مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية

The Level of Including Green Chemistry Topics in the Content of Science Books for Middle School Students in the Kingdom of Saudi Arabia

إعـــــداد

د / إبراهيم بن عبدالله البلطان

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المشارك

قسم المناهج وطرق التدريس -كلية التربية-جامعة القصيم

إشـــــراف

Blind Reviewed Journal

مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية

إعـــــداد
د/ إبراهيم بن عبدالله البلطان
أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المشارك
قسم المناهج وطرق التدريس ـ كلية التربية-جامعة القصيم

تاريخ إستلام البحث : ٧/ ١٠ / ٢٠٢١
تاريخ قبول البحث : ٢٥/ ١٠ /٢٠٢١

المستخلص

هدفت الدراسة إلى التعرف على مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية، ولتحقيق هذا الهدف أعد الباحث قائمة بموضوعات الكيمياء الخضراء التي ينبغي تضمينها في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة، واستخدم المنهج الوصفي المعتمد على أسلوب تحليل المحتوى؛ وتكون مجتمع وعينة الدراسة من جميع كتب العلوم المقررة على طلاب المرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية للعام الدراسي١٤٤٢هـ وعددها(٦) كتب بواقع كتاب لكل فصل دراسي، وتم استخدام أداة تتمثل في بطاقة تحليل محتوى كتب العلوم بالاعتماد على قائمة موضوعات الكيمياء الخضراء المعدة من قبل الباحث، وتم التأكد من صدقها وثباتها، وأعتمد الباحث الموضوع أو الفكرة وحدة للتحليل، وأظهرت نتائج الدراسة أن تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة كان بمستوى متدنٍ، ولا يوجد أي عنوان رئيسي أو فرعي في الكتب تضمن موضوعات مباشرة عن الكيمياء الخضراء، كما أظهرت النتائج أنه لا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بين مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء بين كتابي العلوم للصفين الأول والثاني، بينما توجد فروق دالة إحصائياً عند مستوى(٠,١) بين كتابي العلوم في الصفين الأول والثالث، وكذلك بين الثاني والثالث

الكلمات المفتاحية : الكيمياء الخضراء ، المحتوى ، كتب العلوم ، المرحلة المتوسطة .

The Level of Including Green Chemistry Topics in the Content of Science Books for Middle School Students in the Kingdom of Saudi Arabia

ABSTRACT

The study aimed to identify the level of including green chemistry topics in the content of science books for middle school students in the Kingdom of Saudi Arabia. To achieve this goal, the researcher made a list of green chemistry topics that should be included in the content of science books designed for middle school students. Furthermore, he used the descriptive methodology, adopting a content analysis approach. Study population and sample consisted of all science books for middle school students in the Kingdom during the academic year 1442 AH, and their number was (6) books; that is one book for each semester. Science books' content analysis card was used as a study tool, based on the list of green chemistry topics prepared by the researcher, and its validity and stability were verified. The researcher adopted 'the topic' or 'the idea' as a unit for analysis. The results of the study demonstrated that the level of including green chemistry topics in science books designed for middle school students in the Kingdom was 'low'. Further the results asserted that there is no main title or sub-title in these science books that is directly related to green chemistry topics. Therefore, there were no statistically significant differences between the level of including green chemistry topics between science books for the first and second grades; while there were statistically significant differences at the level (0.1) between first and third grades' science books, as well as between second and third grades' science books .

Keywords: Green chemistry , Content , Science books , Middle school.

مقدمة البحث :

يعاني الإنسان في الوقت الحاضر من خلل في المنظومة البيئية نتيجة التقدم التقني والصناعي غير المسبوق؛ مما أحدث تلوثاً لجميع عناصر البيئة ومكوناتها، وأضحى معه الاهتمام بالبيئة التي تحيط بالإنسان أكثر الأولويات إلحاحاً في العالم؛ ذلك أن آثار التلوث البيئي امتدت لتشمل كل ما يتعلق بحياة الإنسان والكائنات الحية وما يحيط بها، وعلى الرغم أن علم الكيمياء أسهم بشكل كبير في النهضة الحضارية في شتى مجالات الحياة؛ إلا أن التلوث الكيميائي يعد حالياً أحد الأخطار الكبرى التي تهدد الاستدامة؛ نتيجة آثاره الخطرة التي تمثلت في إطلاق الملوثات السامة غير المتحللة التي تهدد حياة الكائنات الحية على وجه العموم؛ وتلحق الضرر الكبير بالإنسان والبيئة.

إن التلوث البيئي الكيميائي أدخل في الكون الكثير من المواد الكيميائية والمبيدات والنفايات الخطرة والسامة التي أثرت على البيئة وتوازنها، حيث تلوثت مصادر المياه والهواء، وفسدت الأراضي الزراعية، وزادت الأمراض لدى الإنسان، وانقرضت أنواع عديدة من الحيوانات والطيور والنباتات، وازدادت ظاهرة الاحتباس الحراري، وثقب الأوزون، والتصحر والكوارث الطبيعية (شاكر ٢٠٠٩).

ويرى عبدالغني(٢٠٠٢) أنه نظراً للتقدم التقني الهائل في مختلف المجالات الصناعية والتطبيقية؛ وما نتج عنه من ملوثات نتيجة استخدام المواد الكيميائية المختلفة؛ أصبح التصنيف البيئي لعلم الكيمياء يخضع لخطورة المواد التي تدخل في تصنيع المنتجات المختلفة؛ وما ينتج عن هذه الصناعات من مخلفات وملوثات تُحدث الآثار السلبية بدرجات متفاوتة على المنظومة البيئية، وطبقاً لهذه الدرجات ينظر إلى علم الكيمياء الآن من المنظور البيئي على ثلاثة تصنيفات تشمل الكيمياء السوداء، والكيمياء الحمراء، والكيمياء الخضراء.

ويشير ماناهان(Manahan,2006) إلى أنه مع ازدياد عمليات التصنيع الكيميائي كان يتم التخلص من النفايات من خلال المجاري المائية أو إطلاقها في الهواء كانبعاثات المداخن، إلا أنه بعد عام ١٩٧٠م زادت تكاليف معالجة النفايات بشكل مطرد مما جعل الشركات تنفق عشرات الملايين من الدولارات لتسوية الأضرار البيئية الناتجة عن التلوث، وظهر نهج الكيمياء الخضراء في البداية لتقليل التكاليف الباهظة للتلوث، بالإضافة إلى الفوائد الكبيرة الأخرى، وبحلول عام ٢٠٠٠م سنت تشريعات في الولايات المتحدة تتعلق بالقواعد الصحية والبيئية والمهنية، وأصبح التخلص من النفايات جزء من التكلفة الإجمالية لممارسة الأعمال التجارية؛ مما جعل الشركات تبحث عن بدائل خضراء أقل تلويثاً وأكثر حماية.

أما سنتي(Centi,2003) فيرى أنه ما بين عامي ١٩٨٠م حتى ١٩٩٠م دخلت العديد من المصطلحات الواعية بيئياً إلى الساحة الكيميائية، ومن ذلك الكيمياء النظيفة، والكيمياء البيئية،

والكيمياء الخضراء، والكيمياء الحميدة، والكيمياء المستدامة، وأخذت حيزاً كبيراً من اهتمام العلماء والباحثين؛ وكتب حولها العديد من المهتمين، إلا أنه من الملاحظ أنه لم يتم تعريف هذه المصطلحات جيدًا مما جعلها تخضع للكثير من النقاش بين الكيميائيين.

ويشير البشير(٢٠١٠)إلى أن الكيمياء الخضراء تقنية جديدة آمنة هدفها الرئيس الحد من التلوث البيئي؛ وذلك باستخدام حلول علمية مبتكرة للأوضاع البيئة الواقعية، ويعود بداية نشأة مفهوم الكيمياء الخضراء إلى عام ١٩٦٢م عندما نشرت باحثة أمريكية كتاباً بعنوان "الربيع الصامت" الذي أشارت فيه إلى خطر المبيدات في القضاء على الكائنات الحية مما ينذر بكوارث بيئية، ونتج عن هذا الكتاب حركات فعّالة لحماية البيئة والمحافظة عليها، وبرزت مشكلات كبيرة من التأثيرات الكيميائية العديدة في تلويث البيئة وإنتاج المركبات الكيميائية السامة الضارة بالصحة؛ مما جعل الدول تضع قوانين صارمة ملزمة لشركات الصناعات الكيميائية، وأصبح الاهتمام موجهاً إلى تقليل المواد الملوثة أثناء الانتاج وليس معالجتها بعد التلوث، وهو ما نتج عنه ظهور مصطلح الكيمياء الخضراء الذي يهدف إلى تقليل دور الكيمياء السلبي في تلوث البيئة.

والكيمياء الخضراء مجال ناشئ جديد نسبيًا؛ يسعى للعمل على المستوى الكيميائي الجزيئي لتحقيق الاستدامة، ولقد حظي هذا المجال باهتمام واسع النطاق في العقد الماضي بسبب القدرة على تسخير الابتكارات الكيميائية لتحقيق الأهداف البيئية والاقتصادية في وقت واحد، وأهم جانب في الكيمياء الخضراء هو تصميم المواد والمنتجات والعمليات الكيميائية للتقليل أو القضاء على المواد الخطرة والسموم ومصادر توليدها، وبسبب ذلك تم تطبيقه في جميع قطاعات الصناعة من السيارات ومستحضرات التجميل والالكترونيات والطاقة والمنتجات المنزلية والأدوية والزراعة.. وغيرها، وهناك مئات الأمثلة على التطبيقات الناجحة المربحة التي لها دور في المحافظة على صحة الإنسان وبيئته(Anastas&Eghbali,2009).

ويرى بودهو وهارفي(Boodhoo&Harvey,2013) أن بداية القرن الحادي والعشرين تميزت بشكل ملحوظ بزيادة الوعي البيئي، والضغط على واضعي الأنظمة والمشرعين في الدول لإصدار قوانين للحد من الانبعاثات وتحسين كفاءة الطاقة من خلال اعتماد "تقنيات صديقة للبيئة" وتطوير عمليات أكثر استدامة وكفاءة بيئية من خلال تقنيات الكيمياء الخضراء وتطوير وابتكار تقنيات المعالجة الحيوية؛ والتي يمكن أن تغير العمليات الصناعية بشكل جذري. ويورد ويتكوف وآخرون(Wittcoff et al.,2013)عدداً من تلك الأنظمة من قبيل منع استخدام مادة الفوسجين، والتخلص من المذيبات العضوية ذات الأصل النفطي، وتطوير التفاعلات المرتبطة بثاني أكسيد

الكربون والسوائل الأيونية، بالإضافة إلى تطوير الأنظمة ثنائية الطور التي تستخدم محفزات الأسطح من مواد كالطين والزيوليت والسيليكا والألومينا.

ويشير أميتا وداندياAmeta&Dandia,2014) إلى أن مفهوم الكيمياء الخضراء يقوم على فلسفة قوامها العمل على تصميم وتطوير العمليات المتسلسلة التي تستخدم مجموعة من المبادئ التي تزيل أو تقلل من المواد الخطرة في تصنيع وتصميم وتطبيق المنتجات والمواد الكيميائية؛ مما يؤدي في النهاية إلى منع التلوث وتقليل استهلاك الطاقة.

وقد عُقد العديد من المؤتمرات العلمية المحلية والعالمية للتعريف بالكيمياء الخضراء وتطبيقاتها وآثارها الإيجابية على البيئة، ومن ذلك مؤتمري الجمعية الكيميائية السعودية في جامعة الملك سعود عن الكيمياء الخضراء عامي٢٠١١م، ٢٠١٨م ؛ حيث نوقشت فيهما العديد من أوراق العمل حول الاتجاهات الجديدة في مجال الكيمياء؛ والتحول نحو الكيمياء الخضراء والتقليل من التلوث الكيميائي(الجمعية الكيميائية السعودية ،٢٠١٨). كما عُقِدَ مؤتمر دولي عام ٢٠١٧م في جامعة السلطان قابوس بسلطنة عُمان بعنوان "الكيمياء الخضراء والمستدامة"؛ تناول موضوعات عديدة منها العمليات الكيميائية والصناعية الخضراء، ومعالجة المياه، والطاقة النظيفة والمستدامة، والتحاليل البيئية الخضراء، والحفز المستدام(الوطن ٢٠١٧)، بالإضافة إلى مؤتمر "الكيمياء الخضراء والتنمية الصناعية المستدامة" الذي عقد في القاهرة عام ٢٠١٧م، والمؤتمر السنوي الثالث والعشرون للكيمياء والهندسة الخضراء الذي عقدته الجمعية الأمريكية للكيمياء عام ٢٠١٩م في ولاية فيرجينيا، وقد نادت جميعها بضرورة تفعيل مبادئ الكيمياء الخضراء لتخفيض التلوث وضمان استدامة العيش بأمان على هذا الكون.

إن الكيمياء الخضراء تؤدي دوراً مهماً في حياة المجتمعات وحماية البيئة على المدى الطويل للأجيال القادمة؛ لذا فإن تضمينها في مناهج العلوم أصبح ضرورة ملحة في العملية التعليمية؛ فهي يمكن أن تسهم في إعداد أفراد قادرين على التعامل مع معطيات المجتمع وحل مشكلاته البيئية، ويتم هذا التضمين من خلال عرض مفاهيم ومبادئ الكيمياء الخضراء، وتقديم حلول مبتكرة لهذه المشكلات والقضايا البيئية من خلال عرض تطبيقاتها البيئية وعلاقتها بالحياة اليومية(محمد٢٠٢٠).

وعلى الرغم أن مفهوم الكيمياء الخضراء تم تقديمه في أواخر التسعينات من القرن الماضي؛ إلا أن تطبيق هذا المفهوم مازال غائباً في المناهج الدراسية، إذ لابد أن يتم دمج وتكامل مفاهيم الكيمياء الخضراء في المناهج الدراسية؛ ووضع مقررات دراسية قائمة بذاتها لمخاطبة الطلاب؛ ليكونوا أكثر دراية بطبيعة المواد الكيميائية الخطرة وآثارها الضارة على البيئة؛ والاطلاع على مفاهيم ومبادئ

الكيمياء الخضراء ومدى الحاجة إليها لضمان الممارسات المستدامة وخلق جيل واعٍ بالبيئة(صالح٢٠١٦).

ويؤيد ذلك ما أورده هاريكا(Harika,2013)أنه من الضروري تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء ومفاهيمها ومبادئها في مناهج العلوم؛ لهدف تغيير اتجاهات الطلاب حول البيئة التي يعيشون فيها؛ وسلوكياتهم نحوها، وتأكيد مبدأ الوعي البيئي لأجيال المستقبل، واتخاذ القرارات نحو المشكلات البيئية. ويشير كان (Cann,2009) إلى أن الهدف الرئيس من تعليم الكيمياء الخضراء للطلاب وإدماجها في المناهج الدراسية هو تعزيز وتحسين محو الأمية العلمية في الاستدامة، وتنمية المعارف والمهارات المرتبطة بهذا المفهوم بين الأجيال الحالية والمستقبلية.

ويضيف هولفلدر(Holfelder,2019)أنه ينبغي توفير محتوى تعليمي عالي الجودة للطلاب يركز على تدريس الكيمياء الخضراء ومفاهيم التنمية المستدامة، ومن المهم التركيز على الوعي البيئي والمواقف الإيجابية تجاه القضايا البيئية. ويرى إسماعيل(٢٠١٩)أنه نظراً لكون التعليم هو مفتاح المستقبل المستدام؛ فإن إدماج موضوعات الكيمياء الخضراء في المناهج الدراسية يعد أمراً ضرورياً إذا أراد المجتمع أن يغير مساره الحالي وتحقيق عالم مستدام، لذا على القائمين على تطوير المناهج الدراسية بمختلف مراحلها؛ العمل على استقاء موضوعات خضراء جديدة ومتنوعة يمكن تضمينها في المناهج، ولابد أن توجه أنظار الطلاب إلى أن التصميم الدقيق والمدروس للمنتجات يمكن أن يحقق فوائد بيئية واقتصادية واجتماعية. ويرى كولوغليوتيس وآخرون (Koulougliotis et al.,2021)أن تعليم الكيمياء الخضراء تطوّر كردة فعل من تعليم الكيمياء التقليدية، حيث يهدف إلى تطوير مهارات الطلاب وتصرفاتهم كأعضاء مسؤولين في المجتمع، إلا أنه مع ذلك فإن تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في المناهج ضعيف حتى الآن، ويمكن دمج الكيمياء الخضراء في تعليم العلوم بشكل عام وعلم الكيمياء بشك خاص من خلال استخدام قضايا الكيمياء الخضراء لتوضيح مفاهيم الكيمياء ووضعها في إطارها الصحيح، وكذلك في معالجة التحديات التقنية وما تفرزها من تحديات بيئية، بالإضافة إلى جعل الكيمياء الخضراء جزء من التنمية المستدامة.

