IUG Journal of Educational and Psychological Sciences
Peer-reviewed Journal of Islamic University-Gaza

E-ISSN: 2410-3152
P-ISSN: 2410-2946

IUGJEPS
Vol 31, No 5, 2023, pp 573 - 606

Received on (26-09-2022) Accepted on (19-12-2022)
https://doi.org/10.33976/IUGJEPS.31.5/2023/24

Building green chemistry curriculum standards at the secondary stage in the Kingdom of Saudi Arabia and standardizing its levels matrix

Safia M. Omeish[*1], Prof. Fahd bin Ali Al-Amiri[*2]
College of Education - Umm Al-Qura University - Makkah Al-Mukarramah - Kingdom of Saudi Arabia[*1,2]

[*]Corresponding Author: **Smao-1977@hotmail.com**

Abstract:
The study aimed at building the standards of the Green Chemistry curriculum at the secondary level in the kingdom of Saudi Arabia and codifying the matrix of its levels. The study community included: chemistry books at the secondary level, and an accessible sample of experts and academics in chemistry, educational chemistry and educational assessment represented by (12) academics and experts. The study followed the qualitative assessment strategy and used the natural assessment model. The data was collected using two tools: a content analysis card and semi-standardized interview questions, and the necessary honesty and consistency values of the card and the reliability and objectivity values of the questions were ascertained. The data was analyzed by appropriate descriptive and inferential statistical methods through the SPSS program. The results of the study revealed that the principles of green chemistry were not sufficiently available in the chemistry curriculum at the secondary level, and the results also showed that there was no integration of all the principles of green chemistry in chemistry textbooks, but were limited to only a number of them. The term and sequence matrix of the Green Chemistry curriculum has been built from easy to complex, taking into account the four levels of the Matrix (establishment, reinforcement, concentration, expansion) and taking into account the logical organization, students ' abilities, needs and inclinations so that students master the skills, awareness of the principles of green chemistry and develop their abilities to solve environmental problems. Based on the conclusions, a set of recommendations was made, the most important of which is to take advantage of the criteria and indicators of the Green Chemistry curriculum in the plans for developing curricula and educational programs by including them in the chemistry curriculum at the secondary level. A number of proposals related to the topic of the current study were also put forward.

Keywords: Standards, Green Chemistry, principles of Green Chemistry, Secondary Stage, Range and Sequence Matrix.

بناء معايير منهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية وتقنين مصفوفة مستوياتها

أ.صافيه بنت محمد عميش [1] ، أ.د. فهد بن علي العميري [2]
كلية التربية – جامعة أم القرى - مكة المكرمة- المملكة العربية السعودية [1,2]

الملخص:
هدفت الدراسة إلى بناء معايير منهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية وتقنين مصفوفة مستوياتها. واشتمل مجتمع الدراسة على: كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوية، وعينة متيسرة من الخبراء والأكاديميون التربويون في الكيمياء والكيمياء التربوية والتقويم التربوي تمثلت في (12) أكاديمي وخبير. وأتبعت الدراسة استراتيجية التقويم الكيفي(النوعي) واستخدم نموذج التقويم الطبيعي. وجمعت البيانات باستخدام أداتين، هما: بطاقة تحليل المحتوى، وأسئلة المقابلة شبه المقننة، وقد تم التأكد من قيم الصدق والثبات اللازمة للبطاقة وقيم الموثوقية والموضوعية اللازمة لأسئلة المقابلة شبه المقننة. وحللت البيانات بالأساليب الإحصائية الوصفية والاستدلالية المناسبة من خلال برنامج (SPSS). وكشفت نتائج الدراسة إن مبادئ الكيمياء الخضراء لم تتوفر في منهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية بالشكل الكافي، كما أظهرت النتائج عدم وجود تكامل لجميع مبادئ الكيمياء الخضراء في كتب الكيمياء وإنما اقتصرت على عدد منها فقط. وقد تم بناء مصفوفة المدى والتتابع لمنهج الكيمياء الخضراء من السهل إلى المركب مع مراعاة مستويات المصفوفة الأربع (التأسيس، والتعزيز، والتركيز، والتوسع) ومراعاة التنظيم المنطقي وقدرات الطلبة وحاجاتهم وميولهم بحيث يتقن الطلبة المهارات، والوعي بمبادئ الكيمياء الخضراء وتنمية قدراتهم لحل المشكلات البيئية. وبناءً على الاستنتاجات قُدِمت مجموعة من التوصيات أهمها الاستفادة من معايير ومؤشرات منهج الكيمياء الخضراء في خطط تطوير المناهج والبرامج التعليمية من خلال إدراجها في منهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية. وكذلك طرحت عدد من المقترحات ذات الصلة بموضوع الدراسة الحالية.

كلمات مفتاحية: المعايير، الكيمياء الخضراء، مبادئ الكيمياء الخضراء، المرحلة الثانوية، مصفوفة المدى والتتابع.

خلفية الدراسة:

انصب اهتمام الكثير من دول العالم ولاسيما الدول المتقدمة على الاعتناء البالغ بتقويم المناهج الدراسية والبرامج التعليمية وتطويرها كون مخرجات تعليم هذه المناهج والبرامج هي المؤشر الحقيقي الذي تقاس به حضارة الشعوب، وقد ظهرت العديد من التوجهات الحديثة التي أثرت في مجال التعليم عامة و المنهج خاصة والتي حولت نهج التعلم من التعلم المتمركز حول المعلم إلى نهج مبني على مخرجات تتمركز حول الطالب، حيث وقفت على ما يحتويه المنهج من خلال عملية التقويم ليتماشى هذا المنهج مع التطورات العالمية المتسارعة مما جعل مفهوم تقويم المنهج يتطور بغية الوصول إلى مناهج متطورة بمعايير عالمية ووطنية مقننة ومحكمة؛ ولذلك ظهرت المعايير الدولية والمعايير الوطنية التي يمكن تطوير المنهج بناءً عليها، وتعتبر مبادئ الكيمياء الخضراء مثالاً على معايير حديثة يمكن تطوير منهج الكيمياء في ضوئها.

يُعد علم الكيمياء علم أساسي من علوم الحياة، والتي تدخل في كثير من أمور حياتنا، والتي لها دور في نهضة الشعوب ومدى تقدم حضارتهم، وقد مر علم الكيمياء بالكثير من الحوادث والكوارث التي أثرت على البيئة وجميع الكائنات الحية التي تسببت بها المواد الكيميائية من أشهرها كارثة بلجيكا التي حدثت عام (1930م) والتي تسببت بتلوث الهواء ووفاة العشرات من الأشخاص، وسببت العديد من الأمراض مثل أمراض الجهاز التنفسي وأمراض العين نتيجة الأدخنة الناتجة من المصانع. كذلك كارثة لندن عام (1952م) التي غطى الدخان سماء لندن بسبب غاز ثاني أكسيد الكبريت والحبيبات الدقيقة الناتجة عن عمليات التصنيع والتي تسببت في وفاة ما يقارب أربعة آلاف شخص وإصابة عدد كبير بأمراض مختلفة (المحادين، 2021).

وقد شهد هذا العلم تطورات هائلة في شتى المجالات الذي وصل بنهاية القرن العشرين إلى طفرة معلوماتية كبيرة، ويُعد عِلم الكيمياء أحد العلوم الطبيعية التي لها دور كبير في شتى مجالات الحياة فهو يدخل في مجال الصناعة مثل: صناعة النسيج، وصناعة الأدوية، وصناعة الأغذية، وصناعة الدهانات والأصباغ .... إلى غير ذلك، كما أنه يدخل في كثير من التطبيقات الحياتية، والمجالات الحربية كالأسلحة ونحوها. وهذا يؤدي في معظم الأحيان إلى التلوث البيئي بأنواعه المختلفة مثل تلوث الهواء والماء، وتلوث التربة، وتلوث الغذاء؛ ونتيجة لذلك اطلقت العديد من الدول مطالبات بالحد من التلوث البيئي واستحدثت طرق شتى لذلك من بينها مستحدث الكيمياء الخضراء الذي يهدف في المقام الأول إلى تصميم منتجات وعمليات كيميائية في المصانع والمؤسسات تحد وتقلل خطورة التلوث البيئي و تساهم في تحسين معيشة الفرد وازدهار الاقتصاد، وهذا ما تطمح اليه دول العالم في توجهها الحديث الى التنمية المستدامة، وحيث أن المدرسة هي المكان الأنسب لتعديل الكثير من المفاهيم فكان لابد من التطرق إلى الكيمياء الخضراء ومبادئها في منهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية؛ نظراً لأهميته في وصول الوطن لأهدافه وخططه المستقبلية(عنانزة،2007 ؛ الشناوي،2020 ؛ Hieresen،2000).

وأشار البياتي (2018) إلى أن تدريس العلوم يعتبر من أحد أهداف التربية في شتى دول العالم لما لها من تأثير في تقدم الأوطان ونموها اقتصادياً، وإذا ما استطاع الطلبة اكتساب مفاهيمها ومهاراتها المخبرية والصناعية فإنها ستنشئ جيلاً يهتم في بناء وازدهار الوطن، لذلك لابد أن يكون منهج العلوم(Science Curriculum) متماشياً مع الأحداث المتسارعة والتطورات العلمية الحادثة، ولتحقيق ذلك فإن هذه المناهج تحتاج إلى المراجعة والتطوير بشكل مستمر، فالمملكة العربية السعودية سعت إلى ذلك مثل كل الدول المتقدمة من خلال تحقيق أهداف الجودة بالتعليم من خلال رفع مستوى التحصيل الدراسي للطلبة في مجالات متعددة ومنها المعلومات والمعارف، والمهارات والقيم والاتجاهات. حيث أشار الحارثي (2014) أنه لابد أن تتحول المدارس من التعليم التقليدي المعتمد على

الكتاب المدرسي فقط إلى إكساب الطلبة سلوكيات واتجاهات إيجابية ومهارات التواصل وتنمية مهارات التفكير وقيم المجتمع المدني من خلال استشراف المستقبل التعليمي، وبالرغم من الفائدة الكبيرة التي عمت البشرية من العلوم الطبيعية في شتى المجالات مثل الصناعة والطب والزراعة إلا أنها نتيجة الملوثات الكيميائية والحوادث الصناعية والبيئية اكتسبت سمعة غير جيدة لما تسببت به من خسائر بشرية وخلل في الأنظمة البيئية وتدهور الحالة الاقتصادية وكما نعلم أن الكيمياء والبيئة وجهان لعملة واحدة؛ ولذلك شعر العلماء والصناعيون ومن يمتلك القرار بخطورة التحولات الناتجة عن الثورة الصناعية التي دخلت في جميع المجالات والتي أثرت على البيئة (إسماعيل،2019).

كما أشار عنانزة (2007) كان لابد من البحث عن حلول حقيقية لمخاطر ومشكلات التلوث الكيميائي ومن هنا ظهرت الكثير من المستحدثات في مفاهيم العلوم والكيمياء مثل كيمياء النانو وفيزياء النانو والكيمياء العصبية والنفايات الالكترونية والنووية ومنها مفهوم الكيمياء الخضراء (Green Chemistry)، حيث أن هناك أهمية بالغة لتضمين أخلاقيات العلم في مناهج العلوم لجميع المراحل وتنمية الوعي العلمي والأخلاقي للطلبة من خلال وضع أهداف تربوية للمستحدثات الكيميائية ومنها الكيمياء الخضراء، ومن هنا كان لابد من التطرق لأهم المستحدثات الكيميائية وهي الكيمياء الخضراء والتي تركز على صناعات حديثة لإنتاج مواد خالية من ملوثات البيئة وانتهاج نهجاً جديداً في الصناعات الكيميائية لتجميع، ومعالجة، وتطبيق المواد الكيميائية التي تهدد صحة، وبيئة، واقتصاد البشرية (بسيوني، 2008؛ عبد الوهاب،2011؛ 2005، Curylo Namiesnik،Wardencki).

ظهر علم الكيمياء الخضراء كعلم من علوم الكيمياء والتي مرت بمراحل عديدة، قبل ظهورها الفعلي في تسعينيات القرن الماضي حيث سبقها الكثير من الدراسات التي أسست هذا العلم الجديد، والتي نرى بأنها تعتبر البدايات المبكِرة للكيمياء الخضراء، وذكرت أحمد (2014) إن ظهور فرع جديد في الكيمياء المسمى الكيمياء الضوئية" على يد العالم "جياكومو سيامسيان"، ودراساته التي كانت حول استبدال المواد الكيميائية المستخدمة في بداية التفاعلات بالأشعة الضوئية – كان تحدّيا في نهاية القرن التاسع عشر، إذ كان توقيت هذه الدراسة مبكراً لتؤخذ بعين الاعتبار في تدريس وتطبيقات الكيمياء. ففي رسالة له إلى الجمعية الكيميائية الفرنسية سنة(1908م) يقول سيامسيان" إن هذا الاعتراض على استخدام الكيماويات والطاقة الكبيرة لحدوث التفاعلات لهو اعتراض مشروع حيث إن استخدام التسخين عند درجات حرارة مرتفعة، واستعمال مواد خطرة، لا يمكن تجنُّبه في المختبرات الكيميائية، على عكس ما يحدث في عالمنا، وخاصة في النباتات، التي تضرب لنا مثلا رائعًا في الحصول على نتائج مبهرة في هذا المجال، وذلك بتصنيع مركبات كيميائية بدءً من طرق ومواد بسيطة كما يبدو" ويضيف: "إن فهم آلية وكيفية حدوث التفاعلات الكيمائية في النباتات سيكون من شأنه إحداث ثورة وتقدُّم في أنشطة الصناعات الكيميائية".

وقد عرفها كلاً من شنج وغروس (Cheng & Gross،2010,1) بأنها:" علم تصميم المنتجات الكيميائية والعمليات التي تقلل أو تقضي على استخدام أو توليد المواد الخطرة مما يساهم ويؤدي الى تحقيق التنمية المستدامة التي تلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال المقبلة على تلبية احتياجاتها الخاصة ".

وقد عرفت المنظمة الدولية المتحدة للكيمياء العملية التطبيقية (IUPAC)كما أوردها شاكر (19،2009) بأنها: " اكتشاف وابتكار وتصميم وتطبيق للنواتج الكيميائية وكذلك طرق تقليل أو منع استعمال وتكوين المواد الخطرة".

يعود ظهور أولى أفكار ومبادئ الكيمياء الخضراء إلى بداية تسعينات القرن الماضي، حيث يعتبر مؤتمر "منع التلوث" المنعقد سنة(1990م) في الولايات المتحدة الأمريكية هو بداية انطلاق الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها عندما تم توقيع قانون منع التلوث الذي

يهدف إلى حماية البيئة عن طريق تخفيض الانبعاثات الضارة، فالكيمياء الخضراء تسعى لجعل علم الكيمياء علماً متكاملاً عن طريق تقليل ما يسببه التصنيع الكيميائي للصناعات الصيدلانية والدوائية وصناعات البترول والبلاستيك من تلوث وذلك بمنع تكون هذا التلوث في المقام الأول، وفي عام(1990م) بدأ اعتماد الكيمياء الخضراء كبرنامج ومبادئ في الولايات المتحدة الأمريكية، وذلك بوضع قانون منع التلوث حيث نادت بذلك وكالة حماية البيئة في الامريكية (EPA) وذلك من خلال تحسين العمليات الصناعية واستخدام المواد الخام ومواد إعادة التدوير بدلاً من معالجتها والتخلص منها. أما في النصف الأول من عام(1991م) فقد قامت إيطاليا والمملكة المتحدة بإطلاق برامجها الأولى، كما لحقت بهم اليابان، وهنا نجد أن الكيمياء الخضراء جاءت لإنهاء التأثيرات الضارة السلبية الناتجة عن المواد أو العمليات الكيميائية أو الحد منها؛ ولذلك فإن الكيمياء الخضراء لها دور عظيم للبيئة من خلال إزالة مخاطر المنتجات الكيميائية (Poliakoff،2002).

وتقوم الكيمياء الخضراء على اثنتا عشر مبدأً (شاكر،2009؛ إسماعيل،2016؛ Manahan,2005; Anastas & Beach , 2009; American Chemical Society (ACS))

وهي:

1- **منع التلوث (الوقاية) (Pollution Prevention):** حيث ان منع تكون المخلفات ومنع الهدر أفضل من معالجتها أو التخلص منها بعد أن تتكون.

