مدى تضمين مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء في محتوى كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي

م.م. هدى قاسم مزعل

hudakasem456@gmail.com

مديرية تربية بغداد/ الرصافة الاولى

الملخص

هدفت الدراسة لمعرفة "مدى تضمين كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي في الجمهورية العراقية على مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء"، وتمثلت عينتها من كافة فصول الكتاب والبالغة (١٤٠) موضوعاً موزعة على (٦) فصول دراسية، ولتحقيق هدف الدراسة الحالية استخدمت الباحثة أداة مكونة من قائمة لمبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء، والتي تضمنت من (١٢) مبدأ و (٤٨) تطبيق بصورتها النهائية بعد عرضها على المحكمين, والتأكد من صدقها وثباتها، وتم اعتمادها لغرض تحليل محتوى كتاب الكيمياء وجمع التكرارات في ضوئها، واعتمدت الباحثة "المنهج الوصفي"، وأسفرت نتائج البحث النهائية أن كتاب الكيمياء قد تناول المبادئ بصورة عشوائية وبنسب ضئيلة وغير مدروسة, اما بالنسبة لتطبيقات الكيمياء الخضراء فقد وردت بصورة غير منتظمة فقد جاء الفصل الخامس بالمرتبة الاولى بأعلى عدد تكرارات تبلغ ٣٩ وبنسبة ٣٦%, والمرتبة الثانية جاء بها الفصل الرابع بعدد تكرارات ٢٠ وبنسبة ١٨%, اما الفصلين الثاني والاول فقد جاءا بعدد تكرارات ١٧ و١٥ وبنسب أقل (١٥% و١٤% على التوالي), والفصل الثالث جاء بعدد تكرارات ١٣ وبنسبة (١٢%)، بينما سجّل الفصل السادس النسبة الأدنى (٥%) بعدد تكرارات ٥ فقط، و وفق هذه النتائج قدمت الباحثة العديد من الاستنتاجات والتوصيات مع مجموعة من المقترحات في نهاية البحث.

الكلمات المفتاحية: تحليل محتوى، مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء، كتاب الكيمياء، الصف الرابع العلمي.

The extent to which the principles and applications of green chemistry are included in the content of the chemistry book for the fourth grade of science

Hoda Qasim Muzal

Baghdad Education Directorate / First Rusafa

Abstract

The study aimed to know “the extent to which the chemistry book for the fourth scientific grade in the Republic of Iraq includes the principles and applications of green chemistry.” Its sample consisted of all chapters of the book, amounting to (140) topics distributed over (6) semesters. To achieve the goal of the current study, the researcher used a tool consisting of a list of principles and applications of green chemistry, which included (12) principles and (48) applications in its final form after presenting it to the arbitrators, and ensuring its validity and reliability. It was adopted for the purpose of analyzing the content of the chemistry book and collecting repetitions in light of it. The researcher adopted the “descriptive approach.” The final research results showed that the chemistry book dealt with the principles randomly and in small and unstudied proportions. As for the applications of green chemistry, they were mentioned irregularly. Chapter Five came in first place with the highest number of repetitions, amounting to 39, at a rate of 36%. Chapter Four came in second place with a number of repetitions of 20, at a rate of 18%. As for the second and first chapters, they came in a number of repetitions of 17 and 15, at lower rates (15% And 14% respectively), and the third chapter came with 13 repetitions and a percentage of (12%), while the sixth chapter recorded the lowest percentage (5%) with only 5 repetitions, and according to these results the researcher presented many conclusions and recommendations with a group of proposals at the end of the research.

Key words: Content Analysis, Principles and Applications of Green Chemistry, Chemistry Book, Fourth Grade Science.

الفصل الاول

مشكلة البحثProblem of the Research

في ظل التطورات المتسارعة في العلوم والتقنيات وما يرافقها من تحديات بيئية وصحية خطيرة ناجمة عن سوء استخدام المواد الكيميائية وعمليات التصنيع غير الآمنة، برزت الحاجة إلى اعتماد مفاهيم جديدة في التعليم العلمي، ومن بينها مفهوم "الكيمياء الخضراء"، الذي يُعد من الاتجاهات الحديثة في مجال الكيمياء, حيث تسعى الكيمياء الخضراء إلى تطوير عمليات ومواد كيميائية صديقة للبيئة، تقلّل من استهلاك الموارد وتحدّ من إنتاج النفايات والمواد السامة، وهو ما يتماشى مع التوجه العالمي نحو تحقيق التنمية المستدامة.

ولأن المناهج الدراسية تمثل أداة مهمة في بناء المعرفة العلمية للطلبة وتشكيل وعيهم تجاه القضايا البيئية، فإن تضمين مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء في الكتب المنهجية، وبخاصة في مرحلة التعليم الإعدادي (ومنها الصف الرابع العلمي)، يُعد أمرًا حيويًا لتعزيز هذا التوجه, فالمناهج لا ينبغي أن تقتصر على تقديم المفاهيم النظرية، بل يجب أن تسهم في ترسيخ القيم البيئية والسلوكيات المستدامة لدى الطلبة، وتُعد الكيمياء الخضراء وسيلة فعالة لتحقيق هذا الهدف.

إلا أن الملاحظ في المناهج الحالية أن هناك تفاوتًا أو ضعفًا – في بعض الأحيان – في إدراج هذه المبادئ الحديثة، مما يثير تساؤلًا جوهريًا حول مدى وعي مصممي المناهج بأهمية هذا التوجه، ومدى انعكاسه في محتوى الكتب المدرسية.

بالإضافة الى ذلك أوصت العديد من المؤتمرات المحلية والعالمية منها مؤتمر الجمعية الكيميائية السعودية في جامعة الملك سعود (٢٠١٨) والمؤتمر السنوي الثالث والعشرون للكيمياء والهندسة الخضراء المنعقد من قبل الجمعية الأمريكية للكيمياء (٢٠١٩)، بضرورة تفعيل مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها لتخفيض التلوث وتحقيق الاستدامة ونظراً لقلة الابحاث التي توصلت اليها الباحثة حول مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي، تحددت مشكلة البحث الحالي في :

– إلى أي مدى يتضمن محتوى كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي في العراق مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء؟

أهمية البحثImportance of the Research

تُعد الكيمياء من العلوم الأساسية التي تؤثر بشكل مباشر في حياة الإنسان والبيئة، إذ ترتبط تطبيقاتها بمجالات عديدة كالصناعة، والطب، والزراعة، والطاقة. ومع التقدم العلمي الهائل

وزيادة استخدام المركّبات الكيميائية الصناعية، ظهرت تحديات بيئية وصحية خطيرة، مثل تلوّث الهواء والماء، وارتفاع معدلات الأمراض الناتجة عن المواد السامة. وقد فرض هذا الواقع مسؤولية كبيرة على المؤسسات التربوية، لتوجيه التعليم الكيميائي نحو مفاهيم أكثر وعيًا بالبيئة وأكثر التزامًا بالاستدامة، وهو ما تمثل في بروز مفهوم "الكيمياء الخضراء" كأحد التوجهات الحديثة في هذا المجال **(Anastas & Warner, 1998:45)**.

وتنبع أهمية هذا البحث من كونه يسعى إلى تقويم مدى اهتمام المناهج الدراسية، وبالتحديد كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي، بتضمين مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء، انطلاقًا من أهمية هذا المفهوم في التوجيه البيئي السليم للطلبة. فعلى المستوى التربوي، يساعد إدماج هذه المبادئ في تنمية وعي بيئي مستدام لدى الطلبة، وتشكيل اتجاهات إيجابية نحو القضايا البيئية، مما يعكس دور المناهج التعليمية في ترسيخ ثقافة المسؤولية البيئية، وهي من متطلبات التربية المعاصرة **(البزاز، ٢٠٢١: ١١٢)**.

