فعالية وحدة مقترحة في مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في تنمية مهارات حل المشكلات البيئية لدى طلاب مجال فني المعامل بالمدرسة الثانوية الزراعية

إعداد

منة الله أحمد محمد علي عبد الغفار

باحثة ماجستير بقسم المناهج وطرق تدريس العلوم (تخصص كيمياء) كلية التربية - جامعة بنها

إشراف

أ.د/ فايز محمد عبده مغراوي

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم
(المتفرغ) بكلية التربية جامعة بنها

أ.د/ إبراهيم عبد العزيز محمد البعلي

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم
بكلية التربية جامعة بنها

د/ آيه أحمد عبد الفتاح حجاج

مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم
بكلية التربية جامعة بنها

بحث مشتق من الرسالة الخاصة بالباحثة

فعالية وحدة مقترحة في مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في تنمية مهارات حل المشكلات البيئية لدى طلاب مجال فني المعامل بالمدرسة الثانوية الزراعية

المستخلص:

استهدف البحث الحالي إعداد وحدة مقترحة في الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها والتعرف علي فاعليتها في تنمية مهارات حل المشكلات البيئية لدى طلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل، ولتحقيق هذا الهدف تم اعداد قائمة مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها الخاصة بالوحدة المقترحة، واعداد قائمة بموضوعات الكيمياء الخضراء الأساسية والفرعية والتطبيقات الخاصة بكل موضوع، كما تم اعداد قائمتي معايير أهداف ومحتوي الوحدة المقترحة، وتم اعداد الوحدة المقترحة "الكيمياء الخضراء كعلاج للمشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي" في ضوئهما، وكذلك تم اعداد دليل المعلم الخاص بالوحدة المقترحة، واعداد اختبار مهارات حل المشكلات البيئية المكون من خمس مهارات (الاحساس بالمشكلة البيئية وتحديدها – جمع البيانات والمعلومات الخاصة بالمشكلة البيئية – فرض الفروض – اختبار صحة الفروض – اختيار الحل المناسب للمشكلة البيئية)، وتكونت مجموعة البحث من (٥٥) طالبة من طالبات الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل، وتم تطبيق أداة البحث قبليًا علي مجموعة البحث وبعد الإنتهاء من تدريس الوحدة المقترحة لمجموعة البحث تم تطبيق أداة البحث بعديًا؛ **وقد أسفرت نتائج البحث عن:** فعالية الوحدة المقترحة في تنمية مهارات حل المشكلات البيئية لدى طلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل.

الكلمات المفتاحية: الكيمياء الخضراء – مهارات حل المشكلات البيئية – مجال فني المعامل.

The Effectiveness of a Suggested Unit in the Principles of Green Chemistry and its Applications to Develop Environmental Problem-Solving Skills among Students in the Laboratory Technician Section of Agricultural Secondary School

Abstract

The aim of the current research is to preparation of a suggested unit in the green chemistry and its applications to recognize its effectiveness in developing the environmental problem-solving skills among second year students in the laboratory technician section of agricultural secondary school. In order to achieve this objective, a list of green chemistry principles and applications of the suggested unit has been prepared, a list of main and sub-topics of green chemistry and applications for each topic, two criteria lists of targets and content of the suggested unit were prepared. The suggested unit "Green chemistry as a remedy for environmental problems of chemical origin" was prepared in the light of them, and the unit's teacher manual. And preparing five-skilled environmental problem-solving skills test (Feeling and identify environmental problem - collecting data and information on environmental problem - impose hypotheses - test the validity of hypotheses - choose the appropriate solution to environmental problem). And the research group consisted of (55) female students in the second grade agricultural secondary school in the laboratory technician section. The research tool was pre-applied on the research group and after the suggested unit was taught to the research group the research tool was post-applied. The results of the research resulted in: The effectiveness of the proposed unit in the development of environmental problem-solving skills among second year students in the laboratory technician section of agricultural secondary school.

Keywords: Green Chemistry - environmental problem solving skills - laboratory technician section.

المقدمة والإحساس بالمشكلة:

تعد المشكلات البيئية من أهم التحديات التي يواجهها عالمنا اليوم، والتي يجب أن نسعي جميعًا لحل تلك المشكلات سواء المهتمين بشؤون البيئة أو كافة أفراد المجتمع، فتعد أخطر هذه المشكلات البيئية هي المشكلات الناتجة عن التفاعلات الكيميائية كالمواد السامة والخطيرة المستخدمة في اجراء التفاعلات الكيميائية أو المنبعثة من التفاعلات، والتلوث الكيميائي الناتج عن الصناعات الكيميائية كصناعة المنظفات والورق والمبيدات والبلاستيك، والنفايات الكيميائية الناتجة عن تلك الصناعات والتي يكون لها ثبات كيميائي عالي في البيئة وتتراكم حيويًا في جسم الكائنات الحية، كما أنه قد تحدث بعض الحوادث الكيميائية والتي تسبب ضرر للبيئة والكائنات الحية أثناء اجراء تلك التفاعلات.

لذلك فقد ظهر فرع جديد من فروع الكيمياء، هو الكيمياء الخضراء Green Chemistry الذي ظهر تزامنًا مع قانون منع التلوث الصادر عام ١٩٩٠م عن وكالة حماية البيئة بالولايات المتحدة Environmental Protection Agency (EPA) التي نادت بالقضاء على التلوث الكيميائي، وإيجاد بعض الحلول لهذه المشكلة، وفي عام ١٩٩١م تم استخدام مصطلح الكيمياء الخضراء على يد العالم أنستاس، عضو مكتب وكالة حماية البيئة لمنع التلوث ولتقليل انبعاث المواد السامة، واستخدام الكيمياء النظيفة صديقة البيئة * **(Anastas, 2009, 3; Soni, 2015, 4).**

فالكيمياء الخضراء Green Chemistry هي أحد فروع علم الكيمياء، والذي يهدف إلى الحد من الآثار السلبية للكيماويات الضارة، وإنتاج مواد كيميائية لها فاعلية كبيرة، وتكون أكثر ملاءمةً للبيئة **(Al Zahrani, 2012, 2).**

ويشير كلًا من Poliakoff, Fitzpatrick, Farren & (2002, 807) Anastas، و Soni (2015, 1) إلى أهمية استخدام الكيمياء الخضراء في حياتنا العملية في أنها:

- تعمل على تقليل أو إزالة أخطار المنتجات على البيئة، مما يفيد البيئة بشكل كبير.
- توفر أفضل الحلول البيئية من أجل التنمية المستدامة للعلوم والتكنولوجيا.

* تتبع الباحثة نظام توثيق الرابطة الأمريكية لعلم النفس APA (الإصدار السادس).

- يمكن استخدامها في إنتاج الأدوية والكيماويات الزراعية صديقة البيئة.
- تحقق النمو في مجالات الطاقة الخضراء والزراعة العضوية وتصنيع المنتجات صديقة البيئة وتوليد الطاقة النظيفة التي ليس لها تأثير ضار على البيئة.

لذا فإن تضمين وتدريس تطبيقات الكيمياء الخضراء في مناهج التعليم أصبح ضرورة ملحة؛ لما يمكن أن تسهم به فيما يلي (Hieresen, Schutt & Boese, 2000, 1544; Anastas, 2009, 1 ؛ البار وآخرون، ٢٠١٠، ٣٦ –٣٧):

- زيادة إدراك الطلاب لأهمية الوقاية من التلوث من خلال اللجوء إلى الكيمياء الخضراء.
- تنمية الوعي البيئي لدى الطلاب في مراحل التعليم المختلفة.
- إعداد جيل من الطلاب الملمين بالمعرفة والمهارات اللازمة لممارسة الكيمياء الخضراء.
- زيادة تأهيل الطلاب للدخول في مجالات الصناعة والبيئة وزيادة المتعة لديهم لدراسة الكيمياء.

وهناك العديد من الدراسات والبحوث التي اهتمت بدراسة تطبيقات الكيمياء الخضراء في المناهج الدراسية والبرامج التعليمية، مثل: دراسة **عبد المعز، أحمد، محسن (٢٠١٧)** التي توصلت نتائجها إلى بناء برنامج تنمية مهنية قائم على الكيمياء الخضراء، وإلي فاعلية البرنامج المقترح في تنمية مهارات حل المشكلات واستيعاب المفاهيم البيئية لدى معلمي الكيمياء بالمرحلة الثانوية، ودراسة **Zuin, Eilks, Elschami, & Kümmerer (2021)** التي أكدت نتائجها علي ضرورة تعديل المناهج الدراسية لتعزيز التعليم البيئي والأنظمة المتعلقة بالاستدامة من خلال تطبيق الكيمياء الخضراء، ودراسة **مغنم، الشيخ، عبد الجيد (٢٠٢١)** التي أظهرت نتائجها فاعلية استخدام بعض تطبيقات الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي بالقضايا البيئية المعاصرة للطلاب الفرقة الثانية شعبة الكيمياء بكلية التربية جامعة كفر الشيخ.

وتتطلب التطورات العلمية السريعة الناتجة عن التقدم التكنولوجي من دول العالم تغيير أنظمتها التعليمية، والتحول من التمركز حول المعلم إلى التمركز حول الطالب، من خلال تنمية بعض المهارات المهمة للمتعلم، خاصة مع بروز أهميتها في القرن الحادي والعشرين، ومن أهمها مهارات حل المشكلات البيئية **(Nuriyah, Sutarto & Prihatin, 2020, 2)**.

فمن الضروري إعداد الطلاب بصورة تمكنهم من معرفة البيئة، بما يجعلهم أصدقاء لها، راغبين في المحافظة عليها، ويحاولون إيجاد حلول عملية لحل المشكلات البيئية المختلفة التي

تخل بالتوازن البيئي الطبيعي في المكان الذي تنشأ به وتؤثر سلبيًا على الوسط المحيط بها؛ لأن الطلاب هم الجيل القادم الذين سيحافظون على استدامة الوظائف البيئية في المستقبل **(الصانع، ٢٠٠٢، ١٤٠؛ Sigit, Prastiwi, Ristanto, & Rifan, 2021, 2).**

ويشير كل من **Khoiriyah & Husamah (2018, 152) ومحمد (٢٠١٨، ٣٢) و Lieung, Rahayu, Fedy & Sulili (2019, 1-2)** إلى أنه ترجع أهمية تنمية مهارات حل المشكلات البيئية لدى الطلاب في أنها: تعمل على تحفيز فضول الطلاب، وزيادة وعيهم بأسباب وأعراض الضرر البيئي وكيفية علاجه، وتعمل على تنمية مهارات المناقشة والإبداع لدى الطلاب، كما تعمل على تنمية جوانبهم النفسية والوجدانية والحركية والمعرفية، وأيضًا على تطوير مهارات التفكير العليا لديهم، وزيادة قدرتهم على التعاون والعمل الجماعي.

هذا وقد اهتمت العديد من الدراسات السابقة بتنمية مهارات حل المشكلات البيئية في تخصصات العلوم المختلفة لدى طلاب مراحل التعليم المختلفة باستخدام طرق واستراتيجيات مختلفة، مثل: دراسة **Lieung, et al. (2019)** وأسفرت نتائجها عن فاعلية المنهج العلمي في تنمية مهارات حل المشكلات البيئية لدى طلاب الصف الرابع الابتدائي بأندونسيا، دراسة **علي (٢٠٢٠)** وأظهرت نتائجها فاعلية استخدام طريقة القبعات الست في تنمية مهارات حل المشكلات البيئية لدى أطفال الروضة، ودراسة **Benzer & Calisici (2021)** وأظهرت نتائجها فاعلية تطبيقات STEM والتدريس القائم على STEM في تنمية المواقف البيئية والإبداع ومهارات حل المشكلات البيئية والتحصيل العلمي لدى طلاب الصف الثامن بمدرسة الأناضول بتركيا، ودراسة **جاد (٢٠٢٢)** وأسفرت نتائجها عن فاعلية البرنامج المقترح في تكنولوجيا النانو البيئية في تنمية مهارات حل المشكلات البيئية والتفكير الإستراتيجي لدى الطلاب المعلمين تخصص علوم بيولوجية وجيولوجية وبيئية.

ومن منطلق تطوير المنظومة التعليمية والارتقاء بكفاءتها تأتي أهمية وضرورة إحداث نقلة نوعية في التعليم المصري، تتجاوز المفاهيم والممارسات التربوية التقليدية، وتنطلق نحو مفاهيم عصرية مهمة، ناتجة عن التغيرات والتطورات العلمية العالمية **(قاسم، ٢٠١١أ، ٧).**

ويعد التعليم الفني في صدارة اهتمامات الدولة والمجتمع؛ حيث تسعي وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني إلى النهوض بالتعليم الفني وربطه باحتياجات سوق العمل المحلي والإقليمي؛ فتهدف إلى تخريج فني يمتلك مهارة عالية متوافقة مع المعايير القومية، ويراعي أسس السلامة

المهنية في الممارسة، ويمتلك قاعدة علمية وثقافية تؤهله لمتابعة التطور في مجال مهنته والتأقلم بسرعة مع حاجات سوق العمل **(قاسم، ٢٠١١ب، ٧)**.

كما يعد التعليم الثانوي الزراعي أحد ميادين التعليم الفني، ويهتم بدراسة كل ما يخص الإنتاج الزراعي والحيواني والهندسة الزراعية والاقتصاد الزراعي ... وغيرها، من خلال التدريبات العملية؛ حتى يعد فنيًّا ماهرًا قادرًا على أداء العمليات الزراعية بكفاءة عالية، لينافس في سوق العمل المحلي والعربي **(خزيم، ٢٠١٨، ٣٥٨)**.

