

استخدام التعلم القائم على التصميم لتنمية التفكير الكيميائي والمسئولية البيئية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية

إعداد

د/ أميرة محمد زكي فتح الله
مدرس المناهج وطرق تدريس الكيمياء
كلية التربية- جامعة بنها
amera.fathallah@fedu.bu.edu.eg

استخدام التعلم القائم على التصميم لتنمية التفكير الكيميائي والمسئولية البيئية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية

د/ أميرة محمد زكى فتح الله *

المستخلص:

هدف البحث الحالي إلى التعرف على فاعلية التعلم القائم على التصميم في تنمية التفكير الكيميائي والمسئولية البيئية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي ، ولتحقيق ذلك الهدف تم استخدام المنهج شبه التجريبي ذات المجموعتين التجريبية والضابطة، حيث تألفت مجموعة البحث من (٧١) تلميذ وتلميذة من تلاميذ الصف الأول الإعدادي بمدرسة المنشأة الكبرى الإعدادية المشتركة، وتم تقسيمها إلى مجموعتين أحدهما تجريبية درست باستخدام التعلم القائم على التصميم وقوامها (٣٧) تلميذاً وتلميذة، والأخرى ضابطة درست باستخدام الطريقة التقليدية وقوامها (٣٤) تلميذاً وتلميذة، وتمثلت أدوات البحث في اختبار التفكير الكيميائي ومقياس المسئولية البيئية، وتم تطبيقهما قبلياً وبعدياً على مجموعتي البحث، وتوصلت النتائج إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التفكير الكيميائي ومقياس المسئولية البيئية لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

الكلمات المفتاحية: التعلم القائم على التصميم – التفكير الكيميائي – المسئولية البيئية.

* مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم - كلية التربية - جامعة بنها.

Using the Design-based Learning for Developing the Preparatory Stage Pupils Chemical Thinking and Environmental Responsibility

Dr. Amira Mohammad Zaky FatAhalla *

Abstract

The present study aimed at investigating the effectiveness of using the design-based learning for developing chemical thinking and environmental responsibility among the first-grade preparatory stage pupils. In order to achieve the study objective, the quasi-experimental method was followed and two groups were drawn. The participants were 71 pupils from Al-Monshaa Al-Kobra Preparatory School for Boys and Girls, Kafr Shukr Educational Administration. There were assigned into two groups: Control group (n= 37) and experimental group (n= 34). The study tools were chemical thinking test and environmental responsibility scale. They were administered as a pre-application and a post-application on the study group. The experimental group pupils were taught by using the design-based learning and the control group ones were taught by the traditional method. The findings showed that there was statistically significant difference between the scores means of the control group pupils and those of the experimental group ones on the post-application of chemical thinking test and environmental responsibility scale, in favour of the latter.

Key words: Design-based learning - chemical thinking - environmental responsibility.

* Lecturer of Chemistry Education and Curriculum, College of Education, Benha University.

المقدمة والاحساس بالمشكلة:

يتميز العصر الحالي بالتقدم العلمي الهائل والمُتسارع في شتى جوانب المعرفة، وكذلك عدد الاكتشافات والمخترعات في مختلف الجوانب والتطبيقات، وقد أحدث ما شهدته الحضارة الإنسانية من قفزاتٍ وطفراتٍ علميةٍ تغييراً جذرياً شمل معظم نواحي الحياة البشرية.

اننا نعيش في مجتمع محفوف بالمخاطر مع التعقيد المتزايد والعواقب الغير متوقعة الناجمة عن الانخراط في الابتكار والإنتاج التكنولوجي والعلمي، وهذا يتطلب زيادة قدرتنا على فهم العالم واتخاذ قرارات سليمة لسلامة بائنا في هذه البيئة.

ويعد الفهم الأساسي للكيمياء وفوائده وتكاليف ومخاطر الأنشطة والمنتجات الكيميائية أمراً مهماً بشكل خاص نظراً للتهديدات التي تشكلها الكيمياء على المجتمع والبشر والبيئة، فالكيمياء علم تكنولوجي لا يسعى فقط إلى تفسير سلوك المادة والتنبؤ به بل يسعى أيضاً إلى التحكم فيه. * (Sjostrom &

Talanquer, 2018, 16)

وتعتبر الكيمياء وسيلة قوية للتفكير في العالم المادي والتصرف فيه وليس مجرد مجموعة من المعارف والخبرات، حيث لا يمكن تقييم فهم المتعلم فقط للمحتوى أو صحة الافتراضات التي يقوم بها بناءً على تكوين وخصائص وسلوكيات النظام فقط، إنما من المهم استكشاف كيفية استخدام المتعلمين للمعلومات المتاحة جنباً إلى جنب مع معرفتهم السابقة لاتخاذ القرارات وبناء الحجج وتوليد التفسيرات وإجراء التنبؤات. (Griep & Mikasen, 2015)

كما يهدف تعليم العلوم بشكل عام وتعليم الكيمياء بشكل خاص – كما أشارت وثائق السياسة التعليمية الحديثة في جميع أنحاء العالم- إلى قيام المتعلم بتصميم استقصاءات للظواهر ذات الصلة وجمع البيانات وتحليلها، وبناء واستخدام النماذج لفهم تلك البيانات، والانخراط في الجدل المبني على الأدلة. (Talanquer, 2019, 123)

ونظراً لطبيعة المجتمعات الحديثة والتحديات العالمية التي نواجهها يجب إعادة صياغة مفهوم تعليم الكيمياء لمساعدة المتعلمين على التفاعل مع العالم الذي يعيشون فيه، ويتطلب ذلك تطوير المناهج والأساليب التعليمية بحيث تهدف إلى تعزيز التفكير والعمل الكيميائي بما يسمح للمتعلمين استكشاف الأنظمة والظواهر المعقدة ذات الصلة بهم وبيئتهم.

* تم اتباع نظام التوثيق العالمي للجمعية الأمريكية لعلم النفس (APA, 2019, 7th) (اسم العائلة، السنة، رقم الصفحة).

ويعد التفكير الكيميائي أداة قوية لفهم العالم المادي والتصرف بناءً عليه، ولكن تنميته يمثل تحدياً كبيراً لأنه يشمل العديد من الأبعاد (Talanquer, 2021)، ويقوم التفكير الكيميائي على تحديد الفوائد والتكاليف والمخاطر على مختلف المستويات السياسية والبيئية والأخلاقية عند تصميم وإجراء العمليات الكيميائية استناداً إلى فكرة العمل المستدام لتقليل استهلاك موارد الطاقة وإنتاج عدد أقل من المواد الخطرة وكذلك النفايات وتجنب استخدام الموارد غير المتجددة عندما يكون ذلك ممكناً (Sjostrom & Talanquer, 2018, 17)

ورغم أهمية التفكير الكيميائي وكونه أحد الأهداف الأساسية في تعليم الكيمياء، إلا أن الأساليب التعليمية السائدة في تعليم الكيمياء تركز على تعلم المفاهيم والأفكار كمجموعة من الموضوعات المستقلة دون إشراك المتعلمين في توليد المعرفة أو التحقق في الظواهر الكيميائية.

ومن الدراسات التي اهتمت بالتفكير الكيميائي ما يلي (Banks, et al. , 2023); Talanquer, 2018; Volkova, 2019; Landa, et al. ,2020; Talanquer, 2021; Berdikulov, 2020; Reina, et al., 2022; Chi, et al. , 2023).

مما سبق يتضح ضرورة السعي إلى تثقيف المتعلمين ومساعدتهم على اتخاذ القرارات بناءً على الفهم العميق والانخراط في تعلم الكيمياء، وذلك من خلال قيامهم بالتحليل النقدي والتأملي للمشكلات ذات الصلة باستخدام التفكير الكيميائي لتوجيه عملية صنع القرار والعمل الاجتماعي.

ونظراً لتزايد القلق العام بشأن تفاقم المشكلات البيئية على المستويين المحلي والعالمي، فإنه من الأهمية دراسة الوعي البيئي وعوامل تنمية المسؤولية البيئية لدى الأفراد، ومحاولة تغيير ممارساتهم اليومية التي يكون لها عواقب سلبية على البيئة. فمشكلة حماية البيئة والمحافظة عليها مسألة متشابكة لا يمكن أن تنظمها النواحي التشريعية وحدها، إنما هي مسألة تربوية بالدرجة الأولى، فالفرد هو المسؤول عن ظهور تلك المشكلات نتيجة سلوكه تجاه البيئة، لذا فإن تنمية المسؤولية البيئية تقع على عاتق المؤسسات التربوية التي يجب أن تهتم بتنمية ميول المتعلم واتجاهاته ومعارفه نحو البيئة، بحيث يصبح شخصاً مسؤولاً عن بيئته ولديه الوعي والحساسية والفهم تجاه البيئة ومشكلاتها.

وعلى أن نؤمن بأن تزايد المشكلات البيئية يرجع إلى الانتقال إلى المسؤولية البيئية واستخدام طرق تدريس غير فعالة، وعليه فإنه يجب تعليم التلاميذ القيم البيئية التي تعزز الموقف المستدام واحترام البيئة والالتزام بالأخلاقيات البيئية من خلال المنهج المدرسي باعتباره الناقل لتلك القيم سعياً لتحقيق التوازن البيئي.

(Omoogun, et al. ,2016)

ويتضمن مفهوم المسؤولية البيئية فهم الفرد ووعيه ومشاركته في شئون البيئة والعمل على حل قضاياها ومشكلاتها من خلال سلوكيات بيئية موجبة بهدف تحقيق

جودة الحياة، وذلك من خلال اعداد الفرد اعداداً سليماً على نحو يجعل منه مواطناً قادراً على تحمل المسؤوليات والمساهمة بشكل مسئول وفعال في حماية البيئة والمحافظة عليها (عبد المسيح وآخرون، ٢٠٢٠، ١٠٠)

وقد توصلت عدد من الدراسات السابقة إلى فاعلية بعض المعالجات التدريسية في تنمية المسؤولية البيئية ومنها تطوير المنتجات، والتعلم القائم على حل المشكلات والبيئات الافتراضية (علي وآخرون، ٢٠١٩؛ صبحي وآخرون، ٢٠٢١؛ وبلحاجي، ٢٠٢٢)

ونظراً لأهمية تنمية المسؤولية البيئية فقد تناولتها العديد من الدراسات السابقة مثل دراسة علي (٢٠١٣)، ودراسة سلافولجب وآخرون (Slavoljub, et al., 2015)، ودراسة شتا وآخرون (٢٠١٩)، ودراسة علي وآخرون (٢٠١٩)، ودراسة صبحي وآخرون (٢٠٢١)، ودراسة عبد المسيح وآخرون (٢٠٢١).

وانطلاقاً من الأهداف الرئيسية لإصلاح تعليم العلوم وهو انتاج مناهج تعمل على تحسين تعلم جميع التلاميذ وأهمية تنمية كل من التفكير الكيميائي والمسؤولية البيئية لدى المتعلمين، فإنه من الضروري احداث تغيرات جذرية في طرق التدريس المستخدمة وخلق بيئة تعليمية ثرية بالأنشطة التي تستهدف إشراك المتعلمين في تطبيق واستخدام التفكير الكيميائي واستخدام الخبرات الكيميائية في حل مشكلات بيئتهم.

وفي سبيل السعي للاستجابة للعديد من التحديات العالمية والمحلية، تؤكد جهود الإصلاح التربوي الحالية على أهمية تطوير قدرات المتعلمين على الانخراط في مجموعة متنوعة من الممارسات العلمية بما في ذلك انشاء النماذج واستخدامها وتوليد الحجج وبناء التفسيرات، ومساعدتهم على اتخاذ موقف نقدي تجاه منتجات العلوم والتكنولوجيا، وتمكينهم من تقليل الضرر المحتمل لتلك المنتجات على البيئة، وتعزيز المسؤولية البيئية لديهم.

ويعد استخدام التعلم القائم على التصميم من الاستراتيجيات التي تسعى إلى زيادة قدرة المتعلم على انتاج معرفة جديدة بطريقة مشابهة لعملية البحث العلمي، وتسعى إلى تمكين المتعلمين من تنفيذ نماذج أولية أو منتجات لحل مشكلة، وهي بذلك تجمع بين نهج التعلم القائم على حل المشكلات والتعلم القائم على المشروعات. (Azizan & Abu Shamsi, 2022)

ويتميز التعلم القائم على التصميم بجميع مزايا التعلم النشط ويسهم في تحفيز المتعلمين على التعلم، وتنمية العديد من المهارات مثل مهارات التواصل بين الأشخاص ومهارات العرض والتفاعل وحل المشكلات، وإشراك المتعلمين في إنشاء مشروعات مبتكرة يمارسون من خلالها الخبرات والمهارات المختلفة، مما يساعد المعلم على إنشاء مجتمع من المصممين. (Doppelt, et al., 2008)

كما يعد التعلم القائم على التصميم استجابة للعديد من التوصيات التي ناشدت بها الكثير من المنظمات والتي دعت بإعادة هيكلة المناهج بحيث تتمركز حول قضايا العالم الحقيقي، واستخدام الأطر التربوية التي من شأنها أن تساعد المتعلمين على تطوير المعرفة والمهارات اللازمة في عالم غني بالعلوم والتكنولوجيا، وذلك من خلال إشراك المتعلمين في تصميم نماذج وظيفية تعكس قدرتهم على تطبيق المعرفة العلمية في حل العديد من مشكلات العالم الحقيقي. (Fortus, et al., 2004)

وقد تناولت العديد من الدراسات التعلم القائم على التصميم وأشارت إلى فاعليته في تحقيق العديد من مخرجات التعلم، ومن بين تلك الدراسات (Kolodner, et al. 1998; Fortus, et al., 2004; Mehalik, et al, 2008 ; Doppelt, et al., 2008 ; Azizan & Abu Shamsi, 2022 ; الناجي، ٢٠٢٠؛ شعيرة، ٢٠٢٢، أبو زيد ٢٠٢٣؛ Mundy, et al., 2024 ; (Zhu, et al. ,2024;

مما سبق يتضح ما يلي:

تأكيد العديد من الدراسات السابقة على أهمية تطوير التفكير الكيميائي وانخراط التلاميذ في العديد من الممارسات المختلفة التي تستهدف حل المشكلات من خلال تطبيق المعرفة الكيميائية، كذلك أهمية تنمية المسؤولية البيئية لدى التلاميذ وضرورة مشاركتهم في شئون بيئتهم والعمل على حل مشكلاتها وقياسهم بالسلوكيات البيئية الموجبة التي تحقق جودة الحياة والاستدامة.

وقد قامت الباحثة بإجراء دراسة استطلاعية استهدفت التعرف على مستوى تلاميذ الصف الأول الإعدادي في التفكير الكيميائي والمسؤولية البيئية، من خلال تطبيق اختبار في التفكير الكيميائي ومقياس المسؤولية البيئية (من إعداد الباحثة) على مجموعة قوامها (٤٥ تلميذة) بالصف الأول الإعدادي بمدرسة كفر شكر الإعدادية بنات، وأوضحت نتائج اختبار التفكير الكيميائي أن متوسط درجات التلاميذ ١٦,٥١ ، وكانت الدرجة العظمى للاختبار (٥٦ درجة) أي بنسبة ٢٩,٤٨ % ، في حين أوضحت نتائج مقياس المسؤولية البيئية أن متوسط درجات التلاميذ ٣٨,٢٤ وكانت الدرجة الكلية للمقياس (١٥٠ درجة) أي بنسبة ٢٥,٤٩ % مما يدل على وجود تدني في مستوى درجات التلاميذ في كل من التفكير الكيميائي والمسؤولية البيئية.

وانطلاقاً من الدور الذي يسهم به التعلم القائم على التصميم في تحسين تعلم التلاميذ وتحفيزهم وتلبية احتياجاتهم بسبب التطبيق الأكثر وضوحاً لمعارفهم النظرية في معالجة مشكلات الحياة الحقيقية وتنفيذ نماذج أولية لمعالجة تلك المشكلات، نبعت فكرة البحث الحالي.

أسئلة البحث:

تمثلت مشكلة البحث في تدني مستوى تلاميذ المرحلة الإعدادية في التفكير الكيميائي والمسئولية البيئية رغم أهمية كل منهما، وللتصدي لتلك المشكلة حاول البحث الحالي الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:
ما فاعلية استخدام التعلم القائم على التصميم في تنمية التفكير الكيميائي والمسئولية البيئية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟
وينبثق من السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية التالية:

- ما فاعلية استخدام التعلم القائم على التصميم في تنمية التفكير الكيميائي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟
- ما فاعلية استخدام التعلم القائم على التصميم في تنمية المسئولية البيئية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟

أهداف البحث:

هدف البحث الحالي إلى:

- التعرف على فاعلية التعلم القائم على التصميم في تنمية التفكير الكيميائي لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي.
- التعرف على فاعلية التعلم القائم على التصميم في تنمية المسئولية البيئية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي.

فروض البحث:

حاول البحث الحالي التحقق من صحة الفروض التالية:

- توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار التفكير الكيميائي ككل ولأبعاده الفرعية في التطبيق البعدي لصالح متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية.
- توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التفكير الكيميائي ككل ولأبعاده الفرعية لصالح متوسط درجات التطبيق البعدي.
- توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في مقياس المسئولية البيئية ككل ولأبعاده الفرعية في التطبيق البعدي لصالح متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية.
- توجد فروق دال إحصائياً بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس المسئولية البيئية ككل ولأبعاده الفرعية لصالح متوسط درجات التطبيق البعدي.