كما تتضح أهمية هذا البحث من خلال مساهمته الأكاديمية في رصد وتحليل مستوى تضمين أحد المفاهيم العلمية الناشئة في محتوى كتاب دراسي مقرر، وهو ما يوفر تغذية راجعة علمية يمكن أن تسهم في تطوير محتوى مناهج الكيمياء مستقبلاً, وهذا ينسجم مع ما أشارت إليه الجمعية الأمريكية للكيمياء (ACS) من أن تعليم الكيمياء يجب أن يتطور ليواكب التغيرات البيئية والعلمية من خلال التركيز على التطبيقات الآمنة والمستدامة **(American Chemical Society, 2023)**.

وعلى الصعيد البيئي، فإن البحث يُبرز مدى مساهمة التعليم في الحد من الأثر البيئي السلبي الناتج عن الممارسات الكيميائية التقليدية، من خلال تعريف الطلبة بالتقنيات البديلة مثل استخدام المذيبات الصديقة للبيئة، وتقنيات التحفيز الآمن، والتصميم الجزيئي غير السام، وهي كلها مفاهيم أساسية في الكيمياء الخضراء، كما بيّنها الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية.

وتمتد أهمية البحث لتشمل البعد الاجتماعي والمعرفي، إذ إن إدماج مفاهيم الكيمياء الخضراء في المناهج لا يُسهم فقط في تطوير الكفايات العلمية للطلبة، بل يعزز من مهارات التفكير النقدي واتخاذ القرار، خاصة في ما يتعلق بالموازنة بين التقدم الصناعي والحفاظ على البيئة, فالتعليم القائم على ربط المفاهيم العلمية بالواقع البيئي يُعد منطلقًا لتعزيز ثقافة المواطنة البيئية، ويسهم في إعداد جيل واعٍ يشارك في صنع السياسات البيئية مستقبلاً. **(IUPAC, 2022:64)**.

كذلك، اثبتت الدراسات التربوية الحديثة بضرورة إعادة النظر في مناهج الكيمياء وجعلها أكثر انسجامًا مع أهداف التنمية المستدامة، كما أشار إلى ذلك (الطائي, ٢٠٢٠) والتي رأت أن

المناهج الحالية لا تزال تفتقر إلى البعد البيئي الحديث، رغم ما يفرضه الواقع العالمي من تحوّل نحو التعليم البيئي الأخضر.

كما تكمن أهمية هذا البحث في قدرته على كشف الفجوة – إن وجدت – بين الاتجاهات العالمية في تعليم الكيمياء وبين ما يُقدَّم فعليًا في المناهج العراقية، مما يمكّن صانعي القرار التربوي من مراجعة سياسات التأليف والتطوير. فالبحث يقدم دليلًا نوعيًا قد يُوظف في الورشات التربوية واللجان العلمية لتطوير المناهج، وخاصة مع تزايد الحاجة إلى أن تكون المناهج الدراسية مواكبة للاتجاهات الحديثة في التعليم العلمي ذي البعد البيئي**(الطائي, ٢٠٢٠: ٨٧)**

وبناءً على ما تقدم، فإن الباحثة ترى إن أهمية البحث تظهر في التوقيت الزمني الذي يُطرح فيه، حيث يشهد العالم اليوم تحولات كبرى في مجال التعليم بعد جائحة كورونا، ما فتح الأفق أمام مراجعة شاملة للفلسفات التربوية ومضامين المناهج، وتحديد الأولويات التعليمية من جديد, ويُعد التركيز على مفاهيم مثل الكيمياء الخضراء خطوة ضرورية لبناء تعليم أكثر تكاملًا، قادر على مواجهة تحديات المستقبل، كما أوضحت الجمعية الأمريكية للكيمياء في برامجها الموجهة لتحديث التعليم ما قبل الجامعي, لذا لا يقتصر هذا البحث على تحليل كتاب دراسي فحسب، بل يُمثل مساهمة فكرية في توجيه السياسات التعليمية نحو تبني استراتيجيات تعليمية واعية بالبيئة، ويُمهّد لإعادة بناء المناهج بما يعزز مفاهيم الكيمياء المستدامة، بما يتماشى مع التوجهات العالمية في تعليم العلوم.

هدفي البحثTwo Aim of the Research

يسعى البَحث للإجابةَ عن الهدفين الآتيين :-

- تحديد المبادئ والتطبيقات المرتبطة بها الكيمياء الخضراء اللازم تضمينها بكتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي
- "معرفة مدى تضمين محتوى كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي لمبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء " ؟

حدود البحث Limitation the Research

اقتصر حدود هذا البحث على:

الحدود الزمانية: تم تنفيذ البحث خلال الفصلين الدراسيين من العام الدراسي (٢٠٢٤-٢٠٢٥).

الحدود المكانية: مديرية تربية بغداد / الرصافة الاولى.

الحدود الموضوعية: الفصول الستة المقررة على طلبة الرابع العلمي .

الحدود المنهجية: استخدمت الباحثة المنهج الوصفي لتحليل كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي التابع لوزارة التربية العراقية الطبعة (السابعة) وفق مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء .

تحديد المصطلحات Definition of the Terms

اولاً: الكيمياء الخضراء – عرفها كل من

- **أنستاس وورنر (Anastas&Warner,1998):** " هي تصميم منتجات وعمليات كيميائية تقلل أو تقضي على استخدام وتوليد المواد الخطرة على صحة الإنسان والبيئة." **(Anastas&Warner,1998:30).**
- **(محمود,٢٠٢٠):** "الكيمياء الخضراء تمثل نهجًا جديدًا في الكيمياء يهدف إلى منع التلوث في مصدره، من خلال تصميم تفاعلات ومواد كيميائية أكثر أمانًا وأقل سُمية" **(محمود,٢٠٢٠: ٢٠٩).**
- **الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC,2022):** "فرع من فروع الكيمياء يركز على الابتكار المستدام، ويهدف إلى تطوير عمليات ومواد كيميائية تُحافظ على الموارد الطبيعية وتحد من التأثيرات البيئية السلبية." **(IUPAC,2022).**

ثانياً: مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء:

- **عرفها كل من (اليوسفي, ٢٠١٩):** "مبادئ الكيمياء الخضراء تمثل مجموعة من القواعد العلمية التي تهدف إلى إعادة توجيه التفكير الكيميائي نحو استخدام المواد الآمنة وتقليل الآثار البيئية السلبية، مع التركيز على التصميم النظيف للمواد والعمليات." **(اليوسفي,٢٠١٩: ٦٢):**
- **و(الدرزي, ٢٠٢٠):** "الكيمياء الخضراء ليست مجرد توجه بيئي، بل هي تطبيق فعلي لمبادئ تصميم المواد الكيميائية بحيث تكون فعالة وآمنة على المستهلك والبيئة، مع السعي لتقليل الكلفة الاقتصادية والبيئية في آن واحد" **(الدرزي, ٢٠٢٠: ٥٥).**
- **و(الشمري, ٢٠٢١):** "تُعد تطبيقات الكيمياء الخضراء نهجًا تكامليًا يجمع بين العلم البيئي والتقنية الكيميائية، من أجل إنتاج مواد أقل سمية وأكثر قابلية للتحلل، وذلك من خلال اعتماد مبادئ وقائية وتقليلية في أثناء العمليات الكيميائية." **(الشمري, ٢٠٢١: ١٠٨)** .