ويهدف مجال فني المعامل بالمدرسة الثانوية الزراعية إلى إعداد الفنيين اللازمين للعمل بالمعامل المدرسية بجميع أنواعها (معامل الكيمياء – معامل الفيزياء – معامل الأحياء – معامل العلوم) بجميع المراحل الدراسية لجميع المدارس بمختلف مستوياتها، والدراسة في هذه الشعبة تكون من خلال نظام الثلاث سنوات، وهي شعبة موجودة بعدد محدود من المدارس **(ضحاوي، حسن، عطا، شاكر، ٢٠١٩، ١٣٦ – ١٣٧)**.

و يعد فني معمل العلوم هو المسئول الأول عن تهيئة مناخ معمل العلوم وإدارة شئونه، سواء كان معمل العلوم في مدارس المرحلة الابتدائية أو الإعدادية أو معمل كيمياء أو فيزياء أو أحياء بمدارس المرحلة الثانوية، كما أنه هو هو المسئول عن مساعدة معلم العلوم، وإعداد وتجهيز المواد التي يستخدمها المعلم في المعمل والتأكد من صلاحيتها وحفظها وصيانتها وترتيبها، كما أنه يقوم بتحضير المواد الكيميائية التي يستخدمها المعلم في إجراء التجارب، وقد يشترك مع المعلم في إجراء بعض التجارب العملية، حيث إن لفني المعمل دورًا مهمًّا في الإعداد لعملية تدريس العلوم بشكل عام ـ وللكيمياء بشكل خاص، عن طريق إعداد ما يستخدمه المعلم من أدوات وأجهزة ومواد كيميائية، لذا يعد فني معمل العلوم من أهم الركائز الأساسية في تحقيق أهداف تدريس العلوم بكل فروعها، لذلك فمن الضروري إعداد فني المعمل إعدادًا أكاديميًّا علميًّا؛ حتى تتوفر لديه المهارات اللازمة لأداء عمله بكفاءة **(شعبان، ١٩٩٢، ٤؛ علي، ٢٠٠٦، ٨٣)**.

وقد أجرت الباحثة دراسة استطلاعية* استهدفت الفحص المبدئي لمناهج الكيمياء للمرحلة الثانوية الزراعية للصفوف الثلاثة لعام ٢٠٢٢ / ٢٠٢٣م في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، حيث يخلو مقرر الكيمياء للصف الأول الثانوي الزراعي مجال فني المعامل من

* ملحق (١) النتائج التفصيلية للدراسة الاستطلاعية.

مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، أما مقررات الصفين الثاني والثالث، فتركز على موضوعات تتضمن مشكلات بيئية ذات منشأ كيميائي ولم يتم توضيح كيفية مواجهة هذه المشكلات؛ ومن خلال ما توصلت إليه الباحثة من نتائج فحص مناهج الكيمياء للمرحلة الثانوية الزراعية، وخاصة مجال فني المعامل، تبين قصور اشتمال المناهج على مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، بالرغم من ارتباطها الوثيق بدراسة الطلاب وإمكانية استفادتهم منها، مما يؤكد أهمية بناء وحدة مقترحة لهم في الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.

مشكلة البحث:-

تمثلت مشكلة البحث الحالي في وجود قصور في تناول مناهج الكيمياء للمرحلة الثانوية الزراعية لمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، **ويمكن التصدي لهذه المشكلة من خلال الإجابة عن الأسئلة الآتية:**

١. ما تطبيقات الكيمياء الخضراء المناسبة لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل؟
٢. ما معايير الأهداف والمحتوى التي ينبغي مراعاتها عند بناء وحدة مقترحة في الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل؟
٣. ما الوحدة الدراسية المقترحة في الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل؟
٤. ما فاعلية الوحدة المقترحة في الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في تنمية مهارات حل المشكلات البيئية لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل؟

أهداف البحث:

هدف البحث الحالي إلى ما يلي:

- إعداد قائمة بمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها اللازم تضمينها في الوحدة المقترحة لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل.
- بناء وحدة مقترحة في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل.
- قياس فاعلية الوحدة المقترحة في الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في تنمية مهارات حل المشكلات البيئية لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل.

أهمية البحث:

تمثلت أهمية البحث الحالي في:

- توجيه أنظار القائمين على إعداد مناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية الزراعية إلى الوضع الراهن لمقررات الكيمياء، وضرورة تضمين هذه المقررات مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها عند تطوير هذه المناهج.
- تقديم وحدة مقترحة في الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، مما قد يفيد مطوري المناهج بصفة عامة ـ ومناهج المرحلة الثانوية الزراعية مجال فني المعامل بصفة خاصة ـ في إعداد وحدات دراسية مماثلة في مراحل تعليمية مختلفة.
- تقديم دليل للمعلم لتوضيح كيفية تدريس الوحدة المقترحة، مما قد يفيد معلمي الكيمياء ومخططي المناهج في تدريس الكيمياء الخضراء باستراتيجيات تجذب الطلاب نحو دراسة هذا العلم الجديد وتعلم كل ما هو جديد في علم الكيمياء.
- توجيه نظر معلمي الكيمياء بالمدرسة الثانوية الزراعية إلى أهمية تطبيقات الكيمياء الخضراء في حل المشكلات البيئية.
- بناء اختبار مهارات حل المشكلات البيئية، والذي يمكن أن يستفيد منه الباحثون في بناء اختبارات مشابهة في أبحاثهم.

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالي على الحدود الآتية:

- مجموعة من طلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي بالمدرسة الثانوية الزراعية العسكرية المشتركة مجال فني المعامل بمدينة ميت غمر بمحافظة الدقهلية.
- مهارات حل المشكلات البيئية الآتية: (الإحساس بالمشكلة البيئية وتحديدها – جمع البيانات والمعلومات الخاصة بالمشكلة البيئية – فرض الفروض – اختبار صحة الفروض – اختيار الحل المناسب للمشكلة البيئية).

أداة البحث:

- اختبار مهارات حل المشكلات البيئية (إعداد الباحثة).

فرض البحث:

تمثل فرض البحث فيما يلي:

١. يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات حل المشكلات البيئية، لصالح التطبيق البعدي.

مصطلحات البحث:

بعد عرض التعريفات الخاصة بمتغيرات البحث في الإطار النظري للبحث، توصل البحث الحالي إلى التعريفات التالية:

الكيمياء الخضراء (الكيمياء المستدامة):

وتعرف بما يتلاءم مع البحث الحالي بأنها: أحد مستحدثات علم الكيمياء، وتهدف إلى حل المشكلات البيئية الناتجة عن التفاعلات الكيميائية من خلال إجراء تفاعلات كيميائية مستدامة وصديقة للبيئة، ولا ينتج عنها نفايات أو ملوثات أو مواد سامة أو خطيرة باستخدام مواد أولية نظيفة قابلة للتحلل وآمنة، ولا يحدث أثناء تفاعلها أي حوادث أو حرائق أو انفجارات كيميائية، كما تتضمن العديد من التطبيقات الحديثة التي يمكن تضمينها في الوحدة المقترحة المقدمة لطلاب مجال فني المعامل بالمدرسة الثانوية الزراعية.

الوحدة المقترحة في الكيمياء الخضراء:

وتعرف بما يتلاءم مع البحث الحالي بأنها: مجموعة من موضوعات الكيمياء الخضراء التي تعالج بعض المشكلات البيئية الناتجة عن التفاعلات الكيميائية، يتم تقديمها لطلاب مجال فني المعامل بالمدرسة الثانوية الزراعية، وتهدف إلى تنمية التحصيل المعرفي لمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، وكذلك تنمية مهارات حل المشكلات البيئية لديهم، من خلال التعريف بالكيمياء الخضراء ومبادئها، وتوضيح بعض مجالاتها وأهدافها، وأهميتها في حل بعض المشكلات البيئية الضارة من خلال توظيف تطبيقات الكيمياء الخضراء.

المشكلات البيئية:

وتعرف بأنها: أي تغير كمي أو كيفي يحدث في البيئة بفعل الإنسان؛ نتيجة بعض الانبعاثات الضارة أو السامة أو النفايات الملوثة، أو استخدام المواد الملوثة غير القابلة للتحلل، أو استنزاف الموارد بما يضر بالبيئة، ويسبب مخاطر مرَضِيّة للكائنات الحية.

مهارات حل المشكلات البيئية:

وتعرف بأنها: مجموعة المهارات التي يكتسبها الطالب؛ نتيجة تعرضه لمشكلات بيئية، مما يولد لديه الرغبة في حلها، من خلال إحساسه بالمشكلات البيئية وتحديدها، وجمع البيانات والمعلومات للمشكلات البيئية، وفرض الفروض، واختبار صحة الفروض، ثم اختيار الحل المناسب للمشكلة البيئية، ويقاس مدى اكتساب الطالب لهذه المهارات من خلال الدرجات التي يحصل عليها في الاختبار المعد لذلك.

الإطار النظري للبحث:

أولا: الكيمياء الخضراء Green Chemistry:

تعدُّ الكيمياء الخضراء حلًّا فعالًا في المحافظة على البيئة، ولذلك فقد أصبح من الضروري في القرن الحادي والعشرين توعية مواطني وقادة المستقبل ـ أي طلاب المدارس والجامعات ـ بمفاهيم الكيمياء الخضراء والمستدامة؛ من أجل إنشاء مجتمعات مستدامة **(Parrish & Newcity, 2017, 212)**; **إسماعيل، ٢٠١٩، ١٠٠)**.

ولقد أطلق العديد من المسميات على هذا العلم الجديد من الكيمياء، ومنها: "الكيمياء الخضراء Green Chemistry"، و"الكيمياء النظيفة Clean Chemistry"، و"الكيمياء المستدامة Sustainable Chemistry"، و"الكيمياء الصديقة للبيئة Environmentally Friendly Chemistry"، و"كيمياء المنتجات الأكثر اخضرارًا The Chemistry of Greener Products"، "الكيمياء الدائرية Circular Chemistry"، وكيمياء التصميم الحميد Benign Design Chemistry"، و"الكيمياء داخل الاقتصاد الذري Chemistry Within The Atomic Economy"، إلا أن مصطلح الكيمياء الخضراء هو الأكثر انتشارًا ووضوحًا **(حجاج، ٢٠٢٠، ٣٢؛ محمد، ٢٠٢٠، ٢٢٣؛ Zuin, et al., 2021, 1594)**.

كما تتعدد تعريفات الكيمياء الخضراء وفقًا للأدبيات والدراسات السابقة، لذا فإن البحث الحالي يصنف تعريفات الكيمياء الخضراء إلى أربع اتجاهات رئيسة، هي كما يلي:

الاتجاه الأول: الكيمياء الخضراء باعتبارها طريقة أو عملية تصميم للمنتجات والعمليات الكيميائية، **حيث يعرفها هذا الاتجاه بأنها:** "عملية بحث كيميائي تركز على تصميم المنتجات والعمليات الكيميائية غير الضارة بالبيئة، والتي تقلل من استخدام وتوليد المواد الخطرة، وتمنع التلوث قبل حدوثه، من خلال تطبيقات وتقنيات نظيفة".

ويتبنى هذا الاتجاه تعريفات كل من (Cheng & Gross, 2010, 2; Ivanković, Dronjić, Bevanda & Talić, 2017, 40; **الشناوي، ٢٠٢٠، ٢٣٠؛ حسين، علوان، أحمد، ٢٠٢١، ٣١**).

الاتجاه الثاني: الكيمياء الخضراء باعتبارها تقنيات ومنهجيات كيميائية، **حيث يعرفها هذا الاتجاه بأنها:** "مجموعة المبادئ والتقنيات والطرائق التي تقلل أو تمنع استخدام وتوليد المواد الثانوية والمذيبات والكواشف التي تشكل خطرًا على صحة الطلاب والمعلمين في المعمل المدرسي وعلى البيئة، من خلال اللجوء للطبيعة، واستخدام الطاقة النظيفة والمواد المتجددة، عن طريق جعل التفاعلات الكيميائية آمنة غير مؤذية وأكثر كفاءة ونظافة من أجل تحقيق الاستدامة".

ويتبنى هذا الاتجاه تعريفات كل من (Guardia & Garrigues, 2012, 321; **عبد المعز وآخرين، ٢٠١٧، ٣٥٥؛ الشحري، ٢٠١٩، ٢٣٣؛ يوسف، ٢٠٢٢، ١٠٧٧**).

الاتجاه الثالث: الكيمياء الخضراء باعتبارها أحد الفروع المستحدثة في علم الكيمياء، **حيث يعرفها هذا الاتجاه بأنها:** "أحد المستحدثات الكيميائية التي يتم تدريسها للطلاب، والتي تهدف إلى منع حدوث التلوث في مرحلة تكوين المنتج بدلًا من معالجته، وذلك بتطوير المنتجات واستخدام تقنيات آمنة؛ مما يعود بالنفع على البيئة والأشخاص".

ويتبنى هذا الاتجاه تعريفات كل من (**أبو الوفا، ٢٠١٨، ٢؛ إسماعيل، ٢٠١٩، ٩٧؛ حجاج، ٢٠٢٠، ٣٤؛ الحربي، ٢٠٢٠، ٩؛ محمد، ٢٠٢٠، ٢٢١**).

الاتجاه الرابع: يعرف الكيمياء الخضراء من منظور بيئي، **حيث يعرفها بأنها:** "ممارسات العلوم الكيميائية والتصنيع بطريقة مستدامة آمنة وغير ملوثة للبيئة، بحيث تستهلك كمية أقل من المواد والطاقة، فتهدف إلى تقليل الصناعات النفطية الباعثة للغازات السامة، وإيجاد مواد جديدة لها نفس الفاعلية، ولكنها أكثر ملاءمة للبيئة وأقل استهلاكًا للموارد؛ من خلال عمليات تصنيع كيميائية صديقة للبيئة، مما يؤدي إلى فوائد اقتصادية كبيرة عند دمجها في المؤسسات الكيميائية أو النظم التعليمية".

