برنامج مقترح في الكيمياء قائم على المستحدثات الكيميائية لتنمية المفاهيم المرتبطة بها وقوة العلم لدى طلاب الصف الأول الثانوى

إعداد

د. عصام محمد سيد أحمد

مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم

كلية التربية – جامعة عين شمس

ملخص البحث باللغة العربية:

هدف البحث إلى تنمية المفاهيم المرتبطة بالمستحدثات الكيميائية وقوة العلم لدى طلاب الصف الأول الثانوى، ولتحقيق هذا الهدف قام الباحث بإعداد البرنامج المقترح في ضوء بعض المستحدثات الكيميائية، كما تم بناء أداتى البحث، وهي عبارة عن اختبار المفاهيم الكيميائية المرتبطة بالمستحدثات واختبار قوة العلم، وللتحقق من فاعلية البرنامج المقترح، تم اختيار مجموعة مكونة من 38 طالب من طلاب الصف الأول الثانوى بمدرسة السلام الثانوية إدارة الزيتون التعليمية، وتم تطبيق أدوات البحث عليها قبليًا، ثم تم تطبيق البرنامج المقترح في فترة زمنية لمدة ثلاث أسابيع، وتم إعادة تطبيق أدوات البحث بعد تطبيق البرنامج المقترح، وأظهرت نتائج البحث وجود فرق دال احصائيا عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطي درجات الطلاب في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار المفاهيم الكيميائية ككل وكل بعد من أبعاده لصالح التطبيق البعدي، بالإضافة إلى وجود فرق دال احصائيا عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطي درجات الطلاب في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار قوة العلم ككل وكل بعد من أبعاده لصالح التطبيق البعدي، وهذا يدل على فاعلية تطبيق البرنامج المقترح القائم على المستحدثات الكيميائية في تنمية المفاهيم الكيميائية المرتبطة بالمستحدثات وقوة العلم لدى طلاب الصف الأول الثانوى.

الكلمات المفتاحية: المستحدثات الكيميائية – قوة العلم.

Abstract:

This research aimed at developing concepts related to chemical innovations and the power of science among first-year secondary students, to achieve this goal, the researcher prepared the proposed program in the light of some chemical innovations. to measure the effectiveness of the proposed program, a group of 38 students was selected from the first year of Al-Salam Secondary School, Al-Zaytoun Educational Administration, the research tools were applied to them before, then the proposed program was applied in a period of time for three weeks, and the research tools were re-applied after applying the program, the results of the research showed that there was a statistically significant difference at the level of (0.01) between the mean scores of the students in the pre and post application to test the chemical concepts as a whole and each of its dimensions in favor of the post application, in addition to the presence of a statistically significant difference at the level of significance (0.01) between the average scores of students in the pre and post application of the strength of science test as a whole and each of its dimensions in favor of the post application, this indicates o the effectiveness of the application of the proposed program based on chemical innovations in the development of chemical concepts related to innovations and the power of science among first-year secondary students.

Keywords: chemical innovation – power of science.

المقدمة:

يمر العالم اليوم بالثورة الصناعية الرابعة، وهي مزيج من التقدم التكنولوجي وثورة المعلومات، وقد كان لهذه الثورة تداعيات على مختلف جوانب الحياة في جميع دول العالم، وأدى هذا التقدم العلمي السريع إلى ظهور عدد كبير من المستحدثات العلمية التي تمثل كل ما هو جديد وحديث في العالم في مجال العلوم بفروعه المختلفة ومنها الكيمياء، والتى هي فرع من فروع العلوم الطبيعية تتعامل مع خصائص وتركيب المواد، والتحولات التي تحدث لها والتغير في الطاقة أثناء حدوث التفاعلات الكيميائية، وتهتم الكيمياء أيضًا بالطريقة الصحيحة لاستخدام المواد الطبيعية وكيفية تصنيع المواد الكيميائية الصناعية المستخدمة في جميع جوانب الحياة في المجالات الصناعية والطبية والمنزلية والهندسية والطبية.

وللكيمياء دور في جميع جوانب الكون الذي يحيط بالإنسان، وقد حققت له العديد من الانجازات في مختلف مجالات الحياة وقضايا الحياة المختلفة، والكيمياء مهمة جدا بالنسبة للعلوم الأخرى مثل الفيزياء والطب والهندسة والبيولوجيا والزراعة، كما تمدنا بالمفاهيم اللازمة لتوظيف هذه العلوم في مواقف ذات قضايا حياتية مختلفة (نوار(*)، 2014، 107).

وقد أكدت العديد من المنظمات والمشروعات العلمية على أهمية إدخال المستحدثات الكيميائية في المناهج الدراسية، فالمستحدثات الكيميائية أصبحت محل اهتمام المتخصصين بعلم الكيمياء، حيث زادت أهميتها في حياة الأفراد والمجتمعات، ولذلك وجب العمل على فهم الطلاب لتلك المستحدثات وكيفية التعامل معها للحصول على أكبر استفادة منها في مقابل التخلص من سلبياتها، حيث إن المستحدثات

(*) اتبع الباحث في توثيق المراجع نظام رابطة علم النفس الأمريكية الإصدار السابع (اسم العائلة، سنة النشر).

الكيميائية تساعد الطلاب على إيجاد الحلول العلمية للعديد من المشكلات والقضايا البيئية وذلك عن طريق إنتاج مواد جديدة صديقة للبيئة لا ينجم منها مواد ملوثة وذلك عن طريق تحضيرها من مصادر متجددة وقابلة للتحلل (جاد الحق، 2018، 109).

وهناك العديد من الأسباب التي عجلت في ظهور المستحدثات الكيميائية وتطورها بصوره دائمة، ومن أهم هذه الأسباب طبيعة العصر الذي نعيش فيه والذي يتميز بالتغير المستمر والذي يرتبط بالتقدم في العديد من المجالات بما في ذلك مجالات العلوم، مما أدى إلى ظهور مفاهيم علمية جديدة مرتبطة بهذه المستحدثات مثل: أنواع النفايات، والكيمياء الخضراء، والطاقة المتجددة الخضراء، وتكنولوجيا النانو، والكيمياء التشخيصية والطبية، وما إلى ذلك، مما أدى إلى إحداث تغيير كبير في مختلف مجالات الحياة، وظهور آليات جديدة للتعليم والتدريب يصعب التعامل معها إلا لمن يمتلك المعرفة والمهارات والقيم، مما يمكنهم من استيعاب هذه المستحدثات والتكيف معها واستثمارها ومواصلة تطويرها (إسماعيل، 2018، 476).

ووفقًا لذلك تعد المستحدثات الكيميائية جزءًا من نتاج تطور العلوم؛ حيث يتقدم العلم من خلال توظيف المستحدثات نفسها، وبالتالي فهي دائرة متصلة يكمل بعضها البعض، وأصبح للمستحدثات الكيميائية دورًا مهمًا في تطوير العلم، وهذا أظهر أهمية توظيف المستحدثات الكيميائية في مجال التعليم وما يرتبط بها من أبحاث ودراسات، والتى وضحت أن هناك حاجة ملحة لتطوير التعليم من خلال توظيف المستحدثات الكيميائية في التعليم (Singh, 2017, 110).

وتؤكد دراسة (نوار، 2015) أن ظهور هذه المستحدثات في مجال تعليم الكيمياء ليس الغاية المنشودة في حد ذاته، ولكن الأهم هو كيفية توظيفها لتحقيق نواتج التعلم المرجوة من خلال متابعة وتوظيف كل ما هو جديد في هذا المجال، وبناءً على ذلك، يجب أن تحتوى المناهج التعليمية على المستحدثات الكيميائية التي هي تطبيقات للعلم وتحتل مكانًا في التعليم وتنشئة الأجيال التي ستكون في المستقبل مسؤولة عن تنشئة الأجيال الأخرى.

ونظرًا لأهمية المستحدثات الكيميائية فقد تم إجراء عدد من الدراسات مثل دراسة (عبد الهادى،2020) والتي قامت بتطوير منهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في ضوء المستحدثات العلمية المعاصرة وقياس اثر تدريس وحدة من المنهج المطور على تنمية جوانب التنور الكيميائى المعرفية والمهارية والوجدانية وقد توصلت النتائج إلى فاعلية المنهج المطور في تنمية جوانب التنور الكيميائى، ودراسة (جاد الحق، 2018) والتى هدفت إلى التعرف على فاعلية برنامج في المستحدثات الكيميائية لتنمية التنور الكيميائى لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية، وقد أسفرت نتائج البحث عن فاعلية البرنامج في تنمية التنور الكيميائى، ودراسة (نورا، 2015) والتى هدفت إلى التعرف على فاعلية برنامج مقترح قائم على التعلم الذاتي لتنمية مهارات اتخاذ القرار لدى طلاب نوادي العلوم بالمرحلة الثانوية، وقد أسفرت نتائج البحث عن فاعلية البرنامج المقترح في تنمية مهارات اتخاذ القرار لدى طلاب نوادي العلوم بالمرحلة الثانوية، وقد أكدت نتائج هذه الدراسات بعدم اهتمام مناهج الكيمياء التي تدرس حاليا بتنمية مهارات التعلم الذاتي واتخاذ القرار.

وقد أوضح عدد من التقارير الدولية التي صدرت حول تشخيص الأسباب التي تحول دون إكتساب المتعلمين المعارف والمهارات والميول والاتجاهات العلمية اللازمة والضرورية لحياتهم الشخصية والمجتمعية، وهذه التقارير نتاج تقييم العملية التعليمية والتربوية، وهي تشير دائما إلى وجود قصور في تناول كتب العلوم ومنها الكيمياء للمستحدثات العلمية بالإضافة إلى عدم اهتمام المعلم بتنمية عدد من الأهداف التعليمية التي يسعى تعليم العلوم إلى تحقيقها، وهذه التقارير محاولة لتغيير النظرة السطحية التي أدت بكثيرين إلى العزوف عن دراسة العلوم والرياضيات (باشا، 2015، 3).

وتعتبر القوة العلمية من أهم الأهداف التي يسعى تعليم العلوم إلى تحقيقها للمتعلم، والقوة العلمية هي القوة العقلية التي تدفع المتعلم لتحقيق أهدافه، مدعومة بالمثابرة على تحقيق هذه الأهداف، وترتبط ارتباطا وثيقا بالعادات العقلية للمتعلم، وتساعد المتعلم على تحديد أهدافه المستقبلية بدقة، مما يجعل تفكيره من نوع التفكير التباعدي كما تنمى الإبداع، ويمكن تعريف القوة العلمية على أنها مجموعة من الجوانب الوجدانية

من دوافع وقدرات وميول وقيم التي تدفع المتعلم نحو الدراسة العلمية بدرجة كبيرة من الشغف، مما يؤدى إلى زيادة تقدم المتعلمين للدراسة بالأقسام العلمية، وهذا بدوره سوف يؤدى إلى إعداد عدد كبير من العلماء والمبتكرين ودعم دور العلم في تقدم المجتمع (راشد، 2019، 128).

وتقوية ثقافة القوة العلمية يساعد في تنمية الوعي العلمي بين المتعلمين، وبالتالي يجب أن تكون القوة العلمية محور الاهتمام في تعليم العلوم، ويجب الاهتمام بتوفير بيئة تعلم تتميز بالحرية والتفاعل الإيجابي بين المتعلمين، ويجب على مدرس العلوم أن يجعل تنمية القوة العلمية لطلابه هدف مباشر وواضح بالنسبة له من خلال تخطيطه لتطويرها بين طلابه من أجل زيادة اهتمامهم بالعلوم، حيث أثبتت الدراسات السابقة أن العديد من الطلاب مترددون للدخول إلى الأقسام العلمية بسبب الطريقة الجافة التي يتم بها تقديم مادة العلوم، والتي غالبًا ما تكون بعيدة عن واقع حياتهم (باشا، 2015، 3).

ولكن بالنظر إلى الواقع الحالى لمنهج الكيمياء للصف الأول الثانوى وجد الباحث انه يفتقر لهذه المستحدثات وذلك في ضوء نتائج تحليل محتوى كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوى والذى قام بها الباحث والتي أوضحت وجود قصور في تناول موضوعات المستحدثات الكيميائية حيث تم تناول بعض تطبيقات مستحدث كيميائى واحد وهى كيمياء النانو دون التطرق لباقى المستحدثات الكيميائية، هذا بالإضافة إلى عدم احتواء الكتاب على الأنشطة التي تساعد فى تنمية القوة العلمية بجانب عدم اهتمام معلمى مادة الكيمياء بتنمية جوانب القوة العلمية لدى المتعلمين وذلك نتيجة للمقابلة الشخصية التي قام بها الباحث مع عدد 11 معلم لمادة الكيمياء بإدارة مصر الجديدة التعليمية وذلك خلال زيارته لبعض المدارس لمتابعة التربية العملية، وكانت محاور المقابلة تتمثل في كيف يتم تحقيق جوانب التعلم المختلفة في ظل عدم توافر وقت لذلك.