ويشير كلارك وآخرون(Clark et al.,2015)إلى أن هناك برامج تدريسية وتدريبية في مجال الكيمياء الخضراء على مستوى العالم؛ كما في إسبانيا واليونان وأستراليا والبرازيل والولايات المتحدة، وهذا يعكس أهمية هذا الموضوع والاعتراف المتزايد بالحاجة إلى تعزيز استيعاب منهجيات خضراء مستدامة بين الجيل القادم من الباحثين والعلماء والطلاب؛ وتزويدهم بالأدوات والمعرفة والخبرة اللازمة من أجل تحقيق تغيير تدريجي نحو الاستدامة في المواد والصناعات الكيميائية المستخدمة،

وتتكون البرامج في الغالب من مزيج من المواد التعليمية التي تعتمد على المعرفة والفهم والمهارات، وتغطي المقررات مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها وتاريخها.

وقد اهتمت المؤسسات التعليمية العليا في المملكة العربية السعودية؛ المتمثلة في وزارة التعليم وهيئة تقويم التعليم والتدريب إلى حد ما بالكيمياء الخضراء وتطبيقاتها من خلال تضمين ما يرتبط بها ضمن مؤشرات معايير معلمي العلوم؛ حيث ورد المؤشر(٤)"يمثل للتطبيقات الحيوية في الميادين المختلفة مثل الزراعة والطب والصناعة" في المعيار(٦,٥,٥)، والمؤشر(٣)"يلم بأبرز المشكلات البيئية المعاصرة، ويصف تأثيراتها على المخلوقات الحية: ثقب طبقة الأوزون، الاحتباس الحراري، ..)في المعيار(٦,٥,٩)، والمؤشر(٧)"يقارن بين الموارد المتجددة وغير المتجددة ويمثل لهما" في المعيار(١١,٣٧,٦)، وكذلك المؤشر(٧)"يلم بأبرز المشكلات التي تواجه المخلوقات الحية في بيئتها مثل: أثر الأنشطة الإنسانية على البيئة" في المعيار(٦,٣٧,٨) (هيئة تقويم التعليم والتدريب٢٠٢٠).

في ضوء ما تقدم جاءت فكرة الدراسة الحالية التي تسعى للتعرف على مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء –المحددة في هذه الدراسة– في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية.

مشكلة الدراسة وأسئلتها:

انطلاقاً مما سبق؛ ونظراً لأهمية الكيمياء الخضراء وموضوعاتها ومبادئها؛ كعلم حديث يسعى إلى تعزيز التنمية المستدامة من خلال تقليل الضرر البيئي والتلوث الناتج عن عمليات التصنيع الكيميائي؛ ومعالجة سلبيات الكيمياء التقليدية من خلال ابتكار مواد كيميائية وصناعات خضراء تقود في النهاية إلى سلامة الإنسان والبيئة؛ وحيث أوصت العديد من المؤتمرات والندوات العلمية بضرورة تفعيل مبادئ الكيمياء الخضراء لتحقيق التنمية المستدامة، كما أوصت العديد من الدراسات بضرورة تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في المناهج الدراسية؛ ومن ذلك دراسات الشناوي(٢٠٢٠)،الحربي(٢٠٢٠)،إسماعيل(٢٠١٩)،صالح(٢٠١٦) التي أوصت بضرورة توظيف موضوعات الكيمياء الخضراء في جميع المراحل التعليمية بما يتناسب مع المستوى الدراسي لكل مرحلة، ودراسة محمد(٢٠٢٠)التي أوصت بضرورة تطوير مناهج العلوم بالمرحلة المتوسطة بما يتناسب مع مبادئ الكيمياء الخضراء؛ وتضمينها أبعاد الاستدامة البيئية، ودراسة أبو الوفاء(٢٠١٨)التي أوصت بأهمية تطوير تعليم الكيمياء لجميع المراحل الدراسية ليصبح من أجل التنمية المستدامة والثقافة الكيميائية أساساً وهدفاً.

وحيث لا توجد دراسات–على حد علم الباحث– بحثت في مستويات تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في محتوى مناهج وكتب العلوم في المرحلة المتوسطة أو المرحل الأخرى في المملكة العربية السعودية، لذا تأتي هذه الدراسة التي سعت للتعرف على مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية **من خلال الإجابة عن الأسئلة التالية:**

١. ما موضوعات الكيمياء الخضراء التي ينبغي تضمينها في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية؟
٢. ما مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء–المحددة في هذه الدراسة– في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية ؟
٣. هل يختلف مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء –المحددة في هذه الدراسة– في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة باختلاف الصف الدراسي؟

أهداف الدراسة :

هدفت الدراسة الحالية إلى **ما يلي :**

١. تحديد موضوعات الكيمياء الخضراء التي ينبغي تضمينها في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية.
٢. التعرف على مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء – المحددة في هذه الدراسة– في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية.
٣. التعرف على الفروق في مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء – المحددة في هذه الدراسة– في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة باختلاف الصف الدراسي.

أهمية الدراسة :

تتضح أهمية الدراسة الحالية **فيما يلي :**

١. تقدم قائمة بموضوعات الكيمياء الخضراء(المفاهيم، المبادئ، الأهداف، التطبيقات،..)الواجب تضمينها في كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية مبنية على آراء المختصين والتربويين .
٢. تتناول الكيمياء الخضراء وهي من العلوم الحديثة المهمة في العصر الحالي، ويتأثر بتبعاتها كل إنسان على هذه الأرض بحكم ارتباطها الوثيق بتلوث البيئة التي يعيش فيها؛ وتحقيق التنمية المستدامة.

٣. تقدم تصور لمخططي ومطوري مناهج العلوم في وزارة التعليم بالمملكة العربية السعودية حول مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في مقررات العلوم بالمرحلة المتوسطة في ضوء ما تسفر عنه نتائج التحليل؛ وتوجيه الاهتمام بها ؛ وأخذ ذلك بعين الاعتبار عند بناء وتطوير المقررات.

٤. مساعدة مسؤولي برامج تدريب معلمي العلوم في وزارة التعليم وإدارات التعليم في المناطق؛ على اختيار موضوعات الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها المناسبة التي ينبغي تدريب معلمي العلوم عليها.

حدود الدراسة:

اقتصرت الدراسة على **الحدود التالية :**

١. كتب العلوم لجميع الصفوف في المرحلة المتوسطة التي أقرت وزارة التعليم في المملكة العربية السعودية تدريسها في العام الدراسي ١٤٤٢هـ-٢٠٢٠م .

٢. التحليل في ضوء قائمة موضوعات الكيمياء الخضراء التي تم تحديدها من قبل الباحث بوصفها فئات للتحليل.

مصطلحات الدراسة:

الكيمياء الخضراء :

يعرفها ماناهان(Manahan,2006) بأنها "ممارسة العلوم الكيميائية والتصنيع بطريقة مستدامة وآمنة وغير ملوثة؛ وتستهلك الحد الأدنى من كميات المواد والطاقة، بينما تنتج القليل من النفايات أو لا تنتج نفايات على الإطلاق"(ص.١٠).

ويعرفها الباحث بأنها أحد الفروع الحديثة لعلم الكيمياء؛ تهدف إلى تقليل الضرر البيئي والتلوث الناتجة عن عمليات التصنيع الكيميائية؛ ومعالجة سلبيات الكيمياء من خلال ابتكار مواد كيميائية آمنة وغير ضارة؛ يستخدم فيها اقتصاد الذرة من خلال تقدير كفاءة التفاعل، وتستثمر في تفاعلاتها كل المكونات الداخلة فيها دون وجود فاقد؛ وبأقل استهلاك للطاقة والموارد غير المتجددة.

مستوى التضمين :

عرف أبو العزم(٢٠١٣)في معجم الغني التضمين لغوياً بأنه من الفعل تضمن؛ وتضمن الموضوع عدة أفكار أي اشتمل واحتوى عليه، وجاء في المعجم الوسيط(٢٠١١)تضمن الوعاء ونحوه الشيء أي احتواه واشتمل عليه.

ويعرفه الباحث في هذه الدراسة بأنه نسبة ومجموع تكرارات فئات التحليل(موضوعات الكيمياء الخضراء) بمجالاتها الرئيسية والفرعية المحددة في هذه الدراسة التي وردت في محتوى كتب العلوم

بالمرحلة المتوسطة (بصفوفها الثلاث) في المملكة العربية السعودية، وتقاس من خلال بطاقة التحليل المعدة لذلك.

كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة:

ويعرفها الباحث بأنها كتب العلوم للصف الأول والثاني والثالث المتوسط التي تم ترجمتها ومواءمتها من سلسلة ماجروهل التعليمية(McGraw-Hill Education)ضمن مشروع تطوير تدريس العلوم والرياضيات في المملكة العربية السعودية من قبل شركة العبيكان للأبحاث والتطوير، والتي تدرس في جميع المدارس المتوسطة التابعة لوزرة التعليم في المملكة للعام ١٤٤٢هـ/٢٠٢٠م.

أدبيات الدراسة:

أولاً: الإطار النظري :

يتناول الباحث في هذا الجزء من الدراسة عدداً من العناصر التي توفر بعداً نظرياً أعمق للكيمياء الخضراء بوصفها توجهاً عالمياً حديثاً، وفيما يلي تفصيل ذلك :

مفهوم الكيمياء الخضراء :

ورد مفهوم الكيمياء الخضراء في الأدبيات تحت مسميات مختلفة، فمن العلماء والباحثين من يطلق عليه مسمى الكيمياء الخضراء، ومنهم من يطلق عليه الكيمياء الآمنة، أو الكيمياء المستدامة، أو الكيمياء النظيفة، أو الكيمياء الأنيقة، أو الكيمياء صديقة البيئة، أو الكيمياء غير الضارة، أو الكيمياء الحميدة، أو كيمياء اقتصاد الذرة وغيرها؛ والتي تشير جميعاً إلى مصطلح واحد تجمع عليه الكتابات العربية والأجنبية هو الكيمياء الخضراء(Green Chemistry)،وقد يعتقد البعض أن هذا المفهوم ينتسب إلى النباتات أو أنه مشتق منها بحكم كلمة الخضراء؛ إلا أن فلسفة الكيمياء الخضراء تختلف تماماً عن هذا المفهوم إذ تتمحور حول تخفيف الضرر على البيئة من استخدام المواد الكيميائية وتقليل انبعاثات السموم؛ بالإضافة إلى التقليل من استنزاف الموارد، وفي العادة درج استخدام كلمة خضراء للإشارة إلى أشياء أو منتجات أو حتى منظمات صديقة للبيئة.

ويعرف انستاس ووارنر(Anastas&Warner,1998)الكيمياء الخضراء بأنها تصميم المواد الكيميائية والمنتجات والعمليات لتقليل أو القضاء على استخدام وتوليد المواد الخطرة؛ ويتم تقنينها بواسطة مجموعة من(١٢)مبدأ، أما النجدي(٢٠٠٥)فيعرفها بأنها فرع مستحدث من علم الكيمياء يهدف إلى الإقلال قدر المستطاع من تأثير العمليات الكيميائية وصناعاتها على التوازن البيئي، بينما يعرفها كرابتري(Crabtree,2009) بأنها منهج في الكيمياء يستخدم مبادئ البيئة الخضراء الاثني عشر ويقلل أو يلغي الحاجة إلى توليد المواد الكيميائية الخطرة أثناء تصنيع وتصميم وتطبيق الكيمياء.

ويشير عبدالرحمن وحسن(٢٠١٥)أن الكيمياء الخضراء هي "ذلك الفرع من علم الكيمياء الذي يعنى بتصميم عمليات ومنتجات كيميائية أكثر رفقاً بالبيئة، وتشمل بذلك وجوه وأشكال الطرق الكيميائية التي تقلل من الأثر السلبي على صحة الإنسان وبيئته بالإقلال أو الإقلاع عن استخدام أو انتاج المواد ذات الخطورة الشديدة، وتهدف إلى تقليل الانبعاثات الناتجة عن عمليات التصنيع الكيميائي الأخرى إلى أقل مدى ممكن، كما تهدف إلى ابتكار مواد كيميائية جديدة تعود بالخير على البيئة، ومواد كيميائية تعمل كبدائل عن المواد الكيميائية الأخرى التي تعود عمليات تصنيعها بنتائج سلبية على البيئة، أو كبدائل عن المواد الكيميائية المستخلصة من الأنواع الحية المهددة بالانقراض"(ص٨).

ويعرفها صالح وكولر(Saleh&Koller,2018)بأنها الكيمياء التي تقلل من الضرر البيئي مصحوبًا بإنتاج المواد وتقليل كل منها؛ والتخلص السليم من النفايات المتولدة أثناء العمليات الكيميائية المختلفة، وهي تقنية جديدة مكرسة لتركيب ومعالجة وتطبيق المواد الكيميائية بطريقة تقلل من المخاطر التي يتعرض لها الإنسان والبيئة.

ويرى الباحث أن الكيمياء الخضراء هي أحد الفروع الحديثة لعلم الكيمياء؛ تهدف إلى تقليل الضرر البيئي والتلوث الناتجة عن عمليات التصنيع الكيميائية؛ ومعالجة سلبيات الكيمياء من خلال ابتكار مواد كيميائية آمنة وغير ضارة؛ يستخدم فيها اقتصاد الذرة من خلال تقدير كفاءة التفاعل، وتستثمر في تفاعلاتها كل المكونات الداخلة فيها دون وجود فاقد؛ وبأقل استهلاك للطاقة والموارد غير المتجددة.

مبادئ الكيمياء الخضراء:

تعتمد الكيمياء الخضراء بشكل عام على المبادئ الاثني عشر التي اقترحها Anastas &Warner في عام ١٩٩٨م عندما قدما كتابهما بعنوان "الكيمياء الخضر: النظرية والممارسة"، وتعتبر هذه المبادئ بمثابة الأسس للمساهمة في التنمية المستدامة، وتشتمل على تعليمات لتصميم وتطوير منتجات كيميائية جديدة أكثر فعالية وقابلية للتحلل، وتقليل المواد الخطرة في المنتجات الكيميائية، ومنع التلوث البيئي، وتقليل استخدام الطاقة غير المتجددة، وهذه المبادئ هي:((Anastas&Warner,1998)،(Manahan,2006)، (Ste´phane,2011)، (Harold et al.,2013)، (Saleh&Koller,2018)) :

١. الوقاية ومنع تكون النفايات الكيميائية: من الأفضل منع تكون النفايات الكيميائية أساساً في المصدر بدلاً من معالجتها أو التخلص منها بعد أن تتكون في نهاية التفاعل؛ حيث إن تكاليف التخلص من المواد الناتجة الخطرة أكبر بكثير من الناحيتين البيئية والاقتصادية.

٢. اقتصاد الذرة وتقدير كفاءة التفاعل: يجب تصميم أساليب صناعية تندمج فيها جميع مكونات المواد المتفاعلة لتكوين المنتج النهائي، بحيث يتم ضمان التقليل أو عدم تكون نواتج ثانوية غير مرغوب بها وزيادة كفاءة التفاعل.
٣. تقليل تكوين الكيميائيات الخطرة: يجب تصميم التفاعلات الكيميائية وطرق تصنيع المنتجات الكيميائية بحيث تكون المواد الكيميائية الناتجة أقل ضرراً وسميّة على صحة الإنسان والبيئة.
٤. تصميم منتجات ومواد كيميائية أكثر أمناً: يجب أن تتميز النواتج الكيميائية لإحداث وظيفتها المطلوبة بأعلى درجة من الكفاءة؛ ومؤثرة التأثير المرغوب مع تقليل سميتها إلى أدنى حد.
٥. المذيبات والمواد المساعدة الأكثر أمناً: يفضل إجراء التفاعلات الكيميائية بدون استخدام مواد إضافية مثل (المذيبات وعوامل الفصل وما إلى ذلك)، وإن يكون الاستخدام عند الضرورة القصوى، وإذا لزم الأمر فيجب أن تكون هذه المواد غير ضارة.
٦. التصميم لكفاءة وتوفير الطاقة: يجب التعرف على متطلبات الطاقة التي يحتاجها التفاعل الكيميائي واستخدام الطاقة في أضيق الحدود لتأثيراتها البيئية والاقتصادية؛ ويفضل تصميم التفاعلات الكيميائية بحيث تُجرى في الظروف الاعتيادية من درجة الحرارة والضغط.
٧. استخدام مواد أولية قابلة للتجديد: يجب أن تكون المواد الخام أو المواد الأولية مواداً متجددة(مصدرها حيوانياً أو نباتياً أو غير ذلك)بدلاً من استنزاف الخامات الطبيعية غير المتجددة والقابلة للنفاذ(النفط، الغاز، الفحم،...) كلما كان ذلك ممكنًا تقنيًا واقتصاديًا.
التقليل من المشتقات: يجب التقليل من استخدام المشتقات المؤقتة وغير الضرورية في العمليات الكيميائية والفيزيائية؛ مثل استخدام مجموعات الحجب، والحماية، والتعديل المؤقت للعمليات وجزيئاتها إن أمكن، لأن مثل هذه الخطوات تتطلب عوامل مساعدة(كواشف) إضافية ويمكن أن تولد نفايات غير مرغوبة.
٨. المحفزات لتقليل متطلبات التفاعل: يجب استخدام المواد المحفزة المخصصة لتسريع التفاعلات الكيميائية بانتقائية بدلاً من الاكتفاء باستخدام النسب المتكافئة من المواد المتفاعلة؛ مما يؤدي إلى تقليل متطلبات التفاعل وتقليل المخلفات الناتجة.
٩. تصميم منتجات كيميائية قابلة للتحلل: يجب تصميم المنتجات الكيميائية بحيث تتحلل في نهاية وظيفتها إلى مواد بسيطة غير ضارة؛ ولا تبقى بصورة دائمة في البيئة.
١٠. تحديد الوقت الحقيقي لمنع التلوث: يجب تطوير طرق التحليل الكيميائي لتسمح بالرصد والتحكم في الوقت الفعلي أثناء التفاعل وتواكب تقدمه لحظياً؛ قبل بداية تكون المواد الخطرة أو الضارة الملوثة للبيئة.