ويتبنى هذا الاتجاه تعريفات كل من (Afonso & Crespo, 2005, 3; Manahan, 2006, 6; **صالح، ٢٠١٦، ٢٧؛ محسن، ٢٠١٨، ١١؛ مغنم، وآخرين، ٢٠٢١، ٣٥٩**).

ومن خلال ما سبق يمكن تعريفها بما يتلاءم مع هدف البحث الحالي على أنها: "أحد مستحدثات علم الكيمياء، والذي يهدف إلى حل المشكلات البيئية الناتجة عن التفاعلات الكيميائية، من خلال إجراء تفاعلات كيميائية مستدامة وصديقة للبيئة، لا ينتج عنها نفايات أو ملوثات أو مواد سامة أو خطيرة، باستخدام مواد أولية نظيفة قابلة للتحلل وآمنة، ولا يحدث أثناء تفاعلها أي حوادث أو حرائق أو انفجارات كيميائية، كما تتضمن العديد من التطبيقات الحديثة التي يمكن تضمينها في الوحدة المقترحة المقدمة لطلاب مجال فني المعامل بالمدرسة الثانوية الزراعية".

مبادئ الكيمياء الخضراء:

تستند الكيمياء الخضراء إلى اثني عشر مبدأً، قام بوضعها كل من **أنستاس وفيرنر (Anastas & Warner, 1998, 30)**، للحصول على أعلى معدل من الكيمياء والتفاعلات والعمليات الخضراء، ويمكن توضيحها فيما يلي:

- **منع النفايات:** يفضل منع تكون النفايات بدلًا من محاولة معالجتها بعد تكونها.
- **اقتصاد الذرة:** الاتجاه نحو طرق تصنيع تعطي أكبر قدر ممكن من الاندماج بين الخامات المستخدمة في تصنيع المنتج النهائي.
- **مواد كيميائية أقل خطورة:** يراعى بقدر الإمكان تصميم طرق تصنيعية تهدف إلى تقليل آثارها السامة على صحة الإنسان أو منعها، بتصميم تفاعلات كيميائية ومسارات تصنيعية آمنة قدر الإمكان.
- **تصميم مواد كيميائية أكثر أمنًا:** يراعى في الطرق الكيميائية المستخدمة الكفاءة مع خفض درجة السمية.
- **مذيبات ومواد مساعده أكثر أمنًا:** باختيار المذيبات الأكثر أمنًا لأي خطوة من خطوات التفاعل.
- **التصميم من أجل كفاءة وتوفير الطاقة:** لا بد أن يكون تحديد احتياجات الطاقة على أساس مدى تأثيرها على البيئة وعلاقتها بالإنسان، وتقليل الكمية المستهلكة منها بقدر الإمكان.
- **استخدام مواد خام قابلة للتجديد:** العمل على استرجاع المواد الخام وإعادة تدويرها بدلًا من استنزافها.

- **التقليل من المشتقات الثانوية:** يجب ـ إن أمكن ـ تجنب استخدام المشتقات الثانوية، كالمواد المثبطة للتفاعلات، والمواد المحورة للصفات الفيزيائية والكيميائية.
- **انتقاء العوامل الحفازة:** بالانتقاء الجيد للعوامل المحفزة بقدر الإمكان، حيث إن التفاعلات المعتمدة على المحفزات تقلل كمية النفايات، وتقلل متطلبات التفاعل من الطاقة والوقت.
- **صمم للتحلل:** يراعى في تصميم المنتجات الكيميائية إمكانية تحللها بعد أداء وظيفتها إلى مواد ومخلفات غير ضارة للبيئة، ولا تتراكم في الكائنات الحية.
- **مراقبة الوقت الحقيقي لمنع التلوث:** أي مراقبة التفاعلات الكيميائية وتطوير طرق تحليل المواد، حتى يمكن التحكم فيها قبل البدء بتكوين مواد ضارة، لتقليل تكون المواد الثانوية أو منع تكونها.
- **كيمياء أكثر أمنًا لتجنب الحوادث:** يراعى قدر الإمكان في عمليات تصنيع المواد الكيميائية تقليل احتمالات حدوث أخطار ناتجة من التفاعلات الكيميائية.

وباستقراء المبادئ السابقة يتضح أن الكيمياء الخضراء يمكن اعتبارها في كثير من الأحيان بمثابة الطريقة المثلى لخفض الضرر على البيئة، من خلال حل مشكلة التلوث الكيميائي والتحكم به، وتقليل الفواقد وإعادة تدوير المخلفات أو منع تكونها من البداية، ودمج المواد، واستخدام مواد كيميائية أكثر أمنًا، وقابلة للتحلل سواء كانت متفاعلات أو مذيبات أو كواشف أو محفزات أو مواد مؤكسدة، وباستخدام مواد لا ينتج عن تفاعلها مواد ثانوية ضارة، وبإجراء التفاعلات الكيميائية بطرق أكثر كفاءة وأقل سُمية، من خلال متابعة دورة التفاعل منذ بدايته حتى نهايته، من أجل تقليل أو منع حدوث الحوادث الكيميائية، وبتقليل كميات الطاقة المستهلكة، وأيضًا استخدام مواد صديقة للبيئة.

ومن خلال ما سبق يتضح أن للكيمياء الخضراء أهمية كبيرة في جميع مجالات الحياة، سواء الصناعية أو الزراعية أو الاقتصادية، وفي كل فروع علم الكيمياء، سواء البيئية أو الحيوية أو العضوية أو غير العضوية أو التحليلية أو الفيزيائية أو في كيماء العقاقير الطبية أو السموم، وتكون أكثر صداقة للبيئة؛ مما يؤكد أهمية تعليمها للطلاب الذين يدرسون العلوم بشكل عام ـ والكيمياء بشكل خاص ـ في المراحل الدراسية كافة.

وقد اهتمت العديد من الدراسات بتوظيف الكيمياء الخضراء في المناهج والبرامج الدراسية في المراحل المختلفة ومنها: دراسة **صالح (٢٠١٦)** التي هدفت إلى وضع منهج مقترح في الكيمياء للمرحلة الثانوية في ضوء مفهوم الكيمياء الخضراء، وأظهرت نتائجها فاعلية المنهج المقترح في تنمية الوعي البيئي واتخاذ القرارات البيئية وتحسين مستويات التحصيل الدراسي في الكيمياء لدى طلاب المرحلة الثانوية، ودراسة **أبو الوفا (٢٠١٨)** التي هدفت إلى قياس فعالية مقرر للكيمياء الخضراء قائم على مبادئ التربية من أجل التنمية المستدامة في تنمية الثقافة الكيميائية لدى الطلاب المعلمين بشعبة الكيمياء بكلية التربية جامعة دمنهور، وتوصلت إلى فاعلية المقرر المقترح القائم على مبادئ التربية من أجل التنمية المستدامة في تنمية الثقافة الكيميائية لدى الطلاب المعلمين بشعبة الكيمياء بكلية التربية جامعة دمنهور، ودراسة **حجاج (٢٠٢٠)** التي هدفت إلى تطوير مقررات الكيمياء ببرنامج إعداد معلمي الكيمياء بكليات التربية، ووضع تصور مقترح لمقررات الكيمياء بالبرنامج في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، وإعداد وحدة من التصور المقترح، والتعرُّف علي فاعليتها في تنمية الجانب المعرفي للكيمياء الخضراء واتخاذ القرار تجاه المشكلات والقضايا البيئية، وأسفرت الدراسة عن فاعلية الوحدة المعدة من التصور المقترح في تنمية الجانب المعرفي للكيمياء الخضراء واتخاذ القرار تجاه المشكلات والقضايا البيئية لدى على طلاب الفرقة الثانية بشعبة الكيمياء بكلية التربية جامعة بنها، ودراسة**Redhana & Suardana (2021)** التي هدفت إلى معرفة أثر ممارسات الكيمياء الخضراء على نتائج تعلم طلاب المرحلة الثانوية لموضوعات تحولات التوازن الكيميائي وتوصلت إلى فاعلية طرائق ممارسات الكيمياء الخضراء في تعلم الكيمياء عن الطرائق التقليدية للتعليم، في تحسين نتائج التعلم للكيمياء لدى طلاب المرحلة الثانوية، ودراسة **يوسف (٢٠٢٢)** التي هدفت إلي تعرُّف فاعلية برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء قائم على مدخل التحليل الأخلاقي في تنمية مهارات التفكير الأخلاقي لدى معلمي الكيمياء قبل الخدمة، وأسفرت عن ضعف إلمام الطلاب بمفاهيم الكيمياء الخضراء، وفاعلية البرنامج المقترح في تنمية بعض مهارات التفكير الأخلاقي لدى معلمي الكيمياء قبل الخدمة.

ثانياً: مهارات حل المشكلات البيئية Environmental problem-solving skills:

يعد التعلم البيئي عملية تنشيطية للمعرفة، من خلال ممارسة تربوية تشارك في تنمية مهارات حل المشكلات والسلوك البيئي في القضايا المتعلقة بالبيئة، فيكون التعليم البيئي عبارة

عن عملية التنوير بالقضايا البيئية التي تؤدي إلى مجتمع أكثر إنصافًا واستدامة، من خلال تنفيذ إجراءات تربوية ملموسة من الحياة الحقيقية للطلاب **(Schimanski, 2005, 14)**.

مفهوم حل المشكلات البيئية:

لقد تعددت التعريفات التي تناولتها الأدبيات والدراسات السابقة لحل المشكلات البيئية، وفيما يلي عرض لهذه التعريفات:

يعرفها **العتوم (٢٠١٢، ٢٢٦)** بأنها: "نشاط عقلي معرفي يحتاج إلي المعالجة العقلية الدقيقة التي تستخدم أشكال التفكير المختلفة حيث يزداد حيث يزداد حجم التفكير مع زيادة تعقيد المشكلة".

ويعرفها **Ulutas & Köksalan (2017, 299)** بأنها: "أسلوب يتم استخدامه في التربية البيئية من أجل التعرف علي المشكلات البيئية وحلها من خلال خطوات منظمة مما يساهم في التنمية متعددة الأبعاد".

ويعرفها **Prastiwi, Sigit, Vivanti, & Rizhal (2019, 77)**على أنها: "عملية معرفية على مستوى أعلى، تستخدم لإيجاد حلول للمشكلات أو لإيجاد مسارات من أجل تحقيق أهداف معينة تتطلب مهارة".

ويركز البحث الحالي على المشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي، والتي تتناسب مع طبيعة دراسة طلاب مجال فني المعامل بالمدرسة الثانوية الزراعية، ومع أهداف هذا القسم، وتم تحديد المشكلات البيئية التالية: (المواد السامة والخطيرة – التلوث الكيميائي – استنزاف مصادر الطاقة والوقود الأحفوري – الثبات الكيميائي والتراكم الحيوي للمواد – الحوادث الكيميائية).

ماهية مهارات حل المشكلات البيئية:

لقد تعددت التعريفات التي تناولتها الأدبيات والدراسات السابقة لمهارات حل المشكلات البيئية، وفيما يلي عرض لهذه التعريفات:

تعرفها دراسة **رضا (٢٠١٢، ٢٧)** بأنها: "مجموعة المهارات اللازمة لحل المشكلات البيئية والتي تعرف إجرائيا بالدرجة التي تحصل عليها الطالبة في اختبار حل المشكلات البيئية".

ويعرفها **محمد (٢٠١٨، ٣٩)** بأنها: "مجموعة من القدرات العقلية التي يعمل المعلم على تنميتها لدى المتعلم؛ ليصبح قادرا على تحديد المشكلة البيئية وفرض الفروض وجمع المعلومات

الأكثر ارتباطًا بها، والتي تساعده في الوصول إلى حلول مناسبة لها، ومن ثم تعميم الحلول التي توصل إليها على المشكلات المشابهة في بيئته المحلية بطريقة ذاتية".

ويعرفها **Sigit, et al. (2021, 1)** على أنها: "مهارة الشخص لإيجاد الحلول للاختلافات بين البيئة الحالية والبيئة المتوقعة".

وفي ضوء التعريفات السابقة يمكن تعريف مهارات حل المشكلات البيئية بأنها: مجموعة المهارات التي يكتسبها الطالب نتيجة تعرضه لمشكلات بيئية، مما يولد لديه الرغبة في حلها، من خلال إحساسه بالمشكلات البيئية وتحديدها وجمع البيانات والمعلومات للمشكلات البيئية وفرض الفروض واختبار صحة الفروض، ثم اختيار الحل المناسب للمشكلة البيئية، ويقاس مدى اكتساب الطالب لهذه المهارات من خلال الدرجات التي يحصل عليها الطالب في الاختبار المعد لذلك.

تصنيفات مهارات حل المشكلات البيئية:

تعددت التصنيفات الخاصة بمهارات حل المشكلة، والتي تناولتها الأدبيات والدراسات السابقة كما يلي:

حددتها دراسة محمد (٢٠١٢، ٥٥) في المهارات التالية:

- الشعور بالمشكلة البيئية.
- تحديد المشكلة البيئية.
- جمع البيانات والمعلومات المتعلقة بالمشكلة البيئية.
- تنظيم المعلومات البيئية.
- عرض المعلومات وتقويمها.
- الوصول إلى النتائج.
- تقديم حلول بسيطة للمشكلات البيئية.

وحدد Mukhopadhyay (2013, 22) مهارات حل المشكلات في المهارات التالية:

- الإحساس بالمشكلة وتحديدها.
- فرض الفروض.
- وضع بعض الحلول المحتملة للمشكلة.
- التحقق من صحة هذه الحلول.