ولتحديد مستوى الطلاب في المفاهيم الخاصة بكيمياء النانو والقوة العلمية لدى الطلاب بالصف الأول الثانوى فقد قام الباحث بدراسة استطلاعية على عدد 30 طالب بمدرسة كاظم أغا الثانوية بنين من خلال تطبيق اختبار مفاهيم كيمياء النانو ومقياس قوة

العلم، وقد أوضحت نتائج تطبيق الدراسة الاستطلاعية أن نسبة ٪71 من الطلاب قد حصلوا على نسبة أقل من ٪35 من الدرجة الكلية لاختبار مفاهيم كيمياء النانو، وأن ٪29 من الطلاب قد حصلوا على نسبة أقل من ٪50 من الدرجة الكلية للاختبار، كما أوضحت النتائج أن نسبة ٪62 من الطلاب قد حصلوا على نسبة أقل من ٪40 من الدرجة الكلية لمقياس قوة العلم، وأن ٪38 من الطلاب قد حصلوا على نسبة أقل من ٪50 من الدرجة الكلية للاختبار.

وقد قام الباحث بمراجعة الدراسات السابقة التي تناولت المستحدثات الكيميائية وقوة العلم فلم يجد من بينها دراسة – في حدود علم الباحث – قد تناولت تطبيق برنامج مقترح قائم على المستحدثات الكيميائية لتنمية المفاهيم المرتبطة بها وقوة العلم لدى طلاب الصف الأول الثانوى على وجه التحديد، ومن هنا نبعت أهمية البحث.

مشكلة البحث:

حُددت مشكلة البحث في تدنى مستوى تحصيل طلاب الصف الأول الثانوى للمفاهيم الكيميائية المرتبطة بالمستحدثات الكيميائية بالإضافة إلى ضعف في مستوى قوة العلم لديهم وللتصدى لهذه المشكلة يحاول الباحث من خلال البحث الحالي الإجابة عن السؤال الرئيس التالى:

«ما فاعلية برنامج مقترح في الكيمياء قائم على المستحدثات الكيميائية لتنمية المفاهيم المرتبطة بها وقوة العلم لدى طلاب الصف الأول الثانوى».

ويتفرع من السؤال الرئيس السابق الأسئلة الفرعية التالية:

1. ما المستحدثات الكيميائية الملائمة لطلاب الصف الأول الثانوى؟
2. ما صورة البرنامج المقترح؟
3. ما فاعلية البرنامج المقترح في تنمية المفاهيم الكيميائية المرتبطة بهذه المستحدثات لدى طلاب الصف الأول الثانوى؟
4. ما فاعلية البرنامج المقترح في تنمية قوة العلم لدى طلاب الصف الأول الثانوى؟

أهداف البحث:

هدف البحث إلى:

- قياس فاعلية البرنامج المقترح في تنمية المفاهيم الكيميائية المرتبطة بالمستحدثات الكيميائية لدى طلاب الصف الأول الثانوى.
- قياس فاعلية البرنامج المقترح في تنمية قوة العلم لدى طلاب الصف الأول الثانوى.

حدود البحث:

تنقسم حدود البحث إلى:

- **بعض المفاهيم الكيميائية المرتبطة بالمستحدثات الكيميائية:** والمتمثلة في (النفايات الإلكترونية - الكيمياء الخضراء - كيمياء النانو - التحفيز العضوى الانتقائى - بطاريات البوليمر- كيمياء التدفق - الشبكات الفلزية العضوية - الطباعة الحيوية ثلاثية الأبعاد - التحلل الحيوى - البيوديزل).
- **مستويات تنمية المفاهيم:** والمتمثلة في (تحديد الخصائص - التعريف - التمييز - إدراك العلاقة - التوسع).
- **بعض أبعاد قوة العلم:** والتي تتمثل في (طلاقة الأفكار العلمية - سعة الخيال العلمي - حل المشكلات - الاستدلال العلمي - التعبير عن الأفكار).
- **موضوعات البرنامج:** تم إعداد البرنامج في ضوء الموضوعات التالية وفق قائمة المستحدثات الكيميائية (النفايات الإلكترونية - الكيمياء الخضراء - كيمياء النانو - التحفيز العضوى الانتقائى - بطاريات البوليمر- كيمياء التدفق - الشبكات الفلزية العضوية - الطباعة الحيوية ثلاثية الأبعاد - التحلل الحيوى - البيوديزل).
- مجموعة من طلاب الصف الأول الثانوى بمدرسة السلام الثانوية بنين بإدارة الزيتون التعليمية.

مصطلحات البحث:

- **المستحدثات الكيميائية:** «تهتم برصد الظواهر والأحداث الجديدة في مجال الكيمياء، لإعداد طلاب الصف الأول الثانوى القادرين على الإحاطة بهذه المعرفة الجديدة والاستفادة منها بما يساعدهم على التكيف والتوافق مع هذا العصر».

- **قوة العلم**: «مجموعة من الجوانب العاطفية من دوافع وميول وقيم تدفع طلاب الصف الأول الثانوى نحو الدراسة العلمية بدرجة كبيرة من الشغف مما يؤدي إلى زيادة تقدمهم للدراسة في الأقسام العلمية وهذا بدوره سيؤدي إلى تنمية ودعم دور العلم في تقدم المجتمع» وتقاس إجرائيًا في هذا البحث بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في المقياس المعد لذلك.

منهج البحث والتصميم التجريبى:

استخدم الباحث المنهجين البحثيين التاليين:

1. **المنهج الوصفي التحليلى**: عند بناء البرنامج المقترح في ضوء المستحدثات الكيميائية، وعند إعداد أداتي التقييم واستخدام الأسلوب الإحصائي التحليلي في معالجة البيانات وتحليلها، وإعطاء التفسيرات المنطقية المناسبة لها.
2. **المنهج التجريبي**: في الإجراء الخاص بالجانب التطبيقي للبحث للتأكد من فاعلية البرنامج المقترح، واستُخدم التصميم شبه التجريبى ذو المجموعة الواحدة، ويشمل البحث المتغيرات التالية:

- **المتغير المستقل**: البرنامج المقترح القائم على المستحدثات الكيميائية لطلاب الصف الأول الثانوى.
- **المتغيرات التابعة**: المفاهيم الكيميائية المرتبطة بالمستحدثات الكيميائية، قوة العلم.

ويوضح جدول (1) التصميم التجريبى للبحث:

جدول(1)

التصميم التجريبى للبحث

المجموعة	التطبيق القبلى	المعالجة التدريسية	التطبيق البعدى
مجموعة البحث	• اختبار المفاهيم الكيميائية • اختبار قوة العلم	البرنامج المقترح	• اختبار المفاهيم الكيميائية • اختبار قوة العلم

أهمية البحث:

قد يساعد البحث مخططي ومطوري مناهج الكيمياء من خلال تقديم برنامج مقترح في الكيمياء قائم على المستحدثات الكيميائية لتنمية المفاهيم المرتبطة بها وقوة العلم، مما قد يسهم في تقديم برامج بصورة جديدة تلبى جميع المستحدثات في مجال علم الكيمياء بما يتماشى مع التقدم العلمى الذى نعيش فيه، وقد يساعد هذا البحث معلمى مادة الكيمياء في تنمية المفاهيم الكيميائية المرتبطة بالمستحدثات بالإضافة إلى تنمية أبعاد قوة العلم لديهم حيث يقدم البحث دليل معلم لتوضيح كيفية تدريس الموضوعات المختلفة لطلاب الصف الأول الثانوى، اما بالنسبة لطلاب الصف الأول الثانوى فقد يساعد البحث في تنمية بعض المفاهيم الكيميائية وقوة العلم لديهم، بما يتناسب مع متطلبات العصر، كما يساعد الباحثين في فتح مجال لدراسات أخري تتناول تنمية قوة العلم ومفاهيم المستحدثات الكيميائية.

فروض البحث:

1. يوجد فرق دال احصائيا عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطي درجات الطلاب في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار المفاهيم الكيميائية ككل وكل بعد من أبعاده لصالح التطبيق البعدي.
2. يوجد فرق دال احصائيا عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطي درجات الطلاب في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار قوة العلم ككل وكل بعد من أبعاده لصالح التطبيق البعدي.

الإطار النظرى للبحث:

يهدف عرض الإطار النظرى للبحث إلى إعداد قائمة بأهم المستحدثات الكيميائية والمفاهيم المرتبطة بها والتي سوف تستخدم في إعداد البرنامج المقترح وكذلك تحديد أبعاد قوة العلم، التي يسعى الباحث لتنميتها من خلال البحث، ولتحقيق ذلك قام الباحث بعرض محوران رئيسيان وهما: المستحدثات الكيميائية، وقوة العلم، وفيما يلي تفصيل ذلك:

المحور الأول: المستحدثات الكيميائية:

المستحدثات الكيميائية هى كل ما هو جديد في مجال الكيمياء والاكتشافات والأبحاث التي تنتج عنها على المستويين المحلي والعالمي، وتظهر آثارها على الإنسان والبيئة التي يعيش فيها والمجتمع من حوله (فراج، ومختار، 2009، 74).

وتهتم المستحدثات الكيميائية برصد الظواهر والأحداث الجديدة في مجال الكيمياء والتي تشكل تحديا كبيرا للتربية العلمية والمتخصصين فيها، لإعداد متعلمين قادرين على الإحاطة بهذه المعرفة الجديدة والاستفادة منها بما يساعدهم على التكيف والتوافق مع هذا العصر، ولا يمكن حدوث ذلك إلا من خلال الاهتمام بمحتوى كتاب مادة الكيمياء ومحاولة تطويره ليشمل جميع المستحدثات الكيميائية (جاد الحق،2018، 7).

كما تهدف إلى التطبيق المتكامل لناتج التفاعل بين الثورة الكيميائية والعلمية مما يؤثر سلباً أو إيجاباً على حياة المتعلم والبيئة التي يعيش فيها والمجتمع (نوار، 2015، 103-104).

وفى ضوء التعريفات السابقة نستنتج أن المستحدثات الكيميائية لها بعض الخصائص حيث إنها ترصد الظواهر والأحداث الجديدة في مجال الكيمياء، كما تتناول كل ما هو جديد في مجال الكيمياء والاكتشافات والأبحاث التي تنتج عنها على المستويين المحلي والعالمي، وتظهر آثارها على الإنسان والبيئة التي يعيش فيها والمجتمع من حوله وقد تكون هذه الأثار إيجابية او سلبية.

ومما سبق يمكن استنتاج أن المستحدثات الكيميائية هي كل ما يتم اكتشافه أو اختراعه في مجال علم الكيمياء ويكون له تأثير على جميع الكائنات الحية والأشياء غير الحية وتختلف هذه المستحدثات من وقت لأخر تبعًا للاكتشافات العلمية ونتائج الأبحاث في علم الكيمياء.

وتضمين المستحدثات الكيميائية في مناهج الكيمياء يساعد على تحقيق عدد من النقاط الهامة مثل تعلم المفاهيم المتعلقة بالمستحدثات الكيميائية، بالإضافة إلى تنمية المسؤولية البيئية لدى الطلاب من خلال تنمية المعرفة بالقضايا والمشكلات البيئية

المتعلقة بها، وتكوين سلوك إيجابي وسليم تجاه البيئة من خلال ممارسة الكيمياء بشكل آمن لا ينتج عنه أي ملوثات، كما قد ينمى التفكير الإبداعي عن طريق تشجيع الطلاب على ابتكار عدد من المواد الكيميائية التي لا تؤدى على تلوث البيئة والمواد التي تقلل من تلوث البيئية، وقد يساعد في تدريب المتعلمين على مهارة البحث المستمر والتعلم مدى الحياة والتعلم الذاتي لمتابعة كل ما هو جديد في علم الكيمياء (جاد الحق، 2018، نوار، 2015، أحمد، وسعود،2012، Bawaked, 2011, 17).

وفي ضوء ما تقدم ينبغي أن تحتوى مناهج الكيمياء على المستحدثات الكيميائية، والتي هي تطبيقات للعلم، وأن تحتل مكانة في التعليم وظهور أجيال تكون في المستقبل مسؤولة عن تنشئة أجيال أخرى، مع التأكيد على أن ظهور هذه المستحدثات الكيميائية في مجال التعليم ليس الغاية المقصودة في حد ذاته، بل الأهم هو كيفية توظيفها لتحقيق الأهداف المرجوة من خلال متابعة وتوظيف كل ما هو جديد في المجال (الحيدرى 12، 2، 283).

بعض المستحدثات الكيميائية والمفاهيم المرتبطة بها:

الكيمياء الخضراء: يعتبر علم الكيمياء من أوائل العلوم الطبيعية التي عرفها الإنسان واهتم بها، وقد ساهمت الكيمياء بدور كبير في النهضة الحضارية التي شملت مجالات الحياة المختلفة، والتي من خلالها استطاع الإنسان تحويل المواد الخام الطبيعية إلى مواد تلبي وتخدم احتياجاته، وأصبح من الصعب على الإنسان أن يعيش اليوم بدون استخدام المواد الكيميائية، من الأطعمة التي يأكلها، والملابس التي يرتديها، والوقود الذي يستخدمه في أجهزة التدفئة والنقل، وغيرها من المواد التي يعتمد عليها في الحياة اليومية (Bhargava, 2016, 194).

ولقد أدرك العالم في الوقت الحاضر أن جميع المواد الكيميائية المستخدمة في تصنيع العديد من المنتجات لها تأثير كبير على البيئة التي نعيش فيها، حيث أدى استخدامها إلى العديد من التأثيرات البيئية العالمية بسبب الصناعات الكيميائية، والتي ينتج عنها العديد من المواد الكيميائية الخطيرة بما يؤثر بالسلب على المحيط الحيوى الذى نعيش فيه (Saleh, & Koller,2018, 807).

