



The effectiveness of a proposed educational program based on the principles of green chemistry in developing scientific awareness among first-year secondary school students in Shabwa Governorate, Republic of Yemen

Majed Faisal Nasser Ahmed Al-Hamzah ^{1,*}, Hunain Mohammed Yahya Al-Surayhi ¹

¹ Department of Science Curricula and Teaching Methods - College of Education - Sana'a University, Sana'a, Yemen.

*Corresponding author: hunin90@gmail.com

Keywords

- | | |
|--------------------|---------------------------------|
| 1. Effectiveness | 2. proposed educational program |
| 3. green chemistry | 4. scientific sense |
-

Abstract:

This study aimed to measure the effectiveness of a proposed educational program—based on the principles of green chemistry—in developing scientific sense among first-year secondary school students in Shabwah Governorate, Republic of Yemen. The study employed a descriptive-constructive approach, as well as a quasi-experimental design (a single-group, pre-test/post-test model) to evaluate the effectiveness of the proposed program. The study sample consisted of 60 first-year secondary students from Bayhan Secondary School, located in the Bayhan District of Shabwah Governorate, Yemen. The researchers developed an instrument to assess the cognitive aspects of scientific sense; after verifying its validity and reliability, it was administered to the sample both before and after the intervention. The study reached the following conclusions:

1. The final version of the proposed educational program, based on green chemistry principles, consists of four study units, comprising a total of 17 lessons (with each unit containing four to five lessons).
2. The selected study unit from the program covers three main topics—subdivided into several subtopics—distributed across eight sessions (two sessions per week), in addition to six sessions dedicated to the pre-test and post-test assessments.
3. There are statistically significant differences (at the $\alpha \leq 0.05$ level) between the mean scores of the first-year secondary students in the pre-test and post-test, both for the overall cognitive aspects of scientific sense and for each individual component of the test, with the results favoring the post-test.

In light of these findings... A set of recommendations was developed, most notably the enhancement of science curricula in general—and chemistry curricula at the secondary school level in particular—to align with scientific advancements related to green chemistry and its applications.

فاعلية برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الحس العلمي لدى طلبة الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية

ماجد فيصل ناصر أحمد الحمزة^{1*} , حنين محمد يحيى السريحي²

اقسم مناهج العلوم وطرائق تدريسها ، كلية التربية - جامعة صنعاء ، صنعاء ، اليمن.

*المؤلف: hunin90@gmail.com

الكلمات المفتاحية

1. فاعلية
2. برنامج تعليمي مقترح
3. الكيمياء الخضراء
4. الحس العلمي

الملخص:

هدفت الدراسة إلى قياس فاعلية برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الحس العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية، وقد اتبعت الدراسة المنهج الوصفي البنائي، كما اتبعت المنهج شبه التجريبي القائم على التصميم التجريبي لمجموعة واحدة بقياسين قبلي وبعدي للتحقق من فاعلية البرنامج التعليمي المقترح. وتكوّنت عينة الدراسة، من (60) طالباً، من طلاب الصف الأول الثانوي في مدرسة ثانوية ببحان، الكائنة في مديرية ببحان بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية، وقام الباحثان بإعداد الأدوات الآتية: اختبار الجانب المعرفي للحس العلمي، وبعد التأكد من صدق وثبات أداة الدراسة، تم تطبيقها على عينة الدراسة قبلًا وبعديًا. وقد توصلت الدراسة إلى ما يأتي:

1. تكون البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في صورته النهائية من أربع وحدات دراسية، وكل وحدة من وحدات البرنامج اشتملت على أربعة إلى خمسة دروس، حيث بلغ إجمالي عددها 17 درسًا.
2. تضمنت الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح ثلاثة موضوعات رئيسة يندرج تحتها عدد من الموضوعات الفرعية، وهذه الموضوعات موزعة على ثمان جلسات، بواقع جلستين أسبوعيًا، إضافة إلى ست جلسات للتطبيق القبلي والبعدي لأدوات الدراسة.
3. يوجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طلاب الصف الأول الثانوي مجموعة الدراسة في القياسين القبلي والبعدي لاختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي ككل وفي كل جانب من جوانب الاختبار، ولصالح التطبيق البعدي.

وفي ضوء نتائج الدراسة؛ فقد تم الخروج بمجموعة من التوصيات، والتي من أهمها تطوير مناهج العلوم بشكل عام، ومناهج الكيمياء في المرحلة الثانوية بشكل خاص، وبما يتوافق مع التطورات العلمية المتعلقة بالكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.

المقدمة:

الإنسان من تدمير وتلوّث؛ نجد أنّ التربية العلمية تتجه نحو تضمين التكنولوجيا الخضراء في العملية التعليمية، حيث إنّ هناك اتجاهاً معاصراً نحو تضمينها في المناهج الدراسية، وخاصةً في تعليم وتعلم الكيمياء، في مراحل التعليم العام (غانم، 2015).

وتُعد البرامج المرتكزة على الكيمياء الخضراء ومبادئها وتطبيقاتها من البرامج التي ترتبط بواقع المتعلم، كونها تدرس وتناقش قضايا ومشكلات ترتبط ببيئته، وتسعى إلى إعداد الإنسان المعاصر المثقف القادر على التفاعل مع متطلبات الحاضر والمستقبل، والقادر على تطوير حياته بنفسه (حجاج، 2020).

وتُمثل الكيمياء الخضراء أحد الاتجاهات الحديثة القائمة على مجموعة من المبادئ، التي يعتمد عليها في تصميم المنتجات الكيميائية وتطويرها، بحيث تمكن العلماء من التخلص من النفايات الضارة والمواد السامة بأقل تكلفة، وتعود بالنفع على البيئة والبشر، وعلى كوكب الأرض بأسره (محمد، 2020).

وقد ظهر مصطلح الكيمياء الخضراء (Green Chemistry) كأحد المستحدثات الكيميائية بعد قانون منع التلوث عام 1990م في الولايات المتحدة الأمريكية، وينص هذا القانون صراحةً على عدم توليد النفايات كلما أمكن ذلك، وتقليل كمياتها إلى الحد الأدنى، من خلال بعض التدابير البسيطة، مثل: المراقبة الدقيقة للمخزون، وتقليل فقد المذيبات بسبب التبخر، بالإضافة إلى

في ظل ما يشهده العصر الحالي من انفجار معرفي، وما أحدثه الإنسان من ثورة معرفية وتكنولوجية متسارعة، والتي فرضت على المجتمع البشري تحديات علمية وتكنولوجية وبيئية متعددة ومتشابكة، وظهور العديد من المشكلات والقضايا البيئية الناتجة عن التقدم في مجال الكيمياء والإلكترونيات، وهذا أدى إلى زيادة النفايات والإضرار بالبيئة وبحياة الإنسان، الأمر الذي يتطلب من المؤسسات التعليمية إعداد جيل لديه القدرة على اتخاذ القرارات، ومواجهة هذه المشكلات، وذلك من خلال تزويد الطلبة بأهم المستحدثات الكيميائية، والتقنيات المختلفة، التي تساعد على الحفاظ على البيئة وحياة الإنسان.

وتُعد الكيمياء أحد أهم فروع العلوم الطبيعية التي ساهمت بدور عظيم في النهضة الحضارية التي شملت شتى مجالات الحياة، حيث أسهمت في ابتكار العديد من المنتجات التي شاركت في رفاهية حياة البشر، وعلى الرغم من هذه الإيجابيات، فقد أسرف الإنسان في استغلال الثروات الطبيعية، مثل مصادر الوقود والخامات المعدنية، وغيرها، حتى بدأت مصادرها تشح بين يديه، كما أسرف في النشاط الصناعي فلوّث الأنهار والبحار والهواء، وأفسد الأرض الزراعية بإسرافه في استخدام المخصبات والمبيدات، مما أدى إلى تحول علاقة الإنسان بالبيئة تسيطر عليها علاقات العداء (عبد المعز، 2007).

ومع تفاقم المشكلات البيئية المعقدة، وما خلفته الأنشطة الصناعية على البيئة وعلى صحة

أساليب جذرية أكثر تعقيدًا، مثل إعادة التصميم الكامل لعمليات التصنيع مع تقليل النفايات كأولوية قصوى (Manahan, 2006, 9).

وفي ظل الاهتمام بهذا الفرع من علوم الكيمياء، وتطبيقاته في مختلف المجالات، عقدت العديد من المؤتمرات للتأكيد على أهمية تضمين مبادئ هذا العلم في المناهج الدراسية للتعليم العام، وخصوصًا مناهج الكيمياء، ومن هذه المؤتمرات مؤتمر الكيمياء الخضراء والاستدامة بمدينة برلين (ألمانيا) في الفترة من 4-6 إبريل عام 2016م؛ والمؤتمر الدولي السادس للكيمياء بعنوان "اتجاهات جديدة في علم الكيمياء" والذي عُقد في الرياض-السعودية في الفترة من 8-10 نوفمبر عام 2016م، والذي نظّمته جامعة الملك سعود بالتعاون مع الجمعية الكيميائية السعودية؛ والمؤتمر الدولي الثاني بعنوان "الكيمياء الخضراء والهندسة"، والذي عُقد في برشلونة - إسبانيا في الفترة من 23-24 يوليو عام 2018م؛ وكذلك المؤتمر العلمي الدولي الثالث بعنوان "علوم من أجل الحياة"، والذي عُقد في مدينة الغردقة بجمهورية مصر العربية، تحت رعاية رئيس جامعة عين شمس، في الفترة من 12-15 نوفمبر عام 2019م (البلطان، 2021).

كما توجه الباحثون إلى القيام بالعديد من الدراسات التي تناولت الكيمياء الخضراء وأهمية تضمينها سواء في البرامج أو المناهج الدراسية وقياس فاعليتها في تنمية متغيرات مختلفة، وفي هذا الصدد أكدت دراسة ميلر (Miller, 2012) على ضرورة تضمين مبادئ الكيمياء الخضراء في

مناهج العلوم، وتطبيقها في البرامج والمناهج الدراسية، لبناء جيل من المتعلمين بناءً علميًا، وقادر على مواجهة المشكلات البيئية، ودراسة (يوسف، 2022)، التي أظهرت فاعلية برنامج في الكيمياء الخضراء في تنمية مهارات التفكير الأخلاقي لدى معلمي الكيمياء قبل الخدمة، وأوصت بضرورة تضمين الكيمياء الخضراء في برامج إعدادهم، ودراسة (محمد، 2020)، والتي أظهرت فاعلية وحدة في الكيمياء الخضراء في تنمية الوعي بالاستدامة البيئية ومهارات التفكير الإيجابي لدى طلبة المرحلة الإعدادية، وأوصت بضرورة تطوير مناهج العلوم والكيمياء في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء.

ويُسهم تعليم وتعلم مبادئ الكيمياء الخضراء في تحسين فهم الطلبة للمفاهيم الكيميائية، وينمي الحس العلمي لديهم، وإبراز التأثير البيئي والمجتمعي للكيمياء، وربط الكيمياء بغيرها من العلوم، وبحياة المتعلم اليومية، وتوجيه تعليم الكيمياء نحو الممارسات المستدامة المرتبطة بالبيئة والصحة، وتطوير التكنولوجيا الضرورية لتحقيق الأهداف المرغوبة للبيئة المستدامة، وجعل الكيمياء تركز على التنمية المستدامة (أبو الوفاء، 2018).

ويُعد الحس العلمي من الأنشطة العقلية التي تسمح للطلبة بالتعامل بفاعلية مع العالم المحيط، وذلك حسب أهدافه ورغباته، حيث يمارس الإنسان مهارات الحس العلمي عندما تواجهه مشكلة في حياته اليومية والمهنية (الشحري، 2011). وترى (مراد، 2016) أنَّ الحس العلمي لا يُمكن

لدى الطلبة، ودراسة قشطة (2018) والتي هدفت إلى استخدام الواقع المعزز في تنمية المفاهيم والحس العلمي لدى طالبات الصف السابع الأساسي، ودراسة جودة (2020) والتي هدفت إلى تطوير مناهج العلوم للمرحلة الأساسية العليا في ضوء التربية الجمالية ومعرفة أثرها في تنمية الحس العلمي، ومهارات التفكير التأملي لدى الطلبة.

وانطلاقاً مما سبق، ومن خلال تأكيد الدراسات السابقة على أهمية المستحدثات الكيميائية، وضرورة تضمين مبادئ ومفاهيم الكيمياء الخضراء في المناهج الدراسية، وخصوصاً مناهج الكيمياء، وفي ضوء الاهتمام بتنمية الحس العلمي لدى الطلبة، ولكون الدراسات التي تهدف إلى إعداد برامج تعليمية في الكيمياء الخضراء، ومعرفة فاعليتها في تنمية الحس العلمي في الوطن العربي بشكل عام، واليمن بشكل خاص، نادرة، فقد تبلورت مشكلة الدراسة الحالية في التعرف على فاعلية برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الحس العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي في محافظة شبوة بالجمهورية اليمنية.

كما لم يتم إنجاز أي دراسة سابقة- في حدود علم الباحثين- تهتم بوضع برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وقياس فاعليته في تنمية الحس العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي في محافظة شبوة بالجمهورية اليمنية، مما يؤكد أهمية الدراسة الحالية والحاجة إليها.

مشكلة الدراسة وأسئلتها Problem Of The
Study and Questions: تُعد الكيمياء من

الاستدلال عليه بطريقة مباشرة، ولكن يمكن أن يستدل عليه من خلال الممارسات التي تُعبر عن وجوده، وتؤثر على الجوانب المعرفية والمهارية والوجدانية للمتعلم، كما يتطلب تنمية الحس العلمي لدى المتعلم استغلال إمكانيات الدماغ البشري، والعمل على تصميم استراتيجيات تعتمد في المقام الأول على الأنشطة، وذلك من خلال توفير فرص تعليمية إيجابية للمتعلمين أثناء تعليم وتعلم العلوم بشكل عام، والكيمياء على وجه الخصوص.