- التوصل إلى حلول للمشكلة.

ويشير عبد المعز وآخرون (٢٠١٧، ٣٥٨) إلى أن مهارات حل المشكلات تتمثل فيما يلي:

- تحديد المشكلة وتوضيحها.
- جمع المعلومات حول المشكلة.
- فرض الفروض المناسبة.
- اختبار صحة الفروض.
- التعميم.

ويشير Sigit, et al (2020, 7) إلى أن مهارات حل المشكلات البيئية تتمثل فيما يلي:

- تحديد المشكلة البيئية.
- جمع المعلومات عن المشكلة البيئية وربطها بالمعلومات والخبرات السابقة للطالب.
- التخطيط لحل المشكلات البيئية من خلال فرض الفروض واختيار أفضلها.
- تطبيق الحل للمشكلة البيئية تحت إشراف المعلم.

ومن خلال العرض السابق يتضح أنه لا يوجد تحديد دقيق لمهارات حل المشكلات البيئية، إلا أن هناك اتفاقًا في أغلب هذه الآراء حول تصنيف هذه المهارات، والتي تتمثل في: الإحساس بالمشكلة البيئية وتحديدها، وجمع البيانات والمعلومات الخاصة بالمشكلة البيئية، وفرض الفروض، واختبار صحة الفروض، واختيار الحل المناسب للمشكلة البيئية، وهي المهارات التي تسعى الدراسة الحالية لتنميتها من خلال الوحدة المقترحة "الكيمياء الخضراء كعلاج للمشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي"، **ويتم تعريفها إجرائيا في البحث الحالي كما يلي:**

- **مهارة الإحساس بالمشكلة البيئية وتحديدها:** هي قدرة طالب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل على إدراك وجود مشكلة تسبب الضرر للبيئة وللكائنات الحية من حوله ومن ثم يجب عليه تحديد ومعرفة هذه المشكلة جيدًا وصياغتها في شكل سؤال يتم الإجابة عنه من خلال اتباع خطوات حل المشكلات البيئية.
- **مهارة جمع البيانات والمعلومات الخاصة بالمشكلة البيئية:** هي قدرة طالب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل على دراسة المشكلة البيئية جيدًا، والبحث حولها، وتجميع البيانات والمعلومات من مختلف مصادرها، ومن ثم توظيفها كخطوة أولى للاجابة عن السؤال المطروح ولحل المشكلة البيئية.

- **مهارة فرض الفروض:** هي قدرة طالب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل على اقتراح حلول تجريبية كفرضيات مبدئية، تتناسب مع المشكلة البيئية التي تمت صياغتها على هيئة سؤال يحددها.
- **مهارة اختبار صحة الفروض:** هي قدرة طالب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل على استخدام بعض الوسائل أو التجارب؛ من أجل التحقق من مدى صحة فرض معين وإمكانية تطبيقه أو البحث عن مدى فاعلية هذا الفرض.
- **مهارة اختيار الحل المناسب للمشكلة البيئية:** هي قدرة طالب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل على الوصول لأفضل الحلول ثم اختياره، بحيث يكون حلًّا صحيحًا قابلًا للتنفيذ، ومناسبًا لإمكانات المتعلم، ومناسبًا لحل المشكلة البيئية الموجودة.

ولقد اهتمت العديد من الدراسات السابقة بتنمية مهارات حل المشكلات البيئية في مجال العلوم لدى المتعلمين في المراحل المختلفة ومنها: Prastiwi, et al. (2019) التي هدفت إلي تحليل العلاقة بين القدرة الأكاديمية ومهارة حل المشكلات البيئية لدى طلاب مدارس الثانوية العليا لأديويتا في مدينة تانجيرانج بروسيا، وأسفرت عن تأكيد أهمية تنفيذ برنامج Adiwiyata القائم على دمج البيئة في المناهج الدراسية من أجل تحسين القدرة الأكاديمية للطلاب ومهارات حل المشكلات البيئية، كما أسفرت الدراسة عن وجود علاقة إيجابية بين القدرة الأكاديمية ومهارة حل المشكلات البيئية، ودراسة **Sigit, et al. (2021)** التي هدفت إلي تعرُّف مدى الارتباط بين محو الأمية البيئية والوعي البيئي والقدرة الأكاديمية وبين مهارة حل المشكلات البيئية، وأسفرت عن وجود علاقة ارتباطية قوية بين المعرفة البيئية والوعي البيئي والقدرة الأكاديمية وبين مهارات حل المشكلات البيئية، مما يدل على ارتفاع درجة محو الأمية البيئية والوعي البيئي والقدرة الأكاديمية وتنمية مهارات حل المشكلات البيئية لدى طلاب الصف الحادي عشر بمدرسة أديوياتا الثانوية العليا بأندونيسيا وذلك من خلال تطبيق برنامج Adiwiyata، ودراسة **الراعي، عبد الفتاح، جبريل، زيدان (٢٠٢٣)** التي هدفت إلي التعرف علي فاعلية برنامج ارشادي لتنمية تحقيق الذات ومهارات حل المشكلات البيئية لدى طلاب الجامعات، وأسفرت عن فاعلية البرنامج الإرشادي المقترح لتنمية تحقيق الذات ومهارات حل المشكلات البيئية.

ومن خلال العرض السابق يتضح أنه توجد علاقة وطيدة بين المشكلات البيئية والكيمياء الخضراء؛ حيث إن معرفة الطالب بالكيمياء الخضراء ودراسته لها، يجعله يوظفها في حل المشكلات البيئية الموجودة حوله، مما يعمل على تنمية مهارات حل المشكلات البيئية لديه، وبذلك تعد الكيمياء الخضراء الحل الفعال لعلاج المشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي.

اجراءات البحث:

للإجابة عن أسئلة البحث تم اتباع الإجراءات التالية:

أولاً: اعداد قائمة مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، اللازم تضمينها في الوحدة المقترحة لطلاب المرحلة الثانوية الزراعية مجال فني المعامل:

للإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث، وهو: **ما تطبيقات الكيمياء الخضراء المناسبة لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل؟** تم اعداد قائمة مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء واشتقاق منها قائمة مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء الخاصة بالوحدة المقترحة وفق الخطوات التالية:

١) اعداد قائمة مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء وفق الخطوات التالية:

أ- تحديد الهدف من اعداد القائمة:

الهدف من اعداد القائمة هو التعرف علي تطبيقات الكيمياء الخضراء في ضوء كل مبدأ من مبادئها، والاستفادة منها في اشتقاق قائمة مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء الخاصة بالوحدة المقترحة.

ب- تحديد مصادر اشتقاق القائمة:

تم اشتقاق بنود قائمة مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها **من خلال ما يلي:**

- الإطار النظري الخاص بالكيمياء الخضراء مفهومها، ونشأتها، مبادئها، وتطبيقاتها الذي تم عرضها في الفصل الثاني.
- البحوث والدراسات العربية والأجنبية التي تناولت مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.
- الكتب العربية والأجنبية التي تناولت المشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي ودور الكيمياء الخضراء في معالجتها.
- قواعد البيانات العالمية والمحلية التي تناولت مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، والمؤتمرات والمجلات العلمية التي تناولت طبيعة المشكلات البيئية الناشئة عن التفاعلات الكيميائية.

- القائمة العامة لمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.

ج- تحديد المبادئ الأساسية للقائمة:

تكونت القائمة من الاثني عشر مبدأ للكيمياء الخضراء وتطبيقاتها وهم كما يلي:

١- منع النفايات.
٢- اقتصاد الذرة.
٣- طرق تحضير كيميائية أقل خطورة.
٤- تصميم مواد كيميائية أكثر أمنًا.
٥- مذيبات ومواد مساعده أكثر أمنًا.
٦- التصميم من أجل كفاءة وتوفير الطاقة
٧- استخدام مواد خام أولية قابلة للتجديد.
٨- التقليل من المشتقات الثانوية.
٩- انتقاء العوامل الحفازة.
١٠- صمم للتحلل.
١١- مراقبة الوقت الحقيقي لمنع التلوث.
١٢- كيمياء أكثر أمنًا لتجنب الحوادث.

د- اعداد الصورة الأولية لقائمة مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها:

تم إعداد القائمة في صورتها الأولية من خلال وضع (١٢) مبدأ للكيمياء الخضراء، وأمام كل مبدأ تم وضع التطبيقات المرتبطة بكل منها وعددها (٩٨) تطبيق.

هـ- الضبط العلمي للقائمة:

تم عرض هذه القائمة علي مجموعة من السادة المحكمين* في مجال مناهج وطرق تدريس العلوم في كليات التربية، وأساتذة الكيمياء في كليات العلوم وذلك للحكم علي مدى صلاحيتها من حيث:

- مدى مناسبة كل مبدأ من هذه المبادئ لطلاب المرحلة الثانوية الزراعية مجال فني المعامل.
- مدى ارتباط كل مبدأ من هذه المبادئ بالتطبيقات التي تنتمي إليه.
- درجة أهمية كل مبدأ من مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.
- إضافة أو تعديل أي تطبيق ترونه مناسب لطلاب المرحلة الثانوية الزراعية مجال فني المعامل.

* ملحق (٢) قائمة بأسماء السادة المحكمين.

وفي ضوء ما سبق تم إجراء بعض التعديلات حول الصياغة اللفظية لبعض التطبيقات، وتعديل بعض التطبيقات المندرجة تحت كل مبدأ من مبادئ الكيمياء الخضراء بما يلائم هذا المبدأ، والتأكد من عدم تكرار أي تطبيق في أكثر من مبدأ مبادئ الكيمياء الخضراء.

و- اعداد الصورة النهائية للقائمة:

بعد إجراء التعديلات اللازمة في ضوء الآراء السابقة، تم الوصول إلي القائمة في صورتها النهائية*، والتي تتضمن (١٢) مبدأ للكيمياء الخضراء و(٩٧) تطبيقًا مرتبطًا بها، وبذلك يمكن الاعتماد عليها في اشتقاق قائمة مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء الخاصة بالوحدة المقترحة.

٢) اعداد قائمة مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها الخاصة بالوحدة المقترحة وفق الخطوات التالية:

أ- تحديد الهدف من اعداد القائمة:

تحديد مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء الخاصة بالوحدة المقترحة والاستفادة منها في اعداد قائمة بموضوعات الوحدة الرئيسية والفرعية وتطبيقات الكيمياء الخضراء المتضمنة بالوحدة، وفي اعداد قائمة معايير أهداف ومحتوي الوحدة المقترحة، وكذلك توظيفها كأساس يتم في اطاره اعداد الوحدة المقترحة لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.

ب- اعداد الصورة الأولية لقائمة مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها الخاصة بالوحدة:

تم إعداد القائمة في صورتها الأولية من خلال وضع (١٢) مبدأ للكيمياء الخضراء، وأمام كل مبدأ تم وضع التطبيقات المرتبطة بكل منها وعددها (٧١) تطبيق من خلال اشتقاقها من القائمة العامة لمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.

ج- الضبط العلمي للقائمة:

تم عرض هذه القائمة علي مجموعة من السادة المحكمين في مجال مناهج وطرق تدريس العلوم في كليات التربية، وأساتذة الكيمياء في كليات العلوم وذلك للحكم علي مدى صلاحيتها من حيث:

- مدى مناسبة كل مبدأ من هذه المبادئ لطلاب المرحلة الثانوية الزراعية مجال فني المعامل.
- مدى ارتباط كل مبدأ من هذه المبادئ بالتطبيقات التي تنتمي إليه.

* ملحق (٣) قائمة مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في صورتها النهائية.

- درجة أهمية كل مبدأ من مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.
- إضافة أو تعديل أي تطبيق ترونه مناسب لطلاب المرحلة الثانوية الزراعية مجال فني المعامل.

وفي ضوء ما سبق تم إجراء بعض التعديلات حول الصياغة اللفظية لبعض التطبيقات، وتعديل بعض التطبيقات المندرجة تحت كل مبدأ من مبادئ الكيمياء الخضراء بما يلائم هذا المبدأ، والتأكد من عدم تكرار أي تطبيق في أكثر من مبدأ مبادئ الكيمياء الخضراء.

د- اعداد الصورة النهائية للقائمة:

بعد إجراء التعديلات اللازمة في ضوء السادة المحكمين، تم الوصول إلي القائمة في صورتها النهائية*، والتي تتضمن (١٢) مبدأ للكيمياء الخضراء و(٧١) تطبيقًا مرتبطًا بها، وبذلك يمكن الاعتماد عليها في إعداد معايير الأهداف والمحتوي الخاصة بالكيمياء الخضراء والمتضمنة بالوحدة المقترحة.

٣) اعداد قائمة الموضوعات الرئيسية والفرعية للوحدة المقترحة وتطبيقات الكيمياء الخضراء المتضمنة بالوحدة وفق الخطوات التالية:

أ- تحديد الهدف من اعداد القائمة:

تحديد الموضوعات الرئيسية للوحدة المقترحة (دروس الوحدة) والمناسبة لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل، وتحديد الموضوعات الفرعية المناسبة مع كل موضوع رئيسي، وتحديد تطبيقات الكيمياء الخضراء المناسبة مع كل موضوع رئيسي وذلك بالإستعانة بقائمة مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها الخاصة بالوحدة المقترحة.

ب- اعداد الصورة الأولية لقائمة موضوعات الوحدة الرئيسية والفرعية وتطبيقات الكيمياء الخضراء المتضمنة بالوحدة:

تم إعداد القائمة في صورتها الأولية من خلال وضع الموضوعات الأساسية المتضمنة بالوحدة المقترحة، ووضع الموضوعات الفرعية وتطبيقات الكيمياء الخضراء المتضمنة بكل موضوع من الموضوعات الأساسية للوحدة.