2- **اقتصاد الذرة (Atom Economy):** فلابد أن يكون التصميم لطرق التحضير بحيث تندمج كل أو معظم المتفاعلات المستخدمة في التفاعل لتكوين الناتج المطلوب.

3- **تقليل خطورة عملية التخليق الكيميائي للكيماويات الضارة(Less Hazardous Chemical Synthesis)** : من خلال تصميم طرق تصنيع تقلل خطورة المتفاعلات والنواتج.

4- **تصميم منتجات كيميائية آمنة (Designing Safer Chemicals):** يجب أن يصمم التفاعل ليعطي منتج كيميائي يمتاز بأعلى درجة كفاءة وظيفية وأقل قدر من السمية.

5- **مذيبات ومواد مساعدة أمنة (Safer Solvents and Auxiliaries):** من الأفضل إجراء التفاعلات الكيميائية بدون استخدام مواد إضافية.

6- **التصميم لتقليل الطاقة (Design For Energy Efficiency):** يفضل تصميم التفاعلات الكيميائية بحيث تُجرى في درجة الحرارة العادية، أو تقنين استخدام الطاقة للمحافظة على البيئة وحفظ الاقتصاد.

7- **استخدام المواد الأولية (الخامات) المتجددة (Use of Renewable Feedstocks):**

يجب أن تكون الخامات التي تحتوي على المواد البادئة، مواد متجددة حتى تحقق الفائدة الصناعية والاقتصادية.

8- **تقليل الاشتقاق (Reduce Derivatives):** لابد أن نتجنب قدر الإمكان العمليات الكيميائية والفيزيائية الغير ضرورية، حيث أن هذه العمليات تحتاج الى عوامل مساعدة قد تؤدي الى تكوين مواد فائضة بعد التفاعل وهو أمر غير مرغوب فيه.

9- **استخدام العوامل الحافزة (Catalysis):** يفضل استخدام المحفزات أو عوامل مساعدة طبيعية قدر الإمكان أفضل من المواد الكيميائية.

10- **التصميم للتحلل (Design for Degradation):** يجب أن تُصمم المواد الناتجة بحيث لا تستقر في البيئة بعد أداء مهمتها الوظيفية بل تتحلل للحفاظ على البيئة.

11- **تحليل الوقت الحقيقي لمنع التلوث (Real - Time Analysis for Pollution Prevention):** يجب تطوير طرق الكيمياء التحليلية ومراقبة التفاعل والتحكم في ظروفه بحيث تتم السيطرة عليه قبل تكوين أي مواد خطرة ومنعها من التكون.

12- **الكيمياء الآمنة لمنع الحوادث (Inherently Safer Chemistry for Accident Prevention):** لا بد من اختيار المواد الكيميائية الآمنة من حيث النوع والتركيب بحيث تقلل قدر الإمكان من احتمال حدوث الحوادث الكيميائية.

إن الكيمياء الخضراء تتميز بأهمية كبيرة في العصر الحاضر وتتلخص أهميتها في أنها تقدم حلولاً للمشاكل المطروحة في حياتنا كالمشاكل التي تتعلق بحماية البيئة والتقليل من تلوثها وتقديم بديل أكثر أمناً وأقل تكلفة والأكثر فائدة، **و**تهدف الكيمياء الخضراء الى أهداف ذكرها جندل (2018) وهي: تقليل الانبعاثات الناتجة من التفاعلات الكيميائية، وعمليات التصنيع الكيميائي الى اقل مدى، وتحضير مواد كيميائية جديدة صديقة للبيئة ومواد كيميائية بديلة لمواد الكيميائية أخرى، وتخفيض مستوى التلوث من خلال منع تكونه او التقليل منه عند مصدر تكونه، إيجاد طرق لإنتاج تقنيات لا تضر أو تستنزف الموارد الطبيعية للأرض وتقلل من استخدام الوقود، تقلي كميات التلوث والنفايات التي تضر بالبيئة والتي تلحق بجميع الكائنات الحية، استغلال الطاقة المتجددة والتقليل من الطاقة الغير المتجددة.

وبعْد أن يَشرع مُعِدو ومخططو وخبراء المناهج في عملية بِناء المنهج، يركِّزون أيضاً على عملية المدى والتتابع؛ لأهميتها في عمل تصوُّر ذي أبعادٍ تربوية للمنهج، والمصفوفة عرَفها شحاته (278،2003) بأنها:" جداول يحدد بها المدى(الكم والعمق) لكل مفردة من مفردات الخبرة التي يرغب في تعليمها في صف من الصفوف الدراسية"، ويُعرف باسكا وستامبوغ(Baska& Stambaugh,2006) المدى والتتابع كما أشار إليه الزدجالية والغداني (2015، 730): أن المدى هو: "عملية توسيع محتوى المِنهج عندَ مستوًى معيَّن من المعرفة"، والتتابع هو: " ترتيب عناوين المحتوى، وكلٍّ من المفاهيم والمهارات في المِنهاج على مدى السِّنيين، وهو مبنيٌّ على تقوية مهارات وبنائها من مستوًى إلى مستوًى آخَر". لذلك؛ كان لابد من عملُ وثيقة مستقلَّة هي مصفوفة المدى والتتابع في تصميم المناهج، حيث يعمل المدى والتتابع في تصميم المناهج على توضيح تدفُّق المفاهيم والأفكار الرئيسة الواردة في محتوى المنهج، بصورة أفقية ورأسية لصُفوف التعليم العامِّ جميعِها، بحيث تُبرز التكاملَ الرأسيَّ والأفقيَّ بيْن موضوعات المادة الدراسية والخبرات التعليمة ككل. وهذا ما أكد عليه الرواشدة (2014) كما ورد في سعادة (1984): أنه يجب أن نراعي ثلاثة معايير عند تنظيم الخبرات التعليمية في المنهج الاستمرارية (Continuity)، والتتابع(Sequence)، والتكامل(Integration). وتترتب مصفوفة المدى والتتابع وفق نظام أوضحته هيئة تقويم التعليم في الإطار الوطني الشامل لمعايير مناهج التعليم العام، والتي تؤكد على أن تقسم الفصول الدراسية إلى (4) مستويات دراسية، هي: التأسيس والتعزيز والتوسع والتركيز. والتي تعزز المستويات المعرفية والمهارية والتطبيقية للمتعلمين (الزهراني، 2018).

وذكرت هيئة تقويم التعليم (2018) إن مستويات التعلم تتوزع في المناهج والتي تُبنى عليها معايير المناهج بناءاً على خصائص نمو المتعلمين وطبيعة بناء مجال التعلم على النحو التالي: يتدرج التعليم من مرحلة رياض الأطفال إلى الصف التاسع (رياض الأطفال، والمرحلة الابتدائية، والمرحلة المتوسطة) من التأسيس إلى التعزيز وصولاً إلى التوسع. ومن الصف العاشر إلى الثاني عشر (المرحلة الثانوية) يطبق مستوى التركيز في مجالات محددة للتعلم تتيح قدراً كبيراً من التخصصية، ويركز المستوى الرابع (التركيز) في المرحلة

الثانوية على مجال تخصصي محدد، ويتاح للمتعلمين في مستوى التركيز (في المرحلة الثانوي) اختيار التخصص أو المسار الذي يرغبه.

وبالرجوع إلى الأدب التربوي؛ فقد وجد العديد من الدراسات السابقة التي تناولت موضوع الكيمياء الخضراء كدراسة نوار (2014) والتي تناولت قياس فاعلية برنامج مقترح قائم على التعلم الذاتي لتنمية مفاهيم المستحدثات الكيميائية لدى طلاب نوادي العلوم بالمرحلة الثانوية. وتكونت عينة الدراسة من المجموعة التجريبية وعددهم (240) طالباً وطالبة من طلاب نوادي العلوم بالمرحلة الثانوية، وقد أُستخدم المنهج التجريبي كمنهج للدراسة كما استخدمت أدوات جمع البيانات: القوائم والاختبارات القبلية والبعدية والنسب المئوية والمتوسطات لدرجات الطلبة، كما استخدمت اختبار (ت) والحزمة الإحصائية (SPSS). وقد أظهرت نتائج الدراسة فاعلية تضمين مفاهيم المستحدثات الكيميائية ومنها الكيمياء الخضراء، كيمياء النانو، كيمياء العقاقير، الكيمياء العصبية البوليمرات وغيرها من المستحدثات الكيميائية، في برامج متنوعة تقدم لطلاب المرحلة الثانوية في تنمية مفاهيم المستحدثات الكيميائية.

كما سعت دراسة الشحري (2017) إلى بناء وحدة مقترحة في (Bioplastics) في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء لتنمية مهارات المدافعة البيئية والاتجاه نحو الصحة الوقائية لدى طلاب المرحلة الثانوية. وكانت عينة الدراسة مكونة من (48) طالباً من طلاب الصف الأول ثانوي بثانوية المرج. وقد أُستخدم المنهج الوصفي لجمع المعلومات التي ترتبط بفلسفة الكيمياء الخضراء ومبادئها وتطبيقاتها. وجُمعت البيانات من خلال اختبار مهارات المدافعة البيئية ومقياس الاتجاه نحو الصحة الوقائية. وللتأكد من ثبات الاختبار استخدمت معامل الارتباط بيرسون، وقد استخدمت مقياس ليكرث الخماسي في صياغة بنود مقياس الاتجاه نحو الصحة الوقائية. وكانت النتائج تبين تحسن نتائج طلاب مجموعة البحث في التطبيق البعدي، مما يشير إلى وجود أثر لوحدة (Bioplastics) "على متغيري البحث (مهارات المدافعة البيئية، والاتجاه نحو الصحة الوقائية) لدى طلاب الصف الأول الثانوي من حيث تقوية إحساس الطالب بضرورة المدافعة عن البيئة.

وكذلك تناولت دراسة أبو الوفاء (2018) فاعلية مقرر مقترح للكيمياء الخضراء قائم على مبادئ التربية من أجل التنمية المستدامة (ESD) في تنمية الثقافة الكيميائية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء، أُجريت هذه الدراسة على عينة مكونة من (141) طالباً وطالبة من الفرقة الثالثة شعبة الكيمياء بكلية التربية من جامعة دمنهور تمثلت العينة في مجموعتين تجريبية وضابطة عدد كلاً منها 71 طالباً وطالبة، وقد استخدمت الباحثة المنهج شبه التجريبي، وقد طبقت أدوات جمع البيانات اختبارات الثقافة الكيميائية بمستوياتها (الوظيفية، المفاهيمية، متعددة الابعاد) ثم تدريس المقرر المقترح للمجموعة التجريبية على مدار الفصل الأول ثم تطبيق اختبار بعدي. وقد أسفرت النتائج عن وجود فرق دال احصائياً عند مستوى (0.01) بين مستوى درجات طلاب المجموعتين في الثقافة الكيميائية لصالح المجموعة التجريبية. كما أن المقرر المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء من أجل التنمية المستدامة قد أدى إلى تنمية الثقافة الكيميائية لدى طلاب شعبة الكيمياء لأنه قد نمى لديهم فهم المفاهيم الرئيسة للكيمياء والكيمياء الخضراء.

وتقصت دراسة إسماعيل (2019) أثر وحدة مقترحة في الكيمياء الخضراء على تنمية الوعي الاقتصادي والاتجاه نحو دراستها لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية. وقد أُستخدم المنهج الوصفي لمسح الدراسات والأدبيات، والمنهج شبه التجريبي لتدريس الوحدة المقترحة في الكيمياء، وتكونت عينة الدراسة من طلاب الفرقة الرابعة شعبة الكيمياء بكلية التربية جامعة الزقازيق والعينة عددها (50) طالباً، وقد أُسْتخدِمت أداتين للدراسة وهي اختبار الوعي الاقتصادي ومقياس الاتجاه نحو الكيمياء الخضراء. ومن نتائج الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الوعي الاقتصادي وكل

بعد من أبعاده على حده لصالح التطبيق البعدي. كما وجدت فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الاتجاه نحو الكيمياء الخضراء ككل وكل بعد من أبعاده على حده لصالح التطبيق البعدي وأنه يجب تعميم تدريس الكيمياء الخضراء في المدارس بين الصفوف المختلفة للطلاب.

وناقشت دراسة عبد الهادي (2020) تطوير مناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في ضوء المستحدثات العلمية المعاصرة، وكانت عينة الدراسة مكونة من (80) طالب وطالبة من مدرسة جاويش الثانوية ومدرسة دروين الثانوية، واستخدم المنهج الوصفي التحليلي والمنهج التجريبي. وتكونت أدوات الدراسة من استبيان لتحديد المستحدثات الكيميائية المعاصرة التي ينبغي تضمينها في مناهج كيمياء المرحلة الثانوية، وأداة تحليل محتوى كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية في ضوء مؤشرات المستحدثات الكيميائية المعاصرة، وقائمة بأبعاد التنور الكيميائي التي يجب أن تُنمى لدى طلاب المرحلة الثانوية، وقد أشارت نتائج البحث إلى وجود حاجة لتطوير مناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في ضوء المستحدثات الكيميائية المعاصرة؛ بالإضافة إلى فعالية منهج الكيمياء المطور في ضوء المستحدثات الكيميائية المعاصرة للصف الأول الثانوي في تنمية جوانب التنور الكيميائي الثلاثة (الجانب المعرفي، والمهارى، والوجداني).

ووضحت دراسة سافيك وماليناريك (Savec & Mlinarec ،2020) نتائج من مراجعة منهجية للأدبيات حول استخدام الخبرة في العمل العقلي في تعليم العلوم من منظور الكيمياء الخضراء في الأدبيات من عام (1995م) إلى عام (2020م) وهكذا، تمت مراجعة ثلاث قواعد بيانات إلكترونية باتباع عناصر إعداد التقارير المفضلة من أجل الحصول على المعلومات اللازمة. وقد نتجت عن هذه الدراسة أن أغلب هذه الأوراق أشارت إلى مبادئ الكيمياء الخضراء الإثني عشر بشكل مباشر أو غير مباشر، كما أشارت إلى أهمية السلامة الكيميائية من خلال من خلال التعرف على المخاطر وتقييمها والتقليل منها بإدخال الكيمياء الخضراء كنهج للعمل في المختبر حيث أن ذلك يوفر بيئة أكثر أماناً عن طريق تقليل التعرض للمواد الخطرة المحتملة وتقلل النفايات الناتجة، كما أشار عدد من الباحثين إلى ضرورة دمج الكيمياء الخضراء في مناهج التعليم في المراحل المختلفة.

وهدفت دراسة العتيبي (2022) إلى تصميم برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وقياس فعاليته في تنمية المفاهيم والقيم والمهارات المرتبطة بها لدى مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة. وقد استخدمت المنهج شبه التجريبي والمنهج الكيفي (النوعي) لتطبيق أدوات الدراسة، وشملت هذه الدراسة عينة عشوائية مكونة من (30) طالباً، ونتج عن هذه الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$) بين متوسط درجات مجموعة الدراسة في تطبيق الاختبار القبلي والبعدي للتحصيل المعرفي لمفاهيم الكيمياء الخضراء، واختبار المواقف لقيم الكيمياء الخضراء وبطاقة الملاحظة الصفية لمهارات الكيمياء الخضراء لصالح التطبيق البعدي، كما أكدت النتائج النوعية على الدور الرائد للبرنامج التعليمي في تزويد الطالبات بمفاهيم وقيم ومهارات الكيمياء الخضراء لارتباطها بواقعهن الحالي مما ساهم في إثارة انتباه الطالبات وزيادة اهتمامهن وحب الاستطلاع لديهن وحبهن للتعلم بسبب ارتباطها بالبيئة المحيطة بهن.

مشكلة الدراسة:

إن استشراف المستقبل في التعليم ومتابعة المستجدات الحديثة والاتجاهات الحديثة أصبح ضرورة ملحة لكل من له علاقة بعملية تعليم العلوم على وجه العموم وتعليم الكيمياء خصوصاً، وحيث أن المستحدثات الجديدة مثل كيمياء العقاقير، وكيمياء النانو، والكيمياء الخضراء لها أهمية عظمى في تعليمها للطلبة ودمجها في كتب الكيمياء لكي تعود بالنفع على المجتمع والبيئة، ومن خلال الخبرة في تعليم مناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية وجد أنها بحاجة للتجديد واضافة ما يستجد من هذه المستحدثات ويتم ذلك من خلال عملية

تقويم المقررات، وأكدت العديد من الدراسات أهمية توافر الكيمياء الخضراء في مقررات العلوم والكيمياء ومن تلك الدراسات دراسة (أبو الوفا ،2018؛ إسماعيل،2019؛ الشناوي،2020 ؛ محمد،202) والتي أثبتت فاعلية الكيمياء الخضراء في تحقيق العديد من أهداف تدريس العلوم وأوصت تلك الدراسات بضرورة تقديم موضوعات الكيمياء الخضراء في جميع مراحل التعليم. ومن هنا جاءت هذه الدراسة التقويمية للبحث في كتب الكيمياء عن درجة تضمينها في هذه الكتب، ومن ثم الوقوف على مستوى التتابع والتكامل، وبناء المصفوفة الخاصة بذلك.