ونظرا للجهود الدولية للحفاظ على البيئة نادت عدد من التوجهات العالمية بالاهتمام بالبيئة مما أدى إلى ضرورة العمل على تطوير فروع جديدة من الكيمياء، فظهرت الكيمياء الخضراء التي تعد أحد الفروع المستحدثة في علم الكيمياء، والتي تركز على إنتاج وتصنيع مواد جديدة خالية من الملوثات والتي تتبع منهجا جديدا للحد من الأخطار التي تهدد الإنسان والبيئة، حيث تم تأسيس مراكز علمية متخصصة في الأبحاث في مجالات تحويل العمليات الكيميائية التقليدية إلى عمليات كيميائية خضراء، حيث رأى العلماء ضرورة استبدال كافة المواد والمنتجات التي تنتج مخلفات ونفايات ضارة بمواد صديقة للبيئة ولا تتسبب في آثار سلبية على الإنسان والبيئة المحيطة .(Dhage, 2013, 519)

ولمواكبة تلك التوجهات العالمية أصبح من الضرورة تنمية الوعي بمفاهيم الكيمياء الخضراء لدى المتعلمين، لذا أصبح من المهم تطوير محتوى مادة الكيمياء بما يتناسب مع هذه التوجهات بحيث يكون لدي المتعلم المعرفة والوعي بمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها المختلفة، حتى يكون المتعلم قادرا على اكتساب المفاهيم العلمية بالإضافة إلى تنمية القيم البيئية لديه ((Borreda & Peña, 2016.

مبادئ الكيمياء الخضراء:

- مبدأ «من المفيد بشكل مسبق منع تكوين النفايات بدلاً من معالجة النفايات لاحقًا»: وهو يصف قدرة الكيميائيين على إعادة تصميم التحولات الكيميائية من خلال تحديث العمليات الصناعية باستخدام تقنيات الإنتاج النظيف مما يشمل الانتقال نحو «إنتاج بدون نفايات»، حيث تهدف هذه التقنيات إلى تقليل الانبعاثات الغازية الضارة والنفايات السائلة والمخلفات الصلبة وتوليد الضوضاء بشكل عام، ثم تطويرها للمساهمة في حماية المناخ والبيئة (Kumar, 2013, 52).
- مبدأ «تصميم مواد كيميائية ومنتجات أكثر أمانًا»: يجب تصميم المنتجات الكيميائية لتحقيق الوظيفة المطلوبة وفي نفس الوقت التقليل من سميتها، ويمكن ذلك من خلال تصميم منتجات جديدة تكون أكثر أمانًا بطبيعتها على البيئة مع عدم التأثير على خصائصها، على سبيل المثال الدمج المباشر للنفايات السائلة المشعة في الأسمنت (Yanlong & Jérôme, 2010, 1129) .

- مبدأ «استخدام الطاقة بكفاءة»: يؤدى استخدام مصادر الطاقة التقليدية غير المتجددة كالفحم والبترول والغاز الطبيعى إلى انبعاث العديد من الغازات التي تسبب تلوث الهواء الجوى وحدوث ظاهرة الاحتباس الحرارى، ومن أجل التحسين المستمر لجودة الحياة، يتم الاتجاه للتحول نحو استخدام الطاقة الدائمة النظيفة بجانب استخدام المعدات والأجهزة التي لا يؤدى استخدامها لفقد كبير فى الطاقة. (Ahluwalia, 2020)
- مبدأ «تحقيق الاقتصاد الذري»: الاقتصاد الذري هو مفهوم تم تطويره لتقييم فعالية تحولات العناصر الكيميائية خلال التفاعلات المختلفة، ويعتمد على حساب نسبة الكتلة الكاملة للذرات في النواتج المستهدفة للكتلة الكاملة للذرات في المواد الأولية من متفاعلات، ومع ذلك في بعض الأحيان تنتج بعض المشتقات الغير مرغوبة كنواتج ثانوية، وهذه المشتقات تؤدي إلى انخفاض الاقتصاد الذري، لذا لابد من التخطيط لمثل هذه التحولات الكيميائية، والتي تزيد من تكامل جميع المواد المستخدمة في التفاعل في المنتج النهائي، مما يؤدي إلى تقليل عدد من الذرات الضائعة عند أدنى مستوى ممكن (Samorì, et. al, 2015).
- مبدأ «استخدام المذيبات والمواد المساعدة الأكثر أمانًا»: يشجع هذا المبدأ على استخدام مذيبات ومواد مساعدة أكثر أمانًا، حيث أنها لا تساهم بشكل مباشر في نواتج التفاعل ولكنها لا تزال ضرورية لحدوث التفاعل الكيميائي، وفى الآونة الأخيرة أصبحت المذيبات العضوية تحديًا كبيرًا في الكيمياء الخضراء، حيث يجب أن يكون المذيب الأخضر مستوفى للعديد من المعايير مثل السمية المنخفضة، وعدم القابلية للاشتعال، وعدم التحول الكيميائى، علاوة على ذلك يجب أن تكون هذه المذيبات الخضراء رخيصة الثمن ويسهل التعامل معها وإعادة تدويرها . (Yanlong & Jérôme, 2010, 1132)
- مبدأ «التحليل الكيميائى اللحظى أثناء حدوث التفاعلات الكيميائية»: اصبح أحد المفاهيم الأساسية للكيمياء الخضراء هو انتاج المواد الأقل خطورة في التركيبات الكيميائية والحد من تكون النفايات السامة والضارة للبيئة، من خلال اختيار أفضل

تصميم لمراحل التصنيع للمواد الكيميائية مع الحد الأدنى من إنتاج النفايات من خلال المراقبة في الوقت الحقيقي للعمليات الجارية عن طريق التحليل الكيميائى اللحظى، هذا بالتالي يتيح التدخل الصحيح في الوقت المناسب قبل إنتاج النفايات أو السموم (Anastas & Warner , 2008).

- مبدأ «الوقاية من الحوادث من خلال مواد كيميائية أكثر أمانًا بطبيعتها»: يجب اختيار المركبات المستخدمة في التفاعلات الكيميائية بطريقة تقلل من خطر وقوع حوادث كيميائية، بما في ذلك إطلاق مواد كيميائية خطرة أو حدوث تفجيرات أو حريق.
- مبدأ «تصميم المركبات الكيميائية القابلة للتحلل»: أحد أهم أهداف الكيمياء الخضراء هي تصميم مركبات قابلة للتحلل بمرور الوقت إلى عناصر أو مركبات كيميائية غير ضارة للبيئة مثل غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء(Saleh & Eskander , Fahmy 2014, 1301).
- مبدأ «استخدام المواد الأولية المتجددة»: وفقًا لمبادئ الكيمياء الخضراء، يجب أن تكون المادة الخام أو المواد الأولية قابلة للتجديد بدلاً من أن تكون مستنفدة كلما كان ذلك ممكنًا تقنيًا واقتصاديًا. (Narodoslawsky , 2010, 273)
- مبدأ «استخدام العامل الحفاز»: وخاصة العوامل الحفازة النانوية والتي عادة ما تكون عبارة عن محفزات غير متجانسة مقسمة إلى جسيمات نانوية معدنية من أجل تعزيز العملية التحفيزية وتحتوي الجسيمات النانوية المعدنية على مساحة سطح كبيرة، مما قد يزيد من النشاط التحفيزي، ويمكن فصل محفزات الجسيمات النانوية بسهولة وإعادة تدويرها (Polshettiwar & Varma, 2010, 752).

وفي ضوء الجهود العالمية للحفاظ على البيئة دعت بعض التوجهات الدولية إلى الاهتمام بتدريس الكيمياء الخضراء، حيث تم إنشاء مراكز علمية متخصصة في البحث في مجالات تحويل جميع التفاعلات الكيميائية التقليدية إلى تفاعلات كيميائية خضراء، ولمواكبة تلك الاتجاهات الدولية أصبح من الضروري تطوير الوعي بمفاهيم الكيمياء الخضراء بين متعلمي الكيمياء، لذلك أصبح من المهم تطوير جميع دورات الكيمياء

لزيادة معرفة الطلاب في هذا المجال، والحصول على المعرفة والوعي بمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها المختلفة، حتى يكونوا قادرين على اكتساب المفاهيم العلمية وتنمية قيمهم البيئية (Borreda, & Peña, 2016, 32).

ويسهم دراسة الطلاب للكيمياء الخضراء إلى تنمية العديد من الجوانب لديهم كما هو موضح فيما يلى: (Anastas , 2015, 121)

- الكيمياء الخضراء تبسط إجراء تجارب الكيمياء العملية وتقلل من خطوات التجارب.
- يتعلم الطالب كيفية مواجهة المخاطر التي تنتج عن إجراء التجارب الكيميائية في المختبر باستخدام مبادئ الكيمياء الخضراء.
- تطوير مستوى الأداء العملي للمتعلم باستخدام تقنيات الكيمياء الخضراء الصديقة للبيئة وإجراء التجارب المعملية في وقت أقل وأكثر أمانًا وأكثر أمانًا للمتعلم.
- ربط حياة المتعلم بالبيئة وكيفية التعامل مع بيئته التي يعيش فيها ومع مواردها الطبيعية بما يمكّنه من الاستفادة منها وتقليل استخدام المواد الكيميائية الخطرة.
- فهم تأثير المواد الكيميائية على المكونات البيئية والوقت اللازم لتحللها.
- زيادة وعي الطلاب من خلال معرفتهم بعوامل السلامة والمعلومات حول قضايا المخاطر الصحية المرتبطة بالتعرض للمواد الكيميائية والمخاطر البيئية.

كيمياء النانو:

تعد كيمياء النانو من الفروع الجديدة لعلم الكيمياء والتي تتعامل مع خصائص ومكونات مواد تقع في مقياس النانو، ومصطلح كيمياء النانو يتكون من شقين: الشق الأول، وهو علم الكيمياء والذي يتعامل مع خصائص المواد وتغيراتها أثناء حدوث التفاعلات الكيميائية، والشق الثانى وهو كلمة النانو وتعني الشيء شديد الصغر في الحجم، وهى أصغر وحدة قياس معروفة حتى الآن، وقد ظهر العديد من التسميات لهذا العلم، ومنها: تقنية المواد متناهية الصغر، وعلم الصغائر، والتكنولوجيا المجهرية الدقيقة، وتقنية النانو، والنانو تكنولوجي (محمد، 2019، 291).

المبيدات الحشرية النانوية: سكان العالم في تزايد مستمر حيث تشير بعض التوقعات إلى أننا سنصل إلى ما يقرب من 10 مليارات إنسان بحلول عام 2050، وسيتطلب توفير الطعام إلى حدوث زيادة هائلة في الإنتاج الزراعي، مع المحاولة على الحفاظ على استدامة المحاصيل من خلال تقليل الأثر البيئي من حيث استخدام الأراضي، وتقليل كمية المياه المطلوبة، وتخفيف التلوث بالمواد الكيماوية الزراعية مثل الأسمدة أو مبيدات الآفات، ومما لا يثير الدهشة أن تكنولوجيا النانو تجذب الكثير من الاهتمام خارج نطاق الصناعات الدوائية والصحية، حيث يمكن أيضًا أن تصبح أنظمة توصيل النانو المصممة خصيصًا أداة رائعة للمزارعين، حيث ستسمح لهم في النهاية بمعالجة المشكلات الرئيسية لمبيدات الآفات التقليدية مثل التلوث البيئي، والتراكم البيولوجي للمبيدات، والزيادة الهائلة في مقاومة الآفات (Taghreed, 2017, 156).

التحفيز العضوي الانتقائي (بدون استخدام معادن ثقيلة):غالبًا ما تعتمد المحفزات عالية الأداء على معادن ثمينة باهظة الثمن، مما يمثل عقبة إضافية، خاصة بالنسبة للبحث العلمى، لأن المشاريع التي تحتوي على محفزات المعادن الثمينة تسبب تكاليف إضافية وبالتالي لا يمكن تمويلها دائمًا، لذا فإنه كان لابد من البحث عن عامل حفاز فعال وصديق للبيئة، ويمكن تنفيذه أيضًا بتكلفة منخفضة، وفي غضون ذلك، طور الباحثون بالفعل محفزات عضوية أفضل حلت إلى حد كبير هذه المشكلات، على الرغم من أنها تختلف أكثر عن المحفزات المعدنية من حيث الكفاءة، إلا أنها أرخص بكثير – على وجه التحديد لأنها لا تتطلب معادن ثمينة، وبالتالي يمكن الحفز دون الحاجة إلى معادن ثمينة باهظة الثمن أو معدات معملية مثل علب القفازات للمحفزات المعدنية الحساسة للهواء. اليوم، توجد بالفعل عمليات راسخة في الصناعة تقوم بتوليف المواد الفعالة والمواد الكيميائية باستخدام التحفيز العضوي غير المتماثل.

البطاريات الصلبة – بطاريات البوليمر والزجاج القابلة لإعادة الشحن: هناك حاجة لأنظمة تخزين الطاقة القوية لدفع ثورة الطاقة إلى الأمام، وكان يتم استخدام بطاريات الليثيوم أيون لغرض إمداد الطاقة الكهربية، لكنها على الرغم من أهميتها إلا أنها ثقيلة وتتعرض لخطر تسريب سائل الإلكتروليت الضار بالبيئة والقابل للاحتراق في حالة وقوع

حادث، لذا فإنه تم بالفعل إحراز التقدم الأول في مجال البطاريات الصلبة، حيث تم تطوير بطاريات الليثيوم أيون المستخدمة على نطاق واسع اليوم، بنماذج بها إلكتروليت زجاجي، كما دخلت البطاريات القائمة على البوليمر حيز الإنتاج، ولا تزال أنظمة البطاريات الجديدة باهظة الثمن ومع ذلك فإنهم يسجلون نقاطًا على المدى الطويل لأنها أخف من بطاريات الليثيوم أيون، ولديها كثافة تخزين أعلى وتعمل بشكل جيد حتى في درجات الحرارة العالية (Kasemchainan, Jitti & Bruce, Peter., 2018).