ج- الضبط العلمي للقائمة:

* ملحق (٤) قائمة مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها الخاصة بالوحدة المقترحة.

تم عرض هذه القائمة علي مجموعة من السادة المحكمين في مجال مناهج وطرق تدريس العلوم في كليات التربية، وأساتذة الكيمياء في كليات العلوم وذلك للحكم علي مدى صلاحيتها من حيث:

- ❖ مدى صحتها من الناحية العلمية.
- ❖ مدى مناسبة موضوعات الوحدة المقترحة لطلاب المرحلة الثانوية الزراعية مجال فني المعامل.
- ❖ مدى مناسبة كل موضوع من الموضوعات الفرعية للموضوع الرئيسي التابع له.
- ❖ مدى مناسبة كل تطبيق من تطبيقات الكيمياء الخضراء للموضوع الرئيسي التابع لها.
- ❖ دقة صياغتها.
- ❖ إضافة أو تعديل أو اقتراح أي بنود ترونها مناسبة.

د- اعداد الصورة النهائية للقائمة:

أشار المحكمون إلي جودة الموضوعات المقدمة وإلي مناسبة الموضوعات الفرعية وتطبيقات الكيمياء الخضراء مع الموضوعات الرئيسية ومع تطبيقات الكيمياء الخضراء، وقد تم وضع القائمة في صورتها النهائية*.

ثانياً: اعداد قائمة بالمعايير التي ينبغي مراعاتها في أهداف ومحتوي الوحدة المقترحة في الكيمياء الخضراء لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل:

للإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة الدراسة وهو: **ما المعايير التي ينبغي مراعاتها عند بناء وحدة مقترحة في الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل؟** تم اعداد قائمتين بالمعايير التي ينبغي مراعاتها في أهداف ومحتوي الوحدة المقترحة **وفق الخطوات التالية:**

١. **اعداد قائمة بالمعايير التي ينبغي مراعاتها في أهداف الوحدة المقترحة في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها:**

تم اعداد قائمة بالمعايير التي ينبغي مراعاتها في أهداف الوحدة المقترحة وفقًا للخطوات التالية:

أ- تحديد الهدف من اعداد القائمة:

* ملحق (٥) قائمة بموضوعات وتطبيقات الكيمياء الخضراء المتضمنة بالوحدة.

الهدف من اعداد القائمة هو تحديد المعايير الخاصة بالأهداف في المجالات الثلاثة المعرفية والمهارية والوجدانية والتي ينبغي مراعاتها في الوحدة المقترحة، وكذلك توظيفها كأساس يتم في اطاره اعداد الوحدة المقترحة لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.

ب- تحديد مصادر اشتقاق القائمة:

تم اشتقاق بنود قائمة معايير أهداف الوحدة المقترحة **في ضوء ما يلي:**

- الإطار النظري الخاص بالكيمياء الخضراء مفهومها، ونشأتها، مبادئها، وتطبيقاتها الذي تم عرضه في الفصل الثاني.
- المشكلات البيئة ذات المنشأ الكيميائي والتي تم عرضها في الإطار النظري في الفصل الثاني.
- البحوث والدراسات العربية والأجنبية التي تناولت مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.
- الكتب العربية والأجنبية التي تناولت المشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي ودور الكيمياء الخضراء في معالجتها.
- القائمة الخاصة بموضوعات الوحدة المقترحة والتي تم اعدادها.
- القائمة الخاصة بمبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء المتضمنة في الوحدة المقترحة والتي تم اعدادها.

ج- اعداد الصورة الأولية لقائمة معايير أهداف الوحدة المقترحة:

تم اعداد القائمة في صورتها الأولية؛ حيث اشتملت علي جزئين الأول: المعايير الخاصة بمفهوم الكيمياء الخضراء ونشأتها وأهميتها، والثاني: المعايير الخاصة بمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، بإجمالي (١٣) معيار يلي كل معيار مجموعة المؤشرات الخاصة به، وقد تكونت من (٥٥) مؤشرًا في الجانب المعرفي، (٣٦) مؤشرًا في الجانب المهاري، (٣٤) مؤشرًا في الجانب الوجداني.

د- الضبط العلمي لقائمة أهداف الوحدة المقترحة:

تم عرض القائمة في صورتها الأولية علي مجموعة من السادة المحكمين للاستفادة من آرائهم في مدى صحتها لغويًا وعلميًا ومناسبتها للهدف الذي أعدت لقياسه؛ وقد تم اجراء التعديلات اللازمة مثل: اعادة صياغة بعض المؤشرات، وبذلك أصبحت قائمة معايير أهداف

الوحدة المقترحة لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل في صورتها النهائية*.

٢. **اعداد قائمة بالمعايير التي ينبغي مراعاتها في محتوي الوحدة المقترحة في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها:**

تم اعداد قائمة بالمعايير التي ينبغي مراعاتها في محتوي الوحدة المقترحة وفقًا للخطوات التالية:

أ- تحديد الهدف من اعداد القائمة:

الهدف من اعداد القائمة هو تحديد المعايير الخاصة بالمحتوي والتي ينبغي توافرها في الوحدة المقترحة، وكذلك توظيفها كأساس يتم في اطاره اعداد الوحدة المقترحة لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.

ب- تحديد مصادر اشتقاق القائمة:

تم اشتقاق بنود قائمة معايير محتوي الوحدة المقترحة **في ضوء ما يلي:**

- الإطار النظري الخاص بالكيمياء الخضراء مفهومها، ونشأتها، مبادئها، وتطبيقاتها الذي تم عرضه في الفصل الثاني.
- المشكلات البيئة ذات المنشأ الكيميائي والتي تم عرضها في الإطار النظري في الفصل الثاني.
- البحوث والدراسات العربية والأجنبية التي تناولت مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.
- الكتب العربية والأجنبية التي تناولت المشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي ودور الكيمياء الخضراء في معالجتها.
- القائمة الخاصة بموضوعات الوحدة المقترحة والتي تم اعدادها.
- القائمة الخاصة بمبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء المتضمنة في الوحدة المقترحة والتي تم اعدادها.
- القائمة الخاصة بمعايير أهداف الوحدة المقترحة والتي تم اعدادها.

ج- اعداد الصورة الأولية لقائمة محتوي الوحدة المقترحة:

تم اعداد القائمة في صورتها الأولية؛ حيث اشتملت علي جزئين الأول: المعايير الخاصة بمفهوم الكيمياء الخضراء ونشأتها وأهميتها، والثاني: المعايير الخاصة بمبادئ الكيمياء الخضراء

* ملحق (٦) قائمة معايير أهداف الوحدة المقترحة.

وتطبيقاتها، بإجمالي (١٣) معيار يلي كل معيار مجموعة المؤشرات الخاصة به بإجمالي (٦٤) مؤشرًا.

د- الضبط العلمي لقائمة محتوي الوحدة المقترحة:

تم عرض القائمة في صورتها الأولية علي مجموعة من السادة المحكمين للاستفادة من آرائهم في مدى صحتها لغويًا وعلميًا ومناسبتها للهدف الذي أعدت لقياسه؛ وقد تم اجراء التعديلات اللازمة ومنها تعديل صياغة بعض المؤشرات، وبذلك أصبحت قائمة المعايير التي ينبغي مراعاتها في محتوي الوحدة المقترحة لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل في صورتها النهائية*.

ثالثاً: إعداد الإطار العام للوحدة المقترحة في الكيمياء الخضراء لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل، مع الالتزام بأسس ومعايير بناء الوحدة المقترحة:

للإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة الدراسة وهو: **ما الوحدة الدراسية المقترحة في الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل؟** تم اجراء الخطوات التالية:

أ- اعداد كتاب الطالب في الوحدة المقترحة:

تم اعداد كتاب الطالب في وحدة "الكيمياء الخضراء كعلاج للمشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي" في ضوء الخطوات التالية:

❖ **اعداد المحتوي العلمي:** تم اعداد وصياغة المحتوي العلمي للوحدة في ضوء ما يلي:

- الموضوعات الرئيسية والفرعية التي تم تحديدها للوحدة في ضوء قائمة موضوعات الوحدة.
- الأهداف التي تمت صياغتها للوحدة في ضوء قائمتي معايير الأهداف والمحتوي الخاصة بالوحدة المقترحة.
- الكتب والمراجع العلمية التي تناولت موضوعات الوحدة، ومواقع الانترنت والفيديوهات التعليمية التي تم عرضها في نهاية كتاب الطالب.

❖ **دروس الوحدة:** حيث تضمنت ستة دروس موضحه كما يلي:

- **الدرس الأول:** الكيمياء الخضراء والمشكلات البيئية الكيميائية.
- **الدرس الثاني:** مشكلة المواد السامة والخطيرة.
- **الدرس الثالث:** مشكلة التلوث الكيميائي.

* ملحق (٧) قائمة معايير محتوي الوحدة المقترحة.

- **الدرس الرابع:** مشكلة استنزاف مصادر الطاقة والوقود الأحفوري.
- **الدرس الخامس:** مشكلة الثبات الكيميائي والتراكم الحيوي للمواد.
- **الدرس السادس:** مشكلة الحوادث الكيميائية.

وعند صياغة الوحدة تم مراعاة ما يلي:

- أن يبدأ كل درس بالعنوان، ويكون دالًا علي الفكرة العامة للدرس.
- التتابع والتنظيم المنطقي لمحتوي دروس الوحدة، حتي يكون التعلم ذا معني، مما يساعد الطلاب علي اكتساب المعلومات الجديدة للوحدة المقترحة.
- تدريب الطلاب علي ممارسة بعض مهارات حل المشكلات البيئية مثل مهارة الاحساس بالمشكلة البيئية وتحديدها، مهارة جمع البيانات والمعلومات الخاصة بالمشكلة البيئية، مهارة فرض الفروض، مهارة اختبار صحة الفروض، مهارة اختيار الحل المناسب للمشكلة البيئية.
- تزويد الطلاب ببعض المعلومات التوضيحية والفيديوهات التعليمية التي يستفيد منها الطلاب في فهم عناصر الدرس.
- الإستعانة بمجموعة من الأنشطة التي تتضمن بعض مصادر التعلم مثل الصور والفيديوهات التعليمية والتجارب المعملية؛ لتيسير فهم المحتوي العلمي للوحدة، وإثراء معلومات المتعلمين، وتنمية مهارات حل المشكلات البيئية لدى طلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل.
- وضع التقويم في نهاية كل موضوع من موضوعات الوحدة، واتاحة الفرصة للطلاب للإجابة عن أسئلة التقويم.

❖ **الأنشطة والوسائل التعليمية المستخدمة:**

تم اختيار الأنشطة والوسائل التعليمية للوحدة في ضوء الأهداف والمحتوي العلمي الذي تم صياغتهم لوحدة "الكيمياء الخضراء كعلاج للمشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي" وقد اشتملت علي مايلي:

- قراءة الكتب والمجلات العلمية عن المشكلات البيئية ودور الكيمياء الخضراء في الحد من هذه المشكلات من خلال بعض التطبيقات.
- البحث في شبكات الانترنت وكتابة بعض التقارير عن الكيمياء الخضراء وأهميتها في حل المشكلات البيئية، بعض البدائل الآمنة للمواد السامة والخطيرة الناتجة من الصناعات

الكيميائية وللمواد المسببة للتلوث وللمواد الثابتة كيميائيًا وللمواد تسبب الانفجارات والحوادث الكيميائية.

- عرض بعض الصور والفيديوهات عن بعض تطبيقات الكيمياء الخضراء المستخدمة في حل بعض المشكلات البيئية.
- اجراء بعض التجارب الكيميائية باستخدام الكواشف الآمنة، مواد كيميائية قابلة للتحلل، تقنية الميكروسكيل.
- عرض أنشطة تعليمية تساعد علي تنمية مهارات حل المشكلات البيئية.

❖ **أساليب التقويم المستخدمة:** تم استخدام أساليب متنوعة لتقويم تعلم الطلاب للتأكد من مدى تحقق الأهداف، ومن هذه الأساليب:

- **التقويم القبلي:** والذي تضمن طرح بعض الأسئلة للتعرف علي الخبرة السابقة الموجودة لدى الطلاب حول موضوعات الوحدة، واثارة دافعيتهم نحو تعلم الموضوع الجديد.
- **التقويم التكويني:** والذي تضمن الأسئلة الشفوية التي تم طرحها علي الطلاب أثناء تدريس موضوعات الوحدة، ومواقف تثير تفكير الطلاب وتقيس قدرتهم علي حل المشكلات البيئية التي قد تواجههم في بيئتهم أو أثناء اجراء التجارب الكيميائية في المعمل، وكتابة تقارير حول بعض الموضوعات، بالإضافة إلي الأسئلة الموضوعية والمقالية الموجودة في نهاية كل درس من دروس الوحدة.
- **التقويم النهائي:** والذي تضمن اختبار مهارات حل المشكلات البيئية لقياس قدرة الطالب علي حل المشكلات البيئية التي قد تواجه في بيئته أو أثناء اجراء التجارب الكيميائية في المعمل.

❖ **مصادر التعلم:** وتمثلت في تحديد قائمة المراجع العلمية، والمواقع الإلكترونية والمُدرجين في نهاية كتاب الطالب، ومواقع الفيديوهات المرتبطة بموضوعات الوحدة والتي تم الاستعانه بها أثناء شرح الوحدة لتعميق فهم الطلاب واكسابهم المعلومات والمهارات المرتبطة بموضوعات الوحدة، وقد تم ادراجها في نهاية كتاب الطالب.

