وحدة مقترحة فى العلوم قائمة على معايير الجيل القادم لتنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى والحس العلمى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية

إعداد: د/ شيرى مجدى نصحى*

مقدمة البحث:

تسعى دول العالم إلى تحديث مناهج التعليم بصورة مستمرة وتأتى مناهج العلوم فى مقدمة اهتمامات المعنيين بوضع سياسات التعليم والتخطيط لتطويرها. كما ينادى التربويون فى مؤتمراتهم وندواتهم العلمية بضرورة تطوير مناهج العلوم المصرية بمختلف المراحل العلمية لتواكب مثيلتها فى الدول المتقدمة.

وتشهد مناهج العلوم على وجه الخصوص فى الوقت الراهن جهوداً متعددة لتطويرها؛ وذلك من خلال الاطلاع على مناهج العلوم فى بعض دول العالم التى حقق أبناؤها مستويات متقدمة فى الاختبارات الدولية للرياضيات والعلوم (التيمير) Trends in International Mathematics and Science Assessment (TIMSS)، واختبارات برنامج التقويم الدولى للطلاب (بيزا) Programme for International Student Assessment (PISA)، ومن ثم الاستفادة منها فى تطوير مناهج العلوم فى مصر .

ولعل معايير العلوم للجيل القادم من أحدث التوجهات العالمية التى تستهدف تطوير مناهج العلوم، والتى تعد ناتجاً لعدة حركات اصلاح تعليم العلوم بالولايات المتحدة الأمريكية التى بدأت منذ عام ١٩٨٣ بصدور تقرير أمة فى خطر Nation in Risk الذى قدم توصيات لإصلاح التعليم الأمريكى ومن أهمها تبنى معايير عالمية المستوى فى كل المدارس والكليات وتكون هذه المعايير قابلة للقياس تلا ذلك مشروع ٢٠٦١ الذى نشرته الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم American Association for the Advanced Science AAAS عام ١٩٨٥ ومر هذا المشروع بثلاث مراحل انتهت المرحلة الأولى بنشر وثيقة العلم للجميع لجميع الأمريكيين تم خلالها تحديد المعارف والمهارات والاتجاهات العلمية التى يجب أن يمتلكها الطلاب من الروضة حتى الصف الثانى عشر أما المرحلة الثانية انتهت بنشر وثيقة معالم الثقافة العلمية عام ١٩٩٣ خلالها تم بناء نماذج للمناهج التعليمية من رياض الأطفال حتى الصف الثانى عشر، أما المرحلة الثالثة فهى مرحلة تنفيذ والتحول التربوى للمشروع، وتهدف إلى تنفيذ ما تم الحصول عليه من المرحلتين الأولى والثانية.

وامتداداً لحركة الإصلاح السابقة بدأت منظمة الإنجاز (Achieve Organization) فى عام ٢٠١٠ بالتعاون مع جمعية الأمريكية لتقدم

* مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم- كلية تربية – جامعة عين شمس

العلوم (AAAS)، والجمعية الوطنية لمعلمى العلوم (NSTA) فى وضع معايير العلوم للجيل القادم (NGSS)؛ وذلك استجابة للمخاوف المتعلقة بالحاجة إلى قوى عاملة مثقفة علمياً، وزيادة الاهتمام بالابتكارات فى مجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (ستيم) Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)، وكذلك الحاجة إلى مواطنين قادرين على: التنافس فى الاقتصاد العالمى، والمشاركة بحرية وديموقراطية، واتخاذ قرارات الشخصية، وفهم الأحداث الجارية وإصدار الأحكام بناءً على الأدلة العلمية (Achieve Report, 2010).

وتعد معايير الجيل القادم نقلة نوعية فى تعليم وتعلم العلوم ورؤية جديدة للإصلاح تتطلب خروجاً عن النهج التقليدى الذى يحدث اليوم فى فصول العلوم فأصبح الفصل الدراسى مكان يعمل فيه التلاميذ العلوم "Student do science" بدلاً من مكان يتم فيه التعلم حول العلوم "Student learn about science" (Houseal, 2016).

حيث تستهدف معايير الجيل القادم تطوير كفاءة التلاميذ من خلال الانخراط المثمر فى الاستدلال وإعمال العقل "sense making" تجاه الظواهر وحل المشكلات خلال القيام بالممارسات العلمية والهندسية مثل: إجراء التحقيقات، وعقد مناقشات جدلية مع الأقران بطرق متخصصة، واستخدام الرياضيات والتفكير الرياضى، واستخدام وتصميم النماذج وتطويرها (NRC, 2013; Pellegrino, 2013; Lee& et al, 2014; Campbell, 2015)

وتتكون معايير العلوم للجيل القادم من الأبعاد الثلاثة الموجودة فى إطار معايير التربية العلمية من الروضة حتى الصف الثانى عشر وتمثلت هذه الأبعاد الثلاثة فى الممارسات العلمية والهندسية (Scientific and Engineering Practices)، والمفاهيم العابرة (Crosscutting concepts)، والأفكار المنهجية الرئيسة (Disciplinary core ideas). وتصف الممارسات العلمية والهندسية سلوك العلماء أثناء أنخراطهم فى عمليات الاستقصاء وبناء نماذج ونظريات حول العالم الطبيعى؛ أما المفاهيم العابرة فهى مفاهيم التى لها تطبيقات عبر جميع فروع العلوم، أى أنها طريقة لربط الفروع المختلفة للعلوم، بينما الأفكار المنهجية الرئيسة لديها القدرة على التركيز على مناهج العلوم من الروضة حتى الصف الثانى عشر وعلى عمليات التعليم والتقويم ، وقد تم تجميع هذه الأفكار فى أربعة مجالات، هى: العلوم الفيزيائية، وعلوم الحياة، وعلوم الأرض والفضاء، والهندسة والتكنولوجيا وتطبيقات العلم (National Research Council, 2012؛ ابراهيم، ٢٠١٧أ، الأحمد والبقمى، ٢٠١٧).

ونظراً لأهمية معايير العلوم كأحد التوجهات الحديثة هناك أهتمام من قبل الدراسات فمنها من أهتم بتقويم مناهج أو محتويات العلوم للتعرف على مدى توافر مرتكزات معايير الجيل القادم بها مثل دراسة الأحمد& البقمى (٢٠١٧) التى استهدفت التعرف على مدى توافر معايير الجيل القادم فى كتب الفيزياء

بالمملكة العربية السعودية ، ودراسة العتيبى (٢٠١٧) التى استهدف التعرف على مدى توافر معايير الجيل القادم فى كتب العلوم بالصف السادس الابتدائى وبالصفوف الأول والثانى من المرحلة الإعدادية وأشارت النتائج أن نسبة توافر الممارسات العلمية والهندسية منخفضة جداً فى الثلاث صفوف ، ودراسة ابراهيم (٢٠١٧أ) التى استهدف تقويم مناهج علوم الحياة بالمرحلة الثانوية فى ضوء معايير الجيل القادم، وهناك بعض الدراسات التى اهتمت بتقديم رؤية مقترحة فى ضوء معايير الجيل القادم لتطوير علوم التربية الجيويوجية مثل دراسة سلامة & عيسى (٢٠١٧)، ويوجد دراسات اهتمت بإعداد برنامج تدريبى لمعلمى العلوم فى ضوء معايير الجيل القادم مثل دراسة محمد (٢٠١٨)، دراسة بايبي Bybee (2014) التى استهدفت تهيئة المعلمين العلوم لمعايير الجيل القادم، وركزت على ضرورة تطوير برامج إعداد المعلمين وتحديثها.

