تطوير منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء مجال التصميم الهندسي لمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) وأثره في تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب

د/ مروة محمد محمد الباز
أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد
كلية التربية جامعة بورسعيد

الملخص

لقد طور المجلس الوطني للبحوث بأمريكا (NRC) معايير العلوم للجيل القادم (NGSS Next Generation Science Standards)، والتي تُعد خطة تفصيلية لتعلم العلوم للطلاب من مرحلة رياض الأطفال إلى الصف الثاني عشر(K-12) ، وذلك بهدف مساعدة الطلاب في فهم العلوم والهندسة والتي ستساعدهم على العيش بنجاح لكي يكونوا أكثر إنتاجًا واطلاعًا في حياتهم، وفي ضوء ذلك هدفت الدراسة الحالية إلى تطوير منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء مجال التصميم الهندسي الذي عرضته معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) وقياس أثره في تنمية التحصيل والممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب، ولتحقيق ذلك أعدت الباحثة قائمة معايير مجال التصميم الهندسي التي ينبغي تضمينها في منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي، وقائمة بالممارسات العلمية والهندسية التي ينبغي تنميتها لدي طلاب الصف الأول الثانوي من خلال تدريس الكيمياء، ثم قامت بتحليل محتوى منهج الكيمياء لتعرف مدى تضمنيه لتلك المعايير بما تتضمنه من مفاهيم وأفكار وممارسات علمية وهندسية، أشارت نتائج التحليل إلى ضعف مستوى تناول منهج الكيمياء لمعايير مجال التصميم الهندسي ومن ثم تم وضع تصور مقترح لتطوير محتوى منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء معايير مجال التصميم الهندسي، ولقياس أثره تم إعداد وحدة مقترحة في "التصميم الهندسي في الكيمياء" واختبار تحصيل في الوحدة وبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية لدى طلاب الصف الأول الثانوي في مادة الكيمياء، تم تطبيق الوحدة المقترحة وطبقت أدوات الدراسة قبليًا وبعديًا وأشارت النتائج إلى فاعلية الوحدة المقترحة في تنمية التحصيل والممارسات العلمية والهندسية لدى طلاب الصف الأول الثانوي .

الكلمات المفتاحية: تطوير المنهج، معايير العلوم للجيل القادم NGSS، التصميم الهندسي، الممارسات العلمية والهندسية.

ABSTRACT

The U.S National Research Council (NRC) has developed Next Generation Science Standards (NGSS), a detailed science education plan for students starting from Kindergarten until K-12 levels. They help students understand science and engineering in order to live successfully and be more productive and informed. In the light of these standards, this study aimed to develop the chemistry course for the first year secondary school students in view of the engineering design presented inside the Next Generation Science Standards (NGSS); and to measure its effect on the development of students' achievement and scientific and engineering practices. Based upon, the researcher executed a number of procedures. Firstly, two lists were prepared: one of engineering design standards to be included in the chemistry course for the first year secondary school students, and another one for the scientific and engineering practices to be developed among those students. Then a content analysis of the chemistry course was executed to recognize the extent to which this course actually contain these standards including its scientific and engineering concepts, ideas and practices. The findings of this content analysis affirmed a high level of impairment regarding the chemistry course dealing with the engineering design standards. Therefore, a proposed vision to improve the chemistry course content for the first year secondary school students was developed in concern to these standards. Then, a proposed teaching unit entitled "Engineering Design in Chemistry", an achievement test, and observation cards of scientific and engineering practices among the secondary first grade students were prepared. The proposed unit was taught, and the study tools were pre- post applied. The study results indicated the effectiveness of the proposed unit in developing achievement and scientific and engineering practices among the First grade secondary school students.

Keywords: **Curriculum Development, Next Generation Science Standards (NGSS), Engineering Design, Scientific and Engineering Practices**

مقدمة

يتميز العصر الحالي بسرعة النمو المعرفي والتقني؛ لذا فرض هذا الواقع على صانعي القرار التربوي مسئوليةَ مواكبةِ التطورات والتغيرات بإيجابية، وترسيخ مفهوم الثقافة العلمية التي تتكامل فيها المعرفة ما بين العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا، فشهدت الساحة التربوية سلسلة متتالية من برامج ومشاريع إصلاح تعليم العلوم وقد تعدَّدت برامج التطوير خلال العقود الماضية وقد قادت الولايات المتحدة الأمريكية عملية إصلاح التعليم منذ أن أدركت ذلك.

وفي ظل تلك الاتجاهات والحركات الإصلاحية والتطويرية المتجددة؛ تزايدت الاتجاهات التي تطالب باستناد التربية العلمية إلى المعايير التخصصية، ومن أهمها حركة المعايير الوطنية للتربية العلمية (1996) ("NSES" National Science Education Standards) والتي تضمنت معايير خاصة للتنمية المهنية لمعممي العلوم، ومعايير الجمعية الوطنية الأمريكية لمعلمي العلوم (National Science Teachers Association" NSTA") (NSTA2006) وقد تم تحديث معايير NSTA مؤخرًا عام ٢٠١٣ في ضوء متطلبات تعليم معايير العلوم للجيل القادم (Next Generation NGSS" Science standards") والتي تعد من أحدث المعايير في التربية العلمية، والتي بنيت من أجل تحديد الرؤية المستقبلية لتعليم العلوم (نضال الأحمد ونورة المقبل، ٢٠١٦، ٣).

وقد طور المجلس الوطني للبحوث (NRC) معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) Next Generation Science Standards، والتي تُعد خطة تفصيلية لتعلم العلوم للطلاب من مرحلة رياض الأطفال إلى الصف الثاني عشر(K–12)، وذلك بهدف مساعدة الطلاب في فهم العلوم والهندسة والتي ستساعدهم على العيش بنجاح لكي يكونوا أكثر إنتاجًا واطلاعًا في حياتهم وتؤكد هذه الخطة على فكرة جديدة ومهمة تقدمها وهي: دمج الهندسة في تعليم العلوم، وتقترح تنفيذ ذلك عن طريق تضمين "التصميم" بصفته عنصرًا محوريًا في تعليم العلوم: تصميم التجارب، تصميم النماذج، تصميم البرامج الحاسوبية. (نضال قسوم، ٢٠١٣).

واقترح المجلس الوطني للبحوث استخدام مصطلح "الممارسات" بدلا من مصطلح "مهارات" للتأكيد على أن المشاركة في الاستقصاء العلمي تقتضي ليس فقط مهارة ولكن أيضا معرفة ما هو خاص بكل ممارسة، أيضًا الممارسات العلمية والهندسية تركز على ما يهدف إليه العلماء وليس ما يقومون به من عمليات فحسب. (Next Generation Science Standards, 2013b,1)

وفي ضوء ذلك التوجه، قامت الباحثة بدراسة استطلاعية هدفت تعرف مدى تناول أحد أبواب منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي (الكيمياء مركز العلوم) لبعض معايير التصميم الهندسي والممارسات العلمية والهندسية المرتبطة به، من حيث الأهداف والمحتوى والأنشطة العلمية ، وقد اتضح من نتائج الدراسة الاستطلاعية ما يلي:

- **أن أهداف الباب والدروس المتضمنة به تركز على الطريقة العلمية (الممارسات العلمية) مثل الاستنتاج والتحليل وتفسير البيانات وعمل رسومات دون الاهتمام بالتصميم الهندسي (الممارسات الهندسية).**
- **أن المحتوى العلمي للباب يتناول معياري طرح الأسئلة واستخدام التفكير الرياضي دون الاهتمام ببقية معايير التصميم الهندسي .**
- **أن الأنشطة العلمية بالباب تعتمد على التجريب واستخدام الطريقة العلمية ولا يوجد أي أنشطة قائمة على عملية التصميم الهندسي التي تهدف تطوير وبناء النماذج لحل المشكلات.**

أيضا دعت العديد من الدراسات إلى ضرورة تطوير مناهج العلوم في ضوء معايير العلوم للجيل القادم منها: دراسات كل من (Boesdorfer & Staude ,2016)، (سحر عبد الكريم، ٢٠١٧)،(عاصم عمر، ٢٠١٧) التي قدمت تصور لكيفية تطوير مناهج العلوم في ضوء معايير العلوم للجيل القادم، كما اهتمت دراسات كل من (تفيدة غانم، ٢٠١٥) و(محمد عبد الفتاح، ٢٠١٦) و (Kruse & Wilcox, 2017)، ودراسة (Chabalengula & Mumba, 2017) ضرورة الاهتمام بمجال التصميم الهندسي بما يتضمنه من ممارسات علمية وهندسية لدى الطلاب من خلال تدريس العلوم.

بناءً على الدراسات السابقة ونتيجة الدراسة الاستطلاعية، تتضح أهمية معايير التصميم الهندسي التي نادت بها معايير العلوم للجيل القادم NGSS كاتجاه جديد لتطوير المناهج، ومن ثم أمكن تحديد مشكلة الدراسة.

تحديد مشكلة الدراسة

تتحدد مشكلة الدراسة في ضعف تناول منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي لمجال التصميم الهندسي التي نادت بها معايير العلوم للجيل القادم NGSS ، وعليه فإن الدراسة الحالية تسعى للإجابة السؤال الرئيس الآتي:

كيف يمكن تطوير منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء مجال التصميم الهندسي لمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) وقياس أثره في تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب؟

ويتفرع من هذا السؤال الأسئلة الفرعية الآتية:

١. ما معايير مجال التصميم الهندسي التي ينبغي توافرها في منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS)؟

٢. ما الممارسات العلمية والهندسية التي ينبغي تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوي في ضوء معايير العلوم للجيل القادم ؟

٣. ما مدى توافر تلك معايير التصميم الهندسي في منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي؟
٤. ما التصور المقترح لتطوير محتوى منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء معايير مجال التصميم الهندسي؟
٥. ما فعالية تدريس وحدة "التصميم الهندسي في الكيمياء" في تنمية التحصيل لدى طلاب الصف الأول الثانوي؟
٦. ما فعالية تدريس وحدة "التصميم الهندسي في الكيمياء" في تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى طلاب الصف الأول الثانوي؟

أهمية الدراسة

١. الاستجابة لتوصية التربويين بضرورة الاهتمام بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) كأحد الاتجاهات الحديثة لتطوير مناهج العلوم .
٢. إفادة مطوري المناهج من خلال تقديم تصور مقترح لتطوير منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء مجال التصميم الهندسي.
٣. إفادة معلمي العلوم من خلال تقديم وحدة تعليمية توضح كيفية تصميم أنشطة قائمة على التصميم الهندسي وتسهم في تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدي طلابهم.
٤. مساعدة طلاب الصف الأول الثانوي في تنمية الممارسات العلمية والهندسية لديهم.

أهداف الدراسة

١. تحديد معايير مجال التصميم الهندسي التي ينبغي تضمينها في منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي.
٢. تعرف مدى تأكيد منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي على تلك المعايير بما تتضمنه من مفاهيم وأفكار وممارسات علمية وهندسية .
٣. وضع التصور المقترح لتطوير محتوى منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء معايير مجال التصميم الهندسي.
٤. قياس فعالية تدريس وحدة مقترحة "التصميم الهندسي في الكيمياء" في تنمية التحصيل والممارسات العلمية والهندسية لدى طلاب الصف الأول الثانوى في مادة الكيمياء.

حدود الدراسة

١. تحليل محتوى كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي – كتاب الطالب والأنشطة والتدريبات– بجمهورية مصر العربية لعام ٢٠١٦– ٢٠١٧ م في ضوء معايير مجال التصميم الهندسي.
٢. مجموعة من طلاب الصف الأول الثانوي بمدرسة الشهيد أحمد سامي الثانوية بنين بمحافظة بورسعيد.

٣. قياس فعالية وحدة مقترحة في " التصميم الهندسي في الكيمياء " في تنمية التحصيل والممارسات العلمية والهندسية لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

منهج الدراسة

١. المنهج الوصفي التحليلي Descriptive Research لوصف وتحليل الأدبيات ذات الصلة بمشكلة الدراسة وتحديد مدى توافر معايير التصميم الهندسي بمنهج الكيمياء، وتفسير ومناقشة النتائج.

٢. المنهج شبه التجريبي Quasi – Experimental Research الذي يبحث في أثر متغير مستقل على متغير تابع أو أكثر حيث يبحث قياس فعالية وحدة مقترحة في التصميم الهندسي كمتغير مستقل في تنمية التحصيل والممارسات العلمية والهندسية كمتغيرات تابعة، تصميم شبه التجريبي هو "تصميم المجموعة التجريبية الواحدة ذات القياس القبلي البعدي One Group Pre-Test, Post Test.

أدوات ومواد الدراسة

١. قائمة بمعايير مجال التصميم الهندسي في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) اللازم توافرها في منهج الكيمياء بالصف الأول الثانوي .

٢. قائمة الممارسات العلمية والهندسية اللازم تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوي في مادة الكيمياء.

٣. التصور المقترح لتطوير منهج الكيمياء للصف الأول الثانوى في ضوء مجال التصميم الهندسي لمعايير العلوم للجيل القادم .

٤. وحدة مقترحة في "التصميم الهندسي في الكيمياء" لطلاب الصف الأول الثانوي دراسي الكيمياء.

٥. دليل المعلم لتدريس وحدة " التصميم الهندسي في الكيمياء" للصف الأول الثانوي.

٦. اختبار تحصيل في وحدة " التصميم الهندسي في الكيمياء" لطلاب الصف الأول الثانوى.

٧. بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية لطلاب الصف الأول الثانوى .

مجتمع الدراسة وعينته

تمثل مجتمع الدراسة في طلاب الصف الأول الثانوي دارسي الكيمياء وتكونت العينة من طلاب الصف الأول الثانوي في مدرسة الشهيد أحمد سامي الثانوية بنين وعددهم (٢٩) طالبًا.

الأسلوب الإحصائي

اعتمدت المعالجة الإحصائية على برنامج SPSS باستخدام اختبار (ت) لقياس دلالة الفروق بين القياسين القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية .

مصطلحات الدراسة

تطوير المنهج Curriculum Development

يعرف أنه "تحسين وتحديث وإدخال تجديدات ومستحدثات على عناصر المنهج الدراسي بقصد تحسين العملية التربوية ورفع مستواها بحيث تصبح أكثر وفاءً وتحقيقاً للأهداف" (حسن شحاته وزينب النجار، ٢٠٠٣، ١٠٧).

معايير العلوم للجيل القادم Next Generation Science Standards (NGSS)

هي معايير جديدة لتعليم العلوم بفاعلية في القرن الحادي والعشرين، تركز على الهندسة والتكنولوجيا، وتشمل معايير محتوى العلوم من رياض الأطفال وحتى الصف الثاني عشر. ويقصد بها أنها "مجموعة من توقعات الأداء التي تصف ما ينبغي أن يعرفه الطلاب ويكونوا قادرين على القيام به في مجالات العلوم الفيزيائية وعلوم الفضاء والأرض وعلوم الحياة والهندسة والتكنولوجيا وتطبيقات العلوم، وذلك في كل صف دراسي بدءًا من رياض الأطفال وحتى الصف الثاني عشر". وقد وضعت هذه المعايير لتحسين تعليم العلوم لكل الطلاب واعدادهم للالتحاق بالكليات والمهن والمواطنة (بدرية حسانين، ٢٠١٦، ٤٠٠).

التصميم الهندسي Engineering Design

عبارة عن سلسلة منهجية من الخطوات التي يستخدمها مهندسون في خلق منتجات والعمليات الوظيفية. وهي العملية المتكررة التي يتم فيها تطبيق العلوم الأساسية والرياضيات والعلوم الهندسية لتحويل الموارد على النحو الأمثل لتحقيق هدف محدد. ومن بين العناصر الأساسية لعملية التصميم وضع الأهداف والمعايير والتركيب والتحليل والبناء والاختبار والتقييم. (Wikipedia, 2009).

الممارسات العلمية والهندسية Science and Engineering Practices

هي توقعات الأداء التي يجب أن يتمكن منها الطلاب كي يفهموا الأفكار العلمية والهندسية من خلال الانخراط في ممارسة عملية الاستقصاء العلمي والتصميم الهندسي. الممارسات العلمية تصف سلوكيات العلماء في الانخراط في الاستقصاء، وبناء النماذج والنظريات حول العالم الطبيعي، وتصف الممارسات الهندسية السلوكيات التي يستخدمها المهندسون في تصميم وبناء النماذج والنظم (National Research Council,2012, 54-76).

ويمكن تعريف الممارسات العلمية والهندسية إجرائيًا في الدراسة الحالية بأنه الممارسات العقلية والأدائية التي تستخدم لإنتاج نظام أو عملية أو منتج جديد يلبي حاجة معينة من مكونات بسيطة، مما يجعل المتعلمين قادرين على تقديم حلول مبتكرة لمشكلات العالم الواقعي مستقبلًا، والتي يمكن تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال تدريس مادة الكيمياء ويمكن قياسها من خلال بطاقة الملاحظة المعدة لهذا الغرض.