١١. الكيمياء الآمنة لتجنب الحوادث: في العمليات الكيميائية؛ يجب أن يتم اختيار المواد الكيميائية الآمنة من حيث النوع والتركيب لتقليل احتمالية وقوع الحوادث الكيميائية وما قد يصاحبها من انطلاق الغازات أو وقوع الانفجارات أو الحرائق.

أهداف الكيمياء الخضراء:

يرى فيليت(Fellet,2013)أن أبرز أهداف الكيمياء الخضراء تكمن في سعيها للحد من المخاطر ومنع الحوادث الناتجة عن التصنيع الكيميائي والمواد الكيميائية الخطرة؛ وبالتالي المحافظة على سلامة الإنسان والبيئة التي يعيش فيها، أما بودهو وهارفي(Boodhoo&Harvey,2013) فيرون أن من أهم أهداف الكيمياء الخضراء كونها أداة لتحقيق التنمية المستدامة على المستويات الاجتماعية والبيئية والاقتصادية؛ والتي يتطلب تحقيقها جهوداً وإجراءات كبيرة من جانب الحكومات والمنظمات التجارية وغير التجارية، ويتم ذلك من خلال توفير الطاقة وجعلها خضراء نظيفة، وتصميم منتجات آمنة على الإنسان والبيئة، والاعتماد على المواد الأولية المتجددة من خلال استخدام الكتلة الحيوية كمصدر عضوي بدلاً من الاعتماد على الكربون الأحفوري، وتصميم منتجات أكثر اخضراراً لاستبدال المنتجات الحالية غير المقبولة في ضوء التشريعات الجديدة.

ويضيف بينيت(Bennett,2008)أن أبرز أهداف الكيمياء الخضراء تتمثل في تحقيق التنمية المستدامة، والتقليل أو منع التلوث قبل حدوثه، وتقليل المخاطر الناتجة عن استخدام المواد الكيميائية إلى أقصى حد من خلال تصميم مواد جديدة أقل ضرراً، بالإضافة إلى استخدام الموارد الطبيعية بكفاءة أكبر من خلال المحافظة على الموارد غير المتجددة؛ والبحث عن طرق بديلة تغني عن استنزافها. أما عبدالرحمن وحسن(٢٠١٥)فيرون أنها تمثل اقتصاداً ناجحاً ومثمراً؛ إذ أنه في الآونة الأخيرة أصبحت تكلفة التخلص من النفايات ومعالجة آثارها عالية، إضافة إلى المشاكل البيئية التي تسببها على صحة الإنسان، وأهم الأهداف والفوائد الاقتصادية للكيمياء الخضراء تكمن في الحفاظ على الموارد الطبيعية، والتخلص من تكلفة معالجة النفايات، والتقليل من استخدام المواد المساعدة والمذيبات، واستغلال المواد البادئة للتفاعل بصورة تامة، وإيجاد نواتج نهائية ذات كفاءة عالية وغير مستقرة في الطبيعة، بالإضافة إلى التقليل من حدوث الحوادث الكيميائية أو الحرائق من خلال استخدام مواد آمنة وطرق تحضير آمنة. وترى عياد(٢٠٠٥)أن الهدف من الكيمياء الخضراء هو تجنب التلوث الذي يمكن أن يواكب التقدم الصناعي والتقني، ومحاولة إحلال المفهوم البيئي النظيف محل الكيمياء السوداء أو الحمراء؛ الذي يتوقف إلى حد كبير على العوامل المحفزة أو المساعدة التي يمكن أن تساهم بدورها إلى حد كبير في تغيير مسار الكثير من عمليات التصنيع الكيميائي لصالح المنظومة البيئية.

أما أميتا وداندياAmeta&Dandia,2014))فيرون أن أبرز أهداف الكيمياء الخضراء تتمثل في تطوير منهجيات وتقنيات جديدة أقل ضرراً على صحة الإنسان والنظام البيئي الذي نعيش فيه، وتدعيم إجراءات السلامة البيئية لتقليل النفايات وإعادة استخدام المواد الكيميائية مرة أخرى، بالإضافة استخدام مواد آمنة غير ضارة بالبيئة، وتصميم العمليات لتوفير الطاقة من دمج جميع مكونات التفاعل لتكوين المنتج النهائي، والعمل على منع تكون النفايات من البداية قبل التفكير بالتخلص منها. وترى الشحري(٢٠١٩)أن هناك دعامتين وهدفين أساسيين للكيمياء الخضراء هما:

١. الاستخدام الأمثل للمواد الخام في المجالات المختلفة من منطلق إعادة استرجاعها، وتجديد الموارد، وتجنب ظهور ملوثات في مرحلة التصنيع أو مرحلة ما بعد الإنتاج ، والبحث عن البدائل الآمنة في الصناعات أو منع حدوث التلوث الأولي بالتخلص بشكل آمن من المخلفات عند المنبع قبل وصولها إلى الأماكن التي يمكن أن تلوث البيئة.
٢. تجنب أي نوع من الضرر والتلوث الذي يمكن أن يواكب التقدم الصناعي والتقني؛ وذلك من خلال التركيز على المناخ الصحي وعوامل الأمان في مراكز الإنتاج المختلفة.

تطبيقات الكيمياء الخضراء:

يعتبر توظيف مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها من التحديات الكبيرة التي يواجهها الكيميائيون في الوقت الحالي؛ بسبب تعاظم مصادر الخطورة والتلوث في البيئة وتأثيرها المباشر على حياة الإنسان؛ مما يجعل من الضروري على المختصين في علم الكيمياء أن يبحثوا عن طرق لتحسين نواتج العمليات الصناعية وطرقها؛ وتقليل آثارها ما أمكن، وترى الحربي(٢٠٢٠)أن تطبيقات الكيمياء الخضراء يقصد بها الآليات والطرق التي يتم فيها توظيف أهداف الكيمياء الخضراء ومبادئها؛ بهدف التقليل من استعمال المواد الخطرة والسامة من خلال ابتكار المُنتجات والأجهزة والمواد القابلة للتدوير أو التحلل البيولوجي؛ وبذلك فإن الكيمياء الخضراء تركّز على تصنيع وإنتاج مواد جديدة خالية من الملوثات البيئية، واستبدال المواد المشتقة من مصادر بترولية بمواد طبيعية، ونظرًا لما تتميّز به تلك التطبيقات من أمان على الإنسان والبيئة التي يعيش فيها، إضافة إلى كونها أقل تكلفة من المواد الكيميائية؛ فقد انتشرت على نطاق واسع وفي مختلف المجالات، حيث دخلت في المجال الصناعي، والطبي، والغذائي، والزراعي، وغيرها من المجالات المختلفة.

وترى البشير(٢٠١٠)أن السنوات الأخيرة شهدت زيادة كبيرة في الأبحاث المتعلقة بالكيمياء الخضراء والمستدامة؛ وهذا ما دفع العديد من الدول إلى دعمها، حيث شملت جميع مراحل دورة حياة المنتج الكيميائي، وتركزت الأبحاث في مرحلة ما قبل التصنيع على إيجاد بدائل للمواد الخام التقليدية وتقليل المخلفات والنفايات، وفي مرحلة التصنيع تم التركيز على استعمال المحفزات

والمذيبات البديلة أو استخدام طرق جديدة أو المعالجات الكيميائية المركزة، أما في مرحلة الإنتاج فتم التركيز على إنتاج المواد الكيميائية الآمنة أو المفيدة للبيئة؛ ونواتج المواد الحيوية المتحللة أو المعاد تدويرها، وفتح التحول من الصناعات العضوية المعتمدة على البتروكيماويات إلى تلك المعتمدة على الموارد المتجددة المجال أمام فرص كثيرة لإجراء الأبحاث الجديدة مثل استخلاص المواد الكيميائية النفيسة من الكتلة الحيوية، وإضافة قيمة إلى البوليمرات الأكثر توافراً في الطبيعة مثل النشاء والسليلوز.

ويشير عنانزة(٢٠٠٧)إلى أن الكيمياء الخضراء تمكنت من إيجاد الحلول العلمية والتقنية للعديد من القضايا والمشكلات البيئية، فقد استطاع العلماء تصنيع عقاقير وكيماويات وسيطة من النباتات بدلاً من الكيماويات ذات الأصل البترولي؛ وذلك بهدف تصنيع مواد التنظيف ومستحضرات التجميل ومضادات التجمد والدهانات والمواد البلاستيكية انطلاقاً من الكربوهيدرات وليس النفط، وتمتاز المواد الجديدة بأنها صديقة للبيئة وذلك لأنها تنتج من مصادر متجددة وقابلة للتحلل البيولوجي؛ ولا ينجم عنها انبعاثات غازية، ومن أمثلة تلك التطبيقات ما يلي:

إنتاج مذيبات من أصل نباتي كالذرة وفول الصويا بدلاً من المذيبات السامة النفطية.

١. استخدام غاز الهيدروجين المتوفر في الطبيعة مصدراً للطاقة بدلاً من النفط.
٢. إنتاج منظفات من البكتين الموجود في قشور الحمضيات.
٣. إنتاج البلاستيك ومواد التغليف من نباتات مثل الجرجير والكولزا القابلة للتحلل.
٤. تطوير مواد لاصقة من لحاء الشجر أو نشاء الذرة.
٥. استخدام الكحول الناتج من تخمر قصب السكر وقوداً في محركات السيارات بدلاً من البنزين.
٦. استخدام ثمار النخيل والزيتون في إنتاج الديزل الحيوي القابل للتحلل البيولوجي وقوداً للسيارات.

أما شاكر(٢٠٠٩)فيرى أن للكيمياء الخضراء تطبيقات وفوائد كثيرة في الصناعات الكيميائية؛ وأثر واضح في الحفاظ على البيئة وصحة الإنسان، ومن أمثلة تلك التطبيقات ما يلي:

١. المنظف الجديد للبيئة: إذ توصل العلماء لعمل منظف للبيئة من كيميائيات غير سامة يتم تكسيرها حيوياً، تعمل على إزالة الملوثات من الماء وإزالة الزيوت والشحوم من غير تأثير على الصحة والبيئة.
٢. 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 صديقة البيئة.

٣. الأكسدة النظيفة: وتستخدم في مجال تبييض الملابس الملونة وصبغات الشعر وغيرها؛ من خلال مواد مساعدة حيوية صديقة للبيئة وتعمل علاج التلوث.
٤. 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.
٥. 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.

ثانياً :الدراسات السابقة:

تناولت العديد من الدراسات العربية والأجنبية موضوع الكيمياء الخضراء من عدة اتجاهات؛ إلا أنه لا يوجد دراسة–على حد علم الباحث– تناولت مستوى تضمين الكيمياء الخضراء وموضوعاتها في كتب العلوم بالمملكة العربية السعودية على اختلاف المراحل الدراسية، ومعظم الدراسات السابقة تهدف إلى بناء أو تطوير منهج أو مقرر أو برنامج ومن ثم قياس فاعليته وأثره، وفي هذا الجزء قام الباحث بحصر عدد من الدراسات التي تناولت موضوعات الكيمياء الخضراء، حيث أجرى كاربدوين وآخرون(Karpudewan et al.,2013)دراسة هدفت إلى تطوير منهج في الكيمياء الخضراء ومعرفة فعالية تدريس المنهج على فهم طلاب المدارس الثانوية لمفاهيم الكيمياء ودافعيتهم نحو تعلم الكيمياء، واستخدم الباحثون المنهج شبه التجريبي ذو تصميم المجموعتين، وتم اختيار العينة عشوائياً لإحدى المدارس الثانوية في ماليزيا؛ وتكونت المجموعة التجريبية من(٣٥)طالباً، والضابطة من(٣٢)طالباً، واستخدمت أداتين هما الاختبار والمقابلة، وأظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائيًا بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين لصالح طلاب المجموعة التجريبية ما يشير إلى تفوق المجموعة التجريبية والأثر الواضح للبرنامج، كما أظهرت النتائج زيادة دافعية الطلاب نحو تعلم الكيمياء.

وأجرى صالح(٢٠١٦)دراسة هدفت إلى التعرُّف على أثر منهج مقترح في الكيمياء في ضوء مفهوم الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي واتخاذ القرارات البيئية، واستخدمت الباحثة المنهجين الوصفي التحليلي وشبه التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة، وتم إعداد ثلاث أدوات هي مقياس الوعي البيئي، ومقياس اتخاذ القرارات البيئية، والاختبار التحصيلي، وطبقت على عينة تكونت من(٤٥)طالبة في الصف الأول الثانوي بمدرسة الحرية بالزقازيق، وأظهرت نتائج الدراسة وجود فروق دالة إحصائيًا بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس

الوعي البيئي ولمقياس اتخاذ القرارات البيئية لصالح التطبيق البعدي, ووجود فروق دالة إحصائيًّا بين متوسطات درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي في المنهج المُقترح؛ لصالح التطبيق البعدي.

وهدفت دراسة أبو الوفا(٢٠١٨)إلى الكشف عن فاعلية مقرر مُقترح في الكيمياء الخضراء قائم على مبادئ التربية من أجل التنمية المُستدامة(ESD)في تنمية الثقافة الكيميائية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء، واستخدمت الباحثة المنهج شبه التجريبي بتصميم المجموعتين التجريبية والضابطة، وتكوّنت عينة الدراسة من(١٤١)طالبًا وطالبة في شعبة الكيمياء بكلية التربية جامعة دمنهور قسموا على المجموعتين بشكل عشوائي؛(٧٠)للتجريبية،(٧١)للضابطة، وتم استخدام أداة اختبار الثقافة الكيميائية بمستوياتها(الوظيفية، المفاهيمية ، متعددة الأبعاد)وأظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائيًّا بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين في الثقافة الكيميائية؛ لصالح طلاب المجموعة التجريبية؛ مما يدل على فعالية المقرر المقترح.

وأجرى محمد(٢٠١٨)دراسة هدفت إلى إعداد برنامج تنمية مهنية لمعلمي الكيمياء بالمرحلة الثانوية قائم على الكيمياء الخضراء وأثره على تنمية مهارات حل المشكلات واستيعاب مفاهيم البيئة، واستخدمت الباحثة المنهجين الوصفي التحليلي وشبه التجريبي، من خلال ثلاث أدوات هي اختبار مهارات حل المشكلات، واختبار استيعاب المفاهيم البيئية، ومقياس التعاطف ومعرفة الذات، طبقت على عينة من(٣٠)معلماً في مديرية التربية والتعليم بالقاهرة، وأظهرت النتائج فاعلية البرنامج المقترح في تنمية مهارات حل المشكلات واستيعاب المفاهيم البيئية لدى معلمي الكيمياء بالمرحلة الثانوية، بالإضافة إلى وجود علاقة ارتباطية إيجابية بين درجات اختبار استيعاب المفاهيم البيئية واختبار مهارات حل المشكلات.

وأجرى أوليا ومولياديAuliah & Mulyadi,2018)دراسة هدفت 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.

وأجرى داود(٢٠١٩)دراسة هدفت إلى التعرف على مدى اكتساب طلاب كلية التربية لمفاهيم الكيمياء الخضراء، واستخدمت الباحثة المنهج الوصفي المسحي، وتكونت العينة من(١٣٥)طالباً وطالبةً 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 لمفاهيم الكيمياء الخضراء كان فوق المتوسط، كما أنه لا يوجد أثر لمتغير القسم في اكتساب هذه المفاهيم لدى الطلبة.

وأجرى الشحري(٢٠١٩)دراسة 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 البيئية ومهاراتها، وفي تنمية اتجاهات الطلاب نحو الصحة الوقائية.

كما أجرى إسماعيل(٢٠١٩)دراسة هدفت إلى التّعرّف على أثر وحدة مقترحة في الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي الاقتصادي والاتجاه نحو دراستها لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية، واستخدمت الباحثة المنهجين الوصفي وشبه التجريبي؛ لعينة تكونت من(٥٠)من طلاب شعبة الكيمياء في جامعة الزقازيق، وتمثّلت أدوات الدراسة في اختبار الوعي الاقتصادي، ومقياس الاتجاه نحو الكيمياء الخضراء، وأظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الوعي الاقتصادي، ولمقياس الاتجاه نحو الكيمياء الخضراء لصالح التطبيق البعدي، مما يدل على فاعلية الوحدة المقترحة في تنمية الوعي الاقتصادي والاتجاه نحو دراسة الكيمياء الخضراء.

