درجة توافر مباديء وتطبيقـات الكيمياء الخضراء بمحتوى كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي بالمملكة العربية السعودية

The degree of availability of the principles and applications of green chemistry in the content of the chemistry textbook in the first grade of secondary school in the Kingdom of Saudi Arabia

د. سهام السيد صالح مراد

أستاذ المناهج وطرق التدريس المشارك - كلية التربية - جامعة حائل

DR. Seham Alsayid Saleh Murad

Associate Professor Curriculum and Co-Teaching Methods

, College of Education - University of Hail

Dr-seham22@hotmail.com

قدم للنشر في 24 / 1 / 2023م | قبل للنشر في 2 / 4 / 2022م

المستخلص:

استهدف البحث الكشف عن درجة توافر مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء بمحتوى كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي بالمملكة العربية السعودية، وتقديم تصور مقترح في ضوء نتائج تحليل المحتوى. استخدم المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت عينة الدراسة من كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي للعام الدراسي 1444/ 2023هـ في الفصل الدراسي الأول نظام المقررات، وجرى إعداد بطاقة تحليل المحتوى؛ للتعرف على درجة توافر مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء، وتكونت الأداة من (12) مبدأ، و(67) تطبيقًا مرتبطًا بها. وأظهرت النتائج أن تطبيقات الكيمياء الخضراء في جميع المباديء متدنية جدًّا، إذ تراوحت نسبة توافرها بالكتاب ما بين (50 % إلى 3.00 %). وقدمت الدراسة تصورًا مقترحًا لمحتوى كتاب الكيمياء بالصف الأول الثانوي في ضوء مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء، وعددًا من التوصيات، منها: تطوير مقررات العلوم بمراحل التعليم العام بالمملكة العربية السعودية بشكل يُساير التطورات العلمية المُتلاحقة وتطبيقاتها الحيوية، وضرورة اهتمام المسؤولين عن تخطيط وتطوير مقررات الكيمياء بمراحل التعليم العام بالمملكة العربية السعودية بصفة عامة والثانوية بصفة خاصة بتضمين مبادىء وتطبيقات الكيمياء الخضراء بمحتوى كتاب الكيمياء بالمرحلة الثانوية.

الكلمات المفتاحية:

درجة توافر، مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء، كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي.

Abstract

The aim of the research is to reveal the degree of availability of the principles and applications of green chemistry in the content of the chemistry textbook in the first grade of secondary school in the Kingdom of Saudi Arabia, and to provide a proposed vision in the light of the results of the content analysis; To achieve this goal, the researcher used the analytical descriptive approach. The sample of the study consisted of a chemistry textbook for the first year of secondary school for the academic year 1444/2023 AH in the first semester. Course system; A card was prepared to analyze the chemistry book in the first secondary grade to identify the degree of availability of the principles and applications of green chemistry, which consisted of (12) principles and (67) related applications. (50,% to 3.00%); The study presented a proposed vision for the content of the chemistry textbook in the first grade of secondary school in the light of the principles and applications of green chemistry and a number of recommendations, including: the development of science curricula in the general education stages in the Kingdom of Saudi Arabia, in a way that keeps pace with the successive scientific developments and their life applications, and the need for the attention of those responsible for planning and developing chemistry courses in the general education stages. In the Kingdom of Saudi Arabia in general and high school in particular by including the principles and applications of green chemistry in the content of the chemistry curriculum at the secondary stage. The research presented a number of proposed future research

.

Keywords

degree of availability - principles and applications of green chemistry - chemistry book in the first grade of secondary school

مقـــدمة

ساهم التطور الكبير في علم الكيمياء في ابتكار العديد من المركبات التي يدخل النفط بشكل مباشر في صناعتها، كمواد التنظيف، والكيماويات، والبلاستيكيات. وهذه المواد تشكل أثرًا ضارًا، وتساهم في وجود خلل بيئي ينتج عنه بعض الملوثات البيئية. وتمشيًا مع هذه الثورة العلمية التقنية وما نجم وما سينجم عنها من تأثير في المجتمع والبيئة؛ أخذت نظم التربية والتعليم تتسابق في التطوير المستمر لكتبها المدرسية، وخاصة لمناهج العلوم؛ لمواجهة التغيرات المعاصرة والتحديات المستقبلية (عبد السلام 1426). فقد أصبح الاقتصاد البيئي يسيطر على التطورات الاقتصادية لمعظم الدول في السنوات الأخيرة، وخاصة فيما يتعلق بالتنمية والاستدامة. وتشير بايين (Beyene,2009:6) إلى أن العالم الآن يعاني من العديد من المشكلات البيئية، مثل: ظاهرة الاحتباس الحراري، وتآكل طبقة الأوزون، والتلوث، وزيادة النشاط الإشعاعي، وفقدان العالم للتنوع البيولوجي؛ فقد نتج عنها الكثير من الآثار البيئية العالمية الناتجة بفعل العمليات والمنتجات الكيميائية، مثل: استنفاذ طبقة الأوزون، وتلوث البحار والأنهار، وتلوث مصادر المياه العذبة، وتغيير المناخ، والجفاف، والأوبئة المختلفة (Hieresen & et al. 2000). وقد بدأ العلماء والصناعيون وصناع القرار يشعرون بخطورة هذه المشكلات الناجمة عن الثورة الكيميائية الصناعية؛ فكان لابد من التحرك للبحث عن حلول واقعية لمشكلات التلوث الكيميائي ومخاطره. ومن هنا ولد مفهوم الكيمياء الخضراء Green Chemistry (عنانزة، 2007:377)، وكذلك (البار وآخرون، 2010: 8).

وعرّفت فيلييت (Fellet, 2013;3) الكيمياء الخضراء بأنها «مجال متعدد التخصصات يقوم على مجموعة من المبادئ استنادًا إلى المعرفة من الكيمياء، والهندسة الكيميائية، وعلم السموم، والبيئة، بما يمكن للمهندسين الكيمائيين من تصميم خط إنتاج لإعادة تدوير بعض الكواشف، وتقليل استهلاك الطاقة، وبناء منتجات قابلة للتحلل أو قابلة لإعادة التدوير لمنع تكون النفايات. وضرورة دمج مبادئ الكيمياء الخضراء في منهج الكيمياء لمعلمي المستقبل.

ويتضح مما سبق أن الكمياء الخضراء تعد أحد مستحدثات علم الكيمياء التي تقوم على مجموعة من المبادئ، والتي تؤكد على أهمية إنتاج وتصنيع مواد صديقة للبيئة (غانم ،2015، 15)، والتي ترتكز عليها الصناعات الحديثة القائمة على تصنيع وإنتاج مواد جديدة خالية من الملوثات البيئية، والتي جاءت بنهج جديد لتجميع ومعالجة وتطبيق المواد الكيميائية للحد من الأخطار التي تهدد الصحة والبيئة (Karpu-dewan &Ismail, 2015; Manahan, 2006; Wardencki et al, 2005)، وذلك من خلال تطبيق بعض المبادئ، مثل: تقليل النفايات، واستخدام المحفزات الآمنة بدلاً من الكواشف الزائدة، واستخدام المذيبات الآمنة مثل الماء وثاني أكسيد الكربون، واستخدام مواد كيميائية تتحلل بسهولة بعد استعمالها بدلًا من استقرارها في البيئة (نوار،2015: 97). ويؤكد ميلر على أهمية دمج الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في المناهج الدراسية؛ لتعزيز وبناء جيل مثقف علميًا من الشباب قادر على المشاركة الفعالة في حل مشكلات المجتمع بما يسهم في تحقيق مستقبل أكثر أمنًا (Miller, 2012: 3).