❖ **الضبط العلمي لكتاب الطالب:** بعد الانتهاء من اعداد كتاب الطالب في صورته الأولية، تم عرض محتوي الوحدة علي مجموعة من السادة المحكمين للتأكد من صلاحية وجودة الوحدة، وقد تم اجراء التعديلات التي اقترحوها مثل: تغيير تنسيق بعض العناوين في

الدرس، وتصحيح بعض الأخطاء اللغوية، وتكبير حجم بعض الصور، وبذلك أصبح كتاب الطالب في صورته النهائية*.

ب- اعداد دليل المعلم لتدريس وحدة "الكيمياء الخضراء كعلاج للمشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي" وفقًا الخطوات التالية:

تم اعداد دليل المعلم ليتم الاستفادة منه والاسترشاد به في تدريس دروس الوحدة المقترحة "الكيمياء الخضراء كعلاج للمشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي"، وذلك لتحقيق الأهداف المرجوة منها، **وقد اشتمل الدليل علي ما يلي:**

- **مقدمة:** تم اعداد مقدمة لتوضيح الهدف من الدليل، والأشياء التي رُوعيت عند اعداده، وكذلك توضيح كيفية تدريس الوحده المقترحة "الكيمياء الخضراء كعلاج للمشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي" باستخدام الاستراتيجيات التدريسية المقترحة بهدف تنمية مهارات حل المشكلات البيئية لدي طلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل.
- **توجيهات وإرشادات عامة للمعلم:** تم تقديم مجموعة من التوجيهات والارشادات التي ينبغي علي المعلم الالتزام بها عند تدريس الوحدة المقترحة.
- **تحديد الخطة الزمنية:** وتوضح عدد الحصص اللازمة لتدريس دروس الوحدة المقترحة، والزمن المحدد لتدريس كل درس، وقد اشتملت الخطة علي توضيح لعدد الجلسات المقترحة لتدريس الموضوعات والتي تحدد ب (١٨) حصة بواقع ٤ حصص أسبوعيًا.
- **الأهداف العامة لتدريس الوحدة:** وتشمل الأهداف المعرفية، والمهارية، والوجدانية التي تسعي الوحدة لتحقيقها من خلال تدريس دروس الوحدة المقترحة.
- **الاستراتيجيات التدريسية التي يمكن استخدامها لتدريس موضوعات الوحدة:** مثل: طريقة المحاضرة، طريقة المناقشة والحوار، طريقة العرض العملي، استراتيجية البحث الجماعي للتعلم التعاوني، طريقة حل المشكلات، طريقة المختبر (التجريب المعملي)، استراتيجية K.W.L، استراتيجية ويتلي Wheatley (التعلم المتمركز حول المشكلة)؛ وتساعد هذه الاستراتيجيات علي تنمية التفكير العلمي والتعلم الذاتي والتعلم التعاوني المعتمد علي البحث واستكشاف المعلومة واجراء التجارب المعملية؛ وبالتالي يصبح دور التعلم فعالًا وايجابيًا في المواقف التعليمية المختلفة.

* ملحق (٨) كتاب الطالب في وحدة "الكيمياء الخضراء كعلاج للمشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي".

❖ **دروس الوحدة:** يتضمن كل درس من دروس الوحدة بعض الأهداف المعرفية والمهارية والوجدانية المرجوة والخاصة بموضوع كل درس، وقد تم قياس هذه الأهداف باستخدام بعض الأساليب التقويمية، وبعض المواد والوسائل التعليمية الازمة لتنفيذ الأنشطة التعليمية والتجارب المعملية المتضمنة في الدروس، ثم عرض خطة السير في الدرس والتي توضح الخطوات الإجرائية التي يقوم بها المعلم وفقًا للإستراتيجيات المقترحة لتدريس عناصر الدرس، ثم التقويم النهائي للتأكد من تحقيق كل درس لأهدافه المرجوة.

❖ **أساليب التقويم المستخدمة:** تم تقييم الطلاب أثناء عرض الدرس وفي نهاية الدرس باستخدام مختلف أساليب التقويم المناقشات التي تدور بين الطلاب حول المشكلات البيئية موضوع الدراسة في تلك الوحدة وكيفية حلها من خلال الكيمياء الخضراء، وكتابة تقارير عن بعض موضوعات الوحدة، اجراء بعض التجارب الكيميائية في سياق بعض تطبيقات الكيمياء الخضراء التي يتم دراستها في بعض موضوعات الوحدة، والأسئلة المقالية والموضوعية في نهاية كل درس.

❖ **مراجع للمعلم:** في نهاية دليل المعلم تم وضع قائمة بالكتب والمراجع العلمية والمواقع الإلكترونية ومواقع الفيديوهات التعليمية، والتي يمكن أن يستفيد منها المعلم في شرح الوحدة والبحث في موضوعات الوحدة.

❖ **الضبط العلمي لدليل المعلم:** بعد الانتهاء من إعداد دليل المعلم تم عرضه علي مجموعة من السادة المحكمين للتأكد من صلاحيته، وقد تم اجراء التعديلات التي اقترحوها مثل: تعديل الصياغة اللغوية لبعض أهداف دروس الوحدة، والتنوع في أسئلة التقويم في بعض موضوعات الوحدة، وبذلك أصبح الدليل في صورته النهائية*.

رابعاً: قياس فاعلية الوحدة المقترحة في الكيمياء الخضراء لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل:

للإجابة عن السؤال الرابع وهو: **ما فاعلية الوحدة المقترحة في الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في تنمية مهارات حل المشكلات البيئية للكيمياء الخضراء لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل؟** تم اعداد أداة البحث وتنفيذ تجربة البحث وفقًا للخطوات التالية:

* ملحق (٩) دليل المعلم في وحدة "الكيمياء الخضراء كعلاج للمشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي".

١) إعداد اختبار مهارات حل المشكلات البيئية لوحدة "الكيمياء الخضراء كعلاج للمشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي":

تم إعداد اختبار مهارات حل المشكلات البيئية في الوحدة المقترحة وفقًا للخطوات التالية:

❖ **تحديد الهدف من الاختبار:**

هدف الاختبار إلي قياس مستوى طلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل في بعض مهارات حل المشكلات البيئية، وقد تضمن هذا الاختبار خمسة مهارات رئيسية وهي: (الاحساس بالمشكلة البيئية وتحديدها – جمع البيانات والمعلومات الخاصة بالمشكلة البيئية – فرض الفروض – اختبار صحة الفروض – اختيار الحل المناسب للمشكلة البيئية).

❖ **صياغة مفردات الاختبار:**

صيغت مفردات الاختبار في صورة الاختيار من متعدد، وقد اشتملت كل مفردة علي مقدمة عبارة عن موقف ومشكلات حياتية وبيئية وعلمية تتطلت حلها، ولكل موقف أربعة بدائل (استجابات) مختلفة، يعكس كل منها تصرفًا معينًا تجاهها، ثم يطلب من الطالب اختيار البديل المناسب من وجهة نظره.

❖ **صياغة تعليمات الاختبار:**

تم صياغة تعليمات الاختبار ليسترشد بها الطلاب عند الإجابة عن مفردات الاختبار وقد رُوعي عند صياغتها الدقة والوضوح، كما تضمنت التنبيه علي الطلاب باتباع ما يلي:

- قرأة كل موقف من المواقف والمشكلات البيئية المختاره جيدًا وفحص البيانات الواردة بها جيدًا ثم وضع علامة (√) أمام البديل المناسب في المكان المخصص للإجابة.
- اختيار اجابة واحدة فقط والتي يعتقد أنها الاجابة الصحيحة.
- لا يختار أكثر من اجابة للمفردة الواحدة.
- التأكد من الإجابة عن جميع المفردات في الاختبار.
- الالتزام بالزمن المحدد للاختبار وهو ٦٠ دقيقة.

❖ **اعداد الصورة الأولية للاختبار**، وقد اشتملت علي ما يلي:

- **كراسة الأسئلة:** والتي اشتملت علي صفحة تعليمات الاختبار متضمنةً مثالًا عن كيفية الإجابة عن مفردات الاختبار – ومفردات الاختبار والتي تضمنت (٣٠) مفردة ويلي كل مفردة أربعة بدائل.

- **نموذج الإجابة:** وهي ورقة الاجابة عن كراسة الأسئلة، ويقوم فيها الطالب بكتابة بياناته، واختيار البديل المناسب لكل مفردة بوضع علامة (√) أمام البديل الذي يراه مناسب من بين البدائل الأربعة، **والجدول التالي يوضح ذلك:**

جدول (١) مواصفات اختبار مهارات حل المشكلات البيئية في صورته الأولية

المهاره	أرقام المفردات	عدد المفردات
مهارة الاحساس بالمشكلة البيئية وتحديدها.	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦	٦
مهارة جمع البيانات والمعلومات الخاصة بالمشكلة البيئية.	٧، ٨، ٩، ١٠، ١١	٦
مهارة فرض الفروض.	١٢، ١٣، ١٤، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨	٦
مهارة اختبار صحة الفروض.	١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤	٦
مهارة اختيار الحل المناسب للمشكلة البيئية.	٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨، ٢٩، ٣٠	٦
المجموع		٣٠ مفردة

وتم عرض الاختبار في صورته الأولية علي مجموعة من السادة المحكمين لإبداء آرائهم حول ما يلي:

- مدى وضوح ودقة تعليمات الاختبار.
- مدى مناسبة كل مفردة من هذه المفردات للطلاب.
- مدى ارتباط كل مفردة من هذه المفردات بالمهارة التي تنتمي إليها.
- مدي صحة مفردات الاختبار من الناحية اللغوية والعلمية.
- إضافة أو تعديل أي عبارات وفق ما يرونه مناسبًا لمزيد من ضبط اختبار مهارات حل المشكلات البيئية.

❖ **التجربة الاستطلاعية للاختبار:**

تم تطبيق اختبار مهارات حل المشكلات البيئية علي عينة مكونة من (٣٤) طالبة من طلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل والتي تمثل فصل (١/٢) من مدرسة الثانوية الزراعية العسكرية المشتركة بميت غمر، وذلك يوم ٢٠٢٣/١٠/٤م، ثم أعيد الاختبار مرة أخرى بعد (١٤) يومًا بهدف حساب صدق وثبات وزمن الاختبار كما يلي:

أ- حساب صدق الاختبار:

تم حساب صدق الاختبار بالطرق الآتية:

- **الصدق التكوينى:**

تم حساب الصدق التكوينى لاختبار حل المشكلات البيئية من خلال حساب قيمة:

معامل الارتباط بين درجة المفردة فى كل مهارة والدرجة الكلية للمهارة التى تنتمى إليها المفردة، وكذلك تم حساب معامل الارتباط بين درجة كل مفردة والدرجة الكلية للاختبار.

كما تم حساب صدق مهارات اختبار حل الشكلات البيئية عن طريق حساب معامل الارتباط بين درجة كل مهارة والدرجة الكلية للاختبار، وكذلك بين مهارات الاختبار وبعضها البعض.

وقد كانت جميع معاملات الإرتباط دالة عند مستوى دلالة (٠.٠٥)، (٠.٠١) وهو ما يشير إلي تحقق الصدق التكوينى لاختبار حل المشكلات البيئية.

- **الصدق التمييزى لاختبار حل المشكلات البيئية:**

للتحقق من القدرة التمييزية لاختبار حل المشكلات البيئية؛ تم حساب الصدق التمييزى؛ حيث تم أخذ ٢٧٪ من الدرجات المرتفعة من درجات العينة الاستطلاعية، ٢٧٪ من الدرجات المنخفضة للعينة الاستطلاعية، وتم استخدام اختبار مان- ويتنى اللابارامتري Mann- Test Whitney للتعرف علي دلالة الفروق بين هذه المتوسطات.

وفيما يلي جدول يوضح نتائج الفروق بين المتوسطات الحسابية وقيمة z بين المجموعتين، وكانت النتائج على النحو الآتى:

جدول (٢) نتائج الفروق بين المتوسطات الحسابية وقيمة z بين المجموعتين لاختبار حل المشكلات البيئية

المجموعة	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة "Z"	مستوى الدلالة
مجموعة المستوى الميزانى المرتفع	٧	١١.٠٠	٧٧.٠٠	٣.١٤٤	دالة عند مستوى ٠.٠١
مجموعة المستوى الميزانى المنخفض	٧	٤.٠٠	٢٨.٠٠		

ويتضح من الجدول وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) بين المستويين مما يوضح أن اختبار حل المشكلات البيئية على درجة عالية من الصدق التمييزى.

ب- حساب معامل ثبات الاختبار:

تم حساب ثبات اختبار حل المشكلات البيئية من خلال:

- **طريقة ألفا كرونباخ:**

حيث تم حساب معامل ألفا كرونباخ باستخدم برنامج SPSS V.18 وذلك لكل مهارة من مهارات اختبار حل المشكلات البيئية على حده وكذلك للاختبار ككل.

وقد تراوحت قيمة معامل الثبات للاختبار ككل ولكل مهارة من مهاراته ما بين (٠.٧٠٨ – ٠.٩٣١)؛ وجميعها قيم مرتفعة، مما يدل على ثبات الإختبار وإمكانية الوثوق فى نتائجه.

- **طريقة إعادة تطبيق الاختبار:**

تم حساب معامل الارتباط لبيرسون باستخدم برنامج SPSS V.18 بين درجات الطلاب فى التطبيقين، وذلك لكل مهارة من مهارات اختبار حل المشكلات البيئية على حده وكذلك للاختبار ككل.

وقد تراوحت قيمة معامل الإرتباط للاختبار ككل ولكل مهارة من مهاراته بين (٠.٨٠٦ – ٠.٩٥٧) وهي قيمة مرتفعة ودالة عند مستوى دلالة (٠.٠١)؛ مما يدل على ثبات الإختبار وإمكانية الوثوق فى نتائجه.