أهمية البحث:

نبعت أهمية الدراسة الحالية في مدى الإستفادة منها من قبل الجهات التالية:

- **معلمو العلوم وكذلك الباحثون في مجال التربية العلمية:** من خلال تقديم دليل للمعلم يوضح طريقة استخدام التعلم القائم على التصميم لتنمية التفكير الكيميائي والمسئولية البيئية، بالإضافة إلى تقديم اختبار التفكير الكيميائي وكذلك مقياس المسئولية البيئية.

- **مخططي ومصممي المناهج،** حيث يمكنهم الاستعانة بالأنشطة الواردة بأوراق العمل وتضمينها بالكتاب المدرسي لتنمية التفكير الكيميائي والمسئولية البيئية لدى التلاميذ بالمرحلة الإعدادية.

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالي على:

- ابعاد التفكير الكيميائي التالية: (التعميم القاطع للأشياء الكيميائية – تصنيف المواد الكيميائية – التوليف/ التركيب المفاهيمي للأشياء الكيميائية) مجموعة من تلاميذ الصف الأول الإعدادي.

- وحدة "المادة وتركيبها" بكتاب العلوم للصف الأول الإعدادي الفصل الدراسي الأول

- أبعاد المسئولية البيئية (المعرفة البيئية - الاتجاهات البيئية - السلوك البيئي)

منهج البحث:

تم استخدام المنهج شبه التجريبي ذات المجموعتين التجريبية والضابطة

مصطلحات البحث:

في ضوء ما ورد بالإطار النظري للبحث يمكن تعريف مصطلحات البحث على النحو التالي:

التعلم القائم على التصميم: استراتيجية تعليمية يقوم فيها المتعلم بتوليف المعرفة الكيميائية في حل بعض المشكلات المرتبطة بالبيئة، وتصميم الأنشطة التعليمية وإنتاج بعض النماذج في ضوء معايير معينة، وهو بذلك يتضمن التعلم القائم على حل المشكلات وكذلك التعلم القائم على المشروعات.

التفكير الكيميائي: يعني قدرة المتعلم على القيام بمجموعة من الممارسات الكيميائية بهدف تحليل المادة وتوليفها وتحويلها لأغراض عملية، ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في اختبار التفكير الكيميائي المعد لذلك.

المسئولية البيئية: تعني مجموعة المعارف والاتجاهات التي تدفع الفرد لان يسلك سلوكاً بيئياً موجباً نحو البيئة، ويدفعه إلى إيجاد حلول للمشكلات البيئية المختلفة، ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في مقياس المسئولية البيئية المعد لذلك.

الإطار النظري والدراسات السابقة

المحور الأول: التعلم القائم على التصميم Design- Based Learning

الخلفية النظرية للتعلم القائم على التصميم

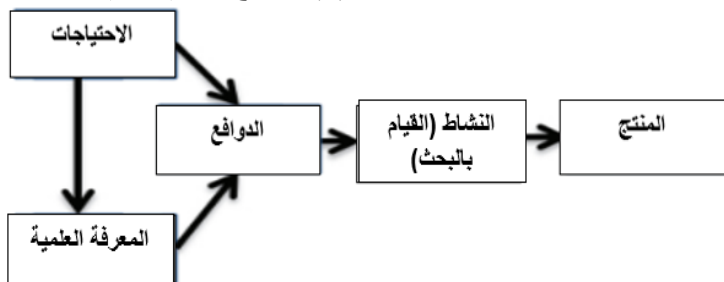
التعلم القائم على التصميم أو ما يعرف باسم البحث العلمي التصميمي أو التعلم عن طريق التصنيع هي طريقة تعليمية يقوم فيها المتعلمين بتقييم فهمهم من خلال المشاركة في تصميم الأنشطة باستخدام معارفهم للمساهمة في حل المشكلات، وهو بذلك يمثل استراتيجية تعليمية تتطلب من المتعلمين استخدام مهاراتهم المعرفية والنظرية لتطوير الأنظمة الحالية أو لإيجاد نظام جديد لحل مشكلة حقيقية.

(Azizan & Abu Shamsi, 2022)

ويعد التعلم القائم على التصميم أحد أفكار النظرية البنائية الاجتماعية في التعلم، والتي تؤكد على أن المتعلمين لديهم أفكار عن الواقع اكتسبوا من خلال تجاربهم اليومية أو مواقع الانترنت وما إلى ذلك، بالإضافة إلى أنهم يتعلمون من خلال التفاعل المستمر مع الآخرين. (Henze & de Vries, 2021)

والتصميم هو مجال الخبرة الإنسانية والمهارة والفهم ويعكس تقدير الفرد وتكيفه مع البيئة المحيطة في ضوء احتياجاته، وهناك فرق بين التصميم كنشاط يومي والتصميم كنشاط يشارك فيه المصممون المحترفون، ويكمن الاختلاف بينهما في أن التصميم اليومي غالباً ما يكون عفويًا وبدهيًا مع عدم الانخراط في عملية حل المشكلات، بينما التصميم الذي يشارك فيه المصممون هو عملية رسمية تتضمن العديد من المراحل والخطوات الواضحة والمعايير لتحديد مدى قبول نتائج عملية التصميم (Fortus, et al., 2004)، وفيه يقوم المتعلم بتحديد احتياجات المجتمع ومشكلاته وتتولد لديه الدافعية والرغبة في تلبية تلك الاحتياجات، فيستخدم ما لديه من معارف وخبرات ويقوم بالبحث عن المعلومات التي تساعده في تحقيق هدفه وهو تصميم منتج جديد أو تطوير منتج معين يساهم في حل مشكلات مجتمعه، وذلك من خلال ممارسات اجتماعية ضمن بيئة ثقافية. (Bulte, et al., 2021, 29)، ويمكن التعبير عن التعلم القائم على التصميم باستخدام الشكل التالي:

(Bulte, et al., 2021, 32) شكل (١) نموذج للتعلم القائم على التصميم



ويري دوبيلت وآخرون (Doppelt, et al. , 2008) أن التعلم القائم على التصميم موازي للتعلم القائم على حل المشكلات وله هيكل عام يتضمن تحديد المشكلة، وتحديد الحاجة، وجمع المعلومات، وتقديم حلول بديلة لاختيار الحل الأمثل، وتصميم وبناء نماذج أولية للتقييم.

في حين يرى هينز ودي فريس (Henze & de Vries, 2021) أن التعلم القائم على التصميم شكل آخر من أشكال التعلم القائم على الاستقصاء؛ حيث يهدف إلى إيجاد تفسيرات للظواهر، ويمكن اعتبار التعلم القائم على التصميم والتعلم القائم على الاستقصاء بطريقة معينة متكاملين، فالاستقصاء هو النشاط الأساسي في العلوم بينما التصميم هو النشاط الأساسي في التكنولوجيا ويتضمن التعلم القائم على حل المشكلات والمشروعات، وبالمقارنة بين نهج التعلم القائم على الاستقصاء ونهج الأنظمة القائم على التصميم توصل ميهاليك وآخرون (Mehalik, et al., 2008) إلى أن منهج التعلم القائم على التصميم أكثر فاعلية لتدريس مفاهيم العلوم ويوفر فرصاً للمتعلمين للحصول على تجربة أقوى بكثير مقارنة بمنهج الاستقصاء.

وهناك العديد من وجهات النظر التي تؤكد على أن التعلم القائم على التصميم يؤكد بشكل أساسي على الدور النشط للمتعلم في العملية التعليمية وفي بناء واكتساب المعارف، وجمع هذا النهج بين التعلم القائم على حل المشكلات والتعلم القائم على المشروعات؛ حيث يطبق المتعلمون المعلومات النظرية التي تم الحصول عليها لإنتاج منتجات تسهم في إيجاد حلول لمشكلات العالم الحقيقية (Mehalik, et al, 2008; Henze & de Vries, 2021)

وهناك خلط بين التعلم القائم على التصميم والتفكير التصميمي، وفي هذا الصدد يشير كوه وآخرون (Koh, et al. , 2015,3) إلى أن التفكير التصميمي هو نشاط ضمني في التعلم القائم على التصميم إذ يمثل التفكير التصميمي قدرة الفرد على الانخراط في عملية تحديد المشكلة أو تأطيرها وتحديد نطاق الحلول الممكنة، وتجميع المعرفة من مصادر مختلفة ومتنوعة، كما يتضمن إنشاء رسومات تخطيطية وصنع النماذج، وهو بذلك يشكل أهمية بالغة في التصميم، كما تشير دراسة أبوزيد (٢٠٢٣) إلى أن التعلم القائم على التصميم يسعى إلى إيجاد حلول علمية وفق مراحل محددة يتم اتباعها وفق التفكير التصميمي.

معايير التعلم القائم على التصميم

يعتمد التعلم القائم على التصميم على إطار مفاهيمي (مأخوذ من الاستدلال المبني على الحالة)، والممارسات الصفية (المأخوذة من التعلم المبني على المشكلات)، ويتضمن عدد من المعايير منها: (Fortus, et al., 2004, 1083)

١- معايير التصميم، وتتضمن:

- تحديد المشكلة
- جمع وتحليل المعلومات.

- تحديد معايير الأداء للحلول الناتجة.
- توليد حلول بديلة وبناء نماذج أولية.
- تقييم واختيار الحلول المناسبة
- تنفيذ الاختيارات.
- تقييم النتائج.

٢- معايير التكنولوجيا، وتتضمن:

- تحديد مشكلة التصميم وتقرير ما إذا ما كان سيتم معالجتها أم لا.
- تحديد المعايير والقيود، وتحديد كيفية تأثيرها على التصميم.
- تقييم التصميم وتحسينه.
- تطوير أو إنتاج منتج جديد.
- تقييم الحلول النهائية والوصول للنتائج.

٣- معايير الاستقصاء، وتتضمن:

- طرح الأسئلة، ومراجعة البيانات المتاحة وعمل تنبؤات.
- اقتراح خطة للحل، وتقديم الملاحظات في ضوء البيانات المتاحة وتحليلها وتفسيرها واقتراح الاجابات.
- التوصل للنتائج

مراحل التعلم القائم على التصميم

يبدأ التعلم القائم على التصميم بطرح تحدي تصميمي يحث المتعلمين على البدء بطرح أسئلة ذات دوافع ذاتية تستحق البحث العلمي، ويجعل المتعلم يبحث عن حلول بشكل فردي أو جماعي، وأثناء ذلك يساعد المعلم المتعلمين على مقارنة أفكارهم والتباين بينها وتحديد ما يحتاجون إلى تعلمه للمضي قدماً في مواجهة تحدي التصميم. (Kolodner, et al. , 1998; Mehalik, et al., 2008)

ويتم تنفيذ نهج التعلم القائم على التصميم من خلال مجموعة من المراحل المنهجية المرنة والقابلة للتعديل وفقاً لطبيعة الموقف التعليمي، وتتمثل تلك المراحل فيما يلي: (Azizan & Abu Shamsi, 2022,3)

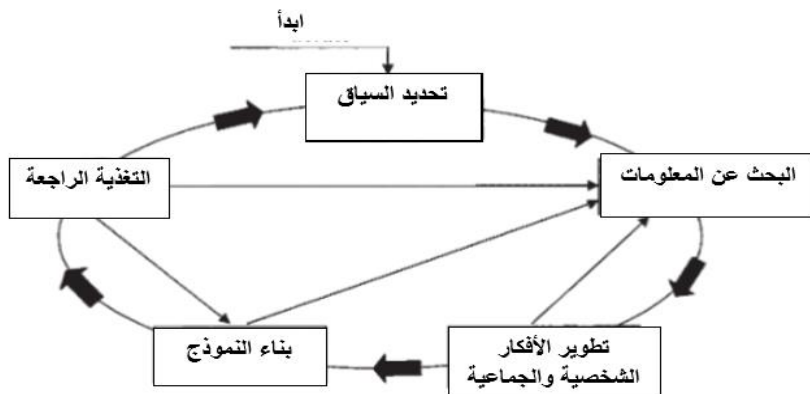
أولاً: تحليل قضايا العالم الحقيقي، وتحديد المشكلة في سياق المواقف الحالية.
ثانياً: تقديم الحلول بناء على مفاهيم التصميم الحالية والتقدم التكنولوجي، حيث يقوم المتعلم في تلك المرحلة بتحديد أهداف الحل وإنشاء تصميمات مبتكرة لاكتشاف حلول بديلة، وتحديد التصميم المناسب للأفكار والمقترحات.
ثالثاً: تقييم الحلول وتحسينها بشكل متكرر، وذلك من خلال آراء زملاء والمعلم

رابعاً: التفكير لتطوير أفكار التصميم وتحسين تنفيذ الحلول، وخلال تلك المرحلة يعرض المتعلمون تصميماتهم ويشرحون كيفية تطبيق النظريات التي تعلموها وشرح المنتج والأفكار التي استخدموها لتطوير الحلول.

خامساً: التواصل بين المتعلمين بعضهم البعض وبين المتعلمين والمعلم من خلال جلسات النقاش لتتم عملية التقييم النهائي.

ويحدد فورتوس وآخرون (Fortus, et al., 2004, 1085-1088) خمس مراحل لاستخدام التعلم القائم على التصميم في شكل دورة تمثلها الشكل التالي:

شكل (٢) مراحل التعلم القائم على التصميم (Fortus, et al., 2004, 1086)



المرحلة الأولى: تحديد السياق

يوفر السياق أهمية للمهام التي سيقوم بها المتعلمون، ونقطة الانطلاق في التعلم القائم على التصميم، ويتم من خلال تلك المرحلة عرض أفلام للمتعلمين حول الموضوع محل الدراسة في سياقات متعددة، وذلك لإتاحة فرص أكبر لنجاح المتعلمين في تلخيص المفاهيم الرئيسية، مما يؤدي إلى تمثيل أكثر مرونة للمعرفة وتعزيز القدرة على تطبيق المعرفة في سياقات جديدة، حيث من خلال تلك المرحلة تقديم المفهوم في سياقين مختلفين على الأقل.

المرحلة الثانية: البحث عن المعلومات

وفيها يقوم المعلم بتقديم المفاهيم العلمية الجديدة، ثم يقوم المتعلم بالبحث عن المعلومات (من خلال بعض المصادر التي يحددها المعلم مثل العروض التقديمية والمحاكاة الحاسوبية للظواهر ذات الصلة والرحلات الاستكشافية الافتراضية لفحص المصادر الأولية) وتجميع البيانات وتحليلها بشكل جماعي.

المرحلة الثالثة: تطوير الأفكار الشخصية والجماعية

يتم تنفيذ الأنشطة في أربعة مستويات (فردية - أزواج - مجموعات مكونة من أربعة تلاميذ- الفصل بأكمله)، وأثناء إجراء تلك الأنشطة وحل المشكلات تتم المناقشات التفصيلية بين التلاميذ لاختيار أنسب الحلول وأفضلها، وربما يقررون دمج الحلول بطريقة ما مع تقديم المبررات المنطقية لقراراتهم وذلك من خلال إتاحة

الفرص لهم لمقارنة تفكيرهم مع تفكير الآخرين، ويبدأ المتعلمون في تطوير تقدير نقدي للجوانب المختلفة للمشكلة مما يساعدهم على تعلم معلومات جديدة ذات صلة بالمشكلة.

المرحلة الرابعة: بناء النموذج

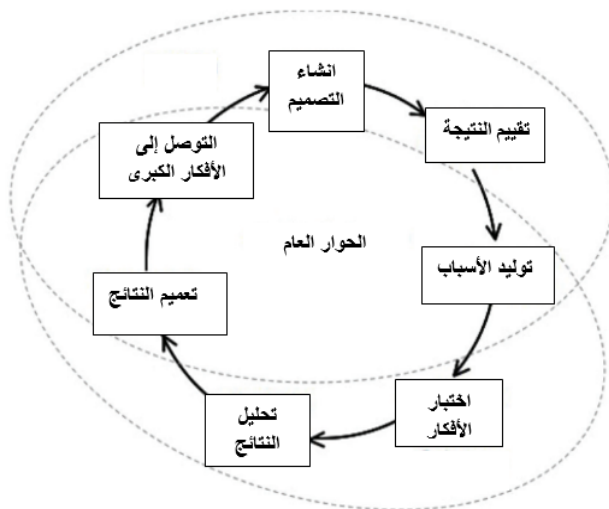
في هذه الخطوة يقوم كل فريق (مكون من أزواج) ببناء نموذج أو تعديل نموذج موجود وذلك بناء على حل التصميم الخاص بهم، أي أن تلك المرحلة يتم فيها تجسيد أفكار المتعلمين، وبعد انتهاء كل زوج من التلاميذ من اعداد النموذج ينضمون إلى أعضاء فريق التصميم (المكون من أربعة تلاميذ) الخاص بهم لمناقشة نماذجهم ومقارنتها لاختيار النموذج الأفضل وتوضيح مبرراتهم لاختيار ذلك النموذج.

المرحلة الخامسة: التغذية الراجعة

وتتضمن التقييم التكويني المستمر للتلاميذ، ولا يتم التقييم لكل نموذج يقوم بإعداده التلاميذ إنما للنموذج الذي رشحه الفريق وقام باختياره وذلك للحفاظ على حد معقول من الوقت المستغرق في جلسات التغذية الراجعة، وفي تلك المرحلة يقوم التلاميذ باختبار نماذجهم لمعرفة ما إذا كانت تلبى متطلبات المواصفات الخاصة بهم ومعرفة إيجابياتها وسلبياتها، وتقديم أفكارهم بوضوح وبساطة حتى يتمكن الآخرون من فهمها، مما يتيح لهم فرصاً لمراجعة فهمهم وتحسينه وبالتالي دعم تعليمهم.