أدبيات الدراسة

أولاً: تطوير مناهج الكيمياء:

إن تطوير المنهج هو "إعادة النظر في جميع عناصر المنهج من الأهداف إلى التقويم ، كما يتناول جميع العوامل التي تتصل بالمنهج ، وتؤثر فيه ، وتتأثر به" (صلاح مصطفى، ٢٠٠٠، ١٧١) .

وعليه فإن خطة تطوير المنهج يجب أن تبدأ بتطوير الأهداف ؛ تحديداً وصياغة وتنويعاً ، وفي ضوء ذلك يعاد النظر في اختيار المحتوى بما يتضمنه من أنشطة بناء على مستجدات المادة العلمية، ثم يتم اختيار الوسائط التعليمية ومصادر التعلم وكذا طرق التدريس وأساليب التعليم والتعلم، وينتج عن ذلك تطوير في أساليب القياس والتقويم، بحيث تصبح قادرة على تقويم مقدار النمو الذي حققه كل تلميذ في مختلف المجالات العقلية والمهارية والوجدانية (حسن الخليفة ،٢٠٠٥، ٢٩٨).

ومن أهم أسباب الداعية لتطوير مناهج الكيمياء : تلافي نواحي القصور التي أظهرتها نتائج تقويم مناهج الكيمياء الحالية، ومواكبة التغيرات المجتمعية والثورات العلمية المتلاحقة والمستجدات التي طرأت في مجال الكيمياء رغبة في الارتقاء بواقع العملية التربوية، إبراز الدور الوظيفي للكيمياء، زيادة إيجابية الطالب في عملية التعليم والتعلم من خلال المشاركة في المهارات العملية والاستقصاء العلمي، أيضًا الاستجابة لنتائج البحوث والدراسات العلمية التي أكدت ضرورة تطوير المناهج (مركز تطوير المناهج والمواد التعليمية، ٢٠١٢، ١٢-١٣) .

ثانيًا: معايير العلوم للجيل القادم: (Next Generation Science Standards ,2013a)

هي معايير جديدة لتعليم العلوم وضعت لطلاب اليوم وللقوى العاملة في الغد، وتتميز بكونها غنية في المحتوى والممارسة، ورُتبت بطريقة متماسكة في مختلف التخصصات والدرجات لتوفير تعليم العلوم لجميع الطلاب، وتحقيق رؤية للتعليم في مجال العلوم والهندسة؛ ليتمكَّن الطلاب – وعلى مدى سنوات عديدة – من الدراسة بشكل فعَّال في الممارسات العلمية والهندسية، وتطبيق المفاهيم الشاملة والمتداخلة؛ لتعميق فهمهم للأفكار الرئيسة في هذه المجالات، حيث يتم دمج المحتوى والتطبيق بشكل يعكس مدى ممارسة العلم في العالم الحقيقي. وتستند NGSS على إطار ال K-12 لتعليم العلوم، والذي تم إعداده من قبل المجلس الوطني للبحوث National Research Council.

وتُعرف معايير العلوم للجيل القادم بأنها مسعى بين عدة ولايات أمريكية يهدف إلى ابتكار معايير جديدة تكون غنية في المحتوى والتطبيق، ومُرتبة بطريقةٍ متسقة عبر التخصصات والصفوف الدراسية من أجل إمداد الطلاب بتعليم عالمي المستوى للعلوم، وهي برنامج عملي لاستحداث معايير تعليمية جديدة غنية ومتماسكة، وشاملة لمختلف الموضوعات والمراحل الدراسية، توفر لجميع الطلبة مستوى تعليميًا مرجعيًا لائقًا. وتشارك في تطوير هذا المشروع ٢٦ ولاية أمريكية، إضافة إلى عدة جهات علمية منها: الرابطة الوطنية لمدرسي العلوم، والرابطة الأمريكية لتطوير العلوم، والمجلس الوطني

للبحوث. ويُدعى الجمهور أيضا إلى المشاركة في مراجعة المعايير وإبداء الرأي فيها إغناء لها من طريق التغذية المرتدة Feedback. وقد صدرت المسودة النهائية لهذه المعايير في شهر إبريل ٢٠١٣.

كيف تم تطوير معايير العلوم للجيل القادم؟ Next Generation Science Standards (2013a):

تم تطوير معايير العلوم للجيل القادم NGSS من خلال شراكة بين كل من المجلس القومي للبحوث (NRC) والجمعية الأمريكية لتقدم العلوم (AAAS) والرابطة القومية لمعلمي العلوم بأمريكا حيث شُكلت لجنة تتألف من ١٨ عضوًا تعكس تنوع وجهات النظر ومجموعة واسعة من الخبرات. وتضم اللجنة المهنيين في العلوم الطبيعية، والرياضيات، والهندسة، وعلم النفس المعرفي، التعليم والتعلم، والسياسة التعليمية وتنفيذها، والبحوث المتعلقة بتعلم العلوم في الفصول الدراسية، وممارسة تدريس العلوم، وتمت وفق الخطوات التالية:

أ- وضع إطار مفاهيمي للعلوم لـ K-12 من قبل الأكاديمية الوطنية للعلوم وتحديد الأفكار والممارسات في علوم الحياة والعلوم الفيزيائية، وعلوم الأرض والفضاء والهندسة والتكنولوجيا، فضلا عن المفاهيم الشاملة والممارسات حول المفاهيم التي ينبغي تطويرها والتي يجب أن يكون جميع الطلاب على دراية بها عند التخرج من المدرسة الثانوية.

ب-وضع معايير على أساس الإطار المفاهيمي، بالاشتراك مع مدرسي العلوم وخبراء من جميع أنحاء البلاد .

ت-مشاركة ست وعشرين ولاية في جهود تطوير NGSS، وكان هناك فترتين مفتوحة للتعليق وتقبل ردود الفعل على مشروع المعايير في أواخر ربيع عام ٢٠١٢ وثانية في الخريف من عام ٢٠١٢، بحلول أوائل عام ٢٠١٣ صدرت الوثيقة الرسمية لمعايير العلوم للجيل القادم.

لماذا معايير الجيل القادم لتعليم العلوم الآن؟ (Next Generation Science Standards, 2013a)

١-لقد مرت ١٥ عامًا منذ تم تنقيح معايير التربية العلمية. منذ ذلك الوقت، وكثير من السلف حدثت في مجالات العلوم وتعليم العلوم وكذلك المنافسة الاقتصادية.

٢-إن الولايات المتحدة لديها العديد من الطلاب الموهوبين K-12 ومع ذلك عدد قليل جدا من الطلاب الذين يدخلون STEM. حيث التخصصات والمهن في كل مستوى تحتاج ذوي شهادات ما بعد الثانوية إلى الدكتوراه. لذا هناك حاجة إلى معايير علمية جديدة لتحفيز وبناء برامج في STEM.

٣- لا يمكن إعداد الطلاب للكلية، والمهنة والمواطنة بنجاح إلا إذا تم وضع التوقعات والأهداف الصحيحة. حيث المعايير وحدها لا تقدم الأساس اللازم لاتخاذ القرارات المحلية في جميع أنحاء المناهج الدراسية، والتقييمات، والتعليمات.

٤- تنفيذ تحسين معايير العلوم K-12 وتحقيق أفضل إعداد لخريجي المدارس الثانوية حيث يتطلب الاستمرار بالكلية والتوظيف امتلاك مهارات قوية، مثل التفكير الناقد والاستقصاء القائم على حل مشكلة .

الأبعاد الثلاثة لتعليم العلوم للجيل القادم (Next Generation Science Standards ,2016a)

أوصت اللجنة بأن يقوم تعليم العلوم في الصفوف K-12 على ثلاثة أبعاد رئيسة هي:

- **البعد الأول: الممارسات العلمية والهندسية Science and Engineering Practices**

تصف الممارسات العلمية سلوكيات العلماء في الانخراط في الاستقصاء، وبناء النماذج والنظريات حول العالم الطبيعي، وتصف الممارسات الهندسية السلوكيات التي يستخدمها المهندسون في تصميم وبناء النماذج والنظم. ويؤكد هذا البعد على استخدام مصطلح "ممارسات" بدلا من مصطلح "مهارات" للتأكيد على أن المشاركة في الاستقصاء العلمي يقتضي ليس فقط مهارة ولكن أيضا المعرفة التي تخص كل ممارسة. وتوسيع ما هو المقصود بـ "الاستقصاء" في العلم ليتضمن مجموعة من الممارسات المعرفية والاجتماعية والمادية.

- **البعد الثاني: المفاهيم الشاملة Crosscutting concepts**

المفاهيم الشاملة لها تطبيق في جميع المجالات من العلوم، فهي وسيلة لربط مختلف المجالات العلمية. وهي تشمل: الأنماط، التشابه، والتنوع، السبب والنتيجة، الحجم، النسبة والكمية، النظم ونماذج النظام، الطاقة والمادة، التركيب والوظيفة، الثبات والتغير، ويؤكد الإطار أن هناك حاجة إلى تعلم تلك المفاهيم بشكل صريح للطلاب لأنها توفر مخطط تنظيمي مترابط من مجالات العلم المختلفة في رؤية متماسكة وقائمة على أساس علمي لهذه المفاهيم.

- **البعد الثالث: الأفكار الأساسية Disciplinary Core Ideas**

هي الأفكار الرئيسة Disciplinary Core Ideas (DCIS) في العلوم التي لها أهمية واسعة داخل أو عبر عدة تخصصات في العلوم أو الهندسة. وتبني هذه الأفكار الأساسية على بعضها البعض كلما تقدم الطلاب من خلال مستويات التعليم ويتم تجميعها في المجالات الأربعة التالية: العلوم الفيزيائية، علوم الحياة، علوم الأرض والفضاء، والتصميم الهندسي. وتركز الأفكار الأساسية على أهم جوانب مناهج العلوم الدراسية من K-1 ، والتدريس والتقييم. ينبغي أن يجتمع في هذه الأفكار اثنان على الأقل من المعايير التالية:

١- أن تكون ذات أهمية واسعة ومتعددة لمفاهيم العلوم والهندسة أو يكون هناك مفهوم رئيس تنتظم حوله.

٢- توفر أداة رئيسة لفهم أو استقصاء الأفكار الأكثر تعقيدًا وحل المشكلات.

٣- أن تتعلق بمصالح وتجارب من حياة الطلاب أو أن تكون متصلة بالمخاوف الاجتماعية أو الشخصية التي تتطلب المعرفة العلمية أو التكنولوجية.

٤- أن تكون قابلة للتعليم وللتعلم على درجات متعددة مع زيادة مستويات من العمق والتعقيد.

(Next Generation Science Standards, 2016a)

ولدعم تعلم الطلاب في العلوم والهندسة ذات المغزى، يتعين على جميع الأبعاد الثلاثة دمجها لتكون المعيار، والمناهج الدراسية، والتعليم، والتقييم، ومن شأن معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) في المدارس أن تغير من دور كل من الطالب، والمعلم، وتؤدي الى استخدام طرق تدريس حديثة ومتنوعة تشجع الطالب على الاستكشاف العلمي والتجريب، حيث يجب على الطلاب أن يتساءلون ويكتشفون ويناقشون الحلول المحتملة ويجربون مفاهيم العلوم ويقومون بالمجادلات ويكونون نشطين في عملية التعلم (الشبيبة، ٢٠١٥).

وقد اهتمت بعض الدراسات بمعايير العلوم للجيل القادم NGSS، منها : دراسة (Boesdorfer & Staude ,2016) التي هدفت مساعدة المعلمين على إجراء تغييرات في ممارستهم التدريسية في ضوء متطلبات معايير العلوم الجيل القادم NGSS ، وتقييم ما يفعلونه في فصولهم قبل اعتماد NGSS مباشرة. ولتحقيق ذلك تم توزيع استبيان على شبكة الإنترنت على معلمي الكيمياء في المدارس الثانوية لفهم ممارساتهم التعليمية قبل اعتماد نظام NGSS كمعايير حكومية. قدمت الدراسة نتائج تتعلق بمحتوى الكيمياء والعلوم والهندسة والممارسات العلمية والهندسية التي تدرس حاليًا في الكيمياء. وناقشت الثغرات في ممارسات التدريس الحالية من حيث صلتها بالمعايير.

ودراسة (غازي رواقة، وأمل المومني، ٢٠١٦) التي هدفت تضمين معايير العلوم للجيل الجديد (NGSS) لمحتوى الوراثة لطلبة الصف الثامن الأساسي في الأردن، ولتحقيق ذلك جري استخدام مرتكزات معايير (NGSS). ونموذج مقترح للمواءمة بين المحتوى وتلك المعايير في تصميم المحتوى وبنائه في صورة مقياس رباعي. وتم تطبيقه على عينة تكونت من (١٣) خبيرًا من المتخصصين في مناهج العلوم وطرق تدريسها في الأردن. وبينت النتائج أن درجة التضمين تبلغ (٨٤%) وهي تعد نسبة عالية.

وفي دراسة (عاصم عمر، ٢٠١٧) التي هدفت تقويم محتوى مناهج علوم الحياة (علم الأحياء، العلوم البيئية) بالمرحلة الثانوية في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS)، وقد تم إعداد أداة

التحليل وضبطها وأسفرت النتائج عن توافر معايير العلوم للجيل القادم لموضوع التركيب والوظيفة بدرجة كبيرة في محتوى مناهج علوم الحياة، بينما معايير موضوع المواد والطاقة في الكائنات الحية والنظم البيئية ومعايير موضوع الوراثة وتنوع الصفات بدرجة متوسطة، في حين لم تتوافر معايير موضوع العلاقات المتبادلة في النظم البيئية وموضوع الانتخاب الطبيعي. وقد أعدت الدراسة تصور مقترح لتطوير مناهج علوم الحياة في ضوء تلك المعايير.

وهدفت دراسة (سحر عبد الكريم، ٢٠١٧) إلى إعداد برنامج تدريبي قائم علي معايير العلوم للجيل الجديد (NGSS) لتنمية الفهم العميق ومهارات الاستقصاء العلمي والجدل العلمي لدى معلمي العلوم في المرحلة الابتدائية ، وتكونت عينة الدراسة من ١٢ معلمًا، وأشارت النتائج إلى أن البرنامج التدريبي كان له تأثير فعال علي تنمية الفهم العميق ومهارات الاستقصاء العلمي والجدل العلمي لدي معلمي العلوم في المرحلة الابتدائية .

ثالثا: التصميم الهندسي

لقد اهتمت معايير العلوم للجيل القادم NGSS بتجميع الأبعاد الثلاثة لتعليم العلوم في أربعة مجالات: العلوم الفيزيائية. علوم الحياة. الأرض وعلوم الفضاء، التصميم الهندسي، وعلى الرغم من أن التصميم الهندسي يشبه البحث العلمي، ولكن هناك اختلافات بينهما. على سبيل المثال، البحث العلمي ينطوي على صياغة سؤال الذي يمكن الإجابة عليه من خلال الاستقصاء، في حين أن التصميم الهندسي ينطوي على صياغة مشكلة يمكن حلها من خلال التصميم. وتعزيز الجوانب الهندسية لمعايير العلوم للجيل القادم توضح للطلاب أهمية العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (مجالات STEM الأربعة) في الحياة اليومية (Next Generation Science Standards ,2016a).

فالمهندسون والمصممون يستخدموا عملية التصميم الهندسي؛ من أجل حل المشكلة عن طريق إنشاء منتجات أو أنظمة أو بيئات جديدة، وهي سلسلة من الخطوات التي يتبعها المهندسون من أجل التوصل إلى حل للمشكلة. حيث يتضمن الحل تصميم منتج (مثل آلة أو رمز الكمبيوتر) التي تلبي معايير معينة وينجز مهمة معينة. فعملية التصميم هي منهجية استراتيجية تعمل على حل مشكلة ما عن طريق اتباع معايير وشروط محددة لإيجاد حلول كثيرة ممكنة للمشكلات والاحتياجات الإنسانية، كما تعمل عملية التصميم على اختصار هذه الحلول إلى حل واحد يمكن تنفيذه . فالتصميم الهندسي هو مجموعة من الخطوات التي تتم من أجل إخراج منتج جديد أو نظام جديد أكثر كفاءة لتلبية حاجة المستخدم (ويكبيديا الموسوعة الحرة، ٢٠١٧).

خطوات التصميم الهندسي

هناك خطوات عامة في عملية التصميم الهندسي وهي :

١. تعريف المشكلة

٢. تحديد أسس التصميم والقيود

٣. العصف الذهني (التفكير) لإيجاد الحلول

٤. توليد الأفكار

٥. استعراض إمكانية التنفيذ

٦. اختيار الحل الأمثل

٧. إنشاء نموذج تجريبي

٨. تحسين التصميم (ويكبيديا الموسوعة الحرة، ٢٠١٧).