ج- حساب الزمن المناسب للاختبار:

تم حساب الزمن المناسب للإجابة عن أسئلة الاختباراستخدام معادلة حساب الزمن (السيد، ٢٠٠٨، ٤٦٧)، ووجد أن الزمن المناسب للاختبار هو (٤٥) دقيقة، كما وجد أن الزمن المناسب لقراءة تعليمات الاختبار هو (٥) دقائق، وبناءً على ذلك فإن الزمن المناسب لقراءة تعليمات الاختبار والإجابة عن مفرداته هو (٥٠) دقيقة.

د- طريقة تصحيح الاختبار:

تم إعداد مفتاح تصحيح الاختبار* ليتم تصحيح أوراق اجابة الطلاب في ضوئه، كما تم تصحيح الاختبار باعطاء الطالب (درجة واحدة) علي الاجابة الصحيحة ودرجة (صفر) علي الإجابة الخطأ، وبالتالي تكون الدرجة العظمى للاختبار هي (٣٠) درجة، والدرجة الصغرى للاختبار هي (صفر).

وبعد اجراء تعديلات المحكمين، وحساب الصدق والثبات، أصبح اختبار مهارات حل المشكلات البيئية في صورته النهائية* وصالحًا للتطبيق كأداة صادقة وثابتة لقياس مستوى مهارات حل المشكلات البيئية لدى طلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل.

٢) تنفيذ تجربة البحث:

تم تنفيذ التجربة وفقًا للخطوات التالية:

١. **تحديد التصميم التجريبي:**

يهدف تجريب الوحدة إلي قياس فعاليتها في تنمية مهارات حل المشكلات البيئية، لذا تم اختيار نموذج التصميم التجريبي القائم علي المجموعة الواحدة (تطبيق قبلي وبعدي)، وذلك لمناسبته لطبيعة الدراسة.

٢. **اختيار مجموعة البحث:**

تم اختيار مجموعة الدراسة من طالبات الصف الثاني الثانوي مجال فني المعامل بمدرسة ميت غمر الثانوية الزراعية العسكرية، وقد بلغ عددهم (٥٥) طالبة من فصل (٢/٢).

٣. **التطبيق القبلي لأداة البحث:**

* ملحق (١٣) مفتاح تصحيح اختبار مهارات حل المشكلات البيئية في وحدة "الكيمياء الخضراء كعلاج للمشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي" لطلاب الصف الثاني الثانوي الزراعي مجال فني المعامل.

* ملحق (١٢) اختبار مهارات حل المشكلات البيئية في وحدة "الكيمياء الخضراء كعلاج للمشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي".

تم تطبيق اختبار مهارات حل المشكلات البيئية قبليًا علي مجموعة البحث، ورصد النتائج.

٤. **التدريس لمجموعة البحث:**

تم تنفيذ التجربة بداية من الثلاثاء ٢٠٢٣/١٠/٢٣م بما يعادل (١٨) حصة ولمدة شهر تقريبًا، حيث قام معلم الكيمياء الأساسي – القائم بالتدريس للفصل – بتدريس الوحدة المقترحة "الكيمياء الخضراء كعلاج للمشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي"، وذلك تحت اشراف الباحثة حيث قامت الباحثة بزيارة المعلم مرتين قبل البدء في عملية التدريس، وشرحت له كيفية التدريس باستخدام الإستراتيجيات التالية: (طريقة المحاضرة – طريقة المناقشة والحوار – طريقة العرض العملي – استراتيجية البحث الجماعي للتعلم التعاوني – طريقة حل المشكلات – طريقة المختبر (التجريب المعملي) – استراتيجية K.W.L – استراتيجية ويتلي Wheatley (التعلم المتمركز حول المشكلة))، وتقديم دليل للمعلم يوضح كيفية التدريس بإستخدام تلك الإستراتيجيات، وتقديم كتاب الطالب في الوحدة المقترحة للطالبات، كما حضرت الباحثة حصتين مع الطالبات قبل بداية التطبيق بهدف شرح وتوضيح مبادئ الكيمياء الخضراء وأهمية توظيفها في التطبيقات الصناعية الكيميائية لعلاج مختلف المشكلات البيئية الناتجة عن الصناعات الكيميائية.

وتم توضيح أهمية الوحدة للطلاب، وتشجيعهم علي المشاركة في الأنشطة المختلفة، وعلي اجراء بعض التجارب المعملية الخاصة بدروس الوحدة، والحرص علي قيامهم بالبحث في مواقع الانترنت للوصول لمزيد من المعلومات عن موضوعات الوحدة وقيامهم بكتابة تقارير مبسطة عن بعض هذه الموضوعات؛ **ولاحظت الباحثة** اهتمام الطالبات بالتعرف علي موضوعات الوحدة المقترحة، وزيادة حماسهن للتعرف على المزيد من المعلومات حول الكيمياء الخضراء، وقد تساءلت كثير من الطالبات حول امكانية تطبيق التفاعلات الكيميائية الخضراء في المعامل المدرسية نظرًا لأهميتها في حل المشكلات البيئية التى قد تواجههن مستقبلًا أثناء عملهن في معامل الكيمياء.

٥. **التطبيق البعدي لأداة البحث:**

بعد الانتهاء من تدريس الوحدة، تم تطبيق اختبار مهارات حل المشكلات البيئية بعديًا علي مجموعة الدراسة، وتم رصد النتائج وذلك لمعالجتها إحصائيًا للوصول إلي نتائج البحث، والخروج منها بالتوصيات والمقترحات التي يمكن تطبيقها.

نتائج البحث:

١- عرض ومناقشة النتائج الخاصة بفرض البحث:

لاختبار صحة فرض البحث والذى ينص على أنه "**يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات حل المشكلات البيئية، لصالح التطبيق البعدي**" تم حساب قيمة " ت " لمعرفة دلالة الفروق بين متوسطى درجات طالبات مجموعة الدراسة فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار مهارات حل المشكلات البيئية، ولقياس حجم تأثير المعالجة التجريبية فى مهارات حل المشكلات البيئية تم حساب حجم التأثير (η^2)، والجدول الآتى يوضح ذلك:

جدول (٢) "قيمة " ت " لدلالة الفروق بين متوسطى درجات طلاب مجموعة الدراسة فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار مهارات حل المشكلات البيئية"، وكذلك حجم التأثير (ن = ٥٥) عند درجات حرية (٥٤)

المهارة	الدرجة العظمى	التطبيق	المتوسط الحسابى	الانحراف المعيارى	قيمة "ت"	مستوى الدلالة	حجم التأثير η^2
الاحساس بالمشكلة البيئية وتحديدها	٦	القبلى	٢.١٦	٠.٧٦	١٥.٦٦٥	٠.٠١	٠.٨٢٠
		البعدى	٥.٠٩	١.٠٨			
جمع البيانات والمعلومات الخاصة بالمشكلة البيئية	٦	القبلى	١.٩٨	٠٧٦	١٧.٦٦٥	٠.٠١	٠.٨٥٢
		البعدى	٤.٨٩	١.٠٨			
فرض الفروض	٦	القبلى	١.٤٥	١.٠٥	١٥.٣٥٦	٠.٠١	٠.٨١٤
		البعدى	٤.٦٩	١.٢٠			
اختبار صحة الفروض	٦	القبلى	١.٥١	١.٠٢	١٦.٨٩٦	٠.٠١	٠.٨٤١
		البعدى	٤.٨٥	١.١١			
اختيار الحل المناسب للمشكلة البيئية	٦	القبلى	١.٦٠	١.٠٨	١٤.٢٩٧	٠.٠١	٠.٧٩١
		البعدى	٤.٧٣	١.١٨			
الاختبار ككل	٣٠	القبلى	٨.٧١	٢.٤٥	٣٤.٨٨٩	٠.٠١	٠.٩٥٨
		البعدى	٢٤.٢٥	٢.٥٥			

يتضح من الجدول السابق:

- وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.01$) بين متوسطى درجات طلاب مجموعة الدراسة فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار مهارات حل المشكلات البيئية ككل وفى كل مهارة على حده، لصالح درجات التطبيق البعدى، وهذا يشير إلى قبول فرض البحث.
- تشير قيمة مربع ايتا (η^2) والتي تتراوح بين (٠.٧٩١ – ٠.٩٥٨) إلي أن نسبة من ٧٩.١ % إلي ٩٥.٨ % من التباين الكلي لدرجات الطلاب في كل مهارة من مهارات حل المشكلات البيئية ترجع إلي دراسة الوحدة المقترحة، وهذا يدل علي أن دراسة وحدة "الكيمياء الخضراء كعلاج للمشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي" قد أدي إلي تحسن ملحوظ في كل مهارة من مهارات حل المشكلات البيئية (الاحساس بالمشكلة البيئية وتحديدها – جمع البيانات والمعلومات الخاصة بالمشكلة البيئية – فرض الفروض – اختبار صحة الفروض – اختيار الحل المناسب للمشكلة البيئية).

وبذلك يتحقق صحة فرض البحث، **ويمكن تفسير تلك النتائج كالتالي:**

- عرض موضوعات الوحدة المقترحة لبعض المشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي والتي من الممكن أن تتعرض لها الطالبات سواء في بيئتهم أو عند عملهم بمعامل الكيمياء فيما بعد، مما ساعد الطالبات علي الالمام بطبيعة هذه المشكلات البيئية والتعرف علي أبعادها وأضرارها من أجل السعي لحل تلك المشكلات البيئية، مما أسهم في تنمية مهارة الاحساس بالمشكلة البيئية وتحديدها.
- تشجيع الطلاب علي البحث وكتابة التقارير عن موضوعات الوحدة المقترحة من خلال الاطلاع علي الكتب العلمية ومواقع الإنترنت مما ساعد في التعرف علي المزيد من المعلومات عن المشكلات البيئية ذات المنشأ الكيميائي والتي تم تدريسها في الوحدة المقترحة، مما أسهم في تنمية مهارة جمع البيانات والمعلومات الخاصة بالمشكلة البيئية.
- التنوع في استخدام الأنشطة التعاونية التي تتطلب اقتراح حلول لسؤال ما، كما ساعد التنوع في استخدام الاستراتيجيات المختلفة مثل طريقة المناقشة والحوار، استراتيجية البحث الجماعي للتعلم التعاوني، طريقة حل المشكلات، استراتيجية K.W.L، استراتيجية ويتلي Wheatley (التعلم المتمركز حول المشكلة)، قد أدى إلي تنوع وجهات النظر، مما ساعد علي طرح فروض أفكار جديدة ومختلفة، مما أسهم في تنمية مهارة فرض الفروض.

- توفير بيئة غنية بطرق ووسائل التحقق من صحة الفروض سواء من خلال الأنشطة التي تتطلب التحقق من صحة الفروض أو من خلال استخدام استراتيجية المختبر (التجريب المعملي) التي تتطلب اجراء تجارب كيميائية معملية يتم من خلالها التحقق من صحة فرض معين، مما أسهم في تنمية مهارة اختبار صحة الفروض.
- تعاون الطالبات فيما بينهم في ممارسة العديد من الأنشطة ومناقشتهم مع بعضهم ومع المعلم قد ساعد الطالبات علي التوصل إلي أفضل الحلول لكل مشكلة بيئية من المشكلات البيئية التي تم طرحها في الوحدة المقترحة، مما أسهم في تنمية مهارة اختيار الحل المناسب للمشكلة البيئية.

توصيات الدراسة:

في ضوء نتائج الدراسة الحالية يمكن تقديم التوصيات التالية:

- ضرورة تضمين المستحدثات الكيميائية في مقررات الكيمياء سواء للمرحلة الثانوية الزراعية مجال فني المعامل أو لمرحلة الثانوية العامة، وذلك بما يواكب التوجهات المستقبلية.
- تضمين المشكلات والقضايا البيئية في مقررات الكيمياء سواء للمرحلة الثانوية الزراعية مجال فني المعامل أو لمرحلة الثانوية العامة.
- الاهتمام بإكساب الطلاب السلوكيات البيئية المرغوبة، وتنمية اتجاهاتهم للسعي لحل المشكلات البيئية.
- ضرورة الاهتمام بتنمية مهارات حل المشكلات البيئية لدى الطلاب في مراحل التعليم المختلفة وذلك من أجل تطوير مهارات التفكير العليا لديهم وتحفيز فضولهم وزيادة وعيهم بالمشكلات البيئية وطرق حلها وتنمية الجوانب الإبداعية لديهم.
- عمل دورات تدريبية لمعلمي الكيمياء أثناء الخدمة وذلك لتعريفهم بمختلفة المستحدثات الكيميائية وأهميتها في مواجهة التحديات المستقبلية.
- عقد دورات تدريبية تهتم بالكيمياء الخضراء وتطبيقاتها للطلاب المعلمين قبل وأثناء الخدمة.
- ضرورة بناء وحدات أخرى عن مختلف المستحدثات الكيميائية وتضمينها في مقررات الكيمياء للمرحلة الثانوية.

- الاهتمام باستخدام استراتيجيات تدريسية حديثة تلائم مقررات الكيمياء بالمرحلة الثانوية وتجعل دور المتعلم فيها نشط تنمو لديه مختلف المهارات بما فيها مهارات حل المشكلات البيئية بدلا من استراتيجيات التدريس التقليدية التي تجعل المتعلم متلقي للمعلومة فقط.

