International Journal for Research in Education

Volume 48
Issue 1 *Vol.(48), Issue(1), January 2024*

Article 4

# Designing A Proposed Educational Program Based on the Principles of Green Chemistry and Measuring its Effectiveness in Developing Related Concepts for Secondary School Students in the Kingdom of Saudi Arabia

Najwa F. Al-Otaibi Ph.D.
*Umm Al-Qura University, kingdom of Saudi Arabia*, dr.najwafaiz@gmail.com

Follow this and additional works at: https://scholarworks.uaeu.ac.ae/ijre

Part of the Education Commons

## Recommended Citation

Al-Otaibi, N. F. (2024). Designing a proposed educational program based on the principles of green chemistry and measuring its effectiveness in developing related concepts for secondary school students in the Kingdom of Saudi Arabia. International Journal for Research in Education, 48(1), 99-138. http://doi.org/10.36771/ijre.48.1.24-pp99-138

This Article is brought to you for free and open access by Scholarworks@UAEU. It has been accepted for inclusion in International Journal for Research in Education by an authorized editor of Scholarworks@UAEU. For more information, please contact j.education@uaeu.ac.ae.

UAEU كلية التربية College of Education
جامعة الإمارات العربية المتحدة United Arab Emirates University
IJRE

# المجلة الدولية للأبحاث التربوية
## International Journal for Research in Education

Vol. (48), issue (1) January 2024 - المجلد (48) العدد (1) يناير 2024

Manuscript No.: 2065

# Designing A Proposed Educational Program Based on the Principles of Green Chemistry and Measuring its Effectiveness in Developing Related Concepts for Secondary School Students in the Kingdom of Saudi Arabia

**This article extracted from an unpublished doctorate dissertation by the author**

# تصميم برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وقياس فاعليته في تنمية المفاهيم المرتبطة بها لدى طالبات المرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية

**هذا البحث مستل من رسالة دكتوراة غير منشورة للباحثة**

| Recevied الاستلام | Aug 2022 أغسطس 2022 | Accepted القبول | Jan 2023 يناير 2023 | Published النشر | Jan 2024 يناير 2024 |
|---|---|---|---|---|---|

**DOI :** http://doi.org/10.36771/ijre.48.1.24-pp99-138

**Najwa Fayez Al-Otaibi, ph.D.**
Umm Al-Qura University,
Saudi Arabia
dr.najwafaiz@gmail.com

**د. نجوى فائز العتيبى**
جامعة أم القرى–
المملكة العربية السعودية

حقوق النشر محفوظة للمجلة الدولية للأبحاث التربوية
ISSN : 2519-6146 (Print) - ISSN : 2519-6154 (Online)

المجلة الدولية للأبحاث التربوية - جامعة الإمارات العربية المتحدة
المجلد (48) العدد (1) يناير 2024

# Designing A Proposed Educational Program Based on the Principles of Green Chemistry and Measuring its Effectiveness in Developing Related Concepts for Secondary School Students in the Kingdom of Saudi Arabia

**Abstract**

The study aimed to design a proposed educational program based on the principles of green chemistry and measure its effectiveness in developing related concepts among female students of the natural sciences track at the secondary stage in Mecca. A random sample of (30) female students was selected, and the research followed the mixed approach, and data was collected using a cognitive achievement test and semi-structured interview questions. Quantitative data were analyzed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) program, and qualitative data were analyzed using the rooted method. The results revealed that there were statistically significant differences at the significance level ($\alpha \leq 0.01$) between the average scores of the study group in the pre- and post-application of the cognitive achievement test in favor of the post-application. They also revealed a high effectiveness of the proposed educational program. The qualitative results also confirmed the pioneering role of the educational program in providing female students with green chemistry concepts, and based on the research results; A set of recommendations and suggestions for future studies related to the topic of the current study were presented.

***Keywords***: design of the educational program, principles of green chemistry, High School.

# تصميم برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وقياس فاعليته في تنمية المفاهيم المرتبطة بها لدى طالبات المرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية

**مستخلص الدراسة**

هدفت الدراسة إلى تصميم برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وقياس فاعليته في تنمية المفاهيم المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مكة المكرمة. وتم اختيار عينة عشوائية بلغت (30) طالبة، واتبع البحث المنهج المختلط (المزيج)، وجمعت البيانات باستخدام اختبار التحصيل المعرفي وأسئلة المقابلة شبه المقننة. وحُللت البيانات الكمية باستخدام برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS)، والبيانات النوعية بالطريقة المجذرة. وكشفت النتائج عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$) بين متوسط درجات مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار التحصيل المعرفي لصالح التطبيق البعدي، كما كشفت عن وجود فاعلية مرتفعة للبرنامج التعليمي المقترح. كما أكدت النتائج النوعية على الدور الرائد للبرنامج التعليمي في تزويد الطالبات بمفاهيم الكيمياء الخضراء، وبناء على نتائج البحث؛ قُدمت مجموعة من التوصيات والمقترحات للدراسات المستقبلية ذات الصلة بموضوع الدراسة الحالية.

***الكلمات المفتاحية:*** تصميم البرنامج التعليمي، مبادئ الكيمياء الخضراء، المرحلة الثانوية.

المجلة الدولية للأبحاث التربوية - جامعة الإمارات العربية المتحدة
المجلد (48) العدد (1) يناير 2024

**مقدمة الدراسة**

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 (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 et al., 2019).

ونظرًا لإنه 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 et al., 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 et al., 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).

وقد 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 (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 (Karpudewan et al., 2015, p.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".

وقد ازداد اهتمام العلماء بالكيمياء الخضراء حيث أقترح العالمان: (Paul Anastas and 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 (Anastas & Waner, 1998; Goel et al., 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 (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.

وتكتسب الكيمياء الخضراء أهمية كبيرة نظرًا لأنها تجاوزت مختبرات الأبحاث، فأصبحت تلامس المنتجات الصناعية والتعليم والبيئة والجمهور العام، فقد ساعد مجال الكيمياء الخضراء الكيميائيين لتصميم منتجات عديدة بحيث تكون مربحة وآمنه على صحة الإنسان والبيئة، وقد حدد كلَ من (جندل، 2018؛ الشحرى، 2019؛ الشناوي، 2020؛ Eilks & Rauch, 2012) 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.

المجلة الدولية للأبحاث التربوية - جامعة الإمارات العربية المتحدة
المجلد (48) العدد (1) يناير 2024

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.

ويسهم تعليم الكيمياء الخضراء في تحسين فهم الطلاب للمفاهيم الكيميائية، وإبراز التأثير البيئي والمجتمعي للكيمياء، وربط الكيمياء بغيرها من العلوم الأخرى وبالحياة اليومية، وتوجيه تعليم الكيمياء نحو الممارسات المستدامة المرتبطة بالبيئة والصحة، وتطوير التكنولوجيات الضرورية لتحقيق الأهداف المرغوبة للعالم المستدام، وجعل الكيمياء تركز على التنمية المستدامة، وإعداد مواطني المستقبل الذين سيعملون على أن يصبح المجتمع أكثر استدامة (أبو الوفاء، 2018).

ويرى (Koulouglioties et al., 2021) أن ظهور تعليم الكيمياء الخضراء جاء كرد فعل من تعليم الكيمياء التقليدية، حيث يهدف إلى تطوير مهارات الطلاب وتصرفاتهم كأعضاء مسؤولين في المجتمع، إلا أنه مع ذلك ما زال تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في المناهج ضعيف حتى الآن، ويمكن دمج الكيمياء الخضراء في تعليم العلوم بشكل عام وفي تعليم الكيمياء بشكل خاص من خلال استخدام قضايا الكيمياء الخضراء لتوضيح مفاهيم الكيمياء ووضعها في إطارها الصحيح، وكذلك معالجة التحديات التقنية وما تفرزها من تحديات بيئية، بالإضافة إلى جعل الكيمياء الخضراء جزء من التنمية المستدامة.

وتُعد المفاهيم أحد القواعد الأساسية المكونة للمعرفة، ويُتعبر تعلمها من أهم الأهداف التربوية في جميع مستويات التعلم، حيث يُؤكد التربويون على أهمية تعلم المفاهيم، لأنها تسهل استيعاب أي علم بوضوح تام، حيث تقوم بتزويد الفرد بنوع من الثبات أو الاتساق عند تفاعله مع المثيرات البيئية المتنوعة، فتساعده على تجاوز تنوعاتها اللامتناهية، وتمكنه من معالجة الأشياء والأفكار من خلال بعض الخصائص المشتركة التي تؤهلها للانتماء إلى صنف معين (بطرس، 2006؛ خطايبة، 2011).

وتشكل المفاهيم الكيميائية جزءًا لا يتجزأ من الحياة اليومية، لأنها مرتبطة ارتباطًا وثيقًا بشرح الظواهر بطريقة علمية (Karpudewan & Chua, 2020). وقد تم تناول عدة تعاريف للمفاهيم الكيميائية من ضمنها أنها: "مجموعة الصور الذهنية ذات الخصائص المميزة للظواهر الكيميائية وقد تكون أسماء أو مصطلحات أو رموز أو معادلة وتتكون من اسم ودلالة لفظية" (رجب،2012، 34)، كما عرفها الحافظ ومحمد (2014،ص 100) بإنها: "هي أبنية ذهنية تتكون

لدى الطالب نتيجة إدراكه للمعاني والصور والحقائق ذات الصلة بالظواهر والأحداث الطبيعية التي تخضع في تفسيرها للنظريات الفيزيائية والكيميائية المختلفة".