وإذا كان الهدف الأسمى من تعليم العلوم فى ضوء معايير الجيل القادم جعل الطلاب يمتلكون المعرفة الكافية فى العلوم بشكل متكامل مع تطبيقاتها الحياتية والهندسية من خلال الممارسات العلمية والهندسية المختلفة التى تحتاج امتلاك الطالب لمهارات التفكير التصميمى الهندسى حتى يستطيع عمل النماذج الهندسية وتقيمها وتطويرها فى ضوء معارفه العلمية.

حيث يعتمد التفكير التصميمى الهندسى على مهارات وعمليات معقدة يصل خلالها التلاميذ لحلول للمشكلات ومنها مهارة الشعور بالمشكلة ومهارات العمل الجماعى ومهارة تحديد المشكلة واقتراح حلول متنوعة ومبدعة لحل هذه المشكلات واقتراح تصميم للحل الأمثل للمشكلة واختباره وفقاً لمعايير محددة (Goldman& Kabayadondo, 2016).

ويشير مصطلح التفكير التصميمى الهندسى إلى عملية تحليلية ابداعية تتيح للتلاميذ الفرصة للابتكار وتقديم التصميمات الأولية واخذ التغذية الراجعة بخصوصها ومن ثم تعديلها (Razzouk& Shute, 2012)، بينما يرى عبد الفتاح (٢٠١٦) أنه مجموعة إجراءات عقلية وأدائية تستخدم لإنتاج شئ جديد مفيد من مكونات غير مفيدة فى حد ذاتها مما يجعل المتعلمين فى المستقبل قادرين على تقديم حلول مبتكرة لمشكلات العالم الواقعية بينما يعتبره (Dam& Siang 2018) طريقة منهجية توفر نهجاً مبتكراً لحل المشكلات المعقدة من خلال فهم الاحتياجات البشرية وإعادة تأطير المشكلة بصورة تعتمد على الإنسان ومن ثم خلق افكار متعددة لحل هذه المشكلة وتقديم تصميم أولى لأفضل هذه الحلول واختباره وتعديله فى ضوء آراء المستفيدين منه.

وتمر عملية التفكير التصميمى الهندسى بعدة مراحل حددها معهد التصميم التكنولوجى design schooling بجامعة ستانفورد فى خمس مراحل هى التعاطف مع المشكلة، تحديد المشكلة، انتاج الأفكار، تقديم نموذج اولى، اختبار التصميم. (Melles, Howard, & Thompson-Whiteside 2012;

Goldman& Kabayadondo, 2016; Manchanda, 2016؛ حسن، ٢٠١٦؛عبد الفتاح، ٢٠١٦؛ Dam& Siang, 2018).

وفى الوقت الراهن أصبح تعليم مهارات التفكير التصميمى الهندسى أمراً ضروريا يجب تحقيقه من خلال مراحل التعليم قبل الجامعى حيث يفيد المتعلمين فى بناء مهارات الإبداع من خلال انتاج شئ جديد ومبتكر، وتنمية ميولهم المهنية، واكسابهم مهارات العمل الجماعى التشاركى ومهارات التساؤل العلمى ومهارات التفكير التقاربى والتباعدى ومهارات حل المشكلات واتخاذ القرار ، ويساعدهم على فهم أفراد المجتمع من حولهم، ويجعلهم متفتحين ذهنياً، وينمى قدرتهم على تحمل المسؤلية وعدم الخوف من الفشل(Melles, Howard & Thompson-Whiteside, 2012; Johansson- sköldberg, Woodilla& Cetinkaya, 2013؛ عبد الفتاح، ٢٠١٦؛ Christens,2017).

وبالرغم من أهمية تنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى إلا أنه أظهرت بعض الدراسات ضعف مهارات التفكير التصميمى الهندسى لدى الطلاب فى مراحل التعليم قبل الجامعى والتركيز على المعلومات العلمية بصورة نظرية لا تستهدف تنمية مهارات التفكير التصميمى ومنها دراسة (Goldman, Carroll, Kabayadondo, Cavagnaro, Royalty, Roth& Kim, 2012; Koh, Chai, Benjamin, Hong, 2015; Mentzer, Becker & Sutton, 2015؛ حسن، ٢٠١٦؛ عبد الفتاح، ٢٠١٦).

ومن الملاحظ أنه لكى يتم تنمية مهارات التفكير التصميى الهندسى يجب أيضا تنمية أبعاد الحس العلمى لدى التلاميذ التى تتمثل فى الطلاقة فى توليد الأفكار، والمرونة فى معالجة المواقف، والقدرة على الاستدلال العلمى وتمثيل المعلومات والبيانات وتنمية حب الاستطلاع العلمى لديهم، والاستمتاع بالعمل الجماعى، والمثابرة ، والتريث وعدم التسرع فى اصدار الأحكام.

حيث يُعد الحس العلمى من الأنشطة العقلية التى تسمح للانسان بالتعامل مع المحيط بفاعلية حسب أهدافه وخططه ورغباته، فهو من أرقى الأنشطة العقلية التى يمارسها الإنسان فى حياته اليومية عندما تواجهه مشكلة، وهذه الممارسات تختلف من إنسان لآخر حسب اتقانه لها، ولذلك الحس لا يمكن الاستدلال عليه بطريقة مباشرة، ولكن يمكن أن يستدل عليه خلال ممارسات تعبر عن وجوده، وتؤثر على الجوانب المعرفية والمهارية والوجدانية (مازن، ٢٠١٣).

وتعرفه الشحرى (٢٠١١) على أنه القدرة على إصدار حكم وانتقاء الطرق الصحيحة للوصول إلى حل مشكلة علمية واتخاذ قرار معتمداً على السببية فى أسرع وقت ممكن ويستدل على وجوده من خلال الممارسات التى يقوم بها المتعلم وتشير أغلبها إلى أداءات ذهنية وعمليات قائمة على الادراك والفهم والوعى ويمكن تنميته عن طريق معالجات تعليمية مقصودة، بينما يعرفه Ford(2012) بأنه التفكير فى صنع المعنى خلال التركيز على الممارسات العلمية وانماط من

الحوار والخطاب باستخدام طرق خاصة مثل التواصل والتمثيل مما يجعل الممارسات العلمية ميسرة وسهلة.

وتتمثل أهمية الحس العلمى فى مساعدة الطلاب علي استخدام مبادئ العلوم كأدوات للاستقصاء العلمي وتدريبهم علي المرونة في التفكير فى حلول للمشكلات التي تواجهه من زوايا مختلفة ، واستخدام استراتيجيات متعددة في التعامل مع المشكلات ، ومن ثم التغلب على نواحى القصور فيها واتخاذ قرار نحوها. وبالتالى يستمتع الطالب بدراسة العلوم و يكسبه الثقة بنفسه، ويطور أدائه الذهنى ويعدل منهجية أفكارهم الأولية، ومن هنا ينمى لديهم المثابرة وتحمل المسئولية والاستقلالية والتروى ويكسبه تقديره لذاته والقدرة على اتخاذ القرار الصحيح فى المواقف اليومية (الشحرى، ٢٠١١)؛ (Heller& Joan, 2012)؛ (مازن، ٢٠١٣)؛ (مازن، ٢٠١٥)؛ (ابراهيم، ٢٠١٦)؛ (أحمد، ٢٠١٨).

وبالرغم من أهمية الحس العلمى كأحد أهداف التربية العلمية إلا انه تشير نتائج الدراسات من وجود تدنى فى مستوى الحس العلمى على مختلف مراحل التعليم المختلفة ومنها دراسة (الشحرى، ٢٠١١؛ Ford,2012؛ محمد، ٢٠١٦؛ محمود، ٢٠١٧؛ أحمد، ٢٠١٨؛ الصادق،٢٠١٨).