ثالثاً: تحليل المحتوى

- **عرفها كل من (عبد الحميد, ٢٠٢٠):**"تحليل المحتوى هو أسلوب من أساليب البحث العلمي يستخدم لتحليل النصوص أو الوثائق أو المحتوى المرئي أو المسموع بهدف استخراج البيانات الكمية أو النوعية المتعلقة بموضوع معين، وفق معايير علمية منهجية." **(عبد الحميد, ٢٠٢٠: ٤٣):**
- **و(ابو شمعه, ٢٠٢١):** "تحليل المحتوى هو منهجية بحثية تستخدم لتفسير السياقات والتوجهات والمعاني الموجودة في المواد التعليمية أو الإعلامية، سواء كانت مكتوبة أو مسموعة أو مرئية، بطريقة منظمة وموضوعية." **(ابو شمعه, ٢٠٢١: ١١٢).**

- **و(عبد العزيز, ٢٠٢٢):** "تحليل المحتوى هو أداة بحثية تهدف إلى تصنيف المعلومات وتنظيمها وتحليلها لتحديد الأنماط، المضمون، والقيم المتضمنة في المحتوى، باستخدام إجراءات كمية أو كيفية أو كليهما معًا." **(عبد العزيز, ٢٠٢٢: ١٦٥)** .

رابعاً: كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي

- **عرفته (وزارة التربية, ٢٠٢٤):** " هو حجر الاساس والمحفز الاول في تطوير العلوم الطبيعية ويتصف بعمقه المعرفي وتضمينه معلومات حديثة تناسب التطور الحاصل في شتى مجالات الحياة ومقرر تدريسه ضمن مناهج المرحلة الإعدادية/الصف الرابع العلمي في العام الدراسي الحالي، وسيكون هذا الكتاب هو مجتمع وعينة البحث في إطار التحليل." **(وزارة التربية, ٢٠٢٤: ٣)**.

الفصل الثاني : الخلفية النظرية و دراسات سابقة

أولا : خلفية نظرية

❖ **مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها**

أدى التقدم الهائل في علم الكيمياء إلى ابتكار عدد كبير من المركبات التي يعتمد تصنيعها بشكل أساسي على مشتقات النفط، مثل مواد التنظيف والكيماويات والبلاستيكيات, ورغم الفوائد الصناعية لهذه المواد، إلا أن استخدامها المكثف تسبب في آثار سلبية ملحوظة على البيئة، حيث ساهم في حدوث اختلالات بيئية تمخضت عنها ملوثات متعددة وتماشياً مع هذه الطفرة العلمية والتقنية وما ترتب عليها من تأثيرات اجتماعية وبيئية، شرعت أنظمة التربية والتعليم في مختلف الدول بتحديث مناهجها، لاسيما مناهج العلوم، لتواكب التحولات المعاصرة وتستعد للتحديات المستقبلية **(الطويل وشهل,٢٠١٨: ٨)**.

وقد أشارت بايين **(٢٠٠٩ , Beyene)** في هذا السياق، بأن الاقتصاد البيئي بات يمثل عنصراً محورياً في رسم السياسات الاقتصادية للعديد من الدول، خاصة فيما يتعلق بقضايا التنمية المستدامة, إلى أن العالم يواجه اليوم مشكلات بيئية حادة، من أبرزها: الاحتباس الحراري، وتآكل طبقة الأوزون، والتلوث بأنواعه، إضافة إلى تصاعد النشاط الإشعاعي وفقدان التنوع البيولوجي, وقد أفضت العمليات والمنتجات الكيميائية إلى نشوء أزمات بيئية عالمية، كاستنزاف طبقة الأوزون، وتلوث البحار والأنهار، وتلوث مصادر المياه العذبة، فضلاً عن تغير المناخ، وشيوع الجفاف، وظهور الأوبئة **(٦ :٢٠٠٩ , Beyene)**

وقد بدأ العلماء والباحثون وصناع القرار يدركون بعمق خطورة هذه المشكلات التي رافقت الثورة الصناعية الكيميائية، مما استدعى تحركاً جاداً للبحث عن حلول واقعية تحد من التلوث الكيميائي وتقلل من مخاطرة على الإنسان والبيئة, ومن هنا ولد مفهوم الكيمياء الخضراء (GreenChemistry) **(البار وآخرون,٢٠١٠: ٨)**.

وعرفت الكيمياء الخضراء بأنها مجال متعدد التخصصات يقوم على مجموعة من المبادئ استنادا إلى المعرفة من الكيمياء، والهندسة الكيميائية، وعلم السموم والبيئة، بما يمكن للمهندسين الكيمائيين من تصميم خط إنتاج لإعادة تدوير بعض الكواشف، وتقليل استهلاك الطاقة، وبناء منتجات قابلة للتحلل أو قابلة لإعادة التدوير لمنع تكون النفايات. وضرورة دمج مبادئ الكيمياء الخضراء في منهج الكيمياء لمعلمي المستقبل**(Fellet, ٢٠١٣ :٣)**.

ويتضح مما سبق أن الكيمياء الخضراء تعد أحد مستحدثات علم الكيمياء التي تقوم على مجموعة من المبادئ، والتي تؤكد على أهمية إنتاج وتصنيع مواد صديقة للبيئة، والتي ترتكز عليها الصناعات الحديثة القائمة على تصنيع وإنتاج مواد جديدة خالية من الملوثات البيئية، والتي جاءت بنهج جديد لتجميع ومعالجة وتطبيق المواد الكيميائية للحد من الأخطار التي تهدد الصحة والبيئة **(غانم، ٢٠١٥ : ١٥)**. وذلك من خلال تطبيق بعض المبادئ، مثل: تقليل النفايات، واستخدام المحفزات الآمنة بدلاً من الكواشف الزائدة، واستخدام المذيبات الآمنة مثل الماء وثاني أكسيد الكربون، واستخدام مواد كيميائية تتحلل بسهولة بعد استعمالها بدلا من استقرارها في البيئة, ويؤكد ميلر على أهمية دمج الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في المناهج الدراسية لتعزيز وبناء جيل مثقف علميًا من الشباب قادر على المشاركة الفعالة في حل مشكلات المجتمع بما يسهم في تحقيق مستقبل أكثر أمناً **(Miller, ٢٠١٢: ٣)**.

وبحسب **(الشناوي,٢٠٢٠)** يرى أن للكيمياء الخضراء تطبيقات وفوائد كثيرة في الصناعات الكيميائية؛ وأثر واضح في الحفاظ على البيئة وصحة الإنسان، ومن أمثلة تلك التطبيقات ما يلي:

- **المنظف الجديد للبيئة:** إذ توصل العلماء لعمل منظف للبيئة من كيميائيات غير سامة يتمتكسيرها حيوياً، تعمل على إزالة الملوثات من الماء وإزالة الزيوت والشحوم من غير تأثير على الصحة والبيئة.

- **المبيدات الحيوية:** وذلك من خلال تصنيع مبيدات حيوية تهاجم الحشرات عن طريق الهندسة الوراثية، كاستخدام مستخلص من نبات النيم مبيد حشري، والتحكم في استخدام الميكروبات

- **الأكسدة النظيفة:** وتستخدم في مجال تبييض الملابس الملونة وصبغات الشعر وغيرها؛ من خلال مواد مساعدة حيوية صديقة للبيئة وتعمل علاج التلوث.

- **تقنية الميكروويف:** حيث يتم استخدام هذه التقنية في كمصدر للطاقة في التفاعلات الكيميائية من أجل تخفيض الزمن اللازم لإتمامها ؛ مع إمكانية استخدام كميات قليلة من مذيبات غير ملوثة للبيئة.

- **اللدائن الطبيعية:** حيث تم تصنيع بدائل طبيعية للمنتجات البلاستيكية المصنعة من النفط بالاعتماد على بروتينات فول الصويا والألياف الطبيعية، أو بمعالجة اللدائن الطبيعية بالأشعة فوق البنفسجية.

(الشناوي, ٢٠٢٠: ٢٦١).