وتعتبر الكيمياء الخضراء مجالًا هامًا للدراسة، باعتبارها نهج مختلف جذريًا لإنتاج منتجات العالم الحديث بطريقة مستدامة وغير ملوثة وغير خطرة، وبالتالي لابد من إكساب الطلاب لمفاهيم الكيمياء الخضراء حتى يسمح لهم بالتركيز على القضايا البيئية من حولهم، وللوصول للفهم العميق لآليات الكيمياء الخضراء التي تعمل على تصميم عمليات ومنتجات أكثر اخضرارًا (Etzkorn, 2020)، وتُعرف الدراسة الحالية مفاهيم الكيمياء الخضراء بإنها: مصطلح يطلق على مجموعة من المصطلحات أو الأسماء أو الرموز الكيميائية ذات الصلة بمبادئ الكيمياء الخضراء وتفاعلاتها.

وتأسيسًا على ما سبق؛ تعتبر المفاهيم أوسع قاعدة في البنية المعرفية، وبالاعتماد عليها يسهل تكوين المبادئ والتعميمات والإلمام بأي علم جديد، ومن هنا يتضح أن تعليم مفاهيم الكيمياء الخضراء يساعد الطلبة على فهم ظواهر الحياة اليومية في إطار الكيمياء، ويساهم في فهم القضايا والمشكلات البيئية، وتعديل المفاهيم البديلة، ولتحقيق ذلك بشكل جيد لا بد أن تقدم المفاهيم بطرق توضح أثر الكيمياء الخضراء في حياة الطلبة، لإكسابهم فهمًا عميقًا متكاملًا لطرق الكيمياء الخضراء في تصميم وتطوير منتجات كيميائية غير ضارة بالبيئة، وتوضيح علاقة هذه المفاهيم ببعضها البعض لفهم مبادئ الكيمياء الخضراء بصورة جيدة.

وبالرجوع إلى الأدب التربوي؛ فقد تناولت العديد من الدراسات السابقة الكيمياء الخضراء والمفاهيم المرتبطة بها، ومن تلك الدراسات دراسة (Karpudewan et al., 2015) التي سعت لغرض التحقق من تأثير منهج الكيمياء الخضراء على فهم طلاب المرحلة الثانوية لمفاهيم الكيمياء وتحفيزهم اتجاهها في مدينة بينانج الماليزية، واتبعت الدراسة المنهج الكمي والنوعي، وأسفرت النتائج عن وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$) بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التحصيل المفاهيمي، وأسئلة المقابلة، لصالح التطبيق البعدي.

وركزت دراسة (Karpudewan et al., 2016) على الكشف عن دور أنشطة الكيمياء الخضراء في تنمية المفاهيم ومهارة المناقشة لدى طلاب المرحلة الثانوية في مدينة بينانج الماليزية. واستخدمت الدراسة المنهج شبه التجريبي، وكشفت النتائج عن وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين في اختبار المفاهيم، واختبار مهارة المناقشة، لصالح طلاب المجموعة التجريبية.

وهدفت دراسة أبو الوفاء (2018) إلى الكشف عن فاعلية مقرر مقترح للكيمياء الخضراء قائم على مبادئ التربية من أجل التنمية المستدامة في تنمية الثقافة الكيميائية لدى الطلاب

المجلة الدولية للأبحاث التربوية - جامعة الإمارات العربية المتحدة
المجلد (48) العدد (1) يناير 2024

المعلمين شعبة الكيمياء بكلية التربية بجامعة دمنهور بمصر. واتبعت الدراسة المنهج التجريبي، وكشفت النتائج عن وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين في اختبار التحصيل، لصالح طلاب المجموعة التجريبية.

وسعت دراسة الشناوي (2020) إلى 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، وكشفت النتائج عن وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$) بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في القياسين القبلي والبعدي لاختبار التحصيل للمفاهيم، ومقياس القيم البيئية، لصالح التطبيق البعدي.

وركزت دراسة حجاج (2020) على تطوير مقررات الكيمياء ببرنامج إعداد معلمي الكيمياء بكليات التربية في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها بكلية التربية بجامعة بنها بمصر. حيث اتبعت الدراسة المنهج التجريبي، وكشفت النتائج عن وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$) بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في القياسين القبلي والبعدي لاختبار التحصيل المعرفي، ومقياس مهارات اتخاذ القرار، لصالح التطبيق البعدي.

وقدمت دراسة (Juanjuan & Shengli, 2020) تقويمًا للمفاهيم المتعلقة بالكيمياء الخضراء لدى الطلاب الصينيين في المرحلة الثانوية في مقاطعة مين. حيث اتبعت الدراسة المنهج الكمي والنوعي، واستخدمت الدراسة الاختبار التشخيصي وأسئلة المقابلة، وكشفت النتائج عن انخفاض فهم طلاب المرحلة الثانوية للمفاهيم المتعلقة بالكيمياء الخضراء.

وبناءً على ما سبق؛ تتضح أهمية تضمين محتوى كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية لمفاهيم الكيمياء الخضراء، حيث يؤدي إدخال مفاهيم الكيمياء الخضراء في المناهج الدراسية إلى تشكيل سياق مفاهيمي أساسي للكيمياء الخضراء، للفهم الصحيح لمساهمة الكيمياء الخضراء في الاستدامة البيئية، وإثبات ارتباط الكيمياء الخضراء بالحياة اليومية، وذلك ليصبح الطلبة فاعلين ومستهلكين مسؤولين.

**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.

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

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

**أسئلة الدراسة وفرضياتها**

هدفت الدراسة الحالية إلى الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:

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

ويتفرع من السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية التالية:

1- ما المفاهيم المرتبطة بالكيمياء الخضراء التي ينبغي تضمينها في مقرر الكيمياء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية؟

2- ما أسس تصميم برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء لطالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية؟

المجلة الدولية للأبحاث التربوية - جامعة الإمارات العربية المتحدة
المجلد (48) العدد (1) يناير 2024

3- ما صورة برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء لطالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية؟

4- ما فاعلية البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المفاهيم المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية؟

وقد وضعت الفرضيتين الصفريتين للإجابة عن السؤال الفرعي الرابع للبحث، وهي كالآتي:

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 التحصيل المعرفي لمفاهيم الكيمياء 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 المفاهيم المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة.

**أهداف الدراسة**

تهدف الدراسة الحالية إلى تحقيق الآتي:

1- تصميم البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، وبناء الأدوات الكمية والنوعية لجمع البيانات.

2- قياس فاعلية البرنامج التعليمي القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المفاهيم المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية.

**أهمية الدراسة**

تكمن أهمية هذه الدراسة في وجود العديد من المبررات، من أهمها:

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 بالمفاهيم المرتبطة بالكيمياء الخضراء.

3- مساعدة أصحاب القرار والمسؤولين عن تصميم 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.

**محددات الدراسة**

- **المحددات الموضوعية:** اقتصرت هذه الدراسة على تصميم برنامج تعليمي قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، وقياس فاعليته في تنمية المفاهيم 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 مدينة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية.
- **المحددات الزمانية:** تم تطبيق هذه الدراسة في الفصل الثاني للعام الدراسي 1443هـ (2022م).

**مصطلحات الدراسة**

**تصميم البرنامج:** عرفه حذيفة (2010،ص 31) بأنه: "مجموعة من العمليات المنظمة التي تترجم أهداف عمليتي التعليم والتعلم إلى خطط عملية للارتقاء بالمواد التعليمية والأنشطة ومصادر المعلومات والتقويم". ويعرف إجرائيًا بأنه: مجموعة من الإجراءات تبدأ باختيار المادة المراد تصميمها والمتمثلة في مبادئ الكيمياء الخضراء ومن ثم تنظيمها وتقويمها حسب تصميم ( Dick & Carey) لتصميم التعليم، لكي تساعد معلمة الكيمياء وطالبات الصف الثالث الثانوي في عمليتي التعليم والتعلم.

**البرنامج التعليمي المقترح:** عرفه اللقاني والجمل (2003،ص 47) 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". ويعرف إجرائيًا بأنه: مجموعة من الإجراءات المتسلسلة والمنظمة المبنية على مبادئ الكيمياء الخضراء، والتي تضم الأهداف والمحتوى التعليمي والوسائل والأنشطة

المجلة الدولية للأبحاث التربوية - جامعة الإمارات العربية المتحدة
المجلد (48) العدد (1) يناير 2024

التعليمية التعلمية وأدوات التقويم، بهدف تنمية مفاهيم وقيم ومهارات الكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية.

**الكيمياء الخضراء:** عرفها (Kirchhoff, 2013,ص1 ) بأنها: "تصميم المنتجات والعمليات الكيميائية التي تقلل أو تلغي استخدام وتوليد المواد الخطرة".

**مفاهيم الكيمياء الخضراء:** عرف رجب (2012،ص 34) المفاهيم الكيميائية بأنها: "مجموعة الصور الذهنية ذات الخصائص المميزة للظواهر الكيميائية وقد تكون أسماء أو مصطلحات أو رموز أو معادلة وتتكون من اسم ودلالة لفظية ". وتُعرف الدراسة الحالية مفاهيم الكيمياء الخضراء بإنها: بناء عقلي يتكون عن طريق إدراك العلاقات والصفات المشتركة بين الظواهر أو الأحداث أو الأشياء ذات الصلة بمبادئ الكيمياء الخضراء، مما يجعلها ترتبط بمصطلح أو رمزًا واحدًا.