ويمكن إرجاع أهمية الكيمياء الخضراء إلى لأسباب التالية (أبو الوفا، 2018): حفظ التوازن بين احتياجات البيئة المحيطة ومتطلبات الحياة العصرية، وتقليل

الصناعات النفطية المولدة للمواد السامة الضارة بالبيئة، وإيجاد مواد جديدة ليس لها آثار جانبية، ولها الكفاية نفسها، وتتفق مع معايير البيئة العالمية.

ولتوظيف الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في معالجة المشكلات البيئية الموجودة في المجتمع قامت جامعة إكسفورد من خلال أساتذتها (Ana-stas & Warner, 1998). بوضع عدة مبادئ للكيمياء الخضراء وعددهم (12 مبدأ) في كتابهم « الكيمياء الخضراء بين النظرية والتطبيق «الممارسة « عام 1998 لمساعدة الكيميائين على تفعيل مفهوم الكيمياء الخضراء» ومبادئها: (حجاج، Cullipher, 2020 2015; Roberts, 2005; Miller, 2005)، ويوجد للكيمياء الخضراء العديد من التطبيقات في كثير من المجالات المختلفة (شاكر، 2009)؛ والسالمي (2010)، (Ahu-ja,2013:3–5)؛ وحجاج (2020)؛ ونوار (2015)؛ وصالح (2016)؛ والعيسيوي (2017)، ويوسف (2022): منها: إنتاج البلاستيكيات وأكياس البلاستيك، واستخدام الأسمدة العضوية والمواد الناتجة عن التخمر غير الهوائي للكتلة الحيوية، وصناعة الورق من الخشب الذي يحتوي على السكريات واللجنين بنسبة 70 %: 30 % بإزالة مادة اللجنين.

وقد تعددت مظاهر الاهتمام بمبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء، وعبرت عنها العديد من الدراسات والبحوث التربوية، فقد أجرى عبدالرحمن (2005) دراسة كشفت ضرورة تضمين المستحدثات الكيميائية بمنهج الكيمياء للمرحلة الثانوية، ودراسة وارد ميكي وآخرين (wardemcki et al., 2005) التي كشفت ضرورة تدريس موضوعات الكيمياء الخضراء، ودراسة فيلليت (Fellet, 2013) التي كشفت ضرورة تطبيق مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء وتدريسها، ودراسة سالم (2013) التي أظهرت نتائجها تنمية المفاهيم الكيميائية والاتجاهات الإيجابية لدى طلاب من ذوي التخصصات العلمية وغير العلمية.

وكشفت دراسة غانم (2015) عن تنمية مهارات تصميم النماذج التكنولوجية، ومهارات اتخاذ القرار لدي طلاب الصف الثالث الثانوي، ودراسة نوار (2015) التي أظهرت نتائجها فاعلية برنامج مقترح قائم على التعلم الذاتي في تنمية مفاهيم المستحدثات الكيميائية ومهارات اتخاذ القرار لدى طلاب نادي العلوم بالمرحلة الثانوية، ودراسة صالح (2016) التي أظهرت فاعلية منهج مقترح في ضوء مفاهيم الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي البيئي واتخاذ القرارات البيئية لدي طلاب المرحلة الثانوية.

وكشفت دراسة أبو الوفا (2018) عن فاعلية مقرر مقترح في الكيمياء الخضراء قائم علي مبادئ التربية من أجل التنمية المستدامة في تنمية الثقافة الكيميائية لدي الطلاب المعلمين بشعبة الكيمياء، ودراسة محسن وآخرين (2018) التي أثبتت فاعلية برنامج تنمية مهنية لمعلمي الكيمياء بالمرحلة الثانوية قائم على الكيمياء الخضراء وأثره في تنمية مهارات حل المشكلات واستيعاب المفاهيم البيئية، ودراسة الشامي (2018) التي كشفت عن فاعلية برنامج تنمية مهنية لمعلمي الكيمياء بالمرحلة الثانوية قائم علي الكيمياء الخضراء في تنمية مهارات حل المشكلات واستيعاب مفاهيم البيئة لدي الطلاب المعلمين.

كما كشفت دراسة جاد الحق (2018) عن مدى معرفة ما لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية من معلومات عن المستحدثات الكيميائية والتنور الكيميائي لديهم، ودراسة الشناوي (2020) التي أظهرت نتائجها فاعلية برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء في تنمية

المفاهيم العلمية والقيم البيئية لدي الطلاب المعلمين بشعبة الكيمياء بكلية التربية ببورسعيد، ودراسة صبحي (2020) التي أظهرت نتائجها فاعلية أنشطة مقترحة قائمة على مفهوم التكنولوجيا الخضراء في تنمية التنور بمفاهيم التكنولوجيا الخضراء لدى طلاب الصف الثاني الإعدادي.

أما دراسة حجاج (2020) فقد ساهمت في تطوير برنامج إعداد معلمي الكيمياء بكليات التربية في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، وكذلك دراسة سليمان (2020) التي أظهرت نتائجها فاعلية وحدة مقترحة في ضوء التنمية المستدامة والاقتصاد الأخضر لدى طلبة الشعب العلمية بكلية التربية، ودراسة يوسف (2022) التي أظهرت نتائجها فاعلية برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء قائم على مدخل التحليل الأخلاقي في تنمية مهارات التفكير.

فضلاً عن وجود العديد من المؤتمرات العربية والعالمية التي اهتمت بمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، مثل:

المؤتمر الدولي السادس للكيمياء، الذي أقيم بالسعودية في نوفمبر 2016 بعنوان «اتجاهات حديثة في علم الكيمياء»، والذي نظمته جامعة الملك سعود والجمعية الكيميائية السعودية، وقد ناقش العديد من الموضوعات حول البيئة والاستدامة والكيمياء الخضراء والكيمياء الحيوية.

والمؤتمر الدولي الثالث عن الكيمياء الخضراء المستدامة، الذي عقد في برلين في مايو 2017، وقد ناقش موضوعات تتعلق بالمخاطر البيئية، ودور الصناعات الكيميائية في تحقيق التنمية المستدامة، وطريقة تحويل النفايات إلى منتجات ذات قيمة عالية.

والمؤتمر الخامس للكيمياء بعنوان « الكيمياء لمستقبل أفضل « الذي أقيم في الكويت في مارس 2018، حيث تمت مناقشة الطرق الحديثة في تعليم علم الكيمياء، وكيمياء الطاقة المستدامة، والممثلة في كيمياء الطاقة المتجددة، والبديلة، والكيمياء الخضراء، وكيمياء البوليمرات القابلة للتحلل البيولوجي.

والمؤتمر العلمي الثامن عشر للجمعية المصرية للتربية العلمية (2016)، حول مناهج العلوم بين المصرية والعالمية.

والمؤتمر العلمي الدولي الثالث بعنوان «علوم من أجل الحياة « الذي عقد في الغردقة في نوفمبر 2019 تحت رعاية رئيس جامعة عين شمس، وقد تناول موضوعات التنمية المستدامة، والاستشعار عن بعد، والتنمية البيئية، والكيمياء الخضراء، والمستدامة، والوقود الحفري، والطاقة المتجددة.