التصميم الهندسي عبر المراحل الدراسية (National Research Council,2012, 72)

أحيانًا يكون الأطفال مهندسين طبيعيين. فهم يقومون بعفوية ببناء القلاع الرملية، وبيوت الدمى، ويستخدموا مجموعة متنوعة من الأدوات والمواد لأغراض اللعب، وبالتالي فإن نشاط المدرسة الابتدائية هو تحدي للأطفال لاستخدام الأدوات والمواد المقدمة في الصف لحل تحد معين، مثل بناء جسر من الورق واختباره. ويمكن بعد ذلك تعزيز قدرات الأطفال على تصميم الهياكل من خلال اعطائهم اهتمام لنقاط الفشل وطلب منهم إنشاء واختبار وإعادة تصميم الجسر بحيث يكون أقوى. وعلاوة على ذلك، ينبغي ألا تقتصر أنشطة التصميم على الهندسة الإنشائية فحسب، بل ينبغي أن تشمل أيضا مشاريع تعكس مجالات أخرى للهندسة مثل تصميم منتج أو نظام أو آلة أو برنامج.

من المفيد إشراك الطلاب في مشاريع التصميم الهندسي التي يتوقع منهم تطبيق ما تعلموه في العلوم، ويكون لديهم فرص لتخطيط وتنفيذ مشاريع التصميم الهندسي التي تحدد المشكلات من حيث المعايير والقيود، والبحث في المشكلة لتعميق المعرفة ذات الصلة، وتوليد واختبار الحلول الممكنة، وصقل حلولها من خلال إعادة تصميم.

على مستوى المدرسة الثانوية، يمكن للطلاب القيام بمشاريع التصميم الهندسي الأكثر تعقيدًا والمتعلقة بالقضايا المحلية والوطنية أو العالمية الكبرى. وينبغي زيادة التركيز على البحث في طبيعة المشكلات المعطاة، وعلى استعراض الحلول الأخرى المقترحة، وعلى موازنة نقاط القوة والضعف في البدائل المختلفة، وعلى الآثار غير المتوقعة. (National Research Council,2012,71)

التصميم الهندسي ومصطلحات متداخلة

- **التصميم الهندسي والمنهج العلمي: العلم يتعلق بالمعرفة أما الهندسة تتعلق بالفعل والإنتاج، ويستخدم العلماء المنهج العلمي لجمع الأدلة حول مشكلة. وبالمثل، يستخدم المهندسون عملية**

التصميم الهندسي لحل مشكلة أو تطوير منتج جديد وبذلك فالمنهج العلمي هو العملية التي يستخدمها العلماء للحصول على رؤى حول العالم الطبيعي. أما التصميم الهندسي هو الطريقة التي يتم بها تطبيق مبادئ العلوم والرياضيات والتصميم لإيجاد حلول للمشاكل أو المنتجات (Gray, 2017b) .

- **التصميم الهندسي والتصميم التكنولوجي: التصميم التكنولوجي والتصميم الهندسي متشابهان جدا، وغالبًا ما يتم الخلط بين المصطلحين مع بعضها البعض، وجه التشابه بينهما أن كلاهما يعتمد على :. التكرارية، اتباع المعايير والقيود، منهجية الاختبار، الابتكار، الوصول للنتائج، أما أوجه الاختلاف هي:**

١. أن التصميم الهندسي ليس مهنة ولكن عملية تستخدم لتصميم حلول للمشكلات التكنولوجية.

٢. التصميم الهندسي يستخدم الرياضيات والعلوم للمساعدة في حل المشكلات أما التصميم التكنولوجي هو مزيد من التجربة والخطأ.

٣. غالبًا ما يبني المهندسون نموذجًا لاختبار أفكارهم. في حين يتم صقل العديد من التصاميم التكنولوجية على مدى فترة طويلة من الزمن.

٤. يستند التصميم التكنولوجي إلى متطلبات معينة يجب أن تستوفي معايير ومعوقات معينة مثل الحجم والوزن والتكلفة والوظيفة، ويضاف للتصميم الهندسي مراعاة الجماليات والتأثير الاجتماعي والاقتصادي للتصميم (Gray, 2017b).

وقد اهتمت بعض الدراسات بتنمية التصميم الهندسي والتكنولوجي من خلال مناهج العلوم ومنها : دراسة (تفيدة غانم، ٢٠١٥) التي أعدت وحدة مقترحة في التكنولوجيا الخضراء قائمة على عملية التصميم التكنولوجي وفاعليتها في تنمية مهارات تصميم النماذج التكنولوجية واتخاذ القرار في مقرر العلوم البيئية لطلاب الصف الثالث الثانوي، حيث حددت خمسة مهارات للتصميم التكنولوجي هي: تكوين رؤية عن نموذج التصميم ، وصف، صنع، اختبار نموذج التصميم، تقويم النموذج وتعديله، وأعدت لذلك بطاقة ملاحظة مهارات التصميم التكنولوجي، وتكونت العينة من (١٦) طالبًا، وأشارت النتائج أن الوحدة كانت ذات فاعلية عالية في تنمية مهارات التصميم التكنولوجي.

كما اهتمت دراسة (محمد عبد الفتاح، ٢٠١٦) بإعداد برنامج STEM مقترح في العلوم للمرحلة الابتدائية لتنمية مهارات التصميم التكنولوجي والميول العلمية، تم إعداد مقياس مهارات التصميم التكنولوجي تكون من خمس أبعاد هي: الشعور بالمشكلة، تحديد المشكلة، إنتاج الأفكار، التصميم

الأولي، التصميم النهائي، وتكونت العينة من (٣٠) تلميذًا، وأشارت النتائج لفاعلية البرنامج في تنمية مهارات التصميم التكنولوجي.

كما هدفت دراسة (Chabalengula & Mumba, 2017) بتحليل تسعة برامج تعليمية هندسية وضعت للتدريس للمراحل المختلفة K-12 لطبيعة ومدى تغطية مهارات التصميم الهندسي. وأظهرت النتائج أن مهارات التصميم الهندسي المغطاة بدرجة عالية هي: تطوير الحلول الممكنة والتصميم الفعلي للنماذج؛ أما مهارات تحديد أهداف واضحة وتحديد المعايير والقيود لقيت تغطية متوسطة؛ في حين أن مهارات: تحديد المشكلة الهندسية؛ تحسين حل التصميم. وإظهار كيف يعمل النموذج الأولي، وعمل التكرارات لتحسين التصاميم كانت منخفضة التغطية، وكانت هذه النتائج متشابهة عبر مستويات الصفوف وعبر مواد المناهج الدراسية الخاصة بالتخصص.

وناقشت دراسة (Kruse & Wilcox, 2017) مشروع تصميم استخدمه الباحثون مع طلاب المرحلة الابتدائية العليا (الصفوف ٤-٦). وهم يلاحظون الطرق لإشراك الطلاب في التفكير الفلسفي حول التكنولوجيا لتلبية نتائج التصميم الهندسي في معايير العلوم الجيل القادم NGSS من خلال طلب الطلاب للتفكير في تصاميمهم، أشارت النتائج أن المشروع شجع التلاميذ على فهم أعمق للممارسات العلمية والهندسية وعمق الثقافة التكنولوجية لديهم.

كما اهتمت دراسة (Maeng, et al, 2017) ببحث كيفية دمج معلمي المرحلة الابتدائية لمبادئ التصميم الهندسي في تعليمهم للعلوم بعد برامج التطوير، وتضمنت مجموعة الدراسة ٢١٩ معلما من ٨٣ مدرسة في ولاية وسط المحيط الأطلسي. وقد تم تحليل مصادر البيانات وتتضمن نظرة عامة على الدروس وملاحظات الفصول الدراسية المسجلة بالفيديو، لتحديد كيفية دمج المعلمين للتصميم الهندسي كميا ونوعيا بعد حضور برامج التطوير المهني. أشارت النتائج إلى عدد أكبر من المشاركين الذين حضروا البرنامج (٥٥٪) دمجوا التصميم الهندسي وأجرى طلابهم البحوث واختبروا التصاميم الأولية.

رابعًا: الممارسات العلمية والهندسية Science and Engineering Practices

طرحت معايير العلوم للجيل القادم إطار عام لتعليم العلوم ثلاثي الأبعاد، البعد الأول يمثل الممارسات العلمية والهندسية، وهي عبارة عن ثماني ممارسات رئيسة ويتفرع منها عدد من مؤشرات الأداء اللازمة تنميتها لدى التلاميذ من الصف الأول إلى الثاني عشر من خلال تدريس العلوم، وقد تم تقسيمها على أربعة مستويات متدرجة من حيث الصعوبة مقارنة بالصف وهي رياض الأطفال من الصف الثالث إلى الخامس ومن الصف السادس إلى الثامن، ومن الصف التاسع إلى الثاني عشر .

وتتضمن هذه الممارسات مجموعة من المعايير وتوقعات الأداء التي تتماشى مع الإطار ويجب أن تأخذ في الاعتبار أن الطلاب لا يمكن أن يفهموا الأفكار العلمية والهندسية تماما دون الانخراط في

ممارسات الاستقصاء والتواصل التي يتم من خلالها تطوير مثل هذه الأفكار وصقلها. وفي الوقت نفسه، فإنها لا يمكن أن يتعلم أو يُظهر الكفاءة في الممارسات إلا في سياق محتوى معين وتتضمن تلك الممارسات ما يلي: (Next Generation Science Standards, 2013b,4-15) (National Research Council,2012, 54-76)

الممارسة (١): طرح الأسئلة وتحديد المشكلات

تعنى أن يكون لدى الطلاب في أي مستوى القدرة على طرح الأسئلة من بعضها البعض عن الموضوعات العلمية التي يقرأونها، ويلاحظوا الظواهر ، ويستخلصوا الاستنتاجات من خلال النماذج الهندسية أو الاستقصاءات العلمية، وطرح الأسئلة لتحديد المشكلة المراد حلها وانتزاع الأفكار التي تؤدي إلى لحلها .

حيث تهتم الممارسات العلمية بطرح الأسئلة التي تؤدي إلى وصف وتعليل الكيفية التي يعمل بها العالم الطبيعي، وعمل التصميم الذي يمكن اختباره تجريبيًا. وتوضيح المشكلات لتحديد معايير الحلول الناجحة وتحديد العوائق التي تعترض حل مشكلات العالم.

فيجب على الطلاب أن يكونوا قادرين على طرح أسئلة حول النصوص التي يقرأونها، وسمات الظواهر التي يلاحظونها، والاستنتاجات التي يستخلصونها من الاستقصاءات العلمية. وبالنسبة للهندسة، ينبغي أن يطرحوا أسئلة لتحديد المشكلة التي يتعين حلها واستخلاص الأفكار التي تؤدي إلى القيود والمواصفات الخاصة بحلها. ومع تقدمهم في الصفوف، ينبغي أن تصبح أسئلتهم أكثر أهمية وتركيزًا وتطورًا. وسيتطلب تسهيل مثل هذا التطور ثقافة الفصول الدراسية التي تحترم وتقدر الأسئلة الجيدة، والتي توفر للطلاب الفرص لصقل أسئلتهم، والتي تتضمن تدريس استراتيجيات استجواب فعالة في جميع مستويات الصف. كنتيجة لـذلك سيصبح الطلاب أكثر كفاءة في طرح الأسئلة التي تطلب الأدلة التجريبية ذات الصلة؛ وتسعى إلى صقل نموذج أو تفسير مشكلة هندسية (National Research Council,2012,56).

الممارسة (٢): تطوير واستخدام النماذج

تعني استخدام العديد من النماذج التي تقدم للطلاب من صور ملموسة أو نماذج مصغرة مجسمة (على سبيل المثال، سيارة لعبة) لتمثيل العلاقات الأكثر تجريدًا مثل الرسم البياني الذي يمثل نظام معين. حيث استخدام وبناء النماذج والأدوات في ممارسات العلم والهندسة يكون مفيد في تمثيل الأفكار والتفسيرات. وتشمل هذه الأدوات: المخططات والرسومات ونماذج المحاكاة المادية، والتمثيلات الرياضية، والقياس، والمحاكاة الحاسوبية. واستخدم أدوات النمذجة لتطوير الأسئلة والتنبؤات والتفسيرات وتحليل وتحديد العيوب في النظم؛ واستخدم نماذج لبناء ومراجعة التفسيرات العلمية والنظم الهندسية المقترحة، واستخدم القياسات والملاحظات لمراجعة النماذج والتصاميم.

ويمكن أن تبدأ النمذجة في المراحل الأولى للتلاميذ، وتتقدم نماذج الطلاب من "الصور" الملموسة والنماذج الرياضية (على سبيل المثال، سيارة لعبة) إلى تمثيلات أكثر تجريدًا للعلاقات، مثل رسم بياني يمثل القوة على جسم معين في النظام. يجب أن يطلب من الطلاب استخدام الرسوم البيانية والخرائط والنماذج المجردة الأخرى كأدوات تمكنهم من تفصيل أفكارهم أو نتائجهم وتقديمها للآخرين . وينبغي تشجيع الطلاب على وضع تصورات بيانية مصورة وبسيطة لنتائج الاستقصاءات التي أجراها واستخدام هذه النماذج في تطوير تفسيراتهم لما حدث، وينبغي استخدام أنواع أكثر تعقيدا من النماذج عبر الصفوف، سواء في طرق التدريس أو المناهج الدراسية، ومع تقدم الطلاب من خلال تعليمهم العلمي (National Research Council,2012,58).

الممارسة (٣): التخطيط وإجراء الاستقصاء

تعني أن يكون لدى الطلاب فرصًا لتخطيط وتنفيذ عدة أنواع مختلفة من الاستقصاءات من الصف K-12 على جميع المستويات، فينبغي المشاركة في الاستقصاء المنظم من قبل المعلم من أجل إثارة قضية أو سؤال لا يمكن للطلاب استكشافه بمفردهم، حيث يقوم العلماء والمهندسين بتخطيط وإجراء الاستقصاء في الميدان أو المختبر بشكل جماعي أو فردي. وتكون استقصاءاتهم منهجية وتتطلب توضيح للبيانات والتعرف على المتغيرات. الاستقصاءات الهندسية تتطلب تحديد فعالية وكفاءة، ومتانة التصاميم في ظل ظروف مختلفة.

فيجب أن يكون لدى الطلاب الفرص لتخطيط وتنفيذ عدة أنواع مختلفة من الاستقصاءات وعندما يصبح الطلاب أكثر تطورا، ينبغي أن تتاح لهم الفرص ليس فقط لتحديد المسائل التي يتعين بحثها بل أيضا لتحديد ما البيانات التي يتعين جمعها، وما المتغيرات التي ينبغي التحكم فيها، وما الأدوات اللازمة لجمع البيانات وتسجيلها، وينبغي أن يُطلب من الطلاب الأكبر سنا أن يضعوا فرضية تتنبأ بنتيجة معينة وأن تفسر أسبابهم وتبرر اختيارهم. في المدرسة الثانوية، يجب أن تستند أي فرضية إلى نموذج أو نظرية متطورة (National Research Council,2012,61) .

الممارسة (٤): تحليل وتفسير البيانات

تعني تقديم البيانات في شكل يمكن أن يكشف عن الأنماط والعلاقات التي تسمح بإرسال النتائج للآخرين. لأن البيانات الخام لها معنى بسيط، فتنظيم وتفسير البيانات ممارسة رئيسة للعلماء تم من خلال التبويب والرسوم البيانية والتحليل الإحصائي. والتحليل يبرز معنى البيانات وهي تستخدم كدليل للمهندسين لاتخاذ قرارات بناء على أدلة. حيث عمل المهندسين نادرا ما يعتمد على التجربة والخطأ. بل على التحليل والتصميم عن طريق إنشاء نموذج وجمع بيانات شاملة حول كيفية تنفيذه، بما في ذلك تحت الظروف القاسية. تحليل البيانات يساعد في التنبؤ وتقييم الأداء وتوضيح المشكلات، وتحديد الجدوى الاقتصادية وتقييم البدائل.

ويحتاج الطلاب إلى الدعم لتسجيل الملاحظات، في صورة رسومات، كلمات، أرقام، ومشاركتها مع الآخرين. وعندما ينخرطون في البحث العلمي بشكل أعمق، ينبغي أن يبدأوا في جمع البيانات الفئوية أو العددية لعرضها في أشكال يسهل ترجمتها الشفوية، مثل الجداول والرسوم البيانية. وينبغي إدخال الحواسيب والأدوات الرقمية الأخرى كوسيلة لتمكين هذه الممارسة. في المدرسة الثانوية، تصبح الاستقصاءات أكثر تعقيدًا، وتحتاج إلى تقنيات إضافية لعرض وتحليل البيانات، مثل تبويب الجداول للتعبير عن العلاقة بين متغيرين. وينبغي مساعدة الطلاب استكشاف أكثر من طريقة لعرض بياناتهم. وتوفير فرص لاستخدام الرياضيات والإحصاءات لتحليل ملامح البيانات مثل التباين.