وهدفت دراسة حجاج وآخرون(٢٠٢٠-أ)إلى تحديد فاعلية وحدة مُقترحة قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء لتنمية الجانب المعرفي ومهارات اتخاذ القرار تجاه المشكلات والقضايا البيئية لدى طلاب شُعبة الكيمياء بكلية التربية جامعة بنها، واستخدمت الباحثة المنهج شبه التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة، وتكونت العينة من (٤١)طالبًا وطالبة، طبق عليهم أداتين هما اختبار الجانب المعرفي ومقياس اتخاذ القرار، وأظهرت النتائج وجود فروق ذي دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الجانب المعرفي للكيمياء

الخضراء؛ ولمقياس اتخاذ القرار لصالح التطبيق البعدي، مما يدل على فعالية الوحدة في تنمية الجانب المعرفي ومهارات اتخاذ القرار لدى الطلاب المعلمين في شعبة الكيمياء.

كما أجرى حجاج وآخرون(٢٠٢٠–ب)دراسة هدفت إلى تقويم برنامج إعداد معلمي الكيمياء بكليات التربية في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، واستخدمت الباحثة المنهج الوصفي بأسلوب تحليل المحتوى، وتم بناء قائمة بمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها؛ تضمنت(١٢)مبدأً و(٩٤)تطبيقاً مرتبطاً بها، وقائمة بالأهداف والمعايير التي ينبغي مراعاتها في أهداف ومحتوى مقررات الكيمياء بكلية التربية، وأظهرت نتائج الدراسة تدني مستوى تناول أهداف ومحتوى مقررات الكيمياء ببرنامج الإعداد لمعايير ومؤشرات أهداف ومحتوى الكيمياء الخضراء.

وأجرى الشناوي(٢٠٢٠)دراسة بعنوان فاعلية برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء في تنمية القيم البيئية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء، وهدفت إلى تحديد قائمة بالقيم البيئية المرتبطة بالكيمياء الخضراء التي ينبغي تنميتها لدى الطلاب المعلمين بشعبة الكيمياء، والتعرف على مدى تضمن البرنامج لمفاهيم الكيمياء الخضراء والقيم البيئة المرتبطة بها، وتقديم برنامج مقترح لتضمينها ومعرفة فاعليته في تنميتها لدى الطلاب، واستخدمت الباحثة المنهجين الوصفي التحليلي وشبه التجريبي، وشملت عينة التحليل مقررات الكيمياء والفيزياء والبيولوجي والجيولوجيا التي يدرسها الطلاب المعلمين بشعبة الكيمياء، وأظهرت النتائج ضعف تضمين مقررات الإعداد لمعلمي الكيمياء لموضوعات الكيمياء الخضراء، كما أن هناك فروقاً ذات دلالة إحصائية بين متوسط درجات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التحصيل في مفاهيم الكيمياء الخضراء ومستوياته لصالح التطبيق البعدي، كما أظهرت فاعلية البرنامج المقترح في تنمية القيم البيئية وتحصيل مفاهيم الكيمياء الخضراء لدى الطلاب.

وأجرى الحربي(٢٠٢٠)دراسة هدفت إلى الكشف عن فاعلية وحدة في الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي بتطبيقاتها الحياتية ومهارات اتخاذ القرار لدى طالبات المرحلة الثانوية، واستخدمت الباحثة المنهج التجريبي ذو التصميم شبة التجريبي القائم على المجموعة الواحدة، وتكونت العينة من(٣٠)طالبةً في الصف الأول الثانوي، طبقت عليهن أداتي مقياس الوعي بتطبيقات الكيمياء الخضراء الحياتية، واختبار القدرة على اتخاذ القرار، وأظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائياً بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي للوعي بتطبيقات الكيمياء الخضراء الحياتية "المكون المعرفي"، "المكون الوجداني" ، والقدرة على اتخاذ القرار؛ لصالح التطبيق البعدي، مما يشير إلى فاعلية الوحدة المقترحة.

وأجرى محمد(٢٠٢٠)دراسة هدفت إلى إعداد منهج مقترح في العلوم قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها لتنمية الوعي بالاستدامة البيئية والتفكير الإيجابي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، واستخدمت الباحثة المنهجين الوصفي التحليلي وشبه التجريبي، وشملت العينة كتب العلوم في الصفوف الثلاثة بالمرحلة الإعدادية(المتوسطة)، بالإضافة إلى(٢٤)طالبةً من مدرسة سفاجا الإعدادية للبنات يمثلون المجموعة التجريبية، وأعدت الباحثة أداتين هما مقياس الوعي بالاستدامة البيئية، ومقياس التفكير الإيجابي، وأظهرت النتائج أن محتوى كتب العلوم تضمن عدداً قليلاً من مؤشرات المعايير الخاصة بمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، وأنه يوجد فروق بين التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الوعي بالاستدامة البيئية ومقياس التفكير الإيجابي لصالح التطبيق البعدي مما يدل على فاعلية المنهج المقترح في تنمية الوعي بالاستدامة البيئية والتفكير الإيجابي لدى الطالبات.

وأجرى أردواتي وآخرون(Erdawati et al.,2021)دراسة هدفت إلى معرفة فعالية التدريب والأنشطة العملية على الكيمياء الخضراء في تحسين المهارات العملية لمعلمي العلوم، واستخدم الباحثون المنهج التجريبي على عينة مكونة من(١٨)معلماً و(٦)من طلاب الكيمياء المتطوعين للتجربة، واستمر تدريبهم لمدة ثلاثة أيام بواقع جلستين؛ ركزت الأولى على الجزء النظري من الكيمياء الخضراء ونظريات التعلم القائمة على الاستقصاء، وركزت البقية على التدريب العملي من خلال الأنشطة الاستقصائية، وتم استخدام أداة اختبار المهارات العملية(SPST)وأظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية في درجات المعلمين بين التطبيقين القبلي والبعدي لصالح البعدي، مما يشير إلى وجود تحسن ملحوظ في أداء المعلمين ومهاراتهم العملية.

ومن خلال استعراض الدراسات السابقة يتضح لنا أهمية الكيمياء الخضراء ومبادئها وتطبيقاتها في التنمية المستدامة والتوازن البيئي، كما يتضح من العرض السابق أنه لا يوجد دراسات تشابهت مع الدراسة الحالية في الهدف المراد تحقيقه من الدراسة والغرض منها؛ حيث تهدف الدراسة الحالية إلى معرفة مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في كتب العلوم في المرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية، بينما ركز عدد كبير من الدراسات على بناء برنامج تعليمي أو تدريبي أو منهج مقترح؛ ومعرفة أثره على الطلاب، وتشابهت بذلك دراسات(Karpudewan et al.,2013)،صالح(٢٠١٦)، أبو الوفا(٢٠١٨)، محمد(٢٠١٨)، الشحري (٢٠١٩) ، إسماعيل(٢٠١٩)،حجاج وآخرون(٢٠٢٠-أ)،الشناوي (٢٠٢٠)،الحربي(٢٠٢٠)،محمد(٢٠٢٠) ، (Erdawati et al.,2021) ، بينما ركزت دراسة حجاج وآخرون(٢٠٢٠-ب) على تقويم برنامج

إعداد معلمي الكيمياء، ودراسة(Auliah & Mulyadi,2018)على تصورات المعلمين حول الكيمياء الخضراء ومبادئها، ودراسة داود (٢٠١٩) على التعرف على مدى اكتساب الطلاب للمفاهيم.

وتتشابه الدراسة الحالية مع دراسة حجاج وآخرون(٢٠٢٠–ب)في استخدامها المنهج الوصفي بأسلوب تحليل المحتوى، بينما استخدمت دراسات صالح(٢٠١٦)، محمد(٢٠١٨)، الشناوي(٢٠٢٠)، محمد(٢٠٢٠) المنهج الوصفي بأسلوب تحليل المحتوى بالإضافة إلى المنهج شبه التجريبي، كما استخدمن دراسات أبو الوفا (٢٠١٨)، (Karpudewan et al.,2013)، حجاج وآخرون(٢٠٢٠–أ)، الحربي(٢٠٢٠) المنهج شبه التجريبي، بينما استخدمت دراسات (Auliah & Mulyadi,2018)، داود(٢٠١٩) المنهج الوصفي المسحي. وبشكل عام استفادت الدراسة الحالية من الدراسات السابقة في تحديد مشكلة الدراسة، وتحديد الأداة البحثية الأكثر ملائمة لمشكلة البحث وأهدافه والإجابة عن أسئلته، بالإضافة إلى مناقشة وتفسير نتائج الدراسة من خلال الربط مع نتائج الدراسات السابقة .

إجراءات الدراسة :

منهج الدراسة:

استخدم الباحث المنهج الوصفي المعتمد على أسلوب تحليل المحتوى أو المضمون(Content Analysis)، ويهدف هذا الأسلوب إلى وصف واقع الظاهرة المراد دراستها من خلال الاعتماد على الرصد التكراري المنظم(التكميم)لوحدة التحليل المختارة؛ سواءً أكانت كلمة أو موضوع أو شخصية أو مفردة أو وحدة قياس أو زمن(العساف،٢٠٠٦)،واختار الباحث هذا المنهج؛ لأنه يحقق أهداف الدراسة، حيث يساعد على جمع البيانات ووصفها وتحليلها؛ للوصول إلى استنتاجات عن مدى تضمين محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية لموضوعات الكيمياء الخضراء المحددة في هذه الدراسة.

مجتمع الدراسة وعينتها :

تكوّن مجتمع الدراسة من جميع كتب العلوم المقررة على طلاب المرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية للعام الدراسي١٤٤٢هـ /٢٠٢٠م بجزأيها للفصل الدراسي الأول والفصل الدراسي الثاني، وعددها(٦)كتب بواقع كتاب لكل فصل دراسي، وقد قام الباحث بدراسة مجتمع الدراسة كاملاً، ويوضح الجدول(١)وصفاً لبعض خصائص عينة الدراسة :

(جدول١: خصائص عينة الدراسة)

م	المرحلة	الصف	الفصل الدراسي	الطبعة	عدد الصفحات	عدد الوحدات	عدد الفصول	عدد الدروس	عدد موضوعات الكتاب
١	المتوسطة	الأول	الأول	١٤٤٢هـ ٢٠٢٠م	٢١٨	٣	٦	١٤	٦٥
٢			الثاني		٢٢٧	٣	٧	١٤	٧٢
٣		الثاني	الأول		٢١٤	٣	٦	١٣	٧٩
٤			الثاني		٢١٢	٣	٦	١٤	٨٨
٥		الثالث	الأول		٢١٦	٣	٦	١٥	٦٧
٦			الثاني		٢٠٣	٣	٦	١٣	٤٨
المجموع					١٢٩٠	١٨	٣٧	٨٣	٤١٩

أداة الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة؛ قام الباحث بإعداد بطاقة لتحليل كتب العلوم في المرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية للتعرف على مدى تضمنها لموضوعات الكيمياء الخضراء، وقد مر إعدادها بالخطوات التالية:

أولاً: إعداد قائمة موضوعات الكيمياء الخضراء التي ينبغي تضمينها في كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة:

أعدا الباحث قائمة أولية بموضوعات الكيمياء الخضراء التي ينبغي تضمينها في كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية، واشتق الباحث هذه القائمة من خلال اطلاعه على الأدبيات ذات العلاقة بعلم الكيمياء وفروعه ومستحدثاته؛ ومنها ما يرتبط بالكيمياء الخضراء وموضوعاته، ومراجعة الدراسات السابقة التي أجريت في هذا المجال، وتقارير المؤتمرات المحلية والعالمية، بالإضافة إلى استشارة بعض المختصين، وتضمنت القائمة في صورتها الأولية(٥)مجالات رئيسية يندرج تحتها(٨١)مجالاً فرعياً، والمجالات الرئيسية هي: المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء، مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء، أهداف الكيمياء الخضراء، آليات عمل الكيمياء الخضراء، تطبيقات الكيمياء الخضراء.

وللتحقق من صدق المحتوى لقائمة موضوعات الكيمياء الخضراء؛ تم عرضها على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مناهج وطرق تدريس العلوم وفي علم الكيمياء، بالإضافة إلى معلمين ومشرفين تربويين في تخصص الكيمياء؛ وطلب منهم إبداء الرأي حول الموضوعات المتضمنة في القائمة من حيث إمكانية اعتبارها من موضوعات للكيمياء الخضراء، وإمكانية تضمينها في كتب

العلوم بالمرحلة المتوسطة، وتصنيف المجالات الفرعية تحت كل مجال رئيسي، بالإضافة إلى سلامة الصياغة اللغوية، وذلك من خلال نموذج تحكيم أعده الباحث لهذا الغرض، وقد اتفق المحكمون على مناسبة الموضوعات في المجالات الرئيسية والفرعية المقترحة مع تقديم بعض الملاحظات والتعديلات على القائمة.

وفي ضوء ملاحظات ومقترحات المحكمين تم إجراء العديد من التعديلات بالحذف والإضافة والتعديل على المجالات الرئيسية والفرعية، حيث تم تعديل ترتيب بعض المجالات الرئيسية والفرعية، وعدلت صياغة المجال الفرعي(١)من المجال الرئيسي(٢)، والمجال الفرعي(١٤)من المجال الرئيسي(٣)، ونقل مجالين فرعيين من المجال الرئيسي(١)إلى المجال الرئيسي(٥)، وإضافة المجال الفرعي(١٧)للمجال الرئيسي(٣)، ونقل ثلاث مجالات فرعية من المجال الرئيسي(٥)إلى المجال الرئيسي(٣)، وإضافة(٦)مجالات فرعية للمجال الرئيسي (٥)،ومجال فرعي واحد للمجال الرئيسي(١)،وحذف مجالين فرعيين من المجال الرئيسي(١)،وأصبحت قائمة موضوعات الكيمياء الخضراء في صورتها النهائية تتضمن(٥)مجالات رئيسية يندرج تحتها(٨٢)مجالاً فرعياً؛ وهذه المجالات هي:

- المجال الرئيسي(١):المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء، ويندرج تحتها(١٥)مجالاً فرعياً.
- المجال الرئيسي(٢):مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء، ويندرج تحتها(١٢)مجالاً فرعياً.
- المجال الرئيسي(٣):أهداف الكيمياء الخضراء، ويندرج تحتها(١٩)مجالاً فرعياً.
- المجال الرئيسي(٤):آليات عمل الكيمياء الخضراء، ويندرج تحتها(٥)مجالات فرعية.
- المجال الرئيسي(٥):تطبيقات الكيمياء الخضراء، ويندرج تحتها(٣١)مجالاً فرعياً.

ثانياً: إعداد بطاقة تحليل المحتوى:

في ضوء قائمة موضوعات الكيمياء الخضراء النهائية أعد الباحث بطاقة تحليل محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة عينة الدراسة في صورتها الأولية بما يحقق أهداف الدراسة، للتعرف على مستوى تضمن الكتب للموضوعات المحددة التي تم إعدادها، وتم ضبط الصورة الأولية لبطاقة التحليل كما يلي:

صدق بطاقة التحليل:

للتحقق من صدق بطاقة التحليل تم عرضها على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مناهج وطرق تدريس العلوم وعلم الكيمياء، بالإضافة إلى معلمين ومشرفين تربويين في تخصص الكيمياء؛ وطلب منهم إبداء الرأي حول إمكانية التحليل باستخدام هذه البطاقة وفق نموذج تحكيم أُعد لهذا الغرض، وقد اتفق المحكمون على سلامة البطاقة ومناسبتها لتحقيق أهداف الدراسة.

ثبات بطاقة التحليل:

قام الباحث باختيار الفصل الرابع(الطاقة وتحولاتها)في كتاب العلوم للصف الثاني المتوسط(الفصل الدراسي الأول)؛ ويحتوي على درسين هما(ما الطاقة، تحولات الطاقة)، وتم التأكد من ثبات عملية التحليل باستخدام طريقتين هما :

أ) الثبات عبر اختلاف الزمن Intra-rater reliability :

قام الباحث بإعادة تحليل هذا الفصل بعد مرور(١٥)يوماً على التحليل الأول وتم حساب معامل الثبات عن طريق حساب نسبة الاتفاق بين التحليلين الأول والثاني باختلاف الزمن من خلال استخدام معادلة هولستي(Holsti,1969)وبلغت قيمة معامل الاتفاق(٠,٩٢)وهي قيمة معامل ثبات مرتفعة مما يشير إلى ثبات عملية التحليل.

ب) الثبات باختلاف المحللInter-rater reliability :

استعان الباحث بمحلل آخر متخصص في العلوم؛ لتحليل الفصل المختار من الكتاب بعد أن وضح له الإجراءات المتبعة في عملية التحليل وقدم له شرحاً وافياً لبطاقة التحليل المستخدمة؛ وتم تدريبه على تطبيق التحليل، ثم طلب منه إعادة تحليل الفصل كاملاً؛ وتم حساب معامل الثبات عن طريق حساب نسبة الاتفاق بين المحلل الأول والمحلل الثاني من خلال استخدام معادلة هولستي(Holsti,1969)وبلغت قيمة معامل الاتفاق (٠,٨٨)مما يشير إلى ثبات عملية التحليل.