أسئلة الدراسة:

1- ما درجة توافر معايير منهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية؟
2- ما مستوى التتابع لمنهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية؟
3- ما مستوى التكامل بين معايير منهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية؟
4- ما مصفوفة المدى والتتابع حسب المستويات (التأسيس، التعزيز، التوسع، والتركيز) لمنهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية؟

أهداف الدراسة:

1- الكشف عن درجة توافر معايير منهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية.
2- تحديد مستوى التتابع لمنهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية.
3- قياس مستوى التكامل بين معايير منهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية.
4- بناء مصفوفة المدى والتتابع حسب المستويات (التأسيس، التعزيز، التوسع، والتركيز) لمنهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية.

أهمية الدراسة:

تكمن أهمية هذه الدراسة التقويمية في كونها تساير التوجهات المحلية والعالمية الحديثة وتعد استجابة لها، وكذلك تلبية للمنظمات العالمية والمؤتمرات الدولية التي تدعو إلى التوجه للكيمياء الخضراء وتعليمها لمعلمي ومتعلمي العلوم. كما أنها تعزز رؤية المملكة (2030م). إضافة إلى تزامن ذلك مع إطلاق "مبادرة السعودية الخضراء" التي سترسم توجه المملكة في حماية الأرض والبيئة مما يؤكد على أهمية إدراج هذه الموضوعات التي توضح التغيرات البيئية الناتجة عن النفايات والملوثات. كذلك فهي تفيد المعلمين والمشرفين في الربط بين موضوعات العلوم الحالية والكيمياء الخضراء. وتساعد في فتح المجال أمام المختصين في تقويم المناهج والبرامج التعليمية لإجراء المزيد من الدراسات والأبحاث التي تتعلق بالكيمياء الخضراء. كما أن إعداد قائمة بمبادئ الكيمياء الخضراء ومؤشراتها يساعد في بناء مصفوفة المدى والتتابع وتقنينها حسب المستويات (التأسيس، التعزيز، التوسع، التركيز) لمنهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية. كذلك ندرة الدراسات التقويمية- على حد اطلاع المقومين- التي تناولت الكيمياء الخضراء لكونها من التوجهات الحديثة. كما أنه يساعد مصممي مناهج الكيمياء في عمليات تقويمها ويفتح المجال للمقومين التربويين في هذا الجانب.

محددات الدراسة:

1- **المحددات الموضوعية:** تقتصر على معايير مبادئ الكيمياء الخضراء ومؤشراتها بالمرحلة الثانوية، وتقنين مصفوفة مستوياتها.
2- **المحددات البشرية:** عينة متيسرة من الخبراء والأكاديميين في تخصصات علم الكيمياء، والكيمياء التربوية، والتقويم التربوي.

3- **المحددات المكانية:** كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية.

4- **المحددات الزمانية:** الفصل الثاني من العام الدراسي 1443 هـ/(2022م)

5- **محددات منهجية التقويم:** تم اتباع استراتيجية التقويم الكيفي (النوعي)- نموذج التقويم الطبيعي.

مصطلحات الدراسة:

- **الكيمياء الخضراء (Green Chemistry)**هي: "مجموعة من التقنيات والمبادئ التي تهدف إلى الإقلال أو الإقلاع عن استعمال المواد الخطرة أو إنتاجها والتخلص الآمن من النفايات الصلبة والسائلة، والانبعاثات الغازية من المنبع، حيث تقوم فلسفتها على استبدال المواد الضارة بأخرى عضوية غير ضارة أو أقل ضرر للبيئة واستهلاكاً للطاقة كلما أمكن ذلك" (الشحري، 2019، 233).

ويعرفها المقومان اجرائياً بأنها: فرع من فروع علم الكيمياء الحديثة والتي تعتمد على مبادئ تمكنها من إنتاج مركبات آمنة تؤدي للاستدامة البيئية مما ينعكس إيجاباً على الفرد والمجتمع صحياً وبيئياً واقتصادياً.

- **المعايير (Standards):** عرفها سعادة والعميري (2019،50) بأنها: "عبارات مقننة للحكم على ظاهرة قيد التقويم من الخارج، وهي تصف ما يحققه المنهج من نتاجات أو يصل إليه المتعلم من معارف وقيم ومهارات نتيجة دراسته محتوى معين".

وتعرف اجرائياً بأنها: عبارات محددة ومختارة بعناية يتم تقويم منهج أو مقرر من خلالها للوصول إلى حكم بشأن ما يتم تقويمه.

- **المؤشرات (Indications):** عرفها سعادة والعميري (2019،51) بأنها: " العنصر الذي يبين مدى تحقق المعيار أو المستوى أو كليهما، وذلك من خلال إعطائه سياقاً محدداً وقيمة كمية قابلة للملاحظة، وذلك بهدف استشراف المستقبل".

ويعرفها المقومان بأنها: هي عبارات محددة قد تكون كمية أو نوعية يتم من خلالها قياس الظاهرة المراد تقويمها حتى يتسنى إصدار الحكم بعد عملية التحليل.

- **المرحلة الثانوية (Secondary Stage):** يعرفها المقومان بأنها: المرحلة التي تلي المرحلة المتوسطة، وعدد سنواتها ثلاث سنوات دراسية يختار الطلبة فيها تخصصهم حسب ميولهم، ويتم فيها إعداد الطلبة للمرحلة الجامعية.

- **مصفوفة المستويات (Levels Matrix):** يعرفها المقومان إجرائياً بأنها: المستويات الأربعة التي يتم فيها توزيع منهج الكيمياء الخضراء بمراحل بالتعليم العام السعودي، وهي: مستوى التأسيس، ويليه مستوى التعزيز، ثم مستوى التوسع، وأخيراً مستوى التركيز في المرحلة الثانوية، وهي تركز على تعميق استيعاب الطلبة للمفاهيم والأفكار المرتبطة بمبادئ الكيمياء الخضراء.

- **مصفوفة المدى والتتابع (Scope & Sequence Matrix):** وقد عرفها علي (2011، 44) بأنها:" خريطة أو جدول يوضح تدفق المفاهيم والأفكار الرئيسة الواردة في محتوى المنهج بصورة أفقية ورأسية لصفوف التعليم العام جميعها، حيث تبرز عناصر التكامل والاستمرارية والتتابع بين موضوعات المادة الدراسية".

وتعرف إجرائياً بأنها: جداول مرتبه بشكل أفقي وعامودي توضع فيها محتويات المنهج الدراسي مع تحديد المدة الزمنية ومستويات التعلم الأربعة (التأسيس، والتعزيز، والتوسع، والتركيز)، ويتم مراعاة خصائص النمو والموضوعات لكل مرحلة دراسية.

مجتمع الدراسة وعينتها

قام المقومان بالاطلاع على الدراسات السابقة وبعد أن تم تحديد مشكلة الدراسة التقويمية وأسئلتها وأهدافها والوصول لأهميتها اتضح أنه لابد من استخدام التقويم الكيفي لهذه الدراسة التقويمية والذي يعتمد على البيانات الكمية والنوعية والتي تحتم علينا تطبيق الدراسة على عينة متيسرة من مشرفي ومشرفات ومعلمي ومعلمات منهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية بمدينة جدة في المملكة العربية

السعودية، وكذلك عينة من أعضاء هيئة التدريس بالجامعات السعودية المتخصصين في علم الكيمياء، والكيمياء التربوية، والتقويم التربوي. حيث اقتضت طبيعة هذه الدراسة التقويمية تقسيمها لقسمين كالتالي:

1-**طبيعة تحليلية:** تتمثل في تحليل كتب الكيمياء بالمقررات الأربعة، وذلك للكشف عن درجة توافر مبادئ الكيمياء الخضراء ومؤشراتها في كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية حيث اشتملت القائمة على اثني عشر مبدأ أقرتها الجمعية الكيميائية الأمريكية (ACS:American Chemical Society) و(55) مؤشراً.

2-طبيعة تنظيرية: بهدف استطلاع آراء الخبراء والأكاديميين المتخصصين من خلال أسئلة المقابلة شبه المقننة.

منهج الدراسة

وفقاً لطبيعة هذه الدراسة التقويمية فإن استراتيجية التقويم الملائمة تتمثل في استراتيجية التقويم الكيفي (النوعي) (Qualitative Evaluation Strategy)، حيث ظهر نوع من التغير في الفكر التقويمي خلال الربع الأخير من القرن العشرين المنصرم؛ نتيجة انتقادات وتعليقات ومراجعات العلماء والمهتمين والباحثين وظهور عديداً من المشكلات مثل: صعوبة التوفيق بين القيم المتعددة والقضايا الوجودية والمنهجية ومشكلة الالتزام الزائد بالمنهجية العلمية وما سببته من سلبيات ومشكلة اعراض بعض الإدارات لمتطلبات نماذج التقويم(سعادة والعميري، 2019)، ونتيجة لذلك ظهر نوع من التقويم يجمع بين التقويم الكمي والكيفي والذاتي. والتقويم الكيفي (النوعي) تمثل طريقة تركز على تحقيق الجوانب الذاتية للواقع، بدل الحصول على بيانات كمية. يتم استخدامه في كل من مجال التعليم وفي مجال تقويم برامج التدخل ومجال خطط العمل وما إلى ذلك من المجالات التي تحتاج إلى بيانات نوعية وليس فقط كمية حيث يركز على فهم الأجزاء الأقل موضوعية من العملية أو التجربة؛ فيعتني بالجوانب التي لا يمكن تفعيلها باستخدام التقنيات الإحصائية، والتي من الممكن أن تكون بذات الأهمية لبعض الجوانب الأخرى الجوانب (الزوين، 2020).

وتتنوع نماذج التقويم الكيفي إلى: نموذج التقويم التنويري، ونموذج التقويم الطبيعي، ونموذج التقويم العاملي، ونموذج التقويم الدفاعي، ونموذج التقويم القضائي. وسيتم في هذه الدراسة التقويمية تطبيق نموذج التقويم الطبيعي (Naturalistic Evaluation Model) حيث ظهر للمرة الأولى عام(1977م) على يد وولف وتايميتز (Wolf &Tymitz,1977) وجوبا (Guba,1977) حيث تجمع هذه الاستراتيجية بين النموذج الاستجابي والطرق الطبيعية في مجال البحث النوعي.

وقد عرفه ويليامز (Williams,1986) المشار إليه في سعادة والعميري (2019، 197) بأنه: " البحث في الظاهرة ضمن نطاقها الطبيعي الذي تبدو فيه وعلاقتها الوثيقة به " ويستخدم في نموذج التقويم الطبيعي أسلوب البحث المرن والمنفتح، ويعمل على التحضير لمشاريع التقويم للمناهج والبرامج التعليمية بشكل موسع، كما أنه يتعامل مع المواقف كما هي في الواقع من أجل فهمها ضمن وجودها في بيئتها الطبيعية الحقيقية. ومن سماته بأنه تقويم ديناميكي لا يرتبط بمعالجة واحدة أو أهداف أو نواتج محددة مسبقاً كما ان مواضيعه ليست عاجلة بل مستقبلية وطويلة المدى ويكون المقوم فيها مشاركاً مشرفاً على عملية التقويم بحرفية عالية.

وقد ذكر سعادة والعميري (2019) أن نموذج التقويم الطبيعي يمر بثلاث مراحل، وهي:

1- **مرحلة فهم الواقع:** وهي المرحلة المهمة في عملية التقويم حيث يعتمد نموذج التقويم الطبيعي عليها؛ لأنه لابد من دراسة الواقع الفعلي للمنهج المراد تقويمه، وفهم جوانبه بدقة حتى يتأقلم المقومون مع هذا الواقع ويستطيعون وضع إجراءات التقويم المناسبة التي يمكن تطبيقها بالشكل السليم.

2- **مرحلة التنفيذ:** حيث يتم التطبيق بسهوله إذا طبقت مرحلة فهم الواقع جيداً حيث يحرص المتخصصون على تنفيذ نموذج التقويم الطبيعي بطريقة دقيقة وسليمة من أجل تحقيق الهدف من عملية التقويم.

3- **مرحلة التركيب:** حيث يتم فيها مراقبة الإجراءات التي نُفِذت ومراجعة خطوات التقويم وتصويب الأخطاء ومعالجة نقاط الضعف.

ونموذج التقويم الطبيعي كما ذكره سعادة والعميري (2019) أنه لابد أن يمر في خطوات تفسر مراحل التقويم الثلاث السابقة الذكر وتتمثل خطوات التقويم الطبيعي في:

جدول (1) خطوات نموذج التقويم الطبيعي.

جمع البيانات من الموقع الطبيعي.	تصميم أدوات دقيقة لجمع المعلومات والبيانات من الموقع الطبيعي للمنهج او البرنامج المراد تطبيق نموذج التقويم عليه. ويستخدم فيها أدوات جمع البيانات: استبانات، قوائم التدقيق والتي تعتمد على (الملاحظة المباشرة – التسجيلات الصوتية) – الفيديوهات، المقابلات. والتي يستطيع متخصص التقويم من خلالها رصد الواقع.
تحليل البيانات وتقييمها.	وهي مرحلة تأتي بعد جمع المعلومات يقوم متخصص التقويم بتحليل البيانات بدقة من أجل معرفة جوانب القوة ونقاط الضعف للمنهج أو البرنامج التعليمي وذلك تمهيداً للحكم عليه في ضوء البيانات والمعلومات.
صياغة تساؤلات أخرى أكثر نوعية كي تشجع على البحث المستمر.	ويتم فيها طرح مجموعة من التساؤلات والاستفسارات الأكثر عمقاً وشمولاً حتى تثير الاهتمام وتشجع على عملية البحث المستمرة في التقويم والتطوير للمنهج او البرنامج التعليمي.
العودة إلى الموقع من أجل جمع المزيد من البيانات.	وفيها يتم العودة للموقع وجمع البيانات والمعلومات منه حتى يتمكن متخصص التقويم من الإجابة على الاستفسارات والتساؤلات التي طرحت في المرحلة السابقة.

جمع البيانات للدراسة

استخدمت أداتان لإجراء عملية التقويم وهي:

أولاً: بطاقة تحليل المحتوى (Content Analysis Card) لتحليل مدى توافر مبادئ الكيمياء الخضراء بمنهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية والتي تم من خلالها تحليل محتوى المقررات الأربعة التي تختص بمنهج الكيمياء في المرحلة الثانوية.

1- قيم الصدق

أ- **الصدق الظاهري:** تم بناء بطاقة تحليل المحتوى بناءاً على مبادئ الكيمياء الخضراء ومؤشراتها والتي بلغ عددها عند بناء البطاقة في نسختها الأولى (56) مؤشراً، وتم حذف مؤشراً بناءاً على أراء المحكمين للأداة والذين بلغ عددهم (19) محكماً من ذوي الاختصاص والذين قاموا بإبداء ملاحظات وتم التعديل بناءاً عليها وظهرت الأداة في نسختها النهائية ب (55) مؤشراً.

الصدق البنائي (الاتساق الداخلي): تم التأكد من صدق الاتساق الداخلي لبطاقة تحليل المحتوى باستخدام معادلة ارتباط بيرسون (Pearson) حيث وضح درجة كل مؤشر من المؤشرات مقارنة ببقية المؤشرات وبالمبادئ ككل.