ثانيا" : دراسات سابقة

دراسات اهتمت بمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها

1- (دراسة Auliah & Mulyadi, ٢٠١٨)

هدفت هذه الدراسة إلى معرفة تصورات المعلمين حول الكيمياء الخضراء ومبادئها؛ وكيفية دمجها في تعليم الكيمياء لطلابهم، واستخدم الباحثان المنهج الوصفي المسحي عن طريق بناء استبانة اعتمدت على المؤشرات المتعلقة بمبادئ الكيمياء الخضراء وزعت على عينة الدراسة التي بلغت (٣٥) معلماً في مدرسة ماسكار المهنية بأندونيسيا، وأظهرت النتائج أن (٩٧.١٤ %) من المعلمين أفادوا بمعرفة الكيمياء الخضراء، غير أن (٣٢.٣%) منهم فقط كانوا على معرفة بمفهوم الكيمياء الخضراء، و (٤٧.٤٢ % منهم يرون أنه ليس من الضرورة إدراج الكيمياء الخضراء في مناهج العلوم، بينما يرى (٣١.٣٨ %) ضرورة ذلك؛ وأن هناك حاجة ماسة لتطوير تعليم الكيمياء لتحقيق الاستدامة في المستقبل **(Auliah & Mulyadi, ٢٠١٨: ١).**

2 – (دراسة داود ,٢٠١٩)

هدفت إلى التعرف على مدى اكتساب طلاب كلية التربية المفاهيم الكيمياء الخضراء، واستخدمت الباحثة المنهج الوصفي المسحي، وتكونت العينة من (١٣٥) طالباً وطالبة في قسم الكيمياء وعلوم الحياة في جامعة بغداد يمثلون (٥٠%) من مجتمع الدراسة، وتم استخدام اختبار للمفاهيم، وأظهرت نتائج الدراسة أن نسبة اكتساب طلاب كلية التربية المفاهيم الكيمياء الخضراء كان فوق المتوسط، كما أنه لا يوجد أثر لمتغير القسم في اكتساب هذه المفاهيم لدى الطلبة. **(داود ,٢٠١٩: ٣٤٧).**

٣- (دراسة الشحري ,٢٠١٩)

هدفت إلى إعداد وحدة مقترحة في Bioplastics في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء لتنمية مهارات المدافعة البيئية والاتجاه نحو الصحة الوقائية لدى طلاب المرحلة الثانوية، واستخدمت الباحثة المنهجين الوصفي وشبه التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة، وتكونت عينة الدراسة من (٤٨) طالباً بثانوية المرج بمحافظة القاهرة، واستخدمت الباحثة أداتي اختبار

المدافعة البيئية، ومقياس الاتجاه نحو الصحة الوقائية، وأظهرت نتائج الدراسة فاعلية الوحدة الدراسية المقترحة في تنمية مهارات الطلاب في المدافعة البينية ومهاراتها، وفي تنمية اتجاهات الطلاب نحو الصحة الوقائية(**الشحري, ٢٠١٩: ٢٣٢**).

ومن خلال اطلاع الباحثة على الدراسات السابقة والمتعلقة بموضوع البحث فإن أوجه الاتفاق والاختلاف

للبحث الحالي تتمثل في الآتي:

- اتفق البحث الحالي مع الدراسات السابقة في المتغير المستقل للأبحاث الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.
- اختلف البحث الحالي مع الدراسات السابقة في الهدف وهو تحليل محتوى كتاب الكيمياء في ضوء الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.
- اختلف البحث الحالي مع الدراسات السابقة في المنهج وهو المنهج الوصفي التحليلي.
- اختلف البحث الحالي مع الدراسات السابقة في العينة لأن عينة البحث الحالي كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي.
- اختلف البحث الحالي عن الدراسات السابقة في الاداة حيث يستخدم بطاقة تجليل المحتوى.
- اختلف البحث الحالي عن الدراسات السابقة في الحدود المكانية والزمنية لتنفيذ البحث .

الفصل الثالث: منهجية البحث وإجراءاته

أولا: منهج البحث

استخدمت الباحثة المنهج الوصفي المعتمد على أسلوب تحليل المحتوى أو المضمون (المحتوى التحليل)، واختارت هذا المنهج؛ لأنه يحقق نتائج الدراسة، حيث يساعد على جمع البيانات وتحليلها للوصول إلى استنتاجات حول مدى تضمين محتوى كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي في جمهورية العراق لموضوعات الكيمياء الخضراء المحددة في هذه الدراسة.

ثانيا: إجراءات البحث

مجتمع الدراسة وعيناتها:

يكون مجتمعًا دراسيًا يضم كتاب الكيمياء المقرر على طلبة الصف الرابع العلمي للعام الدراسي ٢٠٢٤/ ٢٠٢٥م للفصلين الدراسين الأول والثاني، وقد قامت الباحثة بدراسة مجتمع الدراسة بالكامل، ويوضح الجدول (١) وصفًا لبعض خصائص العينة:

جدول (١): يبين عناوين فصول كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي.

"الفصل"	"عنوان الفصل"	"عدد الصفحات"	%
الأول	المفاهيم الاساسية في الكيمياء	٢٦	%١٩
الثاني	الغازات	٣٣	% ٢٤
الثالث	المعادلات والحسابات الكيميائية	٢٣	% ١٦
الرابع	الكيمياء العضوية	٣١	%٢٢
الخامس	الكيمياءالنووية	٢٧	%١٩
المجموع		١٤٠	% ١٠٠

ثالثاً: أداة البحث لتحقيق أهداف الدراسة؛ قامت الباحثة بإعداد بطاقة لتحليل كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي في جمهورية العراق للتعرف على مدى تضمنها لمجال الكيمياء الخضراء، وقد إعدادها بالخطوات التالية:

تم بناء بطاقة تحليل محتوى كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي وفقًا للآتي:

- **تحديد الهدف من بطاقة التحليل:** معرفة درجة توافر مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في محتوى كتاب الكيمياء الذي تم التوصل اليها.
- **إعداد الصورة الأولية لبطاقة التحليل:** تم إعداد بطاقة لتحليل محتوى كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي في ضوء قائمة المبادئ والتطبيقات المرتبطة بها.
- **الضبط العلمي لبطاقة التحليل (صدق المحتوى):** تم ضبط الصورة الأولية لبطاقة التحليل من خلال عرضها على مجموعة من المحكمين؛ للتأكد من إمكانية التحليل باستخدام هذه البطاقة، وقد تكونت من (١٢) أساسًا للكيمياء الخضراء، و(٦٧) تطبيقًا مرتبطًا بها.

جدول (٢): قائمة مبادئ الكيمياء الخضراء بصورتها الاولية

ت	المبدأ	التطبيقات التي تندرج تحت كل مبدأ
1	منع النفايات والتلوثات	٦
2	الاقتصاد في الذرات	٣
3	تصميم مواد اقل سمية	٨
4	تصميم مواد امنه وفعالة	٣
5	استخدام مذيبات امنه	٨
6	كفاءة استخدام الطاقة	٦
7	استخدام الموارد المتجددة	٩
8	تقليل المشتقات	٤
9	استخدام التحفيز	٤
0	التصميم للتحلل بعد الاستخدام	٦
1	التحليل في الوقت الحقيقي	٣
١٢	الوقاية من الحوادث الكيميائية	٧
المجموع		٦٧

- **اعداد الصورة النهائية لبطاقة التحليل:** من خلال هذا الإجراء تم ادخال بعض التعديلات عليها مثل: إعادة صياغة بعض المؤشرات ودمجها، وإضافة بعض المؤشرات الخاصة بالجانب المهاري وحذف مؤشرات اخرى .

- وبعد إجراء التعديلات التي اشار إليها المحكمون لتصبح بطاقة تحليل جاهزة في صورتها النهائية تمهيدًا لاستخدامها في تحليل كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي, وقد تكونت بطاقة تحليل المحتوى بصورتها النهائية من (١٢) أساسًا للكيمياء الخضراء، و(٤٨) تطبيقًا مرتبطًا بها.

