهلاك الحد الأدنى من المواد والطاقة لإنتاج القليل من النفايات أو عدم إنتاجها على الإطلاق". كما عرَفها كاربوديوان وروث وإسماعيل (Karpudewan, Roth & Ismail, 2015, 250) بإنها: "شكل من أشكال الكيمياء التي تهدف إلى منع التلوث،

وذلك عن طريق استخدام المواد أو العمليات أو الممارسات التي تقلل أو تقضي على إنشاء الملوثات أو النفايات أثناء الإنتاج الكيميائي". بينما عرَفها الزائدي والنجدي وبريك ومصلي والشمري (2021، 17) بإنها: "فرعاً مستحدثاً من علم الكيمياء يهدف إلى الإقلال من تأثير التفاعلات الكيميائية وصناعتها على التوازن البيئي".

مبادئ الكيمياء الخضراء:

لقد ازداد اهتمام العلماء بالكيمياء الخضراء حيث أقترح العالمان بول أناستاس (Paul Anastas) وجون وارنر (Joh Warner) اثني عشر مبدأ للكيمياء الخضراء في كتابهما "الكيمياء الخضراء– النظرية والتطبيق" الذي نُشر في عام 1998م، وفيما يلي استعراض لهذه المبادئ كما ذكرها أناستاس ووارنر وجويل وساتيانارايانا وسوداكار وأغراوال (Anastas & Waner, 1998; Goel, Satyanarayana, Sudhakar, and Agrawal, 2021) كما يلي:

1- الوقاية (Prevention): ويقصد به منع تكوين المخلفات بدلًا من معالجتها أو التخلص منها بعد تكوينها، واستخدام مواد غير خطرة وآمنة وصديقة للبيئة في نفس الوقت، أي أنه من الأفضل أن نبتعد عن محاولة التخلص من النفايات الخطرة في نهاية التفاعل، لإن تكاليف التخلص من المواد الضارة والخطرة عادةً يزيد عن سعر المواد الخام على نطاق التصنيع.
2- الاقتصاد الذري (Atomic Economy): ويقصد به تصميم التفاعلات الكيميائية بحيث تندمج معظم المتفاعلات لتكون المنتج النهائي، بدون تكوين مواد جانبية غير مرغوب فيها.
3- بناء تفاعل كيميائي أقل خطورة (Synthesis Less hazardous Chemical): ويقصد به تصميم طرق التصنيع بحيث تكون المواد البادئة والناتجة للتفاعل أقل سُمَية وضررًا على صحة الأنسان والبيئة، أي أن هذا المبدأ يهتم بإنتاج كيماويات صديقة للبيئة.
4- تصميم نواتج آمنة (Designing Safer Chemicals): ويقصد به تصميم كيماويات آمنة، بحيث يتميز المنتج بأعلى درجة من الكفاءة الوظيفية وأقل قدر من السُميَة.
5- استخدام مذيبات آمنة (Safer solvents using): ويقصد به إجراء التفاعلات بدون استخدام مواد إضافية مثل المذيبات أو مواد الفصل أو المواد المساعدة الأخرى.
6- تصميم لكفاءة الطاقة (Design for energy efficiency): ويقصد به الأخذ في الاعتبار احتياج الطاقة نظرًا لتكلفتها وتأثيرها البيئي، لذا يجب أن تستخدم في أضيق الحدود ويفضل تصميم تفاعلات تجرى في درجة الحرارة العادية.
7- استخدام مصادر متجددة (Use of Reneable Feedstocks): ويقصد به أن تكون المواد البادئة في التفاعل قابلة للتجدد بدلًا من المواد القابلة للنفاد والتي تؤدي إلى استنزاف الخامات غير المتجددة.
8- الحد من المشتقات (Reduce derivatives): ويقصد به تجنب العمليات الكيميائية والفيزيائية غير الضرورية مثل اشتقاق مجموعات بعينها، أو إجراء تعديلات مؤقتة في الجزيئات، لأن هذا يتطلب عوامل مساعدة إضافية وبالتالي تولد نفايات في نهاية التفاعل.
9- استخدام المحفزات (Use of Catalysis): ويقصد به استخدام عوامل حفز متخصصة تتميز باستخدامها الآمن على صحة الإنسان والبيئة، بدلًا من المحفزات الضارة المدمرة لصحة الإنسان والبيئة، أي الاتجاه إلى تخليق مركبات كيميائية بدون تلوث للبيئة.
10- إنتاج مواد قابلة للاضمحلال (Design for degradation): ويقصد به تصميم المنتجات بحيث لا تستقر في البيئة بعد أداء وظيفتها ويجب أن تكون قابلة للتحلل في البيئة إلى مواد بسيطة غير ضارة.
11- معرفة الوقت الحقيقي لمنع التلوث (Real–time analysis for pollution preventation): ويقصد به تطوير طرق التحليل الكيميائي لتواكب سير التفاعل لحظيًا، أي تراقب وتسيطر على التفاعل قبل تكوين أي مواد خطرة.

12- كيمياء منع الحوادث (Accident prevention chemistry): ويقصد به اختيار المواد الكيميائية الآمنة من حيث نوعها وتركيبها، بحيث تقلل بقدر الإمكان احتمال وقوع الحوادث الكيميائية مثل انطلاق الغازات أو الحرائق أو الانفجارات.

وأشار أناستاس وإقبالي (Anastas & Eghbali, 2010) إلى أن كل مبدأ من هذه المبادئ الاثنا عشر لا يعمل بشكل مستقل عن المبادئ الأخرى، بل إن جميع هذه المبادئ تعمل كنظام متماسك ومتكامل لتحقيق أهداف الكيمياء الخضراء.

واستنادًا على ما سبق؛ يتضح أن مبادئ الكيمياء الخضراء توفر أسسًا لتقييم وتصميم منتجات وعمليات كيميائية جديدة تقلل من الآثار الضارة على صحة الإنسان والبيئة، كما تعزز هذه المبادئ قدرة الكيميائيين على تصميم مواد مفيدة ومستدامة، وإيجاد حلول للمشكلات البيئية، وإعداد علماء المستقبل.

أهمية الكيمياء الخضراء:

يمكن إيجاز أهمية الكيمياء الخضراء في النقاط الآتية:

1- المحافظة على التوازن بين الاحتياجات البيئية ومتطلبات الحياة العصرية.

2- تقدم حلولًا للمشاكل المطروحة في حياتنا خصوصًا ما يتعلق بحماية البيئة.

3- منع التلوث عن طريق الحد من الصناعات التي تؤدي إلى إنتاج المواد السامة والضارة بالبيئة.

4- تصميم تفاعلات كيميائية صديقة للبيئة ومنع تحضير المواد الخطرة.

5- التقليل من الحوادث الكيميائية والحرائق عن طريق استخدام طرق تحضير آمنة.

6- المحافظة على سلامة العمال في الصناعات الكيميائية عن طريق الحد من استخدام المواد السامة.

7- الحد من الصناعات النفطية الباعثة للغازات السامة.

8- حفظ الطاقة ومنع هدرها عن طريق تصميم تفاعلات أكثر توفيرًا للطاقة (أبو الوفاء، 2018؛ Nahlik & etal, 2022).

مميزات الكيمياء الخضراء:

للكيمياء الخضراء العديد من المميزات من أهمها ما ذكره (Summerton, Sneddon, Jones & Clark, 2016; Doody, 2018) كما يأتي:

1- تحقق الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية.

2- تساعد على دفع ثورة مصادر الطاقة المتجددة.

3- تدعو إلى نهج الاقتصاد الدائري في استخدام الموارد.

4- تستخدم الموارد المتجددة بدلًا من الموارد الأحفورية المحدودة والمكلفة.

5- تعمل على الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وتلف طبقة الأوزون.

6- تعمل على الإنتاج الصناعي المستدام مما يؤدي إلى تحسن صحة المجتمع.

7- تدعم التنمية الريفية.

8- تشجع القدرة التنافسية الصناعية من خلال المنتجات المبتكرة ذات الكفاءة البيئية.

وتأسيسًا على ما سبق؛ فإن نجاح الكيمياء الخضراء يعتمد على تعليم وتدريب جيل جديد من الكيميائيين، وعلى تضمينها في المناهج الدراسية، وتعريف الطلبة على فلسفتها وممارساتها لإعداد أفراد أكثر دراية بطبيعة المواد الكيميائية وأثارها على البيئة، وعلى درجة عالية من الوعي البيئي والقدرة على وضع حلول مبتكرة للمشكلات والقضايا البيئية، وذلك عن طريق دمج المفاهيم والقيم والمهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء في المناهج الدراسية، والعمل على تنميتها لضمان الممارسات السليمة المستدامة وخلق جيل واع بالبيئة من حوله.

قيم الكيمياء الخضراء:

تعتبر القيم ذات دور هام في توجيه سلوك الفرد والجماعة، إذ ينظر إلى القيم باعتبارها قوة محركة للسلوك ومنظمة له، وتعتبر القيم بمثابة مقاييس يحكم بها على الأفكار والأشخاص والأعمال والموضوعات والمواقف، وأنها هي التي تحدد هوية المجتمع، وتلعب دور أساسيًا في توجيه ميول وطاقات المجتمعات والأمم، إذ أنها المصدر والموجه والقانون والمعيار الضابط والمنظم لأفكار ومشاعر وجهود وطاقات وموارد الأفراد والمجتمعات والأمم (الجمال، 2018؛ نعمان، 2019).