لذا يحاول البحث الحالى التعرف على فاعلية وحدة مقترحة قائمة على معايير الجيل القادم التى تعد أحد التوجهات الحديثة لتصميم مناهج العلوم لتنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى والحس العلمى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

مشكلة البحث:

تتحدد مشكلة البحث فى ضعف مهارات التفكير التصميمى الهندسى وضعف الحس العلمى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، وعليه فإن البحث الحالى يتصدى لهذه المشكلة من خلال محاولته الإجابة عن السؤال الرئيس التالى:

ما فاعلية وحدة مقترحة فى العلوم قائمة على معايير الجيل القادم لتنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى والحس العلمى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟

وللإجابة عن هذا السؤال ينبغى الإجابة عن الأسئلة الفرعية التالية:

١- ما معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) المناسبة لتلاميذ المرحلة الإعدادية؟
٢- ما شكل وحدة فى العلوم معدة للتدريس وفقاً لمعايير الجيل القادم؟
٣- ما فاعلية الوحدة المقترحة فى تنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟
٤- ما فاعلية الوحدة المقترحة فى تنمية أبعاد الحس العلمى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟

أهداف البحث:

أستهدف البحث الحالى ما يلى:

١- بناء وحدة فى العلوم لتلاميذ الصف الثالث الإعدادى وفقاً لمعايير الجيل القادم.

٢- التعرف على فاعلية الوحدة المقترحة وفقاً لمعايير الجيل القادم فى تنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى التى تتمثل فى المهارات التالية: التعاطف مع المشكلة، تحديد المشكلة، انتاج الأفكار، تقديم نموذج اولى، اختبار التصميم.

٣- التعرف على فاعلية الوحدة المقترحة وفقاً لمعايير الجيل القادم فى تنمية أبعاد الحس العلمى التى تتمثل فى القدرة على الاستدلال العلمى، القدرة على تمثيل المعلومات، الاستمتاع بالعمل العلمى، حب الاستطلاع، المثابرة، التريث وعدم التسرع.

أهمية البحث:

قد يفيد هذا البحث كلاً من:

١- **مخططى المناهج:** يقدم هذا البحث وحدة مقترحة فى العلوم قائمة على معايير الجيل القادم (NGSS) كأحد التوجهات الحديثة يمكن الاستعانة بها فى تطوير مناهج العلوم لتنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى و أبعاد الحس العلمى لدى التلاميذ المرحلة الإعدادية.

٢- **منفذى المناهج :** يقدم هذا البحث للعاملين في حقل التربية والتعليم من المعلمين والموجهين وغيرهم وحدة مقترحة وفقاً لمعايير الجيل القادم ،ودليل معلم يمكن الاسترشاد به عند تدريسها، ومقياس مهارات التفكير التصميمى الهندسى، ومقياس الحس العلمى، يمكن الاستعانة بهما لقياس هذا الغرض.

٣- **المستفيدين من الوحدة (الطلاب):** قد يساعد هذا البحث الطلاب فى تنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى التى تتمثل فى المهارات التعاطف مع المشكلة، تحديد المشكلة، انتاج الأفكار، تقديم نموذج اولى، اختبار التصميم ، وتنمية الحس العلمى لديهم متمثل فى القدرة على الاستدلال العلمى، القدرة على تمثيل المعلومات، الاستمتاع بالعمل العلمى، حب الاستطلاع، المثابرة، التريث وعدم التسرع.

حدود البحث :

أقتصر البحث الحالي على:

١- مجموعة من تلاميذ الصف الثالث الإعدادى بمدرسة الجامعة الإسلامية الإعدادية بنات التابعة لإدارة الزيتون بمحافظة القاهرة.

٢- مهارات التفكير التصميمى الهندسى التى تتمثل فى التعاطف مع المشكلة، وتحديد المشكلة، وانتاج الأفكار، وتقديم نموذج اولى، واختبار التصميم

٣- أبعاد الحس العلمى التى تتمثل فى القدرة على الاستدلال العلمى، القدرة على تمثيل المعلومات، الاستمتاع بالعمل العلمى، حب الاستطلاع، المثابرة، التريث وعدم التسرع.

٤- تفسير النتائج محدد بالظروف وطبيعة مجموعة البحث، وزمان ومكان تطبيقه .

منهج البحث والتصميم التجريبى:

اتبع البحث الحالى المنهج الوصفى التحليلى فى تناول الإطار المعرفى للبحث واستعراض الدراسات والأدبيات التى تناولت معايير العلوم للجيل القادم NGSS والتفكير التصميمى والحس العلمى وفى إعداد أدوات البحث التى تتمثل فى الوحدة المقترحة (كتاب التلميذ- ودليل المعلم) وأداتى التقويم (مقياس التفكير التصميمى الهندسى- ومقياس الحس العلمى) ، كما اتبع أيضاً المنهج التجريبى، وتصميم المجموعة الواحدة، الذى اعتمد على وجود مجموعة وتطبيق عليها مقياسى التفكير التصميمى الهندسى والحس العلمى قبلياً ثم تدريس الوحدة المقترحة ثم التطبيق البعدى للمقاييس.

فروض البحث :

١- يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطى درجات تلاميذ مجموعة البحث في التطبيقين القبلى والبعدى لمقياس التفكير التصميمى الهندسى ككل ولكل مهارة على حدى لصالح التطبيق البعدى.

٢- يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطى درجات تلاميذ مجموعة البحث في التطبيقين القبلى والبعدي لمقياس الحس العلمى ككل فى كل بُعد على حدى لصالح التطبيق البعدى .

٣- توجد علاقة ارتباطية دالة بين درجات تلاميذ مجموعة البحث فى القياس البعدى لمقياس التفكير التصميمى الهندسى و مقياس الحس العلمى.

مصطلحات البحث:

١- **معايير العلوم للجيل القادم:** رؤية جديدة للتربية العلمية تحدد توقعات الأداء المتميز الذى يجب أن يحققه تلميذ المرحلة الإعدادية وتقوم على التكامل بين الأبعاد الثلاثة؛ الممارسات العلمية والهندسية، الأفكار المحورية، المفاهيم المتقاطعة.

٢- **التفكير التصميمى الهندسى:** مجموعة من الاجراءات التى يستخدمها التلميذ لانتاج شئ جديد ومبتكر لحل مشكلة معينة ويمر بخمسة مراحل هما التعاطف مع المشكلة، تحديد المشكلة، انتاج أفكار لحل المشكلة، عمل تصميم أولى لأنسب الحلول المقترحة، واختبار التصميم من قبل المستفيدين أو الزملاء.

٣- **الحس العلمى**: أنشطة عقلية يمارسها المتعلم تتمثل فى قدرته على الاستدلال العلمى وتمثيل المعلومات المعطاه والقدرة على المثابرة والتريث فى إصدار الأحكام والاستمتاع بالعمل العلمى وحب الاستطلاع العلمى.

الإطار النظرى للبحث:

تناول الإطار المعرفى للبحث ثلاث محاور هم: معايير العلوم للجيل القادم، التفكير التصميمى الهندسى، الحس العلمى.

أولاً: معايير العلوم للجيل القادم Next Generation Science (NGSS) Standards

المقصود بمعايير العلوم للجيل القادم:

المعيار فى اللغة العربية هو: "ما اتخذ أساساً للمقارنة والتقدير". والمعيار فى اللغة الإنجليزية هو: "مقياس ثابت للمدى أو الكمية أو النوع أو الحجم، كما يعنى نوعاً أو نموذجاً أو مثالاً للمقارنة أو محكاً للتمييز". ويعرف المعيار فى قاموس أكسفورد بإنه "مستوى محدد من التميز فى الأداء أو درجة محددة من الجودة، ينظر إليها كهدف محدد مسبقاً للمسألة التعليمية أو كمقياس لما هو مطلوب تحقيقه لبعض الأغراض" (سعود& الياس، ٢٠١٤).