الممارسة (٥): استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي

تعني تطبيق الرياضيات والتفكير الحسابي في العلوم والهندسة معا، من خلال توضيح كيف يطبق المهندسون النموذج الرياضي للنظريات العلمية، وأيضا كيف يتمكن العلماء من استخدام تكنولوجيا معلومات قوية مصممة من قبل المهندسين. ففي كل من العلوم والهندسة هناك أدوات أساسية لتمثيل المتغيرات المادية وعلاقاتهم. فهي تستخدم مجموعة من المهام مثل بناء المحاكاة، حل المعادلات، وتطبيق العلاقات الكمية. حيث تمكن الطرق الرياضية والحسابية العلماء والمهندسين من التنبؤ بسلوك الأنظمة واختبار صحة هذه التنبؤات.

فزيادة إلمام الطلبة بدور الرياضيات في العلوم أمر أساسي لتطوير فهم أعمق لكيفية عمل العلوم. عندما يتعلم الطلاب العد، فإنها يمكن أن تبدأ باستخدام أرقام للعثور على أو وصف أنماط في الطبيعة. وفي مستويات الصفوف، ينبغي أن يتعلموا استخدام أدوات لقياس المتغيرات التي تمثل بمقياس رقمي مستمر مثل موازين الحرارة ، وتطبيق الرياضيات على استيفاء القيم، وتحديد السمات والحد الأدنى، والوسيط، والمتوسط لمجموعات البيانات البسيطة.

أيضا يتم التعبير عن العلاقات باستخدام الكلمات أولا ومن ثم الرموز الجبرية – على سبيل المثال، السرعة تساوي المسافة المقطوعة مضروبا في الوقت المنقضي إلى s= v*t. يجب أن يكون لدى الطلاب فرص لاستكشاف كيف يمكن استخدام مثل هذه التمثيلات الرمزية لتمثيل البيانات، والتنبؤ بالنتائج، ولاستخلاص المزيد من العلاقات باستخدام الرياضيات. يجب على الطلاب اكتساب الخبرة في استخدام أجهزة الحاسوب لتسجيل القياسات ولتحويل البيانات الخاصة بهم بين مختلف الأشكال الجدولية والرسوم البيانية، وبالتالي المساعدة في تحديد الأنماط. (National Research Council,2012,67)

الممارسة (٦): بناء تفسيرات وتصميم الحلول

تعني توضيح أن الهدف من العلم هو بناء النظريات التي تقدم تفسيرات منطقية للظواهر في العالم. وأن النظرية تصبح مقبولة عندما يكون لديها أدلة تجريبية وزيادة القدرة التفسيرية للظواهر

بصورة أكبر من النظريات السابقة، وفيها يطلب من الطلاب إثبات فهمهم للآثار المترتبة على فكرة علمية من خلال تطوير تفسيراتهم للظواهر، سواء بناء على الملاحظات التي قاموا بها أو النماذج التي وضعوا، فالنتاجات النهائية للعلم هي التفسير والنتاجات النهائية للهندسة هي الحلول، والهندسة هدفها تطوير وتصميم الحلول وليس التفسير، وتتضمن عملية التصميم تحديد القيود ومعايير الصفات المطلوبة من الحل، ووضع خطة تصميم وإنتاج واختبار النماذج، واختيار من بين ميزات التصميم البديلة لتحسين تحقق معايير التصميم، وتكرار تصميم الأفكار القائمة على أداء نموذج أولي أو المحاكاة.

ويحتاج الطلاب إلى فرص للمشاركة في بناء ونقد التفسيرات. وينبغي تشجيعهم على تطوير تفسيرات لما يلاحظونه عند إجراء استقصاءاتهم وتقييم تفسيراتهم من أجل الاتساق مع الأدلة.

إن إشراك الطلاب في التفسيرات العلمية القياسية للعالم، ومساعدتهم على اكتساب فهم للأفكار الرئيسة التي طورها العلم، هو جانب رئيس من جوانب تعليم العلوم. ويجب مطالبة الطلاب بإثبات فهمهم للآثار المترتبة على فكرة علمية من خلال تطوير تفسيراتهم للظواهر، سواء على أساس الملاحظات التي قاموا بها أو النماذج التي طوروها، (National Research Council,2012,69).

الممارسة (٧): الاشتراك في الحجة القائمة على الأدلة

تعني أن دراسة العلوم والهندسة يجب أن تنتج شعورًا عمليًا بالحجة اللازمة للنهوض والدفاع عن فكرة جديدة أو تفسيرًا لظاهرة. ومن هذا المنطلق، يجب على الطلاب توضيح كيف بنوا التفسيرات، والدفاع عن تفسيراتهم في ضوء البيانات المرتبطة بها، والجدال هو العملية التي من خلالها يتم التوصل إلى الاستنتاجات والحلول المستندة إلى الأدلة. في العلوم والهندسة تكون الحجة المبنية على الأدلة ضرورية لتحديد أفضل تفسير لظاهرة طبيعية أو أفضل تصميم لحل مشكلة. ويستخدم العلماء والمهندسين الحجج في المقارنة، وتقييم الأفكار. ويتشارك العلماء والمهندسين في الجدال عند كل من : استقصاء ظاهرة ما، اختبار التصميم، طرح أسئلة حول القياسات، بناء نماذج البيانات، استخدام الأدلة لتقييم المطالبات.

وينبغي أن تؤدي دراسة العلوم والهندسة إلى إحساس بعملية الحجة اللازمة للنهوض بالدفاع عن فكرة جديدة أو تفسير ظاهرة ما أو تفسيرها، إن تعلم الجدل العلمي يقدم للطلاب ليس فقط فرصة لاستخدام معرفتهم العلمية في تبرير تفسير وفي تحديد نقاط الضعف في حجج الآخرين ولكن أيضا لبناء معارفهم وفهمهم. يمكن للطلاب أن يبدأوا من خلال بناء حجة لتفسيرهم الخاص بالظواهر التي يلاحظونها وأي بيانات يجمعونها. ومع نمو قدرتهم على بناء الحجج العلمية، يمكنهم الاعتماد على مجموعة من الأسباب أو الأدلة، بحيث تصبح حججهم أكثر تطورا. وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي أن

يتوقع منهم أن يميزوا ما جوانب الأدلة التي يحتمل أن تكون مهمة لدعم أو دحض حجة معينة (National Research Council,2012,74).

الممارسة (٨): الحصول على وتقييم وتوصيل المعلومات

تعني أن تعليم العلوم والهندسة يحتاج إلى تطوير قدرة الطلاب على القراءة وإنتاج النص، حيث كل درس في العلوم أو الهندسة هو في جزء من درس في اللغة، وخاصة القراءة ويعد إنتاج أنواع من النصوص جزءا من العلوم والهندسة. فيجب أن يكون العلماء والمهندسين قادرين على التواصل بشكل واضح ومقنع عن الأفكار والأساليب التي ابتكروها. ولديهم القدرة على نقد وتوصيل الأفكار بشكل فردي أو جماعي. ويمكن أن يتم إيصال المعلومات والأفكار بطرق متعددة: استخدام الجداول والرسوم البيانية والرسوم البيانية والنماذج والمعادلات وكذلك التواصل الشفهي أو الكتابي، ومن خلال المناقشات الموسعة. وعلى العلماء والمهندسين توظيف مصادر متعددة للحصول على المعلومات التي يتم استخدامها لتقييم الكفاءة وتأكيد صحة الادعاءات والأساليب والتصاميم.

ويحتاج الطلاب إلى ممارسة مستمرة ودعم لتطوير القدرة على استخراج معنى النص العلمي من الكتب والتقارير الإعلامية، والأشكال الأخرى من الاتصالات العلمية، منذ بداية تعليمهم العلمي، يجب أن يطلب من الطلاب المشاركة في التواصل العلمي، وخاصة فيما يتعلق بالاستقصاءات والملاحظات التي يقومون بها، يحتاج الطلاب إلى فرص للتعامل مع النص وتحديد معالمه الرئيسة، وينبغي تشجيعهم على إنشاء المخططات وتمثيل البيانات والملاحظات والجداول مع النص المكتوب، وإعداد تقارير أو ملصقات تعرض أعمالهم على الآخرين. وقراءة وكتابة المزيد من النصوص، وأنواع معينة من النص العلمي مثل تقرير استقصاء، شرح الحجج الداعمة، إجراء تجريبي ، أيضا يجب أن تتاح للطالب فرصا للدخول في نقاش حول الملاحظات والتفسيرات وتقديم عروض شفوية عن نتائجهم واستنتاجاتهم، فضلا عن المشاركة في الخطاب المناسب مع الطلاب الآخرين من خلال طرح الأسئلة ومناقشة القضايا المثارة في هذه العروض، لأن اللغة المنطوقة من مثل هذه المناقشات والعروض هي بعيدة كل البعد عن لغتهم اليومية (National Research Council,2012,77).

أهمية تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدي الطلاب

إن الانخراط في الممارسات العلمية يساعد الطلاب على فهم كيفية تطور المعرفة العلمية؛ فإن مثل هذه المشاركة المباشرة تمنحهم تقدير مجموعة واسعة من المنهج العلمي الذي يستخدم في الاستقصاء. تساعد أيضا الممارسات الهندسية الطلاب على فهم عمل المهندسين، فضلاً عن إدراك الروابط بين الهندسة والعلوم. كما تساعد المشاركة في هذه الممارسات الطلاب على فهم المفاهيم الشاملة والأفكار الأساسية للعلم والهندسة؛ ، وتجعل معرفة الطلاب أكثر وضوحا وأكثر عمقا في نظرتهم العالمية. كما أن ممارسة العلم أو الهندسة يثير فضول الطلاب، ويجذب اهتمامهم ويحفزهم

على مواصلة دراستهم؛ وبالتالي فإن الرؤى المكتسبة تساعدهم على تعرف الإبداع في عمل العلماء والمهندسين. (National Research Council,2012,42).

وقد اهتمت بعض الدراسات بتنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب والمعلمين ومنها: دراسة (Kawasaki, 2015) التي بحثت مدى ممارسة معلمي العلوم للممارسات العلمية والهندسية في معايير العلوم للجيل القادم أثناء تدريسهم، حيث تم ملاحظة أداء سبعة من معلمي العلوم بالتعليم الثانوي وتم إجراء مقابلات بهدف تعرف مدى فهمهم واستخدام للممارسات العلمية والهندسية في التدريس. وتشير النتائج إلى أن هناك درجات متفاوتة في التدريس المعلمين في الفصول الدراسية ترجع للخبرة ، وان هناك سوء فهم عن أهداف NGSS.

واقترحت دراسة (Cunningham & Kelly, 2017) مجموعة من الممارسات المعرفية للهندسة التي يمكن أن تثري تطوير المناهج الدراسية، وتدريب المعلمين، والبحث في تعليم العلوم والهندسة. وأوضحت الطرق التي تخرج بها هذه الممارسات من عمل الهندسة وتساعد على توجيه حل المشكلات عبر مجموعة من المجالات الهندسية.

كما هدفت دراسة (Dalvi & Wendell, 2017) تقييم مدي إعداد معلمي المرحلة الابتدائية المبتدئين من خلال تحليل مقاطع الفيديو الخاصة بهم لتدريس كل من العلوم والهندسة. ومدى استجابة المعلمين قبل الخدمة لممارسات التعليم الهندسي. واقترحت كيف يمكن للمعلم أن يستجيب بشكل مثمر للطلاب. أشارت نتائج الاختبار الميداني على ثلاث مجموعات من المشاركين كانت لديهم مستويات مختلفة من الخبرة في مجال الممارسات العلمية والهندسية .

تعقيب على الدراسات السابقة:

من خلال عرض الدراسات التي اهتمت بمعايير العلوم للجيل القادم NGSS ومجال التصميم الهندسي والممارسات العلمية والهندسية، يتضح ما يلي:

- تنوعت الدراسات في المراحل التعليمية المختلفة التي تمت بها، كما تنوعت الأدوات المستخدمة لقياس مهارات التصميم الهندسي وما يتضمنه من ممارسات علمية وهندسية ما بين بطاقة ملاحظة أو مقياس أو تحليل محتوى فيديو أو تطبيق استبيانات.
- أشارت الدراسات التي اهتمت بتعرف واقع تضمين مناهج العلوم لمعايير العلوم للجيل القادم إلى تفاوت درجة تناولها في المناهج الحالية من مجال لآخر وقدمت تصور لكيفية تضمين تلك المعايير.
- أكدت معظم الدراسات على ضرورة تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى معلمي العلوم قبل وأثناء الخدمة بحيث تنعكس على ممارساتهم التدريسية في الفصول الدراسية من خلال برامج التطوير المهني لهم.

ويشير هذا التنوع في الدراسات ضرورة الاهتمام بمعايير العلوم للجيل القادم بما تتضمنه من الأبعاد الثلاثة لتعليم العلوم، كأحد الاتجاهات الحديثة التي دعت إليها المنظمات التربوية بهدف دعم طلاب المدارس في الجامعة والعمل والحياة اليومية، وفي حدود علم الباحثة وبناء على نتائج الدراسات السابقة، لم تجر من قبل دراسة تهدف إلى تطوير منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء مجال التصميم الهندسي لمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) وأثره في تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب، وهو ما سعت إليه الدراسة الحالية.

فروض الدراسة

في ضوء ما تم عرضه من أدبيات ودراسات سابقة أمكن صياغة الفروض التالية:

١- مستوى معالجة كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي لمعايير مجال التصميم الهندسي في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) ضعيف [١].

٢- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٠١) بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في اختبار تحصيل "التصميم الهندسي في الكيمياء" قبل وبعد دراسة الوحدة المقترحة لصالح التطبيق البعدي.

٣- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٠١) بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية سواء في النتيجة الكلية أو في نتيجة الأبعاد المختلفة للبطاقة كل على حده قبل وبعد دراسة الوحدة المقترحة لصالح التطبيق البعدي.

إجـراءات الدراسة

أولاً: إعداد قائمة معايير مجال التصميم الهندسي في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) اللازم توافرها في منهج الكيمياء بالصف الأول الثانوي

١- الاطلاع على المشاريع والتجارب العالمية التي اهتمت بتطوير مناهج الكيمياء ووثيقة معايير العلوم للجيل القادم (NGSS)، والدراسات السابقة الأجنبية والعربية في مجال تطوير مناهج الكيمياء في ضوء المعايير.

٢- عرض قائمة المعايير في صورتها الأولية على مجموعة من المحكمين المتخصصين في المناهج وطرق تدريس العلوم وموجهي العلوم، وقد أقر المحكمون بأهمية المعايير في القائمة مع إجراء بعض التعديلات بناءً على آراء ومقترحات المحكمين .

٣- وضع الصورة النهائية لقائمة معايير مجال التصميم الهندسي في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) اللازم توافرها في منهج الكيمياء بالصف الأول الثانوي [١] وقد اشتملت على أربعة معايير رئيسة وقد تتضمن (٢١) مؤشرًا فرعيًا موزعة كما بالجدول الآتي :

[١] يعد مستوى المعالجة ضعيف إذا كان أقل من ١٠% لكل معيار من معايير

جدول (١) أبعاد قائمة معايير مجال التصميم الهندسي في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) اللازم توافرها في منهج الكيمياء بالصف الأول الثانوي

م	معايير مجال التصميم الهندسي
١	تحديد المعايير والقيود الكمية والنوعية للحلول التي تمثل احتياجات ومتطلبات المجتمع.
٢	تصميم حل لمشكلة معقدة في العالم الحقيقي وتقسمها إلى مشاكل أصغر حجما يمكن التحكم في حلها من خلال الهندسة
٣	تقييم حل لمشكلة في العالم الحقيقي معقدة تستند إلى معايير الأولوية والمقايضات التي تمثل مجموعة من القيود، بما في ذلك التكاليف، والسلامة، والموثوقية، وعلم الجمال، فضلا عن الآثار الاجتماعية والثقافية والبيئية المحتملة.
٤	استخدام جهاز محاكاة لنمذجة تأثير الحلول المقترحة لمشكلة معقدة في العالم الحقيقي مع الأخذ في الاعتبار المعايير والقيود العديدة على التفاعلات داخل وبين الأنظمة ذات الصلة لهذه المشكلة.

وتحقق هذه المعايير الأربعة المذكورة اعلاه من خلال مؤشرات الأداء الخاصة بالأبعاد الثلاثة لتعلم العلوم كالآتية:

البعد	مؤشر الأداء	عدد مؤشرات الأداء الفرعية	الوزن النسبي
الممارسات العلمية والهندسية	طرح الأسئلة، وتحديد المشكلات (يحقق المعيار ١)	٥	%٢٣.٨١
	استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي (يحقق المعيار ٤)	٤	%١٩.٠٤
	بناء تفسيرات وتصميم حلول (يحقق المعايير ٢، ٣)	٤	%١٩.٠٤
الأفكار الأساسية	تعريف وتحديد المشكلات الهندسية (يحقق المعيار ١)	٢	%٩.٥٣
	تطوير الحلول الممكنة (يحقق المعايير ٣، ٤)	٢	%٩.٥٣
	تحسين حلول التصميم (يحقق المعيار ٢)	١	%٤.٧٦
المفاهيم الشاملة	تأثير تطبيقات العلوم والهندسة والتكنولوجيا على المجتمع والعالم الطبيعي. (يحقق المعايير ١، ٣)	٢	%٩.٥٣
	الأنظمة ونماذج النظام (يحقق المعيار ٤)	١	%٤.٧٦
المجموع	٨	٢١	%١٠٠

ثانياً: إعداد قائمة الممارسات العلمية والهندسية التي يجب توافرها لدى طلاب الصف الأول الثانوي في ضوء ما يلي:

١- الاطلاع على البعد الأول لتعليم العلوم "الممارسات العلمية والهندسية" المذكور في وثيقة معايير العلوم للجيل القادم (NGSS)، والتجارب العالمية والدراسات السابقة في مجال تدريس العلوم.