ويعد تعليم قيم الكيمياء الخضراء مهم لزيادة الوعي البيئي في الدول الصناعية بشكل عام ولا سيما الدول النامية التي لم يصل لها الوعي البيئي، وذلك من أجل غرس القيم البيئية لتعزيز السلوكيات المؤيدة للبيئة، حيث يمكن معالجة المشكلات البيئية العالمية مثل الاحتباس الحراري بشكل فعّال من خلال التغيير في القيم (Karpudewan, Ismail & Roth, 2012).

كما تساعد القيم البيئية المرتبطة بالكيمياء الخضراء الأفراد في إدراك التفاعلات التي تحدث بين العمليات الكيميائية للبيئة والمتطلبات الكيميائية للمجتمع، وفهم المشكلات البيئية الملحة الناتجة عن الأنشطة الكيميائية للإنسان، ودور الإنسان في الحد منها، والتعرف على دور الكيمياء في مكافحة مصادر التلوث الكيميائي وعلاج المشكلات البيئية والحد من حدوثها (الشناوي، 2020).

ومن زاوية أخرى نلاحظ تركيز الجهود في الآونة الأخيرة على غرس وتنمية القيم البيئية لدى المتعلمين، حيث دعت الأدبيات التربوية إلى ضرورة إثراء مناهج العلوم بالقيم البيئية التي تهدف إلى حماية البيئة من أضرار الكيمياء التقليدية، والتي تعتبر كموجهات لسلوكهم، بحيث تساعد على تحسين العلاقة بين الإنسان وبيئته، ومنع التلوث قدر الإمكان، والمحافظة على الموارد الطبيعية وترشيد استهلاكها.

مهارات الكيمياء الخضراء:

تسهم المهارات في تحقيق أهداف تدريسية متعددة كتنمية عمليات العلم وتكوين المفاهيم العلمية، وتساعد المتعلمين على التعامل الذكي مع حل المشكلات اليومية بأسلوب يتميز بالدقة والموضوعية والمرونة، كما تساعد على التعلم الذاتي وتنمية التفكير العلمي والإبداعي.

وازدادت أهمية المهارات في عالم تتضاعف فيه المعرفة العلمية في معظم الميادين لا سيما في العقود الأخيرة، فبها يحصل التعلم الفعال، عن طريق توظيف مهارات جمع المعلومات وتفسيرها وتحليلها لتحقيق بقاء أثر التعلم، حيث ينسى الطلاب عادةً المعلومات والمعارف، وتبقى المهارات لمدة طويلة (مرعي والحيلة، 2009).

ولقد حظي تعليم المهارات باهتمام كبير منذ حقبة الإصلاحات التعليمية الكبرى في مناهج تعليم العلوم في أوائل عقد الستينات من القرن العشرين، حيث تم النظر إلى صقل المهارات لدى الطلبة من خلال تعليم العلوم، على أنه أداة فعالة لإشراك هؤلاء الطلبة في أنشطة البحث والاستقصاء، والاكتشاف، كما تؤكد التوجهات الحديثة في مجال تعليم العلوم الطبيعية، على أهمية المهارات كهدف أساسي في تعليم العلوم بشكل عام وتعليم الكيمياء بشكل خاص، بحيث أصبح من الصعوبة أن نجد برنامجًا تعليميًا فعّالًا يخلو من تضمين المهارات، فهي تدعم تعلم المتعلمين للمفاهيم والمبادئ الأساسية في الكيمياء، وتساهم في زيادة الثقة بالنفس لدى المتعلمين لإنها تستلزم إصدار أحكام واتخاذ قرارات دقيقة قائمة على أدلة علمية، وبالتالي تجعل المتعلمين أكثر قدرة على الاعتماد على الذات، وتعتبر ذات قيمة كبيرة للمتعلمين الذين سيعملون في المستقبل في المهن والتخصصات العملية. (الأشموري، 2016؛ الفهيد، 2018؛ الصعوب، 2013).

وتكمن أهمية تعليم مهارات الكيمياء الخضراء في إعداد الإنسان المعاصر ذي الشخصية المتكاملة، والذي يتفاعل مع متطلبات المستقبل، ويكون قادرًا على تطوير حياته، وبناء التقدير والوعي والشعور بالمسئولية تجاه القضايا التي تنشأ عن التأثير

المحتمل للكيمياء على البيئة والتي لها انعكاسات على المجتمع المحلي والعالمي، كما تساعد على المحافظة على الموارد البيئية واتخاذ القرارات نحو القضايا والمشكلات البيئية (حجاج، 2020).

واستخلاصًا لما سبق؛ نرى أن القيم تلعب دورًا كبيرًا في تكوين البناء الشخصي للفرد، حيث تعتبر الإطار المرجعي للسلوك، وأن عوامل التغير الثقافي كالثورة المعلوماتية والانفجار المعرفي والتكنولوجي وغيرها، من الأسباب التي جعلت الاهتمام بالقيم وتنميتها وتهذيبها هام جدًا، وتتحمل مناهج العلوم جزء من الاهتمام بتنمية القيم ليشعر نحوها الطلبة بالقبول، ولتؤثر في سلوكهم وتوجيهه وتبريره، حتى لا يصبح العلم مجموعة من المعارف والمعلومات المجردة فقط. كما نلاحظ الاهتمام الكبير من الباحثين التربويين في مجال تدريس العلوم عامة والكيمياء خاصة، بتنمية المهارات الكيميائية، في محاولة لتغيير واقع تدريس الكيمياء الذي يركز غالبًا على الجوانب المعرفية وعدم الاهتمام الكافي بالمهارات وأساليب تنميتها، بحيث حثت الدراسات التربوية المعلمين على مساعدة طلابهم على اكتساب المهارات، لإنها تعد أساس قوي لفهم أعمق لموضوعات الكيمياء، فهي تترجم النظريات والمفاهيم والقوانين إلى واقع ملموس وتزيد من تكوين الخبرات الضرورية لمواكبة العصر.

الدراسات السابقة:

بالرجوع إلى الأدب التربوي؛ فقد تناولت العديد من الدراسات السابقة الكيمياء الخضراء والقيم والمهارات المرتبطة بها، ومن تلك الدراسات دراسة كاربوديوان وإسماعيل وروث (Karpudewan, Ismail & Roth, 2012) التي أجريت للكشف عن فعالية دورة في الكيمياء الخضراء في تنمية القيم البيئية لمعلمي ما قبل الخدمة في ماليزيا، واتبعت الدراسة المنهج التجريبي، وتم جمع البيانات باستخدام الاستبانة وأسئلة المقابلة، وأسفرت النتائج عن وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$) بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لأداتي الدراسة لصالح التطبيق البعدي.

وسعت دراسة صالح (2016) إلى بناء منهج مقترح في الكيمياء الخضراء وبيان أثره على تنمية الوعي البيئي واتخاذ القرارات البيئية لدى طلاب المرحلة الثانوية. واتبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي، وطبقت أدوات الدراسة المتمثلة في: اختبار الوعي البيئي، ومقياس اتخاذ القرارات البيئية، واختبار التحصيل، وكشفت النتائج عن وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين في أدوات الدراسة، لصالح طلاب المجموعة التجريبية.

وانصب اهتمام دراسة الشناوي (2020) في الكشف عن فاعلية وحدة في الكيمياء الخضراء في تنمية مفاهيم الكيمياء الخضراء والقيم البيئية المرتبطة بها لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية بمدينة بور سعيد بمصر. حيث استخدمت الدراسة المنهج التجريبي، وتم جمع البيانات باستخدام اختبار التحصيل للمفاهيم، ومقياس القيم البيئية، وقد بينت النتائج وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$) بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في القياسين القبلي والبعدي لأداتي الدراسة لصالح التطبيق البعدي.

وقصدت دراسة الشيخ وعبد المجيد ومغنم (2021) الكشف عن تأثير استخدام بعض تطبيقات الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي بالقضايا البيئية المعاصرة للطلاب المعلمين شعبة الكيمياء بكلية التربية بجامعة كفر الشيخ بمصر. حيث اتبعت الدراسة المنهج التجريبي، واستخدمت الدراسة اختبار الوعي بالقضايا البيئية، وكشفت النتائج عن وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$) بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في القياسين القبلي والبعدي لأداتي الدراسة لصالح التطبيق البعدي.

وهدفت دراسة ارداواتي وداروبس وعرفان وعبد الكريم (Erdawati, Darwis, Irfan & Abdul Karim, 2021) إلى الكشف عن فعالية التدريب العملي على الكيمياء الخضراء في تنمية مهارات العملية العلمية للمعلمين بجاكرتا في ماليزيا. حيث اتبعت الدراسة المنهج التجريبي، وتم جمع البيانات باستخدام اختبار مهارات العملية العلمية، وأسفرت النتائج عن وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$) بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في القياسين القبلي والبعدي لأداة الدراسة لصالح التطبيق البعدي.

وبناءً على ما سبق؛ يتضح جليًا الدور الرائد لهذين المتغيرين المتمثلة في قيم الكيمياء الخضراء، ومهارات الكيمياء الخضراء، لإعداد أفراد أكثر دراية بطبيعة المواد الكيميائية وأثارها على البيئة، وعلى درجة عالية من الوعي البيئي والقدرة على وضع حلول مبتكرة للمشكلات والقضايا البيئية، وذلك عن طريق دمج القيم والمهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء في المناهج الدراسية، والعمل على تنميتها لضمان الممارسات السليمة المستدامة وخلق جيل واع بالبيئة من حوله، إذ أن دمجها وتعليمها من خلال مناهج الكيمياء يسهم في تحقيق العديد من الفوائد والآثار الإيجابية على مستوى الفرد والجماعة، ويساعد في جعل مخرجات التعليم أكثر كفاءة وقدرة على الإسهام والمشاركة في بناء المجتمع، وتتميز هذه الدراسة بتقديم برنامج يشمل جميع مبادئ الكيمياء الخضراء.