إجراءات التحليل:

بعد الانتهاء من إعداد بطاقة التحليل، والتأكد من صلاحيتها للتطبيق، تم القيام بالإجراءات التالية:

- **تحديد عينة التحليل:** شملت عينة التحليل جميع الموضوعات التي تتضمنها فصول كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي والمقرر دراسته في العام الدراسي ٢٠٢٤/٢٠٢٥م .
- **تحديد وحدات التحليل** : تمثلت وحدات التحليل في كل موضوع من الموضوعات الواردة بكتاب الكيمياء للرابع العلمي.
- **تحديد فئات التحليل** : تعد التطبيقات المرتبط بالمبادئ بمنزلة فئات تحليل المقرر الدراسي للرابع العلمي في ضوء مبادئ الكيمياء الخضر وبعض تطبيقاتها .
- **"تحديد وحدة التحليل"**: هناك خمسة أنواع لوحدة التحليل هي: الكلمة، والعبارة، والموضوع، والشخصية، والفقرة، ومقياس المساحة، وقد تم اختيار عناوين الوحدات الدراسية وتتكون من الفكرة العامة للوحدة أو الفصل، وجميع موضوعات الدروس الرئيسة والفرعية، وجميع دروس الوحدة بما تتضمنه من أفكار رئيسة وفرعية، أهداف التعلم، والصور التوضيحية والأشكال البيانية والجداول والأنشطة التعليمية والمعلومات إثرائية، وتم اختيار الكلمة كوحدة تحليل في هذه الدراسة، والتي يستند إليها في فئات التحليل نظراً لملائمتها لطبيعة الدراسة الحالية.
- **تحديد وحدة التسجيل"**: "وحدة التسجيل تعرف بأنها أصغر جزء جاء في المحتوى وتختاره الباحثة وتخضعه للعد والقياس، ويعتبر ظهوره أو غيابة أو تكراره دلالة معينة في رسم نتائج التحليل مثل الكلمة والعبارة، والجملة، والفقرة، والموضوع، والفكرة، والزمن، والمساحة والصور، والأشكال" **(طعيمة ،٢٠٠٤: ١٣٣)** وفي هذه الدراسة اعتمدت الباحثة الكلمة، كوحدة قياس، وهي الوحدة التي يظهر من خلالها التكرارات المبادئ والتطبيقات المتضمنة في فئات التحليل.

ضبط عملية التحليل– وذلك من خلال حساب ما يلي:

ثبات التحليل: فقد تم التأكد من ثبات التحليل من خلال قيام الباحثة بتحليل محتوى كتاب الكيمياء باستخدام بطاقة التحليل كما قامت إحدى الزميلات بإجراء التحليل نفسه باستخدام

بطاقة التحليل، وتم مقارنة النتائج التي توصلت إليها الباحثة بالنتائج التي توصلت إليها الزميلة، ولمزيد من التأكد من ثبات التحليل حللت الباحثة مع زميلة أخرى وتم حساب نسبة الاتفاق من خلال معادلة كوبر كما يلي: نسبة الاتفاق – عدد مرات الاتفاق /عدد مرات الاتفاق + عدد مرات الاختلاف ١٠٠ وقد بلغت نسبة الاتفاق كما هو موضح في الجدول (٣):

جدول(٣): معاملات ثبات التحليل

كتاب الكيمياء المحللات	الصف الرابع العلمي
"الباحثة والمحللة الاولى"	٠.٩٣
"الباحثة والمحللة الثانية"	٠.٨٨
"المحللة الأولى والمحللة الثانية"	٠.٩٠
"متوسط الثبات"	٠.٩٠

يتضح من الجدول السابق (٣) ارتفاع نسبة الاتفاق في التحليلين؛ وهذا يدل على صدق عملية التحليل.

ثبات بطاقة التحليل عبر الزمن: بعد إتمام عملية التحليل، قامت الباحثة بإعادة التحليل مرة ثانية بفارق زمني مقداره أسبوعان، وقد تم استخدام معادلة ثبات التحليل وبلغت نسبة الاتفاق كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول(٤): ثبات بطاقة التحليل

تحليل الباحثة عبر الزمن	التحليل الاول	التحليل الثاني
نسبة الاتفاق	٠.٨٥	٠.٩١

ويتضح من الجدول اعلاه ارتفاع نسبة الاتفاق في التحليلين؛ وهذا يدل على ثبات عملية التحليل.

رابعاً: الوسائل الإحصائية

- اعتمدت الدراسة "معادلة هولستي" لاستخراج معاملات الثبات.
- اعتمدت الدراسة الوسيلة الحسابية ("النسبة المئوية %") لحساب التكرارات .

الفصل الرابع: النتائج والمناقشة

عرض النتائج :

– تحديد المبادئ والتطبيقات المرتبطة بها الكيمياء الخضراء اللازم تضمينها بكتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي

– "معرفة مدى تضمين محتوى كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي لمبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء " ؟

ستعرض الباحثة الاجابة عن الهدفين المراد تحقيقهما واللذين ينصان على :

اولاً: تحديد المبادئ والتطبيقات المرتبطة بها الكيمياء الخضراء اللازم تضمينها بكتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي, وكما هو موضح في الجدول التالي :

جدول(٥): المبادئ والتطبيقات المرتبطة بها الكيمياء الخضراء

ت	المبدأ	التطبيقات
١	**منع النفايات والتلوثات**	تحسين تجارب المعامل
		تقليل تلوث الهواء
		اعادة استخدام المواد الكيميائية المتبقية
		التخلص من النفايات والملوثات بأقل تأثير بيئي
٢	**الاقتصاد في الذرات**	اجراء التفاعلات باستخدام المواد المتاحة بأقصى درجة من الفعالية
		موازنة المعادلات الكيميائية
		استخدام طرق كيميائية مباشرة لتقليل الخطوات
		استخدام عدد أقل من الذرات في التفاعل لتحقيق نفس الهدف
٣	**تصميم مواد اقل سمية**	استبدال المواد السامة بمذيبات امنه
		استخدام الاحماض الاقل حدة في التجارب
		فحص السموم في المواد الكيميائية
		استخدام المواد العضوية كبدائل للمواد الكيميائية السامة
٤	**تصميم مواد امنه وفعالة**	استخدام مواد بديلة امنه مثل حمض الستريك
		دراسة تأثير المواد على البيئة
		تطوير مواد جديدة ذات تأثير بيئي اقل
		تصميم مواد غير سامة مع الحفاظ على الفعالية
٥	**استخدام مذيبات امنه**	استخدام الماء كمذيب في التجارب
		استخدام المذيبات الطبيعية مثل الايثانول
		تقليل استخدام المذيبات السامة في الصناعة
		استخدام المواد للتحلل في التجارب
٦	**كفاءة استخدام الطاقة**	اجراء تجارب في درجات حرارة منخفضة
		استخدام الضوء كمصدر للطاقة في بعض التفاعلات
		تحسين التفاعلات الكيميائية لتكون أكثر كفاءة في استخدام الطاقة.
		استخدام مصادر الطاقة المتجددة في الصناعات الكيميائية.
٧	**استخدام الموارد المتجددة**	استخدام الوقود الحيوي كبديل للوقود الاحفوري
		انتاج مواد قابلة للتحلل من الموارد الطبيعية
		استخدام النفايات الزراعية لإنتاج الوقود الحيوي
		استخدام الزيوت النباتية في التفاعلات الكيميائية بدلاً من المذيبات العضوية.