٢- عرض قائمة الممارسات في صورتها الأولية على مجموعة من المحكمين المتخصصين في المناهج وطرق تدريس العلوم وموجهي العلوم، وقد أقر المحكمون بأهمية الممارسات في القائمة مع إجراء بعض التعديلات بناءً على آراء ومقترحات المحكمين.

[١] ملحق (١) معايير مجال التصميم الهندسي في ضوء معايير تعليم العلوم للجيل القادم (NGSS) اللازم توافرها في منهج الكيمياء بالصف الأول الثانوي

٣- وضع الصورة النهائية للقائمة في ضوء آراء السادة المحكمين، وبعد عمل التعديلات أصبحت القائمة في صورتها النهائية [١] والتي يبينها الجدول الآتي:

جدول (٢) أبعاد قائمة الممارسات العلمية والهندسية التي يجب تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوي

م	الممارسة الرئيسة	الممارسات الفرعية	الوزن النسبي
١	طرح الأسئلة وتحديد المشكلات	٧	%١٤
٢	تطوير واستخدام النماذج	٦	%١٢
٣	التخطيط وإجراء الاستقصاء	٦	%١٢
٤	تحليل وتفسير البيانات	٧	%١٤
٥	استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي "استخدام المفاهيم الرياضية لدعم التفسيرات والحجج"	٦	%١٢
٦	بناء تفسيرات وتصميم الحلول "بناء تفسيرات وتصميم الحلول بدعم من مصادر متعددة من الأدلة بما يتفق مع الأفكار العلمية والمبادئ والنظريات"	٦	%١٢
٧	الاشتراك في الحجة القائمة على الأدلة "بناء حجة مقنعة تدعم أو تدحض ادعاءات لأي تفسيرات أو حلول حول العالم الطبيعي والتصميمي"	٦	%١٢
٨	الحصول على وتقييم وتوصيل المعلومات	٦	%١٢
	المجموع	٥٠	%١٠٠

ثالثًا: تحليل محتوى كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء قائمة معايير مجال التصميم الهندسي اللازم توافرها في منهج الكيمياء بالصف الأول الثانوي

نظراً لأن أحد أهداف الدراسة الحالية هو تعرف مدى تحقق معايير مجال التصميم الهندسي في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) في منهج الكيمياء بالصف الأول الثانوي ، فقد تم تحليل محتوى كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي للعام ٢٠١٦/ ٢٠١٧م وقد مرت عملية التحليل بالخطوات التالية :

١- تحديد الهدف من التحليل: استهدفت عملية التحليل الحكم على مدى تضمين محتوى كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي لمعايير مجال التصميم الهندسي.

٢- إعداد أداة التحليل: وهى قائمة معايير مجال التصميم الهندسي في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) اللازم توافرها في منهج الكيمياء بالصف الأول الثانوي .

٣- تحديد عينة التحليل : كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي، والجدول الآتي يوضح مواصفات كتاب الكيمياء التي تم تحليلها:

[١] ملحق (٢) قائمة الممارسات العلمية والهندسية اللازم تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوي

جدول (٣) توصيف عينة تحليل كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي

محتوى الكتاب	الأبواب	الدروس	الصفحات	الصور والأشكال والجداول	الأنشطة العلمية
العدد	٥	١٠	١٣٥	١١٠	٢٠

٤- تحديد فئات التحليل: تمثلت فئات التحليل في معايير مجال التصميم الهندسي في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) اللازم توافرها في منهج الكيمياء بالصف الأول الثانوي، وقد تضمنت (٤) معايير رئيسة يمكن تحقيقها من خلال الأبعاد الثلاثة لتعليم العلوم التي تضمنت (٨) مؤشرات أداء ومتضمن بها (٢١) مؤشرًا فرعيًا .

٥- تحديد وحدات التحليل : تم استخدام وحدة "المفردة" التي تحمل مضمونًا مرتبطاً بمعايير مجال التصميم الهندسي كوحدة للتحليل.

٦- ضوابط التحليل:

- **تم تحديد مدى تناول منهج الكيمياء للمعايير عندما تشير كل من فقرات المحتوى، والأنشطة العلمية بأية إشارة لأي مؤشر.**
- **استبعاد الصفحات المحتوية على الغلاف والمقدمة والفهرس .**
- **يتم التحليل للمحتوى العلمي للدروس والأنشطة العلمية فقط دون الأهداف وأسئلة التقويم.**

٧- موضوعية التحليل : لمعرفة موضوعية التحليل تم تحديد الصدق والثبات كالتالي :

أ- صدق التحليل: تم عرض أداة التحليل وعينته ووحداته وضوابط التحليل ونتائج تحليل محتوى درسين من كتاب الكيمياء على مجموعة من المحكمين للتأكد من صدق التحليل وإبداء الرأي حولها وقد تم إجراء التعديلات التي اقترحها المحكمين.

ب- ثبات التحليل : تم تحليل درسين من محتوى كتاب الكيمياء وإعادة تحليلها مرة أخرى بفارق زمني بلغ أربعة أسابيع واستخدمت معادلة هولستى Holsti (رشدي طعيمه، ٢٠٠٤، ٢٢٦) لحساب النسبة المئوية للاتفاق بين المرتين، ووجد أنها تساوى (٠.٨٦) وهى نسبة اتفاق عالية يمكن الاعتماد عليها في الدراسة.

٨- نتائج عملية التحليل : تم عرض نتائج عملية تحليل في جزء نتائج الدراسة مناقشتها.

رابعًا: التصور المقترح لتطوير منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء معايير مجال التصميم الهندسي:

تم إعداد تصور مقترح لتطوير منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء معايير مجال التصميم الهندسي والتي تتضمن العناصر التالية: الأهداف، المحتوى، طرق التدريس، الوسائل التعليمية ومصادر التعلم، الأنشطة العلمية والتعليمية، أساليب التقويم.

وقد ارتكز إعداد التصور المقترح على :

١- الدراسات السابقة العربية والأجنبية .

٢- المشروعات العالمية في مجال تطوير مناهج العلوم ومعايير العلوم للجيل القادم (NGSS).

٣- قائمة معايير مجال التصميم الهندسي في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) وقائمة الممارسات العلمية والهندسية ونتائج تحليل محتوى منهج الكيمياء بالصف الأول الثانوي .

وبناء عليه تم إعداد التصور.

وفيما يلي التصور المقترح لتطوير منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء معايير مجال التصميم الهندسي

أ- الأهداف العامة والإجرائية للأبواب والدروس

تتضمن الأهداف تنمية المفاهيم العلمية والتفكير العلمي وعمليات العلم والاتجاهات والميول العلمية ولكن ينبغي أيضًا أن ترتكز أهداف منهج الكيمياء على تنمية معايير مجال التصميم الهندسي كالآتي:

- **القدرة على طرح الأسئلة وتحديد المشكلات العلمية: مثل القدرة على طرح الأسئلة قابلة للاختبار تجريبيًا، تحديد مشكلات التصميم التي يمكن حلها باستخدام النماذج والمحاكاة، تحديد المتغيرات المستقلة والتابعة والعلاقة بينهما في الاستقصاء أو التصميم، التحليل الكمي وتفسير البيانات لتوفير الدليل على الظواهر العلمية، تحديد أوجه التشابه والاختلاف في نتائج الاستقصاء.**
- **استخدام الرياضيات والتفكير المنطقي الرياضي: مثل القدرة على استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي والتفكير الجبري والتحليل، واستخدام المعادلات الخطية وغير الخطية، والدوال المثلثية، الأسس واللوغاريتمات، والأدوات الحسابية للتحليل الإحصائي لتحليل وتمثيل، نمذجة البيانات.**
- **بناء التفسيرات العلمية: مثل القدرة على بناء تفسيرات مدعمة بأدلة، تصميم حلول مدعمة بأدلة متعددة ومستقلة بما يتفق مع الأفكار والمبادئ والنظريات العلمية، تصميم حل لمشكلة معقدة في العالم الحقيقي، على أساس المعرفة العلمية، ومصادر الأدلة التي ينتجها الطالب و أولويات المعايير واعتبارات المقايضة.**
- **تعريف وتحديد المشكلات الهندسية : مثل التمييز بين خطوات كل من البحث العلمي والتصميم الهندسي، تحديد المعايير والقيود على الحلول لمشكلة معقدة في العالم الحقيقي، تحديد التحديات العالمية الكبرى التي تواجه الإنسانية، مثل الحاجة إلى إمدادات المياه النظيفة والغذاء أو لمصادر الطاقة التي تقلل من التلوث، والتي يمكن معالجتها من خلال الهندسة.**
- **تطوير حلول ممكنة للمشكلات العلمية والهندسية: مثل تطوير الحلول الممكنة من خلال تقييم الحلول، مع الأخذ في الاعتبار مجموعة من القيود منها التكاليف، والسلامة، والموثوقية، وعلم**

الجمال، والنظر في الآثار الاجتماعية والثقافية والبيئية، تحسين حل التصميم من خلال المفاضلة بين القرارات حول أولوية معايير معينة على أخرى .

- **تعرف تأثير العلم والهندسة والتكنولوجيا على المجتمع والعالم الطبيعي: مثل تعرف الآثار الايجابية السلبية للتقنيات الجديدة على المجتمع والبيئة.**
- **استخدام النماذج : مثل استخدام النماذج الطبيعية والرياضية والحاسوبية لمحاكاة النظم والتفاعلات بما في ذلك الطاقة والمادة .**

ب- المحتوى العلمي والأنشطة:

يتضمن المحتوى العديد من المفاهيم العلمية والأنشطة العلمية المهمة التي تعتمد في عرضها بالكتاب على الصور والأشكال والرسوم التوضيحية والنماذج الرياضية، لكنها تحتاج لتعديل لكي تتضمن معايير التصميم الهندسي حيث تعتمد معظم الأنشطة العلمية على الاستقصاء العلمي بصورة أكبر من التصميم الهندسي وينبغي أن يتضمن المحتوى العلمي والأنشطة ما يلي :

١- وحدة في التصميم الهندسي يتم تدرسيها في بداية دراسة مادة الكيمياء، توضح للطالب إجراءات عملية التصميم الهندسي وأهميتها في تطوير المعرفة العلمية وتقدم المجتمع ورفاهيته، وتتضمن الموضوعات التالية :

- **مفهوم البحث العلمي والطريقة العلمية في التفكير ، خطوات البحث العلمي وإجراءاته.**
- **مفهوم التصميم الهندسي ، إجراءات التصميم الهندسي الفرق بين العلم والهندسة والفرق بين التصميم الهندسي والبحث العلمي، الفرق بين عمل العلماء وعمل المهندسين.**
- **كيفية تحديد المشكلة العلمية وطرح الأسئلة، طرق جمع المعلومات والبيانات، التحليل الكمي للبيانات وتحديد أوجه التشابه والاختلاف في النتائج.**
- **استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي في عملية التصميم الهندسي: المعادلات والدوال المثلثية والأدوات الحسابية المستخدمة في دراسة الكيمياء.**
- **النماذج العلمية وأنواعها: النماذج الرياضية والطبيعية والحاسوبية والمحاكاة والنمذجة وكيفية استخدامها في دراسة الكيمياء.**
- **المشكلات الهندسية كيفية تحديدها، تحديد المعايير والقيود على الحلول الممكنة للمشكلة الهندسية.**
- **تأثير تطبيقات العلم والهندسة والتكنولوجيا على المجتمع والعالم الطبيعي مثل مخاطر النانو تكنولوجي، أضرار المواد الكيميائية، تأثير الإشعاع ... وغيرها.**

- أمثلة على التصميمات الهندسية في مادة الكيمياء .

٢-ضرورة اهتمام المحتوى العلمي والأنشطة معايير التصميم الهندسي بحيث يتم عرض مشكلة تواجه المجتمع وكيف أن التصميم الهندسي ساعد في حل هذه المشكلة بتقديم نموذج معين والجدول التالي يبين كيفية تضمين معايير التصميم الهندسي في محتوى وأنشطة الكيمياء للصف الأول الثانوي .

جدول (٤) يوضح لكيفية تضمين أنشطة التصميم الهندسي في محتوى منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي

الباب	الدرس	المحتوى العلمي	الأنشطة العلمية	المحتوى والانشطة المراد تضمنيها بالمنهج
الأول (الكيمياء مركز العلوم)	الكيمياء والقياس	علم الكيمياء- الكيمياء مركز العلوم- الكيمياء والبيولوجي- الكيمياء والفيزياء- الكيمياء والطب والصيدلة- الكيمياء والزراعة- الكيمياء والمستقبل- القياس في الكيمياء- أهمية القياس وأدواته	-العلاقة بين الكيمياء والبيولوجي -استخدام أدوات القياس	- تصميم نماذج لأدوات القياس في الكيمياء مبتكرة - تصميم أدوات طبية كيميائية مثل ترمومتر - أداة قياس ضغط الدم. - تصميم نماذج محاكاة للعمليات الحراجية مثل تفتيت الحصي- دعامة بالقلب . - تصميم أجهزة تعويضية اصطناعية من خامات بسيطة. - الآثار الايجابية والسلبية لتطبيقات الكيميائية على المجتمع والإنسان.
	النانوتكنولوجي والكيمياء	النانوتكنولوجي- كيمياء النانو- المواد أحادية البعد النانوي- المواد ثنائية الأبعاد النانوية- المواد ثلاثية الأبعاد النانوية- تطبيقات نانوتكنولوجية في مجال الطب- الزراعة- الطاقة- الصناعة- وسائل الاتصالات- البيئة. التأثيرات الضارة المحتملة للنانوتكنولوجي.	-تعرف مقياس النانو	- تصميم مواد نانونية مغناطيسية مزدوجة الوظيفة لرفع كفاءة خلايا الطاقة الشمسية والتخلص من الملوثات الخطرة. - مشروع كيفية الاستفادة من مواد النانو في إنتاج الطاقة. الآثار الايجابية والسلبية لتطبيقات النانوتكنولوجي على المجتمع والإنسان.
الثاني (الكيمياء الكمية)	المول والمعادلة الكيميائية	المعادلة الكيميائية – المعادلة الأيونية- المول وكتلة المادة- المول وعدد أفوجادرو- المول وحجم الغاز.	-المول والمعادلة الكيميائية -وحدة المول ومشتقاتها	- استخدام النماذج الرياضية في حساب الكتلة المولية - تصميم نماذج للتركيب الجزئي تبعا للحالة الفيزيائية
	حساب الصيغة الكيميائية	النسبة المئوية الكتلية- حساب الصيغة الكيميائية – الناتج الفعلي والناتج النظري	-النسبة المئوية الكتلية والصيغة الجزيئية -الناتج الفعلي	- استخدام النماذج الرياضية في حساب الصيغة الكيميائية- والنسبة المئوية الكتلية. - تصميم لعبة دومينو في الصيغة الكيميائية والنموذج الجزيئي .