منهجية الدراسة وإجراءاتها:

منهج الدراسة: اتبعت الدراسة الحالية المنهج شبه التجريبي– ذو تصميم المجموعة الواحدة، بهدف قياس فاعلية البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية القيم والمهارات المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة.

مجتمع الدراسة: تمثل مجتمع الدراسة في جميع طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في المدارس الثانوية الحكومية للبنات في تعليم مدينة مكة المكرمة للفصل الدراسي الثاني عام 1443هـ (2022م) وعددهن (9878).

عينة الدراسة: تم اختيار المدرسة الثانوية الرابعة والعشرون للبنات قصديًا، وقد تم اختيار مجموعة الدراسة بطريقة العينة العشوائية المتيسرة، وتكونت من (30) طالبة من طالبات الصف الثالث الثانوي.

بناء البرنامج التعليمي المقترح في تنمية قيم ومهارات الكيمياء الخضراء

تم إعداد البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء لتنمية قيم ومهارات الكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية، وذلك بالرجوع للمصادر والدراسات ذات العلاقة، وباتباع الأسس العلمية لإعداد البرامج التعليمية. واشتملت إجراءات بناء البرنامج على الخطوات الآتية:

أولًا– التعريف بالبرنامج التعليمي المقترح

تم إعداد البرنامج التعليمي المقترح لتقديمه لطالبات مسار العلوم الطبيعية في المرحلة الثانوية. ويهدف البرنامج إلى تشكيل البنية المعرفية من خلال موضوعات الكيمياء القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء بما يتلاءم مع مستوى الطالبات وحاجاتهن النفسية وخصائصهن العمرية، وذلك بغية تنمية قيم ومهارات الكيمياء الخضراء. وبناء على ذلك، قدم البرنامج في (6) وحدات دراسية، لكل وحدة من وحدات البرنامج أهداف محددة، ومحتوى تعليمي، واستراتيجيات ونماذج تدريسية، وتقنيات تعلمية، وأنشطة تعليمية، والتقويم، وقائمة بالقراءات الخارجية الإثرائية، وأخيرًا المراجع.

ثانيًا–المبررات التي دعت لبناء البرنامج التعليمي المقترح

1– حاجة مناهج الكيمياء إلى إثراء مستمر بالتكنولوجيات الكيميائية الحديثة التي تركز على التنمية المستدامة، ودعمًا لمبادرة السعودية الخضراء.

2– تعريف الطالبات بقيم ومهارات الكيمياء الخضراء، ومساعدتهن على فهمها وتعلمها.

3– إثراء مناهج الكيمياء بقيم ومهارات الكيمياء الخضراء التي تهدف إلى حماية البيئة من أضرار الكيمياء التقليدية.

4– أهمية تنمية مهارات الكيمياء الخضراء للربط بين النظرية والتطبيق، لدعم تعلم الطالبات للمفاهيم والقيم والمبادئ الأساسية في الكيمياء الخضراء.

ثالثًا– الأسس التي تم الاعتماد عليها في بناء البرنامج التعليمي المقترح

1– تحديد أهداف البرنامج التعليمي المقترح، وصياغتها في عبارات إجرائية واضحة ومفهومه.

2- ارتباط موضوعات الوحدات التعليمية للبرنامج التعليمي المقترح بأهداف البرنامج.
3- ملائمة موضوعات الوحدات التعليمية للبرنامج التعليمي المقترح لطالبات المرحلة الثانوية.
4- انسجام موضوعات الوحدات التعليمية للبرنامج التعليمي المقترح مع التقنيات الحديثة والوسائل والأنشطة التعليمية المستخدمة.
5- مراعاة الحداثة والدقة والشمول والتنوع في موضوعات الوحدات التعليمية للبرنامج التعليمي المقترح.
6- استخدام أنماط متعددة من التقويم كالتقويم القبلي والبنائي والبعدي.

رابعًا- أهداف البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء

تنوعت الأهداف المتضمنة في البرنامج التعليمي المقترح، بين أهداف معرفية، وأهداف وجدانية، وأهداف مهارية، ويكمن الهدف العام للبرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية القيم والمهارات المرتبطة بمبادئ الكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية.

خامسًا- محتوى البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء

تضمن البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، على محتوى تم اختياره من خلال مراجعة الأدب التربوي والدراسات السابقة التي تناولت مبادئ الكيمياء الخضراء كدراسة (صالح، 2016؛ أبو الوفاء 2018؛ إسماعيل، 2019؛ حجاج 2020؛ الشناوي، 2020؛ Juanjuan & Shengli, 2020)، وكتب الكيمياء الخضراء المتخصصة ككتاب (جندل، 2018؛ الزائدي وآخرون، 2021؛ Etzkorn, 2020)، وغيرها من الكتب والدراسات، حيث احتوى البرنامج على ست وحدات تعليمية، احتوت كل وحدة تعليمية على أربعة موضوعات، واشتملت هذه الموضوعات على (30) قيمة و(30) مهارة، في ثلاث مجالات لكل منهما. وهي: المجال الأول: القيم والمهارات المرتبطة بمبادئ الكيمياء الخضراء: وتتكون من (14) قيمة ومهارة؛ والمجال الثاني: القيم والمهارات المرتبطة بمواد الكيمياء الخضراء: وتتكون من (8) قيم ومهارات؛ والمجال الثالث: القيم والمهارات المرتبطة بتفاعلات الكيمياء الخضراء: وتتكون من (8) قيم ومهارات.

سادسًا- استراتيجيات التدريس ونماذجه المستخدمة في البرنامج التعليمي المقترح

اعتمد البرنامج التعليمي المقترح في تدريسه على عدد من استراتيجيات ونماذج التدريس البنائي، والتي تمثلت في: استراتيجية الأبعاد السداسية، استراتيجية شكل البيت الدائري، نموذج فراير، استراتيجية النمذجة، استراتيجية التساؤل الذاتي، نموذج التعلم التعاوني، إستراتيجية (KWL)، إستراتيجية التدريس التشخيصي العلاجي، النموذج التوليدي، استراتيجية الاستقصاء، استراتيجية العصف الذهني، استراتيجية التناقض المعرفي، إستراتيجية التدريس التبادلي.

سابعًا- الوسائل والتقنيات الحديثة المستخدمة في البرنامج التعليمي المقترح

تم استخدام العديد من الوسائل والتقنيات عند تقديم البرنامج التعليمي المقترح، فقد تم استخدام برنامج العروض التقديمية (Power Point) لعرض محتوى البرنامج، والصور الفوتوغرافية، مقاطع الفيديو التعليمية، الكيمياويات المستخدمة في التجارب، حقيبة تجارب الميكروسكيل، المواقع الإلكترونية.

ثامنًا- الأنشطة التعليمية المصاحبة للبرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء:

تضمن البرنامج التعليمي المقترح على مجموعة من الأنشطة التي تقوم بها الطالبات، مع مراعاة التوازن والتكامل فيما بينها لتحقيق الأهداف.

تاسعًا- القراءات الخارجية لإثراء البرنامج التعليمي المقترح

احتوى البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء على عدد من القراءات الخارجية المتنوعة، بين الكتب المتخصصة، والدراسات المنشورة في المجلات العلمية، ورسائل الماجستير والدكتوراه، والمدونات على الشبكة العنكبوتية.

عاشرًا- أنماط التقويم وأدواته في البرنامج التعليمي المقترح

هدفت عملية التقويم إلى الوقوف على تحقق أهداف البرنامج التعليمي المقترح، وتنوعت أنماط التقويم لتتلاءم مع طبيعة الأهداف المراد تقويمها، وهي كالآتي:

أ- التقويم القبلي: وهو التقويم الذي يتم إجراءه على الطالبات قبل تدريس البرنامج التعليمي المقترح، وذلك بتطبيق أداتي الدراسة المتمثلة في اختبار المواقف وبطاقة الملاحظة الصفية.

ب- التقويم البنائي: عن طريق طرح أسئلة مباشرة أثناء التدريس، لغرض الكشف عن مستوى تحقق الأهداف التعليمية في كل موضوع، بالإضافة إلى تفعيل دور الطالبة وضمان تفاعلها مع الموقف التعليمي، وتطبيق أوراق العمل والأنشطة والتجارب أثناء الدرس.

ج- التقويم الختامي: وهو التقويم الذي يتم إجراءه على الطالبات بعد تدريس البرنامج التعليمي المقترح، وذلك بتطبيق أداتي الدراسة المتمثلة في اختبار المواقف وبطاقة الملاحظة الصفية.

أداتا الدراسة

أولًا- اختبار المواقف لقيم الكيمياء الخضراء

1- بناء اختبار المواقف: يهدف إلى قياس قيم الكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية. وتم وضع الأسئلة في صورة مواقف تطبيقية قد تحدث للطالبات، وقد تم الصياغة من نمط الاختبار الموضوعي، المتمثل في أسئلة الاختيار من متعدد ووضع أربع بدائل، بحيث تختار الطالبة من بين هذه المواقف، وتبرر سبب اختيارها، وتكون اختبار المواقف من (30) سؤالًا، وتم الصياغة في جمل سهلة وبسيطة توضح كيفية الإجابة عنه.