كيمياء التدفق: تعتبر الكيمياء عاملاً أساسيًا في تحقيق بعض أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة، وهي مخطط أساسي لتحقيق مستقبل أفضل وأكثر استدامة للجميع بحلول عام 2030، ومن بين فروع الكيمياء الهامة كيمياء التدفق، حيث يتم تشغيل التفاعلات في تدفق مستمر بدلاً من دفعة واحدة، والذى يعد أمر بالغ الأهمية لمعالجة هدف الاستهلاك والإنتاج المسؤولان من أهداف التنمية المستدامة، وتؤدي عمليات كيمياء التدفق في النهاية إلى تقليل مخاطر التعامل مع المواد الخطرة وزيادة الإنتاجية، مما يمنع الضرر ويقلل من التأثير البيئي. على الرغم من أن بعض الناس يعتبرون أن كيمياء التدفق في مرحلة مبكرة جدًا من المختبرات، إلا أن التطبيقات الصناعية الفعالة شائعة بشكل متزايد. (Hassan, Others, 2014)

المحاليل غير المذيبة: يحدث جزء كبير من التفاعلات الكيميائية في المحاليل المذيبة، وغالبًا ما تستخدم المذيبات العضوية التي تضر بالبيئة والكائنات الحية عند إطلاقها، وكلما زادت نسبة التفاعلات التي يمكن إجرائها بدون المذيبات السامة كان ذلك أفضل بالنسبة للكيمياء المستدامة، وقد فكر بعض الكيميائيين في الاستغناء تمامًا عن المذيبات والذى هو صعب حدوثه، ولكن بدلاً من ذلك، يُسمح للمواد المتفاعلة بالتفاعل مع بعضها البعض في جهاز يقوم بنثر المواد للتفاعل مع بعضها بدلا من استخدام المحاليل للتفاعل، ولكن يجب إعادة تصميم عمليات التفاعل الحالية بالكامل لأن التفاعلات الكيميائية مصممة أساسًا للحدوث في المحلول، يتم بالفعل استخدام تقنية النثر على نطاق المختبر، لكن التوسع في العمليات الصناعية لا يزال يمثل تحديًا للمستقبل . (Cassagnau, Others, 2019)

الشبكات الفلزية العضوية: وفقًا لتقارير الأمم المتحدة تؤثر ندرة المياه على أكثر من 40٪ من سكان العالم ومن المتوقع أن ترتفع هذه النسبة في المستقبل، ويمكن للكيمياء أن تقدم حلاً لهذه المشكلة المحددة -على أنها هدف من أهداف التنمية المستدامة- وذلك باستخدام مواد مسامية، وخاصة الشبكات الفلزية العضوية، حيث أن المواد المسامية مثل الشبكات الفلزية العضوية لها بنية كيميائية شبيهة بالإسفنج مع فراغات مجهرية يمكنها أن تحبس الجزيئات بشكل انتقائي، مثل جزيئات الغازات - الهيدروجين والميثان وثاني أكسيد الكربون والماء - إلى المواد الأكثر تعقيدًا مثل الأدوية والإنزيمات.

بينما كان بعض الباحثين يركزون على استخدامات الشبكات الفلزية العضوية في توصيل الأدوية وتنقية الغاز، اكتشف بعض العلماء إمكاناتها الكبيرة في التقاط المياه من الغلاف الجوي، حيث أنه عند دراسة احتجاز غازات ما بعد الاحتراق في الشبكات الفلزية العضوية، تم ملاحظة أن بعض الشبكات الفلزية العضوية أظهرت تفاعلًا فريدًا مع جزيئات الماء، ثم تم التفكير فى استخدامها لحبس المياه من الغلاف الجوي في المناخات الجافة، لذا فإن هذه التقنية فريدة من نوعها، لأنها تمكننا من جمع كميات من المياه الصالحة للشرب من هواء الصحراء الجاف دون الحاجة إلى طاقة بخلاف ضوء الشمس الطبيعي (Fathieh, Others, 2018).

الطباعة الحيوية ثلاثية الأبعاد: تعد الطباعة الحيوية ثلاثية الأبعاد واحدة من أكثر التقنيات الواعدة اليوم، حيث أنه باستخدام الطابعات والأحبار ثلاثية الأبعاد المصنوعة من الخلايا الحية وكذلك المواد الحيوية، تمكن الكيميائيون وعلماء الأحياء من تصنيع أنسجة وأعضاء صناعية لا يمكن تمييزها تقريبًا عن نسخها الطبيعية، لذا يمكن للطباعة الحيوية ثلاثية الأبعاد أن تحدث ثورة في كل من التشخيص والعلاج، حيث يمكن استخدام الأنسجة والأعضاء الاصطناعية بسهولة لفحص سريان الأدوية في الجسم وأبحاث السموم، ويمكن أن تؤدي هذه التقنية حتى إلى إنشاء أنسجة وأعضاء لعمليات زرع مثالية لا تتطلب متبرعًا، وحاليًا يمكن للعلماء بالفعل طباعة انسجة القلب والبنكرياس وشبكية العين، وجميع ما سبق تلعب الكيمياء به دورًا مركزيًا في جميع خطوات هذه العمليات المعقدة للغاية حيث تتطلب الطباعة الحيوية نفسها عددًا لا

يحصى من المواد الكيميائية لتثبيت الأحبار الحيوية، أو تحفيز تجميع الخلايا، أو العمل كدعامة للأنسجة المطبوعة . (Kenny, others, 2021)

التحلل الحيوى للبلاستيك: يدخل البلاستيك في صناعة العديد من المنتجات المستخدمة في حياتنا اليومية بدءا من المنتجات البلاستيكية التي تستخدم في المنزل انتهاء بالمنتجات البلاستيكية التي تستخدم في الصناعة بكافة أشكالها، وعلى الرغم من أهمية البلاستيك في حياتنا إلا أن التأثير البيئي للنفايات البلاستيكية يتزايد ويتزايد، وذلك نظرًا لأن المواد البلاستيكية التقليدية لا تتحلل بمرور الوقت، فإنها تتراكم في البيئة لعقود أو حتى قرون، مما يشكل تهديدًا لصحة جميع الكائنات الحية.

لذا فكر بعض العلماء بإعادة استخدام المواد البلاستيكية من خلال تحليلها إلى جزيئات أحادية بدلا من جزيئات متعددة، ومع ذلك للتحكم في كتلة النفايات البلاستيكية يلزم إجراء عمليات إعادة تدوير أكثر كفاءة واقتصاد، لذا فإن الطريقة الحديثة لإعادة التدوير هي التحلل الأنزيمي للبلاستيك، حيث يتم استخدام بعض سلالات البكتيريا لتحليل البلاستيك، وعلى الرغم من أن عمليات إعادة التدوير الحيوية هذه لا تزال باهظة الثمن نسبيًا، إلا أنها بالتأكيد الخيار الأكثر استدامة على المدى الطويل .(Tokiwa, othrs, 2009)

البيوديزل: هو وقود متجدد وقابل للتحلل يتم تصنيعه محليًا من الزيوت النباتية أو الدهون الحيوانية أو شحوم المطاعم المعاد تدويرها، وهو وقود بديل مشابه لوقود الديزل المشتق من زيت البترول الخام، ووقود الديزل الحيوي هو وقود سائل غالبًا ويكون نقي غير المخلوط، ومثل الديزل البترولي يستخدم وقود الديزل الحيوي كوقود للمحركات الخاصة بالمركبات مثل القطارات والأتوبيسات والطائرات.

يحتوي وقود الديزل الحيوي على العديد من الخصائص المفيدة بيئيًا، حيث تتمثل الفائدة الرئيسية لوقود الديزل الحيوي في أنه يمكن وصفه بأنه «محايد كربونيًا»، هذا يعني أن الوقود لا ينتج الكربون على شكل ثاني أكسيد الكربون (CO_2) مما يحافظ على البيئة من ظاهرة الاحتباس الحرارى التي تحدث نتيجة احتراق الوقود الناتج من زيت البترول(Knothe G, othrs, 2007)

النفايات الإلكترونية: النفايات الإلكترونية هي أي معدات كهربائية أو إلكترونية تم التخلص منها، ويتضمن ذلك التي تعمل منها او المكسورة التي يتم إلقاؤها في القمامة أو التبرع بها إلى الجمعيات الخيرية، وفي كثير من الأحيان إذا لم يتم بيع هذا الجهاز للمتخصصين فسيتم التخلص منه، وتعتبر النفايات الإلكترونية خطيرة بشكل خاص بسبب المواد الكيميائية السامة التي تتسرب بشكل طبيعي من المعادن الموجودة بالداخل عند دفنها(Halim, Lenny & Suharyanti, Yosephine. , 2020).

بينما تكون الأجهزة الإلكترونية الحديثة آمنة للاستخدام والتواجد في أي مكان، إلا أن معظم الإلكترونيات تحتوي على شكل من أشكال المواد السامة، بما في ذلك البريليوم والكادميوم والزئبق والرصاص، والتي تشكل مخاطر بيئية خطيرة على التربة والمياه والهواء والحياة البرية، وعندما يتم دفن النفايات الإلكترونية في مكب النفايات، يمكن أن تتحلل بعض هذه المواد وتتجمع آثار المواد السامة هذه في الأرض، وكلما زادت النفايات الإلكترونية والمعادن، ظهر المزيد من هذه المواد السامة في المياه الجوفية والأراضي من حولها(Datta, Pradip. , 2021).

ويؤثر التركيب المعقد والمعاملة غير السليمة للنفايات الإلكترونية سلبًا على صحة الإنسان، حيث أدت مجموعة من الأدلة الطبية إلى زيادة القلق بشأن التهديد المحتمل للمخلفات الإلكترونية على صحة الإنسان وخاصة في البلدان النامية، وذلك بسبب الأساليب البدائية المستخدمة لمعالجة وإعادة تدوير مواد النفايات الإلكترونية بما يعرض العمال لعدد من المواد السامة، بالإضافة إلى التعرض المباشر واستنشاق المواد الكيميائية الضارة، وذلك لعدم الاهتمام بمعدات السلامة مثل القفازات وأقنعة الوجه ومراوح التهوية، وغالبًا ما يكون لدى العمال فكرة قليلة عما يتعاملون معه .(Weiden-kaff, Anke & others, 2021)

المحور الثانى: قوة العلم:

يوضح (راشد، 2019) أن قوة العلم هى جميع الجوانب الوجدانية مثل القدرات والاتجاهات التي توجه المتعلم نحو دراسة مادة العلوم بدرجة كبيرة من الاهتمام، وزيادة

إقبال المتعلمين على التخصصات العلمية، مما يساعد في إعداد عدد من الخرجين المبدعين مما يدعم دور العلم في تقدم المجتمع، والقوة العلمية تجعل المتعلم مبدعًا وقادرًا على تحديد أهدافه بدقة، وتنمية مهارات التفكير العليا لديه، كما إن العمل على تنمية قوة العلم في تعلم العلوم لدى المتعلمين يجعل الطالب على دراية بالعالم الحقيقى من حوله فيصبح مبدعًا، ويمكن تنمية ما سبق من خلال استخدام المدخل التاريخى لسرد قصص العلماء في العلوم، بالإضافة إلى تقديم الأنشطة التي تطور إبداعهم، وكذلك التواصل مع الخبراء في الميدان خارج المدرسة.

مهارات قوة العلم:

أوضحت دراسة معوض (2018) انه يوجد عدد من مهارات قوة العلم والتي لابد من الاهتمام بتنميتها لدى المتعلمين من خلال دراسة مادة العلوم والتي سيتم توضيحها فيما يلى:

- **استنتاج العلاقات بين المفاهيم العلمية**: وهي قدرة الطلاب على التعلم الذاتي واستنتاج العلاقات بين المفاهيم العلمية المتعددة من خلال مهارة الملاحظة والقدرة على تطبيق هذه المفاهيم في مواقف تعليمية جديدة.
- **التعبير عن الأفكار العلمية**: وتعنى قدرة المتعلم على إعادة صياغة المحتوى العلمي بأسلوبه ولغته الخاصة لمحاولة إيصال مضمون المحتوى للقارئ، وهذا المحتوى قد يكون كتابة قصة عالم من العلماء، أو مفهوم علمى.
- **التواصل العلمي مع الأخرين**: والذى يتم من خلال امتلاك الطالب لمهارات التواصل من مهارات التحدث والانصات والكتابة والتمثيل والتي سبق وتم الإشارة اليها.
- **مهارات الاستدلال**: مثل مهارة الاستقراء وهي قدرة الطالب على استنتاج الكل من الجزء حيث يقوم الطالب باستنتاج المفاهيم والقوانين والقواعد من عدة حالات خاصة وتقوم على عرض الأمثلة ومناقشتها ثم استخلاص القواعد والتدريب عليها، ويسير شرح الدرس من الجزء إلى الكل ومن الخاص إلى العام، بالإضافة إلى الاستنباط وهى عكس الاستقراء حيث يسير شرح الدرس من الكل إلى الجزء ومن العام إلى الخاص.