## منهجية الدراسة وإجراءاتها

### منهج الدراسة

اتبعت الدراسة الحالية المنهج المختلط (المزيج) (Mixed Research)، وهو منهجية لإجراء البحوث التي تنطوي على دمج المنهج الكمي (Qualitative Research) والمنهج النوعي (Qualitative Research)، وبالرغم من التمايز بين هذين المنهجين إلا أن الفهم المتكامل للظواهر الاجتماعية كثيرًا ما يستلزم استخدام المنهجين في نفس الدراسة، وذلك يساعد في الوصول إلى نتائج أكثر شمولًا وعمقًا مما يمكن أن يحققه منهج واحد فقط (عصر، 2021)، وقد تم اتباع التصميم المتضمن المتزامن (Concurrent Embedded Design)، حيث يعتمد هذا التصميم على جمع البيانات باستخدام المنهج الكمي والنوعي في مرحلة واحدة مع التركيز بالشكل الأساسي على إحداهما في جمع بيانات البحث العلمي وإعطاء المنهج أو الطريقة الأساسية أهمية ووزن أكبر، أما الطريقة الأخرى فتكون أقل أهمية، (Terrell, 2012)، ويمكن تفصيل ذلك على النحو الآتي:

**المنهج الكمي (Qualitative Research).** والمتمثل في المنهج شبه التجريبي- ذو تصميم المجموعة الواحدة (Quasi-Experimental Methodology)، ذات القياس القبلي والبعدي، بهدف قياس فاعلية البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المفاهيم المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة.

**المنهج النوعي (الكيفي) (Qualitative Research).** والمتمثل في أسلوب دراسة الحالة (Case Study). وذلك بهدف إثراء الدراسة بالمعلومات النوعية التي تسهم في تدعيم نتائج الدراسة الكمية وتساعد في تفسيرها بشكل أكثر شمولًا وعمقًا وإثراء لنتائج الدراسة، وذلك من خلال الإجابة على الأداة النوعية التي تمثلت في أسئلة المقابلة شبه المقننة.

**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).

**عينة الدراسة**

تم اختيار المدرسة الثانوية الرابعة والعشرون للبنات قصديًا، والسبب يعود إلى موافقة إدارة المدرسة على تطبيق الدراسة، علاوة على السمعة الحسنة والمستوى المميز للمدرسة، وكذلك القرب المكاني للمدرسة من مقر سكن الباحثة، وقد تم اختيار مجموعة الدراسة بطريقة العينة العشوائية المتيسرة، وتكونت من (30) طالبة من طالبات الصف الثالث الثانوي، كما تم اختيار (5) طالبات من نفس مجموعة الدراسة بناء على رغبتهم الشخصية وذلك لتطبيق دراسة الحالة.

**خطوات تصميم البرنامج التعليمي المقترح في تنمية مفاهيم الكيمياء الخضراء**

استخدمت هذه الدراسة لتصميم البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، نموذج (Dick & Carey) لتصميم التعليم، وقد طُور هذا النموذج عام 1996م، ويعتبر هذا النموذج من أكثر النماذج استخداماً في التصميم التعليمي، ويرمز له اختصارًا بالحروف (ADDIE)، ويزود هذا النموذج المصمم بإطار إجرائي يضمن أن تكون المنتجات التعليمية ذات فاعلية وكفاءة في تحقيق الأهداف، ويتكون هذا النموذج من خمس خطوات رئيسة يستمد اسمه منها، وهي: التحليل (Analyze)، والتصميم (Design)، والتطوير (Develop)، والتطبيق (Implement)، والتقويم (Evaluate) (كوردستان وصبري، 2018).

ويعرف (Dick & Carey, 2005,p. 92) نموذجهما بأنه: "مجموعة من الإجراءات والخطوات المترابطة والمنظمة والمتداخلة مع بعضها البعض، والتي تتضمن تحديد وتحليل الأهداف التعليمية والسلوكية والحاجات للمتعلمين، وتطوير أدوات التقييم، وتطوير استراتيجية التعلم، وتطوير واختيار المواد التعليمية التعلمية، وتصميم إجراءات التقويم النهائي للتصميم التعليمي".

ويتكون هذا النموذج من عدد من الخطوات ذكرها (Kurt, 2016؛ الزعانين، 2017؛ محمد وصبري، 2018) وهي كما يلي:

***أولًا- التعريف بالبرنامج التعليمي المقترح.***

تم تصميم 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،

المجلة الدولية للأبحاث التربوية - جامعة الإمارات العربية المتحدة
المجلد (48) العدد (1) يناير 2024

وذلك بغية تنمية مفاهيم 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 لتصميم 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 بمفاهيم الكيمياء الخضراء، ومساعدتهن على فهمها وتعلمها.
3- إثراء مناهج الكيمياء بقيم الكيمياء الخضراء التي تهدف إلى حماية البيئية 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 تصميم 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 المفاهيم 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 أربع موضوعات، كما يلي:

الوحدة الأولى- بنية الكيمياء الخضراء: تضمنت الموضوعات الآتية: (مفهوم الكيمياء الخضراء وأهدافها وأهميتها وخصائصها ومزاياها وصعوباتها، نشأة الكيمياء الخضراء وتطورها التاريخي، مبادئ الكيمياء الخضراء ومستقبلها، الاقتصاد الذري في الكيمياء الخضراء).

الوحدة الثانية- التلوث البيئي ودور الكيمياء الخضراء في الحد منه: تضمنت الموضوعات الآتية: (التلوث الهوائي، التلوث الضوضائي، التلوث المائي، تلوث التربة).

الوحدة الثالثة- مصادر الكيمياء الخضراء: تضمنت الموضوعات الآتية: (الطاقة الخضراء، الطاقة الشمسية، الوقود الحيوي، الهيدروجين الأخضر).

الوحدة الرابعة- المواد المساعدة في تفاعلات الكيمياء الخضراء: تضمنت الموضوعات الآتية: (المذيبات الخضراء، السوائل الأيونية، المحفزات الخضراء، الكواشف الخضراء).

الوحدة الخامسة- تقنيات مختبر الكيمياء الخضراء: تضمنت الموضوعات الآتية: (التقنيات الخضراء، تقنية الميكروويف، تقنية الكيوتيوب، تقنية الميكروسكيل).

الوحدة السادسة- تصميم منتجات الكيمياء الخضراء: تضمنت الموضوعات الآتية: (الكتلة الحيوية، البوليمرات الخضراء، المخلفات، إعادة التدوير).

***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

المجلة الدولية للأبحاث التربوية - جامعة الإمارات العربية المتحدة
المجلد (48) العدد (1) يناير 2024

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 أداة الدراسة الكمية المتمثلة في اختبار التحصيل المعرفي لمفاهيم الكيمياء الخضراء.

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 أداة الدراسة الكمية المتمثلة في اختبار التحصيل المعرفي لمفاهيم الكيمياء الخضراء.

**أدوات الدراسة**

**أولاً- اختبار التحصيل المعرفي لمفاهيم الكيمياء الخضراء.**

**1- *بناء اختبار التحصيل المعرفي.*** واشتمل على ثلاث خطوات وهي كما يلي:

أ- الهدف من الاختبار: قياس درجة تحصيل طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية لمفاهيم الكيمياء الخضراء، وفق المستويات الست لنموذج بلوم المعرفي (التذكر، الفهم والاستيعاب، التطبيق، التحليل، التركيب، التقويم).

ب- مجالات اختبار التحصيل المعرفي: تمثل الاختبار في ثلاث مجالات لمفاهيم الكيمياء الخضراء والبالغ عددها (42) مفهوم.

ج- صياغة أسئلة الاختبار: تم صياغة أسئلة اختبار التحصيل المعرفي لمفاهيم الكيمياء الخضراء في (42) سؤالًا موضوعيًا، ولكل سؤال درجة واحدة، موزعة على ثلاث أنماط من الأسئلة الموضوعية، وهي: أسئلة الصواب والخطأ وعددها (10) فقرات، حيث اشتملت على (6) فقرات صحيحة، و(4) فقرات خاطئة، وأسئلة الاختيار من متعدد ذو البدائل الأربعة أحدها صحيحة فقط، وعددها (22) فقرة، وأسئلة المزاوجة، حيث تمثلت في (10) فقرات، ويقابلها (12) فقرة، فقرتان منها ليست من ضمن الإجابات.

### *2- الصدق ومعاملات الصعوبة والسهولة والتمييز والثبات لاختبار التحصيل المعرفي.*

أ- الصدق الظاهري لاختبار التحصيل المعرفي

تم عرض اختبار التحصيل المعرفي 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 التحصيل المعرفي

تم تطبيق اختبار التحصيل المعرفي على عينة استطلاعية مكونة من (20) طالبة من طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية، 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(0.35) 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 اختبار التحصيل المعرفي لمفاهيم الكيمياء الخضراء، حيث تراوحت بين (0.70) و(1.00)، 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 التحصيل المعرفي

تم استخراج معاملات الارتباط (Pearson Correlation) بين درجة كل سؤال والدرجة الكلية للمجال الذي ينتمي إليه السؤال، بعد التطبيق على العينة الاستطلاعية، حيث بلغ معامل الأسئلة ما بين (0.495- 0.917)، 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).