2- الصدق ومعاملات الصعوبة والسهولة والتمييز والثبات لاختبار المواقف

أ- **الصدق الظاهري لاختبار المواقف:** تم عرض اختبار المواقف في نسخته الأولية على عدد من المحكمين من ذوي الخبرة والتخصص في المناهج وطرق التدريس، والقياس والتقويم، لإبداء آرائهم وملاحظاتهم ومقترحاتهم على الاختبار من حيث: مستوى الصياغة، ومناسبته للمستوى الذي تقيسه، مع حذف أو إضافة أو تعديل ما يرونه مناسبًا لتحقيق ما يسمى بالصدق الظاهري أو المنطقي، وقد أشار بعض المحكمين إلى تعديل بعض الفقرات، وإعادة صياغة البعض الآخر، وفيما عدا ذلك من الفقرات فقد أقرها المحكمون بدون تعديل.

ب- **معاملات الصعوبة والسهولة والتمييز لاختبار المواقف:** تم تطبيق اختبار المواقف على عينة استطلاعية مكونة من (20) طالبة من طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في تعليم مكة المكرمة، وهن لسن من ضمن مجموعة الدراسة، ومن ثم حساب معاملات الصعوبة لأسئلة الاختبار من خلال حساب نسبة الطلاب الذين أجابوا إجابة خاطئة على السؤال، حيث تراوحت بين (0.33) و (0.60)، وبالتالي جميع الأسئلة تقع ضمن النطاق المحدد لمعاملات السهولة والصعوبة المقبولة حيث تشير الدراسات إلى أن معامل الصعوبة المثالي هو المحصور بين (0.30) و(0.70) (الكيلاني، 2011)، كذلك تم حساب قيم معامل التمييز لأسئلة الاختبار، حيث تراوحت بين (0.30) و(0.50)، وبذلك تعد أسئلة الاختبار قادرة على التمييز بين الطالبات، حيث تشير الدراسات إلى أن معامل التمييز المقبول هو المحصور بين (0.30) و(1.00) (أبو دقة، 2008).

ج- **صدق الاتساق الداخلي لاختبار المواقف:** تم استخراج معاملات الارتباط بيرسون (Pearson Correlation) بين درجة كل سؤال والدرجة الكلية للمجال الذي ينتمي إليه السؤال، بعد التطبيق على العينة الاستطلاعية، حيث بلغ معامل الأسئلة ما بين (0.635- 0.966)، كما تم حسابه بين درجة كل مجال والدرجة الكلية للاختبار، واتضح أنها مقبولة إحصائيًا، مما يدل على اتساق هذه الأسئلة وصلاحيتها للتطبيق على عينة الدراسة (الربيعة، 2012).

3- ثبات اختبار المواقف: تم التأكد من ثبات الاختبار باستخدام معادلة كرونباخ ألفا (Cronbach' s Alpha)، حيث بلغت معادلة كرونباخ ألفا قيمة (0.961)، وتعتبر هذه القيمة مقبولة إحصائيًا حيث يشير (أبو هاشم، 2003) إلى أن معامل الثبات يعتبر مقبول إحصائيًا إذا كانت قيمته أعلى من (0.70).

ثانيًا- بطاقة الملاحظة الصفية لمهارات الكيمياء الخضراء

1- **بناء بطاقة الملاحظة الصفية:** تهدف إلى قياس مهارات الكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية. وتم الاعتماد على مقياس "ليكرت الثلاثي" لمعرفة درجة أداء المهارة وهي: (مرتفعة- متوسطة - منخفضة)، وتم صياغة الفقرات بحث تكون واضحة ومحددة ليسهل على الملاحِظة التقييم بطريقة موضوعية ودقيقة.

2- **صدق بطاقة الملاحظة الصفية**

أ- **الصدق الظاهري:** تم عرض بطاقة الملاحظة الصفية على عدد من المحكمين من ذوي الخبرة والتخصص في المناهج وطرق التدريس، والقياس والتقويم، لإبداء آرائهم وملاحظاتهم ومقترحاتهم على بطاقة الملاحظة من حيث: وضوح بنود البطاقة، وملائمتها للمجال التي تقيسه، مع حذف أو إضافة أو تعديل ما يرونه مناسبًا، وقد أشار بعض المحكمين إلى تعديل بعض الفقرات، وإعادة صياغة البعض الآخر، وفيما عدا ذلك من الفقرات فقد أقرها المحكمون بدون تعديل. وبناء على آراء المحكمين، قامت الباحثة بتعديل مفرداتها، وفقًا لتلك الملاحظات، وأصبحت البطاقة مكونة من (30) مهارة.

ب- **الصدق البنائي:** تم تطبيق بطاقة الملاحظة على عينة استطلاعية مكونة من (20) طالبة من طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في تعليم مكة المكرمة، وهن لسن من ضمن مجموعة الدراسة، ومن ثم تم استخراج معاملات الارتباط بيرسون (Pearson Correlation) بين درجة كل فقرة والدرجة الكلية للمجال الذي تنتمي إليه الفقرة، حيث تراوحت قيم معاملات الارتباط لفقرات البطاقة ما بين (0.563- 0.975)، كما تم حسابه بين درجة كل مجال والدرجة الكلية للبطاقة، واتضح أنها مقبولة إحصائيًا، مما يدل على اتساق هذه الفقرات وصلاحيتها للتطبيق على عينة الدراسة.

3- **ثبات بطاقة الملاحظة الصفية:**

أ- **حساب معامل الاتفاق لبطاقة الملاحظة الصفية:** تم حساب معامل الاتفاق لبطاقة الملاحظة الصفية (بين الملاحظين)، باستخدام معادلة كوبر (Cooper) لحساب نسبة الاتفاق، وقد تبين أن جميع قيم معاملات الاتفاق (بين الملاحظين) لجميع مجالات بطاقة الملاحظة مقبولة إحصائيًا، وهي قد تراوحت بين (94.3%) و(96.3%) (أبو هاشم، 2003).

ب- **التجزئة النصفية لبطاقة الملاحظة الصفية:** تم التأكد من ثبات البطاقة باستخدام معادلة كرونباخ ألفا (Cronbach' s Alpha)، حيث بلغ قيمة (0.969)، وبطريقة التجزئة النصفية (سبيرمان براون) (Spearman Brown) حيث بلغ قيمة (0.988) وتعتبر هذه القيم مقبولة إحصائيًا حيث يشير (أبو هاشم، 2003) إلى أن معامل الثبات يعتبر مقبول إحصائيًا إذا كانت قيمته أعلى من (0.70).

الأساليب الإحصائية المستخدمة في تحليل بيانات الدراسة

استخدمت مجموعة من أساليب الإحصاء الوصفي، وهي: التكرارات، والنسب المئوية، والمتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية. كما استخدمت مجموعة من أساليب الإحصاء الاستدلالي، وهي: معامل ارتباط بيرسون ومعادلة ألفا كرونباخ، ومعامل الاتفاق والثبات بالتجزئة النصفية، ومعادلة سبيرمان براون، واختبار (ت)، واستخدام حجم التأثير كوهين (d)، ومعادلة بلاك للكسب المعدل، وفحص الانحدار البسيط الخطي.

الإجابة عن أسئلة الدراسة

1- الإجابة عن السؤال الأول للدراسة

ونصه: ما فاعلية تطبيق البرنامج التعليمي القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية القيم المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة؟

وسيتم الإجابة عن هذا السؤال من خلال اختبار الفرضية الأولى ونصها: لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والبعدي في اختبار المواقف لقياس القيم المرتبطة بالكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة بعد الضبط القبلي.

ولاختبار صحة هذه الفرضية تم استخدام اختبار (ت) للمجموعات المترابطة (Paired Samples Test)، للتعرف على الفروق بين متوسط درجات مجموعة الدارسة في التطبيقين القبلي والبعدي عند كل مجال من مجالات قيم الكيمياء الخضراء على حدة، وعند الدرجة الكلية لاختبار المواقف لقيم الكيمياء الخضراء لدى عينة الدراسة. والجدول رقم (1) يوضح ذلك.

جدول رقم (1) نتائج اختبار (ت) للمجموعات المترابطة (Paired Samples Test)، للتعرف على الفروق بين متوسط درجات مجموعة الدارسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار المواقف لدى عينة الدراسة

المجال	التطبيق	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الفرق بين المتوسطين	قيمة ت	مستوى الدلالة
القيم المرتبطة بمبادئ الكيمياء الخضراء	القبلي	30	7.63	2.251	16.50	32.554	.000
	البعدي	30	24.13	2.933			
القيم المرتبطة بمواد الكيمياء الخضراء	القبلي	30	4.37	1.299	9.43	29.768	.000
	البعدي	30	13.80	1.690			
القيم المرتبطة بتفاعلات الكيمياء الخضراء	القبلي	30	4.10	1.213	10.03	25.104	.000
	البعدي	30	14.13	1.737			
الدرجة الكلية لاختبار المواقف	القبلي	30	16.10	4.589	35.97	32.417	.000
	البعدي	30	52.07	5.747			

يبين الجدول رقم (1) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسط درجات مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والبعدي في قيم الكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية بعد الضبط القبلي لصالح التطبيق البعدي في جميع مجالات اختبار المواقف الثلاثة والدرجة الكلية للاختبار، حيث كان المتوسط الحسابي البعدي للقيم ككل (52.07) مقارنة بالمتوسط الحسابي للتطبيق القبلي الذي بلغ (16.10). وقد سجل مجال القيم المرتبطة بمبادئ الكيمياء الخضراء أعلى فارق بين المتوسطات الحسابية لدرجات التطبيقين (القبلي والبعدي)، حيث بلغ المتوسط الحسابي لدرجة التطبيق البعدي (24.13) مقارنة بالمتوسط الحسابي للتطبيق القبلي الذي بلغ (7.63). وجاء مجال القيم المرتبطة بتفاعلات الكيمياء الخضراء في المرتبة الثانية، حيث بلغ المتوسط الحسابي لدرجة التطبيق البعدي (13.80) مقارنة بالمتوسط الحسابي للتطبيق القبلي الذي بلغ (4.37). تلاه مجال القيم المرتبطة بمواد الكيمياء الخضراء في المرتبة الثالثة حيث بلغ المتوسط الحسابي لدرجة التطبيق البعدي (14.13) مقارنة بالمتوسط الحسابي للتطبيق القبلي الذي بلغ (4.10). وبلغ اختبار (ت) قيمة (32.417) بقيمة احتمالية (0.000)، وهي ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$)؛ مما يعني رفض الفرضية الصفرية الأولى، واستبدالها بالفرضية البديلة الموجهة والتي تنص على:

توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والبعدي في اختبار المواقف لقياس القيم المرتبطة بالكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة بعد الضبط القبلي لصالح التطبيق البعدي.