- **مهارة حل المشكلات**: والتي تتمثل في امتلاك الطالب القدرة على تحديد المشكلة وفرض الفروض واختبار صحة الفروض والتوصل الى حل للمشكلة وتعميم الحل على المشكلات المماثلة.
- مهارة الطلاقة: وهى قدرة المتعلم على توليد أكبر عدد ممكن من الأفكار أو البدائل في أقل وقت ممكن، والتي قد تستخدم كحلول لبعض المشكلات العلمية.
- **مهارة الخيال العلمي**: وهى ذلك النوع من الأدب الذي يتعامل مع الموضوعات العلمية بأسلوب تخيلي ومنظم يكشف استجابات الإنسان وتفاعلاته مع مظاهر التطور العلمي والتكنولوجي الذي يحيط به في حاضره أو في المستقبل القريب أو البعيد بهدف خلق. طبيعة التكيف الإيجابي مع كل التوقعات والتطورات.
- **حب الاستطلاع العلمي**: هي حاجة للمعرفة تنشأ نتيجة تكون فجوة في المعلومات العلمية أو الثقافية لدى الفرد، وبالتالي تتولد لديه الرغبة في البحث عن المعلومات التي تجيب عن استفساراته وتؤدى إلى إشباع حاجته المعرفية.
- **الاستمتاع بالعمل العلمي**: وهو شعور المتعلم بالسعادة عند قيامه بالأنشطة المصاحبة لتعلم العلوم مثل إجراء التجارب العملية أو العمل في مجموعات تعلم أو القيام بالمشروعات العلمية.

أبعاد قوة العلم: والتي سنتناول بعضها فيما يلى:

الحس العلمي:

يعتبر الحس العلمى من الأنشطة الذهنية التي تسمح للشخص بالتعامل مع العالم من حوله بشكل فعال وفق أهدافه وخططه المستقبلية، حيث يعتبر الحس العلمى من أرقى الأنشطة الذهنية التي يمارسها الإنسان في حياته اليومية عندما يواجه عقبات ومشكلات والتي قد تختلف من شخص لآخر (راشد، 2019، 129).

وتعرف دراسة محمود (2011) الحس العلمي بأنه القدرة على الحكم واختيار الطرق الصحيحة للوصول إلى حل لمشكلة علمية محددة واتخاذ قرار مبني على السببية في أقل وقت ممكن.

والحس العلمي هو العملية التي تستخدم في صنع معنى علمي من خلال التركيز على الممارسات العلمية وأنماط التواصل، مما يجعل هذه الممارسات العلمية سهلة وذات طبيعة منطقية وعلمية. (Ford, 2012, 210)

وتوضح دراسة الزعيم (2013) أن المقصود بالحس العلمي هو الأنشطة العقلية التي يمارسها الطالب بطريقة تقوم على الإحساس والوعي من أجل تحقيق الأهداف الخاصة بجوانب التعلم المعرفية والوجدانية.

كما أوضحت دراسة نصار (2016): بأنه يتم الاستدلال على امتلاك المتعلم للحس العلمى من خلال الممارسات التي يقوم بها والتي يشير معظمها إلى الأداء الذهني للمتعلم والعمليات القائمة على الفهم والوعي.

ومن خلال التعريفات السابقة يستنتج الباحث أن الحس العلمي عبارة عن الأنشطة العقلية التي يشير معظمها إلى الأداء الذهني للمتعلم والعمليات القائمة على الفهم والإدراك، والتي تسمح للشخص بالتعامل مع العالم من حوله بشكل فعال، حيث يعتبر الحس العلمى من أرقى الأنشطة الذهنية التي يمارسها الإنسان في حياته اليومية عندما يواجهه مشكلات.

وتشمل مكونات الحس العلمي عدد من المهارات والتي تعتبر كغيرها من المهارات الأخرى يتعلمها الإنسان ويتدرب عليها حتى يصل إلى مستوى الإتقان والتي تساعده في مواجهة مواقف الحياة المتعددة، وتشمل هذه المكونات على الإحساس، الانتباه، الإدراك، الوعي، حل المشكلة، الأداء الذهني، اتخاذ القرار، سرعة الأداء، وضغط الوقت (الزعيم، 2013، 60).

لقد أصبح من متطلبات عصر التحول الرقمى الذى نعيش فيه إعداد المتعلمين القادرين على تطبيق المعرفة والإنتاج التكنولوجي وتوظيفهم في حل المشكلات التي يواجهونها في الحياة اليومية، ونظرًا لاهتمام العلماء بالارتقاء بمهارات المتعلمين وبمستوى محتوى مادة العلوم وطرق التدريس المستخدمة ظهرت العديد من حركات إصلاح تعليم العلوم ومن أهمها مشروع (2061)، الذي يهدف إلى إصلاح تعليم العلوم

والتركيز على التكامل بين مادة العلوم والرياضيات والتكنولوجيا، وعدم الإسهاب دون داعى عند تقديم المحتوى في مقررات العلوم، وتنمية مهارات التفكير العليا، فالمشروع هو رؤية مستقبلية عالمية لإصلاح مناهج العلوم وطرق التدريس، والذى كان من أهم توصياته التأكيد على ضرورة الاهتمام بتنمية الحس العلمي لدى المتعلمين الذين يدرسون مادة العلوم (Wanda , 2007).

ولتنمية الحس العلمي لدى المتعلم لابد من الاهتمام بثلاث عوامل وهى بيئة التعلم، مداخل وطرق التدريس، مهارات المعلم التدريسية، وسيتم تناولهم بشئ من التفصيل فيما يلى: (معوض، 2018، 108).

أولا: بيئة التعلم: يوجد عدد من الإجراءات التي يمكن أن تؤدى إلى تنمية الحس العلمى عند قيام المعلم بتصميم بيئة المعلم يتم توضيحها فيما يلى:

1. توفير جو تعليمى يساعد على العمل والاكتشاف.
2. توفير بيئة تعلم مرنه تساعد على التعبير الحر عن الافكار.
3. توفير الوقت المناسب لتنمية مهارات الحس العلمي.
4. تصميم بيئة تعلم جذابة تدعو لطرح الأسئلة والمناقشة ومحاولة حل المشكلات.

ثانيا: استراتيجيات التدريس المستخدمة: يوجد عدد من الإجراءات التي يمكن أن تؤدى إلى تنمية الحس العلمى عند قيام المعلم باختيار الاستراتيجيات التدريسية لتحقيق نواتج التعلم المستهدفة يوضحها الباحث فيما يلى:

1. استخدام استراتيجيات متنوعة في العملية التدريسية بما يتناسب مع نواتج التعلم المستهدفة.
2. استخدام استراتيجيات تدريس تهتم بجعل المتعلم هو محور العمية التعليمية من خلال الأنشطة التي يقوم بتنفيذها.
3. العمل على تكامل الخبرات العلمية السابقة والخبرات الجديدة باستخدام أدوات بناء المعرفة مثل خرائط المفاهيم.

ثالثا: المعلم: يوجد عدد من الإجراءات التي يمكن أن تؤدى إلى تنمية الحس العلمى من خلال تنمية مهارات المعلم التدريسية نوضحها فيما يلى:

1. تدريب المتعلم من وقت لأخر على استراتيجيات التدريس الحديثة.
2. تدريب المتعلم على إدارة ذاته.
3. إقامة رابطة وجدانية بين المعلم والمتعلم.

وأكدت نتائج العديد من الدراسات (Furberg & Klug, 2013, Sternberg, 2010 راشد، 2019) أن تنمية الحس العلمي لدى المتعلمين تساعدهم في مواجهة المشكلات التي تواجههم في حياتهم اليومية بالإضافة إلى تنمية مهارات صنع واتخاذ القرار لديهم، كما تساعد على تنمية مهارات الاستقصاء العلمي بالإضافة إلى مهارات التفكير التأملي والإبداعي.

التواصل العلمي:

تركز الاتجاهات الحديثة في تعليم وتعلم العلوم على مهارات القراءة والكتابة والتحدث والحوار، والتي يجب الاهتمام والعمل على تنمية هذه المهارات لدى المتعلمين، والتي تساعد المتعلمين على تنظيم أفكارهم والتعبير عنها بطريقة مفهومه، بالإضافة إلى ربط الأفكار بعضها البعض لإنتاج أفكار مبتكرة، كل هذا أمر أساسي في تعلم العلوم مما قد يساعد على نمو المهارات الذهنية وتطويرها، لذا يعتبر التواصل العلمى احد المهارات الأساسية في تعلم العلوم (الحسينى، 2014، 104).

وعرف راشد (2019) التواصل العلمي بأنه قدرة المتعلم على استخدام اللغة العلمية والتي تتمثل في استخدام الرموز والمصطلحات والعلاقات وفهمها وتبادل الأفكار عنها مع الآخرين وتوضيحها من خلال أشكال الاتصال المختلفة (الاستماع والتحدث والقراءة والكتابة والتمثيل)، وتكمن أهمية اللغة في تعلم العلوم في تعلم الطلاب كيفية توضيح ظاهرة علمية معينة بطريقة علمية.

والتواصل العلمي هو استخدام المتعلم للمصطلحات والرموز وبنية العلم في التعبير عن الأفكار والعلاقات وفهمها، وتبادل الأفكار مع الأخرين وتوضيحها، وهذا

يمثل التواصل في مهارات الكتابة والتحدث والتمثيل، والكتابة هي الاستخدام الكتابي لمصطلحات المادة العلمية والتعبير عن الأفكار بصورة مكتوبة أو مقصودة، والتحدث هو الاستخدام الشفوي المنطوق للمصطلحات العلمية للتعبير عن الأفكار بصورة شفهية، والتمثيل هو القدرة على ترجمة المشكلة أو الفكرة العلمية إلى صيغة جديدة بالإضافة إلى ترجمة الصورة الممثلة بشكل توضيحي إلى رموز وكلمات علمية أو رياضية مثل ترجمة المسألة إلى رموز عادية أو أشكال توضيحية أو جداول أو معادلات (رزق، 2014، 152).

مهارات التواصل العلمي: سوف نتناول أهم مهارات التواصل العلمي يما يلى:

التحدث: وهو استخدام اللغة المنطوقة في المناقشات العلمية عن طريق إجابة المتعلمين عن الأسئلة أو المشكلات التي يقدمها المعلم للمتعلمين ليجعل الطلاب يفكرون ويشاركون بفاعلية ويوضحون وجهات نظرهم.

التمثيل: التمثيل يعني إعادة تقديم الموضوع العلمى بصورة مختلفة، أو في شكل جديد يساعد على فهم الفكرة، وتشمل مهارة التمثيل على مهارات الترجمة من صورة إلى صورة أخرى، أي أن المتعلم من لديه هذه المهارة قادر على ترجمة الفكرة إلى شكل جيد، بالإضافة إلى تحويل التعبيرات العلمية إلى صيغ جديدة، والتي قد تكون رموزًا أو كلمات علمية أو رسوم بيانية أو جداول أو معادلات.

الكتابة: تزايد الاهتمام بالكتابة في التعليم بصفة عامة وتعليم العلوم بصفة خاصة، وذلك لأهمية الكتابة في التعبير عن الأفكار والمفاهيم والعلاقات، وتوصيل ذلك للآخرين مما يساعد في تنمية التواصل العلمي والرياضي، وللكتابة فوائد عديدة منها اكتشاف الفهم الخاطئ لدى المتعلمين، ومعرفة أفكارهم وعاداتهم مع فتح قنوات التواصل بين المعلم وطلابه، مع تبين قدرة كل طالب على التواصل والتحصيل (أحمد الرفاعي، 2001 , 30).

الاستقراء: وهو استنتاج المفاهيم والقوانين والقواعد من عدة حالات خاصة وتقوم على عرض الأمثلة ومناقشتها ثم استخلاص القاعدة والتدريب عليها، ويسير الدرس من الجزء إلى الكل ومن الخاص إلى العام.

الإطار الإجرائى للبحث: للإجابة عن أسئلة البحث، واختبار صحة الفروض قام الباحث بالخطوات التالية:

أولًا: إعداد قائمة المستحدثات الكيميائية:

تم إعداد قائمة المستحدثات الكيميائية بهدف تحديد المستحدثات الكيميائية التي سيتم استخدامها في إعداد البرنامج المقترح، واعتمد اشتقاق القائمة على عدة مصادر تمثلت في مراجعة بعض الدراسات السابقة التي تناولت المستحدثات الكيميائية مثل دراسة (Sigmon, 2021, Vojír, Jensen, 2014) نورا،2015، جاد الحق،2018، البياتى،2018 Rusek, 2021, بالإضافة إلى مراجعة الاتجاهات العالمية الحديثة في مجال تعليم وتعلم العلوم وخاصة ذات الصلة بالمستحدثات الكيميائية، وقد تم إعداد قائمة مبدئية بالمستحدثات الكيميائية والتي تضمنت إثنى عشرة بعدًا، وقد عرضت القائمة المبدئية على مجموعة من السادة المتخصصين في مجال التربية العلمية وعلم الكيمياء(*)، وطلب إليهم التكرم بإبداء الرأي فيها، وذلك بالإضافة أو التعديل أو الحذف طبقا لما يرونه مناسبا، وبتحليل أراء السادة المتخصصين تم التوصل إلى اتفاق السادة المحكمين على صلاحية القائمة من حيث أبعادها الرئيسية واقتراح إضافة ثلاث مستحدثات فرعية لها وهى كيمياء النفايات والبيوديزل وكيمياء التدفق، وقد عُدلت القائمة في ضوء أراء السادة المتخصصين وتم إعداد القائمة في صورتها النهائية(**)، والتى اشتملت على أربعة أبعاد رئيسية، يتفرع منها خمسة عشر بعد فرعى.