د- ثبات اختبار التحصيل المعرفي

تم التأكد من ثبات اختبار التحصيل المعرفي باستخدام معادلة كودر ريتشاردسون20 (R-20)، وتعتبر هذه المعادلة من أكثر المعادلات شيوعًا في حساب ثبات الاختبارات التي يعطى فيها درجة واحدة للإجابات الصحيحة، وصفر للإجابة الخاطئة، وبلغت معادلة كودر ريتشاردسون قيمة (0.895) وتعتبر هذه القيمة مقبولة إحصائيًا حيث يشير (أبو هاشم، 2003) إلى أن معامل الثبات يعتبر مقبول إحصائيًا إذا كانت قيمته أعلى من (0.70).

***ثانياً- أسئلة المقابلة شبه المقننة.***

تم إعداد أسئلة المقابلة شبه المقننة لدعم الأداة الكمية لتفسير نتائج الدراسة بشكل أكثر شمولًا وعمقًا، ولتقديم معلومات تسهم في إثراء البحث العلمي. وتكونت أسئلة المقابلة شبه المقننة من (11) سؤالًا، تم الاعتماد في إعدادها على الإطار العام لأهداف الدراسة الحالية، وما تتصل به من موضوعات ومجالات استوحت منها نمط الأسئلة، وذلك بالرجوع للدراسات السابقة التي استخدمت المقابلة شبه المقننة كدراسة (الصاعدي، 2017؛ الطلحي، 2020؛ المحمادي، 2020؛ Lindsey,2015)، وقد مر إعداد أسئلة المقابلة شبه المقننة بالخطوات الآتية:

أ- صياغة أسئلة المقابلة شبه المقننة: تم صياغتها بلغة بسيطة، وعبارات واضحة غير غامضة، ليسهل على الطالبات فهمها.

ب- صدق أسئلة المقابلة شبه المقننة: للتحقق من الصدق تم عرض أسئلة المقابلة شبه المقننة على مجموعة من المحكمين من ذوي الخبرة والتخصص في الكيمياء والمناهج وطرق التدريس والبحث النوعي، للتأكد من أن الأسئلة تقيس الهدف الذي وضعت من أجله، من حيث مستوى الصياغة ووضوحها وملائمتها. وبناء على ذلك تم حذف بعض الأسئلة ليصبح عددها (8) أسئلة، وبالتالي أصبحت الأداة موثوقًا بها (Yin, 2018).

ج- ثبات أسئلة المقابلة شبه المقننة: تم التأكد من ثبات الأسئلة من خلال إجراء مقابلة (تكررت مرتين) مع اثنين من المشاركين من خارج أفراد العينة، مع ترك فاصل زمني بين المرتين مدته أسبوعين. ومن ثم أجرت الباحثة تحليلًا للمقابلات، كما تم إجراء تحليل أخر من قبل محلل آخر من تخصص الكيمياء التربوية. وقد اتضح من خلال تلك الإجراءات درجة الاتفاق والاختلاف في تحليل البيانات، مما أدى إلى إعطاء مؤشرًا على وجود اتساق أو اختلاف بين التحليلين (Anney, 2014).

د- جمع البيانات: تم الحصول على الموافقة المسبقة من المشاركات بالمقابلة على تدوين حديثهن، وبيان الهدف من الدراسة وغرضها لهن، وإخبارهن أن البيانات التي يتم الحصول عليها تعامل بسرية تامة، ولن تستخدم إلا لأغراض البحث العلمي. ثم بعد ذلك، تم طرح أسئلة المقابلة المقننة على المشاركات، مع التوضيح التام للسؤال الموجه لهن. وللحصول على مصداقية عالية أثناء جمع البيانات باستخدام المقابلة شبه المقننة، تم مراعاة منهجية البحث النوعي (غباري وأبو شندي وأبو شقيرة، 2015؛ Creswell, 2012)، وذلك وفقًا لما يأتي:

- بدء المقابلة بكلمات الترحيب لتلطيف الجو في المقابلة وبناء علاقات إيجابية وجيدة مع أفراد العينة.
- طرح أسئلة المقابلة بطريقة جيدة وواضحة وسهلة، والتنوع في طرق الطرح، مع توضيح ما أشكل فهمه على أفراد العينة.
- تسجيل الإجابات لأفراد العينة وإبداء المزيد من الاهتمام بالإجابات مما يزيد الاهتمام بحماس أفراد العينة في الإجابة والاسترسال فيها.
- بعد الانتهاء من الإجابات على الأسئلة، يترك فسحة لأفراد العينة لمراجعة إجاباتهن إن كان لديهن ما يضفنه لإجاباتهن.

**أساليب تحليل بيانات الدراسة**

1- أساليب الإحصاء الوصفي: تم استخدام النسب المئوية، والمتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية وذلك لأسئلة وفقرات اختبار التحصيل المعرفي.

2- أساليب الإحصاء الاستدلالي: تم استخدام معامل الصعوبة والسهولة والتمييز لأسئلة اختبار التحصيل المعرفي، ومعادلة كودر ريتشاردسون، واختبار (ت)، ومعامل كوهين، ومعادلة بلاك للكسب المعدل.

المجلة الدولية للأبحاث التربوية - جامعة الإمارات العربية المتحدة
المجلد (48) العدد (1) يناير 2024

3- الأساليب النوعية: تمثلت في النظرية المجذرة لتحليل البيانات النوعية. حيث تم الاعتماد على الأفكار التي ظهرت من بيانات الدراسة وذلك في المراحل الآتية:

- عمل قاعدة بيانات وتنظيمها على شكل ملفات.
- القراءة الأولية للبيانات لتسجيل نظام تصنيف يسيّر عملية التحليل.
- قراءة وتسجيل ملاحظات ذاتية حول الأفكار المستجدة.
- القيام بترميز الإجابات، وذلك بوضع الأفكار المتشابهة (المتقاربة) في مجالات فرعية، ووضع المجالات الفرعية ضمن المجموعات الرئيسة.
- التحقق من ثبات تحليل البيانات من خلال قيام أحد الزملاء بإعادة عملية التحليل.

## نتائج الدراسة

### عرض نتائج البيانات الكمية للدراسة وتفسيرها ومناقشتها

تمت الإجابة عن أسئلة الدراسة كالآتي:

ما المفاهيم المرتبطة بالكيمياء الخضراء التي ينبغي تضمينها في مقرر الكيمياء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية؟

تم بناء قائمة مفاهيم الكيمياء الخضراء بالاعتماد على الخطوتين الآتيتين:

أ- الاستفادة من المصادر والمراجع العلمية لإعداد قائمة مفاهيم الكيمياء الخضراء، وهي كالآتي:

- الدراسات العربية والأجنبية التي تناولت مفاهيم الكيمياء الخضراء كدراسة (إسماعيل، 2019؛ الشناوي، 2020؛ Juanjuan & Shengli, 2020).
- الكتب العلمية العربية والأجنبية التي تناولت الكيمياء الخضراء.
- المواقع الإلكترونية التي تناولت مشاريع الكيمياء الخضراء.
- الخبراء والمتخصصون في مجالات الكيمياء، والمناهج وطرق تدريس العلوم.

ب- تحديد مجالات قائمة مفاهيم الكيمياء الخضراء، وهي كالآتي:

- المجال الأول: المفاهيم المرتبطة بمبادئ الكيمياء الخضراء.
- المجال الثاني: المفاهيم المرتبطة بمواد الكيمياء الخضراء.
- المجال الثالث: المفاهيم المرتبطة بتفاعلات الكيمياء الخضراء.

وتحتوي قائمة مفاهيم الكيمياء الخضراء على (42) مفهومًا، موزعة على المجالات الثلاث وهي كما يظهرها الجدول (1).

**جدول 1**

*قائمة مفاهيم الكيمياء الخضراء*

| العدد العام | العدد الخاص | المفاهيم |
|---|---|---|
| | | المجال الأول- المفاهيم المرتبطة بمبادئ الكيمياء الخضراء |
| 1 | 1 | الكيمياء الخضراء. |
| 2 | 2 | الوقاية. |
| 3 | 3 | الاقتصاد الذري. |
| 4 | 4 | تفاعل أقل خطورة. |
| 5 | 5 | المصادر المتجددة. |
| 6 | 6 | المصادر غير المتجددة |
| 7 | 7 | المحفزات الخضراء. |
| 8 | 8 | الحوادث الكيميائية. |
| 9 | 9 | النواتج الآمنة. |
| 10 | 10 | المواد القابلة للاضمحلال. |
| 11 | 11 | المذيبات الخضراء. |
| 12 | 12 | كفاءة الطاقة. |
| 13 | 13 | المشتقات الكيميائية. |
| 14 | 14 | الوقت الحقيقي للتلوث. |
| 15 | 15 | التلوث البيئي. |
| 16 | 16 | التلوث الهوائي. |
| 17 | 17 | التلوث الضوضائي. |
| 18 | 18 | التلوث المائي. |
| 19 | 19 | تلوث التربة. |
| | | المجال الثاني- المفاهيم المرتبطة بمواد الكيمياء الخضراء |
| 20 | 1 | الوقود الحيوي. |
| 21 | 2 | الوقود الأحفوري. |
| 22 | 3 | الهيدروجين الأخضر. |
| 23 | 4 | الكتلة الحيوية. |
| 24 | 5 | الإنزيمات. |
| 25 | 6 | الكواشف الخضراء. |
| 26 | 7 | السوائل الأيونية. |
| 27 | 8 | البوليمرات الخضراء. |
| 28 | 9 | البلاستيك الحيوي. |
| 29 | 10 | البادئات الخضراء. |
| 30 | 11 | المخلفات. |
| | | المجال الثالث- المفاهيم المرتبطة بتفاعلات الكيمياء الخضراء |
| 31 | 1 | التفاعلات الكيميائية الخضراء. |
| 32 | 2 | التقنيات الخضراء. |
| 33 | 3 | تقنية الميكروويف. |
| 34 | 4 | تقنية الكيوتيوب. |
| 35 | 5 | تقنية الميكروسكيل. |
| 36 | 6 | المستشعرات الكيميائية. |
| 37 | 7 | الطاقة الخضراء. |
| 38 | 8 | الطاقة الشمسية. |