وفي ضوء عرض الدراسات السابقة يتضح وجود بعض من الدراسات التي أكدت على ضرورة دمج الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في المناهج الدراسية لكافة المراحل التعليمية، مثل دراسة جروس (2013)؛ ودراسة فيلليت (2013)؛ ودراسة سيلفير (2015)؛ ودراسة يوسف (2022). وأكدت بعض الدراسات أهمية الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في تنمية مخرجات التعلم، مثل دراسة غانم (2015)؛ ودراسة نوار (2015)؛ ودراسة صالح (2016)؛ ودراسة الشناوي (2020)؛ ودراسة يوسف (2022). ووجود العديد من المؤتمرات العربية والعالمية والندوات العلمية التي اهتمت بمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.

كما يتضح قلة الدراسات والبحوث التي اهتمت بالمرحلة الثانوية والمتوسطة، فمعظم الدراسات اهتمت بالمرحلة الجامعية وبرامج إعداد معلمي

الكيميـاء، وبنـاء علـى مـا سـبق كان مـن الضـروري توجيه الاهتمام نحو مناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية ومراجعتهـا في إطـار مـا تم اكتشـافه في ضوء مبادئ وتطبيقـات الكيميـاء الخضـراء ومـا يرتبـط بهـا من موضوعات وقضايا بيئية.

مشكلة الدراسة: نبع الإحساس بالمشكلة من خلال الفحـص المبدئـي لمحتوى مبحث الكيميـاء بالصفوف الثلاثة بالمرحلة الثانوية للعام الدراسـي 1444/ 2023 م، فقـد لوحـظ خلوها من مبـادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتهـا بوجـه عـام، علـى الرغم مـن كونها أحد فـروع الكيميـاء الحديثـة، ومـن ثم ضـرورة تضمينها لمبـادئ الكيميـاء الخضـراء وتطبيقاتهـا. فضـلًا عن مراجعـة العديـد من الدراسـات التي اهتمـت بتناول الكيمياء الخضراء ومبادئها وتطبيقاتها، مثل جروس (2013)؛ وغانم (2015)؛ ونوار (2015)؛ وصالح (2016)؛ والشامي (2018)؛ والشناوي (2020)؛ وحجاج (2020)؛ ويوسـف (2022) وقـد أكـدت علـى ضـرورة تضمينها في المناهـج الدراسـية. وكذلـك مـارد في توصيـات العديـد من المؤتمرات الدوليـة والعربية عن الكيمياء الخضراء ومبادئها وأهـم تطبيقاتها بضرورة الاتجاه نحـو الكيمياء الخضراء؛ لتحقيق التنمية المسـتدامة، والحد من القضايا والمشـكلات البيئية، والاتجاه نحو مستقبل آمن.

ومـن هنـا جـاءت الحاجـة لإجـراء دراسـة علمية للكشـف عـن درجة توافر مبـادئ وتطبيقات الكيمياء الخضـراء بمحتـوى كتـاب الكيميـاء بالصـف الأول الثانـوي بالمملكـة العربيـة السـعودية، وتقـديم تصور مقترح في ضوء ما تسـفر عنه نتائج التحليل. وتتمثل مشـكلة الدراسـة في محاولـة الكشـف عـن درجـة توافـر مبادئ وتطبيقـات الكيمياء الخضراء المرتبطة بهـا بمحتـوى كتـاب الكيميـاء بالصـف الأول الثانوي بالمملكة العربية السعودية؛ نظراً لأهمية التعرف على مبـادئ الكيميـاء الخضـراء وتطبيقاتهـا في مجـالات الحياة المختلفة؛ وذلك لكونها أحد فروع علم الكيمياء الحديثة، ومن ثم ضرورة تضمينها في مناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية.

أسئلة الدراسة

وللتصـدي لهـذه المشـكلة **تحـاول الدراسـة الحاليـة الإجابة عن الأسئلة الآتية:**

السـؤال الأول: مـا درجـة توافـر مبـاديء الكيميـاء الخضـراء وتطبيقاتهـا في محتـوى كتـاب الكيميـاء للصـف الأول الثانـوى – نظام المقـررات – في المملكة العربيـة السـعودية بمحتـوى منهج الكيميـاء بالمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية؟

السـؤال الثانـي: مـا التصـور المقترح لكتـاب الكيمياء بالصـف الأول الثانـوي – نظـام المقـررات – في ضوء مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء؟

أهداف الدراسة

استهدفت الدراسة الحالية تحقيق الأهداف الآتية:

1. تحديد المبادئ والتطبيقات المرتبطة بها الكيمياء الخضـراء الـلازم تضمنيهـا بكتـاب الكيميـاء بالصف الأول الثانوي.
2. تحديـد درجـة توافـر تلـك المبـادئ والتطبيقـات المرتبطـة بهـا بمحتـوى كتـاب الكيميـاء بالصـف الأول الثانوي بالمملكة العربية السعودية.
3. تقديم تصور مقترح لكتاب الكيمياء بالصف الأول الثانوي في ضوء المبادئ والتطبيقات المرتبطة بها الكيمياء الخضراء.

أهمية الدراسة

تتمثل أهمية الدراسة الحالية في أنها:

1. توجه أنظار المسؤولين عن تطوير المناهج نحو ضرورة تضمين المناهج لمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها المرتبطة بها، وهو ما ينسجم مع الاتجاهات الحديثة العالمية في بناء مناهج الكيمياء المطورة بالمرحلة الثانوية.
2. توجيه أنظار معلمي الكيمياء إلى أهمية الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، وطريقة توظيفها لتنمية مهارات حل المشكلات البيئية والقيم البيئية وزيادة الوعي البيئي والاتجاه نحو البيئة؛ الأمر الذي يحقق نواتج التعلم في مجال الكيمياء الحديثة.
3. تقديم قائمة بمبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء المناسبة لطلاب المرحلة الثانوية قد تفيد الباحثين وكذلك مخططي المناهج ومطوريها للعمل على تضمينها بمنهج الكيمياء.

حدود الدراسة ومحدداتها

تقتصر الدراسة الحالية على تحليل محتوى كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي- نظام المقررات- المقرر في العام الدراسي 1444/2023م في ضوء قائمة المبادئ وعددها (12) وبعض التطبيقات المرتبطة بها من إعداد الباحثة.

مصطلحات الدراسة

الكيمياء الخضراء (Green Chemistry): تعرفها الباحثة بأنها أحد فروع الكيمياء الحديثة التى تناول المستحدثات الكيميائية التي تستهدف في الأصل منع حدوث التلوث أو الشوائب أو قلة حدوثه كلما أمكن ذلك في مرحلة التصميم أولًا، بدلا من معالجته في مرحلة تكوين المنتج بشكل نهائي، ويتضمن العديد من المبادئ والتطبيقات الحديثة المرتبطة بها التي يمكن تضمينها في كتاب الكيمياء بالصف الأول الثانوي بالمملكة العربية السعودية بهدف تنمية بعض من مخرجات تعلم الكيمياء.