ضوابط عملية التحليل :

١. حدد الباحث فئات التحليل بالمجالات الرئيسية والفرعية لموضوعات الكيمياء الخضراء التي شملتها بطاقة التحليل؛ واتفق عليها المحكمون وعددها(٥)مجالات رئيسية و(٨٢) مجالاً فرعياً.
٢. أعتمد الباحث الموضوع أو الفكرة وحدة للتحليل وذلك باعتبارها أنسب الوحدات تحقيقاً لهدف الدراسة، مع الأخذ بالاعتبار ما يشمله الموضوع من تهيئة وتجارب استهلالية وصور وأشكال توضيحية وجداول ونشاطات استقصائية وأسئلة تقويمية وخلاصة ومراجعة ختامية.
٣. أن يشتمل التحليل على جميع وحدات ومضامين الكتب الـ(٦)في عينة التحليل،وأن تعتبر العناوين الرئيسية والفرعية جزءً من الموضوع المراد تحليله.
٤. يتم التحليل في إطار كتب العلوم للصفوف الثلاثة في المرحلة المتوسطة، وباستخدام بطاقة التحليل المعدة لرصد تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء في كتب العلوم.

إجراءات التحليل :

سار الباحث في عملية التحليل باتباع الخطوات التالية :

١. قراءة الموضوعات الواردة في كتب العلوم في المرحلة المتوسطة(عينة الدراسة)قراءة متأنية وفاحصة بهدف التعرف على موضوعات الكيمياء الخضراء المتضمنة في المحتوى.
٢. تحليل كل درس على حدة في بطاقة التحليل المخصصة لذلك.
٣. إعطاء تكرار واحد لموضوع الكيمياء الخضراء عند وروده.
٤. تفريغ بطاقات التحليل الخاصة بكل درس على حدة ورصدها في جداول خاصة من إعداد الباحث.
٥. حساب مجموع التكرارات لموضوعات الكيمياء الخضراء الواردة في كل مجال رئيسي وفرعي ومن ثم معالجتها إحصائياً.

الأساليب الإحصائية :

في ضوء طبيعة الدراسة استخدم الباحث الأساليب الإحصائية التالية :

١. التكرارات والنسب المئوية لتحديد مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في كتب العلوم.
٢. معامل الاتفاق(الثبات)"معادلة هولستي"(Holsti) لمعرفة ثبات عملية التحليل.
٣. قيمة Z لدلالة الفروق بين نسبتين في عينتين مستقلتين.

عرض نتائج الدراسة ومناقشتها وتفسيرها :

تناول الباحث في هذا الجزء النتائج التي توصل إليها من خلال تطبيق أداة الدراسة، وقد جاءت نتائج الدراسة كما يلي:

الإجابة عن السؤال الأول: والذي ينص على "ما موضوعات الكيمياء الخضراء التي ينبغي تضمينها في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية؟".

وللإجابة عن هذا السؤال تم اتباع الإجراءات العلمية الواردة في الجزء الخاص ببناء الأداة كما سبق في إجراءات الدراسة؛ حيث استطاع الباحث من خلالها تحديد موضوعات الكيمياء الخضراء التي ينبغي تضمينها في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة، وتضمنت القائمة النهائية(٥)مجالات رئيسية يندرج تحتها(٨٢)مجالاً فرعياً، والجدول(٢)يبين توزيع موضوعات الكيمياء الخضراء موزعة حسب المجالات الرئيسية:

(جدول٢ : توزيع موضوعات الكيمياء الخضراء موزعة حسب المجالات الرئيسية)

م	المجال الرئيسي	المجالات الفرعية	
		العدد	النسبة المئوية
١	المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء	١٥	١٨,٣
٢	مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء	١٢	١٤,٦
٣	أهداف الكيمياء الخضراء	١٩	٢٣,٢
٤	آليات عمل الكيمياء الخضراء	٥	٦,١
٥	تطبيقات الكيمياء الخضراء	٣١	٣٧,٨
المجموع		٨٢	% ١٠٠

ويمكن تفصيل القائمة النهائية لموضوعات الكيمياء الخضراء كما يلي:

- **المجال الرئيسي الأول:المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء** : ويندرج تحته(١٥) مجالاً فرعياً هي:

(١)الكيمياء الخضراء، (٢)الكيمياء المستدامة، (٣)الكيمياء الحميدة، (٤)الكيمياء الآمنة، (٥)الكيمياء غير الضارة، (٦)الكيمياء الأنيقة، (٧)الكيمياء صديقة البيئة، (٨)كيمياء اقتصاد الذرة، (٩)التقنية الخضراء، (١٠)تقنية النانو الأخضر، (١١)المعالجة الحيوية الجزئية، (١٢)الكيمياء النظيفة، (١٣)الهندسة الخضراء ، (١٤)كيمياء الوقود الحيوي، (١٥) الوقود الأخضر.

- **المجال الرئيسي الثاني:مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء**، ويندرج تحته(١٢)مجالاً فرعياً:

(١)الوقاية ومنع تكون النفايات الكيميائية، (٢)اقتصاد الذرة وتقدير كفاءة التفاعل، (٣)تقليل تكوين الكيميائيات الخطرة، (٤)تصميم منتجات ومواد كيميائية أكثر أمناً، (٥)استخدام المذيبات والمواد المساعدة الأكثر أمناً، (٦)التصميم لكفاءة وتوفير الطاقة، (٧)استخدام مواد أولية(خام)قابلة للتجديد، (٨)التقليل من المشتقات، (٩)استخدام المحفزات لتقليل متطلبات التفاعل، (١٠)تصميم منتجات كيميائية قابلة للتحلل، (١١)تحديد الوقت الحقيقي لمنع التلوث، (١٢)الكيمياء الآمنة لتجنب الحوادث.

- **المجال الرئيسي الثالث:أهداف الكيمياء الخضراء**، ويندرج تحته(١٩)مجالاً فرعياً:

(١)حفظ التوازن بين احتياجات البيئة المحيطة واحتياجات الحياة العصرية، (٢)تخفيض النفقات في مجالات عديدة "الصحة العامة,البيئة المحيطة,معاجلة النفايات,استهلاك الطاقة"، (٣)استثمار مصادر الطاقة المتجددة "الشمس, الرياح , المياه.."لتوليد الطاقة الصديقة للبيئة، (٤)تفعيل التقنية الحيوية لاستثمار المواد المتجددة، (٥)توفير أفضل الحلول العملية التقنية للمشكلات البيئية من أجل

التنمية المستدامة، (٦)ترشيد استهلاك الطاقة الغير متجددة، (٧)ابتكار مصادر أولية كيميائية صديقة للبيئة في الصناعات المختلفة، (٨)تقليل كمية المواد الخام التي يتم تضمينها في المنتج الكيميائي، (٩)استبدال المكونات النفطية بمكونات طبيعية، (١٠)التقليل من الحوادث الكيميائية من خلال استخدام المواد الآمنة، (١١)القضاء على جيل المواد الكيميائية الخطرة، (١٢)الحد من الانبعاثات والمواد السامة الناتجة عن التصنيع الكيميائي، (١٣)إبراز التأثير الإيجابي للكيمياء الخضراء على المجتمع والبيئة، (١٤)منع إنتاج النفايات والتخلص الآمن منها، (١٥)استخدام المخلفات كمصادر لمواد أولية آمنة، (١٦)تطوير التقنية الخضراء الصديقة للبيئة، (١٧)اختراع عمليات كيميائية أكثر ملائمة للبيئة، (١٨)استخدام المواد البادئة الحيوية الخضراء بديلًا عن النفط في التصنيع، (١٩)إعادة تدوير النفايات"مشتقات كيميائية، معادن، ورق،..." لصناعات مختلفة.

- **المجال الرئيسي الرابع:آليات عمل الكيمياء الخضراء**، ويندرج تحته(٥)مجالات فرعية:

(١)أبحاث الطاقة، (٢)التغيرات المناخية، (٣)استنزاف الموارد، (٤)الأبحاث الغذائية، (٥)السموم في البيئة.

- **المجال الرئيسي الخامس:تطبيقات الكيمياء الخضراء**، ويندرج تحته(٣١)مجالاً فرعياً:

(١)استخدام مصادر نباتية "الذرة , الجلوكوز,.."لإنتاج الكحول كبديل للبنزين في السيارات، (٢)استخراج الديزل الحيوي القابل للتحلل بدلًا من النفط، (٣)استخدام مادة "MTBE" بديلًا للرصاص في بنزين السيارات، (٤)استخدام الألواح الشمسية لتوليد الكهرباء، (٥)استخدام طاقة الرياح لتوليد الكهرباء، (٦)استخدام المياه لتوليد الكهرباء، (٧)إنتاج الهيدروجين كمصدر للطاقة، (٨)استخدام الطاقة الشمسية للتدفئة والطبخ وتسخين المياه، (٩)استخدام مستخلصات النباتات لإنتاج العقاقير بدلًا من المواد الكيميائية الصناعية، (١٠)تصنيع بوليمرات"البلاستيك مثلًا"قابلة للتحلل من النباتات بمحفزات طبيعية، (١١)تصنيع المنظفات المنزلية من المواد الطبيعية وليس النفط، (١٢)تصنيع أصباغ الشعر من النباتات، (١٣)استخدام قش الأرز والأعشاب وقشور الخضروات لصناعة محسنات التربة, والمواد اللاصقة، (١٤)تصنيع مواد التجميل من الكربوهيدرات وليس النفط، (١٥)تصنيع دهانات بالاعتماد على المذيبات الخضراء بدلًا من العضوية، (١٦) إنتاج الأغذية الآمنة

(١٧)استخدام الأقمشة الحيوية من خلال التخمر التقني للجلوكوز، (١٨)تحضير مبيدات صديقة للبيئة وقابلة للتحلل، (١٩)استخدام البكتيريا والطحالب للتخلص من المعادن الثقيلة التي تصيب الجهاز العصبي، (٢٠)إنتاج المواد المؤكسدة الخضراء، (٢١)استخدام تقنية النانو لمعالجة المياه الجوفية والراكدة، (٢٢)استخدام التقنية الخضراء لمعالجة وتنقية مياه الشرب، (٢٣)استخدام تقنية

المايكروويف لإتمام التفاعلات الكيميائية بكفاءة، (٢٤)استخدام الكيمياء الخضراء للحد من تآكل طبقة الأوزون، (٢٥)استخدام المحفزات الخضراء لصناعة ورق بجودة عالية، (٢٦)إنتاج شجرة مطاط مهندسة وراثياً تنتج بروتينات بشرية لأغراض علاجية، (٢٧)استخدام الكواشف الخضراء البديلة، (٢٨)استخدام الذرة في تصنيع المطاط الصناعي والبلاستيك والنايلون والسجاد، (٢٩)استخدام الكهرباء بديلاً عن البنزين في السيارات، (٣٠)استخدام الخث بديلاً عن النفط والفحم الحجري، (٣١)استخدام المحفزات في عوادم السيارات لتساعد في اكتمال احتراق الوقود.

الإجابة عن السؤال الثاني: والذي ينص على "ما مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء –المحددة في هذه الدراسة– في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية؟".

وللإجابة عن هذا السؤال قام الباحث بتحليل كتب العلوم عينة الدراسة وفقاً للإجراءات والخطوات التي سبق الإشارة إليها في الجزء السابق من هذه الدراسة واستخلاص موضوعات الكيمياء الخضراء المتضمنة فيها، ومن ثم حساب التكرارات والنسب المئوية لموضوعات الكيمياء الخضراء لتضمينها في الكتب، والجدول(٣)يبين نتائج التحليل الكلية لكتب العلوم في المرحلة المتوسطة؛ ومستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء فيها موزعة حسب المجالات الرئيسية:

(جدول٣: مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء المتضمنة في كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة موزعة حسب المجالات الرئيسية)

م	المجال الرئيسي	كتاب الصف الأول المتوسط		كتاب الصف الثاني المتوسط		كتاب الصف الثالث المتوسط		المجموع الكلي	
		ك	%	ك	%	ك	%	ك	%
١	المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء	١	٠,٩	٢	١,٨	٠	٠	٣	١,٣
٢	مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء	٧	٦,٩	٤	٣,٧	١١	٥٥	٢٢	٩,٥
٣	أهداف الكيمياء الخضراء	٦٣	٦١,٨	٤٩	٤٤,٩	٤	٢٠	١١٦	٥٠,٢
٤	آليات عمل الكيمياء الخضراء	١٦	١٥,٧	١٢	١١	٠	٠	٢٨	١٢,١
٥	تطبيقات الكيمياء الخضراء	١٥	١٤,٧	٤٢	٣٨,٥	٥	٢٥	٦٢	٢٦,٩
	المجموع	١٠٢	%٤٤,٢	١٠٩	%٤٧,١	٢٠	%٨,٧	٢٣١	%١٠٠

يتضح من الجدول(٣)أن كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة تضمنت مجتمعة(٢٣١)موضوعاً من موضوعات الكيمياء الخضراء؛ وهو ما يمثل مجموع التكرارات التي وردت في محتوى الكتب؛ وجاء كتاب العلوم للصف الثاني المتوسط في المقدمة كأكثر الكتب تضمناً لموضوعات الكيمياء الخضراء بمجموع(١٠٩)تكراراً ونسبة (٤٧,١%)من مجموع التكرارات، يليه كتاب العلوم للصف الأول المتوسطة بمجموع(١٠٢)تكراراً ونسبة(٤٤,٢%)من مجموع التكرارات، أما أقل كتب العلوم تضمناً لموضوعات الكيمياء الخضراء فهو كتاب العلوم للصف الثالث المتوسط بمجموع(٢٠)تكراراً ونسبة تضمين بلغت(٨,٧%).

كما يتضح من الجدول السابق أيضاً أن المجال الرئيسي الثالث "أهداف الكيمياء الخضراء" جاء في الترتيب الأول كأكثر المجالات تضميناً في الكتب بمجموع(١١٦)تكراراً تمثل(٥٠,٢%)من مجموع تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء الواردة في الكتب، يليه المجال الخامس"تطبيقات الكيمياء الخضراء" بمجموع(٦٢) تكراراً ونسبة تضمين قدرها(٢٦,٩%)، ثم المجال الرابع "آليات عمل الكيمياء الخضراء" بمجموع(٢٨)تكراراً ونسبة تضمين قدرها(١٢,١%)، ثم المجال الثاني"مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء"بمجموع(٢٢)تكراراً ونسبة تضمين قدرها(٩,٥%)، أما أقل مجالات موضوعات الكيمياء الخضراء الرئيسية تضميناً في كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة فهو المجال الأول"المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء"حيث بلغ مجموع تكرارته(٣)ونسبة تضمين قدرها(١,٣%).

ويمكن تفصيل نتائج تحليل كتب العلوم لكل صف دراسي **كما يلي :**

أولاً: نتائج تحليل كتاب العلوم للصف الأول المتوسط:

أظهرت نتائج تحليل كتاب العلوم للصف الأول المتوسط أن مجموع تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء بلغت(١٠٢)تكراراً؛ توزعت بين جزئي الكتاب في الفصل الدراسي الأول والثاني؛ وكانت التكرارات أعلى في كتاب الفصل الدراسي الثاني؛ حيث بلغ مجموعها(٨٨)تكراراً وبنسبة(٨٦,٣%)، أما في كتاب الفصل الدراسي الأول فجاءت التكرارات أقل إذ بلغت(١٤)تكراراً فقط وبنسبة(١٣,٧%)، كما توزعت التكرارات بين المجالات الرئيسية الخمسة، وكان أكثر المجالات الرئيسية تضميناً هو المجال الثالث"أهداف الكيمياء الخضراء" بمجموع تكرارات(٦٣)ونسبة تضمين قدرها(٦١,٧%)، يليه المجال الرابع"آليات عمل الكيمياء الخضراء" بمجموع تكرارات(١٦)ونسبة تضمين قدرها(١٥,٧%)، أما أقل مجالات الكيمياء الخضراء الرئيسية تضميناً في كتاب العلوم للصف الأول المتوسط فهو المجال الأول"المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء" بتكرار واحد فقط ونسبة تضمين قدرها(١%)، ويبين الجدول(٤)مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في كتاب العلوم للصف الأول المتوسط موزعة حسب الفصل الدراسي والمجالات الرئيسية:

(جدول٤ :مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في كتاب العلوم للصف الأول موزعة حسب الفصل الدراسي والمجالات الرئيسية)

م	المجال الرئيسي	الفصل الدراسي الأول		الفصل الدراسي الثاني		المجموع الكلي	
		ك	%	ك	%	ك	%
١	المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء	١	٧,١	٠	٠	١	١
٢	مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء	٢	١٤,٣	٥	٥,٧	٧	٦,٩
٣	أهداف الكيمياء الخضراء	٣	٢١,٤	٦٠	٦٨,٢	٦٣	٦١,٧
٤	آليات عمل الكيمياء الخضراء	٦	٤٢,٩	١٠	١١,٣	١٦	١٥,٧
٥	تطبيقات الكيمياء الخضراء	٢	١٤,٣	١٣	١٤,٨	١٥	١٤,٧
المجموع		١٤	%١٣,٧	٨٨	%٨٦,٣	١٠٢	%١٠٠