ويرى الباحثان أن هناك العديد من الأنشطة والتجارب التي تتضمنها الكيمياء الخضراء تعمل على تنمية الحس العلمي لدى المتعلمين، والتي تجعل المتعلم منغمساً في ما يتعلمه، وذلك من خلال إجراء التجارب البديلة والأمنة، والتي تساعد في التقليل من النفايات، وتوجه المتعلم إلى طرح أفكاره، وتزويد من حبه للتعلم واستمتاعه بالعمل العلمي، كما تزيد من حبه للاستطلاع، من خلال الأنشطة والمشاريع البحثية المتعلقة بالكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.

وبالتالي، فقد أشارت العديد من الدراسات، والتي هدفت إلى تنمية الحس العلمي لدى الطلبة، مثل دراسات كل من: مراد (2016)؛ وقشطة (2018)؛ وجودة (2020)، إلى ضرورة الانتقال للتعلم المتمركز حول المتعلم، ليصبح مشاركاً في بيئة ثرية تحث على التعلم النشط، فمثلاً دراسة مراد (2016) هدفت إلى أثر استخدام خرائط التفكير في تدريس العلوم على تنمية الحس العلمي لدى طالبات الصف الخامس الابتدائي، وأوصت باستخدام خرائط المفاهيم في تنمية الحس العلمي

العلوم الطبيعية التي تتعامل مع المادة ومكوناتها وخصائصها النشطة، فهي تدخل في كل شيء يحيط بنا، ولقد ساهمت الكيمياء في العديد من التطورات التقنية الرائعة التي ساهمت في جودة حياة الإنسان، فبدون الجهود الدؤوبة للكيميائيين، والإنتاجية الهائلة للصناعات الكيميائية، لا شيء يقترب من مستوى المعيشة المرتفع الذي تتمتع به مجتمعاتنا اليوم.

ومع ذلك لا يمكن إنكار الآثار السلبية الهائلة للصناعات الكيميائية، مثل إطلاق الملوثات والمواد السامة وإنتاج مواد غير قابلة للتحلل؛ مما يؤدي إلى الإضرار بالبيئة والكائنات الحية، بحدوث خلل في التوازن البيئي الذي يؤدي إلى العديد من المشكلات البيئية، مثل: التلوث، واستنزاف طبقة الأوزون، وارتفاع درجة حرارة الأرض، والتصحر، وغير ذلك، ولكن لفترة طويلة لم يكن العالم مهتمًا بأثار المواد الكيميائية على صحة الإنسان وسلامة البيئة، حتى ظهر كتاب (Silent Spring) "الربيع الصامت" للبيولوجية راشيل كاروسون Rachael Carson في عام 1962م، حيث تحدثت فيه عن سُمية المركبات الكيميائية وخطرها على صحة الإنسان وعلى الأنظمة البيئية، وكان ذلك منشأ الحركات والمنظمات التي تنادي بحماية البيئة، وعلى الرغم من ذلك لم تكن الجهود والطرق المبذولة كافية للحد من الوضع الكارثي، لذلك تم بذل الكثير من الجهود لجعل الكيمياء المستقبلية أقل سُمية وأقل خطورة، وكان ذلك من خلال تبني علم جديد سُمي بالكيمياء الخضراء (Green Chemistry) وهو

العلم الذي يبحث عن وسائل صديقة للبيئة للحيلولة دون زيادة التلوث (الشناوي، 2020).

وفي ضوء ما سبق؛ تمثلت مشكلة الدراسة الحالية في وجود قصور في تضمين منهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في الجمهورية اليمنية للمستحدثات الكيميائية (الزويد، 2006)؛ (المخلافي، 2008)، وكذلك لاحظ الباحثان من خلال عملهما ومن خلال نتائج الاختبارات الشهرية تدني في مستوى الحس العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية؛ ومن ثم فقد تم سعت الدراسة الحالية لوضع حلول لهذه المشكلة؛ من خلال تطوير برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، والكشف عن فاعليته في تنمية الحس العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية.

وعلى ضوء ذلك؛ فإن مشكلة الدراسة تتحدد بالسؤال الرئيسي الآتي: ما فاعلية برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الحس العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية؟ ويتفرع من هذا السؤال الأسئلة الفرعية الآتية:

1. ما البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء لقياس فاعليته في تنمية الحس العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية؟

2. ما الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء

1. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية في القياسين القبلي والبعدي على اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي في الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح.

أهمية الدراسة Significance Of The Study

تنبثق أهمية الدراسة من أهمية وطبيعة منهج الكيمياء في المرحلة الثانوية، ومن ضرورة الاستفادة من المستجدات العلمية العالمية المتعلقة بالكيمياء الخضراء. وفي ضوء ذلك تكمن أهمية الدراسة الحالية والحاجة إليها في الجوانب الآتية:

1. ستوجه الدراسة الحالية أنظار مخططي

مناهج الكيمياء إلى أهمية تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في مناهج الكيمياء للمرحلة الثانوية في الجمهورية اليمنية.

2. ستقدم الدراسة الحالية محتوى علمي

للبرنامج المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء لطلبة المرحلة الثانوية، يمكن أن يسترشد به الباحثون في إعداد برامج أخرى، أو مقررات أخرى.

3. ستقدم الدراسة الحالية أدوات قياس لمهارات

الحس العلمي يمكن أن يسترشد بها الباحثون، وكذلك يمكن أن تساعد المعلمين في تقييم طلبتهم لمدى تمكنهم من هذه المهارات.

الخضراء لقياس فاعليته في تنمية الحس العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية؟

3. ما فاعلية البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الجوانب المعرفية للحس العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية؟

أهداف الدراسة Aims Of The Study: تتحدد

أهداف الدراسة فيما يلي:

1. إعداد برنامج مقترح، قائم على مبادئ

الكيمياء الخضراء وقياس فاعليته في تنمية الحس العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية.

2. إعداد وحدة دراسية مختارة لقياس فاعلية

البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وأثرها في تنمية الحس العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية.

3. التعرف على فاعلية البرنامج التعليمي

المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الجوانب المعرفية للحس العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية.

فرضية الدراسة Hypothes Of The Study:

تسعى الدراسة إلى التحقق من صحة الفرضية الآتية:

4. ستفتح المجال أمام الباحثين في إجراء مزيد من الدراسات والأبحاث، التي تتعلق بالكيمياء الخضراء والمستحدثات الكيميائية الأخرى.

حدود الدراسة Scope Of The Study:

اقتصر تطبيق هذه الدراسة على الحدود الآتية:

■ **الحدود الموضوعية:** وتتمثل في الحدود الآتية:

• مبادئ وموضوعات الكيمياء الخضراء والتي تناسب طبيعة مادة الكيمياء للصف الأول الثانوي، ومستوى طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية، وذلك من خلال إجراء استطلاعات رأي لمجموعة من المتخصصين في تدريس الكيمياء، وفي مناهج وطرائق تدريس العلوم.

• قياس فاعلية البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الحس العلمي، وذلك من خلال اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي.

■ **الحدود المكانية:** تم تطبيق هذه الدراسة في مدرسة ثانوية ببحان، وهي أحد مدارس مديرية ببحان في محافظة شبوة بالجمهورية اليمنية.

■ **الحدود الزمانية:** تم تطبيق هذه الدراسة في الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي 1447هـ الموافق 2025 - 2026م.

■ **الحدود البشرية:** تم تطبيق أدوات هذه الدراسة على عينة عددها (60) طالباً من طلاب الصف الأول الثانوي في مدرسة ثانوية ببحان الكائنة في مديرية ببحان بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية.

مُصطلحات الدراسة Terms Of The Study:

تضمنت الدراسة المُصطلحات الآتية: - **فاعلية Effectiveness:** تعرف لغويًا في تجديد صحاح الجوهرية بأنها: "كل ما يظهر للوجود ولظهوره علّة، وفعال بوجه عام ما يحدث أثرًا" (مرعشلي، ومرعشلي، 1974، 251).

كما تعرف الفاعلية اصطلاحًا بأنها: "مدى الأثر الذي يمكن أن تحدثه المعالجة التجريبية، باعتبارها متغيرًا مستقلًا، في أحد المتغيرات التابعة، كما تعرف بأنها مدى أثر عامل، أو بعض العوامل المستقلة، على عامل أو بعض العوامل التابعة" (شحاتة، والنجار، 2003، 230).

وعرفها اللقاني والجمال (2003، 82) بأنها: "الأثر المرغوب الذي يتوقع حدوثه لخدمة هدف أو أهداف معينة".

ويعرفها الباحثان إجرائيًا بأنها: مدى الأثر الذي يمكن أن تحدثه المعالجة التجريبية للبرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، باعتبارها متغيرًا مستقلًا، في المتغير التابع، والمتمثل في الجوانب المعرفية للحس العلمي، لدى طلاب الصف الأول الثانوي في مدرسة ثانوية ببحان بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية.

مرحلة تكوين المنتج، من خلال تطوير مواد ومنتجات آمنة، تُقلل من الطاقة والتكلفة المستخدمة، وتكوين النفايات أو المواد الخطرة". ويعرفها الباحثان إجرائياً بأنها: مجموعة من الموضوعات الكيميائية المستحدثة، التي تشجع على تصميم المنتجات والعمليات الهادفة، من أجل التقليل أو القضاء على استخدام وتكوين المواد الضارة، من خلال تطوير مواد ومنتجات آمنة تُقلل من الطاقة والتكلفة المستخدمة، وتكوين النفايات أو المواد الخطرة، والتي تمثل محتوى البرنامج المُعد في الدراسة الحالية المقدم لطلاب الصف الأول الثانوي في مدرسة ثانوية ببحان بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية.

– الحس العلمي **Scientific Sense**: يعرفه فورد (Ford, 2012, 211) بأنه: "التفكير في صنع المعنى العلمي، من خلال التركيز على الممارسات العلمية، وأنماط الحوار والخطاب باستخدام طرق خاصة، مثل التواصل، والتمثيل مما يجعل هذه الممارسات العلمية ميسرة وسهلة وتأخذ طابعاً علمياً منطقياً". كما يعرف جودة (2020، 68) الحس العلمي بأنه: "توظيف التفكير المنطقي والسليم، وممارسة الأنشطة العقلية بطريقة معرفية ووجدانية، بناء على الإدراك والفهم والوعي؛ وذلك وصولاً لتحقيق الهدف المنشود".

ويعرفه الباحثان إجرائياً بأنه: قدرة المتعلم على استخدام حواسه في طرح الأسئلة، وتوليد الأفكار، وربط الخبرات السابقة بالمواقف والمشكلات الجديدة، وذلك من خلال مجموعة من الممارسات والأنشطة ذات الصلة بالكيمياء الخضراء،

– البرنامج **Program**: يعرفه شحاته والنجار (2003، 74) بأنه: "مجموعة من الأنشطة والممارسات العملية التي يتم تطبيقها في قاعة أو حجرة لمدة زمنية محددة، وفقاً لتخطيط وتنظيم هادف ومحدد، يعود على المتعلم بالتحسن". ويعرفه الباحثان إجرائياً بأنه: مخطط عام لمحتوى علمي خاص بموضوعات ومبادئ الكيمياء الخضراء، والذي يتضمن الأنشطة والخبرات المتنوعة المخططة والمنظمة حول مفاهيم ومبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، والمقدمة لطلاب الصف الأول الثانوي؛ من خلال استخدام استراتيجيات وأنشطة متنوعة، بهدف تنمية الجوانب المعرفية للحس العلمي لديهم.

– الكيمياء الخضراء (**GREEN CHEMISTRY**): يعرف منها (Manahan, 10, 2006) الكيمياء الخضراء بأنها: "ممارسة العلوم الكيميائية وعمليات التصنيع بطريقة مستدامة وآمنة وغير ملوثة، وتستهلك الحد الأدنى من المواد والطاقة، مع إنتاج مواد قليلة أو معدومة من النفايات". وعرف كل من (Horvath & Anastas, 2007, 2169) الكيمياء الخضراء بأنها: "فرع جديد من فروع الكيمياء، يعمل على تطوير العمليات الصديقة للبيئة، مثل: استخدام المذيبات الآمنة، واستخدام السوائل فوق الحرجة، واستخدام اللدائن (المحفزات التي تساعد في عمليات التنظيف) في التفاعلات الكيميائية". كما عرفت محمد (2020، 221) بأنها: "أحد المستحدثات الكيميائية التي تهدف إلى منع حدوث التلوث في مرحلة التصميم، بدلاً من معالجته في

وممارستها بطريقة معرفية، وتقاس بدرجة المتعلم على اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي، والذي تم إعداده في الدراسة الحالية.

الخلفية النظرية للدراسة

المحور الأول: الإطار الفلسفي للبرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء: وفي هذا المحور تمت مناقشة الجوانب الآتية:

- النظرية البنائية كنظرية تربوية التي تركز عليها الكيمياء الخضراء: إنَّ وجود أطر مرجعية تستند عليها عملية تطوير البرامج أو المناهج تسهم في جعل عملية التطوير أكثر علمية، وبعيدة عن الاجتهادات الشخصية العشوائية، ومن أبرز الاتجاهات والمشاريع المعاصرة والمستحدثة في تطوير المناهج بشكل عام، ومناهج العلوم بشكل خاص، مشروع الكيمياء الخضراء، الذي ارتكز على مفاهيم النظرية البنائية في بناء وتطوير مناهج العلوم، ومنها منهج الكيمياء، إذ أنها أسهمت برفد الوسط التربوي بقدر كبير من المعارف، والتي مكنت من التوجه نحو مراجعة العملية التعليمية في المدارس، وتوفير آلية عمل لإصلاحها. وقد تم تطوير البرنامج المقترح للدراسة الحالية على ضوء أسس وفرضيات النظرية البنائية في التعليم والتعلم، وذلك كما يأتي:

- **المبادئ الأساسية للنظرية البنائية:** ينطلق التصور المعرفي للنظرية البنائية، فيما يختص بمشكلة المعرفة وقضاياها من عدد من الأسس، والتي منها ما يأتي (حيدر، 2020، ص70):

الأساس الأول: لا يتم تلقي المعرفة بشكل سلبي سواءً من خلال الحواس أو من خلال التواصل، ولكن يتم بناؤها بنشاط من قبل الذات العارفة.