درجة التوافر Availability: هي الدرجة الكلية لتكررات توافر مباديء وتطبيقات الكيمياء الخضراء بمحتوى كتاب الكيمياء بالصف الأول الثانوي نظام المقررات الفصل الأول؟

كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي: هو الكتاب المقرر على طلاب الصف الأول الثانوى بالمدارس الحكومية – نظام المقررات – بالمملكة العربية السعودية في الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي 1444/ 2023م

إجراءات منهجية الدراسة

للإجابة عن السؤال الأول، وهو: ما درجة توافر مباديء الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في محتوى كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوى – نظام المقررات – في المملكة العربية السعودية بمحتوى منهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية؟

تم القيام بالخطوات المنهجية التالية:

- تم بناء بطاقة تحليل محتوى كتاب الكيمياء بالصف الأول الثانوي: وفقاً للآتي:
- **تحديد الهدف من بطاقة التحليل**: وهو الحكم على درجة توافر مباديء وتطبيقات الكيمياء الخضراء بمحتوى كتاب الكيمياء بالصف الأول الثانوي التي تم التوصل إليها.
- **إعداد الصورة الأولية لبطاقة التحليل**: تم إعداد بطاقة لتحليل محتوى كتاب الكيمياء

بالصف الأول الثانوي في ضوء قائمة المبادئ والتطبيقات المرتبطة بها.

- **الضبط العلمي لبطاقة التحليل (صدق المحتوى)**: تم ضبط الصورة الأولية لبطاقة التحليل من خلال عرضها على مجموعة من المحكمين؛ للتأكد من إمكانية التحليل باستخدام هذه البطاقة، وقد تم إجراء بعض التعديلات، مثل: إعادة صياغة بعض المؤشرات، وإضافة بعض المؤشرات الخاصة بالجانب المهاري والوجداني.

إعداد الصورة النهائية لبطاقة التحليل: بعد إجراء التعديلات التي أشار إليها المحكمون أصبحت بطاقة التحليل في صورتها النهائية تمهيدًا لاستخدامها في تحليل كتاب الكيمياء بالصف الأول الثانوي. وقد تكونت بطاقة تحليل المحتوى بصورتها النهائية من (12) مبدأً للكيمياء الخضراء، و (69) تطبيقًا مرتبطًا بها.

الجدول (1) قائمة مبادئ الكيمياء الخضراء بصورتها النهائية.

م	المبـــــــــــــدأ	التطبيقات التي تندرج تحت كل مبدأ
1	منع التلوث Preventation	6
2	اقتصاديات الذرة Atom economy	3
3	تصميم تفاعلات كيميائية أقل خطورة synthesis less hazardous chemical	8
4	تصميم نواتج آمنة Designing safer chemicals	3
5	استخدام المذيبات الآمنة Safer solvents using	8
6	زيادة كفاية الطاقة Design for energy efficiency	6
7	استخدام موارد متجددة Use of renewable feed stocks	9
8	تجنب استخدام المشتقات Reduce derivatives	4
9	استخدام المحفزات use of catalysis	4
10	إنتاج مواد قابلة للتحلل Design for degradation	6
11	معرفة الوقت الحقيقي لمنع التلوث Real-time analysis for pollution preventation	3
12	كيمياء منع الحوادث Accident prevention chemistry	7
12	المجموع	67

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

- **تحديد عينة التحليل**: شملت عينة التحليل كتاب الطالب لمقرر الكيمياء بالصف الأول الثانوي والمقرر دراسته في العام الدراسي 1444/2023م – الفصل الأول كالتالي:
- **تحديد وحدات التحليل**: تمثلت وحدات التحليل في كل موضوع من الموضوعات الواردة بكتاب الكيمياء بالصف الأول الثانوي.
- **تحديد فئات التحليل**: تُعد التطبيقات المرتبطة بالمبادىء بمنزلة فئات تحليل المقرر بالصف الأول الثانوي في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وبعض تطبيقاتها.

ضبط عملية التحليل: وذلك من خلال حساب ما يلي:

ثبات التحليل: فقد تم التأكد من ثبات التحليل من خلال قيام الباحثة بتحليل محتوى كتاب الكيمياء بالصف الأول الثانوي باستخدام بطاقة التحليل، كما قامت إحدى الزميلات بإجراء التحليل نفسه باستخدام بطاقة التحليل، وتم مقارنة النتائج التي توصلت إليها الباحثة بالنتائج التي توصلت إليها الزميلة، وتم حساب نسبة الاتفاق من خلال معادلة كوبر كما يلي: نسبة الاتفاق = (عدد مرات الاتفاق / عدد مرات الاتفاق + عدد مرات الاختلاف) ×100. وقد بلغت نسبة الاتفاق كما هو موضح في الجدول التالي:

الجدول (2) نسبة الاتفاق لعملية التحليل

الكتاب	الأول (ف 1)	الثاني (ف2)
نسبة الاتفاق	% 95.7	% 96.6

يتضح من الجدول السابق (2) ارتفاع نسبة الاتفاق في التحليلين؛ وهذا يدل على صدق عملية التحليل.

ثبات بطاقة التحليل (ثبات التحليل عبر الزمن)، بعد إتمام عملية التحليل، قامت الباحثة بإعادة التحليل مرة ثانية بفارق زمني مقداره أسبوعان، وقد تم استخدام معادلة ثبات التحليل (طعيمة، 2004: 226)، وبلغت نسبة الاتفاق كما هو موضح في الجدول التالي:

الجدول (3) ثبات بطاقة التحليل

الكتاب	الأول (ف1)	الثاني (ف2)
نسبة الاتفاق	% 89	% 97

ويتضح من الجدول السابق (3) ارتفاع نسبة الاتفاق في التحليلين؛ وهذا يدل على ثبات عملية التحليل.

عرض النتائج ومناقشتها

وللإجابة عن السؤال الأول، ونصه: «**ما درجة توافر مباديء وتطبيقات الكيمياء الخضراء بمحتوى كتاب الكيمياء بالصف الأول الثانوي بالمملكة العربية السعودية؟** تم تحليل محتوى كتاب الكيمياء بالصف الأول الثانوي بالمملكة العربية السعودية، للفصل الأول، حيث يتم تدريس مقرر الكيمياء في الفصل الأول – نظام المقررات فقط، للعام الدراسي: (2023 م) في ضوء المبادئ والتطبيقات الواردة في بطاقة التحليل في الجدول (5). وأظهرت نتائج التحليل للمحتوى ما يلي كما هو مبين بالجدول (4):

الجدول (4): التكرارات والنسب المئوية لدرجة تتوافر مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء بكتاب الكيمياء بالصف الأول الثانوي