الفرضية الثانية: لا توجد فاعلية للبرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية القيم المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة.

ولاختبار صحة هذه الفرضية؛ تم إيجاد الفاعلية عن طريق حساب متوسط درجات مجموعة الدراسة لاختبار المواقف لقايس قيم الكيمياء الخضراء الذي طبق قبليًا وبعديًا، حيث يعتمد في حسابه على نسبة الكسب المعدل لبلاك (Blake)، كما هو موضح في الجدول رقم (2).

جدول (2) حجم التأثير والفاعلية للبرنامج التعليمي المقترح في تنمية قيم الكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية

المجال	القبلي	البعدي	الفرق بين المتوسطين	الانحراف المعياري للفرق بين المتوسطين	d	الكسب المعدل
القيم المرتبطة بمبادئ الكيمياء الخضراء	7.63	24.13	16.50	2.776	5.94	1.40
القيم المرتبطة بمواد الكيمياء الخضراء	4.37	13.80	9.43	1.736	5.43	1.40
القيم المرتبطة بتفاعلات الكيمياء الخضراء	4.10	14.13	10.03	2.189	4.58	1.47
الدرجة الكلية لاختبار المواقف	16.10	52.07	35.97	6.077	5.92	1.42

يظهر الجدول رقم (2) أن تأثير البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء يتصف بحجم تأثير مرتفع في تنمية القيم المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة، حيث أن جميع قيم نتائج التأثير كوهين (d)، كانت أكبر من القيمة (0.80) والتي حددها (Cohen, 1988) لتحديد حجم الأثر المرتفع في حال المجموعة الواحدة ذات التطبيقين القبلي والبعدي. وكذلك جاءت جميع قيم معادلة بلاك (Blake) للكسب المعدل أكبر من القيمة (1.20%) والتي اقترحها (Blake) لتحديد الفاعلية في حال المجموعة الواحدة ذات التطبيقين القبلي والبعدي. مما يشير إلى أن البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء ذو فاعلية في تنمية قيم الكيمياء الخضراء عند كل مجال على حدة، وعند الدرجة الكلية لاختبار المواقف، مما يدل على رفض الفرضية الصفرية الثانية، واستبدالها بالفرضية البديلة الموجهة التي تنص على: توجد فاعلية للبرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية القيم المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة.

ويمكن أن تعزى فاعلية البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية القيم المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية إلى تناول البرنامج العديد من القضايا البيئية المعاصرة المرتبطة بالتلوث الكيميائي ومحاولة حلها في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء، مما ساهم في زيادة رغبة الطالبات ودافعيتهن للتعلم. ومن جانب أخر؛ دعم البرنامج التعليمي

المقترح من فهم الطالبات للقضايا البيئية، وذلك من خلال خلق جو تعاوني من المناقشات والحوار بين الطالبات حول سلوكياتهن ووعيهن تجاه هذه القضايا الأمر الذي ساهم بشكل كبير في تنمية قيم الكيمياء الخضراء لديهن. كما أن تهيئة المناخ التدريسي المناسب للطالبات والذي ركز على إتاحة الفرص أمامهن جميعًا للمشاركة في المهام والأنشطة التعليمية، أدى إلى الوعي بقيم الكيمياء الخضراء وزاد من حرص الطالبات على معرفتها، مما انعكس إيجابًا على تنميتها لديهن. كما ساعد تنوع التقنيات والوسائل التعليمية المستخدمة في البرنامج التعليمي المقترح، وتنوع المهام والأنشطة التعليمية، والتشجيع المستمر للطالبات، وتقديم التغذية الراجعة المناسبة لهن في زيادة اهتمام الطالبات باكتساب قيم الكيمياء الخضراء والالتزام بها. وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه نتائج بعض الدراسات كدراسة: (صالح، 2016؛ الشناوي، 2020؛ الشيخ وعبد المجيد ومغنم، 2021؛ Karpudewan, Ismail & Roth, 2012;).

2- الإجابة عن السؤال الثاني للدراسة

ونصه: ما فاعلية تطبيق البرنامج التعليمي القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المهارات المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة؟

وسيتم الإجابة عن هذا السؤال من خلال اختبار الفرضية الثالثة ونصها: لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والبعدي في بطاقة الملاحظة الصفية لقياس المهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة بعد الضبط القبلي.

ولاختبار صحة هذه الفرضية تم استخدام اختبار (ت) للمجموعات المترابطة (Paired Samples Test)، للتعرف على الفروق بين متوسط درجات مجموعة الدارسة في التطبيقين القبلي والبعدي عند كل مجال من مجالات مهارات الكيمياء الخضراء على حدة، وعند الدرجة الكلية لبطاقة الملاحظة الصفية لمهارات الكيمياء الخضراء لدى عينة الدراسة. والجدول رقم (3) يوضح ذلك.

جدول رقم (3) نتائج اختبار (ت) للمجموعات المترابطة (Paired Samples Test)، للتعرف على الفروق بين متوسط درجات مجموعة الدارسة في التطبيقين القبلي والبعدي لبطاقة الملاحظة لدى عينة الدراسة

المجال	التطبيق	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الفرق بين المتوسطين	قيمة ت	مستوى الدلالة
المهارات المرتبطة بمبادئ الكيمياء الخضراء	القبلي	30	15.43	1.547	23.53	38.958	.000
	البعدي	30	38.97	3.079			
المهارات المرتبطة بمواد الكيمياء الخضراء	القبلي	30	9.00	0.983	13.13	33.785	.000
	البعدي	30	22.13	1.776			
المهارات المرتبطة بتفاعلات الكيمياء الخضراء	القبلي	30	8.70	0.794	13.23	39.157	.000
	البعدي	30	21.93	1.837			
الدرجة الكلية لبطاقة الملاحظة الصفية	القبلي	30	33.13	2.991	49.90	46.714	.000
	البعدي	30	83.03	5.327			

يبين الجدول رقم (3) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسط درجات مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والبعدي في مهارات الكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية بعد الضبط القبلي لصالح التطبيق البعدي في جميع المجالات الثلاثة لبطاقة الملاحظة الصفية والدرجة الكلية للبطاقة، حيث كان المتوسط الحسابي البعدي للمهارات ككل (83.03) مقارنة بالمتوسط الحسابي للتطبيق القبلي الذي بلغ (33.13). وقد سجل مجال المهارات المرتبطة بمبادئ الكيمياء الخضراء أعلى فارق بين المتوسطات الحسابية لدرجات التطبيقين (القبلي والبعدي)، حيث بلغ المتوسط الحسابي لدرجة التطبيق البعدي (3.079) مقارنة بالمتوسط الحسابي للتطبيق القبلي الذي بلغ (1.547). وجاء مجال المهارات المرتبطة بتفاعلات الكيمياء الخضراء في المرتبة الثانية، حيث بلغ المتوسط الحسابي لدرجة التطبيق البعدي (1.837) مقارنة بالمتوسط الحسابي للتطبيق القبلي الذي بلغ (0.794). تلاه مجال المهارات المرتبطة بمواد الكيمياء الخضراء في المرتبة الثالثة حيث بلغ المتوسط الحسابي لدرجة التطبيق البعدي (1.776) مقارنة بالمتوسط الحسابي للتطبيق القبلي الذي بلغ (0.983). وبلغ اختبار (ت) قيمة (46.714) بقيمة احتمالية (0.000)، وهي ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$)؛ مما يعني رفض الفرضية الصفرية الثالثة، واستبدالها بالفرضية البديلة الموجهة والتي تنص على:

توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والبعدي في بطاقة الملاحظة الصفية لقياس المهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة بعد الضبط القبلي لصالح التطبيق البعدي.

الفرضية الرابعة: لا توجد فاعلية للبرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المهارات المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة.

ولاختبار صحة هذه الفرضية؛ تم إيجاد الفاعلية عن طريق حساب متوسط درجات مجموعة الدراسة لبطاقة الملاحظة الصفية لقياس مهارات الكيمياء الخضراء الذي طبق قبليًا وبعديًا، حيث يعتمد في حسابه على نسبة الكسب المعدل لبلاك (Blake)، كما هو موضح في الجدول رقم (4).