المجلة الدولية للأبحاث التربوية - جامعة الإمارات العربية المتحدة
المجلد (48) العدد (1) يناير 2024

| العدد العام | العدد الخاص | المفاهيم |
|---|---|---|
| | | المجال الأول- المفاهيم المرتبطة بمبادئ الكيمياء الخضراء |
| 39 | 9 | طاقة الرياح. |
| 40 | 10 | الطاقة المائية. |
| 41 | 11 | طاقة حرارة الأرض. |
| 42 | 12 | إعادة التدوير. |

ما أسس تصميم برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء لطالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية؟

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.

ما صورة برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء لطالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية؟

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 أربع موضوعات، كما يلي:

الوحدة الأولى- بنية الكيمياء الخضراء: تضمنت الموضوعات الآتية: (مفهوم الكيمياء الخضراء وأهدافها وأهميتها وخصائصها ومزاياها وصعوباتها، نشأة الكيمياء الخضراء وتطورها التاريخي، مبادئ الكيمياء الخضراء ومستقبلها، الاقتصاد الذري في الكيمياء الخضراء).
الوحدة الثانية- التلوث البيئي ودور الكيمياء الخضراء في الحد منه: تضمنت الموضوعات الآتية: (التلوث الهوائي، التلوث الضوضائي، التلوث المائي، تلوث التربة).

الوحدة الثالثة- مصادر الكيمياء الخضراء: تضمنت الموضوعات الآتية: (الطاقة الخضراء، الطاقة الشمسية، الوقود الحيوي، الهيدروجين الأخضر).
الوحدة الرابعة- المواد المساعدة في تفاعلات الكيمياء الخضراء: تضمنت الموضوعات الآتية: (المذيبات الخضراء، السوائل الأيونية، المحفزات الخضراء، الكواشف الخضراء).
الوحدة الخامسة- تقنيات مختبر الكيمياء الخضراء: تضمنت الموضوعات الآتية: (التقنيات الخضراء، تقنية الميكروويف، تقنية الكيوتيوب، تقنية الميكروسكيل).
الوحدة السادسة- تصميم منتجات الكيمياء الخضراء: تضمنت الموضوعات الآتية: (الكتلة الحيوية، البوليمرات الخضراء، المخلفات، إعادة التدوير).

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

وذلك بطرح فرضيتين، ومن ثم فحصهما، وهما:

***الفرضية الأولى.*** لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والبعدي في اختبار التحصيل المعرفي لمفاهيم الكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة بعد الضبط القبلي.

**جدول 2**

*نتائج اختبار (ت) للمجموعات المترابطة (Paired Samples Test)، للتعرف على الفروق بين متوسط درجات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التحصيل المعرفي لمفاهيم الكيمياء الخضراء لدى عينة البحث*

| المجال | التطبيق | العدد | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الفرق بين المتوسطين | قيمة ت | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مفاهيم مبادئ الكيمياء الخضراء | القبلي | 30 | 5.40 | 2.12 | 11.60 | 41.73 | .00 |
| | البعدي | 30 | 17.00 | 2.00 | | | |
| مفاهيم مواد الكيمياء الخضراء | القبلي | 30 | 3.17 | 1.20 | 6.43 | 29.50 | .00 |
| | البعدي | 30 | 9.60 | 1.19 | | | |
| مفاهيم تفاعلات الكيمياء الخضراء | القبلي | 30 | 3.37 | 1.29 | 7.50 | 37.12 | .00 |
| | البعدي | 30 | 10.87 | 1.04 | | | |
| الدرجة الكلية لاختبار التحصيل | القبلي | 30 | 11.93 | 4.57 | 25.53 | 40.99 | .00 |
| | البعدي | 30 | 37.47 | 3.91 | | | |

يبين الجدول رقم (2) أن قيمة (ت) في مجال المفاهيم المرتبطة بمبادئ الكيمياء الخضراء بلغت (41.738)، وفي مجال المفاهيم المرتبطة بمواد الكيمياء الخضراء بلغت (29.503)، وفي

المجلة الدولية للأبحاث التربوية - جامعة الإمارات العربية المتحدة
المجلد (48) العدد (1) يناير 2024

مجال المفاهيم المرتبطة بتفاعلات الكيمياء الخضراء بلغت (37.128)، وفي الدرجة الكلية لاختبار التحصيل المعرفي لمفاهيم الكيمياء الخضراء بلغت (40.997)، وجميعها عند مستوى الدلالة (0.000)، وهي قيمة أصغر من (0.05). مما يعني وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$) بين متوسط درجات مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والبعدي في اختبار التحصيل المعرفي لمفاهيم الكيمياء الخضراء. وتعود هذه الفروق لصالح التطبيق البعدي في المتوسط الحسابي الأكبر، حيث بلغت قيمته في المجالات على التوالي (17.00- 9.60- 10.87- 37.47) مقارنة بالمتوسط الحسابي للتطبيق القبلي الذي بلغ على التوالي (5.40-3.17- 3.37- 11.93). مما يعني رفض الفرضية الصفرية الأولى، وقبول الفرضية البديلة الموجهة الأولى التي 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 التحصيل المعرفي لمفاهيم الكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة بعد الضبط القبلي.

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

ولاختبار صحة هذه الفرضية؛ تم حساب حجم التأثير باستخدام معادلة حجم التأثير كوهين (d)، وذلك لمعرفة قيم حجم التأثير، وتم إيجاد الفاعلية عن طريق حساب متوسط درجات مجموعة الدراسة لاختبار التحصيل المعرفي لمفاهيم الكيمياء الخضراء الذي طبق قبليًا وبعديًا، حيث يعتمد في حسابه على نسبة الكسب المعدل لبلاك (Blake)، حيث اقترح بلاك الحد الفاصل لهذه النسب وهو (1.20%)، كما هو موضح في الجدول (3).

**جدول 3**

*حجم التأثير والفاعلية للبرنامج التعليمي المقترح في تنمية التحصيل المعرفي لمفاهيم الكيمياء الخضراء لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة*

| المجال | القبلي | البعدي | حجم العينة | الفرق بين المتوسطين | الانحراف المعياري | حجم التأثير (d) | الكسب المعدل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مفاهيم مبادئ الكيمياء الخضراء | 5.40 | 17.00 | 30 | 11.60 | 1.52 | 7.62 | 1.46 |
| مفاهيم مواد الكيمياء الخضراء | 3.17 | 9.60 | 30 | 6.43 | 1.19 | 5.39 | 1.41 |
| مفاهيم تفاعلات الكيمياء الخضراء | 3.37 | 10.87 | 30 | 7.50 | 1.10 | 6.78 | 1.49 |
| الدرجة الكلية لاختبار التحصيل | 11.93 | 37.47 | 30 | 25.53 | 3.41 | 7.49 | 1.46 |

يتبين من النتائج الموضحة في الجدول رقم (3) أن البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء يتصف بحجم تأثير مرتفع في تنمية مفاهيم الكيمياء الخضراء 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، كذلك يتصف البرنامج التعليمي المقترح بفاعلية مرتفعة في تنمية مفاهيم الكيمياء الخضراء، حيث أن جميع قيم معادلة بلاك (Blake) للكسب المعدل كانت أكبر من القيمة (1.20%) والتي اقترحها (Blake) لتحديد الفاعلية في حال المجموعة الواحدة ذات التطبيقين القبلي والبعدي (حسن، 2011). مما يدل على رفض الفرضية الصفرية الثانية، وقبول الفرضية البديلة الموجهة الثانية التي تنص على أنه: توجد فاعلية للبرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية المفاهيم المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة.