المبـــدأ	التطبيـقـــــــــات	ت	ت %
1. المنع Presentation	1. استخدام الجلوكوز بديلا عن البنزين في تصنيع حمض الأدبيك المستخدم في تصنيع البلاستيك الطبيعي والألياف الطبيعية.	4	% 1.66
	2. استخدام طريقة علمية تحتوي على البولي كربونات المستخدم في تصنيع بوليمرات ذات خواص جيدة ومميزة في الصناعات المختلفة.	5	% 2.08
	3. إجراء بعض التفاعلات بدون استخدام بعض المذيبات.	6	2.50%
	4. إجراء بعض التفاعلات الكيميائية باستخدام المحفزات الطبيعية.	2	%. .83
	5. إجراء بعض التفاعلات الكيميائية في الحالة المنصهرة.	3	% 4.4
	6. استخدام برامج الحاسب لتصميم المنتجات صديقة البيئة.	4	% 1.66
2. اقتصاديات الذرة Atom economy	7. تحديد تعريف إجرائيّ لماهية اقتصاديات الذرة.	1	% .41
	8. إجراء العديد من تفاعلات تقترب نسبة كفايتها من 100 %.	2	%. .83
	9. تطبيق تفاعلات اقتصادية الذرة مثل تفاعلات إعادة الترتيب.	5	% 2.08
3. تصميم تفاعلات كيميائية أقل خطورة synthesis less hazardous chemical	10. استخدام كيمياء السطوح في إنتاج منظف للبيئة من كيماويات غير سامة.	6	% 2.50
	11. استخدام الموجات فوق الصوتية في إجراء التفاعلات الكيميائية.	2	%. .83
	12. استخدام الضوء كبديل للفلزات الثقيلة في أكسدة المواد البترولية.	2	%. .83
	13. تحضير مثبطات كيميائية صديقه للبيئة تحمي المعادن من التآكل.	3	% 4.4
	14. الاهتمام با ستخدام العبوات محكمة الغلق لإتمام أي تفاعل كيميائي.	3	% 4.4
	15. برنامج CAMEO: يحتاج مستخدمو هذا البرنامج إلى تركيب النواتج وتطبيق سلسلة من القواعد المصممة لتحديد التركيب والنشاط والفاعلية.	3	% 4.4
	16. برنامج : SYNGEN يهتم بإعادة تكوين المركّبات التي سبق تحضيرها بطريقة صديقة للبيئة.	3	% 4.4
	17. برنامج LHASz يختلف عن برنامج SYNGEN في أنه يستخدم طرق رياضية لتخزين التركيب الكيميائي وظروف التفاعل للحصول على أفضل طريقة لتحضير التفاعل.	4	% 1.66

المبـــدأ	التطبيـقـــــــــــات	ت	ت %
4. تصميم نواتج آمنة Designing safer chemicals	18. استخدام الحاويات صديقة البيئة لفرز النفايات.	2	% 0.83
	19. إعادة تدوير المخلفات الصلبة واستخدامها في التصنيع مرة أخرى.	3	% 4.4
	20. المزج الميكروبي للتخلص من النفايات الصلبة.	2	% 0.83
5. استخدام المذيبات الآمنة Safer solvents using	تفاعل المواد في حالة البلازما.	3	% 4.4
	إجراء التفاعلات على سطح صلب (مثل أنواع خاصة من الطمي).	4	% 1.66
	استخدام المذيبات الخضراء بدلًا من المذيبات العضوية.	3	% 4.4
	استخدام المذيبات المقيدة غير المتطايرة.	3	% 4.4
	تجنب استخدام المذيبات الخطيرة مثل البنزين والمذيبات الهالوجينية.	4	% 1.66
	المذيبات الخضراء مثل الماء والإيثانول والألكيل فينول.	5	% 2.08
	استخدام الموائع (البلمرة فوق الحرجة) كمذيبات صديقة للبيئة.	6	% 6.6
	تجنب استخدام المذيبات الخطيرة مثل البنزين والمذيبات الهالوجينية.	2	%. .83
6. زيادة كفاية الطاقة Design for energy efficiency	استخدام الموجات الصوتية في معالجة المياه الجوفية والصرف الصحي.	2	%. .83
	استخدام تقنيات النانو في معالجة المياه الجوفية والمياه الراكدة.	3	% 4.4
	استخدام طرق الري بالرشح تحت سطح التربة.	3	% 4.4
	إجراء التفاعلات باستخدام تقنية الموجات الدقيقة (الميكروويف).	3	% 4.4
	استخدام الطاقة الضوئية للحصول على نواتج تفاعل فريدل كرافت.	3	% 4.4
	تقنية مفاعلات الأكسدة السائلة (استخدام الأكسجين السائل لأكسدة المركبات العضوية بدلًا من الفلزات الانتقالية الملوثة للبيئة).	4	% 1.66

المبـــدأ	التطبيقـــــــــــــات	ت	ت %
7. استخدام موارد متجددة Use of renewable feed stocks	استخدام الطاقة الخضراء مثل الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة المائية (الهيدرولوجية)، طاقة حرارة باطن الأرض، طاقة المد والجزر، طاقة فرق درجات الحرارة، طاقة النباتات والمحاصيل الزراعية.	6	% 2.50
	استخدام مزارع الخلايا الحيوانية وتوظيفها في الإنتاج الحيواني.	4	% 5.9
	التقنيات المستخدمة في المعالجة الحيوية.	5	% 2.08
	إنتاج البروتينات البشرية من شجر المطاط المعدل وراثيًا.	6	% 2.50
	استخدام التخمر غيرالهوائي (لإنتاج البيوجاز).	2	% . .83
	استخدام التخمر بالديدان (لإنتاج الأسمدة العضوية).	1	% .41
	استخدام الكائنات الدقيقة المعدلة وراثيًا في مكافحة التلوث النفطي.	2	% . .83
	تنقية مياه الشرب بطرق مختلفة، مثل استخدام مادة كيتينية تُستخرج من قشور السمك والجمبري، أو طحن أوراق النخيل.	5	% 2.08
	السكريات هي النفط القادم (الوقود الأخضر).	6	% 2.50
8. تجنب استخدام المشتقات Reduce derivatives	تجنب استعمال مواد خارجية، كمحاليل الاستخلاص، والفصل، ومواد التجفيف.	5	% 2.08
	استبدال المجموعات الوظيفية السامة بمجموعات آمنة في التفاعلات.	6	% 2.50
	استخدام الكواشف الخضراء بدلًا من الكواشف السامة.	2	%. .83
	استخدام تطبيقات الإنزيمات في التصنيع الكيميائي.	2	%. .83
9. استخدام المحفزات use of catalysis	استخدام المحفزات الحيوية لعلاج أمراض السكرى وارتفاع الكوليسترول.	1	% .41
	استخدام المحفزات الحيوية في تحويل اللجنين إلى مواد عطرية ثمينة.	2	%. .83
	استخدام المحفزات كمضادات الأجسام.	5	% 2.08
	استخدام الضوء كمحفز لبعض التفاعلات الكيميائية.	6	% 2.50

المبـــدأ	التطبيـقـــــــــــات	ت	ت %
10. إنتاج مواد قابلة للتحلل Design for degradation	استخدام تكنولوجيا التحلل الحيوي في تكسير المواد العضوية إلى مواد غذائية.	5	% 2.08
	استخدام البوليمرات الخضراء (الطبيعية) القابلة للتحلل الحيوي.	6	% 2.50
	استخدام البوليمرات عديدة التسكر.	2	%. .83
	إجراء عملية المزج لتكوين الدبال (مادة شبه متحللة).	1	% .41
	استخدام الكائنات الحية الدقيقة في تحويل نشا الذرة إلى مواد بلاستيكية.	2	%. .83
	استخدام مجموعات قابلة للتميؤ تسهل التحلل.	5	% 2.08
11. معرفة الوقت الحقيقي لمنع التلوث Real-time analysis for pollution preventation	استخدام المجسات أو المستشعرات الدقيقة في المجال الصناعي والزراعي.	2	%. .83
	مراقبة التفاعل لمعرفة درجة اكتماله.	2	% 2.9
	استخدام طرق تحليل كيميائية متطورة من خلال برامج الحاسب.	3	% 4.4
12. كيمياء منع الحوادث Accident prevention chemistry.	تحقيق الأمان المعملي والأمن والسلامة.	3	% 4.4
	استخدام أجهزة البلازما لتحويل الغازات السامة إلى غازات غير سامة.	3	% 4.4
	التصنيع الأخضر للمواد النانوية (تكنولوجيا الإلكترونيات الدقيقة).	3	% 4.4
	استخدام المواد النانوية الحميدة بيئيًا.	4	% 5.9
	استخدام النباتات والأشجار النانونية للقيام بعملية البناء الضوئي.	3	% 4.4
	استخدام المذيبات صديقة البيئة.	4	% 1.66
	إجراء تفاعلات باستخدام تقنية الميكروسيكيل والميني سيكيل.	5	% 2.08
المجمـوع		240	% 100