الأساس الثاني: وظيفة الإدراك هي تكييفية تخدم تنظيم الشخص القائم بها للعالم التجريبي، وليس اكتشاف واقع وجودي موضوعي، أي أنَّ الإدراك ينتج من خلال التفاعل بين المعرفة السابقة المتراكمة، والمعرفة الجديدة، ولذلك نحن لا نجد الحقيقة، ولكن نبني تفسيرات قابلة للتطبيق، أي أنَّ وظيفة العملية المعرفية (العقلية)، هي التكيف مع تنظيم العالم التجريبي وخدمته، وليس اكتشاف الحقيقة الوجودية المطلقة.

- **افتراضات التعلم المعرفي عند البنائيين:** تعكس هذه الافتراضات ملامح الفلسفة البنائية، وهي على النحو الآتي (Von Glasersfeld, 2001, p 38 - 33):

أولاً: التعلم عملية بنائية نشطة ومستمرة، وغرضية التوجه.

ثانياً: تنهياً للتعلم أفضل الظروف عندما يواجه المتعلم بمشكلة أو مهمة حقيقية.

ثالثاً: تتضمن عملية التعلم إعادة بناء الفرد لمعرفته من خلال عملية تفاوض اجتماعي مع الآخرين.

رابعاً: المعرفة السابقة للمتعلم شرط أساسي لبناء تعلم ذي معنى.

خامساً: الهدف الجوهرى من عملية التعلم هو إحداث تكيفات تتواءم مع الضغوط المعرفية الممارسة على خبرة الفرد.

وقد راعى الباحثان هذه الافتراضات والمبادئ عند بناء محتوى البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، والذي تم إعداده في الدراسة الحالية.

المحور الثاني: الكيمياء الخضراء ومناهج الكيمياء للمرحلة الثانوية:

- مفهوم الكيمياء الخضراء: يشار إلى الكيمياء الخضراء بعدد من المصطلحات، ومنها: مصطلح "الكيمياء المستدامة"، وكذلك المصطلحات ذات الصلة بالبيئة، مثل: "التخليق الصديق للبيئة"، "التصميم الآمن"، و"الكيمياء النظيفة" (Warner, 776, 2004, & Anastas). وقد عرف العلماء والباحثون الكيمياء الخضراء بالعديد من التعريفات، والتي تتفق بشكل كبير حول مضمون وهدف الكيمياء الخضراء، حيث عرفت الكيمياء الخضراء بأنها: "ممارسة مستدامة للعلوم الكيميائية والتصنيع، ضمن إطار بيئي صناعي، بطريقة مستدامة وآمنة وغير ملوثة، تستهلك أقل قدر ممكن من الطاقة والموارد المادية، بينما تنتج نفايات تكاد تكون معدومة" (Mitalis Azizah, & Yonata, 234, 2023).

ويتضح مما سبق أن علم الكيمياء الخضراء هي فرع حديث من فروع علم الكيمياء، يهدف إلى تقليل الانبعاثات الناتجة عن عمليات التصنيع الكيميائي الأخرى إلى أقل حد ممكن، كما يهدف إلى ابتكار مواد كيميائية جديدة تعود بالخير

على البيئة، ومواد كيميائية تعمل كبدايل عن المواد الكيميائية الأخرى التي تعود عمليات تصنيعها بنتائج سلبية على البيئة.

- نشأة الكيمياء الخضراء: الكيمياء الخضراء ظهرت كاستجابة للحاجة الملحة لتقليل التأثيرات البيئية السلبية للصناعات الكيميائية، وبدأت تأخذ شكلها الجاد في الولايات المتحدة الأمريكية بعد تشريع قانون منع التلوث في عام 1990م، حيث أن هذا التشريع دفع العلماء إلى تبني استراتيجيات جديدة للقضاء على المخاطر من المصدر (Warner, & Anastas, 2004).

وفي أوروبا، بدأت إيطاليا والمملكة المتحدة مبادرات رئيسية في الكيمياء الخضراء خلال النصف الأول من التسعينيات في القرن الماضي، حيث أنشأت برامج بحثية وتعليمية، وتوجت هذه الجهود في إنشاء شبكة الكيمياء الخضراء ضمن الجمعية الملكية للكيمياء، وإطلاق مجلة "الكيمياء الخضراء" في عام 1999م لتشجيع الباحثين على إنتاج أبحاث ودراسات حول الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها (Sheldon, 2016).

وقد تطورت الكيمياء الخضراء منذ التسعينيات بشكل ملحوظ مع إطلاق برامج حكومية، مثل جوائز تحدي الكيمياء الخضراء الرئاسية في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1995م (Anastas & Eghbali, 2009)، كما تم تأسيس معهد الكيمياء الخضراء (GCI) في نفس العام كمنظمة غير ربحية، وتم منح آلاف براءات الاختراع في الولايات المتحدة الأمريكية بين عامي 1983م و2001م، مما يدل على تزايد الاهتمام

العالمي بتطوير تقنيات كيميائية أكثر استدامة (Gross, 2013).

وبشكل عام، فإن نشأة الكيمياء الخضراء وتطورها تعكس تحولاً جذرياً في كيفية التفكير في التأثيرات البيئية للصناعات الكيميائية، وتحولاً نحو تصميم أكثر استدامة، يأخذ في الاعتبار صحة الإنسان والبيئة بشكل متكامل.

- **فلسفة الكيمياء الخضراء:** إن فلسفة الكيمياء الخضراء تقوم على استبدال المواد الضارة بأخرى غير ضارة أو أقل ضرراً، وتطوير منتجات أقل استهلاكاً للطاقة والمادة أثناء فترة استعمالها، وأقل ضرراً للبيئة بعد استخدامها.

كما أوضح كل من (Layla, & Rafael, 2018, 2) أن فلسفة الكيمياء الخضراء تركز على تصميم وتطوير وتنفيذ عمليات كيميائية صديقة للبيئة، واقتصادية؛ وبذلك فإن الكيمياء الخضراء تسعى لجعل علم الكيمياء علماً متكاملًا، عن طريق تقليل ما يسببه التصنيع الكيميائي لصناعات الدواء وصناعات البترول والبلاستيك وغيرها من تلوث للبيئة، بمنع تكون هذا التلوث في المقام الأول؛ وبذلك تحول الاهتمام في ظل فلسفة الكيمياء الخضراء إلى مجموعة من التساؤلات الجديدة عند تخطيطه لأي صناعة كيميائية حديثة وأهمها: ما مدى خطورة المواد الناتجة؟ ما المواد السامة والخطرة التي سيتم تداولها بواسطة العاملين المنتجين لها؟ ما المواد السامة المتراكمة في المنتج؟ ما المسؤوليات القانونية الناجمة من تصنيع هذا المنتج؟ ما هي تكاليف معالجة النفايات؟

- **مبادئ الكيمياء الخضراء:** مبادئ الكيمياء الخضراء، أو مبادئ الكيمياء المستدامة، مجموعة من الإرشادات تهدف إلى تقليل أو القضاء على استخدام المواد الخطرة في العمليات الكيميائية، وتهدف هذه المبادئ إلى تقليل التأثيرات البيئية والصحية مع الحفاظ على فعالية النواتج الكيميائية (Sheldon, 2016). وتقوم الكيمياء الخضراء على 12 مبدأ تم تطويرها في التسعينيات بواسطة بول أناستاس وجون وارنر (1998م)، وأصبحت أساساً للكيميائيين والباحثين لتحقيق مستقبل أكثر استدامة، وتساعد هذه المبادئ التوجيهية الكيميائيين على تطوير عمليات مستدامة ومنتجات مراعية للبيئة وهذه المبادئ، الاثنا عشر، والتي تمثل أطراً شاملاً للكيمياء الخضراء، كما أوردها العديد من الباحثين، مثل: ميشر (Mishra, 2023)؛ ويوسف (2022)؛ والبلطان (2021)؛ وحجاج (2020)؛ ومحمد (2020)؛ ومنهان (Manahan, 2006)، هي على النحو الآتي:

المبدأ الأول: منع النفايات أو منع الهدر (Preventing Waste): ينص على أنه: "من الأفضل منع النفايات بدلاً من معالجتها أو تنظيفها بعد إنشائها".

المبدأ الثاني: تعظيم دمج المواد والاقتصاد الذري (Atom Economy): ينص على أنه: "يجب تصميم الطرق التركيبية لتحقيق أقصى قدر من دمج جميع المواد المستخدمة في العملية في الناتج النهائي".

المبدأ الثالث: إنتاج مواد كيميائية أكثر أماناً (Creating Safer Chemicals): ينص على أنه: "يجب تصميم المنتجات الكيميائية بحيث تؤثر على وظيفتها المطلوبة مع تقليل سميتها إلى أدنى حد".

المبدأ الرابع: تصميم تفاعلات كيميائية آمنة (Designing Safer Chemicals): ينص على أنه: "حيثما كان ذلك ممكناً، ينبغي تصميم الطرق التركيبية لاستخدام وتوليد مواد ذاتسمية قليلة أو معدومة لصحة الإنسان والبيئة".

المبدأ الخامس: اختيار مواد مساعدة ومذيبات أكثر أماناً (Safer Auxiliary Materials and Solvents): ينص على أنه: "يجب أن يكون استخدام المواد المساعدة (مثل المذيبات وعوامل الفصل وما إلى ذلك) غير ضروري كلما أمكن ذلك، وغير ضار عند استخدامها".

المبدأ السادس: تصميم من أجل كفاءة الطاقة (Design for Energy Efficiency): ينص على أنه: "يجب إدراك متطلبات الطاقة للعمليات الكيميائية وتأثيراتها البيئية والاقتصادية، ويجب تقليلها إلى أدنى حد، وإذا أمكن، يجب إجراء الطرق التركيبية في درجة حرارة وضغط محيطين".

المبدأ السابع: استخدام المواد الأولية المتجددة (Use of Renewable Feedstocks): ينص على أنه: "يجب أن تكون المادة الخام أو المواد الخام قابلة للتجديد بدلاً من استنفادها عندما يكون ذلك ممكناً من الناحية الفنية والاقتصادية".

المبدأ الثامن: تقليل المشتقات (Reduction of Derivatives): ينص على أنه: "يجب تقليل

أو تجنب الاشتقاق غير الضروري (استخدام مجموعات الحجب، والحماية/إزالة الحماية، والتعديل المؤقت للعمليات الفيزيائية/الكيميائية) إذا أمكن، لأن مثل هذه الخطوات تتطلب كواشف إضافية ويمكن أن تولد نفايات".

المبدأ التاسع: التحفيز (Catalysis): ينص على أنه: "إن الكواشف الحفزية (الانتقائية قدر الإمكان) متفوقة على الكواشف المتكافئة القياس". (Sheldon, 2016, 54).

المبدأ العاشر: تصميم النواتج القابلة للتحلل (Design for Degradation): ينص على أنه: "يجب تصميم المنتجات الكيميائية بحيث تتحلل في نهاية وظيفتها إلى منتجات تحلل غير ضارة ولا تستمر في البيئة".

المبدأ الحادي عشر: التحليل في الوقت الفعلي لمنع التلوث (Real-Time Analysis for Pollution Prevention): ينص على أنه: "تحتاج المناهج التحليلية إلى مزيد من التطوير للسماح بالمراقبة والتحكم في الوقت الفعلي أثناء العملية قبل تكوين المواد الخطرة".

المبدأ الثاني عشر: كيمياء أكثر أماناً لمنع الحوادث (Inherently Safer Chemistry for Accident Prevention): ينص على أنه: "يجب اختيار المواد وشكل المادة المستخدمة في العمليات الكيميائية لتقليل احتمالية وقوع الحوادث الكيميائية، بما في ذلك الانبعاثات والانفجارات والحرائق".

ومما سبق نلاحظ أنَّ مبادئ الكيمياء تعتبر أساسية لمواجهة تحديات الاستدامة المعقدة، مثل تغير

المناخ والإنتاج الغذائي المستدام، ومكافحة التلوث، لذا من الضروري دمج هذه المبادئ في المناهج التعليمية، وخصوصاً مناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية، وتعليمها للطلبة لاتخاذ قرارات مستنيرة وممارسات مستدامة في حياتهم اليومية والعملية والمهنية، وهذا ما تسعى إليه الدراسة الحالية، حيث تسعى إلى تطوير برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، وقياس فاعليته في تنمية الحس العلمي، لدى طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية.

المحور الثالث: الحس العلمي Scientific Sense

- مفهوم الحس العلمي: تعددت وجهات نظر الأدبيات التربوية والدراسات والبحوث السابقة حول مفهوم الحس العلمي، حيث ترى المسوري (2023)، (63) أن ارتباط كلمة علمي بكلمة حس تعني الإدراك المقترن بالعلم. وقد عرف الحس العلمي عدد من الباحثين، فمثلاً يعرف جودة (2020)، (68) الحس العلمي بأنه "توظيف التفكير المنطقي والسليم، وممارسة الأنشطة العقلية بطريقة معرفية ووجدانية، بناء على الإدراك والفهم والوعي؛ وذلك وصولاً لتحقيق الهدف المنشود". وعرفته جاد الحق (2018، 44) بأنه: "قدرة المتعلم على التعبير عن أفكاره ووعيه بما يدور في ذهنه من عمليات، تمكنه من إصدار حكم، وانتقاء الطرائق الصحيحة للوصول إلى حل المشكلة العلمية التي تواجهه؛ لاتخاذ القرار الصحيح في أسرع وقت ممكن، ويتم ذلك من خلال ممارسة الأنشطة العقلية التي تتمثل

في أدوات ذهنية وعمليات قائمة على الإحساس والإدراك والفهم والوعي".