جدول (4) حجم التأثير والفاعلية للبرنامج التعليمي المقترح في تنمية مهارات الكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية

المجال	القبلي	البعدي	الفرق بين المتوسطين	الانحراف المعياري للفرق بين المتوسطين	d	الكسب المعدل
المهارات المرتبطة بمبادئ الكيمياء الخضراء	15.43	38.97	23.53	3.309	7.11	1.45
المهارات المرتبطة بمواد الكيمياء الخضراء	9.00	22.13	13.13	2.129	6.17	1.42
المهارات المرتبطة بتفاعلات الكيمياء الخضراء	8.70	21.93	13.23	1.851	7.15	1.42
الدرجة الكلية لبطاقة الملاحظة	33.13	83.03	49.90	5.851	8.53	1.43

يظهر الجدول رقم (4) أن تأثير البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء يتصف بحجم تأثير مرتفع في تنمية المهارات المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة، حيث أن جميع قيم نتائج التأثير كوهين (d)، كانت أكبر من القيمة (0.80) والتي حددها (Cohen, 1988) لتحديد حجم الأثر المرتفع في حال المجموعة الواحدة ذات التطبيقين القبلي والبعدي. وكذلك جاءت جميع قيم معادلة بلاك (Blake) للكسب المعدل أكبر من القيمة (1.20%) والتي اقترحها (Blake) لتحديد الفاعلية في حال المجموعة الواحدة ذات التطبيقين القبلي والبعدي. مما يشير إلى أن البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء ذو فاعلية في تنمية مهارات الكيمياء الخضراء عند كل مجال على حدة، وعند الدرجة الكلية لبطاقة الملاحظة الصفية، مما يدل على رفض الفرضية الصفرية الرابعة، واستبدالها بالفرضية البديلة الموجهة التي تنص على: توجد فاعلية للبرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المهارات المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة.

ويمكن أن تعزى فاعلية البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المهارات المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية إلى إتاحة الفرصة للطالبات لممارسة المهارات عن طريق أنشطة البحث والاستقصاء والاكتشاف، وإجراء التجارب الكيميائية في معمل الكيمياء تحت إشراف المعلمة، وإتاحة الفرصة لهن لاكتشاف أخطائهن والتعلم منها، كما أن متابعة تقويم أداء الطالبات أثناء ممارسة المهارات وتوجيههن للأسلوب الأمثل للأداء الجيد ساهم في تنمية هذه المهارات بصورة جيدة. كما أن احتواء موضوعات البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء على أنشطة البحث والاستقصاء والاكتشاف، وإجراء التجارب الكيميائية في معمل الكيمياء، بالإضافة إلى الفيديوهات التعليمية، مما ساعد الطالبات على اكتساب المهارات ودعم تعلم الطالبات للمبادئ الأساسية للكيمياء الخضراء، حيث تعد أساس قوي لفهم أعمق لموضوعات البرنامج التعليمي، لإنها تترجم النظريات والمفاهيم والقوانين إلى واقع ملموس وتزيد من تكوين الخبرات الضرورية لمواكبة العصر. وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه نتائج بعض الدراسات كدراسة: (Karpudewan, Roth & Sinniah, 2016؛ Erdawati, Darwis, Irfan & Abdul Karim, 2021).

3- الإجابة عن السؤال الثالث للدراسة

ما نمط العلاقة الارتباطية بين مقدار النمو في القيم والمهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة؟

وسيتم الإجابة عن هذا السؤال من خلال اختبار الفرضية الخامسة ونصها: لا توجد علاقة ارتباطية ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين مقدار النمو في القيم والمهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء.

لاختبار هذه العلاقة الارتباطية تم حساب مقدار النمو بالفرق بين الدرجة البعدية والدرجة القبلية لكل طالبة من طالبات مسار العلوم الطبيعية ومن ثم تم حساب معامل الارتباط بيرسون بين النمو في قيم ومهارات الكيمياء الخضراء، وكانت النتائج كالتالي:

جدول (5) نتائج ارتباط بيرسون للعلاقة بين مقدار النمو في القيم والمهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية

المتغير المعتمد	الارتباط	اختبار المواقف	بطاقة الملاحظة
اختبار المواقف	ارتباط بيرسون	1	.914**
	الدلالة الإحصائية	0,000	0,000
بطاقة الملاحظة	ارتباط بيرسون	.914**	1

	الدلالة الإحصائية	**0,000**	**0,000**

**** دال إحصائيا عند مستوى دلالة أقل من 0.01**

يتضح من نتائج الجدول (5) وجود علاقة ارتباطية موجبة طردية قوية بين كل من القيم والمهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء فكلما زادت قيم الكيمياء الخضراء زادت مهارات الكيمياء الخضراء بمعامل ارتباط طردي قوي (ر = 0,914) وذلك حسب التصنيف الذي أورده الزعبي وطلافحة (2006) في أنه من (0.70) إلى أقل من (1.00) تعتبر العلاقة قوية. مما يعني رفض الفرضية الصفرية الخامسة، واستبدالها بالفرضية البديلة الموجهة والتي تنص على: توجد علاقة ارتباطية ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين مقدار النمو في القيم والمهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء.

ويعزي الباحث هذه النتيجة إلى ارتباط موضوعات البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء بالمشكلات البيئية الحالية، ساهم في زيادة اهتمام الطالبات وحب الاستطلاع لديهن. كما أن المشاركة الإيجابية للطالبات والجو التعاوني فيما بينهن في المواقف التعليمية المختلفة من خلال قيامهن بالمهام التعليمية، أدى تحسين مستواهن وتقدمهن في العملية التعليمية وتنمية القيم والمهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء المقدمة في البرنامج.

ونظرًا لوجود علاقة ارتباطية قوية طردية وموجبة بين المتغيرين المعتمدين (التابعين)، فقد تم قياس العلاقة الاعتمادية (التنبؤية) بين مقدار النمو في قيم ومهارات الكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية.

الفرضية السادسة: لا توجد علاقة اعتمادية تنبؤية خطية ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين مقدار النمو في القيم والمهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء.

ولاختبار العلاقة الاعتمادية التنبؤية بين قيم ومهارات الكيمياء الخضراء، تم إجراء اختبار الانحدار البسيط، حيث المتغير المستقل (قيم الكيمياء الخضراء) بينما المتغير التابع (مهارات الكيمياء الخضراء). وجاءت نتيجة الانحدار معنوية، حيث بلغت قيمة ف (143.027)، بقيمة الدلالة الإحصائية (0,000)، وهي أقل من ($\alpha \leq 0.01$). كما هو موضح في الجدو رقم (6).

جدول رقم (6) نتيجة تحليل الانحدار

	معامل الانحدار	**الخطأ المعياري**	**معامل بيتا**	**قيمة ت**	**الدلالة**
ثابت الانحدار لمهارات الكيمياء الخضراء	38.90	3.712		10.479	.000
قيم الكيمياء الخضراء	0.85	.071	.914	11.959	.000

يتضح من الجدول رقم (6) وجود علاقة اعتمادية تنبؤية لمهارات الكيمياء الخضراء بمقدار النمو في قيم الكيمياء الخضراء، بمعنى كلما زاد مقدار نمو قيم الكيمياء الخضراء رافقه زيادة في نمو مهارات الكيمياء الخضراء. حيث أن تنبؤ قيم الكيمياء الخضراء بنمو مهارات الكيمياء الخضراء للطالبات جاء بمقدار (.914) بيتا معيارية، وهي دالة إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$). ومن خلال هذه النتيجة يمكن كتابة معادلة الانحدار الآتية:

مهارات الكيمياء الخضراء = 38,90 + 0,914× قيم الكيمياء الخضراء

حيث يدل ثابت الانحدار (38,90) على درجة مهارات الكيمياء الخضراء حال كانت قيم الكيمياء الخضراء (صفر). وكلما زادت قيم الكيمياء الخضراء بمقدار وحدة معيارية واحدة زادت مهارات الكيمياء الخضراء بمقدار (0,914) وحدة معيارية.

وهذه النتيجة تدعو إلى رفض الفرضية الصفرية السادسة، واستبدالها بالفرضية البديلة الموجهة والتي تنص على: توجد علاقة اعتمادية تنبؤية خطية ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين مقدار النمو في القيم والمهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء.

خلاصة الدراسة:

الاستنتاجات:

يستنتج من تطبيق البرنامج التعليمي المقترح الذي تم بناءه والقائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، أنه قد أثمر عن نتاجات تعليمية تعلمية إيجابية في تنمية قيم ومهارات الكيمياء الخضراء، ويمكن إجمال ما تحقق في الآتي:

1- ساعد البرنامج التعليمي المقترح بجميع عناصره الطالبات على بناء المعرفة بأنفسهن من خلال تنشيط واستدعاء المعلومات والمفاهيم المختزنة في ذاكرتهن وتكاملها مع المعلومات والمفاهيم المتضمنة في محتوى البرنامج المقترح، مما أدى إلى توسيع المعرفة لديهن وازدياد فرصة تنمية قيم ومهارات الكيمياء الخضراء لديهن.

2- وضح البرنامج التعليمي المقترح القيم البيئية المرتبطة بالكيمياء الخضراء، وذلك للتقليل من الآثار السلبية للكيمياء على البيئة، وأهمية تحول فروع الكيمياء المختلفة لاتباع مبادئ الكيمياء الخضراء للتقليل من الضرر الذي تسببه للبيئة والصحة العامة لكافة الكائنات، مما أعطى فرصة للطالبات للحوار والمناقشة والرغبة في معرفة هذه القيم والالتزام بها.