يتضح من الجدول (4): أن نسبة توافر مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء المرتبطة بها بوجه عام في كتاب الكيمياء بالصف الأول الثانوي جاءت متدنية جدًّا، فقد أظهرت النتائج أن هناك تدنيًا واضحًا في درجة التضمين لجميع مباديء وتطبيقات الكيمياء الخضراء، وقد تراوحت نسبة توافر التطبيقات بالمقرر مابين (0.41 % – 2.50 %). فقد جاء تطبيق كل من (تحديد تعريف إجرائي لماهية اقتصاديات الذرة) أقل تكرارًا، واستخدام التخمر بالديدان (لإنتاج الأسمدة العضوية)، واستخدام المحفزات الحيوية لعلاج أمراض السكرى وارتفاع الكوليسترول بنسبة 1.4%. وأكثرهم تكراراً تطبيق استخدام كيمياء السطوح في إنتاج منظف للبيئة من كيماويات غير

سامة، وتطبيق استخدام البوليمرات الخضراء (الطبيعية) القابلة للتحلل الحيوي بنسبة 2.50 %.

وتبين أن درجة توافر جميع التطبيقات (67 تطبيقًا) المرتبطة بالمبادئ الاثني عشر (12) بمقرر الكيمياء بالصف الأول الثانوي ضعيفة ومتدنية؛ إذ أظهرت النتائج والتحليل أن التكرار تراوح مابين 1 إلى 6، على الرغم من أهمية هذا العلم الذي يجب أن يضمن في مقررات الكيمياء بالمرحلة الثانوية بصفة عامة وبالصف الأول بصفة خاصة.

وتتفق هذه النتائج مع الأدب التربوي ونتائج بعض الدراسات والبحوث السابقة، مثل دراسة جروس (2013)؛ وغانم (2015)؛ ونوار (2015)؛ و(صالح ،2016)؛ و(الشامي، 2018)؛ و(الشناوي ،2020)؛ و(حجاج، 2020)؛ ودراسة يوسف (2022). وضرورة تضمينها في المناهج الدراسية.

وقد تعزى هذه النتيجة إلى ضعف التنسيق بين لجان التأليف للكتب المدرسية، مع غياب الصورة العامة والفهم العميق لهذه المبادىء وتطبيقاتها في الحياة اليومية التي جاءت على عكس توصيات العديد من المؤتمرات الدولية والعربية عن الكيمياء الخضراء ومبادئها وأهم تطبيقاتها، وضرورة الاتجاه نحو الكيمياء الخضراء؛ لتحقيق التنمية المستدامة، والحد من القضايا والمشكلات البيئية والاتجاه نحو مستقبل آمن، فضلاً عن قلة الاطلاع والخبرة على نتائج البحوث والدراسات عند التأليف وقد أوصى العديد منها بضرورة دمج وتضمين الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها ومبادئها في المناهج الدراسية لكافة المراحل التعليمية المختلفة.

وللإجابة عن السؤال الثاني وهو: «**ما التصور المقترح لتطوير كتاب الكيمياء بالصف الأول الثانوي في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وبعض تطبيقاتها؟** في ضوء نتائج النتائج ومناقشتها، ويمكن تقديم التصور المقترح في ضوء معايير الأهداف والمحتوى- لتطوير كتاب الكيمياء بالصف الأول الثانوى نظام المقررات وفق الخطوات التالية:

1. تحديد المبررات ودواعي إعدد هذا التصور.
2. نتائج تحليل محتوي كتاب الكيمياء الحالي بالمرحلة الثانوية عامة والصف الأول خاصة، وقد أسفرت عن وجود قصور كبير في تضمين كتاب الكيمياء الحالي لمبادئ الكيمياء الخضراء وبعض تطبيقاتها.
3. مقابلة بعض المعلمات من تخصص الكيمياء ببعض المدارس الثانوية بمدينة حائل عبر وسائل التواصل الاجتماعي، وقد أكدن على خلو مقررات الكيمياء الحالية من مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، وحاجة مناهج الكيمياء إلى تطويرها في ضوء هذه المبادئ وتطبيقاتها.
4. إعداد التصور المقترح: تم إعداد التصور المقترح في ضوء الخطوات التالية:

أولاً: صياغة الأهداف العامة للتصور المقترح: فقد استهدف التصور المقترح تحقيق مجموعة من الأهداف العامة، وهي:

- اكتساب المعلومات والمعارف العامة المرتبطة بالكيمياء الخضراء ومبادئها وتطبيقاتها.
- معرفة أهمية الكيمياء الخضراء في معالجة الكثير من المشكلات والقضايا البيئية المحلية والعالمية.
- اكتساب مبادئ ومفاهيم جديدة أدخلتها الكيمياء الخضراء، مثل اقتصاديات الذرة، والبادئات الخضراء (الحيوية)، والتكنولوجيا الحيوية،

والمذيبات المقيدة، والمزج الميكروبي، وكيمياء الأكسدة النظيفة، والطاقة الخضراء، والتخمر الهوائي، وتوضيح تقنية الميكروسكيل والميني سكيل ودورها في تحقيق مبدأ اقتصاديات الذرة.

- تنمية الوعي بالمشكلات والقضايا البيئية، ودور الكيمياء الخضراء في منع حدوث التلوث، وتصميم التفاعلات الكيميائية بدون تكوين آثار جانبية تؤثر على صحة الإنسان وسلامة بيئته.
- تنمية القدرة على اتخاذ قرارات تجاه المحافظة على البيئة وحمايتها من التلوث.

ثانياً: بناء التصور المقترح في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها:

تم إعداد وبناء التصور المقترح في ضوء قائمة مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء ونتائج الإجابة عن أسئلة البحث، مع الاستعانة بالجهود والمشروعات العربية والعالمية التي تم عرضها في أدبيات الدراسة، والعديد من البحوث والدراسات السابقة؛ وذلك بهدف تطوير منهج الكيمياء في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها. وقد تكون التصور المقترح من العناصر التالية:

1. **الأهداف الإجرائية:** تم صياغة أهداف التصور المقترح، بحيث تراعي اكتسابها من قبل الطلاب المعلمين في ضوء التصور المقترح. وأن تسهم بصورة مباشرة في تنمية مهارات اتخاذ القرار تجاه القضايا والمشكلات البيئية. وتم إعداد موضوعات محتوى التصور المقترح في ضوء الأهداف، وبالاستعانة بالكتب والمراجع العلمية.
2. **المحتوى:** تم إعداد موضوعات محتوى التصور المقترح في ضوء الأهداف التي تم تحديدها في التصور المقترح، وبالاستعانة بالكتب والمراجع العلمية،
3. **إستراتيجيات التدريس المستخدمة:** استخدام إستراتيجيات عديدة تركز على نشاط وتفاعل المتعلم، منها: المناقشة، وإستراتيجية حل المشكلات، والعرض العملي، وإستراتيجيات التعلم التعاوني (التعلم معًا – فكر زاوج شارك)، وإستراتيجية K W L، وغيرها من إستراتيجيات التعلم النشط.
4. **الوسائل والأنشطة التعليمية:** تم تحديد الوسائل والأنشطة التعليمية المستخدمة في ضوء الأهداف.
5. **أساليب التقويم المستخدمة:** يمكن استخدام العديد من الأساليب لتقويم التصور المقترح، إذ يمكن استخدام الاختبارات المقالية، والموضوعية، وإدارة المناقشات بين الطلاب، وغيرها من الأساليب الحديثة التي تعتمد على التقويم الأصيل.