- أهمية تنمية الحس العلمي في تدريس العلوم: تُعزى أهمية الحس العلمي إلى تجاوز التفكير الشائع والعام لدى الفرد، عندما يعتمد على فطرته فقط، دون الاعتماد على الإدراك المبني على الفهم والوعي، مما يجعل الفرد قادراً على تكوين ما يُعرف بالحس العام، ويتميز هذا التفكير الشائع بالسطحية والتحيز والتسرع في اتخاذ القرارات عند مواجهة مواقف من الحياة اليومية، وعلاوة على ذلك، يعتمد غالباً على اللاوعي، ومن الممكن أن يكون هذا الإحساس غير دقيق، وغير مستند إلى الفهم والإدراك (مراد، 2016، 156). ويمكن تلخيص أهمية تنمية الحس العلمي، كما أوردها كل من: المسوري (2023)؛ وجودة (2020)؛ وأبو حاصل (2019)؛ ومراد (2016)؛ ومازن (2013)؛ والزعيم (2013)؛ والشحري (2011)، في الجوانب الآتية:

1. إدراك المشكلات اليومية ومعالجتها بسرعة: حيث أنّ الحس العلمي يساعد المتعلم على التعرف على المشكلات التي يواجهها في حياته اليومية وتحليلها، والبحث عن الأسباب المحتملة، واختيار الحل الأنسب بسرعة وفعالية.
2. تطوير الأداء الذهني: فالحس العلمي يعزز من قدرات المتعلم الذهنية، مثل توظيف مهارات كل من التفكير النقدي والتحليلي.

1. تفعيل الحواس: توظيف المدركات الحسية في عملية بناء المعرفة، واكتساب المعارف من البيئة المحيطة، وجمع الملاحظات بدقة، وبزيادة توظيف الحواس يزداد التعلم.
 2. التساؤل وطرح الأسئلة: طرح أسئلة من شأنها أن تملأ الفراغات القائمة بين ما يعرف الطالب وما لا يعرف.
 3. القدرة على الاستدلال: مهارة عقلية منظمة لبلوغ النتائج وتفسيرها، انطلاقاً من المعارف والخبرات السابقة، وتوفير الأدلة.
 4. القدرة على التصور المجرد وتوليد الأفكار: البحث عن الجديد والابتكار، وقبول النقد لتحسين العمل.
 5. الحس العددي: القدرة على التعامل مع الأرقام، وفهم مدلولاتها، واكتشاف الأخطاء العددية للمسائل والأرقام.
 6. اليقظة العلمية: وتعرف بأنها حالة المراقبة المستمرة للخبرات الحاضرة، ومواجهة الأحداث الحالية كما هي، دون إصدار أي أحكام تقييمية عليها.
 7. استدعاء الخبرات وربطها بالحاضر: تذكر المعلومات والمعارف والخبرات السابقة؛ للاستفادة منها في مواقف جديدة.
 8. طلاقة الأفكار العلمية وسعة الخيال: القدرة على تقديم مجموعة من الأفكار المنطقية غير التقليدية أثناء مواجهة مشكلة معينة.
 9. تقديم الأدلة: جمع المعارف، وتنظيم الحجج المؤيدة لاتخاذ قرار، معين وإقناع الآخرين به.
 3. زيادة الثقة بالنفس: عندما يتمكن المتعلم من فهم وتحليل الأمور بشكل أفضل، يشعر بالقدرة على مواجهة التحديات بثقة أكبر.
 4. التدريب على المرونة في التفكير: الحس العلمي يعزز من قدرة المتعلم على التفكير بمرونة، فيمكن للمتعلم التكيف مع المواقف المختلفة وتغيير استراتيجياته، بناءً على الظروف المتغيرة، مما يساعده على إيجاد حلول مبتكرة.
 5. الوعي بالعمليات الإدراكية: يصبح المتعلم أكثر وعياً بتفكيره، وبكيفية استخدام استراتيجيات معينة لإنجاز مهام محددة، وهذا الوعي يساعد المتعلم على تحسين أدائه، من خلال معرفة متى وكيف يستخدم أدوات التفكير المختلفة، لتحقيق أفضل النتائج.
 6. التواصل بلغة العلوم: الحس العلمي يساعد المتعلم على استخدام لغة العلوم للتعبير عن الأفكار والعلاقات، حيث يمكن للمتعلم استخدام الرموز والمصطلحات العلمية للتواصل بفعالية مع الآخرين، سواءً بشكل مكتوب، أو من خلال الحوار، مما يعزز من فهمه وفهم الآخرين للأفكار العلمية.
- الجوانب المعرفية للحس العلمي: وتتمثل هذه الجوانب المعرفية للحس العلمي كما حددتها بعض الدراسات، مثل: دراسة المسوري (2023)؛ ودراسة عبد الفتاح (2022)؛ ودراسة القرني (2021)؛ ودراسة جودة (2020)، بما يأتي:

10. التفكير فوق التفكير: الوعي بالعمليات العقلية والذهنية، وإدراك أفعالنا وفهم مسبباتها، ومعرفة حدود ما نعرف، وما المطلوب منا أن نعرف.

الدراسات السابقة

يقدم هذا الجزء عرضاً للدراسات والبحوث التي تمكن الباحثان من الاطلاع عليها؛ ولعموم الاستفادة سيتم تناولها في محورين، على النحو الآتي:

المحور الأول: الدراسات السابقة المتعلقة بالكيمياء الخضراء وتطبيقاتها:

1. دراسة ظافر، وعبد الرب (2023): هدفت الدراسة إلى معرفة فاعلية برنامج تعليمي قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في تنمية الوعي بالموارد المتجددة لدى طالبات الصف الثالث الثانوي بمدينة إب في الجمهورية اليمنية؛ واتبعت الدراسة المنهج الوصفي لبناء البرنامج التعليمي، والمنهج شبه التجريبي ذو التصميم القبلي والبعدي لمجموعة واحدة للتحقق من فاعلية البرنامج التعليمي؛ وتكونت عينة الدراسة من (35) طالبة من طالبات الصف الثالث الثانوي؛ وتمثلت مواد وأدوات الدراسة من: قائمة بمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، وبرنامج تعليمي وفق النموذج العالمي (ADDIE)؛ واختبار المعرفة بالموارد المتجددة ومقياس الاتجاه نحو الموارد المتجددة وبعد تطبيق الأدوات على مجموعة الدراسة؛ أظهرت نتائج الدراسة وجود فرق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطي

درجات مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار المعرفة بالموارد المتجددة، ومقياس الاتجاه نحو الموارد المتجددة، ولصالح التطبيق البعدي؛ وفي ضوء نتائج الدراسة أوصت الدراسة بعدة توصيات، أهمها: استخدام البرنامج التعليمي القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في تدريس طلبة المرحلة الثانوية بمدارس مدينة إب في الجمهورية اليمنية.

2. دراسة عبد الفتاح (2022): هدفت الدراسة إلى قياس أثر برنامج التكنولوجيا الكيميائية الخضراء لتنمية مهارات التفكير المستقبلي والحس العلمي لدى طلبة الفرقة الرابعة شعبة الكيمياء بكلية التربية بالوادي الجديد بجمهورية مصر العربية؛ واستخدمت الدراسة المنهج شبه التجريبي ذو التصميم القبلي والبعدي لمجموعة واحدة؛ وتكونت عينة الدراسة من (40) طالباً وطالبة من طلبة الفرقة الرابعة شعبة الكيمياء؛ وتمثلت مواد وأدوات الدراسة من: برنامج في التكنولوجيا الكيميائية الخضراء، واختبار مهارات التفكير المستقبلي، واختبار للحس العلمي في الجانب المعرفي، ومقياس للحس العلمي في الجانب الوجداني؛ وأظهرت نتائج الدراسة وجود فروق دالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطات درجات الطلبة في القياسين القبلي والبعدي في كل من اختبار الجانب المعرفي للحس العلمي، واختبار مقياس الجانب الوجداني للحس العلمي، واختبار مهارات التفكير المستقبلي، ولصالح التطبيق البعدي، كما تبين أن البرنامج المقترح في الكيمياء

الخضراء تأثيراً وفاعلية كبيرة في تنمية مهارات التفكير المستقبلي والحس العلمي لدى الطلبة.

3. دراسة الشناوي (2020): هدفت الدراسة إلى تقييم فاعلية برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء في تعزيز بعض المفاهيم العلمية والقيم البيئية لدى طلبة المستوى الأول في شعبة الكيمياء بكلية التربية في بورسعيد بجمهورية مصر العربية؛ واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، والمنهج شبه التجريبي ذو التصميم القبلي والبعدى لمجموعة واحدة؛ وشملت عينة الدراسة على 40 طالباً وطالبة من طلبة المستوى الأول في شعبة الكيمياء؛ وتضمنت أدوات الدراسة اختباراً تحصيلياً لمفاهيم الكيمياء الخضراء، ومقياس القيم البيئية المرتبطة بالكيمياء الخضراء، وقائمة مفاهيم الكيمياء الخضراء، وقائمة القيم البيئية المرتبطة بالكيمياء الخضراء، بالإضافة إلى البرنامج المقترح والوحدة المعدة في الكيمياء الخضراء؛ وأظهرت نتائج الدراسة وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسط درجات الطلبة في التطبيقين القبلي والبعدى لاختبار تحصيل مفاهيم الكيمياء الخضراء، ولمقياس القيم البيئية المرتبطة بالكيمياء الخضراء، ولصالح التطبيق البعدى؛ وأظهرت الوحدة المعدة في الكيمياء الخضراء من البرنامج المقترح فاعلية مناسبة في تنمية تحصيل مفاهيم الكيمياء الخضراء، والقيم البيئية المرتبطة بها لدى طلبة المستوى الأول في شعبة الكيمياء بكلية التربية في بورسعيد بجمهورية مصر العربية.

4. دراسة حجاج، وآخرون (2020): هدفت الدراسة إلى تحديد فاعلية وحدة مقترحة قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء لتنمية الجانب المعرفي ومهارات اتخاذ القرار تجاه المشكلات والقضايا البيئية لدى الطلبة المعلمين في شعبة الكيمياء بكلية التربية جامعة بنها بجمهورية مصر العربية؛ واستخدمت الدراسة المنهج شبه التجريبي ذو التصميم القبلي والبعدى لمجموعة واحدة؛ وتكونت عينة الدراسة من (41) طالباً وطالبة، طبقت عليهم أداتي الدراسة، وهما: اختبار الجانب المعرفي، ومقياس اتخاذ القرار؛ وأظهرت نتائج الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدى لاختبار الجانب المعرفي للكيمياء الخضراء، ولمقياس اتخاذ القرار، ولصالح التطبيق البعدى، مما يدل على فاعلية الوحدة في تنمية الجانب المعرفي، ومهارات اتخاذ القرار لدى الطلبة المعلمين في شعبة الكيمياء بكلية التربية جامعة بنها بجمهورية مصر العربية.

5. دراسة (Karp dewan, Roth, & Ismail, 2015): هدفت الدراسة إلى التحقق من تأثير منهج الكيمياء الخضراء على فهم طلبة المدارس الثانوية في ماليزيا لمفاهيم الكيمياء وتحفيزهم لدراساتها؛ واستخدمت الدراسة المنهج شبه التجريبي ذو التصميم القبلي والبعدى لمجموعتين تجريبية وضابطة؛ وتم اختيار عينة عشوائية من مدرستين حكوميتين في ماليزيا، وتم توزيعهم عشوائياً إلى مجموعتين: مجموعة تجريبية تكونت من (35 طالباً) ومجموعة ضابطة تكونت من (32

طالباً)؛ واستخدمت الدراسة اختبارات تحصيل الكيمياء (CAT)، ومقابلات شبه منظمة لتقييم الدافعية؛ وأظهرت النتائج أن المجموعة التجريبية حققت تحسناً كبيراً في فهم مفاهيم الكيمياء، وزادت دافعتهم مقارنةً بالمجموعة الضابطة؛ وأوصت الدراسة بدمج منهج الكيمياء الخضراء في المناهج الدراسية لتعزيز فهم الطلبة للكيمياء وتحفيزهم نحو دراستها.

المحور الثاني: الدراسات السابقة المتعلقة بالحس العلمي:

1. دراسة المسوري (2023): هدفت الدراسة إلى الكشف عن فاعلية برنامج مقترح قائم على المستحدثات البيولوجية في تنمية التنور البيولوجي، والحس العلمي، وحب التعلم لدى الطلبة المعلمين بقسم علوم الحياة في كلية التربية - جامعة صنعاء؛ واستخدمت الدراسة المنهج شبه التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة؛ وتكونت عينة الدراسة من (30) طالباً وطالبة من طلبة قسم علوم الحياة في المستوى الرابع في كلية التربية بجامعة صنعاء؛ واستخدمت الدراسة المواد والأدوات الآتية: برنامج مقترح قائم على المستحدثات البيولوجية، واختبار التنور البيولوجي، واختبار الحس العلمي المعرفي، واستبانة الحس العلمي الوجداني، ومقياس حب التعلم؛ وقد توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج، أهمها: وجود فروق دالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والبعدي في كل من اختبار التنور البيولوجي، واختبار الحس العلمي المعرفي ككل، وفي كل بعد من أبعاده، ومقياس الحس العلمي الوجداني ككل، وفي كل بعد

من أبعاده، ومقياس حب التعلم، ولصالح التطبيق البعدي، كما أن حجم تأثير البرنامج في تنمية التنور البيولوجي والحس العلمي وحب التعلم لدى الطلبة المعلمين بقسم علوم الحياة في كلية التربية - جامعة صنعاء كان كبيراً.