ويمكن أن تعزى هذه النتيجة إلى:

1- إن البرنامج التعليمي المقترح قد أثار انتباه الطالبات وزاد من اهتمامهن وحب الاستطلاع لديهن وزيادة دافعيتهن نحو التعلم، وذلك بسبب ارتباطه بالبيئة المحيطة بهن، مما أدى إلى تنمية مستويات التحصيل المعرفي لديهن في مفاهيم الكيمياء الخضراء.
2- إن عملية تقسيم وحدات البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء إلى وحدات تعليمية متنوعة، تندرج موضوعات كل وحدة تعليمية تحت عدد من مبادئ الكيمياء الخضراء ساهمت في استيعاب وإدراك الطالبات لمفاهيم الكيمياء الخضراء.
3- إن ترتيب موضوعات البرنامج التعليمي المقترح داخل الوحدات التعليمية بشكل منطقي وعرضها بشكل مترابط، واستخدام الصور والأشكال والفيديوهات التعليمية ساعد في زيادة فهم الطالبات واكتساب المعلومات والمعارف المرتبطة بالوحدات التعليمية مما أدى إلى تنمية التحصيل المعرفي لديهن.
4- إن استراتيجيات التدريس الحديثة والأنشطة والتقنيات والوسائل التعليمية المستخدمة في البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في إثارة تفكير الطالبات وتشجيعهن على أداء الأنشطة المختلفة، مما ساهم في التمكن من الفهم الكامل والعميق لمفاهيم الكيمياء الخضراء.
5- ساعد استخدام الاستراتيجيات والنماذج البنائية الطالبات للوصول إلى مستويات التفكير، نتيجة للأنشطة التعليمية التعلمية المتعددة التي تم استخدامها في البرنامج التعليمي المقترح.
6- إن عمل الطالبات ضمن مجموعات صغيرة تهيئت لهن فيها عملية تبادل الخبرات والحوار فيما بينهن، مما انعكس على مستواهن في اختبار التحصيل المعرفي لمفاهيم الكيمياء الخضراء.
7- تنوع الأسئلة التقويمية المرتبطة بالأهداف وتعددها ساهم في تنمية مفاهيم الكيمياء الخضراء، وتلقيهم التغذية الراجعة الفورية.

8- إن البرنامج التعليمي المقترح أفاد الطالبات في الاطلاع على قراءات إضافية خارجية، وذلك لإثرائهن بالمزيد من المعلومات عن المفاهيم المرتبطة بالكيمياء الخضراء مما زاد من اكتسابهن واستيعاب هذه المفاهيم.

وهذه النتيجة للدراسة الحالية تتفق مع ما توصلت إليه نتائج بعض الدراسات السابقة التي تناولت الأهمية المعرفية والتعليمية لمفاهيم الكيمياء الخضراء ومنها: (الشناوي، 2020؛ Kapassa et al., 2013; Karpudewan et al., 2015; Karpudewan et al., 2016; Redhana & Suardana, 2021)، والتي أكدت على أن استخدام البرامج التعليمية المقترحة القائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء، ساهمت في تنمية مفاهيم الكيمياء الخضراء.

**عرض نتائج البيانات النوعية للدراسة وتفسيرها ومناقشتها**

كشفت نتائج تحليل البيانات النوعية للدراسة، أن جميع أفراد عينة دراسة الحالة أكدوا على وجود فاعلية إيجابية مرتفعة للبرنامج التعليمي المقترح، وتعزى هذه النتيجة إلى أن موضوعات البرنامج التعليمي المقترح قد أثارت انتباه الطالبات وزادت من اهتمامهن وحب الاستطلاع لديهن وزيادة دافعيتهن نحو التعلم، وذلك بسبب ارتباطها بالبيئة المحيطة بهن، مما أدى إلى تنمية التحصيل المعرفي لديهن في مفاهيم الكيمياء الخضراء. كما ساهمت عملية تقسيم وحدات البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء إلى وحدات تعليمية متنوعة، تندرج موضوعات كل وحدة تعليمية تحت عدد من مبادئ الكيمياء الخضراء في استيعاب وإدراك الطالبات لمفاهيم الكيمياء الخضراء. ويوضح هذا ما جاء في استجابة المشاركات في دراسة الحالة الآتية:

*"موضوعات البرنامج جيدة، وزادت من ثقافتي وشجعتني على محاولة تعلم هذا الفرع الجديد من الكيمياء كون موضوعاته مهمة ويمكن الاستفادة منها بشكل كبير للمحافظة على البيئة"*. (الطالبة رقم 2).

*"أن البرنامج التعليمي المقدم لنا شجعني على البحث عن هذا الموضوع وأن أتعلم كيف يمكنني تطبيقه على محيطي وبيئتي والبحث عن برامج تزيد من معلوماتي حول الكيمياء الخضراء"*. (الطالبة رقم 4).

كما أن ترتيب الموضوعات داخل الوحدات التعليمية بشكل منطقي وعرضها بشكل مترابط، واستخدام الصور والأشكال والفيديوهات التعليمية ساعد في زيادة فهم الطالبات واكتساب المعلومات والمعارف المرتبطة بالوحدات التعليمية مما أدى إلى تنمية التحصيل المعرفي لديهن في مفاهيم الكيمياء الخضراء. وكشف ذلك استجابات المشاركات في دراسة الحالة الآتية:

"*البرنامج جميل ومتكامل وقدم لنا بطريقة متسلسلة من السهل إلى الصعب مما جذبنا له ودفعنا للإنصات والاستماع جيدًا للأستاذة*". (الطالبة رقم 1).

"*إن استخدام وسائل تعليمية متنوعة كالصور والمقاطع وتنوع الأنشطة التعليمية ساعدتني على فهم موضوعات البرنامج بشكل أفضل*". (الطالبة رقم 5).

بالإضافة إلى أن استراتيجيات التدريس الحديثة والأنشطة والتقنيات التعليمية المستخدمة في البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في ساعدت إثارة تفكير الطالبات وتشجيعهن على أداء الأنشطة المختلفة، مما ساهم في التمكن من الفهم الكامل والعميق لمفاهيم الكيمياء الخضراء. وتم استنتاج ذلك من خلال استجابات المشاركات في دراسة الحالة الآتية:

"*من العوامل المؤثرة التي ساهمت في تعلمي هي استراتيجيات التدريس والعروض التقديمية الجذابة*". (الطالبة رقم 1).

"*يوجد العديد من المفاهيم الكيميائية الجذابة فقد انجذبت لبعض الموضوعات وبعض الأنشطة الشيقة في البرنامج*". (الطالبة رقم 4).

وأظهرت نتائج تحليل البيانات النوعية للدراسة أهمية موضوعات المفاهيم الكيميائية المقدمة لهن في البرنامج التعليمي، وهذا ما أكدته استجابات جميع أفراد عينة دراسة الحالة. وفيما يلي بعض الاقتباسات من استجابات أفراد العينة:

"*أرى أن موضوعات البرنامج التي قدمت لنا رائعة جدًا وشاملة ومتكاملة ومفصلة جدًا وموضحة للكيمياء الخضراء بشكل دقيق جدًا بحيث يسهل على أي طالبة فهمها وتعلمها*". (الطالبة رقم 3).

"*اكتسبنا معلومات جديدة ومفيدة عن الكيمياء الخضراء، وتعلمنا كيف نحافظ على البيئة باستخدام الكيمياء الخضراء*". (الطالبة رقم 5).

"استفدت كثيرًا من دراستي لعلم الكيمياء الخضراء، فقد تعلمت كيف أحمي بيئتي من المواد السامة مما شجعني على الرغبة في تعلم أنواع الكيمياء الأخرى". (الطالبة رقم 2).

"البرنامج الذي قدم لنا رائع وضح لنا المبادئ التي يمكن بواسطتها أن نساهم في الحفاظ على الصحة والبيئة، وتعلمت أن أهتم بالبيئة أكثر وأحرص على تقليل استخدام المواد الضارة بالبيئة ". (الطالبة رقم 1).

المجلة الدولية للأبحاث التربوية - جامعة الإمارات العربية المتحدة
المجلد (48) العدد (1) يناير 2024

"جميع ما قدم لنا عبر موضوعات البرنامج مهم جدًا وأنصح بنشره والتعمق في دراسته لتنشأ أجيال واعية وبالتالي تصبح البيئة صحية وخالية من التلوث الكيميائي ". (الطالبة رقم 4).

"بعد دراستي لموضوعات البرنامج أدركت أن البيئة الآن بخطر شديد بسبب التفاعلات الكيميائية الخطرة التي ينتج عنها غالبًا مواد سامة تؤثر بشكل كبير على البيئة". (الطالبة رقم 3).

"وانطلاقًا من هذه الاستجابات، يتضح جليًا أهمية البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، ودوره في تقديم مفاهيم الكيمياء الخضراء لطالبات مسار العلوم الطبيعية في المرحلة الثانوية وتنميتها لديهن". (الطالبة رقم 5).

ويستمر التوافق بين النتائج الكمية للدراسة ونتائج تحليل البيانات النوعية لجميع أفراد عينة دراسة الحالة، حيث أوضحت نتائج تحليل البيانات تقييمًا إيجابيًا نحو مفاهيم الكيمياء الخضراء المقدمة في البرنامج. وفيما يأتي بعض الاقتباسات من استجابات أفراد العينة:

"*تقييمي لها بأنها جيدة، وزادت من ثقافتي وشجعتني على محاولة تعلم هذا الفرع الجديد من الكيمياء كون موضوعاته مهمة ويمكن الاستفادة منها بشكل كبير للمحافظة على البيئة*". (الطالبة رقم 2).

"*معظم المفاهيم التي تعلمتها في هذا البرنامج كانت جديدة أو قد ذكرت في مناهجنا ولكن بشكل مختصر وغير متعمق*". (الطالبة رقم 3).

"*عندما أقارن بين المفاهيم التي درستها في هذا البرنامج والمفاهيم التي درستها في السابق أجد أن بعض منها مكرر، ولكن تم فهمها بشكل أكبر في هذا البرنامج*". (الطالبة رقم 1).