جدول (2) معاملات الارتباط بين المؤشر والدرجة الكلية والمبدأ الذي تنتمي إليه

رقم المؤشر	معامل الارتباط مع المبدأ	معامل الارتباط مع الأداة	رقم المؤشر	معامل الارتباط مع المبدأ	معامل الارتباط مع الأداة	رقم المؤشر	معامل الارتباط مع المبدأ	معامل الارتباط مع الأداة
1	**.71	**.66	20	**.93	**.75	39	**.92	**.87
2	**.76	**.66	21	**.94	**.88	40	**.93	**.88
3	**.92	**.60	22	**.92	**.87	41	**.97	**.88
4	**.89	**.64	23	**.91	**.90	42	**.99	**.91
5	**.90	**.59	24	**.87	**.78	43	**.98	**.86
6	**.91	**.62	25	**.91	**.80	44	**.97	**.84
7	**.90	**.66	26	**.92	**.88	45	**.97	**.88
8	**.93	**.63	27	**.95	**.85	46	**.93	**.85
9	**.82	**.67	28	**.88	**.76	47	**.94	**.79
10	**.89	**.73	29	**.81	**.69	48	**.96	**.78
11	**.96	**.88	30	**.87	**.85	49	**.92	**.78
12	**.93	**.82	31	**.93	**.90	50	**.97	**.83
13	**.93	**.80	32	**.93	**.93	51	**.99	**.87
14	**.93	**.78	33	**.88	**.84	52	**.97	**.89
15	**.81	**.73	34	**.85	**.85	53	**.96	**.86
16	**.89	**.68	35	**.81	**.71	54	**.89	**.82
17	**.80	**.67	36	**.76	**.61	55	**.94	**.85
18	**.88	**.82	37	**.92	**.81			
19	**.93	**.69	38	**.91	**.84			

** دالة إحصائيا عند مستوى الدلالة ($a \leq 0.01$). *دالة إحصائيا عند مستوى الدلالة ($a \leq 0.05$).

ويظهر الجدول (2) أن جميع معاملات الارتباط كانت ذات درجات مقبولة ودالة إحصائيا حيث تراوحت قيم ارتباط المؤشر مع المبدأ ما بين أعلى قيمة وهي (0,99) وأقل قيمة وهي (0,71) مما يدل على ارتباط كل مؤشر مع المبدأ المنتمي وكذلك كانت معاملات ارتباط المبادئ مع الأداة تتراوح ما بين أعلى قيمة وهي (0,93) وأقل قيمة وهي (0,59)، ولذلك لم يتم حذف أي من هذه المؤشرات.

2- **الثبات:** تم التأكد من ثبات الاختبار باستخدام معادلة هولستي (Holesty) حيث طبقت المعادلة على نتائج مرتين بعد تحليل كتب الكيمياء الأربع وإعادة التحليل بعد أسبوعين من عملية التحليل الأولى.

معامل الاتفاق (Holesty) $= \frac{(m)2}{n2+n1}$

n 1 =عدد الفقرات التي تكررت بعد تحليل الكتب الأول.

n 2 = عدد الفقرات التي تكررت بعد تحليل الكتب للمرة الثانية.

m= عدد الفقرات المتفق عليها بين التحليلين.

وجاءت النتائج كالتالي:

معامل الاتفاق (Holesty) = $\frac{(287)2}{297+308}$ =94%

وكانت نتيجة معامل الثبات مساوياً (94) مما يعني ثباتاً مرتفعاً بناءاً على ما توصلت إليه كيد ووادسورث (Kaid & Wadsworth, 1989).

ثانياً: أسئلة المقابلة شبه المقننة (Semi-structured interview): قد استخدمت هذه الاداة للتعرف على أراء وأفكار المتخصصين في علم الكيمياء، والكيمياء التربوية، والتقويم التربوي في أهمية الكيمياء الخضراء ودرجة توفرها في منهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية. حيث تم تعريفهم بطبيعة الدراسة وأهدافها ثم تم عرض أسئلة المقابلة شبه المقننة عليهم، والتي تلخصت في (ماهية الموجهات التي ينبغي مراعاتها عند توظيف مبادئ الكيمياء الخضراء في كتب الكيمياء، وماهي أهمية إضافة موضوعات عن مبادئ الكيمياء الخضراء في كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوية، وكيف يمكن توظيف مبادئ الكيمياء الخضراء في كتب الكيمياء، وكيفية بناء مصفوفة المدى والتتابع لمبادئ الكيمياء الخضراء، وأخيراً ما الصعوبات والتحديات التي تواجه توظيف مبادئ الكيمياء الخضراء في كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوية).

1- **موثوقية أسئلة المقابلة شبه المقننة:** للتحقق من موثوقية أدوات الدراسة تم اعداد أسئلة المقابلة شبه المقننة في نسختها الأولى وكان عدد الأسئلة (6) أسئلة وتم عرضها على عدد من المحكمين المتخصصين في تخصص الكيمياء والكيمياء التربوية والبحث الكيفي (النوعي) للتأكد من قياسها للهدف الذي وضعت من أجله وبناءاً عليه فقد تم التعديل والحذف وإعادة صياغة أسئلة المقابلة شبه المقننة لتتكون من (5) أسئلة. وبناءً عليه تكون أسئلة المقابلة شبه المقننة في نسختها النهائية من (5) أسئلة، ويعد هذه الإجراء مدعاه للوثوق في صدق الأداة (القريني،2020؛ Noble & Smith,2014).

2- **موضوعية أسئلة المقابلة شبه المقننة:** تم التأكد من موضوعية أسئلة شبه المقننة من خلال إجراء مقابلة تكررت مرتين مع عضوين من أعضاء هيئة التدريس بالجامعات السعودية من خارج عينة الدراسة، تخللها فاصل زمني مدته أسبوعان. وبعد ذلك تم إجراء تحليلاً للمقابلات، وتلا ذلك تحليل آخر من قبل محلل آخر في تخصص الكيمياء وتبين من خلال ذلك درجة الاتفاق أو الاختلاف في تحليل البيانات.

جمع البيانات النوعية

تم جمع البيانات النوعية بعد بيان الهدف من الدراسة للمتخصصين في علم الكيمياء والكيمياء التربوية والتقويم التربوي وقد تم اعلامهم بأن البيانات التي تم الحصول عليها تعامل بسرية تامة، ولا تستخدم إلا لأغراض الدراسة التقويمية فقط وبناءاً عليه تم تطبيق أداة أسئلة المقابلة شبه المقننة على المتخصصين المستهدفين.

تحليل البيانات النوعية

تم تحليل البيانات النوعية في الاداتان من خلال تحليل الأبحاث النوعية المتمثلة بطريقة النظرية المتجذرة، وفق الخطوات التالية:

1- قراءة فاحصة لكل كلمة وعبارة أو جملة أو لفقرة كاملة ذكرها أفراد عينة الدراسة.

2- تم ترميز البيانات النوعية.

3- تم جمع الأفكار المتشابهة وترتيبها في مجموعات رئيسية.

4- التحقق من النتائج وذلك من خلال مراجعة المقومان لبيانات الدراسة، والرجوع للدراسات السابقة وأدبيتها ذات الصلة بموضوع الدراسة الحالية لغرض التوسع في ذلك، وللتحقق من النتائج التي تم التوصل إليها، ومناقشتها وحذف أو إضافة أو تعديل ما يلزم.

إجراءات الدراسة:

1- تأطير عنوان الدراسة.

2- الاطلاع على الأدب التربوي المتعلق بالدراسة الحالية، وذلك لهدف تحديد مشكلة الدراسة وطرح أسئلتها، وتأطير الأهداف، وتحديد الأهمية، وعرض الدراسات السابقة والتعقيب عليها.

3- تحديد استراتيجية الدراسة التقويمية ونموذجها الملائم لها.

4- تحديد مجتمع الدراسة التقويمية.

5- أخذ الموافقة على تطبيق الدراسة.

6- تطبيق أداتا الدراسة التقويمية، والمتمثلة في بطاقة تحليل المحتوى، وأسئلة المقابلة شبه المقننة.

7- جمع البيانات بعد تطبيق أداتي الدراسة

8- تحليل البيانات الكمية والنوعية التي تم الوصول اليها.

9- عرض النتائج وتفسيرها ومناقشتها.

10-استخلاص الاستنتاجات للدراسة التقويمية في ضوء النتائج، وتقديم التوصيات اللازمة وطرح المقترحات المناسبة.

نتائج الدراسة التقويمية:

الإجابة عن السؤال الأول للدراسة: ما درجة توافر معايير منهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوي في المملكة العربية السعودية؟

للإجابة عن هذا السؤال استخدمت أداة تحليل المحتوى لمنهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية ويحتوي منهج الكيمياء على أربع مقررات هي:(مقرر كيمياء1 ويدرس في الصف الأول ثانوي وهي السنة المشتركة في نظام المقررات والمسارات على حد سواء، ومقرر كيمياء 2 ويدرس في الصف الثاني ثانوي قسم العلوم الطبيعية، ومقرر كيمياء 3، ومقرر كيمياء 4، وكلاهما يُدرسان في الصف الثالث ثانوي) وقد تم تحليل المحتوى من حيث الأهداف والأفكار العامة للفصول وأفكار الموضوعات، وكذلك المحتوى، والأنشطة، والوسائل، وقراءة الرسوم والأشكال والتقويم بأنواعه الذي تحتويه مقررات الكيمياء للمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية وقد تم استخراج التكرارات والنسب المئوية لدرجة توافر مبادئ الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية، وتم حسابها وتحليلها وتم توضيحها في الجداول التالية:

جدول (3) التكرارات والنسب المئوية لدرجة توفر مبدأ الوقاية (منع النفايات) الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوي في المملكة العربية السعودية

المبادئ	الرقم	المؤشرات	كيمياء1		كيمياء 2		كيمياء3		كيمياء 4		المجموع	
			ت	%	ت	%	ت	%	ت	%	ت	%

1- الوقاية (منع النفايات)	1	الإشارة إلى الحد من إطلاق مستوى المواد السامة ومتابعتها من أجهزة حماية البيئة.	3	6.4	1	1.6	2	2.2	1	1.2	7	2.4
	2	منع تصنيع المواد الملوثة للبيئة أفضل من محاولة التخلص من الملوثات بعد تكونها.	1	2.1	0	0.0	0	0.0	2	2.4	3	1.0
	3	معالجة النفايات بطرق سليمة لا تؤثر على البيئة.	0	0.0	1	1.6	0	0.0	2	2.4	3	1.0
	4	التقليل من إنتاج النفايات الناتجة عن المصانع والمؤسسات.	3	6.4	7	10.9	1	1.1	0	0.0	11	3.8
	5	الوقاية من التلوث الهوائي. مثل: عوادم السيارات، ابخرة المصانع .... الى غير ذلك.	2	4.3	3	4.7	2	2.2	2	2.4	9	3.1
	6	الوقاية من التلوث المائي، مثل: الملوثات الكيميائية أو الصرف الصحي أو الملوثات النفطية.	1	2.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.3
	7	الوقاية من التلوث الإشعاعي، مثل: استخدام الأشعة السينية بشكل مفرط، زيادة نسبة الإشعاعات في المفاعلات النووية المستخدمة في الطاقة عن المستوى الطبيعي.	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	8	الوقاية من تلوث التربة. مثل: دفن المخلفات الصلبة، المبيدات والأسمدة الكيميائية، دفن المعادن الثقيلة، الأمطار الحمضية.	1	2.1	0	0.0	0	0.0	1	1.2	2	0.7

من الجدول (3) تبين أن المبدأ الأول وهو" الوقاية (منع النفايات) يحتوي على (8) مؤشرات، حيث أن المؤشر رقم (1) الإشارة إلى الحد من إطلاق مستوى المواد السامة ومتابعتها من أجهزة حماية البيئة، والمؤشر رقم (4) وهو" التقليل من إنتاج النفايات الناتجة عن المصانع والمؤسسات". جاءا بتكرار بلغ (3) وبنسبة مئوية (6,4%)، في كيمياء 1كذلك المؤشر رقم (5) جاء بتكرار (3) في (كتاب كيمياء 2) وبنسبة بلغت (4,7%) بينما بقية المؤشرات في المبدأ الأول بلغت تكراراتها ما بين (2-1)، أما المؤشر رقم (7) وهو" الوقاية من التلوث الإشعاعي مثل: استخدام الأشعة السينية بشكل مفرط، زيادة نسبة الإشعاعات في المفاعلات النووية المستخدمة في الطاقة عن المستوى الطبيعي" فبلغت نسبة تكراره في جميع الكتب الأربع (صفر) وبنسبة (0%) وتعتبر هذه النسب نسب قليلة جداً مقارنة بالمحتوى الذي تحتويه كتب الكيمياء الأربعة بالمرحلة الثانوية.

جدول (4) التكرارات والنسب المئوية لدرجة توفر مبدأ (اقتصاد الذرة) الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوي في المملكة العربية السعودية.

المبادئ	الرقم	المؤشرات	كيمياء1		كيمياء 2		كيمياء3		كيمياء 4		المجموع	
			ت	%	ت	%	ت	%	ت	%	ت	%
2- اقتصاد الذرة.	9	التطرق إلى مفهوم اقتصاد الذرة (إن المتفاعلات تفاعلت كلياً لإنتاج نواتج).	0	0.0	0	0.0	2	2.2	4	4.8	6	2.1
	10	توضيح إن تفاعلات إعادة ترتيب الذرات يمثل ذرة اقتصادية.	1	2.1	0	0.0	1	1.1	2	2.4	4	1.4
	11	توضيح إن تفاعلات الإضافة يمثل ذرة اقتصادية.	0	0.0	0	0.0	5	5.4	0	0.0	5	1.7
	12	توضيح إن تفاعلات الإحلال يعتمد على الكواشف (وهي لا تمثل ذرة اقتصادية).	0	0.0	0	0.0	2	2.2	0	0.0	2	0.7
	13	توضيح إن تفاعلات الحذف (الإزالة) يمثل ذرة اقتصادية.	0	0.0	0	0.0	4	4.3	0	0.0	4	1.4
	14	كتابة معادلة تحقيق الاقتصاد الذري. (الاقتصاد الذري %=كتلة المولية للمنتج المطلوب/ الكتلة المولية لجميع المواد المتفاعلة ×100)	0	0.0	3	4.7	1	1.1	0	0.0	4	1.4

يمثل الجدول (4) المبدأ الثاني "اقتصاد الذرة" تبدأ بالمؤشرات من رقم (9– 14)، ونجد أن المؤشر (11)" توضيح إن تفاعلات الإضافة يمثل ذرة اقتصادية" تكرر في كتاب كيمياء 3 بتكرار (5) وبنسبة (5,4%) وهو أعلى نسبة بين مؤشرات هذا المبدأ، ثم تلاه المؤشر (9)" التطرق إلى مفهوم اقتصاد الذرة (إن المتفاعلات تفاعلت كلياً لإنتاج نواتج)." وكذلك المؤشر (13)" توضيح إن تفاعلات الحذف (الإزالة) يمثل ذرة اقتصادية." في كتاب كيمياء3 تكرر كلاهما (4) مرات في مقرر كيمياء4، وبنسبة (4,8%). بينما بقية المؤشرات قلت النسبة عن (2,4%) كما أن بعض المؤشرات جاءت نسبتها بمقدار (0%) في بعض الكتب مما يدل على قلة توافر مؤشرات مبدأ اقتصاد الذرة في كتب الكيمياء الأربعة بالمرحلة الثانوية.

جدول (5) التكرارات والنسب المئوية لدرجة توفر مبدأ (تقليل خطورة التخليق الكيميائي) الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوي في المملكة العربية السعودية.