وقد حدد اببدو وآخرون (Apedoe, et al., 2021,53) مراحل التعلم القائم على التصميم في سبع خطوات ، تخدم كل خطوة وظيفة محددة في تعزيز تعلم التلاميذ، ويمكن تمثيل تلك الخطوات في الشكل التالي:

شكل (٣) مراحل التعلم القائم على التصميم (Apedoe, et al. , 2021,53)



ويوضح الشكل (٣) مراحل التعلم القائم على التصميم حيث تتمثل الخطوة الأولى في إنشاء التصميم وفيها يقوم التلاميذ بتطوير فكرة التصميم وتجربتها ثم ينتقلون إلى تقديم الملاحظات حول كيفية عمل تصميمهم في خطوة تقييم النتائج، وفي الخطوة الثالثة يقوم التلاميذ بإيجاد الأسباب للنتائج التي توصلوا إليها ومناقشتها، وخلال تلك المناقشة يطرح التلاميذ أسئلة مثل "هل كان تصميمي ناجحاً؟"، فإذا كانت الإجابة (نعم) يحدد التلاميذ العوامل التي ساهمت في إنجاح التصميم، وإذا كانت الإجابة (لا) يحدد التلاميذ العوامل التي ساهمت في فشل التصميم، ويقترح التلاميذ طرقاً لاختبار أفكارهم في خطوة اختبار الأفكار، واجراء تحقيقات منهجية لأسبابهم، وتأتي بعد ذلك خطوة تحليل النتائج التي توصلوا إليها من تجاربهم التي تم انشاؤها، ثم مناقشة نتائجهم مع الفصل بأكمله أثناء خطوة تعميم النتائج وتنتهي بخطوة التوصل إلى الأفكار الكبرى حيث يقوم التلاميذ بالربط بين المفاهيم العلمية التي تعلموها واستخدام تلك المفاهيم لتحسين أدائهم. وعرضت دراسة أبو زيد (٢٠٢٣) مراحل التعلم القائم على التصميم على النحو التالي:

- المرحلة الأولى "الفهم": وتشتمل على العمليات التالية: (الاكتشاف - التعاطف - الملاحظة - التأمل)
- المرحلة الثانية "التخليق/ التكوين": ويشتمل على (التفسير - الاستجواب - التنقيح - التنظيم)
- المرحلة الثالثة "تشكيل الفكرة": وتشتمل على (العصف الذهني - تقريب المفاهيم - تقديم مقترح - التخطيط)
- المرحلة الرابعة "النموذج الأولي": وتشتمل على العمليات التالية (إعادة الانشاء - التقويم - التشجيع)
- المرحلة الخامسة "التنفيذ": وتشتمل على العمليات التالية (التطوير - الاستدامة - التنفيذ)

مما سبق يتضح اختلاف العديد من الدراسات في تناولها لمراحل التعلم القائم على التصميم، ولكنها اتفقت على أن التعلم القائم على التصميم يتضمن مجموعة من العناصر والعمليات منها ما يلي:

- القيام بأنشطة التصميم والبناء في سياقات متعددة، حيث يمكن للمعلم أن يغير جزء من التصميم ويطلب من المتعلم التفكير فيما سيحدث لباقي النظام بناءً على الطريقة التي تترابط بها الأجزاء المختلفة (التفكير المنظومي).
- البحث عن المعلومات لإجراء مهام التصميم.
- التغذية الراجعة للمصممين من خلال آراء المعلم والأقران للتصميم.
- إجراء المناقشات والعمل التعاوني.

- العمل التجريبي والاستكشافي الذي يدعم تحدى التصميم.
- وقد تم الاستفادة من عرض مراحل التعلم القائم على التصميم في تكيف تلك المراحل لطبيعة البحث الحالي.
- أهمية استخدام التعلم القائم على التصميم (Fortus, et al., 2004, 1083; Mehalik, et al, 2008; de Vries, 2021, 16; Henze & de Vries, 2021, 15 ;Azizan & Abu Shamsi, 2022)
- تطبيق المفاهيم العلمية في سياقات مختلفة.
- توفير بيئة تعليمية قيمة يقوم المتعلم فيها ببناء منتجات والمشاركة في تصميم الأنشطة كوسيلة للتعلم، مما يزيد من نشاط المتعلم داخل حجرة الصف.
- تعزيز خيال المتعلمين وابداعهم ومواهبهم، وزيادة قدرتهم على الفهم.
- تعزيز التعاون وإتاحة الفرص للمتعلمين للتعلم بالسرعة التي تناسبهم.
- تحسين القدرات المعرفية والاجتماعية للمتعلمين مثل مهارات التحدث أمام الجمهور والتفكير النقدي أثناء العرض الشفهي من خلال الدفاع عن منتجاتهم وتقديم الأدلة التي تكشف عن مدى ملاءمتها للمعايير.
- تنمية التفكير المنطومي والقدرة على صنع القرار وتطبيق المعرفة والمهارات.
- تعزيز مهارات التواصل بين الأشخاص وحل المشكلات.
- رؤية العلاقات بين عناصر المعرفة التي اكتسبوها والربط بين عناصر المجالات المختلفة.
- استفادة المتعلم من المعارف التي لديه بالفعل.
- توفير فرص للحصول على تجربة أقوى بكثير من حيث القدرة على تصميم واقتراح المنتجات العلمية.
- مساعدة المتعلمين على تعلم المبادئ العلمية الأساسية حول الموضوعات، وتعلم المهارات اللازمة والأساسية لبناء الخبرات المستقبلية والتي تمثل تحدياً للطلاب أمام المهن العلمية والهندسية المحتملة.
- زيادة ثقة المتعلم بنفسه.
- تنمية العديد من المهارات الأساسية للبحث العلمي والتي حددتها المعايير الوطنية لتعليم العلوم مثل:
 - ← تحديد الأسئلة التي يمكن الإجابة عليها من خلال الاستقصاء العلمي.
 - ← استخدام التقنيات لجمع البيانات وتحليلها وتفسيرها.
 - ← تطوير الشرح والتنبؤات باستخدام الأدلة.

- ← التفكير النقدي المنطقي وتوضيح العلاقات بين الأدلة والتفسيرات.
 - ← التعرف على التفسيرات البديلة والتنبؤات وتحليلها.
 - ← استخدام الرياضيات في جميع جوانب البحث العلمي.
 - إثراء المعرفة الحالية للمتعلمين واكتساب معارف وخبرات جديدة، وتصحيح المفاهيم الخاطئة.
 - زيادة قدرة المتعلم على النمذجة المعرفية، والقدرة التمثيلية للعقل اللازمة في جميع المجالات العلمية.
 - السعي للتكامل أثناء عملية جمع البيانات، فهو وسيلة لدمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في التعليم، مما يؤدي إلى اكتساب معارف وخبرات قابلة للتعميم
- وقد أشارت دراسة أبوزيد (٢٠٢٣) إلى أن التعلم القائم على التصميم يتيح للمتعلم تصميم النماذج وطرح تصورات ذهنية والتفكير في فريق مع إدارة الوقت وتحليل وتقويم النماذج، وهذا من شأنه يثقل لدى المتعلمين عمليات ما وراء المعرفة وأشكال التفكير الممنهج بمهاراته العليا والمتداخلة بشقيه التقاربي والتباعدي، كما يخلق متعلمين معدين لرؤى مستقبلية وفق احتياجات بيئة العمل الفعلية.
- وأشارت دراسة زو وآخرون (Zhu, et al., 2024) إلى فاعلية التفكير التصميمي القائم على الاستقصاء (IBDT) في أداء تصميم الطلاب المعلمين للتجارب العلمية، وسد الفجوة بين فهمهم للجوانب النظرية والمهارات العملية. كما أشار كو وتشاي وهونج (Koh, Chai, and Hong, 2015,6) إلى أن التفكير التصميمي يزيد من قدرة الفرد على الحكم والتأمل الذاتي، ومواجهة تحديات ومشاكل القرن الحادي والعشرين، وتنقيفه بشأن المسؤولية البيئية بسبب منهجها العملي والمتعدد الأبعاد لحل المشكلات.
- وعن أهمية استخدام التعلم القائم على التصميم في تعليم الكيمياء يشير ابيدو وآخرون (Apedoe, et al., 2021,50) إلى أن التعلم القائم على التصميم له أهمية بالغة في مجال الكيمياء وتعلم المفاهيم الكيميائية، ويتيح للمتعلمين أن يسلكوا الطرق التي يستخدمها الكيميائيون، حيث يقومون بتحليل المادة لتحديد تركيبها وتوليف وتصميم مجموعة جديدة لأغراض معينة وشرح سلوكيات وتفاعلات الجزيئات.
- مما سبق يتضح أهمية التعلم القائم على التصميم إذ يقوم المتعلمين من خلاله بممارسة العديد من العمليات العقلية، مما يسهم في تنمية العديد من المهارات لديهم ويساعدهم على اكتساب المعلومات والاحتفاظ بها وتولييفها بطريقة عملية.

المحور الثاني: التفكير الكيميائي

تم طرح مفهوم التفكير الكيميائي باعتباره تطويراً وتطبيقاً للمعرفة الكيميائية، يتم من خلاله إتاحة الفرص للطلاب للمشاركة في تصميم المواد أو العمليات الكيميائية، وفي تقييم الفوائد والتكاليف والمخاطر المرتبطة بالكيمياء، مما يساهم في تعزيز قدرات الطلاب على اتخاذ قرارات مستنيرة وبناء المبررات وتقييم النتائج (Sevian & Talanquer, 2014)

ويعني التفكير الكيميائي تطوير وتطبيق المعرفة والممارسات الكيميائية عند تحليل وتركيب وتحويل المادة لأغراض عملية ; (Stammes, et al., 2023 ; Sjostrom & Talanquer, 2018)

كما يعني شكل من أشكال التفكير الذي يركز على تحديد مساحة المشكلة ووضع الأسئلة ذات الصلة واقتراح الإجابات الممكنة وكيفية تطبيق تلك الإجابات على الظاهرة أو المشكلة المطروحة. (Landa, et al., 2020)

مما سبق يتضح أن التفكير الكيميائي يركز على طرق التفكير لدى الطلاب فلا يمكن تقييم فهم الطلاب فقط على طبيعة معرفة المحتوى أو على صحة الافتراضات التي يقومون بها حول بنية وخصائص وسلوكيات النظام، بل من الضروري التحقق من استخدام الطلاب للمعلومات المتاحة جنباً إلى جنب مع معرفتهم السابقة لاتخاذ القرارات وبناء الحجج وتوليد التفسيرات واجراء التنبؤات.

المفاهيم الشاملة للتفكير الكيميائي:

تم اقتراح مجموعة من المفاهيم القاطعة كمؤشرات يمكن من خلالها تحليل الفهم المفاهيمي للعناصر الأساسية في الكيمياء، ويرتبط لكل مفهوم من تلك المفاهيم سؤال رئيسي يؤدي إلى التفكير الكيميائي، وفيما يلي توضيح لتلك المفاهيم :

(Sevian & Talanquer, 2014, 14)

أ- **الهوية الكيميائية:** تتضمن اكتشاف المواد الكيميائية في محيطنا بالإضافة إلى آليات تصنيع المركبات الكيميائية، وتقوم على افتراض أن كل مادة كيميائية لها خاصية تجعلها فريدة من نوعها.

ب- **العلاقات بين التركيب والخصائص:** ان اتخاذ قرارات بشأن نوع المادة التي سيتم تصنيعها أو المادة المتفاعلة التي سيتم استخدامها يعتمد على فهم العلاقة بين تركيب المادة والخصائص الكيميائية والفيزيائية لتلك المادة .

ج- **السببية الكيميائية :** تعتمد الذرات أو الأيونات أو الجزيئات التي تشكل مادة كيميائية هيكل ديناميكية مستقرة تحدها طبيعة التفاعلات العشوائية بين الجزيئات في النظام، وقد تخضع تلك الهياكل للتحويلات عبر التفاعلات العشوائية مع الجزيئات الأخرى، وتعتمد احتمالية حدوث مثل هذه التحويلات على استقرار الهياكل الجديدة واحتمالية التفاعلات الناجحة بين الجزيئات في النظام.

د- **الآلية الكيميائية:** يعتمد التنبؤ بنتائج العمليات الكيميائية والتحكم فيها على فهم تسلسل الأحداث الناتجة عن خلط المواد المتفاعلة ومزجها، كما يعتمد تحديد آليات التفاعل على النماذج النظرية المفسرة لبنية المادة المستخدمة وذلك للتعرف على خصائصها وسلوكياتها والتنبؤ بالنتائج.

هـ **السيطرة/ التحكم الكيميائي :** فتصميم الاستراتيجيات الناجحة للتعرف على المادة الكيميائية أو تصنيعها يعتمد على عدد من العوامل الخارجية مثل درجة الحرارة بالإضافة إلى عوامل تتعلق بالبنية الداخلية، ويمكن تعديل تلك العوامل للتأثير على معدل العمليات الكيميائية والمدى الذي يمكن أن تصل إليه هذه العمليات حتى الاكتمال.

و- **الفوائد – التكاليف – المخاطر:** وتشير إلى تقييم الفوائد الاجتماعية والاقتصادية والبيئية والتكاليف والمخاطر المرتبطة بالمعرفة الكيميائية والمنتجات.

يشير كل من سجوستروم وتالانكر (Sjostrom & Talanquer, 2018)، وستاميس وآخرون (Stammes, et al., 2023, 648) أن التفكير الكيميائي يسمح لنا بالتفكير في الإجابة عن عدد من الأسئلة في مجموعة واسعة من السياقات، وتتمثل تلك الأسئلة فيما يلي:

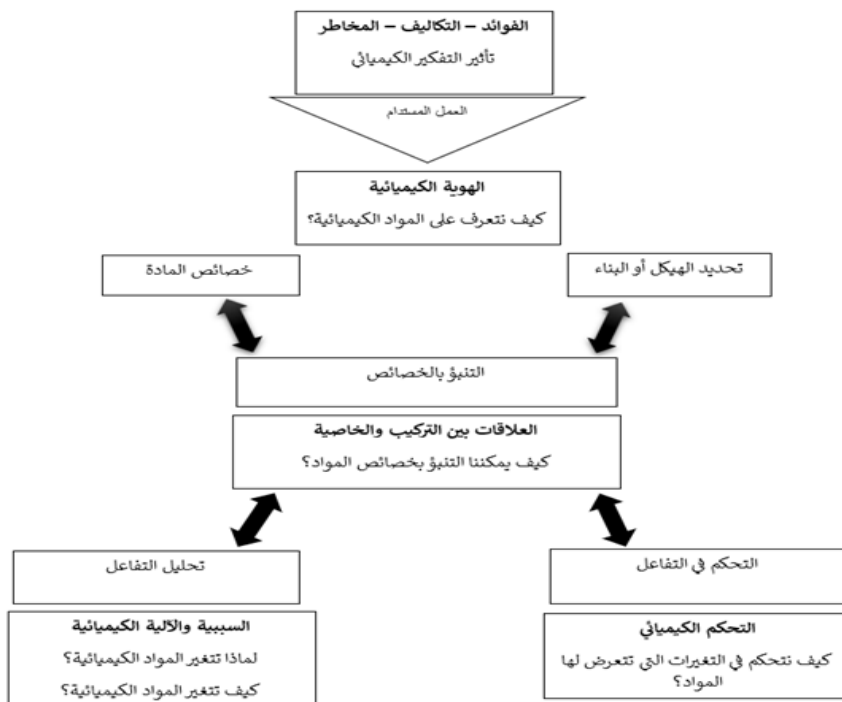
جدول (١)

المفاهيم الشاملة التي يستهدفها التفكير الكيميائي والأسئلة المرتبطة بها.

السؤال	المفاهيم الشاملة للتفكير الكيميائي
١- ما هي المادة؟	الهوية الكيميائية
٢- كيف ترتبط خصائص المادة بتكوينها وبنيتها؟	العلاقات بين التركيب والخصائص
٣- لماذا تخضع المادة للتغيرات؟	السببية الكيميائية
٤- كيف تحدث العمليات الكيميائية (التغيرات)؟	الآلية الكيميائية
٥- كيف يمكن السيطرة على العمليات الكيميائية (التغيرات)؟	السيطرة/ التحكم الكيميائي
٦- ما هو تأثير الإجراءات الكيميائية؟	الفوائد – التكاليف – المخاطر

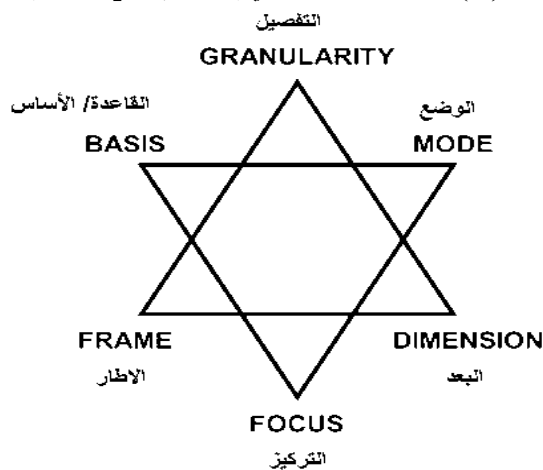
وفيما يلي شكل يوضح إطار عمل للتفكير الكيميائي

شكل (٤) إطار عمل للتفكير الكيميائي (Sjostrom, Talanquer, 2018, 17)



ويعرض تالانكر (Talanquer, 2021) أبعاد التفكير الكيميائي فيما يلي:
(التفصيل - البعد - الإطار - الأساس - الوضع - التركيز)، والشكل التالي يوضح تلك الأبعاد

شكل (٥) أبعاد التفكير الكيميائي (Talanquer, 2021)



ويتضمن التفكير الكيميائي ثلاث ممارسات أساسية وهي: (Griep & Mikasen, 2015)

- التحليل: ويركز على الكشف عن المواد الكيميائية وتحديد كميتها وفصلها.
- التوليف: وذلك من خلال وضع طرق تركيبية لتصميم مواد جديدة.
- التحويل: ويركز على التحكم في العمليات الكيميائية لأغراض معينة.