3- نتج عن البرنامج التعليمي المقترح تمكين الطالبات من ممارسة وإجراء العديد من التجارب والأنشطة العلمية بأنفسهن مما ساعدهن على التوصل للمعارف والمعلومات المختلفة والمتصلة بموضوعات البرنامج المقترح التي تم دراستها، والذي أدى بدوره إلى تنمية المهارات المرتبطة بالكيمياء الخضراء.

4- اعتمد تدريس البرنامج التعليمي على استراتيجيات ونماذج التعلم البنائي والأنشطة التعليمية، والعروض التقديمية، ومقاطع الفيديو، والصور الفوتوغرافية، إضافة إلى أنماط وأدوات التقويم البنائي والتقويم البديل. مما كان له الأثر الكبير في تنشيط عقولهن، ويقظتهن، وتواصلهن المستمر والفاعل مع المعلمة، الأمر الذي انعكس إيجابًا على تنمية قيم ومهارات الكيمياء الخضراء لديهن.

5- أتاح تنوع أنماط التقويم البديل وأدواته في البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في حدوث تقويم فعال يتصف بالتعامل الأمثل مع الأدوات التي تقيس قيم ومفاهيم الكيمياء الخضراء، الأمر الذي أسهم في تنميتها لديهن.

التوصيات:

في ضوء النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة، والاستنتاجات التي خلصت إليها الباحثة، فقد قدمت بعض التوصيات التي يؤمل أن تسهم في التوظيف الأمثل لمبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية قيم ومهارات الكيمياء الخضراء، وهي كالآتي:

1- إفادة مركز تطوير المناهج من موضوعات البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وتوظيفها في مناهج الكيمياء، إما بإدراجها كمنهج جديد للكيمياء مخصص لطلبة مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية، أو على هيئة وحدات تعليمية في كتب الكيمياء بما يتناسب مع المستوى الدراسي لكل مرحلة.

2- أن تتبنى كليات التربية في برامج إعداد المعلمين إضافة برنامج مستقل ضمن برامج إعداد المعلمين خاص بالكيمياء الخضراء والقيم والمهارات المرتبطة بها وتدريسها بمعاونة المتخصصين في مجال الكيمياء.

3- أن تتبنى وزارة التعليم عقد ندوات ودورات وبرامج تدريبية لمعلمي ومعلمات الكيمياء أثناء الخدمة حول قيم ومهارات الكيمياء الخضراء.

4- توصي الدراسة وزارة التربية والتعليم بضرورة توفير التقنيات الحديثة المناسبة لتدريس الكيمياء الخضراء، ومنها على سبيل المثال: أجهزة الاستشعار، الميكروويف، الكيويتوب، الميكروسكيل. وتوفير التدريب اللازم للمعلمين والمعلمات أثناء الخدمة على إتقان استخدام هذه التقنيات الكيميائية وتوظيفها في تدريسهم.

5- الاهتمام بتضمين تجارب الكيمياء الخضراء التي تساعد في تنمية قيم ومهارات الكيمياء الخضراء في مقررات برامج الإعداد التربوي لمعلمي ومعلمات الكيمياء قبل الخدمة في كليات التربية بالجامعات.

المقترحات:

استنادًا إلى توصيات هذه الدراسة، وما سبقها من النتائج والاستنتاجات؛ فإن الباحثة تقترح بعض الدراسات المستقبلية المتصلة بموضوع الدراسة الحالية، ومن أهمها ما يلي:

1- إجراء المزيد من الدراسات التربوية الأصيلة التي تعتمد على مبادئ الكيمياء الخضراء وربطها بتنمية بعض المتغيرات المعتمدة (التابعة) الأخرى، كمهارات اتخاذ القرارات البيئية، ومهارات حل المشكلات البيئية، والمهارات الحياتية، ومهارات التفكير لدى الطلبة بمراحل التعليم العام، ولا سيما في مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية.

2- إجراء دراسات تربوية رصينة تعتمد على تطوير مناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها وقياس فاعليتها في تنمية مهارات ترشيد استهلاك الطاقة والوعي البيئي لدى الطلبة بمراحل التعليم العام، ولا سيما في مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية.

3- بناء برنامج تدريبي مقترح لمعلمي الكيمياء لتنمية كفاياتهم ومهاراتهم لتوظيف تقنيات الكيمياء الخضراء في تدريسهم للموضوعات الكيميائية.

4- إجراء دراسات تهدف إلى تحليل محتوى كتب الكيمياء للوقوف على مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء فيها.

5- إجراء دراسات نوعية للكشف عن تصورات الخبراء وأعضاء هيئة التدريس في تخصص الكيمياء نحو توظيف مبادئ الكيمياء الخضراء في المناهج الدراسية.

المراجع:

أولاً: المراجع العربية

أبو الوفا، رباب. (2018). فاعلية مقرر مقترح للكيمياء الخضراء قائم على مبادئ التربية من أجل التنمية المستدامة "ESD" في تنمية الثقافة الكيميائية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء، *المجلة المصرية للتربية العلمية- الجمعية المصرية للتربية العلمية-كلية التربية-جامعة عين شمس-عين شمس-مصر*، *2*(21)، 1-51.

أبو جلالة، حجي. (2005). *الجديد في تدريس تجارب العلوم في ضوء استراتيجيات التدريس المعاصرة*، الكويت: مكتبة الفلاح.

أبو دقة، سناء. (2008). *القياس والتقويم الصفي -المفاهيم والإجراءات لتعلم فعال*، (ط.2)، غزة: دار أفاق للنشر والتوزيع.

أبو هاشم، السيد محمد. (2003). *الدليل الإحصائي في تحليل البيانات باستخدام SPSS*، الرياض: مكتبة الرشد.

أحمد، إيمان. (2014). *الكيمياء الخضراء (حتمية القرن الواحد والعشرون)*. تاريخ الدخول 20/ 3/ 2021م، متاح على الرابط: https://www.alukah.net/culture/0/74506/

إسماعيل، ناريمان. (2019). أثر وحدة مقترحة في الكيمياء الخضراء على تنمية الوعي الاقتصادي والاتجاه نحو دراستها لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية، *المجلة المصرية للتربية العلمية-الجمعية المصرية للتربية العلمية*، *22*(1)، 91-146.

البلطان، إبراهيم. (2021). مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية، *مجلة كلية التربية–جامعة المنوفية–المنوفية–مصر، 36*(4)، 325–376.

الجمال، محمد. (2018). *القيم وتقدير الذات في ضوء علم النفس*، القاهرة: مؤسسة الباحث للاستشارات البحثية.

جندل، جاسم. (2018). *الكيمياء الخضراء*، عمّان: دار وائل للنشر والتوزيع.

حجاج، آية. (2020). *تطوير برنامج إعداد معلمي الكيمياء بكليات التربية في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها*، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة بنها، بنها، مصر.

الخلوفي، محمد. (2021). القيم البيئية غايات وأهداف التربية، *مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية– كلية العلوم الإنسانية والعلوم الاجتماعية–جامعة عبد الحميد مهري–قسنطينة–الجزائر، 7*(1)، 263–273.

الربيعة، عبد العزيز. (2012). *البحث العلمي: حقيقته، ومصادره، ومادته، ومناهجه، وكتابته، وطباعته، ومناقشته*، (ط.6)، الرياض: مكتبة العبيكان.

الزائدي، خديجة والنجدي، محمد وبريك، ريتا ومصلي، سميرة والشمري، أسماء. (2021). *الكيمياء التحضيرية العضوية الخضراء– الضرورة، الأسس، الترتيبات، الأمان*. جدة: مطابع جامعة الملك عبد العزيز.

الزعبي، محمد، وطلافحة، عباس. (2006). *النظام الاحصائي SPSS– فهم وتحليل البيانات الإحصائية*. الأردن: دار وائل للنشر

شاكر، عماد. (2009). *الكيمياء الخضراء*، القاهرة: الدار العربية للنشر والتوزيع.

الاشموري، خالد. (٢٠١٦). برنامج تدريبي مقترح لتنمية المهارات المختبرية في مادة الكيمياء لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية بجامعة صنعاء واتجاهاتهم نحو تدريسها، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة المنصورة، مصر.

الشناوي، نانيس. (2020). فاعلية برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء في تنمية القيم البيئية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء، *مجلة كلية التربية–كلية التربية–جامعة بورسعيد–بورسعيد–مصر، 30*، 211–261.

الشيخ، مصطفى وعبد المجيد، يوسف ومغنم، هند. (2021). تأثير استخدام بعض تطبيقات الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي بالقضايا البيئية المعاصرة للطلاب المعلمين شعبة الكيمياء، *مجلة كلية التربية–كلية التربية–جامعة كفر الشيخ–كفر الشيخ–مصر، 4*(3)، 353–370.

صالح، مي. (2016). *منهج مقترح في الكيمياء للمرحلة الثانوية في ضوء مفهوم الكيمياء الخضراء وأثره على تنمية الوعي واتخاذ القرارات البيئية*، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة الزقازيق، الزقازيق، مصر.

الصعوب، طارق. (2013). *فاعلية استراتيجية قائمة على بعض أساليب التعلم النشط لتنمية المفاهيم الكيميائية والمهارات العملية والميل نحو مادة الكيمياء لدى طلبة الصف العاشر بالأردن*، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الدراسات العليا التربوية، جامعة القاهرة، القاهرة، مصر.

الفهيد، عبد الله. (2018). بناء برنامج تعليمي قائم على التعلم النشط وقياس فاعليته في تنمية المهارات العملية لدى طلاب المرحلة الثانوية (نظام المقررات)، *مجلة البحث العلمي في التربية–كلية البنات للآداب والعلوم والتربية–جامعة عين شمس–عين شمس–مصر، 19*(14)، 655–689.