يقصد بمعايير محتوى مناهج العلوم ما ينبغى أن يتعلمه المتعلم ويتمكن من أدائه عبر سنوات الدراسة بالتعليم قبل الجامعى، بمعنى آخر فإن المعايير تمثل المدى المطلوب أن يصل إليه المتعلم من المعارف والمهارات والقيم والسلوكيات (خبراء مركز تطوير المناهج والمواد التعليمية، ٢٠١٦).

ومعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) عبارة عن مستويات للأداء المتميز فى العلوم بمختلف المراحل التعليمية من الروضة وحتى الصف الثانى عشر، تم تطويرها على خطوتين بواسطة المجلس الوطنى للبحوث (NRC)، والجمعية الوطنية لمعلمى العلوم (NSTA)، والجمعية الأمريكية لتقدم العلوم (AAAS)، ومؤسسة تحقيق الانجاز. تمثلت الخطوة الأولى فى إعداد إطار تعليم العلوم من الروضة وحتى الصف الثانى عشر، والخطوة الثانية تم خلالها تطوير معايير

العلوم للجيل القادم استناداً إلى إطار تعليم العلوم الذى تم إعداده فى الخطوة الأولى (NGSS Lead States, 2012).

أشارت محمد (٢٠١٦) أن معايير الجيل القادم هى معايير جديدة لتعليم العلوم بفاعلية فى القرن الحادى والعشرين، تركز على الهندسة والتكنولوجيا، وتشمل معايير محتوى العلوم من رياض الأطفال وحتى الصف الثانى عشر. ويقصد بها أنها "مجموعة من توقعات الأداء التى تصف ما ينبغى أن يعرفه الطلاب ويكونوا قادرين على القيام به فى مجالات العلوم الفيزيائية وعلوم الفضاء والأرض وعلوم الحياة والهندسة والتكنولوجيا وتطبيقات العلوم، وذلك فى كل صف دراسى بدءاً من رياض الأطفال وحتى الصف الثانى عشر". وقد وضعت هذه المعايير لتحسين تعليم العلوم لكل الطلاب وإعدادهم للالتحاق بالكليات والمهن والمواطنة.

ويوضح إبراهيم (٢٠١٧أ) أن معايير العلوم للجيل القادم هى توقعات للأداء المتميز يجب أن يحققها الطلاب بنهاية دراستهم لمناهج علوم الحياة بالمرحلة الثانوية العامة بجمهورية مصر العربية، وتعد هذه المعايير بمثابة محكات لجودة الأداء؛ حيث يتم فى ضوئها الحكم على مستوى جودة محتوى علوم الحياة بالمرحلة الثانوية، وتحديد الحشو الزائد فى هذا المحتوى، ومن ثم وضع تصور مقترح لتطوير مناهج علوم الحياة بالمرحلة الثانوية فى ضوء هذه المعايير.

ويشير كلاً من سلامة وعيسى (٢٠١٧) أنها رؤية جديدة للتربية العلمية، تكونت من تكامل الأبعاد الثلاثة؛ وهى: (الممارسة العلمية والهندسية، الأفكار المحورية، المفاهيم المتقاطعة) فى مجال علوم الأرض والفضاء.

لماذا معايير العلوم للجيل القادم؟

هناك العديد من الأسباب والمبررات التى دعت بقوة لضرورة إعداد معايير العلوم للجيل القادم، ومن أبرز هذه الأسباب والمبررات ما يلى (NGSS Lead States, 2012):

١- التطورات المتعددة فى مجال العلوم والتربية العلمية، بالإضافة إلى الاقتصاد القائم على الابتكار.

٢- ضعف التحاق الطلاب بالولايات المتحدة فى جميع الصفوف الدراسية من رياض الأطفال وحتى الصف الثانى عشر بتخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM)، الأمر الذى يهدد نجاح ملايين من الشباب الأمريكي فى الاقتصاد العالمى الجديد، ويدعو إلى وجود معايير جديدة للعلوم تحفز وتشجع الاهتمام بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لتأهيل الطلاب وإعدادهم للالتحاق بالمهن الجديدة فى المستقبل.

٣- لا يمكن إعداد الطلاب بنجاح للكليات والمهن والمواطنة بدون إعداد أهداف وتوقعات أداء سليمة. حيث تقدم المعاييرالأساس الضرورى للقرارات المحلية حول المنهج والتقويم والتعليم.

٤- تنفيذ معايير العلوم من الروضة وحتى الصف الثانى عشر المطورة سوف يعد خريجى التعليم العالى بشكل أفضل للمهن والكليات الصعبة.
٥- ضعف إنجاز الطلاب الامريكيين فى العلوم والرياضيات فى الاختبارات الدولية، وحصولهم على مرتبة متأخرة بين الدول المشاركة فى الاختبارات
٦- تدنى المشاركات العالمية لصناعات التكنولوجيا العالية بأمريكا بالمقارنة بالدول الاخرى مثل الصين.
٧- ما خلصت إليه مؤسسة كارنيجى فى نيويورك للباحثين المتميزين أثناء إجتماعها مع قادة القطاعين العام والخاص فى عام ٢٠٠٧م بأن قدرة الوطن على الابتكار من أجل النمو الاقتصادى وقدرة العمال الأمريكيين على التفوق فى سوق العمل الحديثة يعتمد على مؤسسات ناجحة وقوية فى تعليم العلوم والرياضيات".

ابعاد تعلم العلوم فى معايير العلوم للجيل القادم:

تضمنت وثيقة معايير العلوم للجيل القادم ثلاثة أبعاد لتعليم العلوم هى نفسها الأبعاد الثلاثة لتعليم العلوم فى إطار تعليم العلوم من الروضة وحتى الصف الثانى عشر، وتمثلت هذه الأبعاد الثلاثة فيما يلى (National Research Council, 2012؛ محمد، ٢٠١٦؛ إبراهيم، ٢٠١٧؛ سلامة & عيسى ، ٢٠١٧؛ محمد، ٢٠١٨):

١- الممارسات العلمية والهندسية:

الممارسات العلمية هى تلك التى يستخدمها العلماء فى تصميم النماذج وبناء النظريات حول الظواهر الطبيعية، والممارسات الهندسية هى تلك الممارسات التى يستخدمها المهندسون فى بناء وتصميم الأنظمة والنماذج. وقد استخدم مصطلح الممارسات بدلاً من المهارات للتأكيد على أن الاستقصاء والبحث العلمى لا يتطلب فقط مهارات ولكن يتطلب المعلومات المتعلقة بهذه الممارسات أيضاً. والتركيز على الممارسات الهندسية فى معايير العلوم للجيل القادم يسهم فى زيادة فهم الطلاب للعلاقة بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) فى حياتهم الواقعية. وانخراط الطلاب فى الممارسات العلمية يساعدهم فى فهم طبيعة المعرفة العلمية وكيفية تطورها ويجعلهم يسلكون سلوك العلماء فى المستقبل، أما انخراطهم فى الممارسات الهندسية فيساعدهم فى فهم عمل المهندسين وأساليبهم فى حل المشكلات.