كما أشار فولكوف (Volkova, 2019) إلى أن التفكير الكيميائي يتضمن العديد من العمليات العقلية مثل التحليل والتركيب والمقارنة والتصنيف وتحديد هوية الاختلاف، وتحديد علاقات السبب والنتيجة، والتقييم الاحتمالي. وقد اختلفت الدراسات السابقة في تناولها للتفكير الكيميائي، حيث تناولته بعض الدراسات كمخرج من مخرجات تعلم الكيمياء، في حين تناولته دراسات أخرى كأساس وإطار يقوم عليه المنهج، وفيما يلي عرض لتلك الدراسات:

أ- الدراسات التي تناولت التفكير الكيميائي كمخرج من مخرجات تعلم الكيمياء :

- دراسة جريب وميكاسن (Griep & Mikasen, 2015) التي استهدفت ادخال الكيمياء في معسكر الهندسة الحيوية في المدارس المتوسطة والثانوية وذلك بشكل ترفيهي من خلال عرض أفلام تتضمن الكائنات الفضائية ومعادن من الفضاء وذلك لتنمية التفكير الكيميائي الإبداعي في مشروعات الهندسة الحيوية والكيمياء المرتبطة بها.
- دراسة بانكس وآخرون (Banks, et al., 2015) التي استهدفت رسم خريطة تعبر عن مدى تطور التفكير الكيميائي لدى المتعلمين ابتداءً من الصف الثامن وحتى المرحلة الجامعية، حيث تم تحليل البيانات الخاصة بالمتعلمين من منظور التفكير الكيميائي، وتوصلت إلى تقدم قدرة المتعلمين على اتخاذ قرارات حول عواقب استخدام وإنتاج المواد الكيميائية نتيجة لتطور معرفتهم الكيميائية.
- دراسة فولكوف (Volkova, 2019) التي هدفت إلى تطوير أداة لتقييم التفكير الكيميائي والتحقق من خصائصه السيكومترية من خلال تطبيقه على عينات من الطلاب ومعلمي الكيمياء.
- دراسة لاندا وآخرون (Landa, et al., 2020) التي استهدفت التحقق من بعض النماذج أو وجهات النظر النظرية التي تعكس طرق التفكير الكيميائية ذات الصلة بتعليم الكيمياء ومن بين تلك النماذج النموذج الذي تقدمه معايير العلوم للجيل القادم (NGSS).
- دراسة بيرديكوف (Berdikulov, 2020) التي استهدفت دراسة العوامل التي تؤثر على التفكير الكيميائي لدى الطلاب المعلمين من خلال التعرف على الصعوبات التي تواجههم في تعلمهم لبعض المعارف والمفاهيم في

مقرر الكيمياء غير العضوية، ووضع مقترحات وطرق لحل تلك الصعوبات.

- دراسة تالانكر (Talanquer, 2021) التي استهدفت تدريب معلمي الكيمياء على تصميم تجارب وأنشطة تدعم وتعزز التفكير الكيميائي لدى المتعلمين من خلال تحديد ووصف الأبعاد المختلفة للتفكير الكيميائي.

ب- الدراسات التي تناولت التفكير الكيميائي كأساس وإطار يقوم عليه المنهج:

- دراسة سيفيان وتالانكر (Sevian, Talanquer, 2014) التي قدمت مخطط نظري قائم على الأدلة لإطار تعليمي يركز على التفكير الكيميائي ابتداءً من الصف الثامن وحتى إتمام المرحلة الجامعية.

- دراسة رينا وآخرون (Reina, et al., 2022) التي استهدفت تقديم نهج تربوي قائم على التفكير الكيميائي لدراسة مجموعة من المعادن والكاربونات من خلال تحليل أطيف الأشعة تحت الحمراء باستخدام برامج المحاكاة وحث المتعلمين على تجميع المفاهيم من مجالات مختلفة مثل الكيمياء العضوية المعدنية والكيمياء التحليلية بالإضافة إلى استخدام الأساليب الإحصائية وذلك لزيادة فهم المتعلمين لتلك الموضوعات.

- دراسة ستاميس وآخرون (Stammes, et al., 2023) التي استهدفت تنمية فهم المفاهيم الكيميائية وتطبيقها باستخدام التعلم القائم على التصميم، وقد تم استخدام إطار التفكير الكيميائي لتحليل مصادر المعلومات الأصلية للتصميم، كما تم تطوير هذا الإطار بحيث يمكن من خلاله تمكين المتعلمين من رسم خريطة للافتراضات التي توجه تفكيرهم وتصميم الرسومات والكتابات المرتبطة بها، حيث يمكن لهذا المنظور التحليلي تقديم وصف لمدى فهم المتعلمين للمفاهيم الكيميائية كما يوفر أيضاً وصفاً لمستوى تطور تلك المفاهيم.

- دراسة إسماعيل (٢٠٢٣) التي هدفت إلى تطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي وقياس أثره على تنمية مهارات الجدل العلمي وحل مشكلات الكيمياء لدى مجموعة البحث.

- دراسة تشاي وآخرون (Chi, et al., 2023) التي استهدفت وضع إطار جديد يربط بين الأسئلة الأساسية ووجهات النظر وذلك لإعادة هيكلة التفكير الكيميائي وتكوين إطار جديد يتم من خلاله دراسة وتعليم التفكير الكيميائي.

أهمية التفكير الكيميائي :

تتمثل أهمية التفكير الكيميائي فيما يلي:

(Talanquer& Pollard, 2017, 1845 ; Talanquer,2018;

Sjostrom& Talanquer , 2018; Landa, et al., 2020;

Stammes, et al., 2023, 649)

- زيادة قدرة المتعلمين على تقييم جودة الأفكار على أساس قابليتها للاستخدام لحل مشكلة معينة.
- تدعيم اتخاذ القرارات المهنية والشخصية في مواقف متنوعة.
- تساهم طرق التفكير الكيميائي في التعرف على طبيعة الكيمياء وقوتها وحدودها.
- تمثيل الكيمياء كوسيلة قوية للتفكير وليس كمجموعة ثابتة من المعرفة.
- التأكيد على الفهم المفاهيمي للمفاهيم والأفكار الأساسية في الكيمياء.
- توفير فرص متعددة للمتعلمين للتعامل بنشاط مع المفاهيم والأفكار الأساسية من خلال قيامهم بتحليل البيانات وتوليد الحجج القائمة على الأدلة والتفسيرات.
- اشراك المتعلمين في التفكير في القضايا المهمة المرتبطة بالعلوم والتكنولوجيا مثل مصادر الطاقة والقضايا البيئية.

تنمية التفكير الكيميائي لدى المتعلمين

تعزيز ودعم تطوير التفكير الكيميائي يشير سيفيان وتالانكر (Sevian & Talanquer, 2014) إلى أن هناك ثلاث مناهج تربوية أساسية تعكس الأنشطة الأساسية وهي :

- **التحقيق في الكيمياء** : ويشمل ممارسات الاستقصاء التي تركز على وصف الخصائص والظواهر الطبيعية وفهمها والتنبؤ وتقييمات والتحقق من الافتراضات والإجابة عن الأسئلة ذات الصلة حول الأنظمة بالإضافة إلى تطوير وتطبيق النماذج وفهم الملاحظات وبناء التفسيرات والتنبؤ بالنتائج.
- **التصميم في الكيمياء**: ويتضمن إنشاء وتنفيذ استراتيجيات لتحليل المواد أو تنصيفها أو تحويلها لمعالجة المشكلات ذات الصلة.
- **التقييم**: ويتضمن الحكم على الفوائد والتكاليف والمخاطر الاجتماعية والاقتصادية والبيئية للمنتجات والأنشطة، وذلك من خلال إشراك المتعلمين في أنشطة تتطلب تحليل المشكلات المعقدة والمثيرة للجدل وربط الأفكار وبناء الحجج واتخاذ القرارات مع مراعاة الجوانب الاجتماعية والاقتصادية والسياسية والأخلاقية.

كما يشير تالانكر (Talanquer, 2019, 123) إلى أن هناك بعض النماذج التعليمية مثل النموذج الذي تقدمه معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) يمكن أن يسهم في مساعدة المتعلمين على مواجهة الظواهر والمشكلات ذات الصلة التي تتطلب تفسيرها أو حلها تكامل المفاهيم الشاملة وطرق التفكير والممارسات الأساسية، حيث تكامل هذه الأبعاد الثلاثة يعني تطبيق التفكير الكيميائي، ولدعم تنمية قدرة المتعلمين على الانخراط في هذا النوع من التفكير علينا أن نختر المشكلات التي سيتم تقديمها لهم بشكل متسلسل.

شكل (٦) النموذج الذي تقدمه معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) لتنمية التفكير الكيميائي (Talanquer, 2019, 125)



وفيما يلي توضيح الممارسات التي تعكس كل مفهوم من المفاهيم القاطعة والاساسية وكذلك الأفكار المركزية للتفكير الكيميائي:

- **التحقيق:** وفيه يقوم الطالب بمجموعة من الأنشطة الاستقصائية التي تهدف إلى التعرف على الظواهر أو المواد ووصفها وتحديد خصائصها.
- **التحليل:** فيه يقوم الطالب بتحليل المواد وتصنيفها وفقاً لخصائصها وذلك تمهيداً لاستخدامها في حل المشكلات.
- **النمذجة:** فيها يقوم الطالب بتطوير وتطبيق النماذج، والتنبؤ بخصائص بعض المواد.
- **الشرح/ التوضيح:** فيه يعرض الطالب آلية حدوث بعض الظواهر والعمليات الكيميائية.

- **التصميم:** فيه يقوم الطالب بإنشاء وتنفيذ استراتيجيات لتحليل المواد أو تصنيعها أو تحويلها لمعالجة المشكلات ذات الصلة وذلك باستخدام أحد التصميمات الهندسية.
 - **التقييم:** فيه يقوم الطالب بالحكم على الفوائد والتكاليف والمخاطر البيئية والاقتصادية لبعض المواد والأنشطة الكيميائية، وذلك من خلال تحليل المشكلات المعقدة والمثيرة للجدل وربط الأفكار وبناء الحجج واتخاذ القرارات مع مراعاة العوامل البيئية والاقتصادية.
- مما سبق يتضح أنه لتنمية التفكير الكيميائي لدى المتعلمين فإن ذلك يتطلب مراعاة ما يلي:**

- ← تشجيع التلاميذ على تطوير وتطبيق النماذج لبناء تفسيرات سببية والتنبؤ بالنتائج.
- ← إشراك التلاميذ في توليد المعرفة من خلال التحقيق في الظواهر الكيميائية.
- ← استخدام ممارسات التدريس القائمة على الأدلة.
- ← خلق فرص للتلاميذ لدمج الأبعاد الثلاثة للفهم الكيميائي بطرق إنتاجية.
- ← تطبيق المعارف وحث التلاميذ على التفكير في حل الأسئلة والمشكلات في سياقات متنوعة.
- ← إشراك التلاميذ في تحليل المشكلات المعقدة والمثيرة للجدل.

تقييم التفكير الكيميائي

يرى تالانكر (Talanquer, 2019) أنه لتقييم التفكير الكيميائي بشكل أفضل علينا تقييم دمج الأفكار المركزية والمفاهيم الشاملة والقاطعة للتفكير الكيميائي وكذلك الممارسات أو العمليات التي يقوم بها المتعلم أثناء التفكير الكيميائي في فهم الظواهر ذات الصلة وإيجاد حلول معقولة للمشكلات الحقيقية، وذلك من خلال مهام معينة يقوم بها المتعلم ترتبط ببعض السيناريوهات الكيميائية ومن بين تلك المهام تحليل البيانات المقدمة، وإنشاء تمثيلات مرئية للمواد المختلفة وبناء بعض النماذج وتقييم الفوائد والتكاليف البيئية والاقتصادية المحتملة لاستخدام أو إنتاج بعض المواد الكيميائية.

وأوضح فولكوف (Volkova, 2019) أنه يمكن قياس التفكير الكيميائي من خلال الأبعاد الثلاثة التالية:

- **التعميم القاطع للأشياء الكيميائية:** ويتضمن التفكير فيما هو مشترك بين مجموعة من الأشياء الكيميائية.
- **التوليف المفاهيمي للأشياء الكيميائية:** ويتضمن إنشاء روابط دلالية بين مجموعة من المفاهيم الكيميائية وتكوينها في شكل جملة أو جملتين.

- **التصنيف الكيميائي:** ويتضمن توزيع مجموعة من المواد الكيميائية في مجموعات بطريقة منطقية وتسمية كل مجموعة من تلك المجموعات

وقد تم اعداد اختبار التفكير الكيميائي في الأبعاد الثلاثة التي حددها فولكوف (Volkova, 2019) إذ تمثل تلك الأبعاد تطوير للأبعاد التي وضعت من قبل وتتضمن عمليات عقلية مثل (التحليل - التركيب - المقارنة - التصنيف - تحديد الاختلاف)

المحور الثالث: المسؤولية البيئية

تعريف المسؤولية البيئية

تمثل المسؤولية البيئية عنصراً من عناصر المسؤولية الاجتماعية، وقد تزايد الاهتمام بها من قبل الدول والمنظمات العالمية والإقليمية خاصة مع ارتفاع حجم الأنشطة الاقتصادية وامتدادها على حساب المكتسبات البيئية (الشرعة، ٢٠١٤، ١١٠)، وقد تم بلورة العديد من التعريفات المتعلقة بالمسؤولية البيئية، وفيما يلي عرض لبعض تلك التعريفات:

تعرف المسؤولية البيئية بأنها الناتج الطبيعي للوعي البيئي الناشئ عن تغير المعارف والاتجاهات نحو البيئة، كذلك التغير الحادث في السلوك البيئي الموجب، فالسلوك البيئي الموجب هو السلوك المسئول. (علي، ٢٠١٣، ٢٩٩)

وتعرف المسؤولية البيئية بأنها عملية تطبيق المعارف الخاصة بحماية البيئة مع وجود وعي حقيقي بذلك واتخاذ القرارات بما يحقق التنمية المستدامة.

(الشرعة، ٢٠١٤، ١١١)

وتعرف المسؤولية البيئية أيضاً على أنها مجموعة من المعارف والاتجاهات والسلوكيات ووجهة الضبط التي تتكون لدى أفراد المجتمع نتيجة لما اكتسبوه من خبرات وذلك لحماية البيئة من الأخطار والمشاركة في صيانتها بما يكفل استمرارها تحقيقاً للتنمية المستدامة. (عبد المسيح وآخرون، ٢٠٢١، ٥١)

كما تعرف بأنها قدرة الفرد على اتخاذ قرار لتحمل مسؤولياته البيئية بما لديه من وعي واتجاه داخلي، وتعاونه مع الآخرين في الاهتمام بالبيئة لحمايتها من الأخطار التي تهددها لاستنزاف مواردها الطبيعية والمشاركة في صيانتها بما يكفل استمرارها تحقيقاً للتنمية المستدامة. (صبحي وآخرون، ٢٠٢١، ١٧)

أبعاد المسؤولية البيئية

تباينت وجهات النظر حول تحديد أبعاد المسؤولية البيئية، حيث حددت دراسة سلافولجب وآخرين (Slavoljub, et al., 2015) ثلاثة أبعاد للمسؤولية البيئية وهي: المركزية البيئية - التمرکز البشري - اللامبالاة البيئية.

وأشارت دراسة ستون وآخرون (Stone, et al., 1995)؛ ودراسة توفيك وآخرون (Taufique, et al., 2014) إلى أن المسؤولية البيئية تتمثل في ستة أبعاد رئيسية هي:

- **المعرفة والوعي:** تعبر عن درجة الوعي بالعوامل السلبية التي تؤثر على البيئة ومشاعر الفرد تجاه هذه العوامل السلبية.
 - **الاستعداد للعمل:** يعبر عن معتقدات الشخص بشأن مشاركته الشخصية ورغبته في التصرف في الأمور المتعلقة بالبيئة كالبحث عن بدائل علاجية للمشكلات البيئية.
 - **الاتجاهات:** وهي بمثابة مقياس لموقف الفرد وذلك بناءً على المعرفة والوعي لديه.
 - **الإجراء المتخذ:** تشمل الإجراءات المتخذة " السلوك الفعلي" الذي يظهره الفرد.
 - **القدرة على التصرف:** ويشبه هذا البعد إلى حد كبير المهارة في متابعة العمل أو الفعل السلوكي التوافقي ويسمى بالقدرة النظرية على التصرف، وهي عبارة عن أفعال يمكن اتخاذها حيث سيقوم الفرد بهذه الأفعال إذا اتاحت له الفرصة لذلك.
 - **المعرفة العاطفية:** وتشير إلى الوعي العاطفي تجاه البيئة لدى من يدعون أنهم مسئولون اجتماعياً.
- كما حددت دراسة عبد العزيز (٢٠١٨) أبعاد المسؤولية البيئية فيما يلي: (إدراك أهمية البيئة ومداهم- الاهتمام بحماية البيئة - سلوكيات شخصية لحماية البيئة - سلوكيات اجتماعية لحماية البيئة)
- وأشار أرنابو لينانفوري (Aarnio-Linnanvuori, 2019) إلى أن المسؤولية البيئية هي التزام مشترك بين الفرد وبيئته ويتضمن (الوعي البيئي - السلوك المؤيد للبيئة - العمل البيئي)
- وأوضح عبد المسيح وآخرون (٢٠٢١، ٥٢)، وصبحي وآخرون (٢٠٢١) أن مجالات وأبعاد السلوك البيئي هي المجالات العامة للسلوك الإنساني (المعرفي، الوجداني، المهاري)، فالسلوك البيئي المسئول بما يتضمنه من مجالات تصب في مجال حماية وصيانة البيئة قائماً على ما يمتلكه الفرد من معارف واتجاهات نحو البيئة، وفيما يلي توضيح لتلك المجالات:
- ← **المعارف البيئية:** حيث تعد المعرفة البيئية مؤشراً مهماً للسلوك المؤيد للبيئة، فالمعرفة تساعد في تكوين الاتجاه، وبالتالي فإن المستوى الجيد من المعرفة البيئية يؤثر على الوعي بالمشكلات البيئية ويوجه السلوك نحو الممارسات الصديقة للبيئة.