مقترحات الدراسة:

تقترح الدراسة الحالية القيام بالبحوث التالية:

- تطوير مناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية الزراعية مجال فني المعامل في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.
- تطوير مناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية ووضع تصور مقترح في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.
- بناء برنامج في المشكلات والقضايا البيئية قائم علي مبادئ الكيمياء الخضراء لمعلمي الخدمة قبل وأثناء الخدمة.
- فعالية وحدة مقترحة في الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في تنمية الاتجاهات البيئية لدى تلاميذ المرحلة الاعدادية.
- فعالية وحدة مقترحة في الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في تنمية الوعي البيئي لدى طلاب المرحلة الثانوية.
- وحدة مقترحة في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها وأثرها علي تنمية مفاهيم الاستدامة والاقتصاد الأخضر لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

المراجع:

أولا: المراجع العربية:-

أبو الوفا، رباب أحمد. (٢٠١٨). فاعلية مقرر مقترح للكيمياء الخضراء قائم على مبادئ التربية من أجل التنمية المستدامة (ESD) في تنمية الثقافة الكيميائية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء، *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ٢١ (٢)، ١ – ٥١.

إسماعيل، ناريمان جمعة. (٢٠١٩). أثر وحدة مقترحة في الكيمياء الخضراء على تنمية الوعى الاقتصادي والاتجاه نحو دراستها لدى طلاب المعلمين بكلية التربية، *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ٢٢ (١)، ٩١ – ١٤٦.

البار،حسن عبد القادر، مخيمر، رمضان أحمد، الجندي، ايمان محمود، الشيخ، مريم عبد الله، مدراسي، هنادى يوسف. (٢٠١٠). *منظومة الكيمياء الخضراء وعلاقتها بتقنية ميكروسيكل الكيمياء الخضراء*، المملكة العربية السعودية، جدة: سلسلة منظومة الكيمياء السعودية.

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

الحربي، إيمان بنت علي. (٢٠٢٠). *فاعلية وحدة في الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي بتطبيقاتها الحياتية ومهارات اتخاذ القرار لدي طالبات المرحلة الثانوية* (رسالة ماجستير منشورة). كلية التربية، جامعة القصيم، السعودية.

حسين، أماني اياد، علوان، لقاء حسين، أحمد، أحمد عبد الله. (٢٠٢١). تحضير وتشخيص أنابيب الكربون النانوية من مخلفات القطن الصناعية باستخدام تقنية الكيمياء الخضراء، *مجلة سامراء للعلوم الصرفة والتطبيقية*، ٣ (٣٣)، ٣١ – ٤٠.

خزيم، سعيد امام. (٢٠١٨). مقترح لتطوير التعليم الثانوي الزراعي في جمهورية مصر العربية، *مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية*، ١٠ (٣)، ٣٤٥ – ٤١١.

الراعي، شريف سعد، عبد الفتاح، محمد عبد الرازق، جبريل، ماجدة محمد، زيدان، حنان السيد. (٢٠٢٣). فاعلية برنامج ارشادي لتنمية تحقيق الذات ومهارة حل المشكلات البيئية لدى طلاب الجامعات، *مجلة العلوم البيئية*، كلية الدراسات العليا والبحوث البيئية، جامعة عين شمس، ٥٢ (٩)، ١ – ٢٥.

رضا، حنان رجاء. (٢٠١٢). استراتيجية مقترحة للتعلم الخليط قائمة علي نموذج بايبي البنائي وفاعليتها في تنمية مهارات حل المشكلات البيئية لدي طالبات كلية التربية، *الجمعية المصرية للتربية العلمية، المجلة المصرية للتربية العلمية*، ١٥ (٢)، ١٩ – ٧٤.

السيد، فؤاد البهي. (٢٠٠٨). *علم النفس الإحصائي وقياس العقل البشري*. (ط٣)، القاهرة: دار الفكر العربي.

الشحري، ايمان علي محمود. (٢٠١٩). وحدة مقترحة في "Bioplastics" في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء لتنمية مهارات المدافعة البيئية والاتجاه نحو الصحة الوقائية لدي

طلاب المرحلة الثانوية، *مجلة كلية التربية*، جامعة كفر الشيخ، ١٩ (٤)، ٢٢٣ – ٢٨٠.

شعبان، حمدي إسماعيل. (١٩٩٢). *تقويم برنامج شعبة أمناء المعامل بالمدارس الثانوية الزراعية في ضوء اكتساب الطلاب المهارات العلمية اللازمة لعملهم كأمناء معامل الكيمياء بالمدارس الثانوية العامة*. (رسالة ماجستير غير منشورة). معهد الدراسات والبحوث التربوية، جامعة القاهرة.

الشناوي، نانيس محمد. (٢٠٢٠). *فاعلية برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء في تنمية بعض المفاهيم العلمية و القيم البيئية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء* (رسالة ماجستير غير منشورة)، كلية التربية، جامعة بورسعيد.

صالح، مي محمد. (٢٠١٦). *منهج مقترح في الكيمياء للمرحلة الثانوية في ضوء مفهوم الكيمياء الخضراء و أثره علي تنمية الوعي و اتخاذ القرارات البيئية* (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية التربية، جامعة الزقازيق.

الصانع، محمد ابراهيم. (٢٠٠٢). دور التربية العلمية في المساهمة في حل المشكلات البيئية من خلال الأهداف السلوكية (نماذج وخطط مقترحة من واقع كتب العلوم باليمن)، *الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، دراسات في المناهج وطرق التدريس*، كلية التربية، جامعة عين شمس، *(٧٨)*، ١٣٥ – ١٦١.

ضحاوي، بيومي محمد، حسن، محمد النصر، عطا، رجب أحمد، شاكر، ثناء أحمد. (٢٠١٩). بعض مشكلات التعليم الثانوي الزراعي، *مجلة العلوم التربوية*، كلية التربية بالغردقة، جامعة جنوب الوادي، *(٣)*، ١٢٨ – ١٥٤.

عبد المعز، محمد سمير، أحمد، أسامة جبريل، محسن، سحر إبراهيم. (٢٠١٧). برنامج تنمية مهنية لمعلمي الكيمياء بالمرحلة الثانوية قائم علي الكيمياء الخضراء وأثره علي تنمية مهارات حل المشكلات واستيعاب المفاهيم البيئية، *مجلة العلوم التربوية*، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس، ٤٠ (١)، ٣٤٧ – ٣٧٩.

العتوم، عدنان يوسف. (٢٠١٢). *علم النفس المعرفي (النظرية والتطبيق)* (ط٣). عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

علي، حسين عباس. (٢٠٠٦). تقويم الكفايات الأدائية المعملية لدي أمناء معامل العلوم في ضوء المتطلبات العملية المعملية لمناهج العلوم بالمرحلة الإعدادية وآراء معلمي العلوم بها، *الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس*، كلية التربية، جامعة عين شمس، ١١٢، ٨٢ – ١٤٣.

علي، فاتن أحمد. (٢٠٢٠). فاعلية استخدام طريقة قبعات التفكير الست في تنمية مهارة حل المشكلات البيئية لدي الطفل في مرحلة الطفولة المبكرة، *مجلة بحوث ودراسات الطفولة*، جامعة بني سويف – كلية التربية للطفولة المبكرة، ٢ (٣)، ١٠٣ – ٢٧٠.

قاسم، مجدي عبد الوهاب. (٢٠١١أ). وثيقة معايير ضمان الجودة والاعتماد لمؤسسات التعليم الجامعي (وثيقة الثانوي العام)، الإصدار الثالث، *الهيئة القومية لضمان جودة التعليم والاعتماد، وزارة التربية والتعليم*، ١– ١٠٦.

قاسم، مجدي عبد الوهاب. (٢٠١١ب). وثيقة معايير ضمان الجودة والاعتماد لمؤسسات التعليم الجامعي (وثيقة التعليم الفني)، *الهيئة القومية لضمان جودة التعليم والاعتماد، وزارة التربية والتعليم*، ١– ١٥٦.

محسن، سحر ابراهيم. (٢٠١٨). *برنامج تنمية مهنية لمعلمي الكيمياء بالمرحة الثانوية قائم علي الكيمياء الخضراء وأثره علي تنمية مهارات حل المشكلات واستيعاب مفاهيم البيئة* (رسالة دكتوراه غير منشورة). معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس.

محمد، كريمة عبد اللاه. (٢٠٢٠). منهج مقترح في العلوم قائم علي مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها لتنمية الوعي بالاستدامة البيئية و التفكير الإيجابي لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية، *مجلة كلية التربية*، جامعة عين شمس، ٤٤ (٤)، ٢٠٩ – ٣١٤.

محمد، محمد علي. (٢٠١٨). *فاعلية استراتيجية الدعائم التعليمية في تنمية التحصيل ومهارات حل المشكلات البيئية في الدراسات الاجتماعية لدي تلاميذ الصف الأول الإعدادي* (رسالة ماجستير منشورة). كلية التربية، جامعة الأزهر.

مغنم، هند أحمد أحمد حسين، الشيخ، مصطفي محمد، عبد الجيد، يوسف السيد. (٢٠٢١). تأثير استخدام بعض تطبيقات الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي بالقضايا البيئية المعاصرة للطلاب المعلمين شعبة الكيمياء، *مجلة كلية التربية*، جامعة كفر الشيخ، *(١٠٢)*، ٣٥٣ – ٣٧٠.

يوسف، رحمة ممدوح ابراهيم (٢٠٢٢). برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء قائم علي مدخل التحليل الأخلاقي لتنمية مهارات التفكير الأخلاقي لمعلمي الكيمياء قبل الخدمة، *مجلة البحث في التربية وعلم النفس، ٣٧(٣)*، ١٠٦٩ – ١١١٢.

ثانيا: المراجع الأجنبية:-

Anastas, P. (2009). Green Chemistry Education, *American Chemical Society*, Washington, 1 – 15.

Anastas, T., & Weaner, J. (1998). *Green Chemistry, Theory and Practice*. New York: Oxford university press.

Benzer, E., & Sahin, F. (2013). The Effect of Project Based Learning Approach Undergraduate Students' Environmental Problem Solving Skills, *Elementary Education Online, 12*(2), 383 – 400.

Cheng, H., & Gross, R. (2010). Green Polymer Chemistry: Bio catalysis and Biomaterials, *American Chemical Society (ACS) Symposium Series, 1043*, 1 – 14.

Guardia, M., & Garrigues, S. (2012). *Handbook of Green Analytical Chemistry* (1st ed). New York: A John Wiley & Sons Ltd. Publication.

Hieresen, D., Schutt .D, & Boese. J. (2000). "Green Chemistry", *Journal of Chemical Education, 77* (12), December, 1543 – 1547.

Ivanković, A., Dronjić, A., Bevanda, A., & Talić, S. (2017). Review of 12 Principles of Green Chemistry in Practice, *International Journal of Sustainable and Green Energy, 6*(3), 39 – 48.

Khoiriyah, A., & Husamah, H. (2018). Problem – Based Learning: Creative Thinking Skills, Problem – Solving Skills, And Learning Outcome of Seventh Grade Students, *JPRI (Journal Pendidikan Biology, Indonesia), Indonesian Journal of Biology Education, 4*(2), *151 – 160.*

Lieung, K., Rahayu, D., Fedy & Sulili, A. (2019). The Influence of Scientific Approach on Environmental Problem-Solving Skills in Elementary School Students, *Iop Conference Series: Earth and Environmental Science, 343*, 1 – 5.

Manahan, S. (2006). *Green Chemistry and The Ten Commandments of Sustainability* (2nd ed.). Camberidge: Chem Char Research Inc.

Mukhopadhyay, R. (2013). Problem Solving in Science Learning Some Important Considerations of a Teacher, *Journal of Husmanities and Social Science, 8*(6), 21 – 25.

Nuriyah, D., Sutarto & Prihatin, J. (2020). The Development of Environmental Change Textbook Based on STEM-Cp to Improve Problem-Solving

Skills in High School Biology Learning, *Journal of Physics: Conference Series, 1563*(1), 1 -11.

Parrish, A. & Newcity, K. (2017). Highlights of the Impacts of Green and Sustaniable Chemistry on Industry, *Academia and Society in the USA, Johnson Matthey Technol. Rev, 61(3),* 207 – 221.

Poliakoff, M., Fitzpatrick, J., Farren, T, & Anastas, P. (2002). "Green Chemistry: Science and Politics of change " *science*, *297* (5582), 807 – 810.

Prastiwi, L., Sigit, D., & Ristanto, R. (2019). Relationship Between Academic Ability and Environmental Problem – Solving Skill, A Case Study at Adiwiyata Schools in Tangerang City, *Indonesia, Üniverstepark Bülten, 8*(1), 76-86.

Redhana, I., & Suardana, I. (2021). Green Chemistry Practicums at Chemical Equilibrium Shift to Enhance Students' Learning Outcomes, *International Journal of Instruction, 14* (1), 691 – 708.

Schimansk, E. (2005). *Developing Environmental Education in Brazilian Primary Schools Focused on Emancpatory Actions and Ecological Citizenship: An Action Research Approach* (PhD degree in Education). Institute of Education, University of London.

Sigit, D., Prastiwi, L., Ristanto, R., & Rifan, M. (2021). Adiwiyata School in Indonesia: A Correlation Between Eco – Literacy, Environmental Awareness, and Academic Ability with Environmental Problem – Solving Skill, Young Scholar Symposium on Science Education and Environmental, *Journal of Physics: Conference Series, 1796,* 1 – 12.

Soni, G. (2015). "Advantages of Green Technology", *International Journal of Research – Granth – aalayah, 3* (9), 1 -5.

Ulutas, A., & Köksalan, B. (2017). Investigation of Environmental Problem Solving Skills of Preschool Age Children, *Rearch in Pedagogy, 7*(2), 298 – 311.

Zuin, V., Eilks, I., Elschami, M., & Kümmerer, K. (2021). Education in Green Chemistry And in Sustainable Chemistry: Perspectives Towards Sustainability, *Green Chem, 23,* 1594 – 1608.