٨	**تقليل المشتقات**	تقليل الخطوات في التفاعل الكيميائي
		استخدام المواد الخام بشكل مباشر في التفاعل
		تقليل عدد المراحل المعقدة لصناعة المركبات
		تطوير عمليات كيميائية تؤدي الى نتائج مباشرة
٩	**استخدام التحفيز**	استخدام المحفزات لتسريع التفاعلات الكيميائية
		تحسين كفاءة التفاعلات باستخدام المحفزات
		استخدام المحفزات البيئية لتقليل استخدام الطاقة
		دراسة المحفزات الحيوي كبدائل للتحفيز الكيميائي التقليدي
١٠	**التصميم للتحلل بعد الاستخدام**	دراسة المواد القابلة للتحليل البيولوجي مثل البلاستيك الحيوي
		تقليل استخدام المواد البلاستيكية ذات العمر الطويل
		تصميم مواد قابلة لتحلل بشكل أسرع عند استخدامها
		تشجيع استخدام المواد التي يمكن اعادة تدويرها بسهولة.
١١	**التحليل في الوقت الحقيقي**	استخدام اجهزة التحليل الفوري مثل مقياس الحموضة
		تحليل النتائج في الوقت الحقيقي لقياس تأثير التفاعلات
		استخدام تقنيات متقدمة لمراقبة التفاعلات الكيميائية بشكل فوري
		استخدام الادوات العلمية لقياس التغيرات في درجات الحرارة والضغط أثناء التفاعل.
١٢	**الوقاية من الحوادث الكيميائية**	التدابير الوقائية في المختبر لتجنب الحوادث
		تعليم الطلاب كيفية التعامل مع المواد الكيميائية السامة بشكل امن
		تطبيق اساليب السلامة مثل استخدام الادوات الوقائية
		التدريب على التعامل مع الحوادث الكيميائية والتقليل من المخاطر

ثانياً: "معرفة مدى تضمين محتوى كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي لمبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء "؟ وسيتم توضيح الاجابة عن هذا الهدف في الجدول (٦):

جدول(٦): التوزيع التكراري والتوزيع النسبي للمبادئ الخاصة بالكيمياء الخضراء المتضمنة في محتوى كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي

ت	المبدأ	تكرارات الفصول المجتمعة	النسبة المئوية	الرتبة
١	منع النفايات والتلوثات	١٧	% ١٦	١
٢	الاقتصاد في الذرات	١٥	% ١٤	٢
٣	تصميم مواد اقل سمية	١٠	% ٩	٥
٤	تصميم مواد امنه وفعالة	١٢	% ١١	٣
٥	استخدام مذيبات امنه	١١	% ١٠	٤
٦	كفاءة استخدام الطاقة	٨	% ٧	٦

٧	استخدام الموارد المتجددة	٨	٧ %	٦
٨	تقليل المشتقات	٨	٧ %	٦
٩	استخدام التحفيز	٧	٦ %	٧
١٠	التصميم للتحلل بعد الاستخدام	٦	٦ %	٧
١١	التحليل في الوقت الحقيقي	٣	٣ %	٩
١٢	الوقاية من الحوادث الكيميائية	٤	٤ %	٨
المجموع		**١٠٩**	**%١٠٠**	

يوضح جدول (٦) تحليل كتاب الكيمياء للرابع العلمي "بالتوزيع التكراري والنسبة المئوية" لكل مبدأ خاص بالكيمياء الخضراء في محتواه بصورة مجتمعة وموضح للتفاوت في التوزيع لهذه المبادئ المعاصرة, فقد اشار المحتوى الى تصدر مبدأ ("منع النفايات والتلوثات") بعدد تكرار (١٧) وبنسبة (**١٦ %**) وبهذه النسبة الضئيلة سجلت اعلى نسبة بين مبادئ الكيمياء الخضراء وبالمرتبة الاولى, اما المبدأ الذي نال المرتبة الثانية ("الاقتصاد في الذرات) فقد نال (١٥) تكرار وبنسبة (١٤ %), ويبدأ الجدول بالتفاوت ضمن النسب القليلة والعشوائية حتى جاء المبدأ الحادي عشر (التحليل في الوقت الحقيقي) بالمرتبة الاخيرة بعدد تكرارات (٣) وبنسبة (٣%), والجدول التالي يوضح التطبيقات الخاصة بهذه المبادئ بالتفصيل .

وترى الباحثة ان المحتوى يُظهر انحيازًا لمجموعة محددة من المبادئ على حساب أخرى، خاصة المبادئ المرتبطة بالوقاية، التحليل، والطاقة، مما قد يؤدي إلى تشويه صورة "الكيمياء الخضراء" لدى الطلبة, و وضوح الفجوة النسبية بين المبادئ تعكس عدم وجود مرجعية معيارية معتمدة أثناء تأليف الكتاب، أو غياب تدريب متخصص للمؤلفين في مجال الكيمياء المستدامة, اما النتائج المبينة في جدول (٦) فأنها تؤكد الحاجة إلى مراجعة شاملة للمحتوى، بهدف إعادة توزيع المبادئ بشكل أكثر عدالة ووضوحًا، لضمان تنمية متوازنة للمفاهيم البيئية لدى المتعلمين,

وقد تم تفصيل نتائج تحليل محتوى كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي وتضمينه للتطبيقات هذه المبادئ في الجدول التالي.

جدول(٧): التوزيع التكراري والتوزيع النسبي للتطبيقات الكيمياء الخضراء المتضمنة في محتوى كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي

المبدأ	تطبيقات الكيمياء الخضراء	الفصل الاول	الفصل الثاني	الفصل الثالث	الفصل الرابع	الفصل الخامس	الفصل السادس	المجموع	%
الاول	تحسين تجارب المعامل	١	١	١	١	١	٠	٥	%٢٩
	تقليل تلوث الهواء	١	٢	١	١	٠	٠	٥	%٢٩
	اعادة استخدام المواد الكيميائية المتبقية	٠	٠	١	١	١	٠	٣	%١٨
	التخلص من النفايات والملوثات بأقل تأثير بيئي	١	٠	١	١	١	٠	٤	%٢٤
	المجموع	٣	٣	٤	٤	٣	٠	١٧	١٠٠ %
الثاني	اجراء التفاعلات باستخدام المواد المتاحة بأقصى درجة من الفعالية	١	١	١	١	١	٠	٥	%٣٣
	موازنة المعادلات الكيميائية	١	٠	١	١	١	٠	٤	%٢٧
	استخدام طرق كيميائية مباشرة لتقليل الخطوات	١	٠	١	٠	١	٠	٣	%٢٠
	استخدام عدد أقل من الذرات في التفاعل لتحقيق نفس الهدف	٠	١	١	٠	١	٠	٣	%٢٠
	المجموع	٣	٢	٤	٢	٤	٠	١٥	١٠٠ %
الثالث	استبدال المواد السامة بمذيبات امنه	١	٠	١	٠	١	٠	٣	%٣٠
	استخدام الاحماض الاقل حدة في التجارب	١	٠	١	٠	١	٠	٣	%٣٠
	فحص السموم في المواد الكيميائية	١	٠	٠	٠	١	٠	٢	%٢٠
	استخدام المواد العضوية كبدائل للمواد الكيميائية السامة	٠	١	٠	٠	١	٠	٢	%٢٠
	المجموع	٣	١	٢	٠	٤	٠	١٠	١٠٠ %

الرابع	استخدام مواد بديلة امنه مثل حمض الستريك	١	٠	٠	١	١	٠	٣	%٢٥
	دراسة تأثير المواد على البيئة	٠	٠	١	٠	١	١	٣	%٢٥
	تطوير مواد جديدة ذات تأثير بيئي اقل	٠	٠	٠	١	١	١	٣	%٢٥
	تصميم مواد غير سامة مع الحفاظ على الفعالية	٠	١	٠	١	١	٠	٣	%٢٥
	المجموع	**١**	**١**	**١**	**٣**	**٤**	**٢**	**١٢**	**١٠٠ %**
الخامس	استخدام الماء كمذيب في التجارب	٠	٠	٠	٠	١	١	٢	١٨.١
	استخدام المذيبات الطبيعية مثل الايثانول	٠	٠	٠	١	١	١	٣	٢٧.٣
	تقليل استخدام المذيبات السامة في الصناعة	١	٠	٠	١	١	٠	٣	٢٧.٣
	استخدام المواد للتحلل في التجارب	٠	١	٠	٠	١	١	٣	٢٧.٣
	المجموع	**١**	**١**	**٠**	**٢**	**٤**	**٣**	**١١**	**١٠٠ %**
السادس	اجراء تجارب في درجات حرارة منخفضة	٠	١	٠	٠	١	٠	٢	%٢٥
	استخدام الضوء كمصدر للطاقة في بعض التفاعلات	٠	٠	١	٠	١	٠	٢	%٢٥
	تحسين التفاعلات الكيميائية لتكون أكثر كفاءة في استخدام الطاقة.	٠	١	٠	٠	١	٠	٢	%٢٥
	استخدام مصادر الطاقة المتجددة في الصناعات الكيميائية.	٠	٠	٠	١	١	٠	٢	%٢٥
	المجموع	**٠**	**٢**	**١**	**١**	**٤**	**٠**	**٨**	**١٠٠ %**
السابع	استخدام الوقود الحيوي كبديل للوقود الاحفوري	٠	٠	١	٠	١	٠	٢	%٢٥
	انتاج مواد قابلة للتحلل من الموارد الطبيعية	٠	٠	٠	١	١	٠	٢	%٢٥
	استخدام النفايات الزراعية لإنتاج الوقود الحيوي	٠	٠	٠	١	١	٠	٢	%٢٥