← **الاتجاهات البيئية:** وتمثل موقف الفرد تجاه المشكلات والقضايا البيئية والذي يتكون لديه من خلال احتكاكه وتفاعله مع مكونات وعناصر البيئة ومواردها المختلفة، وينعكس ذلك على سلوك الفرد السلبي أو الإيجابي تجاه بيئته؛ كما أن امتلاك الفرد للاتجاهات البيئية الإيجابية يعتمد على بناء ثروة سليمة من المعرفة الوظيفية، بحيث تتحول تلك المعرفة من مجرد معلومات إلى سلوك وأفعال.

← **وجهة الضبط:** من أهم المتغيرات السيكولوجية التي تفسر السلوك الإنساني في علم النفس الاجتماعي، حيث تساعد على فهم السلوك الإنساني في المواقف المختلفة والتنبؤ به، ويتميز أصحاب وجهة الضبط الداخلي بأنهم أكثر حذراً لكثير من المثيرات المرتبطة بالبيئة، لذا لديهم القدرة على تحمل مسؤولية أفعالهم تجاه البيئة، بينما الذين يتصرفون بالضبط الخارجي يعزون نتيجة أفعالهم لمصادر خارجية ويتسرعون في اتخاذ القرارات ويهربون من حل المشكلات لذا فإنهم يتعاملون مع بيئتهم ومشكلاتها بسلبية ولا يتحملون نتيجة أفعالهم، ويتجنبون المشاركة في حل المشكلات البيئية.

← **السلوك البيئي:** ويقصد به التصرفات التي تقلل من الضرر البيئي أو تحسين الأحوال البيئية.

أهمية تنمية المسؤولية البيئية:

يشير الشرعة (٢٠١٤، ١١٢) إلى أن تنمية المسؤولية البيئية تسهم في تحقيق ما يلي:

- تقليل التكاليف من خلال إعادة تدوير المخلفات بعد أن يتم معالجتها بطريقة سليمة بيئياً.
- تقليل كمية المخلفات الصناعية بالتالي الحد من مظاهر التلوث البيئي وحماية الإنسان وموارده.
- حماية الأنظمة البيئية والاستخدام الأكفأ للموارد الطبيعية من المياه والأرض والطاقة والمساهمة في تحقيق التنمية المستدامة.
- إدراك الفرد للعلاقة والتفاعل الإيجابي بينه وبين البيئة.
- توجيه سلوك الأفراد توجيهاً إيجابياً نحو البيئة وحل مشكلاتها.

أساليب تنمية المسؤولية البيئية

يشير أوموجن وآخرون (Omoogun, et al., 2016) إلى أنه يمكن تنمية المسؤولية البيئية من خلال ما يلي:

- التثقيف البيئي الموجه نحو استخدام البيئة ومواردها والحد من الأضرار البيئية الناتجة عن الأنشطة البشرية وذلك لحماية البيئة وتحسينها.

- توفير الفرص للمتعلمين بالمراحل المختلفة للمشاركة في حل المشكلات البيئية.
- خلق أنماط جديدة من سلوك الأفراد والجماعات والمجتمع ككل تجاه البيئة.
- ومن الدراسات التي اهتمت بتنمية المسؤولية البيئية لدى المتعلمين**
- دراسة سلافولجب وآخرون (Slavoljub, et al. , 2015) التي توصلت إلى وجود علاقة بين القيم البيئية والمسؤولية البيئية، وذلك من خلال مجموعة من الأنشطة التي تم تقديمها للمتعلمين بالمدارس الابتدائية والثانوية والتي تتضمن العديد من المبادئ وتأثيرها على تنمية الوعي والمسؤولية البيئية.
- دراسة عبد العزيز (٢٠١٨) التي توصلت إلى فاعلية وحدة مقترحة في البصمة الكربونية في ضوء مدخل التعلم القائم على الحل في تنمية الاستيعاب المفاهيمي والمسؤولية البيئية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي.
- دراسة علي وآخرون (٢٠١٨) التي توصلت إلى فاعلية برنامج قائم على أسلوب حل المشكلات لتنمية المسؤولية البيئية لدى العاملين بقطاع البترول.
- دراسة أرنابو لينانفوري (Aarnio-Linnanvuori, 2019) التي اهتمت بدراسة ومناقشة التصورات التي يمتلكها المعلمون ذو التفكير البيئي حول المسؤولية البيئية باعتباره أحد العوامل المؤثرة على تدريسهم، حيث يقوم المعلمون ذو التفكير البيئي بدمج وجهات النظر البيئية في تدريسهم كمناهج تكميلية.
- دراسة صبحي وآخرون (٢٠٢١) التي توصلت إلى فاعلية التفاعل بين مستويات بيانات التعلم الافتراضية وأسلوب التعلم في تنمية المسؤولية البيئية، حيث تم تقديم (٥) قضايا بيئية في صورة موديلات تعليمية من خلال بيئة التعلم الافتراضية ذات المستوى (البسيط/المتقدم).
- دراسة عبد المسيح وآخرون (٢٠٢١) التي توصلت إلى فاعلية برنامج مقترح لتنمية بعض أبعاد المسؤولية البيئية نحو حماية التنوع البيولوجي لدى أفراد المجتمع المحلي بسانت كاترين.
- دراسة بلحاجي (٢٠٢٢). التي توصلت إلى فاعلية تطوير المنتجات في تعزيز المسؤولية البيئية وذلك بناءً على دراسة تحليلية لعملية تطوير المنتجات وأثرها على الأداء البيئي للمؤسسات الصناعية.

مما سبق يتضح سعي العديد من الدراسات لتنمية المسؤولية البيئية من خلال استخدام أساليب وطرق مختلفة.

الإجراءات المنهجية للبحث:

خطوات البحث وإجراءاته:

أولاً: اختيار المحتوى العلمي: تم اختيار وحدة " المادة وتركيبها" من كتاب العلوم للصف الأول الإعدادي بالفصل الدراسي الأول ٢٠٢٣ - ٢٠٢٤ م.

ثانياً: إعداد أوراق عمل التلميذ في وحدة " المادة وتركيبها" وذلك وفقاً لنهج التعلم القائم على التصميم؛ حيث اشتملت على مجموعة من الأنشطة التي جمعت بين نهجي التعلم القائم على حل المشكلات (الذي يركز على المشكلات البيئية المرتبطة بالكيمياء) والتعلم القائم على المشروعات (الذي يركز على تصميم نماذج وحلول لتلك المشكلات) بما يتناسب مع طبيعة كل موضوع من موضوعات الوحدة، وقد تم مراعاة ما يلي عند تصميم الأنشطة:

- تنوع الأنشطة ومناسبتها لتلاميذ الصف الأول الإعدادي.
 - عرض الأنشطة في صورة مشكلات مثيرة للتفكير ومهام حقيقية مرتبطة ببيئة التلميذ، وتؤدي إلى إنشاء نماذج.
 - توفير المعلومات والحقائق العلمية التي يمكن للتلميذ استخدامها في عملية التصميم، وذلك من خلال الاستفادة من بنك المعرفة المصري بالإضافة إلى بعض المواقع المتاحة عبر شبكة الانترنت.
 - قيام التلاميذ بتنفيذ بعض التصميمات في نهاية كل موضوع .
 - الاعتماد على التعاون بين المتعلمين.
- وقد تم عرض أوراق عمل التلميذ على مجموعة من السادة المحكمين في مجال التربية العلمية، لإبداء ملاحظاتهم حول مدى مناسبة الأنشطة لتلاميذ الصف الأول الإعدادي وملاءمتها للأهداف، وقد أشار المحكمون إلى ضرورة وجود معايير للتصميم قبل البدء في تنفيذ التصميم، كما أشاروا إلى تعديل صياغة بعض الأهداف الإجرائية، وتم إجراء التعديلات اللازمة حتى أصبحت أوراق العمل في صورتها النهائية

ثالثاً: إعداد دليل المعلم: تم إعداد دليل المعلم لتدريس وحدة " المادة وتركيبها" وفق نهج التعلم القائم على التصميم، وقد اشتمل على ما يلي:

- مقدمة الدليل، واشتملت على تعريف المعلم بنهج التعلم القائم على التصميم وخطواته ودور كل من المتعلم والمتعلم وفق هذا النهج، بالإضافة إلى عرض موجز عن ماهية التفكير الكيميائي والمسؤولية البيئية وأهمية تنميتها لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

- **توجيهات عامة للمعلم عند تدريس وحدة " المادة وتركيبها" باستخدام التعلم القائم على التصميم:** وتضمنت مجموعة من الإرشادات والتوجيهات العامة التي ينبغي على المعلم مراعاتها أثناء تدريس الوحدة وفق التعلم القائم على التصميم.
- **الخطة الزمنية لتدريس موضوعات الوحدة** واشتملت على عدد الحصص اللازمة لتدريس كل درس من دروس الوحدة، والجدول التالي يوضح ذلك

جدول (٢)

الخطة الزمنية لتدريس موضوعات الوحدة			
الوحدة	الدروس	عدد الفترات	عدد الحصص
	المادة وخواصها	٢	٤
	تركيب المادة	٢	٤
المادة وتركيبها	التركيب الذري للمادة	٢	٤
	عرض النماذج ومناقشتها	٢	٤

عدد الحصص اللازمة لتدريس الوحدة (١٦ حصة)

- **الأهداف العامة للوحدة:** وتضمنت الأهداف المعرفية والمهارية والوجدانية التي ينبغي أن تتحقق لدى التلاميذ بانتهاء دراسة وحدة " المادة وتركيبها".
- **تدريس موضوعات الوحدة باستخدام التعلم القائم على التصميم:** وتضمنت الأهداف الإجرائية الخاصة بكل درس والأدوات والوسائل المستخدمة في التدريس وخطة السير في الدرس وأسئلة التقويم الخاصة بذلك الدرس.
- **مراجع للمعلم يمكنه الاستفادة منها عند تدريس وحدة "المادة وتركيبها".** وقد تم عرض دليل المعلم على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مجال التربية العلمية لإبداء آرائهم حول مدى وضوح دور المعلم بالدليل لتدريس موضوعات الوحدة وفق التعلم القائم على التصميم، وسلامة المعلومات الواردة بالدليل من الناحية اللغوية والعلمية، وأشار بعض المحكمين إلى تعديل صياغة بعض الأهداف الإجرائية، وتم إجراء التعديلات اللازمة حتى أصبح دليل المعلم في صورته النهائية.

رابعاً: اعداد اختبار التفكير الكيميائي وضبطه إحصائياً
تم اعداد اختبار التفكير الكيميائي وفق الخطوات التالية:

- ١- **تحديد الهدف من الاختبار:** حيث هدف الاختبار إلى قياس مستوى التفكير الكيميائي لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي
- ٢- **بناء مفردات الاختبار:** تم بناء مفردات الاختبار من خلال مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة التي قامت بتقويم التفكير الكيميائي مثل

دراسة فولكوف (Volkova, 2019) ، ودراسة تالانكر (Talanquer, 2019)

- ٣- وصف الاختبار: اشتمل الاختبار على (١٥) مفردة، وقد تم صياغة مفردات كل بعد من أبعاد الاختبار على النحو التالي:
- البعد الأول "التعميم القاطع للأشياء الكيميائية": يفكر التلميذ في السمة المشتركة بين ثلاث كلمات.
 - البعد الثاني "التوليف المفاهيمي للأشياء الكيميائية": يحاول التلاميذ إنشاء روابط دلالية بين مجموعة من المفاهيم والأشياء الكيميائية في شكل جملة أو جملتين.
 - البعد الثالث "تصنيف المواد الكيميائية": يقوم بتوزيع بعض الأشياء الكيميائية في مجموعات بطريقة أكثر ملاءمة ومنطقية من وجهة نظره ويقوم بتسمية كل مجموعة.

جدول (٣)

مواصفات اختبار التفكير الكيميائي

المفردات	البعد
١٠ - ٩ - ٨ - ٧ - ٦ - ٥ - ٤ - ٣ - ٢ - ١	التعميم القاطع للأشياء الكيميائية
١٤ - ١٣ - ١٢ - ١١	التوليف المفاهيمي للأشياء الكيميائية
١٥	تصنيف المواد الكيميائية

٤- طريقة تصحيح الاختبار:

تم وضع معايير للتقييم وفقاً لاستجابات التلاميذ وفيما يلي توضيح ذلك:

- أ- معايير التقييم الخاصة بالبعد الأول (التعميم القاطع للأشياء الكيميائية):
- يأخذ التلميذ الدرجة "صفر" إذا كانت استجابته ليس لها معنى كيميائي، أو سمة خاطئة لا تنطبق على أي عنصر من العناصر الثلاثة.
 - يأخذ التلميذ الدرجة "١" إذا كانت استجابته عبارة عن سمة محددة لأحد العناصر الثلاثة.
 - يأخذ التلميذ الدرجة "٢" إذا كانت استجابته عبارة عن سمة يشترك فيها عنصرين فقط ولا تشترك فيها العناصر الثلاثة.
 - يأخذ التلميذ الدرجة "٣" إذا كانت استجابته تتضمن السمة الكيميائية المشتركة الدقيقة والجوهرية بين المواد أو العناصر الثلاثة الموجودة أمامه.
- ويمثل التلاميذ الذين حصلوا على الدرجات من "صفر - ٩" تلاميذ ذو تفكير كيميائي ضعيف، بينما التلاميذ الذين حصلوا على الدرجات من "١٠ - ٢٠" تلاميذ ذو تفكير كيميائي عادي أو متوسط، والتلاميذ الذين حصلوا على الدرجات من ٢١ - ٣٠ تلاميذ ذو تفكير كيميائي قوي.

ب- معايير التقييم الخاصة بالمحور الثاني (التوليف المفاهيمي للأشياء الكيميائية):

- يأخذ التلميذ الدرجة (صفر) إذا كان التركيب المفاهيمي ليس له معنى كيميائي أو به أخطاء، أو قام بتركيب مفاهيمي لكلمتين فقط من أصل ثلاثة
 - يحصل التلميذ على درجة واحدة إذا تم انشاء توليف مفاهيمي بسيط.
 - يحصل التلميذ على الدرجة (٢) اذا قام بتضمين الثلاث كلمات في موقف معين.
 - يحصل التلميذ على الدرجة (٣) اذا قام بدمج الكلمات الثلاثة باستخدام مصطلحات وعمليات كيميائية معقدة توضح العلاقات السببية بينها.
- ويمثل التلاميذ الذين حصلوا على الدرجات من "صفر -٤" تلاميذ ذو تفكير كيميائي ضعيف، بينما التلاميذ الذين حصلوا على الدرجات من "٥-٨" تلاميذ ذو تفكير كيميائي عادي أو متوسط، والتلاميذ الذين حصلوا على الدرجات من ٩-١٢ تلاميذ ذو تفكير كيميائي قوي.

ج- معايير التقييم الخاصة بالمحور الثالث (تصنيف المواد الكيميائية)

معياري التقييم في هذا المحور قائم على عدد المجموعات التي قام التلميذ بتجميعها، ويأخذ التلميذ على كل مجموعة قام بجمعها درجة واحدة، ويمثل التلاميذ الذين قاموا بتجميع من (صفر -٤) مجموعات تلاميذ ذو تفكير كيميائي ضعيف، ويمثل التلاميذ الذين قاموا بتجميع من (٥-١٠) مجموعات تلاميذ ذو تفكير كيميائي عادي أو متوسط، ويمثل التلاميذ الذين قاموا بتجميع من (١١-١٤) مجموعة تلاميذ ذو تفكير كيميائي قوي.

٥- صياغة تعليمات الاختبار: تم صياغة تعليمات الاختبار، واشتملت على الهدف من الاختبار وطريقة الإجابة عن أسئلة الاختبار، وقد تم مراعاة الوضوح والدقة في صياغة تلك التعليمات.

وقد تم عرض الاختبار في صورته الأولية على عدد من السادة المحكمين في مجال التربية العلمية لإبداء آرائهم حول ما يلي:

- ← مدى وضوح ودقة تعليمات الاختبار.
- ← الدقة والسلامة العلمية لمفردات الاختبار.
- ← مدى مناسبة مفردات الاختبار للطلاب، ولقياس التفكير الكيميائي لديهم.
- ← مدى ارتباط مفردات الاختبار بالبعد الذي تنتمي إليه.
- ← إضافة أو تعديل أي مفردة وفقاً لما يروونه مناسباً.

وأشار بعض المحكمين إلى ضرورة استبدال بعض المفاهيم الكيميائية (المتضمنة ببعض المفردات) بأخرى، وقد تم إجراء التعديلات وفقاً لآراء السادة المحكمين.

٦- التجربة الاستطلاعية للاختبار:

تم تطبيق الاختبار على مجموعة البحث الاستطلاعية والمكونة من ٤٠ تلميذاً وتلميذة بالمرحلة الإعدادية بمدرسة كفر شكر الإعدادية بنات، وأعيد التطبيق مرة أخرى بعد مرور أربعة عشر يوماً بهدف تحديد زمن الاختبار وضبطه إحصائياً من حيث ثبات الاختبار وصدقه كما يلي:

▪ **تحديد زمن الاختبار:** تم حساب الزمن المناسب للإجابة عن مفردات الاختبار من خلال حساب متوسط الزمن الذي استغرقته المجموعة الاستطلاعية في الإجابة عن الاختبار، وبلغ متوسط زمن المقياس (٤٥) دقيقة بما في ذلك زمن قراءة تعليمات الاختبار.