"*بعض المفاهيم في هذا البرنامج تحتوي على نفس الفكرة للمفاهيم السابقة ولكن تم تناولها في هذا البرنامج من ناحية الكيمياء الخضراء*". (الطالبة رقم 5).

كما كشفت استجابات أفراد عينة المقابلة شبه المقننة عن وجود تأثير للبرنامج التعليمي القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية مفاهيم الكيمياء الخضراء، وهذا ما تأكده الاقتباسات الآتية:

"*إن جميع ما تعلمته سوف أنقله لغيري وسأطبقه في حياتي كمساهمة في المحافظة على بيئتنا لتبقى صالحة للأجيال من بعدنا لأننا نحن المسئولين عن ذلك*". (الطالبة رقم 4).

"*استفدت كثيرًا من دراستي لعلم الكيمياء الخضراء، فقد تعلمت كيف أحمي بيئتي من المواد السامة مما شجعني على الرغبة في تعلم أنواع الكيمياء الأخرى*". (الطالبة رقم 1).

*"تختلف المعلومات التي قدمت لنا في البرنامج عما قدم لنا سابقًا عن الكيمياء مما غير من تفكيرنا وزاد من دافعيتنا كما سيشجع على دخول عالم الكيمياء والتعمق في فروعه الكثيرة"*. (الطالبة رقم 2).

*"علم الكيمياء الخضراء جديد ومفيد جدًا كما أنه ممتع، وأعتقد أنه سيشجع الطالبات ويحببهن في تعلم أنواع الكيمياء الأخرى"*. (الطالبة رقم 5).

*لقد أثر البرنامج في موقفي تجاه الكيمياء وأن كثيرًا من التفاعلات والمركبات الكيميائية ضارة على المدى البعيد وقد سعى البرنامج المقدم لنا لحل هذه المشكلة بإعطاء بدائل لمركبات آمنة وصديقة للبيئة مما زاد من اهتمامي بمعرفة المزيد من المعلومات عن علم الكيمياء الخضراء.* (الطالبة رقم 3).

ويمكن استنتاج العوامل المؤثرة في تعلم مفاهيم الكيمياء الخضراء في البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء من خلال استجابات الطالبات المشاركات، والتي يمكن تصنيفها إلى قسمين، عوامل داخلية تتعلق بالطالبات وميولهن وحاجاتهن، وتتمثل في حاجات الطالبات إلى مجموعة من المهارات والمعلومات التي تساعدهن في تعلم المفاهيم، كما أنها تراعي ميولهن ورغباتهن، أما القسم الثاني فيختص بالعوامل الخارجية التي تتعلق بالاستراتيجيات والنماذج التدريسية فإن تنوعها ساهم في تشجيع الطالبات على التقدم في العملية التعليمية، بالإضافة إلى أن أدائهن للتجارب والأنشطة التعليمية التعلمية المختلفة وممارستهن لها ساعد بشكل كبير على تعلم المفاهيم لديهن.

وإذا كانت هذه النتيجة تتفق مع العديد من النتائج والدراسات السابقة التي ذكرت سلفًا فإنه في ذات الوقت يمكن إرجاعها إلى العديد من العوامل منها:

1- رغبة وحماس جميع الطالبات بالمشاركة في الإجابة على الأدوات النوعية، نظرًا لحبهن وشغفهن لخوض تجربة جديدة في التعلم.
2- اتفاق الطالبات على أهمية وجاذبية موضوعات البرنامج وتنظيمها بشكل متسلسل من العام إلى الخاص، وعلى ترتيب الوحدات التعليمية، مما زاد من دافعيتهن لتعلم محتوى البرنامج.
3- اهتمام الطالبات بعمل الأنشطة التعليمية التعلمية، والتجارب المعملية المقدمة في البرنامج دون ملل أو تعب، وكثرة استفساراتهن حولها، لمحاولة إتقانها.
4- أبدت الطالبات اهتمامهن بالقراءات الخارجية المقدمة لهن نهاية كل موضوع، وذلك بالسؤال عن كيفية الوصول إليها.
5- تعبير الطالبات عن مدى سعادتهن لوقوع الاختيار عليهن في تطبيق البرنامج التعليمي، وعن مدى استفادتهن من هذا البرنامج، وتطلعهن لمعرفة المزيد حول موضوع البرنامج.

المجلة الدولية للأبحاث التربوية - جامعة الإمارات العربية المتحدة
المجلد (48) العدد (1) يناير 2024

## خلاصة الدراسة

### الاستنتاجات

يستنتج من تطبيق البرنامج التعليمي المقترح الذ تم بناءه والقائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، أنه قد أثمر عن نتاجات تعليمية تعلمية إيجابية في تنمية مفاهيم 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 جميع مستويات بلوم المعرفية لديهن.

2- وضح البرنامج التعليمي المقترح مبادئ الكيمياء الخضراء، وذلك للتقليل من الآثار السلبية للكيمياء التقليدية 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 المفاهيم المرتبطة بالكيمياء الخضراء.

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 المفاهيم 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 مفاهيم 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 الأسئلة التي تقيس مفاهيم 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 مفاهيم الكيمياء الخضراء، وهي كالآتي:

1- الإفادة 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- إضافة برنامج مستقل ضمن برامج إعداد المعلمين خاص بالكيمياء الخضراء والمفاهيم المرتبطة بها وتدريسها بمعاونة المتخصصين في مجال الكيمياء.
3- عقد ندوات ودورات وبرامج تدريبية لمعلمي ومعلمات الكيمياء أثناء الخدمة حول مفاهيم 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 مفاهيم 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، ومن تلك الموضوعات مفاهيم الكيمياء الخضراء.

المجلة الدولية للأبحاث التربوية - جامعة الإمارات العربية المتحدة
المجلد (48) العدد (1) يناير 2024

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.

**تضارب المصالح**

"أفادت الباحثة بعدم وجود تضارب في المصالح فيما يتعلق بالبحث، والملكية الفكرية، ونشر هذا البحث"

## المراجع


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 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.

بطرس، بطرس. (2006). *تنمية المفاهيم والمهارات العلمية والرياضية لطفل الروضة*، عمّان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

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.

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

الحافظ، محمود ومحمد، زينب. (2014). فاعلية تدريس الكيمياء وفق أنموذج أبعاد التعلم في تنمية المفاهيم الكيميائية ومهارات ما وراء المعرفة لدى طالبات الصف الأول الثانوي، *مجلة أبحاث كلية التربية الأساسية-كلية التربية الأساسية-جامعة الموصل-الموصل-العراق، 13*(1)، 79-120.

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.

حذيفة، محمد. (2010). *أثر اختلاف تتابع تنظيم المحتوى لبرنامج مقترح في تنمية مهارات التصميم التعليمي لبرامج الفيديو التعليمي لدى الطلاب المندفعين والمتروين بشعبة تكنولوجيا التعليم*، أطروحة دكتوراه غير منشورة، معهد الدراسات التربوية، جامعة القاهرة، القاهرة، مصر.

حسن، عزت. (2011). *الإحصاء النفسي والتربوي تطبيقات باستخدام برنامج SPSS*، القاهرة: دار الفكر العربي.

خطايبة، عبد الله. (2011). *تعليم العلوم للجميع*، عمّان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

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

رجب، أمل. (2012). *فاعلية استراتيجية التمثيل الدقيق للموضوع في تنمية المفاهيم الكيميائية ومهارات التفكير البصري في العلوم لدى طالبات الصف التاسع بغزة*، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.

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.

الزعانين، جمال. (2017). فعالية برنامج تدريبي قائم على نموذج ديك وكاري في فهم الطلبة المعلمين بجامعة الأقصى للتعلم النشط ومهارات تدريسه واتجاهاتهم نحو تدريس العلوم، *مجلة كلية التربية، كلية التربية، جامعة طنطا، طنطا، مصر، 4*(68)، 253-289.

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

الشحرى، إيمان. (2019). وحدة مقترحة في "Bioplastics" في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء لتنمية مهارات المدافعة البيئية والاتجاه نحو الصحة الوقائية لدى طلاب المرحلة الثانوية، *مجلة كلية التربية-كلية التربية-جامعة كفر الشيخ-كفر الشيخ-مصر، 4*(19)، 223-20.

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.

الصاعدي، أحمد. (2017). *فاعلية تطبيق برنامج تعليمي مقترح في مقرر اللغة الإنجليزية قائم على كائنات التعلم الرقمي في تنمية مفاهيم وقيم المواطنة الرقمية لدى طلاب المستوى الخامس الثانوي في مدينة مكة المكرمة*، أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة أم القرى، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.

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.

الطلحي، محمد. (2020). *بناء برنامج تعليمي قائم على معايير الموهبة والذكاء الاصطناعي وقياس فاعليته في تنمية المفاهيم الجغرافية الحديثة ومهارات التفكير المكاني واتخاذ القرار الجغرافي المستقبلي لدى الطلاب الموهوبين بالمستوى السادس الثانوي*، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة أم القرى، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.

عصر، رضا. (2021). المنهج المختلط: مدخل تكاملي لدمج البيانات الكمية والنوعية في البحث التربوي، *مجلة تربويات الرياضيات-الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات-مصر، 24*(5)، 7-28.