	استخدام الزيوت النباتية في التفاعلات الكيميائية بدلاً من المذيبات العضوية.	٠	٠	٠	١	١	٠	٢	٢٥%
	المجموع	٠	٠	١	٣	٤	٠	٨	١٠٠ %
الثامن	تقليل الخطوات في التفاعل الكيميائي	٠	١	٠	٠	١	٠	٢	٢٥%
	استخدام المواد الخام بشكل مباشر في التفاعل	٠	٠	٠	١	١	٠	٢	٢٥%
	تقليل عدد المراحل المعقدة لصناعة المركبات	٠	٠	٠	١	١	٠	٢	٢٥%
	تطوير عمليات كيميائية تؤدي الى نتائج مباشرة	٠	١	٠	٠	١	٠	٢	٢٥%
	المجموع	٠	٢	٠	٢	٤	٠	٨	١٠٠ %
التاسع	استخدام المحفزات لتسريع التفاعلات الكيميائية	٠	١	٠	١	١	٠	٣	٤٣%
	تحسين كفاءة التفاعلات باستخدام المحفزات	٠	١	٠	٠	١	٠	٢	٢٩%
	استخدام المحفزات البيئية لتقليل استخدام الطاقة	٠	٠	٠	٠	١	٠	١	١٤%
	دراسة المحفزات الحيوي كبدائل للتحفيز الكيميائي التقليدي	٠	٠	٠	٠	١	٠	١	١٤%
	المجموع	٠	٢	٠	١	٤	٠	٧	١٠٠ %
العاشر	دراسة المواد القابلة للتحليل البيولوجي مثل البلاستيك الحيوي	٠	٠	٠	١	١	٠	٢	٣٣%
	تقليل استخدام المواد البلاستيكية ذات العمر الطويل	٠	٠	٠	٠	١	٠	١	١٧%
	تصميم مواد قابلة لتحلل بشكل أسرع عند استخدامها	٠	٠	٠	٠	١	٠	١	١٧%
	تشجيع استخدام المواد التي يمكن اعادة تدويرها بسهولة.	٠	٠	٠	١	١	٠	٢	٣٣%
	المجموع	٠	٠	٠	٢	٤	٠	٦	١٠٠ %
الحادي	استخدام اجهزة التحليل الفوري مثل مقياس الحموضة	٠	١	٠	٠	٠	٠	١	٣٣.٣ %

	تحليل النتائج في الوقت الحقيقي لقياس تأثير التفاعلات	٠	١	٠	٠	٠	٠	١	٣٣.٣ %
	استخدام تقنيات متقدمة لمراقبة التفاعلات الكيميائية بشكل فوري	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	
	استخدام الادوات العلمية لقياس التغيرات في درجات الحرارة والضغط أثناء التفاعل.	٠	١	٠	٠	٠	٠	١	٣٣.٣ %
	المجموع	**٠**	**٣**	**٠**	**٠**	**٠**	**٠**	**٣**	**١٠٠ %**
	التدابير الوقائية في المختبر لتجنب الحوادث	١	٠	٠	٠	٠	٠	١	%٢٥
الثاني عشر	تعليم الطلاب كيفية التعامل مع المواد الكيميائية السامة بشكل امن	١	٠	٠	٠	٠	٠	١	%٢٥
	تطبيق اساليب السلامة مثل استخدام الادوات الوقائية	١	٠	٠	٠	٠	٠	١	%٢٥
	التدريب على التعامل مع الحوادث الكيميائية والتقليل من المخاطر	١	٠	٠	٠	٠	٠	١	%٢٥
	المجموع	**٤**	**٠**	**٠**	**٠**	**٠**	**٠**	**٤**	
مجموع عدد التكرارات		**١٥**	**١٧**	**١٣**	**٢٠**	**٣٩**	**٥**	**١٠٩**	
النسبة المئوية للتكرارات		**%١٤**	**%١٥**	**%١٢**	**%١٨**	**%٣٦**	**%٥**	**%١٠٠**	

بناءً على نتائج تحليل محتوى كتاب الكيمياء للصف الرابع العلمي في ضوء تطبيقات مبادئ الكيمياء الخضراء، ووفقًا لنسب التكرار التي تم رصدها في جدول (٧)، يتبين ما يأتي:

تُظهر النتائج أن الفصل الخامس احتوى على أعلى نسبة من تطبيقات الكيمياء الخضراء، حيث بلغ عدد التكرارات فيه (٣٩) تكرارًا بنسبة ٣٦% من مجموع التطبيقات، مما يشير إلى أن هذا الفصل يتضمن مفاهيم مرتبطة بالتصنيع الكيميائي، أو العمليات الكيميائية التطبيقية، وهي بطبيعتها أكثر توافقًا مع المبادئ البيئية.

يليه الفصل الرابع بـ(٢٠) تكرارًا بنسبة ١٨%، مما يدل على تزايد التركيز في الفصول المتقدمة على ربط المعرفة الكيميائية بالمسؤولية البيئية.

أما في الفصل الثاني والأول فقد ظهرت التطبيقات بعدد تكرارات ١٧ و١٥ وبنسب أقل (١٥% و١٤% على التوالي)، رغم أن هذه الفصول تُعد تمهيدية وتعرض مفاهيم أساسية، إلا أن ظهور التطبيقات فيها ولو بشكل محدود يشير إلى إمكانية التضمين المبكر للمبادئ الخضراء في بناء المفاهيم الأساسية.

بالمقابل، جاء الفصل الثالث بنسبة (١٢%) بعدد تكرارات ١٣، بينما سجّل الفصل السادس النسبة الأدنى (٥%) وبعدد تكرارات (٥) تكرار فقط، وهو ما يُظهر وجود فجوة واضحة في تضمين التوجهات البيئية الحديثة في هذا الفصل الأخير, هذا يسلط الضوء على ضرورة إعادة النظر في محتوى بعض الفصول، وخصوصًا تلك التي لا تُبرز بشكل كافٍ مبادئ الكيمياء الخضراء، سواء صراحة أو ضمنًا.

الاستنتاجات

١. الفصل الخامس يُعد الأكثر تضمينًا لتطبيقات الكيمياء الخضراء بنسبة ٣٦%، مما يعكس تركيزًا واضحًا على المبادئ البيئية في الفصول التطبيقية.

٢. الفصل الرابع جاء بالمرتبة الثانية بنسبة ١٨%، مما يشير إلى اهتمام متوسط بتطبيق المبادئ في مواضيع محددة.

٣. الفصلان الثاني والأول أظهرا نسبًا متقاربة (١٥% و١٤%)، مع أن طبيعة هذه الفصول تأسيسية، مما يفتح المجال لتوسيع تضمين المفاهيم الخضراء من المراحل الأولى.

٤. الفصل الثالث سجل نسبة ١٢%، وهي نسبة متوسطة، تعكس وجود بعض التطبيقات لكن دون تركيز كافٍ.