2. دراسة القرني (2021): هدفت الدراسة إلى الكشف عن فاعلية نموذج (PEOE) في تدريس العلوم لتنمية مهارات توليد وتقييم المعلومات والجانب الوجداني للحس العلمي لدى طلبة الصف الأول المتوسط، واستخدمت الدراسة المنهج شبه التجريبي، بتصميم المجموعتين التجريبية والضابطة ذو القياسين القبلي والبعدي؛ وتكونت عينة الدراسة من (60) طالباً من طلبة الصف الأول المتوسط بمدارس بيشة في المملكة العربية السعودية، تم اختيارهم بطريقة عشوائية عنقودية؛ وتم توزيعهم بالتساوي إلى مجموعتين تجريبية وضابطة، الأولى تجريبية درست وحدة "طبيعة المادة" باستخدام نموذج (PEOE)، والثانية درست بالطريقة المعتادة؛ وتمثلت مواد وأدوات الدراسة في: دليل المعلم لتدريس وحدة "طبيعة المادة"، وفقاً لنموذج (PEOE)، وكراسة نشاط الطالب، واختبار مهارات توليد وتقييم المعلومات، ومقياس الجانب الوجداني للحس العلمي؛ وقد أظهرت نتائج الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطات درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي لكل من اختبار مهارات توليد وتقييم المعلومات، ومقياس الجانب الوجداني للحس العلمي، ولصالح المجموعة التجريبية.

3. دراسة جودة (2020): هدفت الدراسة إلى تطوير مناهج العلوم والحياة للمرحلة الأساسية العليا في

الدراسات والبحوث السابقة في المحورين، على النحو الآتي:

1. اتفقت الدراسات السابقة الواردة في المحور الأول في اهتمامها بالكيمياء الخضراء ومبادئها وتطبيقاتها في عملية التعليم والتعلم، وذلك من خلال دمجها في المناهج الدراسية أو من خلال البرامج التعليمية، وهو ما تتفق به مع الدراسة الحالية.
 2. اتفقت الدراسات السابقة الواردة في المحور الثاني في اهتمامها بجوانب الحس العلمي، وهو ما تتفق به مع الدراسة الحالية.
 3. تنوعت الدراسات السابقة الواردة في المحورين في أهدافها.
 4. تنوعت الدراسات السابقة الواردة في المحورين في نوع التصميم في المنهج شبه التجريبي المتبع في الدراسة.
 5. تنوعت الدراسات السابقة الواردة في المحورين من حيث مكان الدراسة.
 6. تنوعت الدراسات السابقة الواردة في المحورين من حيث عينة الدراسة.
 7. تنوعت الدراسات السابقة الواردة في المحورين من حيث أدوات الدراسة المستخدمة.
 8. نُذرة الدراسات والبحوث اليمنية-في حدود علم الباحثين- التي استخدمت برنامج قائم على الكيمياء الخضراء في تنمية الحس العلمي، وهذا يدعم الدراسة الحالية.
- استفادت الدراسة الحالية من الدراسات السابقة الواردة في المحورين فيما يأتي:

فلسطين، في ضوء معايير التربية الجمالية، والتعرف على فعاليتها في تنمية مهارات التفكير التأملي والمفاهيم العلمية والحس العلمي؛ واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي، والمنهج شبه التجريبي ذو تصميم المجموعتين التجريبية والضابطة، وبالتطبيق البعدي، وتكونت عينة الدراسة من (40) طالبًا مثلت المجموعة التجريبية، و(42) طالبًا مثلت المجموعة الضابطة؛ واستخدمت الدراسة أداة تحليل المحتوى، للتأكد من مدى تضمين معايير التربية الجمالية في منهج العلوم والحياة للصفوف (5-9) المقرر في فلسطين، ومن ثم قام الباحث بتطوير وحدتين في ضوء نتائج التحليل؛ كما استخدمت الدراسة الأدوات الآتية: اختبار مهارات التفكير التأملي، واختبار المفاهيم العلمية، واختبار للجوانب المعرفية العلمية، وكذلك مقياسًا للجوانب الوجدانية للحس العلمي؛ وتوصلت الدراسة إلى فعالية المنهج المطور في ضوء التربية الجمالية في تنمية مهارات التفكير التأملي، والمفاهيم العلمية، والحس العلمي.

- مناقشة الدراسات والبحوث السابقة والتعقيب عليها:

من خلال العرض السابق للدراسات والبحوث السابقة، يتضح أنها تنوعت من حيث مجال اهتمامها، والهدف منها، فقد تناولت بعضها الكيمياء الخضراء، وبعضها تناولت الحس العلمي. ومن خلال عرض الدراسات والبحوث السابقة بما تضمنته من معلومات حول أهدافها، ومناهجها، ومُجمعاتها، وعياناتها، وأدواتها، وأبرز نتائجها، وبعض توصياتها، ومقترحاتها، يتضح أنه تمّ استعراض (8) دراسات، منها (5) دراسات تناولت الكيمياء الخضراء؛ و(3) دراسات تناولت الحس العلمي؛ وسيتم مناقشة

- إعداد الإطار النظري للمحور الأول المتعلق بالكيمياء الخضراء ومبادئها.
- تصميم وبناء البرنامج التعليمي القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء.
- إعداد الإطار النظري للمحور الثاني المتعلق بالحس العلمي.
- بناء قائمة بجوانب الحس العلمي اللازم تضمينها وتنميتها لدى الطلبة.
- إعداد أدوات البحث الخاصة بتقييم الحس العلمي لدى الطلبة.

- أوجه تميّز الدراسة الحالية عن الدراسات والبحوث السابقة: مما تقدم يتضح أنّ أهم ما يُميّز الدراسة الحالية عن الدراسات والبحوث السابقة، هو ما يأتي:

- بناء وتصميم برنامج تعليمي قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، ومعرفة فاعليته في تنمية الحس العلمي لدى طلبة الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية، وهذا البرنامج يختلف كلياً عن ما قامت به الدراسات والبحوث السابقة؛ لذا تُعدّ هذه الدراسة أول دراسة عربية ومحلية في حدود علم الباحثين - تناولت بناء وتصميم برنامج تعليمي قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، ومن ثم قياس فاعلية ذلك البرنامج في تنمية الحس العلمي لدى طلبة الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية، وهذا ما يؤكد على أهمية الدراسة الحالية والحاجة إليها.

- استخدام الدراسة الحالية لمنهجين علميين مترابطين؛ وهما المنهج الوصفي البنائي، لتحقيق الهدفين الأول والثاني من أهداف الدراسة؛ والمنهج الثاني هو المنهج شبه التجريبي القائم على تصميم

المجموعة الواحدة بقياسين قبلي وبعدي، لتحقيق بقية أهداف الدراسة، وبمنهجية علمية مترابطة ومُتكاملة في تحقيق الأهداف، لذلك تميزت الدراسة الحالية بظهورها بجميع أهدافها كوحدة موضوعية واحدة وبنسق واحد؛ وذلك للاتساق والترابط والتكامل بين أهدافها، واعتماد تحقيق أهدافها على بعضها البعض بالترتيب من الهدف الأول حتى الهدف الأخير؛ إذ تمّ الانطلاق من ما تمّ تحقيقه في الهدف الأول لتحقيق الهدف الثاني، ثم الانطلاق من ما تم تحقيقه في الهدف الثاني لتحقيق بقية الأهداف؛ وهذا ما يؤكد على أهمية الدراسة الحالية والحاجة إليها.

منهجية الدراسة وإجراءاتها

- **منهج الدراسة:** اتبعت الدراسة المنهج الوصفي البنائي لبناء البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، وكذلك بناء دليل المعلم ودليل المتعلم لوحدة دراسية مختارة من البرنامج التعليمي المقترح؛ كما اتبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي القائم على التصميم التجريبي لمجموعة واحدة بقياسين قبلي وبعدي للتحقق من فاعلية البرنامج التعليمي المقترح بواسطة اختبار الجانب المعرفي للحس العلمي.

- **مجتمع الدراسة:** تمثل مجتمع الدراسة من جميع طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية.

- **عينة الدراسة:** تمثلت عينة الدراسة، بـ(60) طالباً، من طلاب الصف الأول الثانوي في مدرسة ثانوية ببحان، الكائنة في مديرية ببحان بمحافظة شبوة تم اختيارها بطريقة قصدية.

5. تحديد أسس بناء البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء.
6. تحديد فلسفة إعداد البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء.
7. إعداد مخطط عام لمحتوى برنامج الكيمياء الخضراء مع الخطة الزمنية المقترحة لتدريس موضوعات البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء.
8. تحديد محتوى البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء.
9. تحديد الطرائق والاستراتيجيات المستخدمة في تدريس البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء.
10. تحديد الوسائل والأنشطة التعليمية المستخدمة في تدريس البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء.
11. تحديد أساليب وأدوات التقييم المستخدمة في البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء.
12. إخراج البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في صورته الأولية: تم إخراج البرنامج المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في صورته الأولية.
13. بعد الانتهاء من إخراج البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء

- إعداد مواد وأدوات الدراسة: لتحقيق أهداف الدراسة المتمثلة في إعداد برنامج تعليمي مقترح قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، وقياس فاعليته في تنمية الحس العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية؛ تم إعداد المواد والأدوات الآتية:

أ. إعداد البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء:

لقد تم إعداد البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء؛ من خلال اتباع مجموعة من الخطوات والإجراءات المناسبة المتمثلة في الآتي:

1. الاطلاع على ما توفر من الأدبيات التربوية، والدراسات والبحوث السابقة للتعرف على طرق إعداد وتخطيط وتنفيذ وتقييم البرامج التعليمية القائمة على الكيمياء الخضراء مثل: دراسة حجاج، وآخرون (2020)؛ ودراسة طه وآخرون (Taha, 2019)؛ ودراسة ظافر، وعبد الرب (2023)، ودراسة يوسف (2022).

2. إعداد مقدمة البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء.

3. تحديد الأهداف العامة للبرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء.

4. اشتقاق الأهداف الإجرائية للبرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء.

ب. إعداد وحدة دراسية مختارة؛ لقياس فاعلية البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء :

نظرًا لأنَّ البرنامج التعليمي المقترح يتضمن أربع وحدات دراسية، وكل وحدة من وحدات البرنامج التعليمي المقترح تشتمل على أربعة إلى خمسة دروس أو موضوعات، وسيستغرق زمن طويل لتطبيقه كاملاً، وهذا غير متاح للباحث؛ لذا تم اختيار إحدى وحدات البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، حيث وقد تم اختيار الوحدة الأولى من وحدات البرنامج المقترح، وهي وحدة " الكيمياء الخضراء "؛ وروعي عند اختيار الوحدة أن تشتمل على جميع مبادئ الكيمياء الخضراء، كما روعي أن تتضمن الوحدة الدراسية موضوعات مرتبطة ومتضمنة في كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي في الجمهورية اليمنية؛ لإعدادها في صورة دليل المتعلم ودليل المعلم؛ لتجريبها وقياس فاعليتها في تحقيق أهداف البرنامج كالحس العلمي بجانبه المعرفي والوجداني، وقد تضمنت الوحدة الدراسية ثلاثة موضوعات رئيسة موزعة على ثمان حصص موزعة على ثمان جلسات، إضافةً إلى ثمان جلسات للتطبيقين القبلي والبعدي لأدوات الدراسة، وبالتالي فقد بلغ الزمن المستغرق للتجربة الميدانية واللازم لتنفيذ الوحدة الدراسية المختارة (640 دقيقة)، بإجمالي 10 ساعات و 40 دقيقة، بواقع 40 دقيقة للجلسة الواحدة، على النحو المبين في الجدول (1).

الخضراء، تم عرضه على مجموعة من السادة المحكمين والخبراء في مناهج وطرائق تدريس الكيمياء، ومتخصصين في الكيمياء من أستاذة في كلية العلوم والتربية والزراعة، وخبراء في القياس والتقويم، للتأكد من صلاحيتها، من حيث: وضوح الأهداف، ومناسبتها وشمولها للجوانب المعرفية والوجدانية، ومدى ملائمة المحتوى وارتباطه بالأهداف التعليمية، ومدى مناسبة الاستراتيجيات المستخدمة لتدريس موضوعات البرنامج، ومدى ملائمة الوسائل والأنشطة التعليمية وأساليب التقويم المستخدمة وتنوعها، وقد تم في ضوء آرائهم ومقترحاتهم إجراء التعديلات اللازمة التي اتفق عليها معظم المحكمين.

14. بعد إجراء التعديلات اللازمة التي اتفق عليها معظم السادة المحكمين تم إخراج البرنامج التعليمي المقترح في صورته النهائية، وأصبح جاهزاً للتطبيق، حيث تكون البرنامج التعليمي المقترح في صورته النهائية، من أربع وحدات دراسية، وكل وحدة من وحدات البرنامج تشتمل على أربعة إلى خمسة دروس، حيث بلغ إجمالي عدد الدروس 17 درساً، وتم توزيع كل درس في مجموعة من الحصص، حيث بلغ إجمالي عدد الحصص 32 حصة، وكل حصة يستغرق تنفيذها (40) دقيقة، لذلك بلغ الزمن الإجمالي لتنفيذ البرنامج 1280 دقيقة، بواقع 21 ساعة و 20 دقيقة.

جدول (1): الخطة الزمنية المقترحة لتدريس موضوعات الوحدة المختارة من البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء للصف الأول الثانوي.