ثانيًا: إعداد البرنامج المقترح:

تقوم فلسفة البرنامج على تنمية المفاهيم المرتبطة بالمستحدثات الكيميائية بالإضافة إلى قوة العلم، من خلال إعداد برنامج مقترح قائم على المستحدثات الكيميائية لطلاب الصف الأول الثانوى، وقد تم بناء البرنامج المقترح من خلال تحديد كلا من:

(*) ملحق (1) قائمة بأسماء السادة المتخصصين في تحكيم أدوات البحث

(**) ملحق (2) قائمة المستحدثات الكيميائية

الهدف العام للبرنامج: يهدف البرنامج إلى تنمية المفاهيم المرتبطة بالمستحدثات الكيميائية بالإضافة إلى قوة العلم لدى طلاب الصف الأول الثانوى.

نواتج تعلم البرنامج: في ضوء الهدف العام للبرنامج تم صياغة عدد من نواتج التعلم التي تعطى وصفا متوقعا للأداءات المتوقعة التي يسعى البرنامج لإكسابها للمتعلمين.

مصادر التعلم: وتمثلت في العروض التقديمية والشروح التعليمية المصورة التي قام الباحث برفعها على صفحة المقرر على برنامج Microsoft Teams، بما تضمه من محتوى تعليمي نصي وصور وفيديوهات تعليمية مرتبطة بموضوعات البرنامج.

الاستراتيجيات وطرق التدريس: قام الباحث باستخدام عدد من استراتيجيات التدريس لتحقيق نواتج التعلم الخاصة بالبرنامج المقترح مثل الاستقصاء التقدمى والتعلم بالمشروعات والصف المقلوب.

أساليب التقويم: تم مراعاة التنوع في أدوات التقويم لتتضمن الاختبارات التحريرية، والأسئلة الشفوية، وملف الإنجاز، والتقدير الذاتي، وتقويم الآخرين.

المحتوى العام للبرنامج: وذلك من خلال مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة التي تناولت المستحدثات الكيميائية وقوة العلم، وتم تصميم البرنامج بموضوعاته وانشطته وفق قائمة المستحدثات الكيميائية التي قام الباحث بإعدادها، وتم إعداد البرنامج في صورته الأولية وعرضه على السادة المتخصصين في مجال التربية العلمية للتأكد من صلاحيته ومدى قابليته للتطبيق، ومدى تحقيقه للهدف العام الذي وضع من أجله، وإمكانية تطبيق البرنامج، ومدى مناسبة الزمن المحدد لتدريس البرنامج، والصحة العلمية للمعلومات، وقد وافق السادة المحكمين على محتوى البرنامج واقترح البعض تعديل صياغة عدد من نواتج التعلم، وإضافة عدد من مصادر التعلم، وبهذا الإجراء قد تم الانتهاء من إعداد البرنامج المقترح وأصبح في صورته النهائية(*)، وتكون البرنامج من 4 موضوعات رئيسية.

الخطة الزمنية لتنفيذ البرنامج: يوضح جدول (2) الخطة الزمنية لتنفيذ البرنامج المقترح.

(*) ملحق (3) البرنامج المقترح في صورته النهائية

جدول (2)

موضوعات البرنامج المقترح والخطة الزمنية لتنفيذها

موضوعات البرنامج	عدد الحصص
الموضوع الأول – كيمياء النفايات	3
الموضوع الثانى – كيمياء البيئة	3
الموضوع الثالث – كيمياء الصناعة	5
الموضوع الرابع – كيمياء الطاقة	4
الإجمالى	15

ثالثًا: إعداد اختبار المفاهيم الكيميائية:

يهدف هذا الاختبار إلى قياس مستوى المفاهيم الكيميائية عند طلاب الصف الأول الثانوى، وتم تحديد أبعاد الاختبار من خلال الاطلاع على الأدبيات والدراسات السابقة التي تناولت نمو المفاهيم الكيميائية مثل (محمد، 2018، أحمد، 2015، الباز، 2011)، وقد انتهى الباحث إلي أبعاد اختبار المفاهيم الكيميائية، وهذه الأبعاد هي تحديد الخصائص المميزة وغير المميزة للمفهوم، التعريف ويتم فيه توضيح دلالة المفهوم من خلال الخصائص المميزة للمفهوم، التمييز بين الأمثلة الدالة على المفهوم وغير الدالة عليه، إدراك العلاقة بين المفهوم وبعض المفاهيم الأخرى، التوسع ويقصد به تطبيق المفهوم في مواقف تعليمية جديدة.

وتم صياغة مفردات الاختبار في صورة أسئلة اختيار من متعدد رباعى، وقد روعي الشروط الواجب توافرها في هذا النوع من الأسئلة، كما تم صياغة تعليمات الاختبار، وتم تحديد الأوزان النسبية للمستويات الخمسة من خلال أخذ آراء مجموعة من الخبراء والمتخصصين في مجال التربية العلمية، كما تم توزيع المفردات على موضوعات البرنامج من خلال حساب عدد صفحات كل موضوع. وأعد الباحث ورقة إجابة منفصلة، ومفتاح التصحيح، وبذلك أصبح الاختبار في صورته الأولية مكونا من 65 مفردة.

وللتحقق من صدق محتوي الاختبار قام الباحث بعرض الصورة الأولية للاختبار علي مجموعة من خبراء التربية العلمية لإبداء الرأي حول مدى صلاحية مفرداته، وقد قدم السادة المحكمون مجموعة من المقترحات والتي شملت حذف 3 عبارات، وبعد إجراء التعديلات المقترحة أصبح الاختبار يتكون من 62 مفرده والدرجة العظمى 62 والصغرى صفر.

جدول (3)

أبعاد اختبار المفاهيم الكيميائية

الموضوع	أعداد المفردات					المجموع	النسبة المئوية ٪
	تحديد الخصائص	التعريف	التمييز	إدراك العلاقات	التوسع		
كيمياء النفايات	2	3	3	3	2	13	21.4٪
كيمياء البيئة	2	3	3	3	2	13	21.4٪
كيمياء الصناعة	5	4	4	4	4	21	34.2٪
كيمياء الطاقة	3	3	3	3	3	15	22.8٪
عدد الأسئلة	12	13	13	13	11	62	100٪

وتم تطبيق الاختبار علي مجموعة من طلاب مدرسة السلام الثانوية بنين بإدارة الزيتون التعليمية غير مجموعة البحث بلغ عددهم 44 طالب في 2021/ 4/ 4 ثم طبق الاختبار مرة أخرى بعد أسبوعين، وقد بلغ معامل الارتباط بين التطبيقين 0.78، وتم حساب الثبات بطريقة سبيرمان وبراون وقد بلغ 0.88 مما يدل على ان الاختبار يتمتع بدرجة ثبات مرتفعة، وتم حساب زمن الاختبار بحساب متوسط زمن الإجابة والذى بلغ 35 دقيقة بالإضافة إلى 5 دقائق لقراءة تعليمات الاختبار فيصبح الزمن الكلى 40 دقيقة، وبذلك أصبح الاختبار في صورته النهائية(*) كأداة صادقة وثابتة لقياس المفاهيم الكيميائية لطلاب الصف الأول الثانوى.

رابعًا: إعداد اختبار قوة العلم:

يهدف هذا الاختبار إلى قياس القوة العلمية عند طلاب الصف الأول الثانوى، وتم تحديد أبعاد الاختبار من خلال الاطلاع على الأدبيات والدراسات السابقة التي تناولت

(*) ملحق (4) اختبار المفاهيم العلمية

نمو قوة العلم مثل (راشد، 2019، معوض، 2018، باشا، 2015)، وقد انتهى الباحث إلي أبعاد اختبار قوة العلم، وهذه الأبعاد هي طلاقة الأفكار العلمية وسعة الخيال العلمي وحل المشكلات والاستدلال العلمي والتعبير عن الأفكار.

وتم صياغة مفردات الاختبار في صورة أسئلة مقالية، وقد روعي الشروط الواجب توافرها في هذا النوع من الأسئلة، كما تم صياغة تعليمات الاختبار، وتم تحديد الأوزان النسبية للمستويات الخمسة من خلال أخذ آراء مجموعة من الخبراء والمتخصصين في مجال التربية العلمية، وأعد الباحث ورقة إجابة منفصلة، ومفتاح التصحيح، وبذلك أصبح الاختبار في صورته الأولية مكونا من 28 مفردة.

وللتحقق من صدق محتوي الاختبار قام الباحث بعرض الصورة الأولية للاختبار على مجموعة من خبراء التربية العلمية لإبداء الرأي حول مدى صلاحية مفرداته، وقد قدم السادة المحكمون مجموعة من المقترحات والتي شملت حذف ثلاث عبارات، وبعد إجراء التعديلات المقترحة أصبح الاختبار يتكون من 25 مفرده والدرجة العظمى 75 والصغرى 25.

جدول (4)

أبعاد اختبار القوة العلمية

البعد	أعداد المفردات	النسبة المئوية ٪
طلاقة الأفكار العلمية	5	٪20
سعة الخيال	5	٪20
حل المشكلات	5	٪20
الاستدلال العلمي	5	٪20
التعبير عن الأفكار	5	٪20
المجموع	25	٪100

وتم تطبيق الاختبار علي مجموعة من طلاب مدرسة السلام الثانوية بنين بإدارة الزيتون التعليمية غير مجموعة البحث بلغ عددهم 44 طالب في 2021/ 4/ 4 ثم طبق الاختبار مرة أخرى بعد أسبوعين، وقد بلغ معامل الارتباط بين التطبيقين 0.78، وتم

حساب الثبات بطريقة سبيرمان وبراون وقد بلغ 0.85 مما يدل على ان الاختبار يتمتع بدرجة ثبات مرتفعة، وتم حساب زمن الاختبار بحساب متوسط زمن الإجابة والذى بلغ 30 دقيقة بالإضافة إلى 5 دقائق لقراءة تعليمات الاختبار فيصبح الزمن الكلى 35 دقيقة، وبذلك أصبح الاختبار في صورته النهائية(*) كأداة صادقة وثابتة لقياس القوة العلمية لطلاب الصف الأول الثانوى.

التجريب الميداني:

تم اختيار 38 طالب من الصف الأول الثانوي بمدرسة السلام بنين إدارة مصر الجديدة التعليمية كمجموعة البحث، وتم التطبيق القبلى لاختبار المفاهيم الكيميائية، والقوة العلمية على مجموعة البحث قبليا في يوم الإثنين 2021/ 4/ 5، بمساعدة معلم الفصل؛ وتم رصد درجات الطلاب، وقام الباحث بتدريس البرنامج (**)المقترح لمجموعة البحث، وذلك في يوم الثلاثاء الموافق 2021/ 4/ 6، وذلك من خلال النظام الهجين الذى يجمع بين اللقاءات المباشرة بالطلاب واللقاءات عن بعد باستخدام بعض التطبيقات التكنولوجية مثل برنامج Zoom، وقد انتهت عملية تدريس البرنامج المقترح لمجموعة البحث في يوم الثلاثاء الموافق 4/ 27/ 2021، وبذلك تكون عملية التدريس استغرقت (3) أسابيع تقريبًا بمعدل اربعة لقاءات اسبوعيًا.

ولقد واجه الباحث صعوبة في تطبيق البحث بسبب عدم انتظام الدراسة بسبب جائحة كورونا، ولاحظ الباحث في بداية التطبيق استغراب الطلاب، وعدم فهمهم لطبيعة تجربة البحث، ولقد زال هذا الغموض من خلال توضيح فكرة البحث، ومضمون الأدوات وكيفية استخدامها، مما أدى إلى تحول في موقف الطلاب واهتمامهم بالتعرف على المستحدثات الكيميائية واهميتها في حياتنا والمفاهيم المرتبطة بها، وقد صاحب تجربة البحث توقف الدراسة النظامية والتحول الى التعلم عن بعد وتفعيل النظام الالكتروني

(*) ملحق (5) اختبار القوة العلمية

(**) وقد ساعد الباحث في الحصول على موافقات التطبيق عمله كمسئول عن متابعة مجموعات التربية العملية بالكلية.

بسبب جائحة فيروس كورونا مما كان له الأثر في زيادة تفاعل الطلاب واندماجهم في التجربة بسبب التطبيقات والأدوات التكنولوجية المستخدمة في التعليم عن بعد، وقد أبدى المعلمين اهتمامهم في معرفة العديد من المستحدثات الكيميائية لتدريسها في باقى الفصول لتوضيح أهمية الكيمياء والاكتشافات الكيميائية في حياتنا.

وبعد الانتهاء من تدريس البرنامج المقترح، قام الباحث بتطبيق اختبار المفاهيم الكيميائية، والقوة العلمية في يوم الأربعاء الموافق 4/ 28/ 2021، وذلك لقياس النمو الحادث في المفاهيم الكيميائية وقوة العلم لدى مجموعة البحث.

نتائج البحث ومناقشتها وتفسيرها:

تم رصد درجات الطلاب في اختبار المفاهيم الكيميائية وقوة العلم قبل وبعد تدريس البرنامج المقترح، وبتحليل البيانات باستخدام برنامج (SPSS) تم التوصل للنتائج التالية.