المبادئ	الرقم	المؤشرات	كيمياء1		كيمياء 2		كيمياء3		كيمياء 4		المجموع	
			ت	%	ت	%	ت	%	ت	%	ت	%
3- تقليل خطورة عملية التخليق	15	تصميم تفاعلات لإنتاج مواد لا تشكل خطورة على صحة الانسان.	1	2.1	1	1.6	2	2.2	4	4.8	8	2.8
	16	تخفيف تركيز المواد الخطرة أو تقليل زمن التعرض لها.	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

	17	استخدام وسائل السلامة في المختبر (المعطف الواقي – الأقنعة الواقية – دولاب الغازات إلى غير ذلك).	16	34.0	16	25.0	14	15.1	18	21.7	64	22.3
	18	ذكر أهمية استخدام مواد بادئة في التفاعل لها أقل قدر من السمية وغير خطرة على البيئة.	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.2	1	0.3
	19	توضيح المواد الكيميائية السامة والغير سامة في التجارب والمحتوى وطريقة الاستعمال الآمنة لها.	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	2.4	2	0.7
	20	توضيح خطورة استخدام بعض المذيبات والمواد الكيميائية والأمراض المسببة لها.	0	0.0	0	0.0	1	1.1	0	0.0	1	0.3

يبين الجدول (5) مؤشرات المبدأ الثالث وهو "تقليل خطورة عملية التخليق الكيميائي" وتبدأ مؤشراته من المؤشر رقم (15– 20)، حيث أن المؤشر رقم (17) وهو استخدام وسائل السلامة في المختبر (المعطف الواقي – الأقنعة الواقية – دولاب الغازات إلى غير ذلك). جاء بأعلى درجة توافر بتكرار بلغ (16) وبنسبة مئوية (34%)، يليه المبدأ الخامس عشر بتكرار بلغ (8) وبنسبة (2,8 %) وهي تعتبر نسبة قليلة جداً مقارنة بموضوعات الكتب. المؤشران رقم (17) وهو" استخدام وسائل السلامة في المختبر (المعطف الواقي – الأقنعة الواقية – دولاب الغازات إلى غير ذلك). وهنا نجد أن مبدأ" تقليل خطورة عملية التخليق الكيميائي" قد توفر بشكل جيد من حيث مؤشر رقم (17) في التجارب في جميع مقررات الكيمياء يليها المؤشر (15)" تصميم تفاعلات لإنتاج مواد لا تشكل خطورة على صحة الانسان." توفر بما تكراره (8) ونسبة (2,8%) بينما بقية المؤشرات لم تتوفر في الكتب الا بما تكراره (1–2) ونسبة تراوحت بين (1,2–2,4%) وهي نسب قليلة جداً في كتب الكيمياء.

جدول (6) التكرارات والنسب المئوية لدرجة توفر مبدأ (تصميم منتجات كيميائية آمنة) الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوي في المملكة العربية السعودية.

المبادئ	الرقم	المؤشرات	كيمياء1		كيمياء 2		كيمياء3		كيمياء 4		المجموع	
			ت	%	ت	%	ت	%	ت	%	ت	%
4- تصميم منتجات كيميائية آمنة.	21	إنتاج دهانات وأصباغ ومواد لاصقة آمنة.	0	0.0	0	0.0	1	1.1	0	0.0	1	0.3
	22	إنتاج عقاقير طبية غير مسببة للسرطان أو طفرات وراثية أو خلل إنجابي او إعاقة النمو.	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	23	تعديل تركيب المادة لمنع أو تقليل حدوث تفاعلات ضارة. (من خلال تعديل تركيب المادة التي تسبب ضرراً لعضو معين من الجسم).	0	0.0	0	0.0	1	1.1	0	0.0	1	0.3
	24	التوعية بثقافة إعادة الاستخدام للمواد والأدوات بدلاً من رميها.	0	0.0	0	0.0	2	2.2	0	0.0	2	0.7
	25	تعزيز ثقافة تدوير المنتجات القابلة للتدوير.	0	0.0	0	0.0	1	1.1	0	0.0	1	0.3

	26	التطرق للبوليمرات الخضراء وأهميتها البيئية والاقتصادية. مثل البوليمرات المصنعة من أصل نباتي او حيواني مثل (الاكياس الورقية والأكياس القابلة للتحلل).	0	0.0	0	0.0	1	1.1	0	0.0	1	0.3

نجد في الجدول (6) أن المبدأ الرابع" تصـــميم منتجات كيميائية آمنة" يشـــمل المؤشـــرات (21–26)التي تظهر التكرارات والنسب أنها لم تتوفر بشكل كبير في كتب الكيمياء حيث بلغ تكرارا مؤشر رقم (24)" التوعية بثقافة إعادة الاستخدام للمواد والأدوات بدلاً من رميها" (2) فقط وبنســبة (0,7%) وبقية المؤشــرات (21 و22 و23 و25 و26) بلغت تكراراتها (1) ونســبة (0,3%) فقط وهي نسـبة قليلة جداً بينما جاء المؤشـر (22)" إنتاج عقاقير طبية غير مسـببة للسـرطان أو طفرات وراثية أو خلل إنجابي او إعاقة النمو" بتكرارات ونسبة بلغت (صفر) في جميع كتب الكيمياء الأربعة.

جدول (7) التكرارات والنسب المئوية لدرجة توفر مبدأ (مذيبات ومواد مساعدة آمنة) الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوي في المملكة العربية السعودية.

المبادئ	الرقم	المؤشرات	كيمياء1		كيمياء 2		كيمياء3		كيمياء 4		المجموع	
			ت	%	ت	%	ت	%	ت	%	ت	%
5-مذيبات ومواد مساعدة آمنة	27	ترشيد استخدام المواد المساعدة والمذيبات والكواشف.	1	0.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.3
	28	مراعاة استخدام مذيبات آمنة غير مسرطنة.	0	0.0	0	0.0	3	3.2	0	0.0	3	1.0
	29	تأثير المذيبات والمواد على البيئة. مثل: تكون ثقب الأوزون، وأضراره على الصحة والبيئة.	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	30	تقليل الأخطار باستخدام الموائع فوق الحرجة مثل: (ثاني أكسيد الكربون أو المذيبات الجافة).	0	0.0	0	0.0	1	0.3	0	0.0	1	0.3

من الجدول رقم (7) يتبين مؤشرات المبدأ الخامس "مذيبات ومواد مساعدة آمنة" حيث اشتمل على أربع مؤشرات من (27–30)، ويتضح أن المؤشر (28) بلغ تكراره (3) في مقرر كيمياء 3 ونسبة (3,2%) وهي أعلى نسبة بين مؤشرات هذا المبدأ، بينما المبدأ (27) و (30) تكرر في مقرر كيمياء 1، وكيمياء 3 مرة واحدة فقط وبنسبة (0,3%) أما المؤشر (29) فبلغت عدد مرات تكراره (صفر) وبنسبة بلغت (0%) وهي تعد نسب قليلة جداً فيما تحتويه الكتب الكيمياء الأربع.

جدول (8) التكرارات والنسب المئوية لدرجة توفر مبدأ (التصميم لتقليل الطاقة) الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوي في المملكة العربية السعودية.

المبادئ	الرقم	المؤشرات	كيمياء1		كيمياء 2		كيمياء3		كيمياء 4		المجموع	
			ت	%	ت	%	ت	%	ت	%	ت	%
6-	31	ترشيد استخدام الطاقة في الصناعات الكيميائية وتحويلها.	0	0.0	1	1.6	0	0.0	2	2.4	3	1.0

	32	تصنيف التفاعلات الى طارد وماص للحرارة والحاجة للتعجيل او التبريد للحرارة للسيطرة على التفاعل عند عمليات التصنيع.	0	0.0	1	1.6	4	4.3	4	4.8	9	3.1
	33	استخدام الموجات المتناهية القصر كتقنية تحولات سريعة بدلاً من التسخين.	0	0.0	1	1.6	1	1.1	0	0.0	2	0.7
	34	استخدام الطاقة فوق الصوتية والضوئية كبديل للتقنيات الكيميائية العادية	0	0.0	1	1.6	1	1.1	0	0.0	2	0.7
	35	استخدام الهيدروجين الأخضر كوقود متجدد في السيارات، المصانع، وكبديل للغاز الطبيعي في المنازل.... إلى غير ذلك.	1	2.1	0	0.0	1	1.1	2	2.4	4	1.4
	36	استخدام الطاقات المتجددة كالطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الماء، الهواء بدلاً من النفط.	0	0.0	2	3.1	3	3.2	3	3.6	8	2.8

الجدول رقم (8) يوضح مؤشرات المبدأ السادس "التصميم لتقليل الطاقة"، والتي تبدأ من المؤشر رقم (31) إلى المؤشر رقم (36). وقد جاء المؤشر رقم "32" وهو" تصنيف التفاعلات الى طارد وماص للحرارة والحاجة للتعجيل او التبريد للحرارة للسيطرة على التفاعل عند عمليات التصنيع" في المبدأ السادس بتكرار بلغ (4) وبنسبة مئوية (4,3%)، في كيمياء3، ثم تلاه المؤشر 36بتكرارات بلغت (8) تكرارات ونسبة (2,8%)، بينما بقية المؤشرات كانت بتكرارات (4) وأقل ونسب تراوحت من (1,4–0,7%) مما يدل على عدم توافر مبدأ التصميم لتقليل الطاقة في كتب الكيمياء بشكل كافي.

جدول (9) التكرارات والنسب المئوية لدرجة توفر مبدأ (استخدام المواد الأولية المتجددة) الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوي في المملكة العربية السعودية.

المبادئ	الرقم	المؤشرات	كيمياء1		كيمياء 2		كيمياء3		كيمياء 4		المجموع	
			ت	%	ت	%	ت	%	ت	%	ت	%
7-استخدام المواد الأولية المتجددة	37	الحث على استخدام المواد الأولية المتجددة بدلا من المستنفذة.	0	0.0	0	0.0	2	2.2	1	1.2	3	1.0
	38	المحافظة على تطوير نوعية الحياة وسلامة البشرية من خلال الترشيد في استنزاف البترول حتى تتحقق الاستمرارية للأجيال القادمة.	0	0.0	0	0.0	1	1.1	0	0.0	1	0.3
	39	التأثيرات البيئية المباشرة والغير مباشرة مثل الوقود الأحفوري وتأثيراته السلبية على الانسان.	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	40	توضيح الضغط الاقتصادي الذي تسببه المواد الغير متجددة بسبب زيادة الأسعار على الطلب.	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

نجد أن الجدول رقم (9) يوضح المبدأ السابع "استخدام المواد الأولية المتجددة" ومؤشراته من (37– 40)، حيث أن المؤشر رقم (37) كان أعلى مؤشرات هذا المبدأ تكراراً بلغ (3) ونسبة (1%) في كتابي كيمياء 3 وكيمياء 4 بينما لم توفر في كتابي كيمياء 1 وكيمياء 2، تلاه المؤشر رقم (38) تكرر مره واحدة في كتاب كيمياء 3 بنسبة (1،1%)، بينما لم تتوفر المؤشران (39) و(40) في كتب الكيمياء الأربعة وبلغ تكرارهما (صفر) ونسبتها (0%).

جدول (10) التكرارات والنسب المئوية لدرجة توفر مبدأ (تقليل الاشتقاق) الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوي في المملكة العربية السعودية.

المبادئ	الرقم	المؤشرات	كيمياء1		كيمياء 2		كيمياء3		كيمياء 4		المجموع	
			ت	%	ت	%	ت	%	ت	%	ت	%
8-تقليل الاشتقاق	41	توضيح سلبيات الاشتقاق في الكيمياء التخليقية وما تسببه من نواتج ثانوية.	0	0.0	0	0.0	1	1.1	1	1.2	2	0.7
	42	استخدام المجموعات المانعة (مجموعات الحماية) مثل المثبطات إن أمكن.	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	3.6	3	1.0
	43	تحويل المركبات إلى أملاح لسهولة المعالجة بعد ذلك قدر الإمكان.	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

نجد في الجدول (10) مؤشرات المبدأ الثامن وهو "تقليل الاشتقاق "حيث أن مؤشراته بلغت ثلاث مؤشرات من (41–43)، حيث أن المؤشر رقم (42) تكرر عدد (3) تكرارات في كتاب كيمياء 4 ونسبة (1,0%) ثم تلاه المؤشر رقم (41) تكرر بمقدار تكرارا واحد في كلاً من مقرري كيمياء 3 وكيمياء 4 بنسبة عامة (0,7%) ولم تتوفر المؤشرات السابقة في كتابي (كيمياء 1 وكيمياء 2) لكليهما بينما ل يتوفر المؤشر (43) في كتب الكيمياء.

جدول (11) التكرارات والنسب المئوية لدرجة توفر مبدأ (العوامل الحافزة) الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوي في المملكة العربية السعودية.

المبادئ	الرقم	المؤشرات	كيمياء1		كيمياء 2		كيمياء3		كيمياء 4		المجموع	
			ت	%	ت	%	ت	%	ت	%	ت	%
9- العوامل الحافزة	44	تحسين الانتقائية وبذلك نحقق التحكم في ضبط التفاعل حيث تحفز المواد المتفاعلة وتمنع النواتج الغير مرغوب بها لأكبر قدر ممكن وبالتالي تحافظ على البيئة.	0	0.0	0	0.0	3	3.2	3	3.6	6	2.1
	45	المساعدة في تكوين عمليات كيميائية أكثر أماناً.	0	0.0	0	0.0	1	1.1	0	0.0	1	0.3
	46	استخدام المحفزات الخضراء مثل (المحفزات الحيوية كالجلوكوز المستخرج من نبات الذرة).	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

يوضح الجدول رقم (11) المبدأ التاسع "العوامل الحافزة" والذي يحتوي على ثلاث مؤشرات من (44–46) ونجد أن المؤشر رقم (44) جاء بتكرار بلغ (3) في كلاً من مقرر كيمياء 3 وكيمياء 4 وبنسبة (3،6%)، تلاه المؤشر رقم (45) لم يتكرر سوى مرة واحدة في مقرر كيمياء3 وبنسبة (1،1%)، ولم يتوفر هذا المؤشر في كيمياء 1، وكيمياء2، وكيمياء 4، في حين جاء المؤشر رقم (46) بأقل نسبة في هذا المبدأ حيث بلغ تكراره (صفر) ونسبته (0%) في مقررات الكيمياء الأربعة.

جدول (12) التكرارات والنسب المئوية لدرجة توفر مبدأ (التصميم للتحلل) الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوي في المملكة العربية السعودية.

المبادئ	الرقم	المؤشرات	كيمياء 1		كيمياء 2		كيمياء 3		كيمياء 4		المجموع	
			ت	%	ت	%	ت	%	ت	%	ت	%
10-التصميم للتحلل	47	إنتاج أنواع من البلاستيك القابل للتحلل البيولوجي.	0	0.0	0	0.0	1	1.1	0	0.0	1	0.3
	48	تصميم مبيدات حشرية آمنة لا تتراكم في أنسجة النبات والحيوان.	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	49	اعتماد مبادئ الكيمياء الخضراء عند تصميم (تحضير) مادة كيميائية وبنفس الدرجة من الأهمية.	0	0.0	0	0.0	1	1.1	0	0.0	1	0.3

نجد في الجدول (12) المبدأ العاشر " التصميم للتحلل" والذي يشتمل على ثلاث مؤشرات من (47–49) ونجد أن المؤشران (47)" إنتاج أنواع من البلاستيك القابل للتحلل البيولوجي" و(49)" اعتماد مبادئ الكيمياء الخضراء عند تصميم (تحضير) مادة كيميائية وبنفس الدرجة من الأهمية" تكررت مرة واحدة في (مقرر كيمياء 3) وبنسبة بلغت (0,3%) ولم يتوفر هذان المؤشران في بقية كتب الكيمياء 1و2و4، بينما لم يتوفر المؤشر رقم (4) " تصميم مبيدات حشرية آمنة لا تتراكم في أنسجة النبات والحيوان" في كتب الكيمياء جميعها.

جدول (13) التكرارات والنسب المئوية لدرجة توفر مبدأ (تحليل الوقت الحقيقي لمنع التلوث) الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوي في المملكة العربية السعودية.

المبادئ	الرقم	المؤشرات	كيمياء 1		كيمياء 2		كيمياء 3		كيمياء 4		المجموع	
			ت	%	ت	%	ت	%	ت	%	ت	%
11-تحليل الوقت الحقيقي لمنع التلوث.	50	توفير مجسات (Sensor) دقيقة وموثوقة ومراقبون وتقنيات تحليلية لتقييم الاخطار في مجرى العملية الكيميائية أثناء اجراءها.	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.2	1	0.3
	51	مراقبة سير التفاعل حتى درجة الاكتمال.	0	0.0	1	1.6	3	3.2	1	1.2	5	1.7
	52	توفير تقنيات حديثة لمتابعة التفاعل والتحكم في النتائج المرغوبة بتحديد الوقت الفعلي اللازم لتوقف التفاعل وعدم اكتماله وإنتاج نواتج ثانوية غير مرغوبة.	0	0.0	2	3.1	3	3.2	2	2.4	7	2.4

يتضح من الجدول رقم (13) الذي يمثل المبدأ الحادي عشر "تحليل الوقت الحقيقي لمنع التلوث" ويحتوي على ثلاث مؤشرا من (50–52) أن المؤشر رقم (52) " توفير تقنيات حديثة لمتابعة التفاعل والتحكم في النتائج المرغوبة بتحديد الوقت الفعلي اللازم لتوقف التفاعل وعدم اكتماله وإنتاج نواتج ثانوية غير مرغوبة" جاء بتكرار يبلغ (7) وبنسبة (2،4%) في مقررات كيمياء 2، وكيمياء 3، وكيمياء 4 وبنسبة بلغت (4,2%) بينما تكرر المؤشر (51) " مراقبة سير التفاعل حتى درجة الاكتمال" بنسبة بلغت (1,7%) في كتب كيمياء 2، وكيمياء3، وكيمياء 4.