الأسبوع	اليوم	الجلسة	الموضوعات	الزمن بالدقيقة
الأول	الأول	الجلسة الأولى (الجلسة التمهيدية)	التعارف والتهيئة للبرنامج: اللقاء بأفراد عينة الدراسة وتعريفهم بطبيعة الدراسة وتحديد الهدف من البرنامج وطبيعة العمل به، وإعطاء نبذة تعريفية عن البرنامج والاتفاق مع الطلبة على كيفية الانتظام في الجلسات.	40
	الثاني	الجلسة الثانية	تطبيق اختبار قبلي في الجوانب المعرفية للحس العلمي.	40
الثاني	الثالث	الجلسة الثالثة	تطبيق اختبار قبلي في الجوانب الوجدانية للحس العلمي.	40
	الرابع	الجلسة الرابعة	تطبيق اختبار قبلي في مهارات اتخاذ القرار.	40
الثالث	الخامس	الجلسة الخامسة	مقدمة عن الكيمياء الخضراء.	40
	السادس	الجلسة السادسة	مبادئ الكيمياء الخضراء: فكرتها وتطبيقاتها وأمثلة وتطبيقات. المبدأ الأول والثاني	40
الرابع	السابع	الجلسة السابعة	مبادئ الكيمياء الخضراء: فكرتها وتطبيقاتها وأمثلة وتطبيقات. المبدأ الثالث والرابع	40
	الثامن	الجلسة الثامنة	مبادئ الكيمياء الخضراء: فكرتها وتطبيقاتها وأمثلة وتطبيقات. المبدأ الخامس والسادس	40
الخامس	التاسع	الجلسة التاسعة	مبادئ الكيمياء الخضراء: فكرتها وتطبيقاتها وأمثلة وتطبيقات. المبدأ السابع والثامن	40
	العاشر	الجلسة العاشرة	مبادئ الكيمياء الخضراء: فكرتها وتطبيقاتها وأمثلة وتطبيقات. المبدأ التاسع والعاشر	40
السادس	الحادي عشر	الجلسة الحادية عشرة	مبادئ الكيمياء الخضراء: فكرتها وتطبيقاتها وأمثلة وتطبيقات. المبدأ الحادي عشر والثاني عشر	40

الأسبوع	اليوم	الجلسة	الموضوعات	الزمن بالدقيقة
	الثاني عشر	الجلسة الثانية عشرة	الكيمياء الخضراء في حياتنا اليومية.	40
السابع	الثالث عشر	الجلسة الثالثة عشرة	اختبار بعدي في الجوانب المعرفية للحس العلمي.	40
	الرابع عشر	الجلسة الرابعة عشرة	اختبار بعدي في الجوانب الوجدانية للحس العلمي.	40
الثامن	الخامس عشر	الجلسة الخامسة عشرة	اختبار بعدي في مهارات اتخاذ القرار.	40
	السادس عشر	الجلسة السادسة عشرة	لقاء ختامي وتوديعي للطلبة	40
إجمالي عدد الأسابيع = 8 أسابيع	إجمالي عدد الأيام = 16 يوم	إجمالي عدد الجلسات = 16 جلسة	الزمن الإجمالي لتنفيذ البرنامج = 640 دقيقة بواقع 10 ساعات 40 دقيقة تقريباً	

ج. إعداد اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي:

تم إعداد اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي بإتباع مجموعة من الخطوات والإجراءات المناسبة والمتمثلة في الآتي:

1. الاطلاع على الأبحاث والدراسات العربية والأجنبية التي تناولت موضوع الحس العلمي، مثل دراسة حبيب، (2020)، والزعيم، (2013)؛ والعصيمي، (2019)؛ عبد الفتاح، (2022).

2. إعداد قائمة أولية بالجوانب المعرفية للحس العلمي.

3. عرض القائمة على خبراء في المناهج وطرائق تدريس العلوم بكلية التربية صنعاء وعدن؛ للاطلاع على القائمة وتحديد المهارات الفرعية للجانب المعرفي للحس

العلمي التي يجب تضمينها في الاختبار، وحذف وتعديل وإضافة ما يرويه مناسباً.

4. تصميم اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي: تم تصميم اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي في ضوء القائمة المعدة مسبقاً، وفقاً للخطوات الآتية:

- **تحديد الهدف من الاختبار:** يهدف الاختبار إلى التعرف على مدى اكتساب طلبة الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية للجوانب المعرفية للحس العلمي، تجاه موضوعات الكيمياء الخضراء، كما يعكسها أداء الطلبة في الإجابة عن أسئلة الاختبار، بعد تعرضهم لتجربة

- **صياغة تعليمات الاختبار:** بعد تحديد عدد الفقرات وصياغتها، تم صياغة تعليمات الاختبار التي تساعد الطلبة على فهم طبيعة الاختبار، وكيفية الإجابة عن أسئلته.

5. **إخراج اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي في صورته الأولى:** بعد تصميم اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي تم إخراجها في صورته الأولى.

6. **ضبط وتقنين اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي:** تم ضبط وتقنين اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي من خلال الآتي:

- **التأكد من الصدق الظاهري للاختبار (صدق المحتوى):** تم التأكد من الصدق الظاهري أو صدق المحتوى لاختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي من خلال عرضه على مجموعة من المتخصصين في مناهج وطرائق تدريس العلوم، ومجموعة من الخبراء في القياس والتقويم، ومجموعة من أساتذة الكيمياء في كليتي التربية والعلوم بجامعة صنعاء، ومن ثم تم إجراء التعديلات المناسبة التي اتفق عليها معظم المحكمين.

- **التأكد من صدق الاتساق الداخلي للاختبار:** بعد التأكد من الصدق الظاهري للاختبار، قام الباحث بتطبيق الاختبار على عينة استطلاعية بلغ

دراسية باستخدام البرنامج التعليمي المقترح.

- **تحديد جوانب الاختبار:** تم تحديد جوانب اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي من خلال الاطلاع على مجموعة من الأدبيات والدراسات التربوية التي اهتمت بدراسة وقياس الجوانب المعرفية للحس العلمي، مثل دراسة حبيب، (2020)، والزعيم، (2013)؛ والعصيمي، (2019)؛ عبد الفتاح، (2022)، وقد شمل الاختبار على عشرة جوانب معرفية للحس العلمي، هي: (تفعيل الحواس، والتساؤل وطرح الأسئلة، والقدرة على الاستدلال، والقدرة على التصور المجرد وتوليد الأفكار، والحس العددي، واليقظة العلمية، واستدعاء الخبرات وربطها بال حاضر، وطلاقة الأفكار العلمية وسعة الخيال، وتقديم الأدلة، والتفكير حول التفكير)؛ وذلك لارتباطها أكثر بطبيعة مادة الكيمياء، وبمحتوى الوحدة موضع التجريب في هذه الدراسة.

- **تحديد نوع الاختبار:** تم صياغة أسئلة الاختبار من نوع الاختيار من متعدد.

- **صياغة فقرات الاختبار:** تم صياغة فقرات اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي بحيث تكون اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي من (30) فقرة موزعة على العشرة الجوانب.

عددها (20) طالباً، من خارج عينة الدراسة الأصلية، وذلك لحساب صدق الاتساق الداخلي لاختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي، من خلال حساب معاملات ارتباط بيرسون بين درجة كل سؤال والدرجة الكلية للاختبار، وقد وجد أن جميع قيم معاملات الارتباط تراوحت ما بين (0.35) و (0.87)،

وهي جميعها دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05)، مما يحقق الصدق التكويني (صدق الاتساق الداخلي) للاختبار، وبذلك فإن الاختبار يمثل المحتوى المراد قياسه، ويحقق الهدف الذي وضع من أجله. والجدول (2) التالي؛ يوضح قيم معاملات الارتباط لمفردات الاختبار.

جدول (2): قيم معاملات الارتباط للاتساق الداخلي لمفردات اختبار الجانب المعرفي للحس العلمي المتعلق بالكيمياء الخضراء.

البعد	تفعيل الحواس	التساؤلات وطرح الأسئلة	القدرة على الاستدلال	القدرة على التصور المجرد وتوليد الأفكار	الحس العددي	اليقظة العلمية	استدعاء الخبرات السابقة وربطها بالحاضر	طلاقة الأفكار العلمية وسعة الخيال	تقديم الأدلة	التفكير فوق التفكير	الاختبار ككل
معامل الارتباط	0.35	0.85	0.77	0.80	0.56	0.87	0.79	0.78	0.80	0.55	0.87

• **التأكد من ثبات الاختبار:** تم حساب ثبات الاختبار بعد تطبيقه على العينة الاستطلاعية وتصحيحه، من خلال طريقة التجزئة النصفية (الفقرات الزوجية، الفقرات الفردية)، وحساب معامل ألفا كرونباخ لمفردات الاختبار، والذي وُجد أنه يساوي ما بين (0.79)، (0.90)، أما معامل الثبات الكلي للاختبار فقد تمّ حسابه باستخدام معادلة كودر ريتشاردسون؛ نظراً لأنّ معامل

الثبات المحسوب بهذه الطريقة يدل على مدى اتساق الفقرات (الحمداني، وآخرون، 2006، ص248)، وقد وُجد أنه يساوي (0.84)؛ وهذا المعامل يمثل درجة ثبات مقبولة في مجال الأبحاث التربوية، مما يدل على صلاحية الأداة للاستخدام وإمكانية توظيفها لجمع المعلومات في البحث العلمي. والجدول (3) التالي؛ يوضح قيم معاملات الارتباط لمفردات الاختبار.

جدول (3): قيم معامل ألفا كرونباخ لمفردات اختبار الجانب المعرفي للحس العلمي وللإختبار ككل.

البعد	تفعيل الحواس	التساؤل ات وطرح الأسئلة	القدرة على الاستدلال	القدرة على التصور المجرد وتوليد الأفكار	الحس العددي	الليقظة العلمية	استدعاء الخبرات السابقة وربطها بالحاضر	طلاقة الأفكار العلمية وسعة الخيال	تقديم الأدلة	التفكير فوق التفكير	الاختبار ككل
معامل الثبات	0.80	0.85	0.77	0.80	0.89	0.87	0.79	0.89	0.90	0.88	0.84

- **حساب زمن الاختبار:** تم حساب زمن الاختبار باستخدام طريقة التسجيل التتابعي للزمن الذي استغرقه كل طالب من طلبة العينة الاستطلاعية في الإجابة عن الاختبار، ثم حساب المتوسط الحسابي لهذه الأزمنة، وقد وجد أن متوسط زمن الإجابة عن الاختبار بلغ (60) دقيقة.
 - **حساب معاملات السهولة والصعوبة والتمييز للاختبار:** تم حساب معاملات السهولة والصعوبة والتمييز للاختبار من خلال تطبيقه على العينة الاستطلاعية، ثم حساب معاملات السهولة والصعوبة والتمييز للاختبار، حيث تم تحليل فقرات الاختبار إحصائياً لحساب معاملات الصعوبة والسهولة والتمييز؛ بناءً على نتائج العينة الاستطلاعية، وتم ترتيب أوراق الإجابة تنازلياً حسب الدرجات، ثم أخذت مجموعة مكونة من (10) طلاب، وتمثل الفئة العليا، ومجموعة مكونة من (10) طلاب، وتمثل الفئة الدنيا،
- وبعدها تم حساب معاملي الصعوبة والتمييز لكل فقرة من فقرات الاختبار باستخدام المعادلتين الآتية:
- $$\text{معامل الصعوبة} = (ص \text{ ع} + ص \text{ د}) / ن$$
- $$\text{معامل التمييز} = (ص \text{ ع} - ص \text{ د}) / (ن \times 0.5)$$
- حيث أن : ص ع = عدد الإجابات الصحيحة في المجموعة العليا. و ص د = عدد الإجابات الصحيحة في المجموعة الدنيا و ن = عدد أفراد المجموعتين. (الحمداني، وآخرون، 2006)
- وقد حصلت مفردات الاختبار على معاملات سهولة وصعوبة ما بين (0.29) و (0.75)، وهذه المعاملات تشير إلى أن جميع مفردات الاختبار ذات مستويات سهولة وصعوبة مناسبة، أي أن المفردات ليست شديدة السهولة وليست شديدة الصعوبة، وتقع ضمن النطاق المناسب. كما وجد أن معاملات التمييز لمفردات الاختبار قد تراوحت بين ما بين (0.18) و (0.75)، وهذه المعاملات تدل على أن مفردات الاختبار ذات معاملات تمييز مناسبة للتمييز بين الطلبة، وفي ضوء هذه النتائج تم تطوير الفقرات التي حازت على مستوى تمييز أقل من (20%).

7. إعداد مفتاح لتصحيح الاختبار: تم إعداد مفتاح لتصحيح الاختبار، حيث تم إعطاء الطالب الدرجة (1) للإجابة الصحيحة، والدرجة (0) للإجابة الخاطئة، وبالتالي تكون الدرجة الكلية للاختبار هي (30) درجة، والدرجة الصغرى هي (0) درجة.

8. إخراج اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي في صورته النهائية: بعد ضبط الاختبار وتقنيته تم إخرجه في صورته النهائية، وأصبح جاهزاً للتطبيق، وقد تضمن اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي في صورته النهائية على (30) فقرة موزعة على عشرة جوانب من الجوانب المعرفية للحس العلمي.

9. تطبيق اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي: بعد إخراج اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي في صورته النهائية، تم تطبيق على عينة الدراسة قبل تطبيق البرنامج وبعد التطبيق، ثم تصحيحه، وإدخال البيانات إلى الحاسوب لمعالجتها والخروج بنتائج الدراسة.