نتائج تطبيق اختبار المفاهيم الكيميائية:

ولاختبار صحة الفرض الأول الذي ينص على أنه: « يوجد فرق دال احصائيا عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطي درجات الطلاب في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار المفاهيم الكيميائية ككل وكل بعد من أبعاده لصالح التطبيق البعدي.»، تم حساب المتوسطات والنسب المئوية والانحراف المعيارى وقيمة (ت) للمجموعات المترابطة، لحساب دلالة الفرق بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار المفاهيم الكيميائية ككل وكل مستوى على حدة، كما هو موضح بجدول (5):

جدول (5)

نتائج التطبيق القبلى والتطبيق البعدي لاختبار المفاهيم الكيميائية

على مجموعة البحث (درجات الحرية = 37)

مستويات الاختبار	القياس	الدرجة	م	٪	ع	ت	مستوى الدلالة
تحديد الخصائص	قبلى	12	5.32	44.33٪	0.96	28.89	دالة عند مستوى 0.01
	بعدى		9.97	83.1٪	0.85		
التعريف	قبلى	13	6.82	52.46٪	0.79	26.01	دالة عند مستوى 0.01
	بعدى		10.56	81.23٪	0.83		
التمييز	قبلى	13	5.21	40.07٪	0.78	27.01	دالة عند مستوى 0.01
	بعدى		10.52	80.92٪	0.61		
إدراك العلاقات	قبلى	13	4.68	36٪	0.47	37.5	دالة عند مستوى 0.01
	بعدى		10.44	80.30٪	0.81		
التوسع	قبلى	11	4.13	37.76٪	0.71	38.67	دالة عند مستوى 0.01
	بعدى		9.71	88.27٪	0.51		
الكلى	قبلى	62	26.11	42.11٪	1.46	85.37	دالة عند مستوى 0.01
	بعدى		51.21	82.59٪	1.66		

يتضح من الجدول السابق وجود فرق دال إحصائيا عند مستوى 0.01 بين متوسطي درجات مجموعة البحث في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار المفاهيم

الكيميائية ككل ولكافة مستوياته لصالح التطبيق البعدي، وتشير هذه النتيجة إلى قبول الفرض الأول.

ولحساب حجم تأثيرEffect Size تطبيق البرنامج المقترح «d» على المفاهيم الكيميائية تم حساب «η2» كما هو مبين بجدول (6):

جدول (6)

قيمة «η2» وقيمة «d» المقابلة لها ومقدار حجم التأثير لنتائج التطبيق القبلي والبعدي لاختبار المفاهيم الكيميائية على مجموعة البحث

ابعاد الاختبار	قيمة (ت)	قيمة «η2»	قيمة «d»	مقدار حجم التأثير
تحديد الخصائص	28.89	0.98	2.823	كبير
التعريف	26.01	0.95	4.33	كبير
التمييز	27.01	0.96	5.77	كبير
إدراك العلاقات	37.5	0.93	6.86	كبير
التوسع	38.67	0.92	5.65	كبير
الكلى	85.37	0.98	9.19	كبير

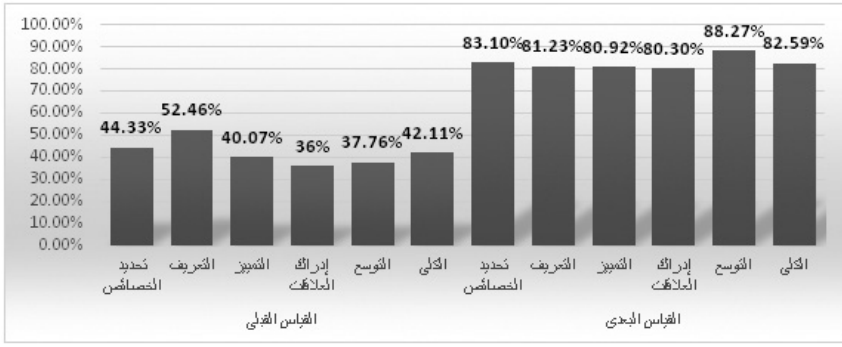
يتضح من نتائج جدول (6) أن حجم تأثير تطبيق البرنامج المقترح على تنمية المفاهيم الكيميائية كبير، وهذا يدل على فاعلية تطبيق البرنامج المقترح في تنمية المفاهيم الكيميائية المرتبطة بالمستحدثات الكيميائية.

مناقشة النتائج وتفسيرها:

يتضح من نتائج البحث فاعلية تطبيق البرنامج المقترح في تنمية المفاهيم الكيميائية المرتبطة بالمستحدثات الكيميائية، حيث يتضح من شكل (1) حدوث نمو في مستوى المفاهيم الكيميائية للتطبيق البعدى عن التطبيق القبلى لاختبار المفاهيم الكيميائية.

شكل (1) متوسطات النسبة المئوية لدرجات مجموعة البحث

في التطبيق القبلى والبعدى لاختبار المفاهيم الكيميائية



ويتضح من شكل (1) انخفاض مستويات المفاهيم الكيميائية المرتبطة بالمستحدثات الكيميائية لدى طلاب مجموعة البحث في القياس القبلى؛ ويمكن تفسير هذا الانخفاض إلى عدم احتواء المنهج الذى يدرس على المستحدثات الكيميائية وكذلك عدم اهتمام المعلمين بتوجيه الطلاب إلى البحث في مصادر المعرفة المختلفة عن المستحدثات الكيميائية وإجراء أبحاث أنشطة عنها.

وعلى العكس من ذلك، فقد أدى تطبيق البرنامج المقترح الى تنمية المفاهيم الكيميائية وذلك بسبب تطبيق عدد من أنشطة التعلم التي تساعد في البحث عن كل ما هو جديد في مجال علم الكيمياء، كما أن البرنامج تضمن العديد من الموضوعات الحديثة التي تثير الجدل العلمى وساعدت فى تنمية دافعية الطلاب لتعلم كل ما هو جديد في الكيمياء مما ساعد الطلاب على اكتساب المعرفة الكيميائية وتنظيمها، بالإضافة إلى تطبيق عدد من الإجراءات المتبعة لتنمية المفاهيم الكيمائية لدى الطلاب من خلال البرنامج المقترح، كما ضم البرنامج المقترح العديد من القضايا التي تنمي لدى الطلاب القدرة على تفسير الظواهر الكيميائية بناء على المعرفة الكيميائية، وفهم المشكلات البيئية الناتجة عن تطبيق المستحدثات الكيميائية، وتشجعهم على البحث المستمر للتعرف على ما هو جديد من مصادر متعددة للقدرة على إعطاء حلول متعددة لمثل هذه المشكلات مما ساعد على نمو المفاهيم الكيميائية لديهم.

وتتفق هذه النتائج مع نتائج عدد من الدراسات مثل دراسة (جاد الحق، 2018) والتي قامت بإعداد برنامج مقترح في المستحدثات الكيميائية لتنمية التنور الكيميائى لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية وأشارت النتائج إلى وجود تحسن في مستوى التنور الكيميائى العلوم لدى الطلاب المعلمين نتيجة تطبيق البرنامج المقترح، ودراسة (البياتى، 2018) والذى قام بتطوير منهج الكيمياء بالعراق في ضوء المستحدثات الكيميائية وقياس اثرة في تنمية الثقافة العلمية وقد إشارات النتائج إلى فاعلية تطبيق وحدة من المنهج المطور في تنمية الثقافة العلمية لدى الطلاب، ودراسة (نوار، 2015) والتي قامت بإعداد برنامج مقترح في المستحدثات الكيميائية قائم على التعلم الذاتي لتنمية مهارات اتخاذ القرار لدى الطلاب بنوادى العلوم وقد أوضحت النتائج على تنمية مهارات التعلم الذاتي واتخاذ القرار لدى الطلاب نتيجة تطبيق البرنامج المقترح، ودراسة (chin,2012) التي هدفت إلى تقديم برنامج تعليمي مرتبط بالمستحدثات العلمية للطلاب المعلمين بالفرقة الأولى وقياس اثر البرنامج على تنمية التنور العلمى والاتجاه نحو دراسة العلوم، وأشارت النتائج إلى وجود تحسن في مستوى التنور العلمى والاتجاه نحو دراسة العلوم لدى الطلاب المعلمين.

نتائج تطبيق اختبار قوة العلم:

ولاختبار صحة الفرض الثانى الذي ينص على أنه: « يوجد فرق دال احصائيا عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطي درجات الطلاب في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار قوة العلم ككل وكل بعد من أبعاده لصالح التطبيق البعدي.»، تم حساب المتوسطات والنسب المئوية والانحراف المعيارى وقيمة (ت) للمجموعات المترابطة، لحساب دلالة الفرق بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار قوة العلم ككل وكل مستوى على حدة، كما هو موضح بجدول (7):

جدول (7)

نتائج التطبيق القبلى والتطبيق البعدي لاختبار قوة العلم على المجموعة التجريبية (درجات الحرية = 37)

مستويات الاختبار	القياس	الدرجة	م	٪	ع	ت	مستوى الدلالة
طلاقة الأفكار العلمية	قبلى	15	5.76	38.4٪	0.67	49.52	دالة عند مستوى 0.01
	بعدى		12.47	83.13٪	0.76		
سعة الخيال	قبلى	15	5.31	35.4٪	0.66	36.19	دالة عند مستوى 0.01
	بعدى		11.44	76.27٪	0.61		
حل المشكلات	قبلى	15	5.92	39.47٪	0.58	47.74	دالة عند مستوى 0.01
	بعدى		11.76	78.4٪	0.54		
الاستدلال العلمي	قبلى	15	5.52	36.8٪	0.63	36.32	دالة عند مستوى 0.01
	بعدى		10.81	72.07٪	0.68		
التعبير عن الأفكار	قبلى	15	5.42	36.13٪	0.59	38.87	دالة عند مستوى 0.01
	بعدى		10.76	71.73٪	0.81		
الكلى	قبلى	75	27.94	37.25٪	1.29	84.75	دالة عند مستوى 0.01
	بعدى		57.26	76.34٪	1.50		

يتضح من جدول (7) وجود فرق دال إحصائيا عند مستوى 0.01 بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار قوة العلم ككل ولكافة مستوياته لصالح التطبيق البعدي، وتشير هذه النتيجة إلى قبول الفرض الثانى.

ولحساب حجم تأثيرEffect Size تطبيق البرنامج المقترح «d» على قوة العلم تم حساب «η2» كما هو مبين بجدول (8):

جدول (8) قيمة «η2» وقيمة «d» المقابلة لها ومقدار حجم التأثير لنتائج التطبيق القبلي والبعدي لاختبار قوة العلم على مجموعة البحث

ابعاد الاختبار	قيمة (ت)	قيمة «η2»	قيمة «d»	مقدار حجم التأثير
طلاقة الأفكار العلمية	49.52	0.91	4.52	كبير
سعة الخيال	36.19	0.88	4.21	كبير
حل المشكلات	47.74	0.95	5.42	كبير
الاستدلال العلمي	36.32	0.87	5.65	كبير
التعبير عن الأفكار	38.87	0.91	5.65	كبير
الكلى	84.75	0.96	6.70	كبير

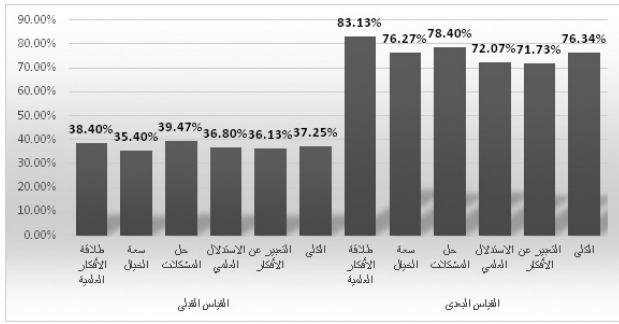
يتضح من نتائج جدول (8) أن حجم تأثير تطبيق البرنامج المقترح على تنمية قوة العلم كبير، وهذا يدل على فاعلية تطبيق البرنامج المقترح في تنمية قوة العلم.

مناقشة النتائج وتفسيرها:

يتضح من نتائج البحث فاعلية تطبيق البرنامج المقترح في قوة العلم، حيث يتضح من شكل (2) حدوث نمو في مستوى قوة العلم للتطبيق البعدى عن التطبيق القبلى لاختبار قوة العلم.

شكل (2) متوسطات النسبة المئوية لدرجات مجموعة البحث

في التطبيق القبلى والبعدى لاختبار قوة العلم



ويتضح من شكل (2) انخفاض مستويات قوة العلم لدى طلاب مجموعة البحث في القياس القبلى؛ ويمكن تفسير هذا الانخفاض إلى عدم احتواء المنهج الذى يدرس على عدد من النشطة التي تساعد على تنمية قوة العلم وكذلك اهتمام طرق التدريس المستخدمة على الحفظ والاستظهار وعدم اهتمام المعلمين بتنمية جوانب التعلم المرتبطة بقوة العلم من طلاقة الأفكار العلمية وسعة الخيال وحل المشكلات والتعبير عن الأفكار والاستدلال العلمى.