▪ **حساب معاملات ثبات وصدق اختبار التفكير الكيميائي:** تم التحقق من ثبات وصدق اختبار التفكير الكيميائي، بعد تطبيقه على مجموعة البحث الاستطلاعية، وذلك كما يلي:

← حساب ثبات اختبار التفكير الكيميائي

(١) تم حساب ثبات أسئلة اختبار التفكير الكيميائي بطريقتين هما:
(أ) حساب معامل ألفا ل كرونباخ Alpha-Cronbach للاختبار ككل (بعدد أسئلة الاختبار)، وفي كل مرة يتم حذف درجات أحد الأسئلة من الدرجة الكلية للاختبار، وأسفرت تلك الخطوة عن أن جميع الأسئلة ثابتة، حيث وُجد أن معامل ألفا ل كرونباخ للاختبار في حالة غياب أي سؤال من أسئلته أقل من معامل ألفا ل كرونباخ للاختبار ككل في حالة وجود جميع أسئلته، أي أن كل سؤال يسهم بدرجة معقولة في الثبات الكلي للاختبار (حسن، ٢٠١٦، ٥١٧).

(ب) الاتساق الداخلي: عن طريق حساب معاملات الارتباط (بيرسون) بين درجات السؤال والدرجات الكلية للاختبار، فُوجد أن جميع معاملات الارتباط دالة إحصائياً، مما يدل على الاتساق الداخلي وثبات جميع أسئلة اختبار التفكير الكيميائي.

(٢) تم حساب الثبات الكلي وثبات أبعاد اختبار التفكير الكيميائي بطريقتين هما: معامل ألفا ل كرونباخ، وإعادة الاختبار.

← حساب صدق اختبار التفكير الكيميائي

(١) تم حساب صدق أسئلة اختبار التفكير الكيميائي عن طريق حساب معامل الارتباط (بيرسون) بين درجة السؤال والدرجة الكلية للاختبار (في حالة حذف درجة السؤال من الدرجة الكلية للاختبار) باعتبار أن بقية أسئلة الاختبار محكماً للسؤال، فُوجد أن جميع معاملات الارتباط دالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) مما يدل على صدق جميع أسئلة اختبار التفكير الكيميائي.

(١) تم حساب صدق أبعاد اختبار التفكير الكيميائي عن طريق حساب معامل الارتباط (بيرسون) بين درجة البعد والدرجة الكلية للاختبار، فُوجد أن جميع

معاملات الارتباط دالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) مما يدل على صدق جميع أبعاد اختبار التفكير الكيميائي. ويوضح الجدول التالي معاملات ثبات وصدق اختبار التفكير الكيميائي بالطرق السابقة.

جدول (٤)

معاملات ثبات وصدق اختبار التفكير الكيميائي (ن = ٤٠)

معامل ارتباط بالدرجة الكلية للاختبار						
الرتب	السؤال الرئيس	السؤال الفرعي	معامل ألفا لـ كرونباخ	في حالة وجود درجة السؤال ضمن الدرجة الكلية للاختبار (ثبات)	في حالة حذف السؤال من الدرجة الكلية للاختبار (صدق)	ارتباط التبعيد بالدرجة الكلية للاختبار
		س١	٠,٨٤٨	**٠,٥٨	**٠,٥١	
		س٢	٠,٨٤٩	**٠,٥٦	**٠,٤٨	
		س٣	٠,٨٥٢	**٠,٥٠	**٠,٤٢	
		س٤	٠,٨٤٤	**٠,٦٧	**٠,٦٢	
**٠,٨٧	الأول	س٥	٠,٨٤٥	**٠,٦٤	**٠,٥٨	
		س٦	٠,٨٤٣	**٠,٦٧	**٠,٦١	
		س٧	٠,٨٤٩	**٠,٥٥	**٠,٤٩	
		س٨	٠,٨٤٦	**٠,٦٢	**٠,٥٥	
		س٩	٠,٨٤٩	**٠,٥٦	**٠,٤٨	
		س١٠	٠,٨٥٢	**٠,٥٢	**٠,٤٣	
		س١	٠,٨٤٩	**٠,٥٦	**٠,٤٩	
**٠,٧٧	الثاني	س٢	٠,٨٥٠	**٠,٥٥	**٠,٤٨	
		س٣	٠,٨٤٨	**٠,٥٩	**٠,٥١	
		س٤	٠,٨٥٠	**٠,٥٥	**٠,٤٧	
**٠,٧١	الثالث	س١	٠,٨٥٣	**٠,٧٩	**٠,٦٦	
		بطريقتي ألفا لـ كرونباخ = ٠,٨٥٧ بطريقتي إعادة الاختبار = ٠,٩٣٣				

** دال عند مستوى (٠,٠١)

من الإجراءات السابقة تأكدت الباحثة من ثبات وصدق اختبار التفكير الكيميائي، ومن ثم صلاحيته لقياس التفكير الكيميائي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

خامساً: اعداد مقياس المسئولية البيئية وضبطه احصائياً

تم اعداد مقياس المسئولية البيئية وفق الخطوات التالية:

- ١- **تحديد الهدف من المقياس:** حيث هدف المقياس إلى قياس مستوى المسئولية البيئية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي.
- ٢- **بناء مفردات المقياس:** تم بناء المقياس وصياغة عباراته بحيث يتكون من (٤٢ مفردة) بنمط ليكرت للتقديرات المجمع (أوافق بشدة – أوافق – متردد – أرفض – أرفض بشدة)، وقد تمت صياغة المفردات بحيث تجمع بين العبارات الموجبة والعبارات السالبة، كما روعي في صياغة مفردات المقياس ارتباطها بالمشكلات والقضايا الكيميائية التي لها تأثير مباشر على البيئة.
- ٣- **وصف المقياس:** يتكون المقياس من (٤٢ مفردة) موزعة على ثلاثة أبعاد (المعرفة البيئية- الاتجاهات البيئية – السلوك البيئي)، وتمتد درجات الاستجابات على عبارات المقياس من ١ إلى ٥، والجدول التالي يوضح مواصفات مقياس المسئولية البيئية.

جدول (٥)

مواصفات مقياس المسئولية البيئية

الرقم المفردات	عدد المفردات	البعد
١-٢-٣-٤-٥-٦-٧-٨-٩-١٠-١١-١٢-١٣-١٤	١٤	المعرفة البيئية
١٥-١٦-١٧-١٨-١٩-٢٠-٢١-٢٢-٢٣-٢٤-٢٥-٢٦-٢٧-٢٨-٢٩	١٥	الاتجاهات البيئية
٣٠-٣١-٣٢-٣٣-٣٤-٣٥-٣٦-٣٧-٣٨-٤٠-٤١-٤٢	١٣	السلوك البيئي

٤- **صياغة تعليمات المقياس:** اشتملت تعليمات المقياس على الهدف منه وطريقة الإجابة عنه، كما تم مراعاة الدقة والوضوح عند صياغة تلك التعليمات.

٥- **تقدير درجات المقياس:** تتراوح درجات الاستجابات على عبارات المقياس من ١ إلى ٥ حسب نوع المفردة (موجبة- سالبة) ووفقاً لاستجابة التلميذ عليها (أوافق بشدة – أوافق – متردد – أرفض – أرفض بشدة)

وقد تم عرض المقياس في صورته الأولية على مجموعة من السادة المحكمين في مجال التربية العلمية لإبداء آرائهم حول ما يلي:

- مناسبة مفردات المقياس للتلاميذ بالمرحلة الإعدادية.
- السلامة العلمية واللغوية لمفردات المقياس.
- مناسبة مفردات المقياس وارتباطها بالبعد الذي تهدف إلى قياسه.
- مدى وضوح تعليمات المقياس.

وقد أشار بعض السادة المحكمين إلى إعادة صياغة بعض مفردات المقياس، وتم إجراء تلك التعديلات، واتفق السادة المحكمون على صلاحية المقياس ومناسبتها لقياس المسؤولية البيئية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي.

٦- التجربة الاستطلاعية للمقياس

تم تطبيق المقياس على نفس مجموعة البحث الاستطلاعية والمكونة من ٤٠ تلميذاً وتلميذة بالمرحلة الإعدادية، وأعيد التطبيق مرة أخرى بعد مرور أربعة عشر يوماً بهدف تحديد زمن الإجابة عن المقياس، وضبطه إحصائياً من حيث ثبات المقياس وصدقه كما يلي:

■ **تحديد زمن المقياس:** تم حساب الزمن المناسب للإجابة عن مفردات

المقياس من خلال حساب متوسط الزمن الذي استغرقته المجموعة الاستطلاعية في الإجابة عن المقياس، وبلغ متوسط زمن المقياس (٥٠) دقيقة بما في ذلك زمن قراءة تعليمات المقياس.

■ **حساب معاملات ثبات وصدق مقياس المسؤولية البيئية:**

تم التحقق من ثبات وصدق مقياس المسؤولية البيئية، بعد تطبيقه على المجموعة الاستطلاعية المكونة من ٤٠ تلميذاً وتلميذة بالمرحلة الإعدادية، وتم اتباع نفس الخطوات السابق استخدامها عند حساب ثبات وصدق اختبار التفكير الكيميائي، ولكن تم حساب الثبات على مستوى البعد، فكانت النتائج كما الجدول التالي:

جدول (٦)

معاملات ثبات وصدق مقياس المسؤولية البيئية (ن = ٤٠)

معامل ارتباط بالدرجة الكلية للاختبار			معامل ألفا-كرونباخ	العبرة	البعد
ارتباط البعد بالدرجة الكلية للاختبار	في حالة حذف درجة السؤال من الدرجة الكلية للاختبار (صدق)	في حالة وجود درجة السؤال ضمن الدرجة الكلية للاختبار (ثبات)			
**٠,٩٨	**٠,٦٠	**٠,٦٦	٠,٨٩٣	١	المعرفة البيئية
	**٠,٥٠	**٠,٥٨	٠,٨٩٧	٢	
	**٠,٥٢	**٠,٦٠	٠,٨٩٧	٣	معامل ألفا الكلي للبعد = ٠,٩٠٠
	**٠,٧٧	**٠,٨٠	٠,٨٨٨	٤	
	**٠,٧٦	**٠,٨٠	٠,٨٨٨	٥	معامل الثبات بطريقة إعادة الاختبار = **٠,٩٧
	**٠,٦١	**٠,٦٨	٠,٨٩٣	٦	
	**٠,٥١	**٠,٦٠	٠,٨٩٨	٧	
	**٠,٦٤	**٠,٧٠	٠,٨٩١	٨	

معامل ارتباط بالدرجة الكلية للاختبار			معامل ألفا لـ كرونباخ	العبارة	البُعد
ارتباط البُعد بالدرجة الكلية للاختبار	في حالة حذف درجة السؤال من الدرجة الكلية للاختبار (صدق)	في حالة وجود درجة السؤال ضمن الدرجة الكلية للاختبار (ثبات)			
	**٠,٥٨	**٠,٦٥	٠,٨٩٤	٩	
	**٠,٥٥	**٠,٦٤	٠,٨٩٦	١٠	
	**٠,٥٨	**٠,٦٤	٠,٨٩٤	١١	
	**٠,٧٠	**٠,٧٥	٠,٨٩٠	١٢	
	**٠,٥٣	**٠,٦٠	٠,٨٩٦	١٣	
	**٠,٥٤	**٠,٦٢	٠,٨٩٦	١٤	
**٠,٩٧	**٠,٥١	**٠,٥٩	٠,٩٠٢	١٥	الاتجاهات البيئية معامل ألفا الكلي للْبُعد = ٠,٩٠٤ معامل الثبات بطريقة إعادة الاختبار = **٠,٩٣
	**٠,٧١	**٠,٧٥	٠,٨٩٤	١٦	
	**٠,٦٠	**٠,٦٦	٠,٨٩٨	١٧	
	**٠,٦٩	**٠,٧٤	٠,٨٩٥	١٨	
	**٠,٦١	**٠,٦٧	٠,٨٩٨	١٩	
	**٠,٦٢	**٠,٦٨	٠,٨٩٧	٢٠	
	**٠,٥٠	**٠,٥٨	٠,٩٠٢	٢١	
	**٠,٥٩	**٠,٦٥	٠,٨٩٨	٢٢	
	**٠,٦٢	**٠,٦٨	٠,٨٩٧	٢٣	
	**٠,٧٢	**٠,٧٦	٠,٨٩٥	٢٤	
	**٠,٥٠	**٠,٥٨	٠,٩٠٢	٢٥	
	**٠,٥٤	**٠,٦١	٠,٩٠٠	٢٦	
	**٠,٦٠	**٠,٦٦	٠,٨٩٨	٢٧	
	**٠,٥٢	**٠,٦٠	٠,٩٠١	٢٨	
**٠,٦٢	**٠,٦٩	٠,٨٩٧	٢٩		
**٠,٩٧	**٠,٥٤	**٠,٦٢	٠,٨٨٢	٣٠	السلوك البيئي معامل ألفا الكلي للْبُعد = ٠,٨٨٩
	**٠,٥٨	**٠,٦٦	٠,٨٨١	٣١	
	**٠,٥٩	**٠,٦٧	٠,٨٨٠	٣٢	
	**٠,٦٠	**٠,٦٧	٠,٨٨٠	٣٣	

معامل ارتباط بالدرجة الكلية للاختبار			معامل ألفا لـ كرونباخ	العبارة	البُعد
ارتباط البُعد بالدرجة الكلية للاختبار	في حالة حذف درجة السؤال من الدرجة الكلية للاختبار (صدق)	في حالة وجود درجة السؤال ضمن الدرجة الكلية للاختبار (ثبات)			
	**٠,٥٦	**٠,٦٥	٠,٨٨١	٣٤	معامل الثبات بطريقة إعادة الاختبار = **٠,٩٦
	**٠,٥٣	**٠,٦١	٠,٨٨٣	٣٥	
	**٠,٥٣	**٠,٦٢	٠,٨٨٣	٣٦	
	**٠,٥٦	**٠,٦٤	٠,٨٨١	٣٧	
	**٠,٥٨	**٠,٦٥	٠,٨٨٠	٣٨	
	**٠,٦٥	**٠,٧١	٠,٨٧٧	٣٩	
	**٠,٥١	**٠,٥٩	٠,٨٨٤	٤٠	
	**٠,٧٠	**٠,٧٦	٠,٨٧٥	٤١	
	**٠,٦١	**٠,٦٧	٠,٨٧٩	٤٢	
بطريقة ألفا لـ كرونباخ = ٠,٩٦٥					الثبات الكلي للمقياس
بطريقة إعادة الاختبار = **٠,٩٦					

** دال عند مستوى (٠,٠١)

- يتضح من الجدول السابق ما يلي:
- أن جميع معاملات ألفا لـ كرونباخ لكل بُعد من أبعاد المقياس عند حذف أي عبارة من عباراته أقل من معامل ألفا لـ كرونباخ للبُعد في حالة وجود جميع عباراته، أي أن وجود أي عبارة من عباراته لا يؤدي إلى انخفاض معامل الثبات الكلي للبُعد، وهذا يشير إلى أن كل عبارة تسهم بدرجة معقولة في الثبات الكلي للبُعد الذي تقيسه العبارة (حسن، ٢٠١٦، ٥١٨).
- أن جميع معاملات ارتباط درجة العبارة بالدرجة الكلية للبُعد الذي تقيسه دالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠١)، مما يدل على الاتساق الداخلي وثبات جميع عبارات مقياس المسؤولية البيئية.
- أن معامل ثبات الأبعاد الثلاثة والثبات الكلي للمقياس بطريقة ألفا لـ كرونباخ الاختبار مرتفعة ومقبولة، وبطريقة إعادة الاختبار مرتفعة ودالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) مما يشير إلى ثبات الأبعاد الثلاثة والثبات الكلي لمقياس المسؤولية البيئية.

- أن جميع معاملات ارتباط درجة العبارة بالدرجة الكلية للبعد الذي تقيسه (في حالة حذف درجة العبارة من الدرجة الكلية للبعد الذي تقيسه) دالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠١)، مما يدل على صدق جميع عبارات مقياس المسؤولية البيئية.
 - أن جميع معاملات ارتباط الأبعاد بالدرجة الكلية للمقياس دالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠١)، مما يدل على صدق أبعاد مقياس المسؤولية البيئية.
- من الإجراءات السابقة تم التأكد من ثبات وصدق مقياس المسؤولية البيئية، ومن ثم صلاحيته لقياس المسؤولية البيئية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

سادساً: إجراءات تنفيذ تجربة البحث

تمت إجراءات تنفيذ تجربة البحث على النحو التالي:

١- اختيار مجموعة البحث: تكونت مجموعة البحث من (٧١) تلميذاً وتلميذة

بالصف الأول الإعدادي بمدرسة المنشأة الكبرى الإعدادية المشتركة (إدارة كفر شكر - قليوبية)، موزعة على مجموعتين هما: المجموعة التجريبية وقوامها (٣٧) تلميذاً وتلميذة، وهي المجموعة التي أستخدم معها التعلم القائم على التصميم في تنمية التفكير الكيميائي والمسؤولية البيئية، أما المجموعة الضابطة فقد تكونت من (٣٤) تلميذاً وتلميذة، وهي المجموعة التي درست بالطريقة العادية، وقد تم استخدام بيانات هاتين المجموعتين في التحقق من صحة فروض هذا البحث.

٢- التطبيق القبلي لأداتي البحث: تم تطبيق اختبار التفكير الكيميائي وكذلك مقياس المسؤولية البيئية قبلياً على مجموعتي البحث التجريبية والضابطة، ورصد النتائج والتحقق من تجانس المجموعتين، والجدول التالي يوضح دلالة الفرق بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار التفكير الكيميائي ومقياس المسؤولية البيئية في التطبيق القبلي.