غباري، ثائر وأبو شندي، يوسف وأبو شقيرة، خالد. (2015). *البحث النوعي في التربية وعلم النفس*، عمّان: دار الاعصار للنشر والتوزيع.

كوردستان، حميد وصبري، وعد (2018). فاعلية تصميم تعليمي تعلمي حسب نموذج ديك وكاري في التحصيل وتنمية الاستطلاع العلمي التكنولوجي لدى طلبة قسم الكهرباء في جامعة السليمانية التقنية، تاريخ الدخول 20/ 1/ 2022م، متاح على الرابط: https://jgu.garmian.edu.krd/article_67388_3953ccbf023555442b785021efddbe94.pdf

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.

المحمادي، غدير. (2020). *تصميم بيئة تكيفية قائمة على الذكاء الاصطناعي وفاعليتها في تنمية مهارات تطبيقات التكنولوجيا الرقمية في البحث العلمي والوعي المعلوماتي المستقبلي لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية*، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة أم القرى، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.

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.

محمد، كورد وصبري، وعد. (2018). فاعلية تصميم تعليمي حسب نموذج ديك وكاري في التحصيل وتنمية الاستطلاع العلمي التكنولوجي لدى طلبة قسم الكهرباء في جامعة السليمانية التقنية، *مجلة جامعة كرميان- كلية الهندسة- كلار- إقليم كردستان- العراق، 3*(5)، 540-565.

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.

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 (In Arabic), *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* (In Arabic), (2nd edition), Gaza: Dar Afaq for Publishing and Distribution.

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

Ahmed, I. (2014). *Green chemistry (21st century imperative)* (In Arabic). 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-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 *(In Arabic), Journal of the Faculty of Education - Menoufia University - Menoufia - Egypt, 36* (4), 325-376.

Al-Hafiz, M.& Muhammad, Z. (2014). The effectiveness of teaching chemistry according to the learning dimensions model in developing chemical concepts and metacognitive skills for first grade secondary female students (In Arabic), *Research Journal of the College of Basic Education - College of Basic Education - University of Mosul - Mosul - Iraq, 13* (1), 79-120.

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

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

Al-Mahamadi, G. (2020*). Designing an adaptive environment based on artificial intelligence and its effectiveness in developing the skills of digital technology applications in scientific research and future information awareness among talented secondary school students* (In Arabic), unpublished doctoral thesis, College of Education, Umm Al-Qura University, Makkah Al-Mukarramah, Saudi Arabia.

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 (In Arabic), *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* (In Arabic), (6th edition), Riyadh: Obeikan Library.

Al-Saedi, A. (2017). *The effectiveness of applying a proposed educational program in the English language course based on digital learning objects in developing the concepts and values of digital citizenship among fifth-level secondary students in the city of Makkah Al-Mukarramah* (In Arabic), an unpublished doctoral thesis, Umm Al-Qura University, Makkah Al-Mukarramah, Saudi Arabia.

Al-Shehri, I. (2019). A proposed unit in "Bioplastics" in light of the principles of green chemistry to develop environmental advocacy skills and the trend towards preventive health among secondary school students (In Arabic), *Journal of the Faculty of Education - Faculty of Education - Kafr El-Sheikh University - Kafr El-Sheikh - Egypt, 4* (19), 223-20.

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

Al-Talhi, M. (2020). *Building an educational program based on talent standards and artificial intelligence and measuring its effectiveness in developing modern geographical concepts, spatial thinking skills, and future geographical decision-making among gifted students at the sixth secondary level* (In Arabic), an unpublished doctoral

thesis, College of Education, Umm Al-Qura University, Makkah Al-Mukarramah, Saudi Arabia

AL-Zaanin, J. (2017). The effectiveness of a training program based on dick and carey's model in student teachers' understanding of Al-Aqsa University for active learning, its teaching skills, and their attitudes towards teaching science (In Arabic), *Journal of the Faculty of Education, Faculty of Education, Tanta University, Tanta, Egypt, 4* (68), 253-289.

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

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.

Anney, V. (2014). Ensuring the quality of the findings of qualitative research: Looking at trustworthiness criteria. *Journal of Emerging Trends in Educational Research and Policy Studies, 5*(2), 272-281.

Armstrong, L. & et al. (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.

Boutros, B. (2006). *Developing scientific and mathematical concepts and skills for kindergarten children* (In Arabic), Amman: Dar Al Masirah for publication and distribution.

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

Creswell, J. (2012). *Qualitative inquiry and research design: choosing among five traditions*, London: SAGE Publications.

Dick, W. & Carey, L. (2005). *The systematic design of instruction*. 4th ed. New York, NY: Harper.

Eilks, I. & Rauchm, F. (2012). Sustainable development and green chemistry in chemistry education, *Chemistry Education Research and Practice, 13*(2), 57-58.

Esr, R. (2021). The mixed approach: an integrative approach to integrate quantitative and qualitative data in educational research, *Mathematics Education Journal - Egyptian Association for Mathematics Education - Egypt, 24* (5), 7-28.

Etzkorn, F. (2020). *Green chemistry principles and case studies*, London: British Library.

Ghabari, T. & Abu Shandi, Y. and Abu Shakira, K. (2015). *Qualitative research in education and psychology*, Amman: Dar Al-Aasar for publication and distribution.

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 (In Arabic), Faculty of Education, Benha University, Benha, Egypt.

Hassan, E. (2011). *Psychological and educational statistics applications using SPSS program* (In Arabic), Cairo: Dar Al-Fikr Al-Arabi.

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

Hudhayfah, M. (2010). *The effect of differing content-organization sequences for a proposed program in developing instructional design skills for educational video programs among impulsive and passive students in the Education Technology Division* (In Arabic), unpublished doctoral thesis, Institute of Educational Studies, Cairo University, Cairo, Egypt.

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 (In Arabic), *Egyptian Journal of Scientific Education - Egyptian Society for Scientific Education, 22* (1), 91-146.

Jandal, J. (2018). *Green chemistry* (In Arabic), 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.

Kapassa, M. Abeliotis, K. & Scoullos, M. (2013). Knowledge, beliefs and attitudes of secondary school students on renewable feedstocks/biomass: the case of Greece, *Environment, Development & Sustainability, 15*(1). 101-116.

Karpudewan, M & Chua, K. (2020). Integrating nanoscience activities in enhancing malaysian secondary school students' understanding of chemistry concepts, *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 16*(1), 1-13.

Karpudewan, M. Roth, W. & Ismail, Z. (2015). *Education in green chemistry: incorporating green chemistry into chemistry teaching methods courses at the university sains malaysia*, The Royal Society of Chemistry, U.S.A.

Karpudewan, M. Roth, W. & Sinniah, D. (2016). *The role of green chemistry activities in fostering secondary school students' understanding of acid–base concepts and argumentation skills*, Date of entry 11\07\2021, Available at the following Link: https://doi-org.sdl.idm.oclc.org/10.1039/C6RP00079G

Khatibeh, A. (2011). *Teaching science to all* (In Arabic), Amman: Dar Al Masirah for publication, distribution and printing.

Kirchhoff, M. (2013). Green chemistry principles and practice, Summer School on Green Chemistry and Sustainable Energy.

Koulouglioties, d. Antonoglou, L. & Salta K. (2021). Probing Greek secondary school students awareness of green chemistry principles infused in context based projects related to socio-scientific issues, *International Journal of Science Education, 34*(2), 298-313.

Kurdistan, H. and Sabri, W. (2018). The effectiveness of an instructional-learning design according to the dick and carey model in the achievement and development of scientific and technological exploration among students of the Electricity Department at Sulaymaniyah Technical University (In Arabic), date of entry 1/20/2022AD, available at the link:

https://jgu.garmian.edu.krd/article_67388_3953ccbf023555442b785021efddbe94.pdf

Kurt, S. (2016). Educational model dick and carrie, Date of entry 2022/01/07, Available at the following link: https://educationaltechnology.net/dick-and-carey-instructional-model/

Lindsey, L. (2015). Preparing teacher candidates for 21st century classrooms: a study of digital citizenship, unpublished Ph.D. dissertation, Arizona State University, USA.

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

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 (In Arabic), *Journal of the Faculty of Education in Educational Sciences - Faculty of Education - Ain Shams University - Ain Shams - Egypt, 44* (4), 209-314.

Muhammad, K. and Sabri, W. (2018). The effectiveness of an instructional design according to the Dick and Carey model in the achievement and development of scientific and technological exploration among students of the Department of Electricity at Sulaymaniyah Technical University (In Arabic), *Karmian University Journal - College of Engineering - Kalar - Kurdistan Region - Iraq, 3* (5), 540-565.

Ragab, A. (2012). *The effectiveness of the strategy of accurate representation of the subject in developing chemical concepts and visual thinking skills in science among ninth grade female students in Gaza* (In Arabic), unpublished master's thesis, College of Education, Islamic University, Gaza, Palestine.

Redhana, W. & Suardana, N. (2021). Green chemistry practicums at chemical equilibrium shift to enhance students' learning outcomes, *International Journal of Instruction*, *14*(1). 691-708.

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 (In Arabic)*, unpublished doctoral thesis, Faculty of Education, Zagazig University, Zagazig, Egypt.

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

Terrell, S. (2012). Mixed-methods research methodologies. *The Qualitative Report, 17*(1), 254-280.

Yin, K. (2018). *Case study research and applications: design and methods*. (6thed.). California: SAGE Publishers.