عرض نتائج الدراسة ومناقشتها

أولاً: عرض النتائج المتعلقة بالسؤال الأول للدراسة، ومناقشتها: للإجابة عن السؤال الأول للدراسة، ونصه: ما البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الحس العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية؟ فقد تم إعداد

الجدول (4): المحتوى العلمي للوحدة الدراسية المختارة من البرنامج المقترح في مادة الكيمياء بعنوان: "الكيمياء الخضراء"

رقم الوحدة	عنوان الوحدة	الموضوعات	الموضوعات الفرعية	عدد الجلسات	الزمن بالدقيقة
			• التطبيق القبلي لأدوات الدراسة	3	120
١٠	الكيمياء الخضراء	مقدمة عن الكيمياء الخضراء	• مفهوم الكيمياء الخضراء. • نشأة الكيمياء الخضراء.	1	40

البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وفقاً للخطوات الإجرائية التي تم تفصيلها سابقاً، حيث تكون البرنامج التعليمي المقترح في صورته النهائية من أربع وحدات دراسية، وكل وحدة من وحدات البرنامج تشتمل على أربعة إلى خمسة دروس، حيث بلغ إجمالي عدد الدروس 17 درساً، وتم توزيع كل درس إلى مجموعة من الحصص أو الجلسات، حيث بلغ إجمالي عدد الحصص أو الجلسات 32 حصة أو جلسة، وكل حصة أو جلسة يستغرق تنفيذها (40) دقيقة، لذلك بلغ الزمن الإجمالي لتنفيذ البرنامج 1280 دقيقة، بواقع 21 ساعة و 20 دقيقة.

ثانياً: عرض النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني للدراسة، ومناقشتها: للإجابة عن السؤال الثاني للدراسة، والذي نصه: ما الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء لقياس فاعلية البرنامج التعليمي المقترح في تنمية الحس العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية؟ تم اختيار إحدى وحدات البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، لإعدادها في صورة دليل المتعلم ودليل المعلم؛ ثم تجربتها وقياس فاعليتها في تحقيق أهداف البرنامج كالحس العلمي بجانبه المعرفي، على النحو المبين في الجدول (4):

رقم الوحدة	عنوان الوحدة	الموضوعات	الموضوعات الفرعية	عدد الجلسات	الزمن بالدقيقة
			<ul style="list-style-type: none"> الفرق بين الكيمياء التقليدية والكيمياء الخضراء . أهمية الكيمياء الخضراء . 		
		مبادئ الكيمياء الخضراء	<ul style="list-style-type: none"> المبادئ الاثنا عشر: فكرتها - وتطبيقاتها وأمثلة وتطبيقات. 	6	240
		الكيمياء الخضراء في حياتنا اليومية	<ul style="list-style-type: none"> أمثلة على المنتجات اليومية الخضراء . تطبيقات الكيمياء الخضراء في حياتنا. [1]طريقة الحكم إذا كان المنتج أخضرًا. [2]الخاتمة. 	1	40
			<ul style="list-style-type: none"> التطبيق البعدي لأدوات الدراسة 	3	120
				14	460

على اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي في الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، من خلال استخدام الأساليب الإحصائية الآتية:

- تم استخدام اختبار "ت" (t -test) بواسطة البرنامج الإحصائي (SPSS-27) لحساب دلالة الفروق بين متوسطي درجات طلبة مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي في الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء.

- تم حساب حجم الأثر باستخدام معادلة مربع إيتا (η^2) لمعرفة حجم أثر البرنامج التعليمي المقترح في تنمية الجوانب المعرفية للحس العلمي لدى طلبة مجموعة الدراسة باستخدام قياسين قبلي وبعدي على اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي في الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، حيث تم حساب حجم الأثر باستخدام

ويتضح من الجدول (4) أنَّ الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح تضمنت ثلاثة موضوعات رئيسة يندرج تحتها عدد من الموضوعات الفرعية، وهذه الموضوعات موزعة على ثمان جلسات، بواقع جلستين أسبوعيًا، إضافة إلى ست جلسات للتطبيقين القبلي والبعدي لأدوات الدراسة، وتم تحديد الزمن اللازم لتدريسها، بواقع (460 دقيقة)، بواقع 7 ساعات و 40 دقيقة.

ثالثاً: عرض النتائج المتعلقة بالسؤال الثالث للدراسة: للإجابة عن السؤال الثالث للدراسة، والذي نصه: ما فاعلية البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الجوانب المعرفية للحس العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية؟ فقد تم التأكد من صحة الفرض الأول للدراسة، والذي ينص على أنه: لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة شبوة في الجمهورية اليمنية في القياسين القبلي والبعدي

معادلة مربع إيتا (η^2)، من خلال استخدام المعادلة الآتية:

$$\text{حجم الأثر } \eta^2 = [t^2 / (t^2 + \text{درجات الحرية } df)]$$

الخضراء في تنمية تلك الجوانب لدى طلبة الصف الأول الثانوي مجموعة الدراسة، ويقترح "بليك" في هذا الشأن أن يكون الحد الفاصل لهذه النسبة هو (1.2%) وما فوق حتى يمكن اعتبار البرنامج التعليمي فعالاً، وتعطى نسبة معدل الكسب بالعلاقة الآتية:

$$\text{نسبة الكسب المعدل "بليك"} = (ص - س) / (د - س) + (ص - س) / د$$

حيث: س: متوسط درجات الطلبة في التطبيق القبلي للاختبار. ص: متوسط درجات الطلبة في التطبيق البعدي للاختبار. د: القيمة العظمى لدرجة البعد/ الاختبار.

* إذ أن حجم الأثر يكون كبيراً إذا كانت قيمة حجم الأثر أكبر من أو يساوي 0.14 - تم حساب مؤشر كوهين (d)، ثم حساب نسبة الكسب المعدل لـ "بليك" (Blacke)، والتي تعتمد على حساب متوسط درجات طلبة مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي، لمعرفة فاعلية البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء والجدول (5) التالي يوضح كل ذلك تفصيلياً.

جدول (5): اختبار دلالة الفروق (t - test) بين متوسطي درجات طلبة مجموعة الدراسة في القياسين القبلي والبعدي لاختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي للوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح، وحجم الأثر، ومعدل الكسب لـ "بليك"

البيان	التطبيق	الدرجة	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة t	درجات الحرية df	مستوى الدلالة Sig	حجم الأثر η^2 قيم	نسبة الكسب المعدل لـ "بليك"	جم الأثر
تفعيل الحواس	القبلي	48	0.96	0.699	12.714	49	0.000	0.767	1.47	كبير
	البعدي	137	2.58	0.609		49				
التساؤلات وطرح الأسئلة	القبلي	44	0.88	0.627	10.386	49	0.000	0.687	1.36	كبير
	البعدي	129	2.40	0.756		49				
القدرة على الاستدلال	القبلي	43	0.86	0.700	7.475	49	0.000	0.533	1.35	كبير
	البعدي	126	2.12	0.799		49				
القدرة على التصور المجرد وتوليد الأفكار	القبلي	88	1.76	0.847	5.093	49	0.000	0.350	1.21	كبير
	البعدي	141	2.36	0.749		49				

البيان	التطبيق	الدرجة	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة t	درجات الحرية df	مستوى الدلالة Sig	حجم الأثر η^2 قيم	نسبة الكسب المعدل "إ" بليك"	جم الأثر
الحس العددي	القبلي البعدي	46 120	0.92 2.18	0.922 0.629	7.699	49 49	0.000	0.547	1.34	كبير
اليقظة العلمية	القبلي البعدي	34 123	0.68 2.34	0.587 0.88	15.749	49 49	0.000	0.835	1.36	كبير
استدعاء الخبرات وربطها بالحاضر	القبلي البعدي	54 123	1.08 2.32	0.804 0.621	8.757	49 49	0.000	0.610	1.52	كبير
طلاقة الأفكار العلمية وسعة الخيال	القبلي البعدي	57 126	1.14 2.36	0.808 0.525	10.269	49 49	0.000	0.683	1.22	كبير
تقديم الأدلة	القبلي البعدي	46 125	0.92 2.26	0.778 0.633	8.342	49 49	0.000	0.587	1.31	كبير
التفكير فوق التفكير	القبلي البعدي	60 128	1.20 2.30	0.904 0.580	7.119	49 49	0.000	0.508	1.22	كبير
اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي ككل	القبلي البعدي	520 1279	10.4 23.24	3.43 2.559	27.131	49 49	0.000	0.937	1.30	كبير

ويتبين من الجدول (5) ما يأتي:

- توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طلاب الصف الأول الثانوي مجموعة الدراسة في القياسين القبلي والبعدي لاختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي ككل وفي كل جانب من جوانب الاختبار،

ولصالح التطبيق البعدي، حيث بلغت قيمة اختبار "ت" (t -test) لاختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي ككل (27.131)، وهي دالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$)، أيضًا تراوحت قيمة اختبار "ت" (t -test) للجوانب المعرفية لاختبار الحس العلمي ما بين (7.119) كأقل قيمة،

و(15.749) كأكبر قيمة، وجميعها دالة إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$)، مما يدل على أنَّ تدريس الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء قد أدى إلى تنمية الجوانب المعرفية للحس العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي مجموعة الدراسة، وعلى هذا الأساس تم رفض الفرض الأول للدراسة، والذي ينص على أنه: لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طلاب الصف الأول الثانوي مجموعة الدراسة في القياسين القبلي والبعدي على اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي في الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء.

- تشير قيم مربع إيتا (η^2) والتي تُساوي (0.937) للاختبار ككل، إلى نسبة 93.7% من التباين الكلي لدرجات الطلبة مجموعة الدراسة في اختبار الجوانب المعرفية للحس العلمي ككل ترجع لدراسة الوحدة الدراسية المختارة، وهذا يدل على أنَّ تدريس الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء قد أدى إلى تنمية الجوانب المعرفية للحس العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي مجموعة الدراسة، ومنه نستنتج أنَّ حجم التأثير للفروق بين المتوسطين للاختبار ككل كبير، ويعزى هذا الأثر الكبير إلى تأثير المتغير المستقل (الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح) على المتغير التابع (الجوانب المعرفية

للحس العلمي) مما زاد من فاعلية الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح، حيث وقد تراوحت قيم مربع إيتا (η^2) للجوانب المعرفية لاختبار الحس العلمي ما بين (0.350) كأقل قيمة، و(0.835) كأكبر قيمة، وهي ما تشير إلى التأثير الكبير للوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح في تنمية الجوانب المعرفية المختلفة لاختبار الحس العلمي.

- تشير قيمة نسبة الكسب المعدل لـ"بليك" (Blacke) والتي تُساوي (1.30) للاختبار ككل، إلى وجود تأثير كبير لدراسة الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الجوانب المعرفية للحس العلمي لدى الطلبة مجموعة الدراسة، حيث وقد تراوحت قيمة نسبة الكسب المعدل للجوانب المعرفية لاختبار الحس العلمي ما بين (1.21) كأقل قيمة، و(1.52) كأكبر قيمة، وجميعها أكبر من القيمة التي حددها "بليك"، للحكم على فاعلية البرنامج التعليمي المقترح، وهي ما تشير إلى التأثير الكبير والفعال للوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء في تنمية الجوانب المعرفية المختلفة للحس العلمي التي تم قياسها بالاختبار.

ويمكن تفسير تلك النتائج على النحو الآتي:

- أنَّ وموضوعات الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء قد أثارت وجذبت انتباه وتركيز المتعلمين نظراً لأهميتها وارتباطها بحياتهم.

ساعدت في فهم المعلومات الجديدة المتضمنة في الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في حياتنا.

وتتفق نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة عبد الفتاح (2022) والتي أظهرت نتائجها وجود فروق دالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطات درجات الطلبة في القياسين القبلي والبعدي في اختبار الجانب المعرفي للحس العلمي، ولصالح التطبيق البعدي. كما تتفق نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة المسوري (2023)، والتي أظهرت نتائجها وجود فروق دالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والبعدي في كل من اختبار الحس العلمي المعرفي ككل، وفي كل بعد من أبعاده، ولصالح التطبيق البعدي الدراسة. كما تتفق نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة جودة (2020)، والتي أظهرت نتائجها فعالية المنهج المطور في ضوء التربية الجمالية في تنمية الحس العلمي لدى طلبة المرحلة الأساسية العليا في فلسطين.

توصيات الدراسة: في ضوء حدود مشكلة الدراسة وأسئلتها ونتائجها؛ يُمكن التوصية بما يلي:

1. نشر ثقافة المستحدثات العلمية المتعلقة بالكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، لدى جميع الطلبة في مختلف الصفوف الدراسية، وتوعيتهم بأهميتها ومميزات استخدامها.
2. إبراز الدور الإيجابي للمستحدثات العلمية المتعلقة بالكيمياء الخضراء وتطبيقاتها

- حداثه موضوعات الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وارتباطها بمواقف حياتية، واحتوائها على العديد من المفاهيم والمعلومات المثيرة الموجودة في مجال الكيمياء الخضراء والمرتبطة بحياة المتعلم، والتي عملت على تحفيز المتعلمين وزيادة وعيهم بمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في حياتنا اليومية والصناعية.

- تضمين الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء لبعض الموضوعات المتعلقة بالكيمياء الخضراء التي يتعرض لها الطلبة في واقعهم الفعلي قد ساعد على الإلمام بهذه الموضوعات والتعرف على أبعادها ومعرفة تطبيقاتها في تحقيق الاستدامة البيئية، مما أسهم في تنمية وعيهم وحسهم العلمي بأهميتها.

- احتواء موضوعات الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء على معلومات ومعارف جديدة عن المنتجات الكيميائية وفوائدها البيئية والاقتصادية والاجتماعية، أثار دافعية ورغبة الطلبة لمزيد من التعلم والمعرفة بهذا العلم وأهميته في المستقبل.

- إن الاستراتيجيات التدريسية المستخدمة لتدريس موضوعات الوحدة الدراسية المختارة من البرنامج التعليمي المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء، والتي تركز على المتعلم ومعرفته وتنوّه بما يريد أن يتعلم، ومشاركته زملاءه في التعلم، والحوار والمناقشة بين المعلم وبين الطلبة قد

ودورها في حل الكثير من المشكلات التي

تواجه الفرد والمجتمع في عالم اليوم.