وبعد الانتهاء من إعداد التصور المقترح، قامت الباحثة بعرضه على مجموعة من المحكمين للتأكد من صلاحيته من حيث:

- وضوح الأهداف، ومناسبتها، وشمولها للجوانب المعرفية والمهارية والوجدانية.
- درجة ملاءمة المحتوى، وارتباطه بالأهداف ا لتعليمية .
- درجة مناسبة الإستراتيجيات والمداخل المستخدمة لتدريس وحدات التصور المقترح.
- درجة ملاءمة الوسائل والأنشطة التعليمية المستخدمة لتحقيق الأهداف التعليمية.
- درجة مناسبة أساليب التقويم المستخدمة وتنوعها.

وقد تم إجراء التعديلات المقترحة، التي تمثلت في إعادة صياغة بعض الأهداف التعليمية، وحذف بعض الأهداف، وإضافة بعض الإستراتيجيات التدريسية. ومن ثم تم التوصل إلى التصور المقترح في صورته النهائية.

ثالثاً: تضمين موضوعات التصور المقترح في مقرر الكيمياء بالصف الأول الثانوي: توجد عدة أساليب لتضمين التصور المقترح لمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في مقررات الكيمياء:

الأسلوب الأول: تقديم التصور المقترح كمقررات مستقلة.

الأسلوب الثاني يمكن تقديم التصور المقترح بتضمين موضوعات الكيمياء الخضراء بالكتاب الحالي كما هو موضح في الجدول التالي:

الجدول (5) قائمة موضوعات مقترحة لتضمنيها في كتاب الصف الأول الثانوي في ضوء مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء

- استخدام تقنية البوليمرات الكيميائية عديدة التسكر.
- إجراء بعض التفاعلات بدون استخدام بعض المذيبات.
- إجراء بعض التفاعلات الكيميائية باستخدام المحفزات الطبيعية.
- إجراء بعض التفاعلات الكيميائية باستخدام السوائل الأيونية.
- إجراء بعض التفاعلات الكيميائية في الحالة المنصهرة.
- استخدام برامج الحاسب لتصميم المنتجات صديقة البيئة.
- تحديد تعريف إجرائيٍّ لماهية اقتصاديات الذرة.
- إجراء العديد من تفاعلات تقترب نسبة كفايتها من 100 %.
- استخدام الضوء كبديل للفلزات الثقيلة في أكسدة المواد البترولية.
- تحضير مثبطات كيميائية صديقه للبيئة تحمي المعادن من التآكل.
- الاهتمام با ستخدام العبوات محكمة الغلق لإتمام أي تفاعل كيميائي.
- استخدام البرامج الكيميائية لمعرفة ضرر ميكانيكية التفاعل.
- استخدام الحاويات صديقة البيئة لفرز النفايات.
- إعادة تدوير المخلفات الصلبة واستخدامها في التصنيع مرة أخرى.
- المزج الميكروبي للتخلص من النفايات الصلبة.
- تجنب استخدام المذيبات الخطيرة، مثل: البنزين، والمذيبات الهالوجينية.
- المذيبات الخضراء مثل الماء والإيثانول والألكيل فينول.
- استخدام الزيوت النباتية الطبيعية في صناعة الصابون والمنظفات.
- استخدام مزارع الخلايا النباتية وتوظيفها في الإنتاج الزراعي.
- استخدام مزارع الخلايا الحيوانية وتوظيفها في الإنتاج الحيواني.
- التقنيات المستخدمة في المعالجة الحيوية.
- إنتاج الغاز الحيوي من الكتلة الحيوية.
- إنتاج الديزل الحيوى من الكتلة الحيوية.
- استخدام المحفزات الحيوية لعلاج أمراض السكرى وارتفاع الكوليسترول
- إجراء عملية المزج لتكوين الدبال (مادة شيه متحللة).

توصيات الدراسة

في ضوء نتائج الدرسة أمكن تقديم التوصيات التالية:

1. ضرورة تطوير مقررات العلوم بمراحل التعليم العام بالمملكة العربية السعودية بشكل يُساير التطورات العلمية المُتلاحقة، والمُستجدات العالمية المُعاصرة، بما يرتبط بعلم الكيمياء الخضراء.
2. ضرورة اهتمام المسؤولين عن تخطيط وتطوير مقررات الكيمياء بمراحل التعليم العام بالمملكة العربية السعودية بصفة عامة والثانوية بصفة خاصة بتضمين مباديء وتطبيقات الكيمياء الخضراء بمحتواها.

مقترحات الدراسة

في ضوء نتائج الدرسة أمكن اقتراح بعض البحوث المستقبلية كما يلي:

1. فاعلية وحدة مقترحة في الكيمياء في ضوء مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء لتنمية الوعي البيئي لدى طالبات الصف الأول الثانوي.
2. أثر استخدام أنشطة إثرائية قائمة على تطبيقات الكيمياء الخضراء في تنمية التفكير التأملي والتحصيل لدى طالبات المرحلة الثانوية.
3. برنامج تعليمي إلكتروني قائم على مباديء وتطبيقات الكيمياء الخضراء لتنمية التفكير الناقد والتنمية المستدامة لدى معلمات المرحلة الثانوية.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

- أبو الوفا، رباب (2018) «فاعلية مقرر مقترح للكيمياء الخضراء قائم على مبادئ التربية من أجل التنمية المستدامة في تنمية الثقافة الكيميائية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء»، *المجلة المصرية للتربية العلمية، الجمعية المصرية للتربية العلمية*، 21(2): 1-51
- البار، حسن؛ ومخيمر، رمضان؛ والجندي، إيمان؛ والشيخ، مريم؛ ويوسف، هنادي (2010) منظومة الكيمياء الخضراء وعلاقتها بتقنية ميكروسيكل الكيمياء *الخضراء، سلسلة منظومة الكيمياء، المملكة العربية السعودية، جدة، مطبعة البار*.
- البياتي، كريم (2017). تقويم منهج الكيمياء للمرحلة المتوسطة بالعراق في ضوء بعض الاتجاهات العالمية المعاصرة. *مجلة القراءة والمعرفة، جامعة عين شمس، كلية التربية*، (187)، -121 148.
- جاد الحق، نهلة (2018). برنامج في المستحدثات الكيميائية لتنمية التنور الكيميائي لدي الطلاب المعلمين بكلية التربية. *مجلة التربية العلمية*، 21(10)،109-130.
- حجاج، آية (2020). *تطوير برنامج إعداد معلمي الكيمياء بكليات التربية في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها*. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة بنها.
- سالم، آمال (2013). *فاعلية وحدة مقترحة في الكيمياء الخضراء في تنمية المفاهيم والاتجاهات الإيجابية لطلاب السنة الثانية بالثانوية التخصصية بليبيا*. رسالة ماجستير غير منشورة، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس.
- السالمي، سليمان (2010). *اكتشف الحياة مع الكيمياء الخضراء، التنمية المعرفية*. وزارة التربية والتعليم، (3)، 55-59.
- سليمان، فوقية (2020). وحدة مقترحة في ضوء التنمية المستدامة والاقتصاد الأخضر لإكساب طلبة الشعب العلمية بكلية التربية بعض المفاهيم المرتبطة بالاقتصاد الأخضر والاتجاهات المستدامة، *مجلة دراسات تربوية ونفسية -مجلة كلية التربية - جامعة الزقازيق*، العدد (109)، -1 48.