جدول (14) التكرارات والنسب المئوية لدرجة توفر مبدأ (الكيمياء الآمنة لمنع الحوادث) الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوي في المملكة العربية السعودية.

المبادئ	الرقم	المؤشرات	كيمياء1		كيمياء 2		كيمياء3		كيمياء 4		المجموع	
			ت	%	ت	%	ت	%	ت	%	ت	%
12-الكيمياء الآمنة لمنع الحوادث.	53	وجوب اختبار أنواع المواد لتقليل احتمال وقوع الحوادث مثل انطلاق غازات ضارة أو حرائق أو انفجار.	0	0.0	1	1.6	3	3.2	1	1.2	5	1.7
	54	تصنيف الخطورة من حيث مواد خانقة، سامة، متفجرة، مؤكسدة، مسببة للسرطان، مشوهه للأجنة.... إلى غير ذلك.	15	31.9	16	25.0	14	15.1	18	21.7	63	22.0
	55	دراسة المادة وتحديد الخطورة التي تسببها على مستوى الفرد والمجتمع.	1	2.1	6	9.4	3	3.2	2	2.4	12	4.2

يوضح الجدول (14) المبدأ الثاني عشر" الكيمياء الآمنة لمنع الحوادث" والذي يحوي ثلاث مؤشرات من (53–55) ويتضح أن المؤشر رقم "54" وهو "تصنيف الخطورة من حيث مواد خانقة، سامة، متفجرة، مؤكسدة، مسببة للسرطان، مشوهه للأجنة.... إلى غير ذلك " الذي ينتمي للمبدأ الثاني عشر بتكرار بلغ (15) وبنسبة مئوية (31,9%) ويعتبر الثاني ترتيباً مقارنة بباقي المؤشرات للمبادئ عامة، يليه المؤشر رقم (55) وهو" دراسة المادة وتحديد الخطورة التي تسببها على مستوى الفرد والمجتمع" حيث جاء بتكرار بلغ (12) وبنسبة (4,2%) مقارنة بالمؤشرات عامة ثم جاء المؤشر (53) بتكرار بلغ (5) تكرارات ونسبة (1,7%).

جدول (15) التكرارات والنسب المئوية لدرجة توافر مبادئ الكيمياء الخضراء في كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوي في المملكة العربية السعودية.

الرقم	المبادئ	كيمياء1		كيمياء 2		كيمياء3		كيمياء 4		التكرارات	النسبة المئوية
		ت	%	ت	%	ت	%	ت	%		
1	الوقاية (منع النفايات)	11	30.6	12	33.3	5	13.9	8	22.2	36	12,54
2	اقتصاد الذرة	1	4.0	3	12.0	15	60.0	6	24.0	25	8,71
3	تقليل خطورة عملية التخليق الكيميائي.	17	22.4	17	22.4	17	22.4	25	32.9	76	26,48
4	تصميم منتجات كيميائية آمنة.	0	0.0	0	0.0	6	100.0	0	0.0	6	2,09
5	مذيبات ومواد مساعدة آمنة	1	20.0	0	0.0	4	80.0	0	0.0	5	1,74
6	التصميم لتقليل الطاقة	1	3.6	6	21.4	10	35.7	11	39.3	28	9,75
7	استخدام المواد الأولية المتجددة	0	0.0	0	0.0	3	75.0	1	25.0	4	1.39
8	تقليل الاشتقاق	0	0.0	0	0.0	1	20.0	4	80.0	5	1,74
9	العوامل الحافزة	0	0.0	0	0.0	4	57.1	3	42.9	7	2,43
10	التصميم للتحلل	0	0.0	0	0.0	2	100.0	0	0.0	2	0,69
11	تحليل الوقت الحقيقي لمنع التلوث.	0	0.0	3	23.1	6	46.2	4	30.8	13	4,52

12	الكيمياء الآمنة لمنع الحوادث.	16	20,0	23	28,8	20	25,0	21	26,3	80	27,87
	المجموع	47	100	64	100	93	100	83	100	287	100

يتبين من الجدول رقم (15) أن مبادئ الكيمياء الخضراء لم تأخذ حقها في منهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية بمقرراته الأربع حيث تم التركيز على جوانب الأمن والسلامة والوقاية في التجارب المخبرية التي تُجرى في المعامل المدرسية، وتم توضيح رموز الأمن والسلامة في المختبر وطرق التخلص من النفايات وكذلك توضيح رموز المواد الكيميائية وهذا جاء في المؤشران (17) و (54) في المبدان الثاني والثاني عشر أما بقية المبادئ فلم تظهر إلا بمستوى قليل في حين أن أغلب المبادئ لم تذكر في مقررات الكيمياء. لذا من الضرورة تضمين مبادئ الكيمياء الخضراء في كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوية في التعليم العام السعودي لما في ذلك من تماشي مع أهداف التعليم، وأهداف التنمية المستدامة وكذلك مواكبة متطلبات وتطلعات العصر الحديث، ويمكن ذلك بتضمينها في(مقرر كيمياء 1) في الفصل الأول (مقدمة في الكيمياء)، والفصل الثالث(تركيب الذرة)، والفصل الرابع(التفاعلات الكيميائية)، والفصل الخامس(المول)، كذلك (مقرر كيمياء2) في موضوعات الفصل الأول(الإلكترونات في الذرات)، والفصل الخامس(الحسابات الكيميائية)، والفصل السادس(الهيدروكربونات)،ايضاً في (مقرر كيمياء3) في الفصل الثاني(الطاقة والتغيرات الكيميائية)، والفصل الثالث(سرعة التفاعلات الكيميائية)، والفصل الخامس(مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها) وأخيراً في (مقرر كيمياء4) في موضوعات الفصل الرابع(الأكسدة والاختزال)، والفصل السادس(المركبات العضوية الحيوية)، وهي تتفق مع نتائج دراسة(عبد الهادي،2020؛ محمد ،2020) والتي كشفت عن انخفاض احتواء كتب العلوم والكيمياء على المستحدثات الكيميائية والكيمياء الخضراء.

الإجابة عن السؤال الثاني للدراسة:

ما مستوى التتابع لمنهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية؟

للإجابة عن هذا السؤال تم دراسة التتابع للمؤشرات في كتب الكيمياء الأربع في المرحلة الثانوية في التعليم العام السعودي، كما تم إجراء المقابلات شبه المقننة مع عينة الدراسة. وتم الكشف عن مستوى التتابع من خلال إيجاد التكرارات والنسب المئوية كما يوضحها في الجدول التالي:

جدول (16) التكرارات والنسب المئوية لتتابع مؤشرات ومبادئ الكيمياء الخضراء في كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية

الرقم	المبادئ	كيمياء 1		كيمياء 2		كيمياء 3		كيمياء 4		المجموع		المرتبة
		ت	%	ت	%	ت	%	ت	%	ت	%	
1	الوقاية (منع النفايات)	11	3.83	12	4,18	5	1,74	8	2,78	36	12,54	3
2	اقتصاد الذرة.	1	0,34	3	1,04	15	5,22	6	2,09	25	8,71	5
3	تقليل خطورة عملية التخليق الكيميائي.	17	5.92	17	5,92	17	5,92	25	8,71	76	26,48	2
4	تصميم منتجات كيميائية آمنة.	0	0,0	0	0,0	6	2,09	0	0,0	6	2,09	–
5	مذيبات ومواد مساعدة آمنة	1	0,34	0	0,0	4	1,39	0	0,0	5	1,74	–
6	التصميم لتقليل الطاقة.	1	0,34	6	2,09	10	3,48	11	3.83	28	9,75	4

7	استخدام المواد الأولية المتجددة	0	0,0	0	0,0	3	1,04	1	0,34	4	1.39	–
8	تقليل الاشتقاق	0	0,0	0	0,0	1	0,34	4	1,39	5	1,74	–
9	العوامل الحافزة	0	0,0	0	0,0	4	1,39	3	1,04	7	2,43	7
10	التصميم للتحلل	0	0,0	0	0,0	2	0,69	0	0,69	2	0,69	–
11	تحليل الوقت الحقيقي لمنع التلوث.	0	0,0	3	1,04	6	2,09	4	1,39	13	4,52	6
12	الكيمياء الآمنة لمنع الحوادث.	16	5,57	23	8,01	17	5,92	21	7,31	80	27,87	1
المجموع		47	100	64	100	93	100	83	100	287	100	–

تبين من الجدول (16) خلال التكرارات أن هناك تتابع في المبدأ رقم (12) " الكيمياء الآمنة لمنع الحوادث" حيث جاء ترتيب تتابعه في الكتب الأربع في المرتبة الأولى بتتابع مقداره (80) ونسبة (27,87). بينما جاء المبدأ رقم (3) " تقليل خطورة عملية التخليق الكيميائي." في المرتبة الثانية بتكرار مقداره (76) ونسبة (26,48)، وفي المرتبة الثالثة جاء المبدأ رقم (1)" الوقاية (منع النفايات)"بتكرار بلغ (36) ونسبة مقدارها (12,54)، وقد جاء في المرتبة الرابعة المبدأ رقم (6) "التصميم لتقليل الطاقة " بنسبة (9,75)، وفي المرتبة الخامسة جاء المبدأ رقم (2) "اقتصاد الذرة" بنسبة بلغت (8,71)، وفي المرتبة السادسة جاء المبدأ رقم (11) "تحليل الوقت الحقيقي لمنع التلوث." بنسبة بلغت (4,52). بينما بقية المبادئ (4 و5 و7 و8 و9 و10) فقد تضاءلت النسب إلى (2,43) وما دون. وهنا يتضح مستوى التتابع لمبادئ الكيمياء الخضراء المتوافرة في كتب الكيمياء ويرى المقومان قلة تتابعها بسبب عدم توافر مؤشرات مبادئ الكيمياء الخضراء في منهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية. وهذا يتفق مع نتائج دراسة عبد الهادي (2020) التي أفادت إلى وجود حاجة لتطوير مناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في ضوء المستحدثات الكيميائية المعاصرة.

الإجابة عن السؤال الثالث للدراسة:

ما مستوى التكامل بين معايير منهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية؟

للإجابة عن هذا السؤال تم استخراج كاي تربيع لمستوى التكامل لمبادئ الكيمياء الخضراء في كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوي في المملكة العربية السعودية بعد تحليل هذه الكتب إيجاد التكرارات ومقارنتها ثم استخراج كاي^2 لإيجاد مستوى التكامل، والجدول أدناه يوضح ذلك.

جدول (17) مربع كاي^2 لمستوى التكامل لمبادئ الكيمياء الخضراء في كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوي في المملكة العربية السعودية

م	المبادئ	كيمياء 1		كيمياء 2		كيمياء 3		كيمياء 4		قيمة كاي^2	الدلالة الإحصائية	
		ت	%	ت	%	ت	%	ت	%	%		
1	الوقاية (منع النفايات)	11	30.6	12	33.3	5	13.9	8	22.2	0.343	3.333	
2	اقتصاد الذرة	1	4.0	3	12.0	15	60.0	6	24.0	0,000	18,360	
3	تقليل خطورة عملية التخليق الكيميائي.	17	22.4	17	22.4	17	22.4	25	32.9	0.470	2.526	
4	تصميم منتجات كيميائية آمنة.	0	0.0	0	0.0	6	100.0	0	0.0	0,000	18,000	
5	مذيبات ومواد مساعدة آمنة	1	20.0	0	0.0	4	80.0	0	0.0	0,035	8,600	

6	التصميم لتقليل الطاقة	1	3.6	6	21.4	10	35.7	11	39.3	8,857	0,013
7	استخدام المواد الأولية المتجددة	0	0.0	0	0.0	3	75.0	1	25.0	6,000	0,111
8	تقليل الاشتقاق	0	0.0	0	0.0	1	20.0	4	80.0	8,600	0,035
9	العوامل الحافزة	0	0.0	0	0.0	4	57.1	3	42.9	7,286	0,063
10	التصميم للتحلل	0	0.0	0	0.0	2	100.0	0	0.0	6,000	0,111
11	تحليل الوقت الحقيقي لمنع التلوث.	0	0.0	3	23.1	6	46.2	4	30.8	5,796	0,123
12	الكيمياء الآمنة لمنع الحوادث.	16	20,0	23	28,8	20	25,0	21	26,3	1,300	0,729

يتبين من الجدول (17) وجود تكامل لمبادئ الكيمياء الخضراء في كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية وذلك في كل من (المبدأ الأول) الوقاية (منع النفايات)، و(المبدأ الثالث) تقليل خطورة عملية التخليق الكيميائي، و(المبدأ السابع) استخدام المواد الأولية المتجددة، و(المبدأ التاسع) العوامل الحافزة، و(المبدأ العاشر)التصميم للتحلل، و(المبدأ الحادي عشر) تحليل الوقت الحقيقي لمنع التلوث، و(المبدأ الثاني عشر) الكيمياء الآمنة لمنع الحوادث، نظرا لأن جميع قيم كاي^2 كانت غير دالة إحصائيا عند مستوى الدلالة (α=0.05)، حيث ذكرت المبادئ الآنفة الذكر في مواضع مختلفة في الكتب الأربعة وتركزت في التجارب المعملية التي توجد في المحتوى في كتاب الطالب في جميع المقررات الأربع. بينما وضحت المبادئ (المبدأ الثاني) من اقتصاد الذرة، و(المبدأ الرابع) تصميم منتجات كيميائية آمنة، و(المبدأ الخامس) مذيبات ومواد مساعدة آمنة، و(المبدأ السادس) التصميم لتقليل الطاقة، و(المبدأ الثامن) تقليل الاشتقاق عدم وجود تكامل نظرا لأن جميع قيم كاي^2 كانت دالة إحصائيا عند مستوى الدلالة (α=0.05) وتتفق هذه النتائج مع دراسة عبد الهادي (2020) والتي مفادها وجود حاجة لتطوير مناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في ضوء المستحدثات الكيميائية المعاصرة بالإضافة إلى فاعلية منهج الكيمياء المطور في ضوء المستحدثات الكيميائية المعاصرة للصف الأول الثانوي في تنمية جوانب التنور الكيميائي الثلاثة(الجانب المعرفي، والجانب الوجداني، والجانب المهارى)، حيث أن الكيمياء الخضراء تعتبر من المستحدثات الكيميائية المعاصرة .

الإجابة عن السؤال الرابع للدراسة:

ما مصفوفة المدى والتتابع حسب المستويات (التأسيس، التعزيز، التوسع، والتركيز) لمنهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية؟

للإجابة عن هذا السؤال تم إجراء أسئلة المقابلة شبه المقننة لتحديد وتقسيم مبادئ الكيمياء الخضراء وفق مستويات المصفوفة الأربع (التأسيس، التعزيز، التوسع، التركيز) حيث وضح المختصين والخبراء الذين تم إجراء أسئلة المقابلة شبه المقننة معهم أنه يمكن تنظيم المصفوفة من خلال وضع أهداف تعليمية وسلوكية لمقررات الكيمياء ووضع مقدمة يتم إعدادها لتوضيح الهدف من المصفوفة، وكذلك توضيح كيفية تدريس وحدة "الطاقة الخضراء وتكنولوجيا تطبيقها " باستخدام الاستراتيجيات التدريسية المقترحة بهدف تنمية الوعى بالاستدامة البيئية لدى الطلبة، كذلك تحديد عدد الدروس اللازمة لتدريس موضوعات الوحدة، والزمن المحدد لتدريس كل درس، وتتضمن ايضا الخطة لبيان عدد الحصص المقترحة لتدريس الموضوعات أو عدد الحصص أسبوعياً، كما ذكرو

أنه لابد من توزيعها على المقررات الأربع بالتساوي، ومراعاة معايير (NGSS) (معايير العلوم للجيل القادم) ويمكن أن تدرج المحتوى كمادة إثرائية في المنهج.

وبالتالي وضع المقومان مصفوفة المدى والتتابع المقترحة لمنهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في التعليم العام بالمملكة العربية السعودية حيث تم مراعاة التتابع للمؤشرات التي وجدت في كتب الكيمياء وكذلك مستويات التركيز الأربع (التأسيس، التعزيز، التوسع، والتركيز).