إن الممارسات العلمية والهندسية ما هى إلا وسيلة لإشغال الطلبة بالعلم وتعلم العلوم (Bybee,2013; Osbrone,2014)، إذ إن انشغال الطلبة بالممارسات العلمية يجعل هذه الأنشطة هى المحتوى الذى يتعلم الطلبة منه إجراء التجارب، وجمع البيانات والأدلة، وتنمية مهارات التواصل والاتصال، وتطوير النماذج والأدوات، واستخدام الرياضيات، والقدرة على تقييم الاداعاء بالجدل بناءاً على الأدلة والبراهين، والتخطيط وإجراء التقصيات، والقدرة على التفسير (محمد، ٢٠١٨).

ويشير كلا من (Bybee,2013; Granucci& Others, 2017) الممارسات العلمية Scientific practices هى سلوكيات العلماء التى تجعلهم يندمجوا فى البحث أو التحقيق investigate، وبناء النماذج والنظريات حول العالم الطبيعى من حولنا. والاهتمام بدمج الهندسة فى التعليم العلوم من خلال تصميم التجارب، تصميم النماذج، تصميم البرامج الحاسوبية،... الخ.

ويستخدم مصطلح الممارسات "Practices" بدلاً من مصطلح عمليات العلم "scientific processes" أو مهارات الاستقصاء "inquiry skills" للتأكيد التعليم المبكر للتلاميذ لمهارات البحث العلمى وليس المنهج العلمى على ان يكون تاريخ العلم جزء متكامل من تعلم العلوم، وهنا يتم التأكيد على العلم مادة وطريقة فالمشاركة فى البحث العلمى والتحقيق العلمى لا يقتضى فقط المهارة ولكن أيضاً المعرفة والممارسة تشير إلى فعل الشئ مراراً وتكراراً من اجل اتقان التعلم (NRC Framework, 2012؛ قسوم، ٢٠١٣؛ عبد الكريم، ٢٠١٧).

وقد تضمنت وثيقة المعايير العلوم للجيل القادم ثمان ممارسات علمية وهندسية ضرورية عند إجراء البحوث العلمية، وتمثلت هذه الممارسات فى : طرح الأسئلة (العلوم) وتحديد المشكلات (الهندسة)، وتطوير واستخدام النماذج، وتخطيط وإجراء البحث وتحليل وتفسير البيانات، استخدام الرياضيات والتفكير الكمى، وبناء تفسيرات (العلوم) وتصميم الحلول (الهندسة)، والانخراط فى الأدلة والحصول على معلومات وتقييمها ونقلها.

٢- الأفكار المنهجية الرئيسية (Disciplinary Core Ideas):

يقصد بها الأفكار الرئيسة ذات الصلة بعلوم الحياة، والفيزياء، وعلوم الأرض والفضاء، وعلوم الهندسة والتكنولوجيا. والتى تمكن المتعلم من التوسع فى دراسة هذه المجالات، وتبرز العلاقات بين العلوم والهندسة والتكنولوجيا، ولكى تكون الأفكار محورية يجب أن تجمع بين معيارين على الأقل من معايير التالية:

- ذات أهمية واسعة خلال التخصصات العلمية والهندسية، أو أن تكون مفهوماً رئيساً تنتظم حوله عدة تخصصات علمية وهندسية.
- ذات قوة تفسيرية، يمكن من خلالها تفسير الكثير من الظواهر الطبيعية.
- تتميز بالتوليد والابتكار، وتوفر أداة مناسبة لفهم وبحث الأفكار الأكثر تعقيدا وحل المشكلات.
- مرتبطة بحياة الأفراد، وترتبط باهتمامات الطلاب وخبراتهم الحياتية، ومخاوفهم الشخصية والاجتماعية، وتتطلب المعرفة العلمية والتكنولوجية.
- قابلة للاستخدام والتطبيق، وقابلة للتعليم والتعلم فى مستويات متدرجة تزداد فى العمق والتعقيد.

وتضمنت وثيقة معايير العلوم للجيل القادم (٤٤) فكرة رئيسية منها ١٢ فكرة رئيسة فى مجال العلوم الفيزيائية، (١٤) فكرة رئيسة فى مجال علوم الحياة، (١٢) فكرة

رئيسة فى مجال علوم الفضاء والأرض، (٦) أفكار رئيسة فى مجال علوم الهندسة والتكنولوجيا وتطبيقات العلوم.

٣- المفاهيم المتقاطعة او الشاملة او العابرة Crosscutting Concepts:

المفاهيم الشاملة هى مبادئ عالمية، تنطبق على كل العلوم . ويمكن توضيح هذه المفاهيم بشكل تفصيلى على النحو التالى:

- **الانماط**: تمثل أنماط الملاحظة من الأشكال، وأحداث توجه تنظيم أسئلة، وتصنيفها وتحديدها؛ بشأن العلاقات والعوامل التى تؤثر فيها.
- **السبب والنتيجة**: إدراك الآليات، والتفسيرات للأحداث التى تتراوح من البسيطة إلى المعقدة متعددة الاوجه، وتختبر تلك الآليات عبر السياقات، وتستخدم فى التنبؤ، وتفسير الأحداث خلال الاستقصاء العلمى.
- **القياس، والنسبة، والكمية**: أدراك القياسات، والنسب، وعلاقات الطاقة، وإدراك كيفية تأثير التغيرات فى القياس، والنسبة والكمية؛ المتعلقة بالظاهرة.
- **الأنظمة ونمذجة الأنظمة**: تحديد أبعاد الأنظمة، وعمل نموذج واضح؛ بما يوفر الأدوات اللازمة لفهم الأفكار القابلة للتطبيق فى العلوم والهندسة؛ واختبارها.
- **التركيب، والوظيفة**: إدراك الطريقة التى تشكل الأشياء، أو تتركب منها الأشياء، أو تتركب من الأشياء ويساعد فى تحديد الخصائص، والوظائف المرتبطة بها (بمعنى ملائمة الشكل للوظيفة).
- **الثبات والتغير**: فهم ظروف ثبات الأنظمة الطبيعية، والصناعية، والعناصر المتحكمة فى معدل تغيرها، أو تطور الأنظمة.

وصممت معايير NGSS؛ لتؤكد الفهم المعمق للمحتوى، والممارسة، وفقاً لتلك المعايير يدري الطالب مجالات علمية اقل مما عليه؛ ويكون التركيز على تنمية استيعابهم للمفاهيم العلمية، من خلال الممارسة، وتطبيق تلك المفاهيم وبنائها منطقياً؛ من خلال التدرج فى التعلم من الصف K-12. ويمكن القول إن معايير الجيل القادم صممت لبناء قدرة الطلاب على اكتساب المعرفة العلمية، وتطبيقها فى مواقف متفردة والقدرة على التفكير، والاستدلال بطريقة علمية.

تنظيم معايير العلوم للجيل القادم:

تم تنظيم معايير العلوم للجيل القادم كما هو موضح بالشكل التالى (NGSS Lead States, 2013)

العنوان		
توقعات الأداء		
المفاهيم العابرة	الأفكار المنهجية الرئيسة	الممارسات العلمية والهندسية
الارتباطات ب: – الأفكار المنهجية الرئيسة فى هذا الصف الدراسى. – الأفكار المنهجية عبر الصفوف الرئيسة. – المعايير العامة والرئيسة للولاية		

شكل (١) يوضح طريقة تنظيم معايير العلوم للجيل القادم

كما هو موضح بشكل (١) أنه تم تنظيم معايير العلوم للجيل القادم بحيث يكون لكل مجموعة من توقعات الأداء عنوان، أسفل العنوان يوجد صندوق به توقعات الاداء، أسفل هذه التوقعات ثلاثة صناديق مرتبة كالتالى من اليسار إلى اليمين: الممارسات العلمية والهندسية، الأفكار المنهجية الرئيسة، والمفاهيم العابرة؛ حيث تندمج معاً لإنتاج توقعات الأداء الموجودة أعلاها، والجزء الأسفل يتضمن قائمة بالارتباطات بكل من: الأفكار المنهجية الرئيسة فى هذا الصف الدراسى، الأفكار المنهجية الرئيسة عبر الصفوف الدراسية، والمعايير الهامة والرئيسة للولاية.