نتائج تجانس المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي

تم التحقق من تجانس المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي في كل من: (التفكير الكيميائي، والمسؤولية البيئية)، وذلك باستخدام اختبار (ت) T-test للعينتين المستقلتين. فكانت النتائج كما بالجدول الآتي:

جدول (٧)

نتائج اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبيية والضابطة في (التفكير الكيميائي، والمسئولية البيئية) في التطبيق القبلي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية

م	المتغيرات	المجموعة التجريبيية		المجموعة الضابطة		قيمة (ت) ودلالاتها	مستوى الدلالة
		الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط		
			ن = ٣٧		ن = ٣٤		
١	التعميم القاطع للأشياء الكيميائية التوليف	٢,٠٥	١١,١٨	٢,٠٧	١,٣٠	٠,٢٠	غير دالة
٢	المفاهيمي للأشياء الكيميائية	٠,٩٧	٤,٣٢	١,١٥	٠,٥٤	٠,٥٩	غير دالة
٣	تصنيف المواد الكيميائية	١,٤٦	٥,١٢	١,٠٧	١,٠٣	٠,٣١	غير دالة
	الدرجة الكلية للتفكير الكيميائي	٣,٢٦	٢٠,٦٢	٢,٢٤	٠,٦٨	٠,٥٠	غير دالة
١	المعرفة البيئية	٢,١٨	٣٢,٠٦	٢,٦٨	٠,٨٠	٠,٤٢	غير دالة
٢	الاتجاهات البيئية	٢,٧٣	٣٤,٥٩	٣,١٩	٠,٦٢	٠,٥٣	غير دالة
٣	السلوك البيئي	٢,٨١	٣٠,٦٨	٣,٥٢	١,٣٦	٠,١٨	غير دالة
	الدرجة الكلية للمسئولية البيئية	٥,١٣	٩٧,٣٢	٥,٩٩	٠,٧٦	٠,٤٥	غير دالة

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

- عدم وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبيية والضابطة في جميع الأبعاد الفرعية (التعميم القاطع للأشياء الكيميائية، التوليف المفاهيمي للأشياء الكيميائية، تصنيف المواد الكيميائية) والدرجة الكلية للتفكير الكيميائي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية في التطبيق القبلي. وهذا يشير إلى أن المجموعتين التجريبيية والضابطة متجانستان (أو متكافئتان) في جميع الأبعاد الفرعية والدرجة الكلية للتفكير الكيميائي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية في التطبيق القبلي.
- عدم وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبيية والضابطة في جميع الأبعاد الفرعية (المعرفة البيئية، الاتجاهات البيئية، السلوك البيئي) والدرجة الكلية للمسئولية البيئية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية في التطبيق القبلي. وهذا يشير إلى أن المجموعتين التجريبيية والضابطة متجانستان (أو متكافئتان) في جميع الأبعاد الفرعية والدرجة الكلية للمسئولية البيئية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية في التطبيق القبلي.

٣- التدريس لمجموعتي البحث:

تم تدريس وحدة " المادة وتركيبها" لمجموعتي البحث (التجريبية والضابطة) حيث درس تلاميذ المجموعة التجريبية باستخدام نهج التعلم القائم على التصميم، بينما درس تلاميذ المجموعة الضابطة باستخدام الطريقة التقليدية، وذلك بالفصل الدراسي الأول للعام الدراسي ٢٠٢٣ / ٢٠٢٤، واستغرقت مدة التطبيق شهر من بداية شهر أكتوبر وحتى نهايته بواقع أربع حصص أسبوعياً، وهي نفس الخطة الزمنية المعلنة من وزارة التربية والتعليم .

٤- التطبيق البعدي لأداتي البحث:

تم تطبيق اختبار التفكير الكيميائي والمسئولية البيئية على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة، وتم رصد النتائج ومعالجتها إحصائياً.

ثانياً: نتائج البحث ومناقشتها وتفسيرها:

★ الفرض الأول:

للتحقق من صحة الفرض الأول الذي ينص على: " توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار التفكير الكيميائي ككل ولأبعاده الفرعية في التطبيق البعدي لصالح متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية" تم استخدام:

- اختبار (ت) T-test للعينتين المستقلتين.
- مربع إيتا (Eta-Square (η^2) لحساب حجم تأثير استخدام التعلم القائم على التصميم) في تنمية التفكير الكيميائي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية (حسن، ٢٠١٦، ٢٧١).

ويوضح الجدول التالي نتائج هذا الفرض:

جدول (٨)

نتائج اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في (التفكير الكيميائي) في التطبيق البعدي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية

م	المتغيرات	المجموعة التجريبية ن = ٣٧		المجموعة الضابطة ن = ٣٤		قيمة (ت) ودلالاتها	مستوى الدلالة	مربع إيتا η^2
		الانحراف المتوسط	الانحراف المعياري	الانحراف المتوسط	الانحراف المعياري			
١	التعميم القاطع للأشياء الكيميائية التوليف	١,٧٤	١٣,٤٧	١,٩٤	٢٧,٨٢	٠,٠١	٠,٩١٨	
٢	المفاهيمي للأشياء الكيميائية	٠,٩٤	٥,١٥	١,١٠	٢٠,٢٠	٠,٠١	٠,٨٥٥	
٣	تصنيف المواد	١,٠٥	٥,٩٧	١,٠٠	٢١,٤١	٠,٠١	٠,٨٦٩	

م	المتغيرات	المجموعة التجريبية ن = ٣٧ المتوسط الانحراف المعياري	المجموعة الضابطة ن = ٣٤ المتوسط الانحراف المعياري	قيمة (ت) ودالاتها	مستوى الدلالة	مربع إيتا η^2
	الدرجة الكلية للتفكير الكيميائي	٤٦,٨٦	٢٤,٥٩	٢,٠٠	٠,٠١	٠,٩٦٧

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

- وجود فرق دال إحصائياً (عند مستوى ٠,٠١) بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في جميع الأبعاد الفرعية (التعميم القاطع للأشياء الكيميائية، التوليف المفاهيمي للأشياء الكيميائية، تصنيف المواد الكيميائية) والدرجة الكلية للتفكير الكيميائي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية في التطبيق البعدي لصالح متوسط درجات المجموعة التجريبية في جميع الحالات. أي أن متوسط درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية بالمجموعة التجريبية في جميع الأبعاد الفرعية والدرجة الكلية للتفكير الكيميائي أعلى بدلالة إحصائية من نظائرها لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية بالمجموعة الضابطة.
- تشير قيم مربع إيتا^(٢) التي تمتد من: (٠,٨٥٥) إلى (٠,٩٦٧) إلى أن استخدام التعلم القائم على التصميم له حجم تأثير كبير جداً في تنمية الأبعاد الفرعية (التعميم القاطع للأشياء الكيميائية، التوليف المفاهيمي للأشياء الكيميائية، تصنيف المواد الكيميائية) والدرجة الكلية للتفكير الكيميائي لدى تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي بالمقارنة بتلاميذ المجموعة الضابطة، كما تشير قيم مربع إيتا أيضاً إلى أن استخدام التعلم القائم على التصميم يفسر نسب تمتد ٨٥,٥٪ إلى ٩٦,٧٪ من التباين في درجات الأبعاد الفرعية والدرجة الكلية للتفكير الكيميائي، وهي كمية كبيرة جداً من التباين المُفسر بواسطة استخدام التعلم القائم على التصميم لدى تلاميذ المجموعة التجريبية.

★ الفرض الثاني:

للتحقق من صحة الفرض الثاني الذي ينص على: "توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التفكير الكيميائي ككل ولأبعاده الفرعية لصالح متوسط درجات التطبيق البعدي" تم استخدام:

- (٢) إذا كان مربع إيتا = ٠,٠١ فإنه يقابل حجم تأثير ضعيف، وإذا كان مربع إيتا = ٠,٠٥٩ فإنه يقابل حجم تأثير متوسط، وفي حالة مربع إيتا = ٠,١٣٨ فإنه يقابل حجم تأثير كبير، وإذا كان مربع إيتا = ٠,٢٣٢ فإنه يقابل حجم تأثير كبير جداً (حسن، ٢٠١٦، ٢٨٤)

- اختبار (ت) T-test للعينتين المرتبطتين.
- حساب نسبة الكسب المعدلة لـ بلاك Modified Blake's Gain Ratio (حسن، ٢٠١٦، ٢٩٧-٢٩٨).
- حساب نسبة الكسب المصححة لـ عزت Corrected Ezzat's Gain Ratio (CEGratio) (حسن، ٢٠١٣، ٧-٨).

ويوضح الجدول التالي نتائج هذا الفرض:

جدول (٩)

نتائج اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في (التفكير الكيميائي) في التطبيقين القبلي والبعدى (ن = ٣٧)

م	المتغيرات	التطبيق القبلي		التطبيق البعدى		قيمة (ت) ودلالاتها	مستوى الدلالة	نسبة الكسب المعدلة لـ Blake	نسبة الكسب المصححة لـ عزت
		المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري				
١	التعميم القاطع للأشياء الكيميائية التوليف	١٠,٥٤	٢,٠٥	٢٥,٦٢	١,٧٤	٤٠,٠٦	٠,٠١	١,٢٨	١,٨٧
٢	المفاهيمي للأشياء الكيميائية تصنيف	٤,١٩	٠,٩٧	١٠,٠٥	٠,٩٤	٣٠,٧٩	٠,٠١	١,٢٤	١,٨٢
٣	تصنيف المواد الكيميائية الدرجة الكلية للتفكير الكيميائي	٥,٤٣	١,٤٦	١١,١٩	١,٠٥	١٩,٤٤	٠,٠١	١,٠٨	١,٦٠
		٢٠,١٦	٣,٢٦	٤٦,٨٦	٢,١٨	٤٢,٥٩	٠,٠١	١,٢٢	١,٨٠

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

- وجود فرق دال إحصائياً (عند مستوى ٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية بالمرحلة الإعدادية في التطبيقين القبلي والبعدى في جميع الأبعاد الفرعية (التعميم القاطع للأشياء الكيميائية، التوليف المفاهيمي للأشياء الكيميائية، تصنيف المواد الكيميائية) والدرجة الكلية للتفكير الكيميائي لصالح متوسط درجات التطبيق البعدى في جميع الحالات. أي أن متوسطات درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية بالمجموعة التجريبية في التطبيق البعدى لجميع الأبعاد الفرعية والدرجة الكلية للتفكير الكيميائي أعلى بدلالة إحصائية من نظائرها في التطبيق القبلي.
- أن قيم نسبة الكسب المعدلة لـ بلاك التي تمتد من (١,٢٢) إلى (١,٢٨) هي أكبر من القيمة (١,٢) التي اقترحها بلاك للحكم على فعالية البرنامج، مما

يشير إلى أن (استخدام التعلم القائم على التصميم) فعّال في تنمية الأبعاد الفرعية والدرجة الكلية للتفكير الكيميائي عند مقارنة درجات المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي. وذلك باستثناء بُعد واحد فقط هو (تصنيف المواد الكيميائية)، حيث بلغت قيمة نسبة الكسب المعدلة (١,٠٨) وهي قيمة تشير إلى أن (استخدام التعلم القائم على التصميم) مقبول الفعالية في تنمية هذا البُعد.

■ أن قيم نسبة الكسب المصححة لـ عزت التي تمتد من (١,٨٠) إلى (١,٨٧) هي أكبر من أو تساوي القيمة (١,٨) التي اقترحها عزت للحكم على فعالية البرنامج، مما يشير إلى أن (استخدام التعلم القائم على التصميم) فعّال في تنمية الأبعاد الفرعية والدرجة الكلية للتفكير الكيميائي عند مقارنة درجات المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي. وذلك باستثناء بُعد واحد فقط هو (تصنيف المواد الكيميائية)، حيث بلغت قيمة نسبة الكسب المعدلة (١,٦٠) وهي قيمة تشير إلى أن (استخدام التعلم القائم على التصميم) مقبول الفعالية في تنمية هذا البُعد.

★ الفرض الثالث:

للتحقق من صحة الفرض الثالث الذي ينص على: "توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في مقياس المسؤولية البيئية ككل ولأبعاده الفرعية في التطبيق البعدي لصالح متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية". تم استخدام:

- اختبار (ت) T-test للعينتين المستقلتين.
- مربع إيتا (η^2) Eta-Square لحساب حجم تأثير (استخدام التعلم القائم على التصميم) في تنمية المسؤولية البيئية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

ويوضح الجدول التالي نتائج هذا الفرض:

جدول (١٠)

نتائج اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في (المسؤولية البيئية) في التطبيق البعدي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية

م	المتغيرات	المجموعة التجريبية ن = ٣٧		المجموعة الضابطة ن = ٣٤		قيمة (ت) ودلالاتها	مستوى الدلالة η^2	مربع إيتا η^2
		المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري			
١	المعرفة البيئية	٦٤,٧٨	٣,٢٥	٣٧,٦٥	٣,٠٧	٦٤,٧٨	٠,٠١	٠,٩٥٠
٢	الاتجاهات البيئية	٧٠,١٤	٣,٠١	٤٠,٣٥	٣,٥٦	٧٠,١٤	٠,٠١	٠,٩٥٥
٣	السلوك البيئي	٦٠,٩٥	٣,٠٥	٣٤,٦٨	٣,٥٢	٦٠,٩٥	٠,٠١	٠,٩٤٣
	الدرجة الكلية للمسؤولية البيئية	١٩٥,٨٦	٥,٥٨	١١٢,٦٨	٦,٣٤	١٩٥,٨٦	٠,٠١	٠,٩٨٠

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

- وجود فرق دال إحصائياً (عند مستوى ٠,٠١) بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في جميع الأبعاد الفرعية (المعرفة البيئية، الاتجاهات البيئية، السلوك البيئي) والدرجة الكلية للمسئولية البيئية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية في التطبيق البعدي لصالح متوسط درجات المجموعة التجريبية في جميع الحالات. أي أن متوسط درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية بالمجموعة التجريبية في جميع الأبعاد الفرعية والدرجة الكلية للمسئولية البيئية أعلى بدلالة إحصائية من نظائرها لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية بالمجموعة الضابطة.
- تشير قيم مربع إيتا التي تمتد من: (٠,٩٤٣) إلى (٠,٩٨٠) إلى أن استخدام التعلم القائم على التصميم له حجم تأثير كبير جداً في تنمية الأبعاد الفرعية (المعرفة البيئية، الاتجاهات البيئية، السلوك البيئي) والدرجة الكلية للمسئولية البيئية لدى تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي بالمقارنة بتلاميذ المجموعة الضابطة، كما تشير قيم مربع إيتا أيضاً إلى أن استخدام التعلم القائم على التصميم يفسر نسب تمتد ٩٤,٣٪ إلى ٩٨٪ من التباين في درجات الأبعاد الفرعية والدرجة الكلية للتفكير الكيميائي، وهي كمية كبيرة جداً من التباين المُفسر بواسطة (استخدام التعلم القائم على التصميم) لدى تلاميذ المجموعة التجريبية.

★ الفرض الرابع:

للتحقق من صحة الفرض الرابع الذي ينص على: "توجد فروق دال إحصائياً بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس المسئولية البيئية ككل ولأبعاده الفرعية لصالح متوسط درجات التطبيق البعدي". تم استخدام:

- اختبار (ت) T-test للعينتين المرتبطين.
- نسبة الكسب المعدلة لـ بلاك، ونسبة الكسب المصححة لـ عزت. ويوضح الجدول التالي نتائج هذا الفرض:

جدول (١١)

نتائج اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في (المسئولية البيئية) في التطبيقين القبلي والبعدي (ن = ٣٧)

م	المتغيرات	التطبيق القبلي		التطبيق البعدي		قيمة (ت) ودالاتها	مستوى الدلالة	نسبة الكسب المعدلة لـ عزت
		المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري			
١	المعرفة البيئية	٣١,٥٩	٢,١٨	٦٤,٧٨	٣,٢٥	٥٢,٨٣	٠,٠١	١,٣٤
								١,٨٥

م	المتغيرات	التطبيق القبلي		التطبيق البعدي		قيمة (ت) ودلالاتها	نسبة الكسب المعدلة	نسبة الكسب المصححة لعزت
		المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري			
٢	الاتجاهات البيئية	٣٥,٠٣	٢,٧٣	٧٠,١٤	٣,٠١	٥١,٠٧	١,٣٥	١,٨٥
٣	السلوك البيئي	٣١,٧٠	٢,٨١	٦٠,٩٥	٣,٠٥	٤٢,٤٣	١,٣٣	١,٨١
	الدرجة الكلية للمسئولية البيئية	٩٨,٣٢	٥,١٣	١٩٥,٨٦	٥,٥٨	٨١,٣٠	١,٣٤	١,٨٤

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

- وجود فرق دال إحصائيًا (عند مستوى ٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية بالمرحلة الإعدادية في التطبيقين القبلي والبعدي في جميع الأبعاد الفرعية (المعرفة البيئية، الاتجاهات البيئية، السلوك البيئي) والدرجة الكلية للمسئولية البيئية لصالح متوسط درجات التطبيق البعدي في جميع الحالات. أي أن متوسطات درجات تلاميذ المرحلة الإعدادية بالمجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لجميع الأبعاد الفرعية والدرجة الكلية للمسئولية البيئية أعلى بدلالة إحصائية من نظائرها في التطبيق القبلي.
- أن قيم نسبة الكسب المعدلة لـ بلاك التي تمتد من (١,٣٣) إلى (١,٣٥) هي أكبر من القيمة (١,٢) التي اقترحها بلاك للحكم على فعالية البرنامج، مما يشير إلى أن (استخدام التعلم القائم على التصميم) فعال في تنمية الأبعاد الفرعية والدرجة الكلية للمسئولية البيئية عند مقارنة درجات المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي.
- أن قيم نسبة الكسب المصححة لـ عزت التي تمتد من (١,٨١) إلى (١,٨٥) هي أكبر من القيمة (١,٨) التي اقترحها عزت للحكم على فعالية البرنامج، مما يشير إلى أن (استخدام التعلم القائم على التصميم) فعال في تنمية الأبعاد الفرعية والدرجة الكلية للمسئولية البيئية عند مقارنة درجات المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي.