ويتضح من الجدول(٤)أن تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء توزعت على وحدات وفصول ودروس كتاب العلوم للصف الأول المتوسط"الفصل الدراسي الأول"؛ حيث بلغ مجموع تكراراتها(١٤)تكراراً تركزت في(٣)دروس فقط من أصل(١٤)درساً هي"الخواص والتغيرات الكيميائية" ، "العناصر والمركبات والمخاليط" ، "أنواع الصخور"، كما توزعت التكرارات على المجالات الرئيسية الخمسة للكيمياء الخضراء، في حين اقتصر توزيعها على(٩)مجالات فرعية فقط من أصل(٨٢)، حيث جاء المجال الفرعي"السموم في البيئة" الذي يتبع المجال الرئيسي(٤) "آليات عمل الكيمياء الخضراء"في الترتيب الأول بمجموع(٤)تكرارات ونسبة تضمين (٢٨,٦%)، يليه المجالين الفرعيين"اقتصاد الذرة وتقدير كفاءة التفاعل" الذي يتبع المجال الرئيسي(٢) "مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء"، والمجال الفرعي"تخفيض النفقات في مجالات عديدة(الصحة العامة, البيئة المحيطة, معاجلة النفايات, استهلاك الطاقة)الذي يتبع المجال الرئيسي(٣)بتكرارين لكل منهما ونسبة تضمين (١٤,٣%)، فيما تساوت(٦)مجالات فرعية في تكرار واحد لكل منها، كما جاء الدرس"الخواص والتغيرات الكيميائية" أكثر الدروس تضمناً لموضوعات الكيمياء الخضراء بواقع(٦)تكرارات، ويبين الجدول(٥)توزيع تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء في كتاب العلوم للصف الأول المتوسط"الفصل الدراسي الأول":

(جدول٥: توزيع تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء في كتاب العلوم للصف الأول المتوسط–الفصل الدراسي الأول)

م	المجالات الرئيسية	المجالات الفرعية	الوحدة:٢ الفصل:٣ الدرس:٢ الخواص والتغيرات الكيميائية	الوحدة:٢ الفصل:٤ الدرس:٢ العناصر والمركبات والمخاليط	الوحدة:٣ الفصل:٥ الدرس:٢ أنواع الصخور	المجموع الكلي ك	المجموع الكلي %
١	المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء	الكيمياء صديقة البيئة	٠	١	٠	١	٧,١٤
٢	مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء	اقتصاد الذرة وتقدير كفاءة التفاعل	٠	٢	٠	٢	١٤,٣
٣	أهداف الكيمياء الخضراء	تخفيض النفقات في مجالات عديدة (الصحة العامة, البيئة المحيطة, معاجلة النفايات , استهلاك الطاقة)	٠	٠	٢	٢	١٤,٣
		منع إنتاج النفايات والتخلص الآمن منها	٠	٠	١	١	٧,١٤
٤	آليات عمل الكيمياء الخضراء	أبحاث الطاقة	٠	١	٠	١	٧,١٤
		الأبحاث الغذائية	١	٠	٠	١	٧,١٤
		السموم في البيئة	٤	٠	٠	٤	٢٨,٦
٥	تطبيقات الكيمياء الخضراء	إنتاج الهيدروجين كمصدر للطاقة	٠	١	٠	١	٧,١٤
		إنتاج الأغذية الآمنة	١	٠	٠	١	٧,١٤
المجموع			٦	٥	٣	١٤	%١٠٠

أما فيما يتعلق بكتاب العلوم للصف الأول المتوسط"الفصل الدراسي الثاني" فقد توزعت تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء على وحدات وفصول ودروس الكتاب؛ وبلغ مجموع تكراراتها(٨٨)تكراراً تركزت في(٥)دروس من أصل(١٤)درساً هي"الغلاف الجوي والطقس"،"ما النظام

البيئي"،"المخلوقات الحية والبيئة والطاقة"،"استخدام الموارد الطبيعية"،"الإنسان والبيئة"، وتوزعت التكرارات على أربعة مجالات رئيسية للكيمياء الخضراء هي"مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء"،"أهداف الكيمياء الخضراء"،"آليات عمل الكيمياء الخضراء" ،"تطبيقات الكيمياء الخضراء"، في حين لم يتضمن الكتاب أي تكرارات ترتبط بالمجال الرئيسي(١) "المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء"، والجدول(٦) يبين توزيع موضوعات الكيمياء الخضراء في كتاب العلوم للصف الأول المتوسط– الفصل الدراسي الثاني:

(جدول٦ :توزيع موضوعات الكيمياء الخضراء في كتاب العلوم للصف الأول المتوسط–الفصل الدراسي الثاني)

م	المجالات الرئيسية	المجالات الفرعية	الوحدة:٤ الفصل:٧ الدرس:١ الغلاف الجوي والطقس	الوحدة:٦ الفصل:١٢ الدرس:١ ما النظام البيئي	الوحدة:٦ الفصل:١٢ الدرس:٢ المخلوقات الحية والبيئة والطاقة	الوحدة:٦ الفصل:١٣ الدرس:١ استخدام الموارد الطبيعية	الوحدة:٦ الفصل:١٣ الدرس:٢ الإنسان والبيئة	المجموع الكلي	
								ك	%
١	المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء	-------	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٢	مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء	الوقاية ومنع تكون النفايات الكيميائية	٠	٠	٠	٠	٣	٣	٣,٤
		استخدام مواد أولية(خام)قابلة للتجديد	٠	٠	٠	١	٠	١	١,١
		الكيمياء الآمنة لتجنب الحوادث	٠	٠	٠	٠	١	١	١,١
٣	أهداف الكيمياء الخضراء	حفظ التوازن بين احتياجات البيئة المحيطة واحتياجات الحياة العصرية	٠	٢	٠	٢	٠	٤	٤,٥
		استثمار مصادر الطاقة المتجددة (الشمس, الرياح , المياه..) لتوليد الطاقة الصديقة للبيئة	١	٢	٠	٢	٠	٥	٥,٧

		توفير أفضل الحلول العملية التقنية للمشكلات البيئية من أجل التنمية المستدامة	٠	٠	٠	٠	٢	٢	٢,٣
		ترشيد استهلاك الطاقة الغير متجددة	١	٠	٠	٢	٥	٨	٩,١
		منع إنتاج النفايات والتخلص الآمن منها	٠	٠	٠	٠	٨	٨	٩,١
		استخدام المخلفات كمصادر لمواد أولية آمنة	٠	١	٠	٠	٠	١	١,١
		إعادة تدوير النفايات(مشتقات كيميائية، معادن، ورق، ....) لصناعات مختلفة	٠	٠	٥	١	٢٦	٣٢	٣٦,٤
٤	آليات عمل الكيمياء الخضراء	استنزاف الموارد	١	٠	٠	٢	٣	٦	٦,٨
		الأبحاث الغذائية	٠	١	٠	٠	٠	١	١,١
		السموم في البيئة	٠	٠	٠	١	٢	٣	٣,٤
٥	تطبيقات الكيمياء الخضراء	استخدام الألواح الشمسية لتوليد الكهرباء	٠	٠	٠	٤	٠	٤	٤,٥
		استخدام طاقة الرياح لتوليد الكهرباء	٠	٠	٠	٢	٠	٢	٢,٣
		استخدام المياه لتوليد الكهرباء	٠	٠	٠	١		١	١,١
		استخدام التقنية الخضراء لمعالجة وتنقية مياه الشرب	٠	٠	٠	٠	٢	٢	٢,٣

		استخدام الذرة في تصنيع المطاط الصناعي والبلاستيك والنايلون والسجاد	٠	٢	٠	٠	٠	٢,٣
		استخدام الكهرباء بديلاً عن البنزين في السارات	٠	٠	٠	٢	٠	٢,٣
المجموع			٣	٨	٥	٢٠	٥٢	٨٨	%١٠٠

ويظهر من الجدول(٦) أن تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء توزعت على(١٩)مجالات فرعياً من أصل(٨٢)،حيث جاء المجال الفرعي"إعادة تدوير النفايات(مشتقات كيميائية، معادن، ورق،..) لصناعات مختلفة" الذي يتبع المجال الرئيسي(٣) "أهداف الكيمياء الخضراء"في الترتيب الأول بمجموع(٣٢)تكراراً ونسبة تضمين(٣٦,٤%)، يليه المجالين الفرعيين"ترشيد استهلاك الطاقة الغير متجددة"،"منع إنتاج النفايات والتخلص الآمن منها" اللذان يتبعان المجال الرئيسي(٣) "أهداف الكيمياء الخضراء" بـ(٨)تكرارات لكل منهما ونسبة تضمين(٩,١%)، أما أقل المجالات الفرعية تكراراً فكان"استخدام مواد أولية(خام)قابلة للتجديد"، "الكيمياء الآمنة لتجنب الحوادث"،"استخدام المخلفات كمصادر لمواد أولية آمنة"،"استخدام المياه لتوليد الكهرباء" بتكرار واحد لكل منها ونسبة تضمين(١,١%)، كما جاء الدرس"الإنسان والبيئة" أكثر الدروس تضمناً لموضوعات الكيمياء الخضراء بواقع(٥٢)تكراراً، وأقلها درس"الغلاف الجوي والطقس" بـ(٣)تكرارات.

ثانياً: نتائج تحليل كتاب العلوم للصف الثاني المتوسط:

أظهرت نتائج تحليل كتاب العلوم للصف الثاني المتوسط أن مجموع تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء بلغت(١٠٩)تكراراً؛ توزعت بين جزئي الكتاب في الفصل الدراسي الأول والثاني؛ وكانت التكرارات أعلى في كتاب الفصل الدراسي الثاني؛ حيث بلغ مجموعها(٩٧)تكراراً بنسبة(٨٩%)، أما في كتاب الفصل الدراسي الأول فجاءت التكرارات أقل إذ بلغت(١٢)تكراراً فقط بنسبة(١١%)، كما توزعت التكرارات بين المجالات الرئيسية الخمسة، وكان أكثر المجالات الرئيسية تضميناً هو المجال الثالث"أهداف الكيمياء الخضراء" بمجموع تكرارات(٤٩)ونسبة تضمين قدرها(٤٥%)، يليه المجال الخامس"تطبيقات الكيمياء الخضراء" بمجموع تكرارات(٤٢)ونسبة تضمين قدرها (٣٨,٥%)، أما أقل مجالات الكيمياء الخضراء الرئيسية تضميناً في كتاب العلوم للصف الأول المتوسط فهو المجال الأول "المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء" بتكرارين فقط ونسبة تضمين

قدرها(١,٨%)، ويبين الجدول(٧)مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في كتاب العلوم للصف الثاني المتوسط موزعة حسب الفصل الدراسي والمجالات الرئيسية:

(جدول٧:مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في كتاب العلوم للصف الثاني المتوسط موزعة حسب الفصل الدراسي والمجالات الرئيسية)

م	المجال الرئيسي	الفصل الدراسي الأول		الفصل الدراسي الثاني		المجموع الكلي	
		ك	%	ك	%	ك	%
١	المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء	٠	٠	٢	٢,١	٢	١,٨
٢	مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء	٠	٠	٤	٤,١	٤	٣,٧
٣	أهداف الكيمياء الخضراء	٥	٤١,٧	٤٤	٤٥,٤	٤٩	٤٥
٤	آليات عمل الكيمياء الخضراء	٠	٠	١٢	١٢,٤	١٢	١١
٥	تطبيقات الكيمياء الخضراء	٧	٥٨,٣	٣٥	٣٦,١	٤٢	٣٨,٥
المجموع		١٢	%١١	٩٧	%٨٩	١٠٩	%١٠٠

وتوزعت تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء على وحدات وفصول ودروس كتاب العلوم للصف الثاني المتوسط "الفصل الدراسي الأول"؛ حيث بلغ مجموع تكراراتها(١٢)تكراراً تركزت في(٣)دروس فقط من أصل(١٣) درساً هي"ما الطاقة"،"تحولات الطاقة"،"المناعة والمرض"، وتوزعت التكرارات على ثلاث مجالات رئيسية للكيمياء الخضراء هي"أهداف الكيمياء الخضراء"،"آليات عمل الكيمياء الخضراء"،"تطبيقات الكيمياء الخضراء"، في حين لم يتضمن الكتاب أي تكرارات ترتبط بالمجال الرئيسي(١) "المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء"، أو المجال الرئيسي(٢) "مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء".

كما توزعت تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء على(٧)مجالات فرعية من أصل(٨٢)،حيث جاء المجال الفرعي"استثمار مصادر الطاقة المتجددة(الشمس, الرياح, المياه..)لتوليد الطاقة الصديقة للبيئة" الذي يتبع المجال الرئيسي(٣) "أهداف الكيمياء الخضراء"في الترتيب الأول بمجموع(٣)تكرارات ونسبة تضمين(٢٥%)، يليه المجالات"استخدام الألواح الشمسية لتوليد الكهرباء"،"استخدام طاقة الرياح لتوليد الكهرباء"،"استخدام المياه لتوليد الكهرباء"، التي تتبع المجال الرئيسي(٤) "تطبيقات الكيمياء الخضراء" بتكرارين لكل منها ونسبة تضمين(١٦,٧%)، أما أقل المجالات الفرعية تكراراً فكانت "إنتاج الهيدروجين كمصدر للطاقة"، "التقليل من الحوادث الكيميائية من خلال استخدام المواد الآمنة"، "تفعيل التقنية الحيوية لاستثمار المواد المتجددة" بتكرار واحد لكل منها ونسبة تضمين(٨,٣%)، كما جاء الدرس"تحولات الطاقة" أكثر الدروس تضمناً لموضوعات

الكيمياء الخضراء بواقع(٩)تكرارات، ويبين الجدول(٨)توزيع تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء على وحدات وفصول ودروس كتاب العلوم للصف الثاني المتوسط "الفصل الدراسي الأول":

(جدول٨:توزيع موضوعات الكيمياء الخضراء في كتاب العلوم للصف الثاني المتوسط–الفصل الدراسي الأول)

م	المجالات الرئيسية	المجالات الفرعية	الوحدة:٢ الفصل:٤ الدرس:١ ما الطاقة	الوحدة:٢ الفصل:٤ الدرس:٢ تحولات الطاقة	الوحدة:٣ الفصل:٥ الدرس:٢ المناعة والمرض	المجموع الكلي	
						ك	%
١	المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء	-------	٠	٠	٠	٠	٠
٢	مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء	-------	٠	٠	٠	٠	٠
٣	أهداف الكيمياء الخضراء	استثمار مصادر الطاقة المتجددة (الشمس, الرياح , المياه..) لتوليد الطاقة الصديقة للبيئة	٠	٣	٠	٣	٢٥
		تفعيل التقنية الحيوية لاستثمار المواد المتجددة	٠	١	٠	١	٨,٣
		التقليل من الحوادث الكيميائية من خلال استخدام المواد الآمنة	٠	٠	١	١	٨,٣
٤	آليات عمل الكيمياء الخضراء	-------	٠	٠	٠	٠	٠
٥	تطبيقات الكيمياء الخضراء	استخدام الألواح الشمسية لتوليد الكهرباء	١	١	٠	٢	١٦,٧
		استخدام طاقة الرياح لتوليد الكهرباء	١	١	٠	٢	١٦,٧
		استخدام المياه لتوليد الكهرباء	٠	٢	٠	٢	١٦,٧
		إنتاج الهيدروجين كمصدر للطاقة	٠	١	٠	١	٨,٣
المجموع			٢	٩	١	١٢	%١٠٠

أما فيما يتعلق بكتاب العلوم للصف الثاني المتوسط"الفصل الدراسي الثاني" فقد توزعت تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء على وحدات وفصول ودروس الكتاب؛ وبلغ مجموع تكراراتها(٩٧)تكراراً تركزت في(٣)دروس من أصل(١٤)درساً هي "النباتات اللابذرية"،"موارد البيئة"،"التلوث وحماية البيئة"، وتوزعت التكرارات على المجالات الرئيسية الخمسة للكيمياء الخضراء، كما توزعت تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء على(٢١)مجالاً فرعياً من أصل(٨٢)، حيث جاء المجال الفرعي"إعادة تدوير النفايات(مشتقات كيميائية، معادن، ورق،..) لصناعات مختلفة" الذي يتبع المجال الرئيسي(٣) "أهداف الكيمياء الخضراء" في الترتيب الأول بمجموع(٢٦)تكراراً ونسبة تضمين(٢٦,٨%)، يليه المجالين الفرعيين"ترشيد استهلاك الطاقة الغير متجددة" الذي يتبع المجال الرئيسي(٣) "أهداف الكيمياء الخضراء"، والمجال الفرعي"استخدام الألواح الشمسية لتوليد الكهرباء" الذي يتبع المجال الرئيسي(٥) "تطبيقات الكيمياء الخضراء" بـ(١٠)تكرارات لكل منهما ونسبة تضمين(١٠,٣%)، أما أقل المجالات الفرعية تكراراً فكان"حفظ التوازن بين احتياجات البيئة المحيطة واحتياجات الحياة العصرية"،"استبدال المكونات النفطية بمكونات طبيعية"،"أبحاث الطاقة"،"تصنيع المنظفات المنزلية من المواد الطبيعية وليس النفط"،"استخدام الكهرباء بديلاً عن البنزين في السيارات" بتكرار واحد لكل منها ونسبة تضمين(١%)، كما جاء الدرس" التلوث وحماية البيئة"أكثر الدروس تضمناً لموضوعات الكيمياء الخضراء بواقع(٥٠)تكراراً، وأقلها درس"النباتات اللابذرية" بـ(٥)تكرارات، ويبين الجدول(٩) توزيع تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء على وحدات وفصول ودروس كتاب العلوم للصف الثاني المتوسط "الفصل الدراسي الثاني":