وفى ضوء ذلك يتضح أن معايير العلوم للجيل القادم تم خلالها مراعاة الأسس والمبادئ التالية:

١- الأداء: حيث أن المعايير مصاغة فى صورة مجموعة من التوقعات الأداء يجب أن ينجزها الطلاب بنهاية كل مستوى تعليمى.
٢- الدمج: حيث أن المعايير يتم خلالها دمج الأبعاد الثلاثة لتعليم العلوم (الممارسات العلمية والهندسية، الأفكار المنهجية الرئيسة، والمفاهيم العابرة) لتحقيق توقعات الأداء المرجوة.
٣- الاتساق: حيث إن هذه المعايير متسقة مع الأفكار المنهجية الرئيسة بنفس الصف الدراسية، والأفكار المنهجية الرئيسة بمختلف الصفوف الدراسية، والمعايير العامة والرئيسة للولاية والتى تشمل معايير اللغة والرياضيات.

ونظراً لأهمية معايير الجيل القادم كأحد التوجهات الحالية فى تطوير مناهج العلوم أهتمت العديد من الدراسات بتقويم وتطوير المناهج فى ضوئها فمنها من أهتم بالتعرف على على مدى توافر معايير الجيل القادم فى كتب الفيزياء بالمملكة العربية السعودية مثل دراسة الأحمد& البقمى (٢٠١٧)، ومنها من استهدف التعرف على مدى توافر معايير الجيل القادم فى كتب العلوم بالصف السادس الابتدائى والصفوف الأول الثانى الإعدادى وأشارت النتائج أن نسبة توافر

الممارسات العلمية والهندسية منخفضة جداً فى الثلاث صفوف مثل دراسة العتيبى (٢٠١٧)، ومنها من استهدف تقويم مناهج علوم الحياة بالمرحلة الثانوية فى ضوء معايير الجيل القادم مثل دراسة ابراهيم (٢٠١٧أ)، وهناك بعض الدراسات التى اهتمت بتقديم رؤية مقترحة فى ضوء معايير الجيل القادم لتطوير علوم التربية الجيويوجية مثل دراسة سلامة & عيسى (٢٠١٧)، ويوجد دراسات اهتمت بإعداد برنامج تدريبى لمعلمى العلوم فى ضوء معايير الجيل القادم مثل دراسة محمد (٢٠١٨).

مما سبق نستنتج أن تقوم معايير الجيل القادم على أساس دمج الممارسات العلمية والهندسية مع محتوى العلوم التى تتمثل فى تحديد المشكلة وتطوير استخدام النماذج وتصميم الحلول وغيرها ولعل هذه الممارسات تعتبر من متطلبات تنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى التى تركز على وجود نموذج يمثل حل للمشكلات التى يتضمنها المحتوى لذا يسعى البحث الحالى إلى اقتراح وحدة فى العلوم فى ضوء معايير الجيل القادم لتنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى، وفيما يلى عرض للمحور الثانى وهو التفكير التصميمى الهندسى.

ثانياً: التفكير التصميمى الهندسى:

يفكر المهتمون بالتعليم فى الأونة الأخيرة فى كيفية تفكير المهندسون لتقديم خدماتهم ومشروعاتهم لذلك قد تم الاهتمام مؤخراً بالتفكير التصميمى لتحسين قدرات الفرد لابتكار تصميم متميز لحل المشكلات حيث انه خلال مراحل التفكير التصميمى الهندسى يتم دمج مهارة التصميم بالعلوم الاجتماعية حيث أن المنتج النهائى من التفكير التصميمى الهندسى يركز على حل أحد المشكلات الاجتماعية بطريقة تراعى القوى البشرية التى تتعامل مع هذا التصميم (Plattner, Meinel& Leifer, 2009).

ويشير مصطلح التفكير التصميمى الهندسى إلى عملية تحليلية ابداعية تتيح للتلاميذ الفرصة للابتكار وتقديم التصميمات الأولية واخذ التغذية الراجعة بخصوصها ومن ثم تعديلها (Razzouk& Shute (2012 بينما يرى عبد الفتاح (٢٠١٦) أنه مجموعة إجراءات عقلية وأدائية تستخدم لإنتاج شئ جديد مفيد من مكونات غير مفيدة فى حد ذاتها مما يجعل المتعلمين فى المستقبل قادرين على تقديم حلول مبتكرة لمشكلات العالم الواقعية بينما يعتبره (Dam& siang 2018) طريقة منهجية توفر نهجاً مبتكراً لحل المشكلات المعقدة من خلال فهم الاحتياجات البشرية وإعادة تأطير المشكلة بصورة تعتمد على الإنسان ومن ثم خلق افكار متعددة لحل هذه المشكلة وتقديم تصميم أولى لأفضل هذه الحلول واختباره وتعديله فى ضوء آراء المستفيدين منه.

يعتمد التفكير التصميمى الهندسى على مهارات وعمليات معقدة حتى يصل التلاميذ لحلول للمشكلات ومنها مهارة الشعور بالمشكلة ومهارات العمل الجماعى ومهارة تحديد المشكلة واقتراح حلول متنوعة ومبدعة لحل هذه المشكلات واقتراح تصميم

للحل الأمثل للمشكلة واختباره وفقاً لمعايير محددة (Goldman& Kabayadondo, 2016).

ويتطلب التفكير التصميمى الهندسى توفر التزام عالى ودافع شخصى قوى لدى المتعلمين، والشجاعة فى المخاطرة، وتحمل الفشل، والعمل الجاد. وخلال عملية التصميم يجب أن يبدأ الشخص بتحديد المشكلة ورسم نموذج لكل الأفكار المحتملة (Goldschmidt& Rodgers, 2013).

وفى الوقت الراهن أصبح تعليم مهارات التفكير التصميمى الهندسى أمراً ضروريا يجب تحقيقه من خلال مراحل التعليم قبل الجامعى حيث يفيد المتعلمين فى (Melles, Howard & Thompson- Whiteside, 2012; Johansson- sköldberg, Woodilla& Cetinkaya, 2013؛ عبد الفتاح، ٢٠١٦؛ Christens,2017):

- بناء مهارات الإبداع من خلال انتاج شئ جديد ومبتكر وهذا يحفز ويطور عقلية التلاميذ وبذلك يصبحون قادرين على حل مشكلاتهم اليومية بطريقة مبتكرة.
- تنمية الميول المهنية لدى المتعلمين.
- يساعد التلاميذ على فهم أفراد المجتمع من حوله والتعاطف مع احتياجاتهم بحيث يتم اقتراح حلول مناسبة للمشكلات المجتمعية.
- يكسب المتعلمين مهارات العمل الجماعى التشاركى: حيث أنه خلال التفكير التصميمى الهندسى بمراحله يعمل التلاميذ فى مجموعات ويقوم كل فريق بانتاج أفكار وحلول فريدة للمشكلات ومن ثم يتعرف التلاميذ على مواقف ضعف وقوة كل فريق عمل.
- يساعد التلاميذ على التفتح الذهنى: حيث انه تبدأ مراحل التفكير التصميمى الهندسى بشكل أكثر انفتاحاً أو بموضوع واسع ثم طرح حلول لهذا الموضوع أو القضية وبذلك يصبح الطلاب منفتحين ولديهم استعداد لسماع أفكار الآخرين وتقبل الأفكار الجيدة والنقد الموضوعى لهذه الأفكار.
- يكسب التلاميذ مهارات التساؤل العلمى: حيث يبدأ التفكير التصميمى الهندسى بسؤال يحاول الطلاب الإجابة عليه وفى ضوئه يقدمون الحلول المناسبة للإجابة على هذا السؤال.
- ينمى القدرة على تحمل المسؤلية.
- تنمية التفكير التقاربى والتباعدى لدى المتعلمين حيث أن بانتهاء المرحلة الاستكشافية التى يستخدم فيها المتعلمون التفكير المتباعد يجب على الفريق الانتقال للتفكير المتقارب واصدار بيان مبدئى للمشكلة فهم يقومون بتجميع المعلومات والبحث عن انماط واتجاهات

ورؤى ثم يبدأون فى عملية توليد الحلول الممكنة وفى النهاية يقدم الفريق أفضل الحلول مقترحة وهذا ينمى لديهم مهارات التقاربى.