الباب	الدرس	المحتوى العلمي	الأنشطة العلمية	المحتوى والانشطة المراد تضمنيها بالمنهج
			والناتج النظري	
الثالث (المحاليل- الأحماض والقواعد)	المحاليل والغرويات	المحاليل- أنواعها- المحاليل الإلكتروليتية واللاإلكتروليتية- عملية الإذابة- االذوبانية- العوامل التي تؤثر في الذوبانية- تركيز المحاليل- المولالية- الخواص الجمعية- الضغط البخاري- درجة الغليان- درجة التجمد- المعلقات – الغرويات وطرق تحضيرها.	-المحاليل الالكتروليتية واللاإلكتروليتية -تحضير محاليل ذات تركيزات مختلفة -المقارنة بين أنواع المحاليل -تحضير بعض الغرويات البسيطة	– إنتاج مادة مذيبة للدهون والزيوت لتنظيف الأسطح ليس لها آثار جانبية على يد الإنسان. – تصميم فكرة غلاية بخارية تعتمد على الضغط البخاري للسوائل. – تصميم علبة حفظ طعام مجمد يحتفظ بدرجة الحرارة لأطول فترة ممكنة . – تصميم علبة حفظ الطعام ساخن يحتفظ بدرجة الحرارة لأطول فترة ممكنة . – إنتاج مادة غروية بمواصفات جديدة لطلاء الحجرات بدون آثار سلبية على البيئة والإنسان.
	الأحماض والقواعد	الأحماض والقواعد- نظرية برونشتد لوزي- نظرية لويس- تصنيف الاحماض والقواعد- الكشف عن الاحماض والقواعد- الادلة والكواشف-الرقم الهيدروجيني- الأملاح- المحاليل المائية للأملاح.	-التمييز بين المحاليل الحمضية والقاعدية -معايرة الحمض والقاعدة	– تصميم نموذج خلية توليد تيار كهربي بالاعتماد على مادة قاعدية قوية . – تحضير منظف صناعي من مادة قاعدية بمواصفات آمنة على البشرة
الرابع (الكيمياء الحرارية)	المحتوى الحراري	قانون بقاء الطاقة – أنواع الأنظمة- القانون الأول للديناميكيا الحرارية- الحرارة ودرجة الحرارة- حساب كمية الحرارة- الحرارة النوعية- المسعر الحراري- المحتوى الحراري- التغير في المحتوى الحراري- التفاعلات الطاردة والماصة للحرارة- طاقة الربط- المعادلة الكيميائية الحرارية	-التفاعلات الطاردة للحرارة -التفاعلات الماصة للحرارة	– تصميم كيس كمادات باردة يعتمد على تفاعل ماص للحرارة يستخدم لتخفيف الإصابات والكدمات. – نموذج دورة التبريد الفعلية بالعملية المستخدمة فى أجهزة التبريد والتكييف وكذلك الثلاجة الكهربائية.
	صور التغير في المحتوى الحراري	التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية- حرارة الذوبان القياسية- التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات	-حرارة الذوبان	– تصميم كيس كمادات ساخنة التي تستخدم لأغراض طبية وتخفيف ألام البطن والعظم. – استخدام النماذج الرياضية والفيزيائية في حساب حرارة التكوين والذوبان والاحتراق

الباب	الدرس	المحتوى العلمي	الأنشطة العلمية	المحتوى والانشطة المراد تضمنيها بالمنهج
		الكيميائية-حرارة الاحتراق القياسية- حرارة التكوين القياسية- قانون هس.		
الخامس (الكيمياء النووية)	نواة الذرة والجسيمات الأولية	مكونات الذرة- عدد الكتلة وعدد الذري- رمز النواة- النظائر- وحدات الكتلة والطاقة- القوى النووية- طاقة الترابط النووي- الكوارك- تركيب البروتون- تركيب النيوترون.	-النظائر النووية -دراسة ثبات الأنوية -الكواركات	- تصميم نموذج محاكاة لعمل النظائر المشعة في علاج الأورام السرطانية في جسم الإنسان
	النشاط الإشعاعي والتفاعلات النووية	النشاط الإشعاعي- التفاعلات النووية- عمر النصف- التحول الطبيعي للعناصر- التحول النووي- الانشطار النووي- الاندماج النووي- المفاعل النووي- الاستخدامات السليمة للإشعاع في مجال الطب، الصناعة، الزراعة، البحوث العلمية- الآثار الضارة للإشعاع المؤين وغير المؤين.	-عمر النصف لمادة مشعة	- تصميم نموذج محاكاة لمفاعل الاندماج النووي من خامات بسيطة . - تصميم نموذج محاكاة لمفاعل الانشطار النووي - الآثار الايجابية والسلبية لتطبيقات الكيمياء النووية على المجتمع والإنسان.

٣-يجب أن تعتمد الأنشطة في منهج الكيمياء على استخدام:

- **المحاكاة والنمذجة والبحث عن حلول للمشكلات من خلال تصميم النماذج الرياضية أو الطبيعية أو الحاسوبية.**
- **استخدام العروض الرسومية (على سبيل المثال، الخرائط، والرسوم البيانية والرسوم التوضيحية، والجداول) لتمثيل مجموعات البيانات الكبيرة لتحديد العلاقات الزمانية والمكانية.**
- **التفكير الرياضي والحساب والعمليات الاحصائية والتفسير الكمي للبيانات .**
- **تحديد المتغيرات التابعة والمستقلة في كل نشاط والعلاقة بينهم في الاستقصاء العلمي أو التصميم الهندسي.**
- **تصميم وتقييم حلول لمشكلة معقدة في العالم الطبيعي على أساس المعرفة العلمية والأدلة.**
- **كيفية تحسين التصميم المقترح لحل مشكلة معينة من خلال تحليل الفوائد والخسائر.**

ج- طرق واستراتيجيات التدريس

يجب تأكيد دور المعلم في تنمية معايير التصميم الهندسي من خلال طرق واستراتيجيات التدريس التي يتبعها المعلم في تدريس العلوم ومنها:

- **استخدام خطوات التصميم الهندسي كاستراتيجية تدريس جديدة ومناسبة لتنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب حيث تتمثل خطواتها في : تعريف المشكلة، تحديد أسس**

التصميم والقيود، العصف الذهني (التفكير) لإيجاد الحلول، توليد الأفكار، استعراض امكانية التنفيذ، اختيار الحل الأمثل، إنشاء نموذج تجريبي، تحسين التصميم.

- **استخدام استراتيجيات تعليم وتعلم تنمي مهارات التفكير العلمي والهندسي، منها: حل المشكلات الابتكارية، العصف الذهني، الخرائط المتتابعة، البيت الدائري، حوض السمك، القبعات الست، خرائط التفكير، الخرائط الذهنية، الأسئلة المركزة، برنامج الكورت لتعليم التفكير، إستراتيجية اليد المفكر، التعلم القائم على جانبي الدماغ.**

د- الوسائل التعليمية والتكنولوجية ومصادر التعلم

يجب الاعتماد على وسائط تعليمية ومصادر تعلم تسهم في تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب ومن أهمها:

- **استخدام النماذج الرياضية النماذج الطبيعية ، النماذج التجريبية، النماذج البيانية.**
- **استخدام العروض الرسومية (على سبيل المثال، الخرائط، والرسوم البيانية والرسوم التوضيحية، الجداول) لتمثيل مجموعات البيانات الكبيرة وتحديد العلاقات الزمانية والمكانية.**
- **استخدام المحاكاة بأنواعها المختلفة: المحاكاة الحاسوبية، المحاكاة الفيزيائية، المحاكاة الإجرائية، المحاكاة الوضعية، محاكاة عملية أو معالجة.**

هـ- أساليب التقويم

تضمين أساليب التقويم اختبارات وبطاقة ملاحظة لقياس الممارسات العلمية والهندسية منها:

- **القدرة على طرح الأسئلة وتحديد وحل المشكلات واتخاذ القرار في موضوعات مادة الكيمياء والقدرة على الاتصال من خلال عمل رسوم توضيحية أو بيانية أو أشكال أو رموز للأفكار العلمية.**
- **القدرة على تطوير واستخدام النماذج، تخطيط وإجراء الاستقصاء، تحليل وتفسير البيانات، استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي، بناء تفسيرات وتصميم الحلول، الاشتراك في الحجة القائمة على الأدلة، الحصول على وتقييم وتوصيل المعلومات.**

خامساً: إعداد وحدة "التصميم الهندسي في الكيمياء" لطلاب الصف الأول الثانوي وأدوات الدراسة

أ- إعداد وحدة التصميم الهندسي في الكيمياء[1]

بعد الانتهاء من عملية تحليل محتوى منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء مجال التصميم الهندسي، والتصور المقترح لكيفية تضمنيها، تم إعداد وحدة مقترحة في "التصميم الهندسي في الكيمياء " حيث يصعب تطبيق إحدى وحدات المنهج الحالي بدون تدريب الطلاب مسبقا على عملية التصميم الهندسي وإعطائهم خلفية نظرية عنها بشكل مناسب وتوعيتهم بالفرق بين العلم

[1] ملحق (٣) وحدة التصميم الهندسي في الكيمياء لطلاب الصف الأول الثانوي

والهندسة وطبيعة المنهج العلمي والتصميم الهندسي والفرق بينهما، وقد تم إعداد الوحدة وفق الخطوات التالية:

١. الاطلاع على الأدبيات والبحوث والدراسات السابقة التي تناولت التصميم الهندسي.

٢. تحديد محتوى البنية المعرفية لوحدة "التصميم الهندسي في الكيمياء" والأهداف العامة للوحدة والأهداف الإجرائية للدروس والأنشطة التعليمية والعلمية وأساليب التقويم بالوحدة وقد تضمنت الوحدة أربعة دروس تعليمية هي: طبيعة العلم والهندسة، الطريقة العلمية، التصميم الهندسي، الكيمياء والتصميم الهندسي في حياتنا اليومية.

٣. إعداد دليل المعلم[١] ويتضمن : مقدمة، تعريف التصميم الهندسي، فلسفة الوحدة، الأهداف العامة للوحدة وأهمية الوحدة، إرشادات للمعلم عن كيفية تدريس الوحدة، والتوزيع الزمني لموضوعات الوحدة، وقائمة مراجع الوحدة .

٤. ضبط وحدة "التصميم الهندسي في الكيمياء" حيث تم عرض الوحدة ودليل المعلم على مجموعة من المحكمين للتأكد من صلاحيتها من حيث مناسبة كل من: الأهداف العامة والإجرائية للوحدة، الأنشطة التعليمية والعلمية، الوسائل التعليمية المستخدمة، أساليب التقويم. وقد أبدى المحكمون بعض الملاحظات وضعت في الاعتبار عند إعداد الصورة النهائية لمواد الوحدة.

ب- إعداد اختبار تحصيل في وحدة "التصميم الهندسي في الكيمياء"[٢] لطلاب الصف الأول الثانوي

١- تحديد الهدف من الاختبار: قياس مستوى تحصيل طلاب الصف الأول الثانوي في وحدة "التصميم الهندسي في الكيمياء" وتمثل الجوانب المعرفية المرتبطة بالممارسات العلمية والهندسية.

٢- تحديد أبعاد الاختبار : ويتضمن الاختبار أربعة أبعاد تمثل دورس الوحدة .

٣- صياغة مفردات الاختبار: تم صياغة مفردات الاختبار من نمط الاختيار من متعدد Multiple Choice وأشتمل الاختبار في صورته الأولية على (٥٠) مفردة.

٤- صياغة تعليمات الاختبار: تم تخصيص ورقة في بداية الاختبار تحدد تعليمات للمستجيبين روعي فيها تقديم مثال يوضح طريقة الإجابة، والتأكيد على ضرورة الإجابة عن كل عبارات الاختبار وأنه سيوظف لإفادة البحث العلمي .

٥- صدق الاختبار: وذلك بعرض الاختبار على مجموعة من المحكمين، وقد تم إجراء التعديلات المطلوبة، وتكون الاختبار من (٥٠) مفردة في صورته النهائية.

[١] ملحق (٤) دليل المعلم لوحدة "التصميم الهندسي في الكيمياء" لطلاب الصف الأول الثانوي

[٢] ملحق (٥) اختبار التحصيل في وحدة "التصميم الهندسي في الكيمياء" لطلاب الصف الأول الثانوي

٦- إجراء الدراسة الاستطلاعية للاختبار: تم إجراءها على مجموعة من طالبات الصف الأول الثانوي بمدرسة ٦ أكتوبر الثانوية للبنات في الفصل الدراسي الأول للعام ٢٠١٧/٢٠١٨م مكونة من (١٨) طالبة وذلك لحساب ما يأتي:

- معامل ثبات الاختبار : تم حساب ثبات الاختبار باستخدام معادلة ألفاكرونباخ للثبات (فؤاد البهي، ١٩٧٨، ٤٤٩)، وذلك بتطبيق الاختبار مرة واحدة ، فَوجد أنه يساوي (٠.٧٩) وهو معامل ثبات مناسب.
- زمن الاختبار : تم حساب زمن الاختبار من خلال حساب المتوسط الزمن الذي استغرقه جميع الطالبات وقد استغرق (٦٠) دقيقة.
- معامل السهولة والتمييز للمفردات: تم حساب معامل السهولة لمفردات الاختبار، كما تم حساب قدرة كل مفردة على التمييز بحساب التباين (فؤاد البهي، ١٩٧٨، ٤٤٩-٤٥٦) وحصلت المفردات على معاملات صعوبة مرتفع نسبيا نظرًا لحداثة الموضوع وعدم معرفة الطالبات به، وتم حذف المفردات الصعبة وغير المميزة .
- التأكد من وضوح تعليمات الاختبار وقد كانت واضحة للطلاب ولغتها سهلة ودقيقة.

٧- نظام تقدير الدرجات : تم تحديد درجات الاختبار بإعطاء درجة واحدة عند اختيار الإجابة الصحيحة من بين البدائل الخاصة بكل سؤال وصفرا لما دون ذلك وبذلك تصبح الدرجة العظمى للاختبار (٥٠) درجة. وبذلك تم وضع الصورة النهائية للاختبار حيث أصبح على درجة مناسبة من الصدق والثبات وصالح للتطبيق والجدول التالي مواصفات اختبار التحصيل:

جدول (٥) مواصفات اختبار التحصيل في وحدة " التصميم الهندسي في الكيمياء"

م	مستويات التعلم / الابعاد	تذكر	فهم	تطبيق	تحليل	تركيب	تقويم	المجموع الكلي	الوزن النسبي
		أرقام المفردات	أرقام المفردات	أرقام المفردات	أرقام المفردات	أرقام المفردات	أرقام المفردات		
١	طبيعة العلم والهندسة	٣	٣	٢	٢	١	١	١٢	%٢٤
٢	الطريقة العلمية	٣	٣	٤	٣	٣	١	١٧	%٣٤
٣	التصميم الهندسي	٣	٢	٢	٣	٣	٢	١٥	%٣٠
٤	الكيمياء والتصميم الهندسي في حياتنا اليومية	١	١	١	١	١	١	٦	%١٢
	المجموع الكلي	١٠	٩	٩	٩	٨	٥	٥٠	%١٠٠
	النسبة المئوية	%٢٠	%١٨	%١٨	%١٨	%١٦	%١٠	%١٠٠	

ج- إعداد بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية في الكيمياء لطلاب الصف الأول الثانوي[١]

١- تحديد الهدف من البطاقة : قياس الممارسات العلمية والهندسية لدى طلاب الصف الأول الثانوي

[١] ملحق (٦) بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية لطلاب الصف الأول الثانوي

٢- تحديد أبعاد البطاقة : تم تحديد أبعاد البطاقة وهي نفسها أبعاد قائمة الممارسات العلمية والهندسية التي سبق إعدادها.

٣- صياغة مفردات بطاقة الملاحظة: تم صياغتها في صورة عبارات إجرائية روعي فيها : أن تكون محددة وواضحة وتصف كل عبارة نمطًا أدائيًا واحدًا وألا يكون لها أكثر من تفسير للحكم عليه ويوضح الجدول التالي أبعاد بطاقة الملاحظة والممارسات التي تقيسها :

جدول (٦) أبعاد بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية

م	الممارسة الرئيسة	الممارسات الفرعية	الوزن النسبي
١	طرح الأسئلة وتحديد المشكلات	٨	%١٣.٤
٢	تطوير واستخدام النماذج	١٢	%٢٠
٣	التخطيط وإجراء الاستقصاء	٨	%١٣.٤
٤	تحليل وتفسير البيانات	٧	%١١.٦
٥	استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي	٧	%١١.٦
٦	بناء تفسيرات وتصميم الحلول	٦	%١٠
٧	الاشتراك في الحجة القائمة على الأدلة	٥	%٨.٤
٨	الحصول على وتقييم وتوصيل المعلومات	٧	%١١.٦
المجموع		٦٠	%١٠٠

٤- صياغة تعليمات بطاقة الملاحظة : وروعي فيها الدقة والوضوح، وقد تضمنت توضيح الهدف من البطاقة وطبيعتها وكيفية تسجيل بها .

٥- صدق بطاقة الملاحظة Validity: تم عرضها على مجموعة من المحكمين من أساتذة المناهج وطرق التدريس، وقد أقر المحكمون بسلامة العبارات من حيث الصياغة والانتماء للممارسة الرئيسة.

٦- حساب ثبات بطاقة الملاحظة: تم استخدام أسلوب اتفاق الملاحظتين، وذلك بالاشتراك مع أحد الزملاء حيث تم تطبيق البطاقة على مجموعة من طلاب الصف الأول الثانوي المشاركين في المركز الاستكشافي للعلوم[١] بمحافظة بورسعيد بالعام الدراسي ٢٠١٧/٢٠١٨، مكونة من (٤) طلاب. وتم حساب نسبة الاتفاق من خلال معادلة كوبر. وقد حدد كوبر Cooper مستوى الثبات بدلالة نسبة الاتفاق، إذا كان أقل من ٧٠% دليل انخفاض ثبات البطاقة (علي خطاب، ٢٠٠٠، ٤٦٥) وقد كانت نسبة الاتفاق ٨٦.٤% وهي نسبة تدل على ارتفاع ثبات البطاقة في قياس الممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب .

٧- أسلوب تسجيل والتقدير الكمي للأداء في البطاقة: حيث تم تحديد لكل ممارسة فرعية أربعة خانات تمثل درجة تحقيق الأداء مقدرة تقديرًا كميًا كالآتي:

[١] استعانت الباحثة في الدراسة الاستطلاعية بطلاب المركز الاستكشافي للعلوم نظرا لمشاركتهم في مسابقات الأوليمباد للإبداع العلمي ولديهم القدرة على أداء الممارسات العلمية والهندسية .

- ثلاث درجات إذا حقق الطالب أداء الممارسة بدرجة كبيرة.
- درجتان إذا حقق الطالب الأداء بدرجة متوسطة.
- درجة واحدة إذا حقق الطالب الأداء بدرجة قليلة .
- صفر إذا لم يؤد الطالب الأداء مطلقاً.

وبذلك بلغ تقدير النهاية العظمى لكل البطاقة (١٨٠) درجة والدرجة المتوسطة (١٢٠) درجة والدرجة الصغرى (٦٠) فأقل، ودرجة مستوى الأداء المرغوبة في الدراسة الحالية (١٤٤) فأكثر المقابلة لـ ٨٠% فأكثر .

٨- وضع الصورة النهائية لبطاقة حيث أصبحت البطاقة على درجة عالية من الصدق والثبات وصالحة للتطبيق.

سادسًا: إجراء الدراسة التجريبية

أ- اختيار أفراد الدراسة : تمثلت في مجموعة من طلاب الصف الأول الثانوي تمثل المجموعة التجريبية بمدرسة الشهيد أحمد سامي الثانوية للبنين الفصل الدراسي الأول من العام ٢٠١٧/ ٢٠١٨، بلغ عددهم (٢٩) طالب.

ب- تطبيق أدوات الدراسة قبليًا على أفراد الدراسة

ج- تطبيق الوحدة في الفترة من ٢٠١٧/١٠/٢٢ وحتى ٧/ ١٢/ ٢٠١٧ ومن ثم التطبيق البعدي لأدوات الدراسة .

نتائج الدراسة مناقشتها وتفسيرها

تم تحليل محتوى كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي، وتدريس الوحدة المقترحة وتطبيق أداتا الدراسة، وحساب المتوسطات والانحرافات المعيارية وقيمة (ت)، وذلك للتحقق من دلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية قبل وبعد دراسة الوحدة، باستخدام برنامج (SPSS) كما يلي:

أولاً: نتائج عملية تحليل محتوى منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء معايير التصميم الهندسي

للتحقق من صحة الفرض الأول للدراسة ونصه " مستوى معالجة كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي لمعايير مجال التصميم الهندسي في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) ضعيف"، تم إجراء عملية تحليل محتوى كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي لتعرف مدى تحقق معايير التصميم الهندسي ومؤشراتها، حيث تم حساب التكرارات لكل مؤشر والنسب المئوية لها، ثم حساب متوسط التكرار، وكانت نتائج عملية التحليل كما بالجدول كالآتي:

جدول (٧) يوضح التكرارات والنسب المئوية لمستوى تضمين معايير التصميم الهندسي في كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي

م	معايير التصميم الهندسي	رقم المؤشر الفرعي	الباب الأول	الباب الثاني	الباب الثالث	الباب الرابع	الباب الخامس	مجموع التكرارات	النسبة المئوية
			الكيمياء مركز العلوم	الكيمياء الكمية	المحاليل- الأحماض والقواعد	الكيمياء الحرارية	لكيمياء النووية		
١	طرح الأسئلة، وتحديد المشكلات	طرح الأسئلة من خلال صياغة أسئلة قابلة للاختبار تجريبيا	١٣	١٩	١٥	١٢	١٥	٧٤	%١٦.٩
٢		تحديد مشكلات التصميم التي يمكن حلها باستخدام/ تطوير النماذج والمحاكاة.	–	–	–	–	–	–	–
٣		تحديد المتغيرات المستقلة والتابعة والعلاقة بينهما في الاستقصاء والتصميم.	–	–	–	–	–	–	–
٤		التحليل الكمي وتفسير البيانات لتوفير الدليل على الظواهر وتحديد أوجه التشابه والاختلاف في النتائج.	٥	٣	٧	٥	٣	٢٣	%٥.٣
٥		تحديد المعايير والقيود على الحلول الناجحة لمشكلة معقدة في العالم الحقيقي.	–	–	–	–	–	–	–
٦		تحديد المعايير والقيود بشكل كمي قدر الإمكان وفي ضوء المعارف العلمية.	–	–	–	–	–	–	–
		إجمالي طرح الأسئلة وتحديد المشكلات	١٨	٢١	٢٢	١٧	١٨	٩٧	%٢٢.٢
٧	استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي	استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي والتفكير الجبري والتحليل، ومجموعة من المعادلات الخطية وغير الخطية بما في ذلك الدوال المثلثية، الأسس واللوغاريتمات، والأدوات الحسابية للتحليل الإحصائي لتحليل وتمثيل، نمذجة البيانات.	٧	٢٧	٥	٩	١١	٥٩	%١٣.٥
٨		استخدام العروض الرسومية (على سبيل المثال، والخرائط، والرسوم البيانية والرسوم التوضيحية، و / أو الجداول) لتمثيل مجموعات البيانات الكبيرة لتحديد العلاقات الزمانية والمكانية.	٢٤	١٦	٣١	١٤	٢٥	١١٠	%٢٥.١
٩		إنشاء محاكاة حاسوبية بسيطة واستخدامها كنماذج رياضية للافتراضات الأساسية.	–	–	–	–	–	–	–
١٠		استخدام النماذج الرياضية و / أو المحاكاة الحاسوبية للتنبؤ بآثار الحل المصمم على الأنظمة أو التفاعلات بين النظم .	–	١٤	٨	١٥	١٥	٥٢	%١١.٩
		إجمالي استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي	٣١	٥٧	٤٤	٣٨	٥١	٢٢١	%٥٠.٥
١١	بناء تفسيرات وتصميم حلول	بناء تفسيرات مدعمة بأدلة من الطالب	٤	١٠	٤	٤	٤	٢٦	%٥.٩
١٢		تصميم حلول مدعمة بأدلة من الطالب متعددة ومستقلة بما يتفق مع الأفكار والمبادئ والنظريات العلمية.	–	–	–	–	–	–	–
١٣		تصميم حل لمشكلة معقدة في العالم الحقيقي، على أساس المعرفة العلمية، ومصادر الأدلة التي	–	–	–	–	–	–	–

م	معايير التصميم الهندسي	رقم المؤشر الفرعي	الباب الأول	الباب الثاني	الباب الثالث	الباب الرابع	الباب الخامس	مجموع التكرارات	النسبة المئوية
		ينتجها الطالب و أولويات المعايير واعتبارات المقايضة.							
١٤		تقييم حل لمشكلة معقدة في العالم الحقيقي ، على أساس المعرفة العلمية، ومصادر الأدلة التي انتجها الطالب وأولويات معايير واعتبارات المقايضة.	–	–	–	–	–	–	–
		إجمالي بناء تفسيرات وتصميم حلول	٤	١٠	٤	٤	٤	٢٦	%٥.٩
١٥	تعريف وتحديد المشكلات الهندسية	تحديد المعايير والقيود التي تلبي أي متطلبات محددة من قبل المجتمع (مثل أخذ تخفيف المخاطر في الاعتبار)،	–	–	–	–	–	–	–
١٦		تحديد التحديات العالمية الكبرى التي تواجه الإنسانية ، مثل الحاجة إلى إمدادات المياه النظيفة والغذاء أو لمصادر الطاقة التي تقلل من التلوث، والتي يمكن معالجتها من خلال الهندسة.	١	–	–	–	–	١	%٠.٢
		إجمالي تعريف وتحديد المشكلات الهندسية	١	–	–	–	–	١	%٠.٢
١٧	تطوير الحلول الممكنة	تطوير الحلول الممكنة من خلال تقييم الحلول، مع الأخذ في الاعتبار مجموعة من القيود منها التكاليف، والسلامة، والموثوقية، وعلم الجمال، والنظر في الآثار الاجتماعية والثقافية والبيئية.	–	–	–	–	–	–	–
١٨		استخدام كلا من النماذج الفيزيائية و الحاسوبية بطرق مختلفة للمساعدة في عملية التصميم الهندسي. (مثال: استخدام أجهزة الكمبيوتر في مجموعة متنوعة من الأغراض منها: تشغيل المحاكاة لاختبار الطرق المختلفة لحل مشكلة أو لمعرفة أي واحد هو الأكثر كفاءة أو اقتصادية. وفي تقديم عرض مقنع لعميل حول كيفية تصميم معين سيجتمع احتياجات).	–	–	–	–	–	–	–
١٩	تحسين حلول التصميم	تحسين حل التصميم من خلال تقسيم المعايير إلى أبسط ، والمفاضلة بين القرارات حول أولوية معايير معينة على أخرى .	–	–	–	–	–	–	–
		إجمالي تطوير الحلول الممكنة	–	–	–	–	–	–	–
٢٠	تأثير تطبيقات العلوم والهندسة والتكنولوجيا على المجتمع والعالم الطبيعي.	التقنيات الجديدة التي يمكن أن يكون لها آثار عميقة على المجتمع والبيئة، بما في ذلك بعض التي لم تكن متوقعة. (العواقب الايجابية والسلبية لتأثير العلوم والهندسة والتكنولوجيا على المجتمع والعالم الطبيعي قصيرة وطويلة الأجل. تحليل التكلفة والفوائد للتطبيقات التكنولوجيا وكيفية اتخاذ القرارات في ضوء ذلك.	١٠	–	–	–	٦	١٦	%٣.٧
٢١	الأنظمة ونماذج النظام	استخدام النماذج (على سبيل المثال، الطبيعية، الرياضية، الحاسوبية) لمحاكاة النظم والتفاعلات بما في ذلك الطاقة والمادة والتيارات–والمعلومات داخل وبين الأنظمة في مستويات مختلفة	٢	١٦	١٧	١٨	٢٤	٧٧	%١٧.٦
		مجموع تكرارات مؤشرات معايير التصميم الهندسي	٦٦	١٠٥	٨٧	٧٧	١٠٣	٤٣٨	%١٠٠
		متوسط التكرارات = إجمالي التكرارات/ عدد المؤشرات الفرعية	٣.١٤	٥	٤.١٤	٣.٦٧	٤.٩٠	٢٠.٨٦	

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

- **بلغ مجموع تكرارات معايير التصميم الهندسي التي تضمنها محتوى كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي (٤٣٨) بنسبة متوسط تكرارات ٢٠.٨٦% وهي نسبة تناول ضعيفة.**
- **هناك تباين في درجة تناول معايير التصميم الهندسي حيث تراوحت نسبة تكرارها من (٠%-٥٠.٥%) لكل معيار رئيس.**
- **حصل معيار " استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي" على أعلى نسبة تكرار بنسبة ٥٠.٥% من إجمالي التكرارات، يليها معيار "طرح الأسئلة وتحديد المشكلات" بنسبة ٢٢.٢%،ثم معيار" الأنظمة ونماذج النظام" بنسبة ١٧.٦%، يليه معيار" بناء تفسيرات وتصميم حلول" بنسبة ٥.٩%، ثم معيار " تأثير تطبيقات العلوم والهندسة والتكنولوجيا على المجتمع والعالم الطبيعي" بنسبة ٣.٧% ، ويرجع ذلك إلى تضمين المنهج العديد من الأنشطة العلمية التي تعتمد على استخدام القوانين الرياضية وتطبيق المعادلات واستخدام العروض الرسومية (على سبيل المثال، والخرائط، والرسوم البيانية والرسوم التوضيحية، والجداول) لتمثيل البيانات، كذلك استخدام النماذج الرياضية للتنبؤ بالتفاعلات بين النظم، أيضا تتضمن الأنشطة عملية تفسير البيانات وتحليلها.**
- **حصل معيار "تعريف وتحديد المشكلات الهندسية" على نسبة تكرار ٠.٢% ، كما لم يتضمن المنهج معيارين هما "تطوير الحلول الممكنة "، "تحسين حلول التصميم"، ويرجع ذلك لعدم تضمين المنهج إلى أنشطة التصميم الهندسي التي تعتمد على إنتاج النماذج وتصميم حلول للمشكلات .**
- **في ضوء النتائج السابقة أمكن إثبات صحة الفرض الأول ونصه "مستوى معالجة كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي لمعايير مجال التصميم الهندسي في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) ضعيف" .**

ثانيا: نتائج تطبيق اختبار التحصيل في وحدة التصميم الهندسي في الكيمياء

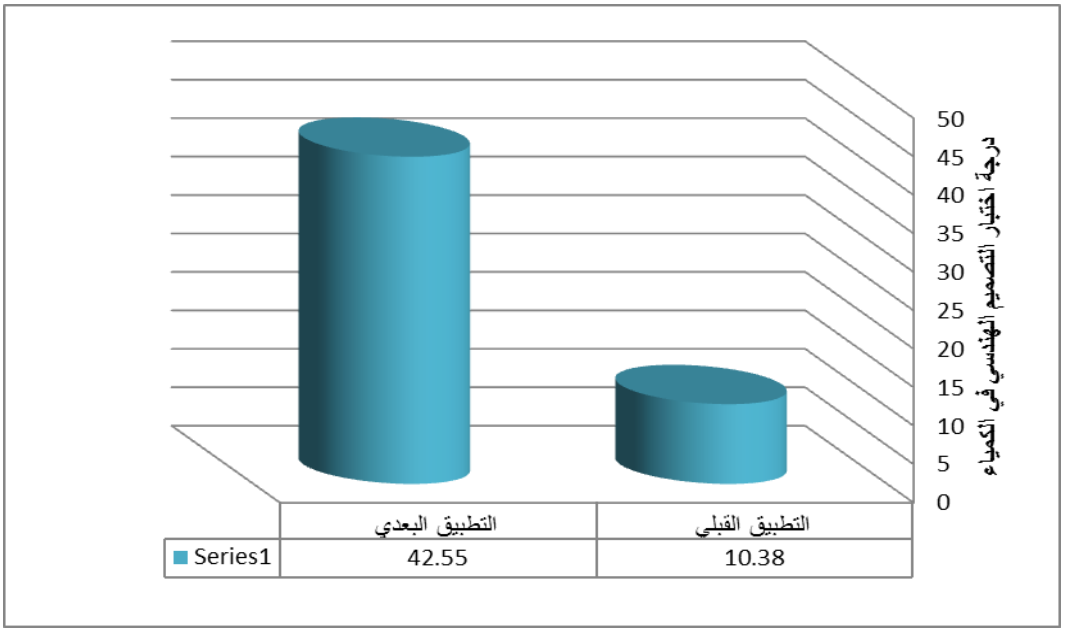
للتحقق من صحة الفرض الثاني ونصه " يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٠١) بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في اختبار تحصيل "التصميم الهندسي في الكيمياء" قبل وبعد دراسة الوحدة المقترحة لصالح التطبيق البعدي"، تم تطبيق اختبار التحصيل قبل وبعد تطبيق الوحدة المقترحة وحساب قيمة (ت) لمتوسطي مترابطين (فؤاد البهي ،١٩٧٨، ٣٣٦) وجاءت النتائج كما يلي:

جدول (٨) دلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على اختبار التحصيل في وحدة "التصميم الهندسي في الكيمياء"

البيان / التطبيق	الدرجة الكلية	ن	م	ع	ت المحسوبة	الدلالة	مربع ايتا η^2	حجم التأثير
القبلي	٥٠	٢٩	١٠.٣٨	١.٥٩	٧١.١٥	دالة عند ٠.٠٠١	٠.٩٨٩	كبير
البعدي			٤٢.٥٥	١.٨٤				

يتضح من الجدول السابق:

- بلغت قيمة ت (٧١.١٥) ، وهي دالة عند مستوى ٠.٠٠١ ، مما يدل على وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات الطلاب في اختبار التحصيل لصالح التطبيق البعدي، وهذا يشير إلى زيادة تحصيل الطلاب للمعارف المرتبطة بالتصميم الهندسي في الكيمياء.
- لقياس فعالية البرنامج التدريبي تم حساب حجم التأثير بإيجاد مربع إيتا η^2 ثم حساب قيمة d وقد كان حجم التأثير كبير حيث بلغت نسبة η^2 (٠.٩٨٩) وهي أكبر من الحد الفاصل(٠.١٤) (رشدي منصور ، ١٩٩٧، ٦٩)، مما يدل على فعالية الوحدة المقترحة في تنمية تحصيل الطلاب للمعارف المرتبطة بالتصميم الهندسي في الكيمياء وبذلك تتحقق صحة الفرض الثاني. ويمكن التعبير عن هذه النتيجة بيانيًا في الشكل التالي:



شكل (١) مستوى تحصيل طلاب الصف الأول الثانوي لمعارف التصميم الهندسي في التطبيقين القبلي والبعدي

ويمكن تفسير هذه النتيجة فيما يلي:

- ضعف مستوى تحصيل الطلاب قبليا في المعارف المرتبطة التصميم الهندسي ويرجع إلى عدم دراستهم لموضوعات الوحدة من قبل وحداثة المفاهيم والمعارف المتضمنة بها.