٥. الفصل السادس جاء في المرتبة الأخيرة بنسبة ٥% فقط، مما يدل على ضعف واضح في تضمين المبادئ الخضراء، ويدعو إلى إعادة النظر في محتواه من هذه الزاوية.

٦. يتضح وجود تفاوت غير متوازن في دمج تطبيقات الكيمياء الخضراء بين الفصول، مما يشير إلى غياب استراتيجية شاملة في بناء المنهج وفق منظور الاستدامة البيئية.

٧. الحاجة واضحة لتضمين مبادئ الكيمياء الخضراء بشكل تكاملي ومتدرج في جميع فصول الكتاب، وليس حصرها في الفصول ذات الطابع العملي فقط.

التوصيات

وفقاً لنتائج الدراسة يوصي بالاتي:

١. إعادة تصميم المحتوى بشكل تكاملي لضمان توزيع متوازن لتطبيقات الكيمياء الخضراء عبر جميع الفصول، بما يعزز الفهم البيئي لدى الطالب تدريجيًا منذ المفاهيم الأساسية وحتى الفصول التطبيقية.

٢. تعزيز تضمين المبادئ البيئية في الفصول التمهيدية (الأول والثاني) من خلال ربط المفاهيم النظرية بأمثلة حياتية أو صناعية ذات بعد بيئي، مما يسهم في تنمية الحس بالمسؤولية البيئية منذ المراحل الأولى من التعلم.

٣. مراجعة محتوى الفصل السادس تحديدًا وإدماج مفاهيم وتطبيقات خضراء بشكل واضح ومباشر، لتقليل التفاوت الملحوظ في التوزيع الكمي والنوعي للتطبيقات البيئية.

٤. تطوير أنشطة وتمارين تطبيقية في نهاية كل فصل تربط بين المفهوم الكيميائي ومبادئ الكيمياء الخضراء، مما يسهم في ترسيخ الفهم التطبيقي للبيئة المستدامة.

٥. إدراج هوامش تربوية أو رموز تعليمية داخل الكتاب تشير إلى التطبيقات البيئية عند ورودها، لزيادة وعي الطالب بالمحتوى الأخضر وتوجيه انتباهه نحو الأبعاد البيئية للعلم.

٦. تشجيع دمج الكيمياء الخضراء في الأسئلة الامتحانية (خاصة في الأسئلة الإنشائية والتفسيرية)، لغرض تعزيز التحليل البيئي لدى الطلبة وربط العلم بالمجتمع والبيئة.

٧. التوصية بعقد ورش تدريبية لمؤلفي المناهج ومعلمي الكيمياء لتطوير فهمهم العملي للكيمياء الخضراء وطرق دمجها تربويًا ضمن المقررات.

المقترحات

١- تقويم محتوى مناهج الكيمياء في المرحلة الثانوية في ضوء مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء.

٢- "تصميم وحدة تعليمية خضراء وفق مبادئ الكيمياء المستدامة وأثرها في تنمية الوعي البيئي لدى طلبة الرابع العلمي .

٣- مدى تضمين مفاهيم الاستدامة والكيمياء الخضراء في كتب العلوم الاخرى(الفيزياء, والاحياء) في المرحلة الاعدادية.

٤- تقويم كتب الكيمياء في ضوء اهداف التنمية المستدامة (SDGs) ومبادئ التعليم البيئي.

المصادر العربية والاجنبية

- البزاز، نوال عبد الكريم (٢٠٢١): الكيمياء الخضراء وأثرها في التعليم البيئي, **مجلة البحوث التربوية**، جامعة بغداد.
- الطائي، سعاد حسين (٢٠٢٠): **تطوير مناهج الكيمياء في ضوء متطلبات التنمية المستدامة**, دار الكتب العلمية، بغداد.
- أبو شمعه، عبير(٢٠٢١): **البحث التربوي وتطبيقاته**, دار الفكر، عمان.
- البار، حسن واخرون (٢٠١٠): **منظومة الكيمياء الخضراء وعولجتها بتقنية ميكروسيكل الكيمياء الخضراء**، سلسلة منظومة الكيمياء، مطبعة البار, المملكة العربية السعودية، جدة.
- داود, ضمياء(٢٠١٩): مفاهيم الكيمياء الخضراء لدى طلبة كلية التربية, **مجلة اشراقات تنموية**, مؤسسة العراقة للثقافة والتنمية, العدد ٣٢٠.
- الدرزي، هناء (٢٠٢٠): **الكيمياء المستدامة في التعليم**, مركز الكتاب الأكاديمي, بيروت.
- الشحري، ايمان علي محمود (٢٠١٩): **وحدة مقترحة "Bioplastics" في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء لتنمية مهارات المدافعة البيئية و الاتجاه نحو الصحة الوقائية لدى طلاب المرحلة الثانوية**, مجلة كلية التربية، مجلة ١، العدد ٤.

- الشمري، عبد الجليل (٢٠٢١): **الكيمياء الصناعية والبيئية**, مكتبة اليقين, بغداد.
- الشناوي, نانيس(٢٠٢٠): فاعلية برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء في تنمية القيم البيئية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء, **مجلة كلية التربية**, جامعة بور سعيد, المجلد ١, العدد ٣٠.
- طعيمة, رشدي (٢٠٠٤): **تحليل المحتوى في العلوم الإنسانية استخدامه – مفهومة – أسسه**, ط٢، دار الفكر العربي, القاهرة.
- عبد الحميد، محمد(٢٠٢٠): **تحليل المضمون: الأسس النظرية والإجراءات التطبيقية**, عالم الكتب، القاهرة.
- عبد العزيز، نبيل(٢٠٢٢): **مناهج البحث في التربية وعلم النفس**, ط٣، دار المعرفة الجامعية، القاهرة.
- غانم, خفيفة (٢٠١٥): وحدة مقترحة في التكنولوجيا الخضراء قائمة على عملية التصميم التكنولوجي وفعاليتها في تنمية مهارات تصميم النماذج التكنولوجية في مقرر العلوم البيئية لطلاب الصف الثالث الثانوي, **مجلة التربية العلمية**, المجلد ١٨, العدد(١) .
- محمود, كريمة (٢٠٢٠): منهج مقترح في العلوم قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها لتنمية الوعي بالاستدامة البيئية والتفكير الايجابي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية, **مجلة كلية التربية** , جامعة عين الشمس, المجلة ٤, والعدد ٤٤ .
- وزارة التربية العراقية(٢٠٢٤): **الكيمياء**, الطبعة الثالثة عشرة, العراق.
- اليوسفي، سامي (٢٠١٩): **الكيمياء البيئية الحديثة**, دار المسيرة للنشر والتوزيع, عمان.
- American Chemical Society. (2023). Green Chemistry Education. Retrieved from: https://www.acs.org.
- Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). Green Chemistry: Theory and Practice. Oxford University Press.
- Auliah , Army & Mulyadi, Muharram (2018): "**Indonesian Teachers' Perceptions on Green Chemistry Principles: A Case Study of a Chemical Analyst Vocational School**". Journal of Physics, Conference Series, Vole, 1028(012042), 1.
- Beyene, Y. (2009) Environmental problems and solutions in Ethiopia generally and Africa sop civically (Case study on Ethiopia). Unpublished master dissertates. Jimama University, Ethiopia, Addis Ababa.

- Fellet, M. (2013) "Green Chemistry and Engineering: Towards A sustainable Future", American Chemical Society. Mages wary, K. Zurica, 1., & Nocita, M. (2011 "Green Chemistry: Educating Prospective Science Teachers in Education for Sustainable Developraent at School of Education-al Studies, USM, Journal of Social Sciences, Vol 17. No (1).
- IUPAC. (2022). Sustainable Chemistry and Education. International Union of Pure and Applied Chemistry.
- Miller, T. (2012). A context based approach using green chemistry Bio-remediation principles to enhance interest and learning of organic chemistry in a high school All chemistry classroom. Unpin lashed master dissertation, Michigan state university, U.S.A.