جدول (18) مصفوفة المدى والتتابع المقترحة لمنهج الكيمياء الخضراء في كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية

مبادئ الكيمياء الخضراء		المؤشرات المنتمية	المستوى	الصف	المقرر
1- الوقاية (منع النفايات)	1	الإشارة إلى الحد من إطلاق مستوى المواد السامة ومتابعتها من أجهزة حماية البيئة.	التأسيس	الأول ثانوي	كيمياء1
	2	منع تصنيع المواد الملوثة للبيئة أفضل من محاولة التخلص من الملوثات بعد تكونها.	التأسيس	الأول ثانوي	كيمياء1
	3	معالجة النفايات بطرق سليمة لا تؤثر على البيئة.	التأسيس	الأول ثانوي	كيمياء1
	4	التقليل من إنتاج النفايات الناتجة عن المصانع والمؤسسات.	التأسيس	الأول ثانوي	كيمياء1
	5	الوقاية من التلوث الهوائي. مثل: عوادم السيارات، ابخرة المصانع .... الى غير ذلك.	التأسيس	الأول ثانوي	كيمياء1
	6	الوقاية من التلوث المائي. مثل: الملوثات الكيميائية أو الصرف الصحي أو الملوثات النفطية.	التأسيس	الأول ثانوي	كيمياء1
	7	الوقاية من التلوث الإشعاعي. مثل: استخدام الأشعة السينية بشكل مفرط، زيادة نسبة الإشعاعات في المفاعلات النووية المستخدمة في الطاقة عن المستوى الطبيعي.	التأسيس	الأول ثانوي	كيمياء1
	8	الوقاية من تلوث التربة. مثل: دفن المخلفات الصلبة، المبيدات والأسمدة الكيميائية، دفن المعادن الثقيلة، الأمطار الحمضية.	التأسيس	الأول ثانوي	كيمياء1
2- اقتصاد الذرة.	9	التطرق إلى مفهوم اقتصاد الذرة (إن المتفاعلات تفاعلت كلياً لإنتاج نواتج).	التعزيز	الثاني ثانوي	كيمياء2
	10	توضيح إن تفاعلات إعادة ترتيب الذرات يمثل ذرة اقتصادية.	التعزيز	الثاني ثانوي	كيمياء2
	11	توضيح إن تفاعلات الإضافة يمثل ذرة اقتصادية	التعزيز	الثاني ثانوي	كيمياء2
	12	توضيح إن تفاعلات الإحلال يعتمد على الكواشف (وهي لا تمثل ذرة اقتصادية).	التعزيز	الثاني ثانوي	كيمياء2
	13	توضيح إن تفاعلات الحذف (الإزالة) يمثل ذرة اقتصادية.	التعزيز	الثاني ثانوي	كيمياء2
	14	كتابة معادلة تحقيق الاقتصاد الذري. (الاقتصاد الذري % = كتلة المولية للمنتج المطلوب / الكتلة المولية لجميع المواد المتفاعلة ×100)	التعزيز	الثاني ثانوي	كيمياء2
3-	15	تصميم تفاعلات لإنتاج مواد لا تشكل خطورة على صحة الانسان.	التوسع	الثالث ثانوي	كيمياء3

	16	تخفيف تركيز المواد الخطرة أو تقليل زمن التعرض لها.	التوسع	الثالث ثانوي	كيمياء3
	17	استخدام وسائل السلامة في المختبر (المعطف الواقي – الأقنعة الواقية – دولاب الغازات إلى غير ذلك).	التوسع	الثالث ثانوي	كيمياء3
	18	ذكر أهمية استخدام مواد بادئة في التفاعل لها أقل قدر من السمية وغير خطرة على البيئة.	التوسع	الثالث ثانوي	كيمياء3
	19	توضيح المواد الكيميائية السامة والغير سامة في التجارب والمحتوى وطريقة الاستعمال الآمنة لها.	التوسع	الثالث ثانوي	كيمياء3
	20	توضيح خطورة استخدام بعض المذيبات والمواد الكيميائية والأمراض المسببة لها.	التوسع	الثالث ثانوي	كيمياء3
4- تصميم منتجات كيميائية آمنة.	21	إنتاج دهانات وأصباغ ومواد لاصقة آمنة.	التوسع	الثالث ثانوي	كيمياء3
	22	إنتاج عقاقير طبية غير مسببة للسرطان أو طفرات وراثية أو خلل إنجابي او إعاقة النمو.	التوسع	الثالث ثانوي	كيمياء3
	23	تعديل تركيب المادة لمنع أو تقليل حدوث تفاعلات ضارة. (من خلال تعديل تركيب المادة التي تسبب ضرراً لعضو معين من الجسم).	التوسع	الثالث ثانوي	كيمياء3
	24	التوعية بثقافة إعادة الاستخدام للمواد والأدوات بدلاً من رميها.	التوسع	الثالث ثانوي	كيمياء3
	25	تعزيز ثقافة تدوير المنتجات القابلة للتدوير.	التوسع	الثالث ثانوي	كيمياء3
	26	التطرق للبوليمرات الخضراء وأهميتها البيئية والاقتصادية. مثل البوليمرات المصنعة من أصل نباتي او حيواني مثل (الاكياس الورقية والاكياس القابلة للتحلل).	التوسع	الثالث ثانوي	كيمياء3
5- مذيبات ومواد مساعدة آمنة	27	ترشيد استخدام المواد المساعدة والمذيبات والكواشف.	التأسيس	الأول ثانوي	كيمياء1
	28	مراعاة استخدام مذيبات آمنة غير مسرطنة.	التأسيس	الأول ثانوي	كيمياء1
	29	تأثير المذيبات والمواد على البيئة. مثل: تكون ثقب الأوزون، وأضراره على الصحة والبيئة.	التأسيس	الأول ثانوي	كيمياء1
	30	تقليل الأخطار باستخدام الموائع فوق الحرجة مثل: (ثاني أكسيد الكربون أو المذيبات الجافة).	التأسيس	الأول ثانوي	كيمياء1
6- التصميم لتقليل الطاقة.	31	ترشيد استخدام الطاقة في الصناعات الكيميائية وتحويلها.	التعزيز	الثاني ثانوي	كيمياء2
	32	تصنيف التفاعلات الى طارد وماص للحرارة والحاجة للتعجيل او التبريد للحرارة للسيطرة على التفاعل عند عمليات التصنيع.	التعزيز	الثاني ثانوي	كيمياء2
	33	استخدام الموجات المتناهية القصر كتقنية تحولات سريعة بدلاً من التسخين.	التعزيز	الثاني ثانوي	كيمياء2
	34	استخدام الطاقة فوق الصوتية والضوئية كبديل للتقنيات الكيميائية العادية	التعزيز	الثاني ثانوي	كيمياء2
	35	استخدام الهيدروجين الأخضر كوقود متجدد في السيارات، المصانع، وكبديل للغاز الطبيعي في المنازل .... الى غير ذلك.	التعزيز	الثاني ثانوي	كيمياء2
	36	استخدام الطاقات المتجددة كالطاقة الشمسة، طاقة الرياح، الماء، الهواء بدلا من النفط.	التعزيز	الثاني ثانوي	كيمياء2

7- استخدام المواد الأولية المتجددة	37	الحث على استخدام المواد الأولية المتجددة بدلاً من المستنفذة.	التعزيز	الثاني ثانوي	كيمياء2
	38	المحافظة على تطوير نوعية الحياة وسلامة البشرية من خلال الترشيد في استنزاف البترول حتى تتحقق الاستمرارية للأجيال القادمة.	التعزيز	الثاني ثانوي	كيمياء2
	39	التأثيرات البيئية المباشرة والغير مباشرة مثل الوقود الأحفوري وتأثيراته السلبية على الانسان.	التعزيز	الثاني ثانوي	كيمياء2
	40	توضيح الضغط الاقتصادي الذي تسببه المواد الغير متجددة بسبب زيادة الأسعار على الطلب.	التعزيز	الثاني ثانوي	كيمياء2
8- تقليل الاشتقاق	41	توضيح سلبيات الاشتقاق في الكيمياء التخليقية وما تسببه من نواتج ثانوية.	التوسع	الثالث ثانوي	كيمياء3
	42	استخدام المجموعات المانعة (مجموعات الحماية) مثل المثبطات إن أمكن.	التوسع	الثالث ثانوي	كيمياء3
	43	تحويل المركبات إلى أملاح لسهولة المعالجة بعد ذلك قدر الإمكان.	التوسع	الثالث ثانوي	كيمياء3
9- العوامل الحافزة	44	تحسين الانتقائية وبذلك نحقق التحكم في ضبط التفاعل حيث تحفز المواد المتفاعلة وتمنع النواتج الغير مرغوب بها لأكبر قدر ممكن وبالتالي تحافظ على البيئة.	التركيز	الثالث ثانوي	كيمياء4
	45	المساعدة في تكوين عمليات كيميائية أكثر أماناً.	التركيز	الثالث ثانوي	كيمياء4
	46	استخدام المحفزات الخضراء مثل (المحفزات الحيوية كالجلوكوز المستخرج من نبات الذرة).	التركيز	الثالث ثانوي	كيمياء4
10-التصميم للتحلل	47	إنتاج أنواع من البلاستيك القابل للتحلل البيولوجي.	التركيز	الثالث ثانوي	كيمياء4
	48	تصميم مبيدات حشرية آمنة لا تتراكم في أنسجة النبات والحيوان.	التركيز	الثالث ثانوي	كيمياء4
	49	اعتماد مبادئ الكيمياء الخضراء عند تصميم (تحضير) مادة كيميائية وبنفس الدرجة من الأهمية.	التركيز	الثالث ثانوي	كيمياء4
11-تحليل الوقت الحقيقي لمنع التلوث.	50	توفير مجسات (Sensor) دقيقة وموثوقة ومراقبون وتقنيات تحليلية لتقييم الاخطار في مجرى العملية الكيميائية أثناء اجراءها.	التركيز	الثالث ثانوي	كيمياء4
	51	مراقبة سير التفاعل حتى درجة الاكتمال.	التركيز	الثالث ثانوي	كيمياء4
	52	توفير تقنيات حديثة لمتابعة التفاعل والتحكم في النتائج المرغوبة بتحديد الوقت الفعلي اللازم لتوقف التفاعل وعدم اكتماله وإنتاج نواتج ثانوية غير مرغوبة.	التركيز	الثالث ثانوي	كيمياء4
12-الكيمياء الآمنة لمنع الحوادث.	53	وجوب اختبار أنواع المواد لتقليل احتمال وقوع الحوادث مثل انطلاق غازات ضارة أو حرائق أو انفجار.	التأسيس	الأول ثانوي	كيمياء1
	54	تصنيف الخطورة من حيث مواد خانقة، سامة، متفجرة، مؤكسدة، مسببة للسرطان، مشوهه للأجنة .... الى غير ذلك.	التأسيس	الأول ثانوي	كيمياء1
	55	دراسة المادة وتحديد الخطورة التي تسببها على مستوى الفرد والمجتمع.	التأسيس	الأول ثانوي	كيمياء1

يوضح الجدول رقم(18)مصفوفة المدى والتتابع المقترحة المطلوب تضمينها في كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوية في التعليم العام السعودي التي تتضمن منهج الكيمياء الخضراء في ضوء مبادئه الاثني عشر ومؤشراته التي وصلت إلى (55) مؤشراً وقد توزعت على مقررات الكيمياء الأربعة التي تُدرس في المرحلة الثانوية وهي (كيمياء1 البرنامج المشترك) الذي يدرس في الصف الأول ثانوي،

و(كيمياء 2) الذي يتم تدريسه في الصف الثاني ثانوي، و(كيمياء3) و(كيمياء4) التي تُدرس في الصف الثالث ثانوي، وقد روعي في توزيعها أن تكون من السهل إلى المركب مع مراعاة مستويات المصفوفة الأربع (التأسيس، التعزيز، التركيز، والتوسع) وكذلك مراعاة التنظيم المنطقي المتسلسل إضافة إلى قدرات الطلبة وحاجاتهم وميولهم بحيث يضمن إتقان الطلبة إلى المهارات والمعارف والوعي بمبادئ الكيمياء الخضراء وتنمية قدراتهم وممارستهم لحل المشكلات البيئية واقتراح حلول لها وابتكار طرق تساعد في الوصول لأهداف الكيمياء الخضراء مما يحقق أهداف التنمية المستدامة والتنوير بمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقها في الحياة.

وقد تم توزيع المبادئ ومؤشراتها بحيث تُدْرج في (كتاب كيمياء1) في الصف الأول ثانوي المبادئ الأول الوقاية (منع التلوث) والمبدأ الخامس " مذيبات ومواد مساعدة آمنة"، والمبدأ الثاني عشر " الكيمياء الآمنة لمنع الحوادث.

بينما توزعت في كتاب (كيمياء 2) للصف الثاني ثانوي المبادئ الثاني " اقتصاد الذرة " والمبدأ السادس " التصميم لتقليل الطاقة " والمبدأ السابع" استخدام المواد الأولية المتجددة".

في حين توزعت في كتاب (كيمياء3) للصف الثالث ثانوي المبادئ الثالث " تقليل خطورة عملية التخليق الكيميائي." والرابع " منتجات كيميائية آمنة." والمبدأ الثامن" تقليل الاشتقاق".

ثم أخيراً في كتاب (كيمياء 4) توزعت المبادئ التاسع " العوامل الحافزة " والعاشر " التصميم للتحلل" والحادي عشر" تحليل الوقت الحقيقي لمنع التلوث".

ويأتي بعد مصفوفة المستويات لمنهج الكيمياء الخضراء أهمية استكمال باقي العناصر التي تخص المنهج بهدف تأطير المنهج في نسق متكامل لجميع عناصر المنهج مما يؤدي إلى وضوح المصفوفة عند تطبيقها في الجانب العملي، حيث لابد من كتابة أهداف التدريس بمجالاته الثلاثة معرفية، ومهارية ووجدانية، وكذلك مراعاة تنوع المستويات في هذه المجالات وانتقالها بشكل سلس، ويلي ذلك استخدام نماذج التعليم البنائي المتمركز حول المتعلمين واستراتيجياته المتنوعة وكذلك التعلم التعاوني، واستخدام الوسائل التعليمية التي تُثْري الموضوع مثل الصور والأشكال في كتاب الطالب، وأيضاً تطبيق أنشطة متنوعة مثل التجارب العلمية في كتاب الطالب والعروض المرئية والمسموعة والتفاعلية، و تطبيقات المسائل الحسابية والبث في الشبكة العنكبوتية، وكذلك ربط هذه المبادئ بالقران والسنه النبوية المطهرة وأهداف التنمية المستدامة، و الاقتصاد المعرفي و كذلك المستحدثات والمستجدات في عصرنا الحالي و المبادرات المحلية أو الدولية التي تسعى إلى كوكب أرض نظيف وتتفق هذه النتائج مع توصيات دراسة أبو الوفا،2018؛ إسماعيل2020؛ نوار2014؛ الشحري،2017) والتي مفادها أهمية تدريس وتعلم الكيمياء الخضراء بين الطلبة و فاعلية تضمين مفاهيم المستحدثات الكيميائية ومنها الكيمياء الخضراء، في برامج متنوعة تقدم لطلاب المرحلة الثانوية في تنمية مفاهيم المستحدثات الكيميائية.

خلاصة الدراسة:

الاستنتاجات:

مما تقدم، يستنتج أن بناء معايير منهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية وتقنين مصفوفة مستوياتها يحقق نواتج جيدة في مجال تقويم المناهج والبرامج التعليمية وفي مجال الكيمياء الخضراء ويمكن إجمال ذلك في التالي:

1- ضرورة تضمين مبادئ الكيمياء الخضراء في كتب الكيمياء بالمرحلة الثانوية في التعليم العام السعودي لما في ذلك من تماشي مع أهداف التعليم، وأهداف التنمية المستدامة وكذلك مواكبة متطلبات وتطلعات العصر الحديث، كما أنه يعزز من قدرات الاقتصاد

الوطني ويساعد في تحقيق رؤية (2030) المتوافقة مع السعودية الخضراء، ويحفز الطلبة في التفكير لحل المشكلات البيئية ووضع حلول مستقبلية لذلك.

2- انخفاض تتابع مبادئ الكيمياء الخضراء بسبب عدم توافر مؤشرات مبادئ الكيمياء الخضراء في منهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية.