(جدول٩ :توزيع موضوعات الكيمياء الخضراء في كتاب العلوم للصف الثاني المتوسط–الفصل الدراسي الثاني)

م	المجالات الرئيسية	المجالات الفرعية	الوحدة:٥ الفصل:٩ الدرس:١ النباتات اللابذرية	الوحدة:٥ الفصل:١٠ الدرس:١ موارد البيئة	الوحدة:٥ الفصل:١٠ الدرس:٢ التلوث وحماية البيئة	المجموع الكلي	
						ك	%
١	المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء	الوقود الأخضر	٠	٠	٢	٢	٢,١
٢	مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء	الوقاية ومنع تكون النفايات الكيميائية	٠	٠	٢	٢	٢,١
		تقليل تكوين الكيميائيات الخطرة	٠	٠	٢	٢	٢,١
٣	أهداف	حفظ التوازن بين احتياجات البيئة	٠	٠	١	١	١

	الكيمياء الخضراء	المحيطة واحتياجات الحياة العصرية					
		استثمار مصادر الطاقة المتجددة (الشمس, الرياح , المياه..) لتوليد الطاقة الصديقة للبيئة	٠	٤	٠	٤	٤,١
		ترشيد استهلاك الطاقة الغير متجددة	٠	٨	٢	١٠	١٠,٣
		استبدال المكونات النفطية بمكونات طبيعية	٠	١	٠	١	١
		منع إنتاج النفايات والتخلص الآمن منها	٠	٠	٢	٢	٢,١
		إعادة تدوير النفايات(مشتقات كيميائية، معادن، ورق، ....) لصناعات مختلفة	٠	٣	٢٣	٢٦	٢٦,٨
٤	آليات عمل الكيمياء الخضراء	أبحاث الطاقة	٠	١	٠	١	١
		استنزاف الموارد	٠	٣	٦	٩	٩,٢
		السموم في البيئة	٠	٢	٠	٢	٢,١
٥	تطبيقات الكيمياء الخضراء	استخدام الألواح الشمسية لتوليد الكهرباء	٠	١٠	٠	١٠	١٠,٣
		استخدام طاقة الرياح لتوليد الكهرباء	٠	٥	٠	٥	٥,٢
		استخدام المياه لتوليد الكهرباء	٠	٤	٠	٤	٤,١
		استخدام الطاقة الشمسية للتدفئة والطبخ وتسخين المياه	٠	١	٥	٦	٦,٢
		استخدام مستخلصات النباتات لإنتاج العقاقير بدلًا من المواد الكيميائية الصناعية	٣	٠	٠	٣	٣,١
		تصنيع المنظفات المنزلية من المواد الطبيعية وليس النفط	١	٠	٠	١	١
		استخدام قش الأرز والأعشاب وقشور الخضروات لصناعة محسنات التربة, والمواد اللاصقة	٠	٠	٣	٣	٣,١
		استخدام الكهرباء بديلاً عن البنزين في السيارات	٠	٠	١	١	١
		استخدام الخث بديلاً عن النفط والفحم الحجري	١	٠	١	٢	٢,١
المجموع			٥	٤٢	٥٠	٩٧	%١٠٠

ثالثاً: نتائج تحليل كتاب العلوم للصف الثالث المتوسط:

أظهرت نتائج تحليل كتاب العلوم للصف الثالث المتوسط أن مجموع تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء بلغت(٢٠)تكراراً فقط؛ توزعت بين جزئي الكتاب في الفصل الدراسي الأول والثاني؛ وكانت التكرارات أعلى في كتاب الفصل الدراسي الأول؛ حيث بلغ مجموعها(١٦)تكراراً بنسبة(٨٠%)، أما في كتاب الفصل الدراسي الثاني فبلغت(٤)تكرارات فقط بنسبة(٢٠%)، وتوزعت التكرارات بين ثلاث مجالات رئيسية هي "مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء" ، "أهداف الكيمياء الخضراء"،"تطبيقات الكيمياء الخضراء"، وكان أكثر المجالات الرئيسية تضميناً هو المجال الثاني"مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء" بمجموع(١١)تكراراً ونسبة تضمين قدرها(٥٥%)، يليه المجال الخامس"تطبيقات الكيمياء الخضراء" بمجموع(٥)تكرارات ونسبة تضمين قدرها(٢٥%)، أما أقل مجالات الكيمياء الخضراء الرئيسية تضميناً في كتاب العلوم للصف الأول فهو المجال الثالث"أهداف الكيمياء الخضراء" بمجموع(٤)تكرارات ونسبة تضمين قدرها(٢٠%)، في حين لم يتضمن الكتاب أي موضوعات ترتبط بالمجالين الرئيسيين الأول والرابع، ويبين الجدول(١٠)مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في كتاب العلوم للصف الثالث المتوسط موزعة حسب الفصل الدراسي والمجالات الرئيسية:

(جدول١٠:مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في كتاب العلوم للصف الثالث المتوسط موزعة حسب الفصل الدراسي والمجالات الرئيسية)

م	المجال الرئيسي	الفصل الدراسي الأول		الفصل الدراسي الثاني		المجموع الكلي	
		ك	%	ك	%	ك	%
١	المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٢	مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء	١٠	٦٢,٥	١	٢٥	١١	٥٥
٣	أهداف الكيمياء الخضراء	٣	١٨,٧٥	١	٢٥	٤	٢٠
٤	آليات عمل الكيمياء الخضراء	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٥	تطبيقات الكيمياء الخضراء	٣	١٨,٧٥	٢	٥٠	٥	٢٥
المجموع		١٦	%٨٠	٤	%٢٠	٢٠	%١٠٠

وتوزعت تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء على وحدات وفصول ودروس كتاب العلوم للصف الثالث المتوسط "الفصل الدراسي الأول"؛ حيث بلغ مجموع تكراراتها(١٦)تكراراً تركزت في(٤)دروس من أصل (١٥)درساً هي"العلم والتقنية والمجتمع"،"النواة"،"العناصر الانتقالية"،"سرعة التفاعلات الكيميائية"، وتوزعت التكرارات على ثلاث مجالات رئيسية للكيمياء الخضراء هي"مبادئ

وأسس الكيمياء الخضراء"،"أهداف الكيمياء الخضراء"، "تطبيقات الكيمياء الخضراء"، في حين لم يتضمن الكتاب أي تكرارات ترتبط بالمجال الرئيسي(١) "المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء"، أو المجال(٤) "آليات عمل الكيمياء الخضراء".

وتوزعت تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء على(٧)مجالات فرعية من أصل(٨٢)،حيث جاء المجال الفرعي"استخدام المحفزات لتقليل متطلبات التفاعل" الذي يتبع المجال الرئيسي(٢) "مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء" في الترتيب الأول بمجموع (٧)تكرارات ونسبة تضمين(٤٣,٨%)، يليه المجال "استخدام المحفزات في عوادم السيارات لتساعد في اكتمال احتراق الوقود" بمجموع(٣) تكرارات ونسبة تضمين (١٨,٧%)، ثم المجال "منع إنتاج النفايات والتخلص الآمن منها"بمجموع تكرارين ونسبة تضمين(١٢,٥%)، يليه المجالات "تصميم منتجات ومواد كيميائية أكثر أمناً"،"التصميم لكفاءة وتوفير الطاقة"،"توفير أفضل الحلول العملية التقنية للمشكلات البيئية من أجل التنمية المستدامة" بتكرار واحد لكل منها ونسبة تضمين(٦,٢٥%)، كما جاء الدرس"سرعة التفاعلات الكيميائية" أكثر الدروس تضمناً لموضوعات الكيمياء الخضراء بواقع(١٢)تكراراً، ويبين الجدول(١١)توزيع تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء على وحدات وفصول ودروس كتاب العلوم للصف الثالث المتوسط "الفصل الدراسي الأول":

(جدول١١:توزيع موضوعات الكيمياء الخضراء في كتاب العلوم للصف الثالث المتوسط– الفصل الدراسي الأول)

م	المجالات الرئيسية	المجالات الفرعية	الوحدة:١ الفصل:١ الدرس:٣ العلم والتقنية والمجتمع	الوحدة:٢ الفصل:٣ الدرس:٢ النواة	الوحدة:٢ الفصل:٤ الدرس:٣ العناصر الانتقالية	الوحدة:٣ الفصل:٦ الدرس:٢ سرعة التفاعلات الكيميائية	المجموع الكلي	
							ك	%
١	المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء	-------	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٢	مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء	تصميم منتجات ومواد كيميائية أكثر أمناً	٠	٠	١	٠	١	٦,٢٥
		التصميم لكفاءة وتوفير الطاقة				١	١	٦,٢٥
		استخدام المحفزات	٠	٠	٠	٧	٧	٤٣,٨

		لتقليل متطلبات التفاعل					
		تحديد الوقت الحقيقي لمنع التلوث	٠	٠	٠	١	١	٦,٢٥
٣	أهداف الكيمياء الخضراء	توفير أفضل الحلول العملية التقنية للمشكلات البيئية من أجل التنمية المستدامة	١	٠	٠	٠	١	٦,٢٥
		منع إنتاج النفايات والتخلص الآمن منها	٠	٢	٠	٠	٢	١٢,٥
٤	آليات عمل الكيمياء الخضراء	-------	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٥	تطبيقات الكيمياء الخضراء	استخدام المحفزات في عوادم السيارات لتساعد في اكتمال احتراق الوقود	٠	٠	٠	٣	٣	١٨,٧
المجموع			١	٢	١	١٢	١٦	%١٠٠

أما فيما يتعلق بكتاب العلوم للصف الثالث المتوسط"الفصل الدراسي الثاني" فقد بلغ مجموع تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء فيه(٤)تكرارات فقط؛ تركزت في درسين من أصل(١٣)درساً هي "أنشطة في الخلية"، "الكهرومغناطيسية"، وتوزعت التكرارات على ثلاث مجالات رئيسية للكيمياء الخضراء هي"مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء"،"أهداف الكيمياء الخضراء"،"تطبيقات الكيمياء الخضراء"، في حين لم يتضمن الكتاب أي تكرارات ترتبط بالمجال الرئيسي(١) "المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء"، أو المجال(٤) "آليات عمل الكيمياء الخضراء"، كما توزعت تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء على(٤)مجالات فرعية من أصل(٨٢) هي "تصميم منتجات ومواد كيميائية أكثر أمناً"،"القضاء على جيل المواد الكيميائية الخطرة"، "استخدام طاقة الرياح لتوليد الكهرباء"،"استخدام المياه لتوليد الكهرباء" بتكرار واحد لكل منها ونسبة تضمين(٢٥%)، كما تساوى الدرسان في مجموع التضمين إذ بلغ(٢)لكل منهما، ويبين الجدول(١٢) توزيع تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء على وحدات وفصول ودروس كتاب العلوم للصف الثالث المتوسط"الفصل الدراسي الثاني":

(جدول١٢ :توزيع موضوعات الكيمياء الخضراء في كتاب العلوم للصف الثالث المتوسط – الفصل الدراسي الثاني)

م	المجالات الرئيسية	المجالات الفرعية	الوحدة: ٤ الفصل: ٧ الدرس: ١ أنشطة في الخلية	الوحدة: ٦ الفصل: ١٢ الدرس: ٢ الكهرومغناطيسية	المجموع الكلي	
					ك	%
١	المفاهيم العامة للكيمياء الخضراء	-------	٠	٠	٠	٠
٢	مبادئ وأسس الكيمياء الخضراء	تصميم منتجات ومواد كيميائية أكثر أمناً	١	٠	١	٢٥
٣	أهداف الكيمياء الخضراء	القضاء على جيل المواد الكيميائية الخطرة	١	٠	١	٢٥
٤	آليات عمل الكيمياء الخضراء	-------	٠	٠	٠	
٥	تطبيقات الكيمياء الخضراء	استخدام طاقة الرياح لتوليد الكهرباء	٠	١	١	٢٥
		استخدام المياه لتوليد الكهرباء	٠	١	١	٢٥
المجموع			٢	٢	٤	%١٠٠

ومن خلال عرض نتائج التحليل السابقة لكتب العلوم في المرحلة المتوسطة ومدى تضمنها لموضوعات الكيمياء الخضراء؛ يتضح أن تضمين الكتب للموضوعات بشكل عام كان بمستوى متدنٍ؛ حيث بلغت التكرارات(٢٣١)تكراراً في كتب العلوم، وهذا العدد قليل نسبياً إذا أخذنا بالاعتبار عدد موضوعات الكتب التي تبلغ(٤١٩)موضوعاً، وعدد الدروس البالغة(٨٣)درساً، وعدد صفحات الكتب التي بلغت(١٢٩٠) صفحة، إذ تكررت موضوعات الكيمياء الخضراء في(٢٠)درساً من أصل(٨٣)درساً تمثل نسبة(٢٤,١%)من مجمل الدروس في كتب العلوم الـ(٦) التي تم تحليلها؛ ويرى الباحث أن هذه النسبة متدنية بشكل كبير إذ يمكن أن يؤثر ذلك على طلاب هذه المرحلة؛ ويؤدي إلى حرمانهم من فوائد الكيمياء الخضراء العديدة؛ لهم ولبيئتهم التي يعيشون فيها، وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة حجاج وآخرون(٢٠٢٠–ب) التي أظهرت تدني مستوى تناول أهداف

ومحتوى مقررات الكيمياء ببرنامج إعداد معلمي الكيمياء لمعايير ومؤشرات الكيمياء الخضراء، وتتفق أيضاً مع نتائج دراسة محمد(٢٠٢٠)التي أظهرت أن محتوى كتب العلوم تضمن عدداً قليلاً من مؤشرات المعايير الخاصة بمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، كما تتفق مع دراسة الشناوي(٢٠٢٠) التي أظهرت ضعف تضمين مقررات إعداد معلمي الكيمياء لموضوعات الكيمياء الخضراء، بالإضافة إلى ذلك فإن هذه النتيجة تتفق مع ما أورده صالح(٢٠١٦)من أنه على الرغم أن مفهوم الكيمياء الخضراء تم تقديمه في أواخر التسعينات من القرن الماضي؛ إلا أن تطبيق هذا المفهوم مازال غائباً في المناهج الدراسية، ومع ما أورده كولوغليوتيس وآخرون (Koulougliotis,2021) في أن تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في المناهج ضعيف حتى الآن.

كما يتضح من النتائج أنه لا يوجد أي عنوان رئيسي أو فرعي في كتب العلوم في المرحلة المتوسطة؛ تضمن أياً من موضوعات كاملة عن الكيمياء الخضراء بشكل مباشر، وكل التكرارات الـ(٢٣١) التي وردت في الكتب هي إشارات ثانوية أو أمثله وتطبيقات لموضوعات أخرى كالبيئة والتلوث والطاقة وغيرها، ومما يدلل على ذلك أنه لم يرد ذكر أي من مفاهيم الكيمياء الخضراء التي وردت في المجال الأول في القائمة إلا في (٣)مواضع وبنسبة(١,٣%) فقط من مجمل التكرارات في كتب العلوم، ومن بين(١٥)مفهوماً عاماً للكيمياء الخضراء في المجال الرئيسي الأول؛ تكرر منها مفهومين اثنين فقط هما "الكيمياء صديقة البيئة" في كتاب الصف الأول المتوسط "الفصل الدراسي الأول"، ومفهوم "الوقود الأخضر" في كتاب الصف الثاني المتوسط "الفصل الدراسي الثاني، بينما لم يرد أي ذكر لمسمى "الكيمياء الخضراء" أو لبقية مفاهيم الكيمياء الخضراء الـ(١٣) الأخرى على الرغم من أهميتها.

وفيما يتعلق بمبادئ وأسس الكيمياء الخضراء في المجال الرئيسي الثاني؛ فعلى الرغم من أنها تعتبر أساسية للمساهمة في التنمية المستدامة في العالم وتقليل الضرر البيئي كما أورده Anastas &Warne، إلا أن النتائج أظهرت أن العديد من مبادئ الكيمياء الخضراء الـ(١٢) لم ترد في محتوى كتب العلوم؛ ومن ذلك أنه لم تضمن الكتب أي إشارة إلى مبادئ الكيمياء الخضراء المرتبطة بـ "تصميم منتجات كيميائية قابلة للتحلل"، "التقليل من المشتقات، "استخدام المذيبات والمواد المساعدة الأكثر أمناً"، وتضمنت الكتب تكرارات قليلة لبقية المبادئ، كما أن المجالان الرئيسيان(٢ ، ٤) يعدان أقل المجالات تضميناً في كتب العلوم في المرحلة المتوسطة.