- **ارتفاع مستوى تحصيل الطلاب بعديا يدل على استيعابهم للمعارف المتضمنة بالوحدة المقترحة ويرجع ذلك لتدعيم الوحدة بالكثير من الأنشطة العلمية والتعليمية التي حفزت الطلاب على التعلم بشكل إيجابي ونشط أثناء التطبيق .**

ثالثًا : نتائج تطبيق بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية لطلاب الصف الأول الثانوي

للتحقق من صحة الفرض الثالث ونصه " يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٠١) بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية سواء في النتيجة الكلية أو في نتيجة الأبعاد المختلفة للبطاقة كل على حده قبل وبعد دراسة الوحدة المقترحة لصالح التطبيق البعدي"، تم تطبيق بطاقة الممارسات العلمية والهندسي قبل وبعد تطبيق الوحدة المقترحة وحساب قيمة (ت) كالتالي:

جدول (٩) دلالة الفروق بين متوسطات درجات الطلاب في التطبيقيين القبلي والبعدي على أبعاد بطاقة الممارسات العلمية والهندسية

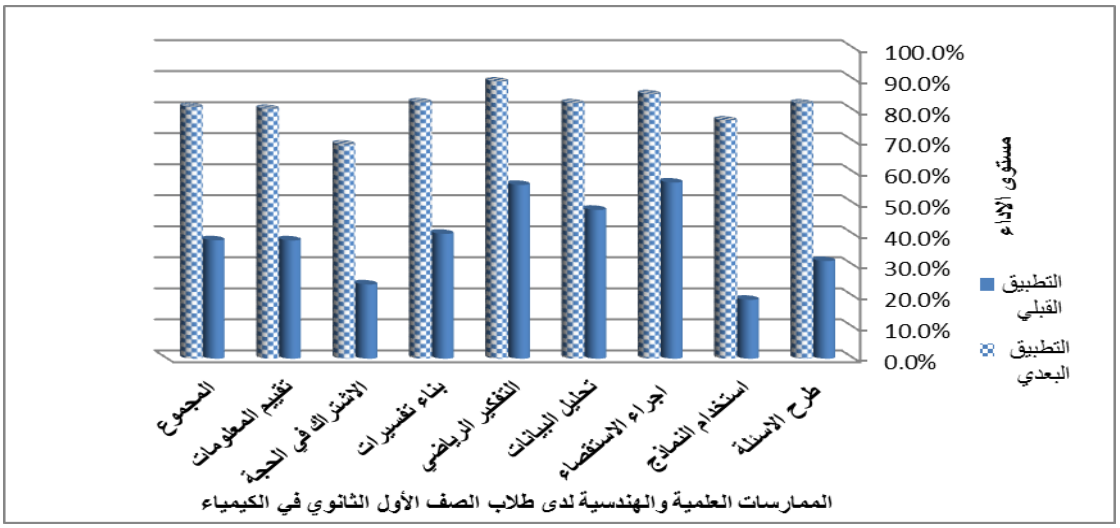
الممارسات العلمية والهندسية	الدرجة العظمى	القبلي		البعدي		قيمة "ت"	مستوى الدلالة عند ٠.٠٠١	مربع ايتا η^2	حجم التأثير
		م١	ع١	م٢	ع٢				
طرح الأسئلة وتحديد المشكلات	٢٤	٧.٥٥	١.١٨	١٩.٧٢	١.١٣	٤٠.٠٦	دالة	٠.٩٦٦	كبير
تطوير واستخدام النماذج	٣٦	٦.٨٢	١.٠١	٢٧.٦٢	١.٠٤	٧٧.١٦	دالة	٠.٩٩١	كبير
التخطيط وإجراء الاستقصاء	٢٤	١٣.٦٢	١.٠٨	٢٠.٤٤	١.٢٤	٢٢.٣١	دالة	٠.٨٩٩	كبير
تحليل وتفسير البيانات	٢١	١٠.٠٦	٠.٧٥	١٧.٢٧	٠.٧١	٣٧.٧	دالة	٠.٩٦٢	كبير
استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي	٢١	١١.٧٥	٠.٩٨	١٨.٧٥	٠.٧٤	٣٠.٥٥	دالة	٠.٩٤٣	كبير
بناء تفسيرات وتصميم الحلول	١٨	٧.٢٤	١.١٥	١٧.٨٦	٠.٨٧	٢٨.٣٣	دالة	٠.٩٣٥	كبير
الاشتراك في الحجة القائمة على الأدلة	١٥	٣.٥٨	٠.٦٣	١٠.٣٤	١.٠٧	٢٩.١٨	دالة	٠.٩٣٨	كبير
الحصول على وتقييم وتوصيل المعلومات	٢١	٨	٠.٨٤	١٦.٨٩	٠.٩٧	٣٧.١	دالة	٠.٩٦١	كبير
المجموع الكلي	١٨٠	٦٨.٦٥	٣.٠٨	١٤٥.٩	٣.١٨	٩٣.٨٥	دالة	٠.٩٩٤	كبير

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

- **بلغت قيمة ت (٩٣.٨٥) في النتيجة الكلية للبطاقة، وهي دالة عند مستوى ٠.٠٠١ ، مما يدل على وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات الطلاب في بطاقة الممارسات**

العلمية والهندسية لصالح التطبيق البعدي، مما يشير إلى ارتفاع مستوى أداء الطلاب للممارسات العلمية والهندسية بعد تطبيق الوحدة المقترحة.

- بحساب قيمة (ت) لممارسات العلمية والهندسية كل على حده، وجد أنها دالة عند مستوى ٠.٠٠١، مما يدل على ارتفاع مستوى أداء الطلاب الممارسات العلمية والهندسية سواء في النتيجة الكلية أو في نتيجة أبعاد بطاقة الممارسات المختلفة.
- لحساب فعالية الوحدة المقترحة في تنمية الممارسات العلمية والهندسية تم حساب حجم التأثير حيث بلغت η^2 (٠.٩٩٤) للنتيجة الكلية، كما تراوح قيم η^2 للمهارات المختلفة ما بين (٠.٨٩٩- ٠.٩٩١) وهي نسب كبيرة، مما يدل على فعالية الوحدة في تنمية الممارسات العلمية والهندسية المختلفة لدى الطلاب وبذلك تتحقق صحة الفرض الثالث، ويمكن التعبير عن هذه النتيجة بيانيا في الشكل التالي:



شكل (٢) مستوى أداء الطلاب للممارسات العلمية والهندسية في التطبيقين القبلي والبعدي

ويمكن تفسير هذه النتيجة فيما يلي:

- الانخفاض النسبي لمستوى أداء الطلاب قبليًا في معظم الممارسات العلمية والهندسية حيث تراوحت نسبة الأداء (١٩%- ٤٧.٩%) ويرجع إلى عدم تدريبهم على هذه الممارسات سواء بشكل نظري أو عملي.
- هناك بعض الممارسات كان أدائها مرتفع نسبيا وهي: ممارسة "التخطيط لإجراء الاستقصاء" بنسبة ٥٦.٨% وذلك بسبب تركيز المنهج الحالي على إجراء الانشطة العلمية بالاستقصاء العلمي والتجارب، وتتفق هذه النتيجة مع نتائج عملية تحليل المحتوى للمنهج، أيضا ممارسة "استخدام التفكير الرياضي" نسبة أداها ٥٦% وذلك بسبب تضمين المنهج الكثير من القوانين والتطبيقات الرياضية .

- **ارتفاع مستوى أداء الطلاب بعديًا حيث تراوحت نسب الأداء للممارسات العلمية والهندسية في التطبيق البعدي ما بين (٦٩%- ٨٩.٣%)، مما يدل على تحسن مستوى أدائهم للممارسات العلمية والهندسية، وقد يرجع ذلك إلى أن الوحدة المقترحة اعتمدت في تقديم محتواها على الأنشطة العلمية التي تتضمن الكثير من الممارسات العلمية والهندسية بها، مما ساهم في تنميتها لدى الطلاب بشكل جيد.**
- **بالنسبة لممارسة "استخدام وتطوير النماذج" كان حجم التأثير بها كبير بلغ (٠.٩٩١)، حيث بلغ مستوى الاداء قبليًا ١٩% وبعديًا ٧٦.٧%، يرجع إلى عدم ممارسة الطلاب من قبل على تصميم واستخدام النماذج، حيث اعتمدت الوحدة على تصميم وتطوير العديد من النماذج التي ساهمت في تنمية هذه الممارسة لديهم من خلال اتباع خطوات عملية التصميم الهندسي.**
- **تتفق النتائج التي تم التوصل إليها في الدراسة الحالية مع نتائج الدراسات السابقة ومنها دراسات كل من (تفيدة غانم، ٢٠١٥)، و(Boesdorfer & Staude ,2016)، و(عاصم عمر، ٢٠١٧)، (سحر عبد الكريم، ٢٠١٧)، (Dalvi & Wendell, 2017) (& Cunningham Kelly, 2017)، و(Kruse & Wilcox, 2017) .**

توصيات الدراسة:

١- ضرورة اهتمام الخبراء التربويين ومطوري مناهج الكيمياء بمعايير العلوم للجيل القادم NGSS وكيفية دمجها في محتوى المنهج.

٢- ضرورة تدريب الطلاب المعلمين بكليات التربية على عملية التصميم الهندسي ومهاراتها.

٣- ضرورة اهتمام المشرفين التربويين بعملية التصميم الهندسي ومحاولة التركيز على الطرق والوسائل الخاصة بتنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى التلاميذ عند زياراتهم الصفية.

٤- الاستعانة بالتصور المقترح المعد في الدراسة الحالية لتطوير منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء معايير التصميم الهندسي.

بحوث مقترحة:

١- تقويم وتطوير مناهج العلوم بمراحل التعليم العام في ضوء معايير العلوم للجيل القادم NGSS.

٢- فعالية برامج إعداد معلمي العلوم في تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب المعلمين.

٣- فعالية برامج التنمية المهنية للمعلم في تنمية ممارسات التصميم الهندسي .

٤- برنامج مقترح لتنمية الأبعاد الثلاثة لتعليم العلوم للجيل القادم لدى معلمي العلوم قبل وأثناء الخدمة.

المراجع

- بدرية محمد حسانين (٢٠١٦): "معايير العلوم للجيل القادم"، المجلة التربوية، مصر، ج٤٦، ٣٩٨- ٤٣٩.
- تفيدة سيد غانم (٢٠١٥): "وحدة مقترحة في التكنولوجيا الخضراء قائمة على عملية التصميم التكنولوجي وفاعليتها في تنمية مهارات تصميم النماذج التكنولوجية واتخاذ القرار في مقرر العلوم البيئية لطلاب الصف الثالث الثانوي"، مجلة التربية العلمية، مج١٨، ع١، ١- ٥٤.
- جريدة الشبيبة (٢٠١٥): معايير تعليم العلوم للجيل المقبل تشجع على الاستكشاف http://www.shabiba.com/article/
- حسن جعفر الخليفة (٢٠٠٥) : المنهج المدرسي المعاصر، الرياض، مكتبة الرشد .
- حسن شحاته، زينب النجار (٢٠٠٣): معجم المصطلحات التربوية والنفسية، القاهرة، الدار المصرية اللبنانية.
- رشدي أحمد طعيمة (٢٠٠٤): تحليل المحتوى في العلوم الإنسانية مفهومه، أسسه، استخداماته، دار الفكر العربي، القاهرة.
- رشدي فام منصور (١٩٩٧) : " حجم التأثير الوجه المكمل للدلالة الإحصائية"، المجلة المصرية للدراسات النفسية، المجلد ٧، العدد١٦، ص ص ٥٧-٧٥ .
- صلاح عبد الحميد مصطفى (٢٠٠٠):المناهج الدراسية : عناصرها، أسسها ، وتطبيقاتها، الرياض ، دار المريخ .
- عاصم محمد إبراهيم عمر (٢٠١٧) "تقويم محتوى مناهج علوم الحياة بالمرحلة الثانوية بجمهورية مصر العربية في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS)، المؤتمر العلمي التاسع عشر للجمعية المصرية للتربية العلمية، التربية العلمية والتنمية المستدامة، ٢٤ يوليو، دار الضيافة جامعة عين شمس، تحت النشر.
- علي ماهر خطاب (٢٠٠٠) : القياس والتقويم في العلوم النفسية والتربوية والاجتماعية ، ط ٢ ، القاهرة، مكتبة الأنجلو المصرية.
- غازي رواقة، وأمل المومني (٢٠١٦): "اعتماد الجيل الجديد من معايير العلوم لتصميم محتوى في الوراثة لطلبة الصف الثامن في الأردن"، المجلة الأردنية في العلوم التربوية، مج ١٢، ع ٤، ٤٥٥- ٤٦٧.
- فؤاد البهي السيد (١٩٧٨): علم النفس الإحصائي وقياس العقل البشري، القاهرة، دار الفكر العربي.
- محمد عبد الرازق عبد الفتاح (٢٠١٦): " برنامج STEM مقترح في العلوم للمرحلة الابتدائية لتنمية مهارات التصميم التكنولوجي والميول العلمية"، مجلة التربية العلمية، مج١٩، ع٦، ١-٢٨.

- مركز تطوير المناهج والمواد التعليمية (٢٠١٢): وثيقة الكيمياء للمرحلة الثانوية، http://moe.gov.eg/ccimd/pdf/doc-chemistry_quality2.pdf
- نضال شعبان الأحمد، ونورة صالح المقبل (٢٠١٦): " احتياجات النمو المهني لمعلمات الاحياء للمرحلة الثانوية في ضوء كفايات معلم الأحياء للجيل القادم"، المجلة الدولية التربوية المتخصصة، مج ٥، ع ٩، ١-١٩.
- نضال قسوم (٢٠١٣): تدريس العلوم في العالم العربيّ يحتاج إلى قفزة كبيرة وفورية، مدونة المرصد، http://blog.icoproject.org/?p=576
- ويكيبيديا الموسوعة الحرة (٢٠١٧): عمليات التصميم الهندسي، https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B9%D9%85%D9%84%D9%8A%D8%A7%D8%AA_%D8%A7%D9%84%D8%AA%D8%B5%D9%85%D9%8A%D9%85_%D8%A7%D9%84%D9%87%D9%86%D8%AF%D8%B3%D9%8A
- Boesdorfer, Sarah B.& Staude, Kristin D (2016): "Teachers' Practices in High School Chemistry Just Prior to the Adoption of the Next Generation Science Standards", School Science and Mathematics, v116 n8 p442-458.
- Chabalengula, Vivien M.& Mumba, Frackson (2017):" Engineering Design Skills Coverage in K-12 Engineering Program Curriculum Materials in the USA", International Journal of Science Education, v39 n16 p2209-2225 .
- Cunningham, Christine M.& Kelly, Gregory J. (2017): Epistemic Practices of Engineering for Education", Science Education, v101 n3 p486-505.
- Gray, Kerry (2017a): " Scientific Inquiry vs. Technological & Engineering Design", https://study.com/academy/lesson/scientific-inquiry-vs-technological-engineering-design.html
- Gray, Kerry (2017b) : " Engineering Design: Definition & Process", https://study.com/academy/lesson/engineering-design-definition-process.html
- Kawasaki, Jarod (2015): Examining Teachers' Goals and Classroom Instruction Around the Science and Engineering Practices in the Next

Generation Science Standards, Doctor of Philosophy in Education, University of California, Los Angeles, ProQuest 3724430.

- Kruse, Jerrid & Wilcox, Jesse (2017): " Engineering Encounters: Building Technological Literacy with Philosophy and Nature of Technology", Science and Children, v54 n7 p66-73.
- Maeng, Jennifer L.; Whitworth, Brooke A.; Gonczi, Amanda L.; Navy, Shannon L.; Wheeler, Lindsay B. (2017): " Elementary Science Teachers' Integration of Engineering Design into Science Instruction: Results from a Randomised Controlled Trial", International Journal of Science Education, v39 n11 p1529-1548.
- National Research Council (2012): A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas, National Academy Press, Washington, DC 20001, https://www.nap.edu/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts
- Next Generation Science Standards (2013a): "Science Education in The 21st Century Why K–12 Science Standards Matter— and why the time is right to develop Next Generation Science Standards", http://www.nextgenscience.org/sites/default/files/Why%20K12%20Standards%20Matter%20-%20FINAL.pdf

-Next Generation Science Standards (2013b): Science and Engineering Practices in the NGSS, http://www.nextgenscience.org/

-Next Generation Science Standards (2016a): Improving Science Education Through Three-Dimensional Learning, http://www.nextgenscience.org/three-dimensions

Wikipedia, The Free Encyclopedia 2009: "Engineering design process", https://en.wikipedia.org/wiki/Engineering_design_process