- شاكر، عماد (2009). *الكيمياء الخضراء*. القاهرة: الدار العربية للنشر والتوزيع.
- الشامي، سحر (2018). *برنامج تنمية مهنية لمعلمي الكيمياء بالمرحلة الثانوية قائم على الكيمياء الخضراء وأثره على تنمية مهارات حل المشكلات واستيعاب مفاهيم البيئة*. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة عين شمس.
- الشناوي، نانيس (2020). *فاعلية برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء في تنمية بعض المفاهيم العلمية والقيم البيئية لدي الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء*. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة بورسعيد.
- صالح، مي (2016). *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.
- صبحي، عماد (2020). أنشطة مقترحة قائمة على مفاهيم التكنولوجيا الخضراء لتنمية التنور البيئي لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية. *مجلة التربية العلمية*، 23(5): 133-165.
- طعيمة، رشدي (2004). *تحليل المحتوي في العلوم الإنسانية، مفهومه- أسسه- استخداماته*. القاهرة: دار الفكر العربي.
- الظاهر، زكريا (1999). *مبادئ القياس والتقويم في التربية*. عمان: مكتبة الناشر، دار الثقافة.
- عبد الرحمن، عبد الله (2005). *تقويم مناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في ضوء مستحدثات علم الكيمياء وأخلاقياتها*. رسالة ماجستيرغير منشورة، كلية التربية، جامعة المنصورة.
- عبد السلام، عبد السلام (2006). *تدريس العلوم ومتطلبات العصر*. القاهرة: دار نشر الفكر العربي.
- عبد السميع، عبدالمسيح (2002). الوعي بالمخاطر البيئية لدي بعض فئات المجتمع وتلاميذ المرحلة الإعدادية ومدي تناول العلوم لتلك المخاطر، *مجلة التربية العلمية*، 5(3): 1-48.
- عنانزة، خالد (2007). الكيمياء الخضراء في خدمة الاقتصاد والبيئة، *المجلة الثقافية، الجامعة الأردنية*، (69)، 367-378.
- العيسوي، محمود (2017). صابون جديد صديق للبيئة، مجلة scientific American –Arabic للعلم والعلوم.
- غانم، تفيدة (2015). وحدة مقترحة في التكنولوجيا الخضراء قائمة على عملية التصميم التكنولوجي وفاعليتها في تنمية مهارات تصميم النماذج التكنولوجية واتخاذ القرار في مقرر العلوم البيئية لطلاب الصف الثالث الثانوي. *مجلة التربية العلمية*، 18(1)، 1-44.
- محسن، سحر؛ وعبد المعز، محمد؛ وعمارة، مصطفى (2018). «برنامج تنمية مهنية لمعلمي الكيمياء بالمرحلة الثانوية قائم على الكيمياء الخضراء وأثره على تنمية مهارات حل المشكلات واستيعاب المفاهيم البيئية»، *مجلة العلوم البيئية، جامعة عين شمس*، 1(1): 347 - 379.
- المؤتمر الخامس بعنوان «الكيمياء لمستقبل أفضل « الذي نظمته الجمعية الكيميائية الكويتية بدولة الكويت (2018) available at:
- المؤتمر العلمى الدولي الثالث بعنوان « علوم من أجل الحياة» والذي عُقد في مدينة الغردقة بمصر available at: http://www.asu.edu.eg/ar/130/event
- المؤتمر العلمي الثالث، ومؤتمر الكيمياء الخضراء والمستدامة برلين -ألمانيا (2017) available at
- المؤتمر العلمي الثامن عشر للجمعية المصرية للتربية العلمية (2016) «مناهج العلوم بين المصرية والعالمية» المنعقد بمركز الشيخ صالح كامل -جامعة الأزهر- القاهرة.
- مؤتمر الكيمياء الدولي السادس بالسعودية بعنوان « اتجاهات جديدة في علم الكيمياء « available at
- نوار، إيمان (2015). *برنامج مقترح قائم على التعلم*

الذاتي لتنمية مفاهيم المستحدثات الكيميائية ومهارات اتخاذ القرار لدي طلاب نوادي العلوم بالمرحلة الثانوية. رسالة دكتوراه غير منشورة، معهد الدراسات التربوية، جامعة القاهرة.

- يوسف، رحمة (2022). *برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء قائم على مدخل التحليل الأخلاقي لتنمية مهارات التفكيرالأخلاقي ومفاهيم البعد البيئي للتنمية المستدامة لمعلمي الكيمياء قبل الخدمة*. رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة إلمنيا.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

- Ahuja, S. (2013). *Green Chemistry and Other Novel Solutions to Water Pollution: Overview*. Washington: American Chemical Society, DC
- Anastas, P. & Warner, J. (1998). *Green chemistry: Theoryand Practice.* New York: Oxford University Press.
- Anastas, P. T. & Zimmerman, J. B. (2012*). Inovations in Green chemistry and Green Engineering*. New York: Springer Science Business media.
- Beyene, Y. (2009). Environmental problems and solutions in Ethiopia generally and in Africa specifically (Acase study on Ethiopia). Unpublished master dissertation, Jimma University, Ethiopia, Addis Ababa.
- Cullipher, S. (2015). Research for the advantages of Green chemistry practice: studies in Atmospheric and Educational chemistry. *Doctoral dissertation*, university of Massachusetts, Boston.
- Dunn, P., (2012):" The Importance of Green Chemistry in Process Research and Development", the Royal Society of Chemistry.Education. Studies,8(1),142-151.
- Fellet, M. (2013): "Green Chemistry and Engineering: Towards Asustainble Future", Amercan Chemical Society. Mageswary, K., Zurida, I., & Norita, M. (2011): "Green Chemistry: Educating Prospective Science Teachers in Education for Sustainable Development at School of Educational Studies, USM", *Journal of Social Sciences*, Vol (7), No (1), PP 42-50.
- Hjeresen, D., Schutt, D., Boese, J. (2000). Green Chemistry and Education. *Journal of Chemical Education*, 77(12), 1543 – 1547.
- Karpudewan, M., Ismail, Z. & Mohamed, N. (2015). Green Chemistry: Educating Prospective Science Teachers in Education for Sustainable Development at School of Educational Studies, USM. *Journal of Social Sciences*, 7 (1), 42-50.
- Karpudewan, M., Roth, W. & Ismail, Z. (2015). Education in Green Chemistry: Incorporating Green Chemistry into Chemistry Teaching Methods Courses at the University Sains Malaysia. Canada: Royal society of chemistry.
- Manahan, S. (2006). Green chemistry and the ten commandments of sustainability. Second ed. USA: ChemChar Research, Inc.
- Miller, T. (2012). A context based approach using green chemistry / Bio-remediation principles to enhance interest and learning of organic chemistry in a high school AP chemistry classroom. Unpublished master dissertation, Michigan state university, U.S.A.
- Roberts, J. (2005). Creating Green Chemistry: Discursive Strategies of a Scientific Movement. Unpublished doctoral dissertation, Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Wardencki, W. Curylo, J. & Namiesnik, J. (2005). Green chemistry – current and future issue 3, journal of environmental studies,14(4), 389-395.