وعلى العكس من ذلك، فقد أدى تطبيق البرنامج المقترح الى تنمية قوة العلم وذلك بسبب وذلك بسبب حداثة المادة العلمية للبرنامج بالإضافة إلى تقديم محتوى البرنامج في صورة قضايا ومشكلات، وتطبيق عدد من طرق التدريس الحديثة والتي تم توضيحها في البرنامج المقترح مما ساعد على البعد عن الحفظ والاستظهار والاهتمام بتنمية جوانب التعلم المرتبطة بقوة العلم من طلاقة الأفكار العلمية وسعة الخيال وحل المشكلات والتعبير عن الأفكار والاستدلال العلمى، بجانب تقديم محتوى البرنامج في صورة أنشطة ومهام تعليمية، زاد من حماس الطلاب وتفاعلهم بشكل عال مع المحتوى العلمي للمقرر، بالإضافة إلى تكليف الطلاب بالبحث عن بعض الموضوعات والقضايا واقتراح الحلول لها.

وتتفق هذه النتائج مع نتائج عدد من الدراسات مثل دراسة (راشد، 2019) والتي قام بتوضيح دور العلوم في تنمية أبعاد قوة العلم لدى المعلمين، ودراسة (معوض، 2018)

والتي قامت بالتعرف على فاعلية منهج متكامل في العلوم الطبيعية قائم على مدخل STEAM.Eo وبرنامج Risk في تنمية مهارات التفكير الفراغي والتنظيم الذاتي والقوة العلمية لدى طلاب المرحلة الثانوية وقد إشارات النتائج إلى فاعلية تطبيق وحدة من المنهج المطور في تنمية مهارات التفكير الفراغي والتنظيم الذاتي والقوة العلمية لدى طلاب المرحلة الثانوية.

توصيات البحث ومقترحاته:

في ضوء النتائج التي تم التوصل إليها من خلال تطبيق هذا البحث، يوصى الباحث بضرورة الاهتمام بتطوير مناهج العلوم بصفة عامة في ضوء المستحدثات العلمية بالإضافة إلى مناهج الفيزياء والكيمياء والبيولوجي في ضوء المستحدثات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية، بالإضافة إلى إبراز أهمية المستحدثات العلمية في حياتنا من خلال استخدام المدخل الوظيفي.

كما يوصى الباحث بضرورة الاهتمام بتنمية مهارات قوة العلم من خلال تضمين عدد من القضايا والمشكلات في مناهج العلوم بتخصصاتها المختلفة بما يؤدى إلى إكساب المتعلمين مهارات قوة العلم من طلاقة الأفكار العلمية وسعة الخيال وحل المشكلات والتعبير عن الأفكار والاستدلال العلمى، بالإضافة إلى الاهتمام لأنشطة التي تساعد في تنمية مهارات قوة العلم وتدريب المعلمين على عدد من الاستراتيجيات الحديثة التي تساعد في تنمية مهارات قوة العلم لدى المتعلمين.

ويقترح الباحث بإجراء مزيد من الأبحاث نحو تطوير مناهج العلوم في المراحل الدراسية المختلفة في ضوء المستحدثات العلمية وقياس أثرها على عدد من المتغيرات الأخرى مثل الاتجاهات والدافعية، بالإضافة إلى تصميم بعض البرامج المقترحة في ضوء المستحدثات العلمية لتنمية عدد من جوانب التعلم المختلفة.

مراجع البحث:

- أحمد، بسمة محمد، وسعود، أريج سلام (2012): فاعلية الأنشطة البيئة الإثرائية في تحصيل مادة الكيمياء والوعي البيئي لطالبات الخامس العلمي، مجلة دراسات عربية فى التربية وعلم النفس، ع 32، ج 1، ص ص 167 – 189.
- إسماعيل، كريم أحمد محمد. (2018): تطوير محتوى منهج الكيمياء في ضوء المستحدثات الكيميائية وفاعليته في تنمية الثقافة العلمية لطلاب المرحلة الإعدادية بالعراق، (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة عين شمس، جمهورية مصر العربية.
- باشا، أحمد فؤاد. (2010): «خصوصيات التربية العلمية في ثقافتنا الإسلامية»، ورقة عمل مقدمة إلى المؤتمر العلمي السابع عشر للجمعية المصرية للتربية العلمية (التربية العلمية وتحديات الثورة التكنولوجية)، مجلد المؤتمر، دار الضيافة – جامعة عين شمس القاهرة، من 10 – 11 أغسطس .
- جاد الحق، نهله عبد المعطى الصادق (2018): برنامج في المستحدثات الكيميائية لتنمية التنور الكيميائى لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية، المجلة المصرية للتربية العلمية، الجمعية المصرية للتربية العلمية، 109–133.
- الحسيني، يوسف. (2014): التقويم الصفي، مدخل لترقية المتعلم وتحسين التدريس، كلية التربية، جامعة طنطا، مركز توزيع الكتاب.
- الحيدري، محمد رحيم (2012): دراسة تحليلية لكتب الكيمياء في ضوء معايير الثقافة العلمية وامتلاك مدرسي المادة لها وعلاقتها بالوعي العلمي الأخلاقي لطلبتهم في المرحلة الإعدادية، رسالة ماجستير، كلية التربية أبن الهيثم، جامعة بغداد.
- الزعيم، هبة الله (2013): فاعلية توظيف مدخل الطرائق العلمية في تنمية الحس العلمي لدى طالبات الصف الثامن الأساسي بغزة (رسالة ماجستير غير منشورة) الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.
- فراج، محسن حامد، ومختار، هبة الله عدلي (2009): فاعلية برنامج قائم على المستحدثات الكيميائية على حل المشكلات الكيميائية والاتجاه نحو تطبيقاتها

المجتمعية لدى طلاب المرحلة الثانوية، دراسات في المناهج وطرق التدريس، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، ص ص 66-99.

- محمد، كريمة عبد اللاه محمود. (2019): وحدة مقترحة في كيمياء النانو وفقا للصفوف المقلوبة لتنمية الاستيعاب المفاهيمي ومهارات التفكير المستقبلي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي، المجلة التربوية جامعة سوهاج.
- محمود، إيمان على. (2011): فاعلية برنامج قائم على نظرية ما وراء المعرفة ونظرية التعلم القائمة على الدماغ والنظرية البنائية لتنمية الحس العلمي لدى طالبات المرحلة الإعدادية، (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة عين شمس، جمهورية مصر العربية.
- معوض، إيمان سعيد. (2018): فاعلية منهج متكامل في العلوم الطبيعية قائم على مدخل STEAM.Eo وبرنامج Risk في تنمية مهارات التفكير الفراغي والتنظيم الذاتي والقوة العلمية لدى طلاب المرحلة الثانوية»، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية جامعة حلوان.
- نصار، أسماء محمد. (2016): أثر توظيف استراتيجية خرائط المفاهيم الرقمية في تنمية الحس العلمي بمادة العلوم لدى طالبات الصف التاسع الأساسي، (رسالة ماجستير غير منشورة). الجامعة الاسلامية، غزة.
- نوار، إيمان عبد الحميد محمد (2015): برنامج مقترح في المستحدثات الكيميائية قائم على التعلم الذاتي لتنمية مهارات اتخاذ القرار لدى طلاب نوادي العلوم بالمرحلة الثانوية، دراسات عربية في التربية وعلم النفس، رابطة التربويين العرب، 97-124.

- Ahluwalia, V. K. (2020), Green Chemistry and Environment, the energy, and resources institute.
- Anastas P.T, Warner J.C. (2008) Green Chemistry: Theory and Practice. New York: Oxford University Press.
- Ashford, Nicholas & J.r, Heaton,. (2012). Regulation and Technological Innovation in The Chemical Industry. Law and Contemporary Problems. 46.

- Bawaked, S. (2011): Solvent Free Alkene Oxidation using Supported Nano-Gold Catalysts, Thesis PhD, Cardiff University, British.
- Bhargava, s., (2016). Role of Chemistry in Everyday Life, Journal of Chemistry and Chemical Sciences, Vol.6(2), 192198-.
- Borreda, L. & Peña, A. (2016). «Green Chemistry and Sustainability in Science Education in Secondary Schools». University of Valencia. Spain. ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, 34(2), pp. 25 - 42.
- Cassagnau, P. & Bounor-Legaré, V. & Vergnes, B. (2019). Experimental and modelling aspects of the reactive extrusion process. Mechanics & Industry. 20. 803. 10.1051/meca/2019052.
- Datta, P. (2021). Electronic Waste. Science and Culture. 87. 115-11910.36094/sc.v87.2021.Electronic_Waste.Datta.115.
- Dhage, S. D. (2013). «Applications of Green Chemistry Principles in Everyday life». International Journal of Research in Pharmacy and Chemistry. Department of Chemistry. SSJES. Arts. Commerce and Science College. Ganache, Dist. Parbati. Maharashtra. India, pp. 518- 520.
- Fathieh, Farhad & Kalmutzki, Markus & Kapustin, Eugene & Waller, Peter & Yang, Jingjing & Yaghi, Omar. (2018). Practical water production from desert air. Science Advances. 4. eaat3198. 10.1126/sciadv.aat3198.
- Ford, M. (2012). A Dialogic account of Sense Making in Scientific Argumentation and Reasoning, Cognation, and instruction, 30(3), 207245-.
- Furberg, A. & Klug,S. (2013) . Student's sense making with science Diagrams, in a computer – based setting international, Journal of Computer supported collaborative learning, Vol. (3), No (4).
- Halim, Lenny & Suharyanti, Yosephine. (2020). E-Waste: Current Research and Future Perspective on Developing Countries.

International Journal of Industrial Engineering and Engineering Management. 1. 25. 10.24002/ijieem.v1i2.3214.

- Hassan, Natalia & Oyarzun-Ampuero, Felipe & Lara, Pablo & Guerrero, Simon & Cabuil, Valérie & Abou Hassan, ali & Kogan, Marcelo. (2014). Flow Chemistry to Control the Synthesis of Nano and Microparticles for Biomedical Applications. Current topics in medicinal chemistry. 14. 10.2174156802661466614011821 3915/
- Kasemchainan, J. & Bruce, P. (2018). All-Solid-State Batteries and their Remaining Challenges. Johnson Matthey Technology Review. 62. 10.1595205651318/X696747.
- Kenny L., Nathaniel C., Cyrille, B., (2021) Rapid High-Resolution 3D Printing and Surface Functionalization via Type I Photoinitiated RAFT Polymerization, Angewandte Chemie International Edition, 10.1002/anie.202016523, 60, 16.
- Knothe G., Dunn R.O., Bagby M.O., (2007) Biodiesel: the use of vegetable oils and their derivatives as alternative diesel fuels. In: Fuels and Chemicals from Biomass, 1st edn. American Chemical Society, New York
- Kumar, A., (2013). Historic Development of Green Chemistry. The Chemical Educator, pp5054-.
- Narodoslawsky M. (2010). Structural prospects and challenges for bio commodity processes. Food Technology and Biotechnology; 48(3):270275-.
- Polshettiwar V, Varma RS. (2010). Green chemistry by nano-catalysis. Green Chemistry; 12:743754-.
- Saleh HM, Eskander SB, Fahmy HM. (2014). Mortar composite based on wet oxidative degraded cellulosic spinney waste fibers. International journal of Environmental Science and Technology.;11(5):12971304-

- Saleh, H. & Koller, M., (2018). Green Chemistry.
- Samorì C, Basaglia M, Casella S, Favaro L, Galletti P, Giorgini L, et al. (2015). Dimethyl carbonate and switchable anionic surfactants: Two effective tools for the extraction of poly hydroxy alkenoates from microbial biomass. Green Chemistry.;17(2):10471056-
- Singh, K. & Chandran, V.G.R., (2017). Eco-Innovation in the Chemical Manufacturing Firms: Insights for Policy Response. Institutions and Economies. 9. 2142-.
- Stemberg. R. (2010). Thinking styles. New York combridge uni press.
- Taghreed H. Al-Noor & Khairy S. Hussein (2017) Introduction to Nano chemistry and Nanomaterial's, noor publishing.
- Tokiwa, Yutaka & Calabia, Buenaventurada & Ugwu, Uchenna & Aiba, Seiichi. (2009). Biodegradability of Plastics. International journal of molecular sciences. 10. 372210.3390 .42-/ijms10093722.
- Wanda, P., et al. (2007). Adult basic education level three (Adult 10) science curriculum guide, E-Book, (Chapter Four) foundations of scientific literacy, From: http://www.aeei.gov.sk.ca/evergreenlscience/part3/portion02 .shtml
- Weidenkaff, A. & Wagner-Wenz, R. & Veziridis, A., (2021). A world without electronic waste. Nature Reviews Materials. 6. 1.2-10.1038/s4157800330--021-y.
- Yanlong G, Jérôme F. (2010). Glycerol as a sustainable solvent for green chemistry. Green Chemistry.;12:11271138-
- Yanlong G, Jérôme F.)2010). Glycerol as a sustainable solvent for green chemistry. Green Chemistry.12, 11271138-.
- Sigmon, Anna J. (2021). Incorporating Patents into the Chemistry Curriculum: Insights from the Design of an Interdisciplinary Course

on Patenting Chemical Innovations, Journal of Chemical Education, v98 n6 p19741981-.

- Jensen, William B. (2014). The Kimball Free-Cloud Model: A Failed Innovation in Chemical Education, Journal of Chemical Education, v91 n8 p11061124-.
- Vojír, Karel; Rusek, Martin. (2021). Preferred Chemistry Curriculum Perspective: Teachers' Perception of Lower-Secondary School Textbooks, Journal of Chemical Education, v20 n2 p316331-.
- Chin, C. (2012): Frist-Year Pre-Service Teachers in Scientific Literacy and Attitudes toward Science?, International Journal of Science Education, Pp. 213217-.