كما يتبين من النتائج السابقة أن أكثر موضوعات الكيمياء الخضراء تكراراً في كتب العلوم في المرحلة المتوسطة هو "إعادة تدوير النفايات(مشتقات كيميائية، معادن، ورق،..)لصناعات مختلفة" حيث تكرر في (٥٨)موضعاً توزعت بين(٣٢)في كتاب العلوم للصف الأول المتوسط"الفصل

الدراسي الثاني، و(٢٦)في كتاب العلوم للصف الثاني المتوسط"الفصل الدراسي الثاني، يليه "ترشيد استهلاك الطاقة الغير متجددة" حيث تكرر في(١٨)موضعاً توزعت بين(٨)في كتاب العلوم للصف الأول المتوسط"الفصل الدراسي الثاني، و(١٠)في كتاب العلوم للصف الثاني المتوسط"الفصل الدراسي الثاني".

ويرى الباحث أنه على الرغم من أن العديد من الدراسات أظهرت فاعلية تدريس الكيمياء الخضراء لطلاب المراحل التعليمية العامة والجامعية؛ مثل دراسة كاربدوين وآخرون(Karpudewan et al.,2013)التي أظهرت فاعلية منهج الكيمياء الخضراء في فهم طلاب المدارس الثانوي لمفاهيم الكيمياء ودافعيتهم نحو تعلمها، ودراسة صالح(٢٠١٦)التي أظهرت أثرها في تنمية الوعي واتخاذ القرارات البيئية، ودراسة أبو الوفا(٢٠١٨)التي أظهرت أثرها في تنمية الثقافة الكيميائية لدى الطلاب المعلمين، ودراسة محمد(٢٠١٨)التي أظهرت أثرها على استيعاب المفاهيم البيئية، ودراسة الشحري(٢٠١٩)التي أظهرت الفاعلية في تنمية مهارات الطلاب في المدافعة البيئية واتجاهاتهم نحو الصحة الوقائية، وكذلك دراسة الشناوي(٢٠٢٠)التي أظهرت فاعلية البرنامج المبني على الكيمياء الخضراء في تنمية القيم البيئية لدى الطلاب؛ إلا أن تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في مناهج العلوم في المرحلة المتوسطة لا زال دون المستوى المأمول، وهو ما تبين من خلال نتائج هذه الدراسة، مما قد يكون له آثار سلبية على تعليم الطلاب بسبب أهمية هذه المرحلة في تأسيس المفاهيم البيئية السليمة وتحقيق مبدأ الاستدامة والحماية البيئية، ويعزوا الباحث تدني تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في كتب العلوم إلى حداثة ظهور مفهوم الكيمياء الخضراء ومبادئها وتطبيقاتها على الساحة العالمية؛ مما أدى إلى أنها لم تأخذ الاهتمام الكافي من الدول ومخططي المناهج لتطبيقها على أرض الواقع.

الإجابة عن السؤال الثالث: والذي ينص على "هل يختلف مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء –المحددة في هذه الدراسة– في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة باختلاف الصف الدراسي؟".

وللإجابة عن هذا السؤال قام الباحث بحساب تكرارات موضوعات الكيمياء الخضراء في كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة ثم حساب قيمة(Z)لدلالة الفروق بين نسبتين من عينتين مستقلتين؛ والجدول(١٣)يبين نتائج دلالة الفروق بين مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة باختلاف الصف الدراسي:

(جدول١٣:اختبار(Z)لدلالة الفروق بين مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في محتوى كتب العلوم باختلاف الصف الدراسي)

الصف الدراسي	مجموع التكرارات	التكرار حسب الصف	ق	Z	الدلالة
الأول	٢٣١	١٠٢	٠,٤٦	٠,٦٣	غير دالة
الثاني		١٠٩			
الأول	٢٣١	١٠٢	٠,٢٦	٨,٦٤	دالة عند مستوى ٠,٠١
الثالث		٢٠			
الثاني	٢٣١	١٠٩	٠,٢٨	٩,٣٩	دالة عند مستوى ٠,٠١
الثالث		٢٠			

يتضح من الجدول(١٣)أن قيمة(Z)المحسوبة للفروقات بين مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في كتابي العلوم للصفين الأول والثاني تساوي(٠,٦٣)وهي أقل من القيمة الجدولية عند مستوى(٠,١) والتي تساوي(٢,٥٨)، وأقل من القيمة الجدولية عند مستوى(٠,٥)والتي تساوي(١,٩٦)مما يدل على عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في كتابي العلوم للصفين الأول والثاني المتوسط.كما يتضح أن قيمة(Z)المحسوبة للفروقات بين مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في كتابي العلوم للصفين الأول والثالث تساوي(٨,٦٤)وهي أكبر من القيمة الجدولية عند مستوى (٠,١)،(٠,٥)،ودالة عند مستوى(٠,١)مما يدل على وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في كتابي العلوم للصفين الأول والثالث المتوسط. وكذلك يتضح أن قيم(Z) المحسوبة للفروقات بين مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في كتابي العلوم للصفين الثاني والثالث تساوي(٩,٣٩)وهي أكبر من القيمة الجدولية عند مستوى(٠,١)،(٠,٥)،ودالة عند مستوى(٠,١)مما يدل على وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في كتابي العلوم للصفين الثاني والثالث المتوسط.

ويرى الباحث أن هذه النتيجة تعكس وجود خلل وعدم توازن في توزيع موضوعات الكيمياء الخضراء في كتب العلوم للصفوف الثلاثة في المرحلة المتوسطة، حيث تكررت الموضوعات في كتاب العلوم للصف الثالث المتوسط بجزأية للفصلين الأول والثاني في(٢٠)موضعاً فقط، وحيث إن الصف الثالث المتوسط يعتبر نهاية المرحلة المتوسطة وأساساً للمرحلة الثانوية؛ فإن تدني تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء من شأنه التأثير على الطلاب في دراستهم المستقبلية في المرحلة الثانوية؛ وحرمانهم من فوائد كبيرة تعود عليهم وعلى بيئتهم ومجتمعهم.

التوصيات :

في ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة الحالية؛ يقدم الباحث عدداً من التوصيات التي يأمل أن تسهم في تحسين محتوى كتب العلوم في المرحلة المتوسطة بالمملكة العربية السعودية في جانب تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء، وتتمثل في الآتي:

١. التأكيد على المخططين ومسؤولي المناهج في وزارة التعليم بضرورة مراجعة محتوى كتب العلوم؛ والاهتمام بتضمين موضوعات الكيمياء الخضراء فيها، مع الأخذ في الاعتبار وجود توازن في عرض الموضوعات بين مقررات العلوم في المراحل التعليمية الثلاث.
٢. الاستفادة من قائمة موضوعات الكيمياء الخضراء المعدة من قبل الباحث في مراحل تطوير وتحسين مناهج العلوم في المراحل التعليمية المختلفة.
٣. استعانة المشرفين التربويين بقائمة موضوعات الكيمياء الخضراء المعدة من قبل الباحث في بناء وتنفيذ برامج تدريبية نوعية لمعلمي العلوم في المدارس، للوعي بموضوعات الكيمياء الخضراء؛ وكيفية تدريسها للطلاب.
٤. الاهتمام ببرامج إعداد معلمي العلوم في الجامعات؛ بحيث تؤهلهم لتدريس موضوعات الكيمياء الخضراء.
٥. تعزيز مبادئ الكيمياء الخضراء الاثني عشر الأساسية في نفوس الطلاب من خلال التوعية المستمرة بأهميتها البيئية؛ ودورها في تعزيز التنمية المستدامة وحماية البيئة من التلوث.

المقترحات:

استكمالاً لموضوع الدراسة الحالية فإن الباحث يقترح إجراء الدراسات التالية:

١. مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في محتوى كتب العلوم بالمرحلة الابتدائية في المملكة العربية السعودية.
٢. تقويم كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية في ضوء تضمينها موضوعات الكيمياء الخضراء.
٣. اتجاهات معلمي الكيمياء في المرحلة الثانوية نحو تدريس موضوعات الكيمياء الخضراء.
٤. مستوى وعي طلاب المرحلتين المتوسطة والثانوية في المملكة العربية السعودية بمبادئ الكيمياء الخضراء.
٥. أثر وحدة مقترحة في الكيمياء الخضراء على تنمية المفاهيم والقيم البيئية لدى طلاب المرحلة المتوسطة.

المراجع العربية:

- أبو العزم، عبدالغني.(٢٠١٣). معجم الغني الزاهر. مؤسسة الغني للنشر .
- أبو الوفاء، رباب.(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، المجلد(٢١)، العدد(٢)،١-٥١.
- إسماعيل، ناريمان.(٢٠١٩).أثر وحدة مقترحة في الكيمياء الخضراء على تنمية الوعي الاقتصادي والاتجاه نحو دراستها لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية. المجلة المصرية للتربية العلمية. المجلد(٢٢) ،العدد(١)، ٩١-١٤٦ .
- البشير، رشا.(٢٠١٠).الكيمياء الخضراء صديقة الإنسان والبيئة، مجلة التقدم العلمي. العدد(٦٨)، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي،٤٢-٤٩.
- الجمعية الكيميائية السعودية.(٢٠١٨).مؤتمر الكيمياء الدولي السابع. على الموقع التالي :
- http://www.chem.org.sa/old-site/OurNewsARae01.html?NewsID=113
- حجاج، آية، صابر، محمد، عبدالوهاب ،فاطمة، البعلي، إبراهيم.(٢٠٢٠-أ).وحدة مُقترحة قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء لتنمية الجانب المعرفي ومهارات اتخاذ القرار تجاه المشكلات والقضايا البيئية لدى طلاب شُعبة الكيمياء بكلية التربية. مجلة كلية التربية جامعة بنها، المجلد(٤)، العدد(١٢٣)،٢٦٧-٣٠٠ .
- حجاج، آية، صابر، محمد، عبدالوهاب ،فاطمة، البعلي، إبراهيم.(٢٠٢٠-ب).تقويم برنامج إعداد معلمي الكيمياء بكليات التربية في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها. مجلة كلية التربية جامعة بنها، المجلد(٢)، العدد(١٢٣)، ٦٦٩-٧٠٤ .
- الحربي، إيمان.(٢٠٢).فاعلية وحدة في الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي بتطبيقاتها الحياتية ومهارات اتخاذ القرار لدى طالبات المرحلة الثانوية[رسالة ماجستير غير منشورة].كلية التربية، جامعة القصيم .
- داود، ضمياء.(٢٠١٩).مفاهيم الكيمياء الخضراء لدى طلبة كلية التربية. مجلة إشراقات تنموية، مؤسسة العراقة للثقافة والتنمية، العدد(١٨)، ٣٢٠-٣٤٧ .
- شاكر، عماد.(٢٠٠٩).الكيمياء الخضراء. الدار العربية للنشر والتوزيع.
- الشحري، إيمان.(٢٠١٩).وحدة مقترحة في "Bioplastics" في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء لتنمية مهارات المدافعة البيئية والاتجاه نحو الصحة الوقائية لدى طلاب المرحلة الثانوية. مجلة كلية التربية جامعة كفر الشيخ، العدد(٤)، المجلد(١٩)، ٢٢٣-٢٨٠ .

- الشناوي، نانيس.(٢٠٢٠).فاعلية برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء في تنمية القيم البيئية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء. مجلة كلية التربية جامعة بورسعيد، العدد(٣٠)، ٢١١-٢٦١ .
- صالح، مي.(٢٠١٦).منهج مقترح في الكيمياء للمرحلة الثانوية في ضوء مفهوم الكيمياء الخضراء وأثره على تنمية الوعي واتخاذ القرارات البيئية[رسالة دكتوراه غير منشورة]. كلية التربية، جامعة الزقازيق.
- صحيفة الوطن.(١٤، ١١، ٢٠١٧).مؤتمر الكيمياء الخضراء والمستدامة http://alwatan.com/details/226894
- عبدالغني، نور الدين.(٢٠٠٢). الكيمياء الخضراء. مجلة عالم الكيمياء، العدد(٢٤)، ٥٧-٦٠ .
- عبدالرحمن، أسامة، حسن، ميسرة.(٢٠١٥). الكيمياء الآمنة. دار زهور المعرفة والبركة .
- العساف، صالح.(٢٠٠٦).المدخل إلى البحث في العلوم السلوكية. الطبعة الرابعة، مكتبة العبيكان.
- عياد، منى.(٢٠٠٥).التقنية الخضراء من أجل بيئة عربية آمنة وصحية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم.
- عنانزة، خالد.(٢٠٠٧).الكيمياء الخضراء في خدمة الاقتصاد والبيئة. المجلة الثقافية الجامعة الأردنية، العدد(٦٩)، ٣٧٦-٣٧٨ .
- مجمع اللغة العربية بالقاهرة.(٢٠١١).المعجم الوسيط. الطبعة الخامسة، دار الدعوة.
- محمد، سحر.(٢٠١٨).برنامج تنمية مهنية لمعلمي الكيمياء بالمرحلة الثانوية قائم على الكيمياء الخضراء وأثره على تنمية مهارات حل المشكلات واستيعاب مفاهيم البيئة[رسالة دكتوراه غير منشورة]. معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس.
- محمد، كريمة.(٢٠٢٠).منهج مقترح في العلوم قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها لتنمية الوعي بالاستدامة البيئية والتفكير الإيجابي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. مجلة كلية التربية جامعة عين شمس، مجلد(٤٤)، العدد(٤)،ص٢٠٩-٣١٤ .
- النجدي، محمد.(٢٠٠٥). الكيمياء الخضراء الضرورة والأسس، قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة القاهرة.
- هيئة تقويم التعليم والتدريب.(٢٠٢٠). معايير معلمي الكيمياء، المملكة العربية السعودية .

المراجع الإنجليزية:

- Manahan, E.(2006). Green Chemistry and the Ten Commandments of Sustainability 2nd ed. Columbia, Missouri U. S.A Chem Char Research, Inc. Publishers.
- Crabtree. H.(2009).Growing the Green Economy Through Green Chemistry and Design for the Environment. University of Massachusetts Lowell ,Washington, USA.
- Ameta, K., Dandia, A.(2014). Green Chemistry: Synthesis of Bioactive Heterocycles. Springer New Delhi Heidelberg New York Dordrecht London. ISBN10 8132229010
- Saleh, H., Koller. M.(2018). Green Chemistry, eBook (PDF) ISBN: 978-953-51-4025-2 . https://www.intechopen.com/books/green-chemistry
- Anastas, T., Warner C.(1998). Green Chemistry: Theory and Practice. Oxford University Press, New York, USA.
- Centi, P.(2003). Catalysis and sustainable (green) chemistry. Catalysis Today Journal, 77(4):287–297. doi:10.1016/S0926-3373(01)00286-7
- Harold A., Wittcoff, G., Reuben, J., & Plotkin.(2013). Industrial Organic Chemicals. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA .
- Ste´phane, C.(2011). Practical Synthetic Organic Chemistry Reactions, Principles and Techniques. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA.
- Boodhoo. K, Harvey A.(2013). Process Intensification for Green Chemistry. John Wiley & Sons Ltd. U K.
- Cann, M.(2009). Greening the Chemistry Lecture Curriculum: Now is the Time to Infuse Existing Mainstream , In Green Chemistry Education; American Chemical Society: Washington, DOI:10.1021/bk-2009-1011.ch006
- Holfelder, K,.(2019) Towards a sustainable future with education? Springer Nature Switzerland Sciences, Sustainability Science volume 14, 943–952
- Harika, S,.(2013). Development of a Green Chemistry Experiment for
- Undergraduate Curriculum, M.S., Western Illinois University, USA.

- Auliah, A., Mulyadi. M.(2018). Indonesian Teachers' Perceptions on Green Chemistry Principles: a Case Study of a Chemical Analyst Vocational School. IOP Conf. Series: Journal of Physics, 1-7 , doi :10.1088/1742-6596/1028/1/012042.
- Erdawati, D., Rachmat. F. & Abdul Karim.(2021). The effectiveness of green chemistry practicum training based on experimental inquiry to improve teachers' science process skills , Ilkogretim Online - Elementary Education Online, Vol 20 ,Issue 4, 540-549.
- Karpudewan, M., Wolff R. & Ismail, Z.(2013). The Effects of "Green Chemistry" on Secondary School Students' Understanding and Motivation, The Asia-Pacific Education Researcher volume 24, pages35-43.
- Anastas. P, Eghbali N .(2009). Green Chemistry: Principles and Practice , First published as an Advance Article on the web, DOI: 10.1039/b918763b
- Wittcoff, H., Reuben, B. & Plotkin, J.(2013). Industrial Organic Chemicals, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA .
- Clark. J, Jones. L & Summerton.(2015).Green Chemistry and Sustainable Industrial Technology – Over 10 Years of an MSc Programme, a Green Chemistry Centre of Excellence, Department of Chemistry, University of York, Heslington, York, UK.
- Holsti, R.(1969).Content Analysis For the Social Science and Humanities. London : Addison – Wesley pub.
- Koulougliotis, D. ,Antonoglou L & Salta K.(2021). Probing Greek secondary school students' awareness of green chemistry principles infused in contextbased projects related to socio-scientific issues, International Journal of Science Education, 43:2, 298-313, DOI: 10.1080/09500693.2020.1867327.
- Fellet, M.(2013). Green Chemistry and Engineering: Towards a Sustainable Future. American Chemical Society, Washington Dc. 1-28.
- Bennett, D.(2008). A Comparison of Green Chemistry to the Environmental Ethics of the Abrahamic Religions. Perspectives on Science & Christian Faith .Journal of American Scientific Affiliation, Vol. 60 Issue 1, 16-25.