وتعزو الباحثة نتائج الفرضين الأول والثاني إلى ما يلي:

- التركيز من خلال الأنشطة على تطوير وتطبيق النماذج لبناء تفسيرات سببية وكذلك التنبؤ بالنتائج.
- التفاعل المستمر بين المعلم والتلاميذ وبين التلاميذ بعضهم البعض والتعليق على عدد من المشكلات البيئية، وعرض مقترحات حول كيفية استخدام المعرفة الكيميائية في حلها.

- قيام التلاميذ بعدد من الأنشطة التي استهدفت التعرف على التركيب الذري للعناصر والتنبؤ بخصائصها كقدرتها على التفاعل مع العناصر الأخرى.
 - قيام التلاميذ بتصميم بعض النماذج والتي قاموا من خلالها بفحص خصائص المواد المختلفة وتصنيفها لاختيار ما يناسبهم في اعداد تلك النماذج لأداء مهام معينة، مثل إعداد نموذج لسفينة بغرض حمل ركاب وبضائع، واعداد نماذج لأواني وأدوات يمكن استخدامها في المطبخ.
 - قيام التلاميذ بأنشطة مختلفة استهدفت دراستهم لخصائص بعض المواد الكيميائية لاستخدامها لأغراض الحياة اليومية (مثل دراستهم لخصائص بعض المعادن، وتحديد ما يصلح منها في صناعات محددة).
 - قيام التلاميذ بأنشطة عملية ساعدت في قدرتهم على تفسير بعض الظواهر الكيميائية في حياتهم اليومية (ومنها لماذا يحدث صدأ لأعمدة الإنارة بالشوارع ولماذا يتم طلائها - لماذا يسهل العوم في الماء المالح - لماذا هناك حلي قابلة لتلف وأخرى لا تتلف - لماذا تصنع أواني الطهي وكذلك الأسلاك الكهربائية من مواد معينة.. وهكذا) .
 - قيام التلاميذ بالتنبؤ بخصائص بعض العناصر من خلال قيامهم بتوزيع الإلكترونات داخل مستويات الطاقة ومعرفة مدى قدرة تلك العناصر على التفاعل.
 - قيام التلاميذ بتحليل خواص بعض العناصر والمركبات الكيميائية والنتائج المترتبة عن استخدامها في عمليات التصنيع والإنتاج، واقتراح الحلول للمشكلات الناتجة عن استخدام بعض المعادن التي تتميز بنشاطها الكيميائي في حياتنا اليومية بأقل التكاليف.
 - قيام التلاميذ بإجراء الأنشطة بشكل تعاوني، وقد أشارت العديد من الأدبيات والدراسات السابقة أن التلاميذ حينما ينغمسون في أنشطة تعاونية فهذا يزيد بشكل ملحوظ من قدرتهم على توظيف ما لديهم من معارف في حل المشكلات.
- وقد اتفقت هذه النتائج مع ما أشارت إليه دراسة سيفيان وتالانكر (Sevian & Talanquer, 2014) وهو أن التعلم القائم على التصميم نهج تربوي يسهم في تعزيز ودعم التفكير الكيميائي، كما اتفقت تلك النتائج مع نتائج دراسة تالانكر (Talanquer, 2021) التي تقصت فاعلية التعلم القائم على التصميم في تنمية التفكير الكيميائي لدى معلمي الكيمياء، ونتائج دراسة ستاميس (Stammes, et al., 2023) التي تقصت فاعلية التعلم القائم على التصميم في تنمية فهم المفاهيم الكيميائية وتطبيقها.

كما يمكن إرجاع نتائج الفرضين الثالث والرابع إلى ما يلي:

- قيام التلاميذ بالتنبؤ بخصائص بعض المواد وتأثيراتها السلبية على البيئة واقتراح حلول لتقليل أضرارها.
- المحتوى المعرفي للوحدة المختارة غني بالمعارف والمفاهيم الكيميائية ذات الصلة ببيئة المتعلم.
- قيام التلاميذ بحل بعض المشكلات أو الحوادث التي قد تحدث في حياتهم اليومية بطريقة سليمة باستخدام بعض المعلومات الكيميائية، مما يسهم في زيادة المعارف البيئية لديهم واتباع السلوك البيئي السليم، مثل كيفية استخدام الاسلاك المناسبة لإصلاح أي تلف بالكهرباء، وكيفية ترميم أعمدة الإنارة بالشوارع.
- العديد من الأنشطة التي يقوم بها التلاميذ تقوم على عملية التصميم واستخدام المواد والأدوات المتاحة في البيئة لإعداد النماذج، مما يسهم في زيادة وعي التلاميذ بأهمية إعادة التدوير لبعض المواد غير المستخدمة وتقليل التلوث البيئي.
- المحتوى المعرفي للوحدة ساهم في زيادة معارف التلاميذ حول المواد المختلفة والمتنوعة في بيئتهم وتركيبها وخصائصها وأهميتها في حياتهم مما قد أسهم في تنمية اتجاهاتهم نحو أهمية حماية تلك المواد، وعدم اتلافها والسعي لإعادة تدويرها.
- وقد اتفقت هذه النتائج مع نتائج شبيهة مثل نتائج دراسة بلحاجي (٢٠٢٢) التي تقصت فاعلية تطوير المنتجات (كأحد أبعاد التعلم القائم على التصميم) في تنمية المسؤولية البيئية.

توصيات البحث

في ضوء نتائج البحث يمكن تقديم التوصيات التالية

- تطوير وتنفيذ ورش عمل للتطوير المهني لمعلمي الكيمياء تهدف إلى تطوير قدراتهم على استخدام أساليب تدريسية من شأنها أن تعزز التفكير الكيميائي، وآلية تقييمه لدى طلابهم.
- دمج أنشطة التصميم في تدريس العلوم.
- ربط الأنشطة العلمية بالبيئة ومشكلاتها لتنمية مسؤولية المتعلم تجاهها.

مقترحات البحث:

- استكمالاً للبحث الحالي وفي ضوء النتائج التي توصل إليها، تقترح الباحثة إجراء البحوث التالية:
- فاعلية التعلم القائم على التصميم لتنمية التفكير الكيميائي والمسؤولية البيئية لدى متعلمين في مراحل تعليمية أخرى.

- فاعلية التعلم القائم على التصميم في تدريس العلوم لتنمية مهارات حل المشكلات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.
- برنامج في الكيمياء لتنمية التفكير الكيميائي والمسئولية البيئية لدى الطلاب معلمي العلوم بكليات التربية.
- تطوير منهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في ضوء التعلم القائم على التصميم لتنمية التفكير الكيميائي والمسئولية البيئية.

المراجع

- أبو زيد، أماني محمد عبد الحميد (٢٠٢٣). برنامج للفيزياء البيولوجية Biophysics قائم على مدخل التصميم المتمحور حول الانسان (HCD) لتنمية بعض مفاهيم التغير المناخي وتنمية مهارات المشاركة العلمية لدى طلاب ستييم (STEAM) المعلمين بكلية التربية. مجلة كلية التربية جامعة أسيوط، ٣٩ (٦)، ٧٥-١١٦.
- إسماعيل، دعاء سعيد (٢٠٢٣). تطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي وأثره على تنمية مهارات الجدل العلمي وحل مشكلات الكيمياء لدى طلاب شعبة الكيمياء بكليات التربية. مجلة البحث العلمي في التربية، ٦ (٢٤)، ١٥٨-٢١٨.
- بلحاجي، خديجة (٢٠٢٢). مساهمة تطوير المنتجات في تعزيز المسئولية البيئية للمؤسسات الصناعية دراسة ميدانية . دكتوراة غير منشورة. جامعة حسية بن بو علي الشلف.
- حسن، عزت عبد الحميد. (٢٠١٦). الإحصاء النفسي والتربوي: تطبيقات باستخدام برنامج SPSS18. القاهرة: دار الفكر العربي.
- شتا، ايمان حلمي عبد الهادي أبو المعاطي؛ عاشور، نيللي السيد الرفاعي؛ الخميسي، السيد سلامة إبراهيم (٢٠١٩). المتطلبات التربوية لتحقيق المسئولية البيئية المستدامة: المدارس البيئية نموذجاً، جمعية الثقافة من أجل التنمية، ١٩ (١٣٦)، ١-٣٨.
- الشرعة، موفق حمدان (٢٠١٤). المسئولية المدنية عن تلوث البيئة: دراسة مقارنة. أمواج للطباعة والنشر: عمان
- شعيرة، سهام محمد أبو الفتوح (٢٠٢٢). فاعلية التعلم القائم على التصميم في تعليم الأحياء لتنمية مهارات الفهم العميق والتنظيم الذاتي لدى طلاب الصف الثاني الثانوي. مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية، ١٦ (١١)، ٢٤٤-٣١٨.
- صبيح، إيناس محمد؛ الجندي، أمنية السيد؛ الشاعر، حنان (٢٠٢١). أثر التفاعل بين مستويات البيئة الافتراضية وأسلوب التعلم في تنمية المسئولية البيئية لدى معلمي العلوم. مجلة علوم البيئة. ٥٠ (٩)، ١-١١٠.
- عبد العزيز، أماني عبد العزيز إبراهيم (٢٠١٨). فاعلية وحدة مقترحة في البصمة الكربونية في ضوء مدخل التعلم القائم على الحل لتنمية الاستيعاب

- المفاهيمي والمسئولية البيئية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي. *دراسات في المناهج وطرق التدريس*، (٢٣٦)، ١٦-٦٤.
- عبد المسيح، عبد المسيح سمعان؛ عبد الله، محمود كطاع؛ عبد حمود، مظفر ظاهر (٢٠٢٠). برنامج تدريبي للفائزين على منظمات المجتمع المدني بجمهورية العراق عن جودة الحياة وأثره في تنمية المسئولية البيئية لدى الاعضاء. *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ٢٣ (٥)، ٩٧-١٣٢.
- عبد المسيح، عبد المسيح سمعان؛ فوده، مصطفى مختار؛ تاج الدين، عادل عبد الله سليمان. (٢٠٢١). تنمية المسئولية البيئية نحو صون التنوع البيولوجي لأفراد المجتمع المحلي بسانت كاترين وأثره على وعى أبنائهم. *المجلة المصرية للتربية العلمية*. ٢٤ (٣)، ٤٠-٧٧.
- علي، أحمد الأمين (٢٠١٣). دور الأنشطة الطلابية في تنمية المسئولية البيئية لدى طلاب الجامعة. *المجلة العربية للعلوم الاجتماعية*، ١ (٣)، ٢٩٧-٣١٢.
- علي، رشا علي محمد؛ عبد الصبور، منى؛ الخطيب، مرفت عبد الرحمن (٢٠١٩). برنامج قائم على أسلوب حل المشكلات لتنمية المسئولية البيئية للحد من مخاطر بيئة العمل لدى العاملين بقطاع البترول. *مجلة العلوم البيئية*. ٤٧ (٣)، ٣٦١-٣٣١.
- الناجي، عبد السلام بن عمر (٢٠٢٠). أنموذج تطوير المنهج باستخدام التفكير التصميمي. *مجلة كلية التربية جامعة كفر الشيخ*. ٢٠ (٢)، ٧٥-١١٦.
- Aarnio-Linnanvuori, E. (2019). How do teachers perceive environmental responsibility?. *Environmental Education Research*, 25(1), 46-61.
- Apedoe, X. S., Ellefson, M.R. & Schunn, C.D.(2021). *Supporting Conceptual Change in Chemistry through Design-Based Learning*. In book: *Design- Based Concept Learning in Science and Technology Education*. The Library of Congress Cataloging.
- Azizan, S. A., & Abu Shamsi, N. (2022). Design-Based Learning as a Pedagogical Approach in an Online Learning Environment for Science Undergraduate Students. In *Frontiers in Education* (Vol. 7, p. 860097). Frontiers.
- Banks, G., Clinchot, M., Cullipher, S., Huie, R., Lambertz, J., Lewis, R., ... & Weinrich, M. (2015). Uncovering chemical thinking in students' decision making: A fuel-choice scenario. *Journal of Chemical Education*, 92(10), 1610-1618.
- Berdikulov, R. S. (2020). Developmental factor of chemical thinking of future chemistry teachers. *European Journal*

- of Research and Reflection in Educational Sciences, 2020.*
- Bulte, A. M., Meijer, M. R., & Pilot, A. (2021). The Nature of Matter in a Design-Based Chemistry Task: From Macroscopic Properties to the Microscopic Models of Materials Using the Notion of Activity Theory for Curriculum Design. In *Design-Based Concept Learning in Science and Technology Education* (pp. 27-48). Brill.
- Chi, M., Zheng, C., & He, P. (2023). Reframing Chemical Thinking Through the Lens of Disciplinary Essential Questions and Perspectives for Teaching and Learning Chemistry. *Science & Education, 1*-26.
- de Vries, M. J. (2021). Design-based learning in science and technology as integrated STEM. In *Design-based concept learning in science and technology education* (pp. 14-24). Brill.
- Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E., & Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: A case study of design-based learning in a science context. *Journal of technology education, 19*(2), 22-39.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching, 41*(10), 1081-1110.
- Griep, M. A., & Mikasen, M. L. (2016). Close encounters with creative chemical thinking: An outreach presentation using movie clips about the elemental composition of aliens and extraterrestrial minerals. *Educación química, 27*(2), 154-162.
- Henze, I., & de Vries, M. J. (2021). Design-Based Concept Learning: An Introduction. In *Design-Based Concept Learning in Science and Technology Education* (pp. 3-13). Brill.
- Koh, J. H., Chai, B. W. & Hong, H.Y. (2015). *Design Thinking for Education: Conceptions and Applications in Teaching and Learning*. Library of Congress.
- Kolodner, J. L., Crismond, D., Gray, J., Holbrook, J., & Puntambekar, S. (1998). Learning by design from theory

- to practice. In *Proceedings of the international conference of the learning sciences*, 98, 16-22.
- Landa, I., Westbroek, H., Janssen, F., van Muijlwijk, J., & Meeter, M. (2020). Scientific perspectivism in secondary-school chemistry education: Integrating concepts and skills in chemical thinking. *Science & Education*, 29, 1361-1388.
- Mehalik, M. M., Doppelt, Y., & Schuun, C. D. (2008). Middle-school science through design-based learning versus scripted inquiry: Better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of engineering education*, 97(1), 71-85.
- Mundy, C. E., Potgieter, M. & Seery, M. K. (2024). A design-based research approach to improving pedagogy in the teaching laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 25(1), 266-275
- Omoogun, A. C., Egbonyi, E. E., & Onnoghen, U. N. (2016). From Environmental Awareness to Environmental Responsibility: Towards a Stewardship Curriculum. *Journal of Educational Issues*, 2(2), 60-72.
- Reina, M., Guerrero-Rios, I., & Reina, A. (2022). The study of metal-carbonyl complexes by means of computational IR spectra analysis: A remote didactic approach based on chemical thinking. *Journal of Chemical Education*, 99(9), 3211-3217.
- Sevian, H., & Talanquer, V. (2014). Rethinking chemistry: A learning progression on chemical thinking. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(1), 10-23.
- Sjöström, J., & Talanquer, V. (2018). Eco-reflexive chemical thinking and action. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 13, 16-20.
- Slavoljub, J., Zivkovic, L., Sladjana, A., Dragica, G., & Zorica, P. S. (2015). To the environmental responsibility among students through developing their environmental values. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 171, 317-322.
- Stammes, H., Henze, I., Barendsen, E., & de Vries, M. (2023). Characterizing conceptual understanding during design-based learning: Analyzing students' design talk

- and drawings using the chemical thinking framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 60(3), 643-674.
- Stone, G., Barnes, J. H., & Montgomery, C. (1995). Ecoscale: a scale for the measurement of environmentally responsible consumers. *Psychology & Marketing*, 12(7), 595-612.
- Talanquer, V. (2018). Chemical rationales: another triplet for chemical thinking. *International Journal of Science Education*, 40(15), 1874-1890.
- Talanquer, V. (2019). Assessing for chemical thinking. In *Research and Practice in Chemistry Education: Advances from the 25th IUPAC International Conference on Chemistry Education 2018* (pp. 123-133). Springer Singapore.
- Talanquer, V. (2021). Multifaceted chemical thinking: A core competence. *Journal of Chemical Education*, 98(11), 3450-3456.
- Talanquer, V., & Pollard, J. (2017). Reforming a large foundational course: Successes and challenges. *Journal of Chemical Education*, 94(12), 1844-1851.
- Taufique, K. M. R., Siwar, C. B., Talib, B. A., & Chamhuri, N. (2014). Measuring consumers' environmental responsibility: A synthesis of constructs and measurement scale items. *Current World Environment*, 9(1), 27.
- Volkova, E. V. (2019). Evaluation and chemical thinking development. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*. 687-695.
<https://doi.org/10.15405/epsbs.2019.11.78>
- Zhu, L., Sun, D., Luo, M., Liu, W., & Xue, S. (2024). Investigating pre-service science teachers' design performance in laboratory class: The inquiry-based design thinking approach. *Journal of science education and technology*, 33(1), 30-44.