- تكسب عمليات ومراحل التفكير التصميمى الهندسى المتعلمين القدرة على التحدى وعدم الخوف من الفشل فالفشل فى عملية التصميم الأولى لا يُعد فشلاً وانما وسيلة لإعادة التفكير والتوصل لأفضل الحلول وهذه السمة يتطلبها سوق العمل فى المستقبل.
- ينمى لدى التلاميذ مهارات حل المشكلات بطريقة ابداعية ومهارات اتخاذ القرار.
- التفكير التصميمى الهندسى يجعل التعلم ممتع ويخلق بيئة تعلم مثمرة يعتمد فيها التعلم على التحدث والتواصل مع الآخرين وتقبل آرائهم ويشجع على تجربة الآراء المختلفة لمعرفة مدى فاعليتها.

ويتسم الطلاب ذوى التفكير التصميمى الهندسى بمجموعة من الصفات تتمثل فى: الاهتمام بالانسان والبيئة معاً حيث انهم يقدمون تصميمات تلبى احتياجات الانسان وفقاً لامكانياته البيئية، والنظر للمشكلات بصورة عامة مع التركيز على تفاصيلها، وانهم ذوى نظرة منظمة فى معالجة المشكلات وتنفيذ الحلول بطرق مختلفة، ولديهم ميول للعمل الجماعى والتواصل الجيد مع الآخرين وتقبل الأخر وآرائه، ويتجنبون التسرع فى أختيار حلول المشكلات لذا فيمكنهم أختيار أفضل الحلول، ولديهم قدرة على التفكير الاستقرائى الاستنباطى وطرح الأسئلة العلمية (Razzouk & Shute 2012; Tschimmel, 2012).

وتمر عملية التفكير التصميمى الهندسى بعدة مراحل حددها Brown (2008) فى ثلاث مراحل هى الوصول لفكرة مهمة Inspiration، تقديم تصور للفكرة Ideation، وتطبيق التصور فى الواقع Implementation.

أما Carrol, , M., Goldman, S., Britos, L., Koh, J., Royalty, A., & Hornstein, M. (2010) قدم ست مراحل لعملية التصميم هى: فهم المشكلة، وملاحظة الواقع، وتحديد وجهة النظر، وانتاج الأفكار، وإنتاج النموذج الاولى للمنتج، واختبار النموذج وتعديله ليصبح فى صورته النهائية، مع التأكيد على أهمية التغذية الراجعة فى جميع المراحل.

فى حين قام معهد التصميم التكنولوجى Design Schooling بجامعة ستانفورد نموذج لمهارات التفكير التصميمى الهندسى مكون من خمس مراحل هى (Howard, & Thompson-Whiteside 2012; Goldman|& ,Melles Kabayadondo, 2016; Manchanda, 2016؛ حسن، ٢٠١٦؛ عبد الفتاح، ٢٠١٦؛ Dam&Siang, 2018):

١- التعاطف مع المشكلة: تمثل المرحلة الأولى من التفكير التصميمى فيها يفهم التلميذ للمشكلة التى يرغب حلها وهذا ينطوى على استشارة الخبراء لمعرفة المزيد عن المشكلة مجال البحث وفيها يلاحظ التلميذ ويتفاعل مع أبعاد المشكلة ويحدد الأفراد المتأثرين بهذه المشكلة وفهم

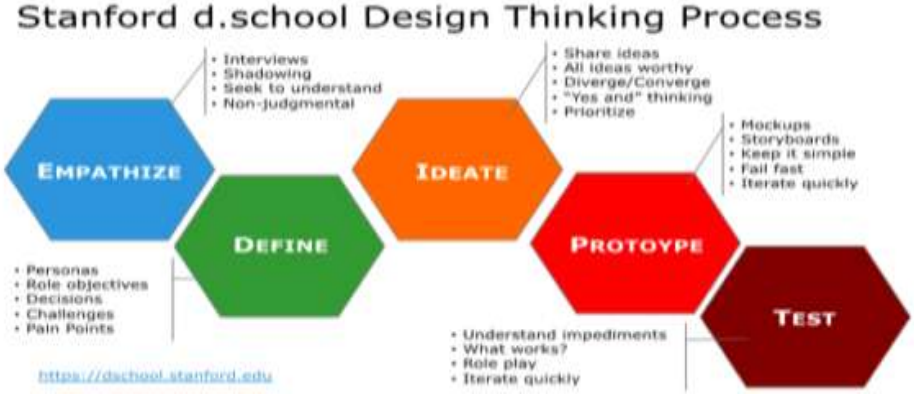
خبراتهم وتجاربهم. يعتبر التعاطف أمراً حاسماً فى معرفة عملية التصميم تتمحور هذه المرحلة حول الانسان من خلال معرفة اقتراحاتهم لحل المشكلة وهنا التلميذ يحصل على المعرفة من المجتمع أو الافراد المحتكين بالمشكلة.

٢- تحديد المشكلة: يتم فى هذه المرحلة تحليل المعلومات التى تم تجميعها وتوليفها من أجل تحديد المشكلة الرئيسة التى تكون نقطة البداية فى العمل وذلك فى ضوء الاحتياجات التى تم تحديدها سابقاً وهذه المرحلة تفيد الطلاب فى تحديد وظائف ومميزات وتقلل من صعوبة المشكلة وهى مرحلة مبدئية لمرحلة تقديم تصور للفكرة وهنا يتم تحديد الأسئلة التى تساعد فى البحث عن الأفكار.

٣- انتاج الأفكار: خلال هذه المرحلة يقوم الطلاب بتوليد أكبر عدد من الأفكار أو الحلول الجديدة للمشكلة التى سبق وتم تحديدها وهنا يتم عملية عصف ذهنى للحصول على أكبر عدد من الأفكار والحلول وتحديد التقنيات التى تساعد فى اختيار أفضل هذه الحلول.

٤- تقديم نموذج اولى: والآن يقوم الفريق بتحويل أفكاره إلى تصميم مادى ملموس حيث يرسم التصميم وينفذه ويعرضه للأخرين.

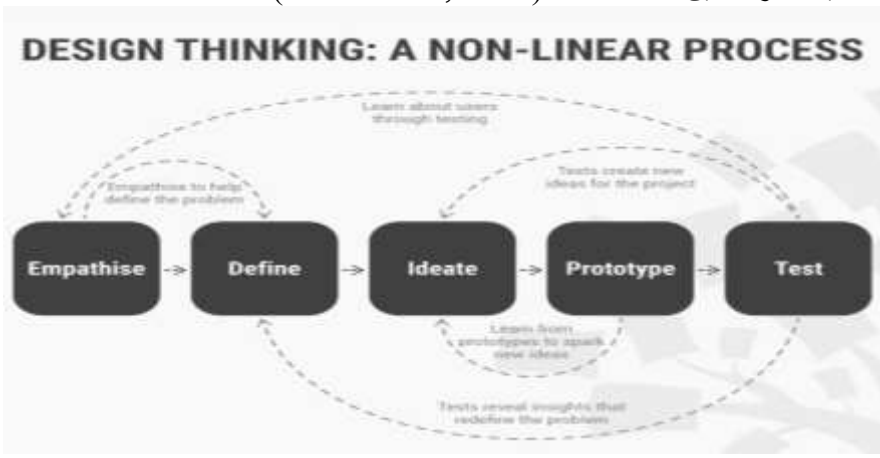
٥- اختبار التصميم: يجرب المتعلم المنتج ويجمع معلومات عنه من قبل باقى الزملاء والمستفيدين ويعدله فى ضوء آرائهم.