3- غياب التكامل بين معايير منهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية ولا تتوافر بدرجة كافية تتواكب مع متطلبات اتقان المتعلمين لفرع الكيمياء الخضراء كما أنه لا يوجد تكامل بين أهميتها ودرجة توافرها.

4- إن تحديد مصفوفة المدى والتتابع حسب المستويات (التأسيس، التعزيز، التوسع، والتركيز) لمنهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية يساعد في إدراج منهج الكيمياء الخضراء في منهج المرحلة الثانوية بما يتناسب مع خصائص نمو المتعلمين ومهاراتهم.

التوصيات:

في ضوء الاستنتاجات التي خَلُصت إليها الدراسة التقويمية؛ تم تقديم بعض التوصيات التي يؤمل أن تُسهم في توظيف منهج الكيمياء الخضراء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية بناءً على مبادئها ومصفوفة مستوياتها وهي كالتالي:

1- الاستفادة من معايير ومؤشرات منهج مبادئ الكيمياء الخضراء في خطط تطوير المناهج التعليمية والبرامج التعليمية من خلال إدراجها في منهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية أو تضمين هذا المنهج على شكل وحدات دراسية باسم "الكيمياء الخضراء " في مقررات الكيمياء بالمرحلة الثانوية.

2- التدرج في تعليم مبادئ الكيمياء الخضراء ومؤشراتها في المراحل الدراسية بما يتناسب مع المرحلة العمرية للمرحلة ومراعاة خصائص النمو، وخصوصاً المرحلة الثانوية لها الأحقية في تطبيق منهج الكيمياء الخضراء نظراً لمرحلتهم العمرية وخبراتهم التعليمية السابقة والتي تساعد في الحصول على نتائج ملموسه لمنهج الكيمياء الخضراء.

3- نشر تعليم وتعلم مبادئ الكيمياء الخضراء ومؤشراتها وتطبيق مهارات التفكير واستراتيجيات التعلم الحديثة والتنسيق مع المؤسسات البيئية والإعلامية بهدف تحقيق التكامل في هذا الشأن، حيث تظهر الحاجة الضرورية للكيمياء الخضراء ومبادئها بسبب التوجهات العالمية من حيث البيئة والتنمية المستدامة والطاقات المتجددة ... إلى غير ذلك.

4- التوجه لتضمين مبادئ الكيمياء الخضراء في مقررات برامج الإعداد التربوي لمعلمي ومعلمات الكيمياء قبل الخدمة في كليات التربية بالجامعات السعودية.

المقترحات:

يقترح المقومان بعض الدراسات المستقبلية المتصلة بموضوع الدراسة الحالية ومن أهمها:

1- إجراء دراسات تقويمية مقارنة بين منهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية السعودية ومناهج الكيمياء في دول أخرى متقدمة في كيفية تضمين منهج مبادئ الكيمياء الخضراء.

2- تقويم مناهج العلوم في مراحل التعليم المختلفة في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء.

3- تأليف مقرر إثرائي عن الكيمياء الخضراء لمنهج الكيمياء في المرحلة الثانوية.

4- إجراء دراسات تربوية تعتمد على مبادئ الكيمياء الخضراء وقياس فاعليتها في تنمية الاتجاه نحو أهداف التنمية المستدامة، وأهداف التربية البيئية، والمستحدثات الحالية والمبادرات الخضراء، والطاقات المتجددة في المملكة العربية السعودية.

المصادر والمراجع

أولاً: المراجع العربية:

أبو الوفاء، رباب. (2018). *فاعلية مقرر مقترح للكيمياء الخضراء قائم على مبادئ التربية من أجل التنمية المستدامة (ESD) في تنمية الثقافة الكيميائية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء*، المجلة المصرية للتربية العلمية، 21(2)، 1-51.

الجمعية الأمريكية للكيمياء، الكيمياء الخضراء، تاريخ الدخول 3 / 4 /2022م، متاح على الرابط: https://cutt.us/Yk40y

احمد، ايمان. (2014). *الكيمياء الخضراء حتمية القرن الواحد والعشرين*، شبكة الالوكة، تاريخ الدخول 2022/7/2م متاح على الرابط: https://www.alukah.net/culture/0/74506/

إسماعيل، محمد. (2020) تطوير محتوى منهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في ضوء معايير التطبيقات الحياتية، مجلة البحث في التربية وعلم النفس،35 (3)،102 -125.

إسماعيل، ناريمان. (2019). *أثر وحدة مقترحة في الكيمياء الخضراء على تنمية الوعي الاقتصادي والاتجاه نحو دراستها لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية*، المجلة *المصرية للتربية العلمية*،1 (22)، 91-146.

بسيوني، عبد الحميد. (2008). *مفاهيم تكنلوجيا النانو*، القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع.

البياتي، كريم. (2018). *تطوير محتوى منهج الكيمائية في ضوء المستحدثات الكيميائية وفاعليتها في تنمية الثقافة العلمية لطلاب المرحلة الإعدادية بالعراق*، مجلة البحث العلمي في التربية،91، 469-486.

الثابت، الطاهر. (2019). الكيمياء الخضراء، موقع المخلفات الطبية، تاريخ الدخول 25 /11 /2021م، متاح على الرابط: https://shortest.link/4g4f

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

الحارثي، إبراهيم. (2014). *تجويد التعليم باستخدام المعايير وإدارة الجودة الشاملة*، الرياض: مكتبة الشقري للنشر وتقنية المعلومات.

الرواشدة، عرين. (2014). *بناء مصفوفة المدى والتتابع للبنية المعرفية للتربية المائية في كتب الجغرافيا للمرحلة الأساسية في الأردن*، – جامعة اليرموك، دار المنظومة.

الزدجالية، ميمونة، الغداني، ناصر. (2015). *مصفوفة المدى مقترحة لمناهج التربية الإسلامية للحلقة الثانية من التعليم الأساسي في ضوء مقاصد الشريعة الإسلامية بسلطنة عمان*، مجلة مجمع جامعة المدينة العالمية، ماليزيا: (14)،745-689.

الزهراني، سعيد. (2018). *تقسيم الصفوف الدراسية إلى أربع مستويات وتطوير أنظمة الاختبارات والمناهج وإعداد المعلمين*، صحيفة المدينة اون لاين، تاريخ الدخول 24 /7 /2022م، متاح على الرابط:https://cutt.us/wQHol

الزوين، ن أ. (2020). *الفرق بين التقويم والتقييم والقياس*. (ملف فيديو). مقتبس من: (https://www.youtube.com/watch?v=DHf66iWGskg)

سعادة، جودت. العميري، فهد. (2019). *تقويم المناهج بين الاستراتيجيات والنماذج*، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

سعادة، جودت. العميري، فهد. (2019). *تقويم المناهج التوجهات الحديثة – المعايير العالمية – التطبيقات التربوية–التطلعات المستقبلية*، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

شاكر، عماد صبري. (2009)، *الكيمياء الخضراء*، الدار العربي للنشر والتوزيع.

شحاتة، حسن، النجار، زينب، عمار، حامد. (2003). *معجم المصطلحات التربوية والنفسية*، القاهرة، الدار المصرية اللبنانية.

الشحري، ايمان. (2018). *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*، 1 (4) ,223-280.

الشناوي، نانيس. (2020). *فاعلية برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء في تنمية القيم البيئية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء*، كلية التربية – جامعة بور سعيد، (30) ،211-261.

عبد الهادي، مرام. (2020). تطوير مناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في ضوء المستحدثات العلمية المعاصرة، مجلة كلية التربية، جامعة المنصورة، 110،1176-1149.

عبد الوهاب، فاطمة. (2011). *برنامج مقترح للنفايات الالكترونية باستخدام الوسائط الفائقة التفاعلية لتنمية المعرفة بها واتخاذ القرار حيالها والدافعية الذاتية للتعلم لدى طلاب الصف الاول الثانوي، مجلة التربية العلمية*، 14(2)، 63-109.

العتيبي، نجوى. (2022). *تصميم برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وقياس فاعليته في تنمية المفاهيم والقيم والمهارات المرتبطة بها لدى طالبات مسار العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة*، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة أم القرى، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.

علي، محمد. (2011). موسوعة المصطلحات التربوية، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

عنانزة، خالد. (2007). *الكيمياء الخضراء في خدمة الاقتصاد والبيئة، المجلة الثقافية*–الجامعة الأردنية– 68، (69) , 378 – 376.

القريني، سعد. (2020). *البحث النوعي، الاستراتيجيات وتحليل البيانات*، الرياض: دار جامعة الملك سعود للنشر والتوزيع.

المحادين، إيمان. (2021). بحث *حول تلوث الهواء*، موقع موضوع، تاريخ الدخول 14 / 7 /2022 م، متاح على الرابط: https://cutt.us/J6ai2

نوار، إيمان عبد الحميد ومحمود، حسين والموجي، أماني وأحمد، أميمة. (2021). *برنامج مقترح في المستحدثات الكيميائية قائم على التعلم الذاتي لتنمية مفاهيم المستحدثات الكيميائية لدى طلاب نوادي العلوم بالمرحلة الثانوية*، مجلة المنهل.

هيئة تقويم التعليم والتدريب. (2018). *الإطار الوطني لمعايير مناهج التعليم العام في المملكة العربية السعودية*، تاريخ الدخول 11 /7 /2022م.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

Anastas, P. &BEACH, E. (2009). Chang the course of chemistry. In: P.T. Anastas & etal. (Eds), Green chemistry education, 1-18. Washington, DC: Acs Symposium S eries.

Chen. H, &Gross. R, (2010):"*Green Polymer Chemistry: Biocatalysis and Biomaterials*", Amercan Chemical Society, Washington, pp. 1-14.

Poliakoff, M. Fitzpatrick, J. Farren, T. & Anastas, p. (2002)." Green Chemistry: Science and politics of Change" science, Vol (297), 2 August 2002, www.science-mag.org,pp.807 -810

kaid. L. & Wadsworth, A. (1989). Content Analysis, Measurement of Communication Behavior.

Manahan, S. (2005). Green chemistry and the ten commandments of sustainability. Columbia, USA: Chem.

Noble, H. & Smith, J. (2014). Qualitative data analysis: practical example, Evid Based Nurs, 17(1), 2-3.

Hieresen, D. Schutt, D& Boese, J. (2000)."Green Chemistry ". Journal of Chemical Education, Vol (77), No (12).

Savec, V. & Mlinarec, K. (2021), Experimental Work in Science Education from Green Chemistry Perspectives: A Systematic Literature Review Using PRISMA, University of Ljubljana.

Wardencki, Curylo, J, & Namiesnik.J, (2005)." Green Chemistry-Current and Future Issues" Polish Journal of Environmental Studies, Vol (14), No (4).

Abdelhadi, Maram. (2020). Developing chemistry curricula at the secondary level in the light of contemporary scientific developments, Journal of the Faculty of Education, Mansoura University, 110, 1149-1176. [in Arabic]

Abdelwahab, F. (2011). A proposed program for electronic waste using super interactive media for the development of knowledge and decision-making about it and self-motivation for learning among first-grade secondary students, Journal of scientific education, 14(2), 109-63. [in Arabic]

Abu al-Wafa, R. (2018). The effectiveness of a proposed course for Green Chemistry based on the principles of education for Sustainable Development (ESD) in the development of chemical culture among students and teachers Chemistry Division, Egyptian Journal of scientific education, 21 (2), 51-1. [in Arabic]

Ahmed, I. (2014). Green chemistry is the inevitability of the Twenty-First Century, allokah network, entry date 2/7/2022 [in Arabic] available at the link: https://www.alukah.net/culture/0/74506/

Al-laqani, A, & al-Jamal, A. (1999). Glossary of educational terms defined in curricula and teaching methods, Vol.2, Cairo, world of books. [in Arabic]

Al-Harthy, Ibrahim. (2014). Tajweed education using standards and Total Quality Management, Riyadh: Al-shaqri library for publishing and Information Technology. [in Arabic]

Ali, Mohammed. (2011). Encyclopedia of educational terminology, Amman: Al Masirah publishing and distribution house. [in Arabic]

American Chemical Society, green chemistry, entry date 16 / 9 /2021, [in Arabic]
available at the link: https://cutt.us/UvwDj

AL Mahadeen, E. (2021). Research on air pollution, subject location, entry date 23/11/2022, [in Arabic] available at the link: https://cutt.us/J6ai2.

Al-Otaibi, N. (2022). Designing a proposed educational program based on the principles of green chemistry and measuring its effectiveness in the development of concepts, values and associated skills among students of the course of Natural Sciences at the secondary level in Makkah, Faculty of Education, Umm Al-Qura University. [in Arabic]

Al-Quraini, S. (2020). Qualitative research, strategies and data analysis, Riyadh: King Saud University Publishing and distribution house. [in Arabic].

Al rawashda, l. (2014). Construction of the term and sequence matrix of the knowledge structure of aquaculture in Geography textbooks for the basic stage in Jordan, - Yarmouk University, Dar Al-nizma. [in Arabic]

Al-Shehri, I. (2018). A proposed module in "Bioplastics" in the light of the principles of green chemistry for the development of environmental advocacy skills and the trend towards preventive health in high school students Journal of the Faculty of Education - Kafr el-Sheikh University ,1 (4), 280-223. [in Arabic]

Al-Zahrani, S. (2018). The division of classrooms into four levels and the development of testing systems, curricula and teacher preparation, Al Madina online newspaper, entry date 24/7/2022, [in Arabic]

available at the link: https://cutt.us/wQHoI

Al-zawin, N. (2020). The difference between evaluation, evaluation and measurement. (Video file). [in Arabic]

Al-zadjaliya, Maimouna, Al-ghaddani, Nasser. (2015). The proposed range matrix for Islamic education curricula for the second cycle of basic education in the light of the objectives of Islamic law in the Sultanate of Oman, Journal of the International City University complex, Malaysia: (14), 689-745. [in Arabic]

Adapted from: (https://www.youtube.com/watch?v=DHf66iWGskg)

Ananz, K. (2007). Green chemistry in the service of the economy and the environment, cultural journal-University of Jordan- 68 ،(69)، 378 – 376. [in Arabic]

Bassiouni, A. (2008). Concepts of nanotechnology, Cairo: scientific books House for publishing and distribution. [in Arabic]

Bayati, K. (2018). Developing the content of the chemical curriculum in the light of chemical developments and their effectiveness in developing the scientific culture of preparatory stage students in Iraq, Journal of scientific research in education, 91, 469-486. [in Arabic]

El-Shenawy, N. (2020). The effectiveness of a proposed program in green chemistry in the development of environmental values among student teachers Chemistry Division, Faculty of Education - University of Port Said، (30), 261-211. [in Arabic]

Saadat, J.& Amiri, F. (2019). Curriculum evaluation modern trends-international standards-educational applications-future aspirations, Amman: Al Masirah publishing, distribution and Printing House. [in Arabic]

Saadat, J.& Amiri, F. (2019). Curriculum evaluation between strategies and models, Amman: Al Masirah publishing, distribution and Printing House. [in Arabic]

Ismail, M. (2020) developing the content of the chemistry curriculum at the secondary level in the light of the criteria of life applications, Journal of research in education and psychology, 35 (3), 102-125. [in Arabic]

Ismail, N. (2019). The impact of a proposed module in green chemistry on the development of economic awareness and the trend towards studying it among student's teachers at the Faculty of Education, Egyptian Journal of scientific education, 1 (22), 91-146. [in Arabic]

Jindal, J. (2018), Green Chemistry, Wael publishing and distribution house. [in Arabic]

Nawar, I. Mahmoud, H.& Al-Moji, A. Ahmed, U. (2021). A proposed program in chemical novelties based on self-learning to develop the concepts of chemical novelties among students of high school science clubs, Al-Manhal magazine. [in Arabic]

Shaker, I. (2009), Green Chemistry, Arab publishing and distribution house. [in Arabic]

Shehata, H. al-Najjar, Z.& Ammar, H. (2003). Dictionary of educational and psychological terms, Cairo, the Egyptian-Lebanese House. [in Arabic]

Steady, I. (2019). Green chemistry, location of medical waste, date of entry 25 /11 /2021, [in Arabic] available at the link: https://cutt.us/fXo4N

Term and sequence in curriculum design (2021), teach me website, entry date 3 / 4 /2022, [in Arabic] available at the link: https://cutt.us/hB9FZ

The most famous environmental disasters caused by chemicals. (2016). For reference [in Arabic], the entry date is 1/9/2022, available at the link: https://almerja.com/reading.php?idm=37507