الكيلاني، عبد الله. (2011). *القياس والتقويم في التعلم والتعليم*، عمّان: منشورات جامعة القدس المفتوحة.

اللقاني، أحمد والجمل، علي. (2003). *معجم المصطلحات التربوية المعرفة في المناهج وطرق التدريس*، القاهرة: دار الكتاب للنشر والتوزيع.

محمد، كريمة. (2020). منهج مقترح في العلوم قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها لتنمية الوعي بالاستدامة البيئية والتفكير الإيجابي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، *مجلة كلية التربية في العلوم التربوية–كلية التربية–جامعة عين شمس–عين شمس–مصر*، *44*(4)، 209–314.

مرعي، توفيق والحيلة، محمد. (2009). *طرائق التدريس العامة*، (ط.4)، عمّان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

المنقور، لطيفة والمنيف، حصة. (2019). مستوى القيم البيئية لدى طالبات كلية التربية بجامعة الأميرة نورة عبد الرحمن، *مجلة جامعة طيبة للعلوم التربوية–كلية التربية–جامعة طيبة–المدينة المنورة–المملكة العربية السعودية*، *14*(1)، 127–149.

نعمان، عبد الله. (2019). *القيم العلمية المتضمنة في كتاب الكيمياء للصف العاشر الأساسي من وجهة نظر الطلبة في الأردن*، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة آل البيت، المفرق، الأردن.

ثانياً: قائمة المراجع الأجنبية:

Abu Al-Wafa, R. (2018). The effectiveness of a proposed green chemistry course based on the principles of education for sustainable development "ESD" in developing chemical culture among student teachers, chemistry division, *egyptian Journal of scientific education - egyptian society for scientific education - faculty of education - ain Shams University - Ain Shams - Egypt, 2* (21), 1-51.

Abu Daqqa, S. (2008). *Classroom measurement and evaluation - concepts and procedures for effective learning*, (2nd edition), Gaza: Dar Afaq for Publishing and Distribution.

Abu Jalala, H. (2005). *New in Teaching Science Experiments in the Light of Contemporary Teaching Strategies*, Kuwait: Al-Falah Library.

Abu Hashem, A. (2003). *Statistical guide to data analysis using SPSS*, Riyadh: Al-Rushd Library.

Ahmed, I. (2014). *Green chemistry (21st century imperative)*. access date 3/20/2021 AD, available at the link: https://www.alukah.net/culture/0/74506/

Ahuja, S. (2013*). Green Chemistry and Other Novel Solutions to Water Pollution, Overview, Washington*. American Chemical Society, DC.

Al-Ashmori, K. (2016). A *proposed training program for the development of laboratory skills in chemistry among student teachers at the Faculty of Education, Sana'a University, and their attitudes towards teaching it*, unpublished Ph.D. thesis, Faculty of Education, Mansoura University, Egypt.

Al-Baltan, I. (2021). The level of inclusion of green chemistry topics in the content of science books at the intermediate stage in the kingdom of Saudi Arabia, *Journal of the Faculty of Education - Menoufia University - Menoufia - Egypt, 36* (4), 325-376.

Al-Gamal, M. (2018). *Values and self-esteem in the light of psychology*, Cairo: Researcher Foundation for Research Consulting.

Al-Fuhaid, A. (2018). Building an educational program based on active learning and measuring its effectiveness in developing practical skills for secondary school students (course system), *Journal of Scientific Research in Education* - Girls College of Arts, Sciences and Education - Ain Shams University - Ain Shams - Egypt, 19 (14), 655- 689.

Al-Kheloufi, M. (2021). Environmental Values Aims and Objectives of Education, *Journal of Humanities and Social Sciences* - Faculty of Humanities and Social Sciences - Abdel Hamid Mehri University - Constantine - Algeria, 7 (1), 263-273.

Al-Kilani, A. (2011). *Measurement and evaluation in learning and teaching*, Amman: Al-Quds Open University Publications.

Al-Laqani, A. and Al-Jamal, A. (2003). *Dictionary of educational terms defined in curricula and teaching methods*, Cairo: Dar Al-Kitab for publication and distribution.

Al-Manqour, L. and Munif, H. (2019). The level of environmental values among female students of the college of education at princess noura abdel rahman university, *Taibah University Journal of Educational Sciences - College of Education - Taibah University - Madinah - Kingdom of Saudi Arabia, 14* (1), 127-149.

AL-Rabia, A. (2012). *Scientific research: its truth, sources, material, methods, writing, printing, and discussion*, (6th edition), Riyadh: Obeikan Library.

AL-Sheikh, M, & Abdul Majeed, Y. and Mughnem, H. (2021). The effect of using some green chemistry applications in developing awareness of contemporary environmental issues for student teachers, Chemistry Division, *Journal of the Faculty of Education* - Faculty of Education - Kafr El-Sheikh University - Kafr El-Sheikh - Egypt, 4 (3), 353-370.

Al-Shennawy, N. (2020). The effectiveness of a proposed program in green chemistry in developing environmental values among student teachers, major in chemistry, *Journal of the Faculty of Education - Faculty of Education - Port Said University - Port Said - Egypt, 30*, 211-261.

AL-Suaoob, T. (2013*). Effectiveness of a strategy based on some active learning methods to develop chemical concepts, practical skills, and inclination towards chemistry among tenth grade students in Jordan*, unpublished Ph.D. thesis, Faculty of Educational Graduate Studies, Cairo University, Cairo, Egypt.

Al-Zaidi, K. & Al-Najdi, M. & Brik, R. & Musli, S. and Al-Shammari, A. (2021). *Green organic preparative chemistry - necessity, fundamentals, disciplines, safety*. Jeddah: King Abdulaziz University Press.

Al-Zoubi, M, and Talafha, A. (2006*). SPSS Statistical System - Understanding and Analysis of Statistical Data*. Jordan: Wael Publishing House.

Anastas, P. & Eghbali, N. (2010). *Green Chemistry: Principles and Practice*, Date of entry 30\06\2021, Available at the following Link: https://doi-org.sdl.idm.oclc.org/10.1039/B918763B

Anastas, P. & Maertens, A. (2018). *Green chemistry: an inclusive approach*, Amsterdam: Elsevier Inc.

Anastas, P. & Warner, J. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*, New York: Oxford University Press.

Anastas, P. & Zimmerman, J. (2003). Design Through the Twelve Principles of Green Engineering, *Environmental Science and Technology*, (37), 94-101.

Armstrong, L. & etal. (2019). Developing a Green Chemistry Focused General Chemistry Laboratory Curriculum: What Do Students Understand and Value about Green Chemistry?, *Journal of Chemical Education, 96* (11), 2410-2419.

Cohen, J (1988) Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Erdawati, Darwis, D. Irfan, F. & Abdul Karim, A. (2021). The effectiveness of green chemistry practicum training based on experimental inquiry to improve teachers' science process skills, *Elementary Education Online, 20*(4), 540-549.

Etzkorn, F. (2020). *Green Chemistry Principles and Case Studies*, London: British Library.

Goel, M. Satyanarayana, T. Sudhakar, M. & Agrawal, D. (2021). *Climate Change and Green Chemistry of CO2 Sequestration*, Singapore: Climate Change Research Institute.

Hajjaj, A. (2020). *Developing a program for preparing chemistry teachers in faculties of education in the light of green chemistry principles and applications*, unpublished doctoral thesis, Faculty of Education, Benha University, Benha, Egypt.

Hieresen. D, Schutt D, & Boese J. (2000). Green Chemistry, *Journal of Chemical Education*, *12*(17). 1543-1547.

Ismail, N. (2019). The effect of a proposed unit in green chemistry on the development of economic awareness and the attitude towards studying it among student teachers at the Faculty of Education, *Egyptian Journal of Scientific Education - Egyptian Society for Scientific Education, 22* (1), 91-146.

Jandal, J. (2018). *Green chemistry*, Amman: Dar Wael for publication and distribution.

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

Karpudewan, M. Ismail, Z. & Roth, W. (2012). The Efficacy of A Green Chemistry Laboratory-based Pedagogy: Changes in Environmental Values of Malaysia Pre-service Teachers, *International Journal of Science & Mathematics Education*, *10*(3), 497-529.

Karpudewan, M. Roth, W. & Ismail, Z. (2015). *Education in Green Chemistry: Incorporating Green Chemistry into Chemistry Teaching Methods Courses at the Universiti Sains Malaysia*, The Royal Society of Chemistry, U.S.A.

Kirchhoff, M. (2013). Green Chemistry Principles and Practice, Summer School on Green Chemistry and Sustainable Energy.

Manahan, S. (2006). *Green chemistry and the Ten Commandments of Sustainability*, Columbia: U.S.A Chem char Research, Inc.

Mari, T. & Al-Hila, M. (2009). *General Teaching Methods*, (4 edition), Amman: Dar Al Masirah for publication and distribution.

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

Nahlik, P. Kempf, L. Giese, J. Kojak, E and Daubenmire, P. (2022). *Developing green chemistry educational principles by exploring the pedagogical content knowledge of secondary and pre-secondary school teachers*, The Royal Society of Chemistry, U.S.A.

Numan, A. (2019). *Scientific values included in the chemistry book for the tenth grade from the point of view of students in Jordan*, an unpublished master's thesis, Al al-Bayt University, Mafraq, Jordan.

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

Shaker, E. (2009). *Green chemistry*, Cairo: Arab House for Publishing and Distribution.