3. لفت أنظار القائمين على تخطيط وتطوير

المناهج في مراحل التعليم العام نحو ضرورة

تحسين ومواكبة مناهج العلوم بشكل عام،

ومناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية بشكل

خاص للمستحدثات العلمية المتعلقة

بالكيمياء الخضراء وتطبيقاتها.

4. أهمية إضافة محتوى، في كتب الكيمياء

بالمرحلة الثانوية في الجمهورية اليمنية،

يتعلق بموضوعات علمية، مثل: مبادئ

الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في حياتنا.

مقترحات الدراسة: في ضوء أهداف الدراسة الحالية

وحدودها ونتائجها؛ يُمكن اقتراح إجراء العديد من

البحوث والدراسات؛ استكمالاً لجوانب الدراسة

الحالية، كالآتي:

1. تقويم مستوى وعي معلمي العلوم بالمرحلة

الإعدادية والثانوية بمبادئ الكيمياء

الخضراء وتطبيقاتها.

2. تطوير وحدات دراسية من البرنامج التعليمي

المقترح القائم على مبادئ الكيمياء الخضراء

وتجريبها وبيان فعاليتها على تنمية الاتجاه

نحو الكيمياء الخضراء ومهارات التفكير

المستقبلي لدى طلبة المرحلة الثانوية في

الجمهورية اليمنية.

3. وحدة مقترحة في ضوء مبادئ الكيمياء

الخضراء وتطبيقاتها، وأثرها على تنمية

عمق المعرفة العلمية ومهارات حل

المشكلات البيئية لدى طلبة الصف الأول

الثانوي.

قائمة المراجع العربية:

[1] القرآن الكريم.

[2] البطلان، إبراهيم بن عبد الله. (2021). مستوى

تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في محتوى

كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية

السعودية. مجلة كلية التربية - جامعة المنوفية،

الجزء الأول، العدد (4)، ص ص 328-376.

[3] أبو الوفاء، رباب. (2018). فعالية مقرر مقترح

للكيمياء الخضراء قائم على مبادئ التربية من أجل

الإستدامة (ESD) في تنمية الثقافة الكيميائية لدى

الطلبة المعلمين شعبة الكيمياء. المجلة المصرية

للتربية العلمية - كلية التربية - جامعة عين شمس

- مصر، المجلد 21، العدد (2)، ص ص 1-51.

[4] أبو حاصل، بدرية سعد. (2019). أثر استراتيجية

التعلم بجانبي الدماغ في تدريس العلوم على التحصيل

وتنمية الحس العلمي وعادات العقل لدى طالبات

الصف الأول متوسط. مجلة جامعة أم القرى للعلوم

التربوية والنفسية - المجلد (11) - عدد (1) - ج 1

- محرم 1441 هـ / سبتمبر 2019م.

[5] أبو عمرة، أسماء محمد. (2016). أثر توظيف

استراتيجية خرائط المفاهيم الرقمية في تنمية الحس

العلمي لدى طالبات الصف التاسع أساسي بغزة.

بحث ترقية - كلية التربية، الجامعة الإسلامية، غزة

- فلسطين.

[6] جاد الحق، نهلة عبد المعطي الصادق. (2018).

استراتيجية التحليل الشبكي لتنمية مهارات التفكير

البصري والحس العلمي في العلوم لدى تلاميذ المرحلة

الإعدادية. مجلة الجمعية المصرية للتربية العلمية -

القاهرة. المجلد (4)، العدد 21، ص ص: 247 -

256.

[7] الحمداني، موفق، وعدنان الجادري، وعامر قنديلجي،

وعبدالرزاق بني هاني، وفريد أبو زينة. (2006).

الثاني NGSS. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة صنعاء - اليمن.

[15] الشحري، إيمان علي. (2011). فاعلية برنامج مقترح في العلوم قائم على تكامل بعض النظريات المعرفية لتنمية الحس العلمي لدى طلاب المرحلة الإعدادية، المؤتمر العلمي الخامس عشر، فكر جديد لواقع جديد، سبتمبر الجمعية المصرية للتربية العلمية 209-296.

[16] الشحري، إيمان علي. (2019). 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، المجلد (19)، العدد (4)، ص ص 223-280.

[17] الشناوي، نانيس. (2020). فاعلية برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء في تنمية القيم البيئية لدى الطلبة المعلمين شعبة الكيمياء. مجلة كلية التربية، جامعة بور سعيد، المجلد (1)، العدد (30)، ص ص 261-211.

[18] شحاتة، حسن؛ والنجار، زينب. (2003). معجم المصطلحات التربوية والنفسية، القاهرة، الدار المصرية اللبنانية.

[19] ظافر، داود علي عبدالله؛ وعبد الرب، عبدالله حسن محمد. (2023). فاعلية برنامج تعليمي قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها في تنمية الوعي بالموارد المتجددة لدى طالبات الصف الثالث الثانوي بمدينة إب في الجمهورية اليمنية. مجلة الباحث الجامعي للعلوم الإنسانية، العدد 50، الصفحات 201-234. ISSN: 2079-5068.

[20] العصيمي، حميد هلال. (2019). أثر استخدام استراتيجية التلمذة المعرفية في تدريس الأحياء في تنمية المفاهيم البيولوجية والحس العلمي لدى طلاب المرحلة الثانوية في مدينة مكة المكرمة بالمملكة

مناهج البحث العلمي: أساسيات البحث العلمي. ط1، الأردن - عمان: مؤسسة الورق للنشر والتوزيع.

[8] حبيب، رحيمة رويح. (2020). تقويم دور مدرسي ومدرسات علم الأحياء في تنمية الحس العلمي لدى طلبتهم. المجلة العربية للتربية النوعية، المجلد (4)، العدد 13، ص ص 275-290.

[9] حجاج، آية احمد. (2020). تطوير برنامج إعداد معلمي الكيمياء بكليات التربية في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها. رسالة كتورة غير منشورة، كلية التربية، جامعة بنها، مصر.

[10] حجاج، آية احمد؛ وصابر، محمد؛ وعبد الوهاب، فاطمة. (2020). وحدة مقترحة قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها لتنمية الجانب المعرفي ومهارات اتخاذ القرار لدى طلاب شعبة الكيمياء بكلية التربية. مجلة كلية التربية ببنها، المجلد 4، العدد 123، ص ص 267-300.

[11] حيدر، عبد اللطيف حسين. (2020). الإستمولوجيا وبيداجوجيا التمكين. طبعة تجريبية، اليمن - صنعاء: دار الكتب.

[12] الزعيم، هبة الله عبد الرحمن مسعود. (2013). فاعلية توظيف مدخل الطرائق العلمية في تنمية الحس العلمي لدى طالبات الصف الثامن بغزة. رسالة ماجستير غير منشورة - كلية التربية، الجامعة الإسلامية، غزة - فلسطين.

[13] الزويد، أحمد حسن علي. (2006). دراسة تحليلية مقارنة لمحتوى كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية بين المملكة العربية السعودية والجمهورية اليمنية في ضوء محتوى منهج الكيمياء بولاية كاليفورنيا. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية - جامعة عدن: الجمهورية اليمنية.

[14] السريحي، حنين محمد يحيى. (2023). تصوّر مقترح لتطوير منهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في الجمهورية اليمنية؛ في ضوء معايير العلوم للجيل

الجمهورية اليمنية في ضوء المعايير العالمية لتعليم الكيمياء، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة تعز - اليمن.

[28] المسوري، سمر حسين محمد. (2023). فاعلية

برنامج مقترح قائم على المستحدثات البيولوجية في تنمية التنور البيولوجي والحس العلمي وحس التعلم لدى الطلبة المعلمين في قسم علوم الحياة بكلية التربية - جامعة صنعاء. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية - جامعة صنعاء اليمن.

[29] مازن، حسام الدين محمد. (2013). الحس

العلمي من منظور تدريس العلوم والتربية العلمية. المجلة التربوية، كلية التربية، جامعة سوهاج، العدد (34)، يوليو 2013م، ص ص 457-466.

[30] محمد، كريمة عبد الإله محمود محمد. (2020).

منهج مقترح في العلوم قائم على مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها لتنمية الوعي بالاستدامة البيئية والتفكير الإيجابي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، مجلة كلية التربية- جامعة عين شمس، العدد 44 (الجزء الرابع)، ص ص 209-314.

[31] مراد، سهام السيد. (2016). أثر استخدام خرائط

التفكير في تدريس العلوم على تنمية الحس العلمي لدى طالبات الصف الخامس الابتدائي. المجلة الدولية التربوية المتخصصة، المجلد (5)، العدد 5، ص ص 143-157.

[32] مرعشلي، نديم؛ مرعشلي، أسامة، تقديم العلامة

الشيخ العريلي، عبد الله. (1974). الصحاح في اللغة والعلوم - تجديد صحاح العلامة الجوهري المصطلحات العلمية والفنية للمجاميع والجامعات العربية، المجلد (1)، دار الحضارة العربية، بيروت.

[33] يوسف، رحمة ممدوح. (2022). برنامج مقترح

في الكيمياء الخضراء قائم على مدخل التحليل الأخلاقي لتنمية مهارات التفكير الأخلاقي لمعلمي الكيمياء قبل الخدمة. مجلة البحث في التربية وعلم

العربية السعودية. المجلة التربوية لكلية التربية بسوهاج، المجلد (68)، العدد 68، ديسمبر 2019، ص ص 1773-1747 .

[21] عبد المعز، محمد سمير. (2007). الكيمياء

الخضراء. القاهرة، دار الكتب المصرية.

[22] عبد الفتاح، شرين شحاته. (2022). برنامج في

التكنولوجيا الخضراء لتنمية مهارات التفكير المستقبلي والحس العلمي لدى طلبة الفرقة الرابعة شعبة الكيمياء بكلية التربية بجامعة الوادي الجديد بجمهورية مصر العربية. مجلة كلية التربية بأسسوط، المجلد (38)، العدد 1-2، يناير 2022، ص ص 1-60.

[23] غانم، تغيدة سيد. (2015). وحدة مقترحة في

التكنولوجيا الخضراء قائم على عملية التصميم التكنولوجي وفعاليتها في تنمية مهارات تصميم النماذج التكنولوجية واتخاذ القرار في مقرر العلوم البيئية لطالب الصف الثالث الثانوي. مجلة التربية العلمية، المجلد (1)، العدد 18، ص ص 1-44.

[24] القرني، مسفر بن خفير سني. (2021). فاعلية

نموذج (PEOE) في تدريس العلوم لتنمية مهارات توليد وتقييم المعلومات والحس العلمي لدى طلاب الصف الأول المتوسط. مجلة البحوث التربوية والنفسية، المجلد (18)، العدد (70)، ص ص 117 - 176.

[25] قشطة، أمل اشنيوي. (2018). أثر استخدام

نمطين للواقع المعزز في تنمية المفاهيم العلمية والحس العلمي في مبحث العلوم لدى طالبات الصف السابع الأساسي، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.

[26] اللقاني، أحمد؛ والجمل، علي. (2003).

معجم المصطلحات التربوية المعرفية في المناهج وطرق التدريس. ط3، مصر - القاهرة: دار عالم الكتب للطباعة والنشر والتوزيع.

[27] المخلافي، سهام سيف علي غالب. (2008).

تقويم مناهج الكيمياء للمرحلة الثانوية في

chemistry in a high school ap chemistry classroom .unpublished master dissertation, Michigan state university, U.S.A.

- [9] Mitarlis, M., Azizah, U., & Yonata, B. (2023). The integration of green chemistry principles in basic chemistry learning to support achievement of Sustainable Development Goals (SDGs) through education. **Journal of Technology and Science Education**, 13(1), 233–254.
- [10] Mishra, S. (2023). Exploring marine prospects for entrepreneurship and innovation. **Journal of Computers, Mechanical and Management**, 2(4), 1670–1756. <https://doi.org/10.57159/gadl.jcmm.2.4.23095>
- [11] Sheldon, R.A. (2016). Green chemistry, catalysis and valorization of waste biomass. **Journal of Molecular Catalysis A: Chemical**, 422, 3–12. DOI: 10.1016/j.molcata.2016.01.013
- [12] Taha, Abd Allah Mahdi. (2019). The Effect of the Interaction of Mind Maps and the Pattern of Learning and Thinking in Developing the Skills of Generating and Evaluating Information in Chemistry among Secondary Stage Students, **Journal of Arab Studies in Education and Psychology**, Saudi Arabia, No. (58), pp. 225- 267.
- [13] Von Glasersfeld, E. (2001, b). **Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning**; Falmer Press: London.
- [14] Warner, J. C. & Anastas, P. T. (2004). **Green chemistry: Theory and practice**. Oxford University Press.

النفس، المجلد (37)، العدد 3، ص ص 1069-1112.

قائمة المراجع الأجنبية:

- [1] Anastas P.& Eghbali, N.(2009). Green chemistry: Principles and practice Frist published as an advance Article on the Web. DOI:10.1039/b918763b.
- [2] Ford, M. (2012). A Dialogic account of Sense Making in Scientific Argumentation and Reasoning, **Cognition and instruction**, 30 ,(3) pp207- 245.
- [3] Gross, E. (2013). Green chemistry and sustainability: An undergraduate course for science and non science majors. **Journal of chemical education**, 90 (4) , 429-431.
- [4] Horvath, I. & Anastas, P. (2007). Innovations and Green Chemistry. **Chemical Reviews**, 107 (6) , 2139-2173.
- [5] Karp dewan, 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.
- [6] Layla, F. & Rafael, L. (2018). **Nano catalysis for Green Chemistry**, Universidad de Córdoba, Córdoba, Spain.
- [7] Manahan, S. (2006). **Green chemistry and the ten commandments of sustainability**, Columbia, USA: Chem Char Research, Inc.
- [8] Miller, T. (2012). **A context based approach using green chemistry / Bio-remediation principles to enhance interest and learning of organic**