شكل (٢) مراحل التفكير التصميمى الهندسى كما حددها معهد ستانفورد (Terrar, 2018)

مراحل التفكير التصميمى الهندسى ليست خطية فحسب فهذه المراحل تتم بطريقة أكثر مرونة وعملية تكرارية فمثلاً يمكن إجراء أكثر من مرحلة فى وقت واحد من قبل المجموعات المختلفة داخل الفريق وقد يعرض الفريق النموذج الأولى للمجموعات واثناء العرض يتناول الأفكار أو الحلول التى تم اقتراحها وتوضيح ان هذا أفضل حل أو قد يكتشف من نتائج مرحلة الاختبار بعض الافكار المهمة التى تجعله يعود لتطوير الافكار مرة أخرى ومن ثم تطوير التصميم الاولى وعمل

تصميم جديد أو يعود للمشكلة أو فهم ظروف المستخدمين أو المجتمع وإجراء التعديلات وتحسين حل المشكلة (Manchanda, 2016).



شكل (٣) مراحل التفكير التصميمى الهندسى ليست خطية
(Dam& Siang, 2018)

نظراً لأهمية التفكير التصميمى الهندسى فقد أهتم الباحثين بتنمية التفكير التصميمى الهندسى فمنهم من أهتم بتنمية التفكير التصميمى الهندسى من خلال تقديم إطار عام لمشروع مقدم لتلاميذ الصفوف الأخيرة من المرحلة الابتدائية وتلاميذ المرحلة الإعدادية (Anderson, 2012) ومنهم من استخدم التعليم عن بعد فى تدريس مهارات التفكير التصميمى الهندسى (Lloyd, 2013)، ومنهم من أهتم بتقييم مهارات التفكير التصميمى الهندسى لدى التلاميذ (Goldman, Carroll, Kabayadondo, Cavagnaro, Royalty, Roth& Kim, 2012)، ومنهم من أهتم بتقديم برنامج تدريبى للمعلمين قائم على تقديم محتوى تربوى تكنولوجى (TPACK) لتنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى لدى طلابهم(Koh, Chai, Benjamin, Hong, 2015)، ومنها من أهتم بمقارنة مستوى التفكير التصميمى الهندسى لدى الطلاب والخبراء وأشارت النتائج لضرورة التركيز على تدريب صغار الطلاب على مهارات التفكير التصميمى الهندسى وخاصة مهارة التنوع فى ابداء الحلول وتصميمها (Mentzer, Becker & Sutton 2015) ومنها من أهتم بالإضافة للمقارنة بتحديد صفات التلاميذ ذوى التفكير التصميمى الهندسى وأهميته فى تنمية مهارات حل المشكلات ومهارات القرن الواحد والعشرون (Razzouk& Shute, 2012)، ومنها من أهتم بدراسة فاعلية البرامج الأفتراضية لتنمية التفكير التصميمى الهندسى لدى صغار الطلاب (طلاب التعليم ما قبل الجامعى) (Rastoopour, Shaffer, Swiecki, Ruis, Chesler, 2015) وهناك دراسات أهتمت بتقديم برنامج للتنمية المهنية للمعلمين قائم على حل المشكلات لتنمية التفكير التصميمى لدى طلابهم (Hernandezleo, Agostinho, Beardsley, Bennet& Lockyer, 2017)،

وعلى المستوى المحلى دراسة حسن (٢٠١٦) التى استهدفت تنمية التفكير التصميمى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية من خلال برنامج أنشطة قائم على الأنشطة اليدوية، ودراسة عبد الفتاح (٢٠١٦) التى استهدفت تنمية مهارات التصميم التكنولوجى لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية من خلال برنامج STEM.

ومن الملاحظ أنه لكى يتم تنمية مهارات التفكير التصميى الهندسى يجب أيضا تنمية الحس العلمى لدى التلاميذ من خلال تنمية بعض الأنشطة العقلية التى تتمثل فى الاستدلال العلمى ، والقدرة على تمثيل المعلومات العلمية للوصول لحل للمشكلة، وتنمية بعض الصفات مثل حب الاستطلاع العلمى، والاستمتاع بالعمل الجماعى، والمثابرة ، والتريث وعدم التسرع فى اصدار الأحكام وفيما يلى سيتم تناول الحس العلمى بالتفصيل.

ثالثاً: الحس العلمى

يُعد الحس العلمى من الأنشطة العقلية التى تسمح للانسان بالتعامل مع المحيط بفاعلية حسب أهدافه وخططه ورغباته، فهو من أرقى الأنشطة العقلية التى يمارسها الإنسان فى حياته اليومية عندما عندما تواجهه مشكلة، وهذه الممارسات تختلف من إنسان لآخر حسب اتقانه لها، ولذلك الحس لا يمكن الاستدلال عليه خلال ممارسات تعبر عن وجوده، وتؤثر على الجوانب المعرفية والمهارية والوجدانية (مازن، ٢٠١٣).

وتعرفه الشحرى (٢٠١١) على أنه القدرة على إصدار حكم وانتقاء الطرق الصحيحة للوصول إلى حل مشكلة علمية واتخاذ قرار معتمداً على السببية فى أسرع وقت ممكن ويستدل على وجوده من خلال الممارسات التى يقوم بها المتعلم وتشير أغلبها إلى أداءات ذهنية وعمليات قائمة على الادراك والفهم والوعى ويمكن تنميته عن طريق معالجات تعليمية مقصودة، بينما يعرفه (Ford, 2012) بأنه التفكير فى صنع المعنى خلال التركيز على الممارسات العلمية وانماط من الحوار والخطاب باستخدام طرق خاصة مثل التواصل والتمثيل مما يجعل الممارسات العلمية ميسرة وسهلة، بينما تعرفه الزعيم (٢٠١٣) بأنه أنشطة عقلية يمارسها المتعلم بطريقة معرفية ووجدانية، بناءاً على الإحساس والادراك والوعى وصولاً لتحقيق الهدف، بينما ترى محمد (٢٠١٦) أنه قدرة التلميذ على شرح العلاقات بين المفاهيم العلمية بناء على خبرات معرفية لحل المشكلة واتخاذ القرار معتمداً على استخدام التمثيل والحس العددى والاستدلال والاستمتاع واحتياطات الأمن والآمان.

وتتمثل أهمية الحس العلمى كما أوضحه (الشحرى، ٢٠١١)؛ (Heller& Joan, 2012)؛ (مازن، ٢٠١٣)؛ (مازن، ٢٠١٥)؛ (ابراهيم، ٢٠١٦)؛ (أحمد، ٢٠١٨) فيما يلى:

- مساعدة الطلاب علي استخدام مبادئ العلوم كأدوات للاستقصاء العلمي من خلال تدريبهم علي الملاحظة والبحث وجمع البيانات والمعلومات بأنفسهم وتحليلها ورسم استنتاجات والربط بين هذه

المشكلات والقضايا التي تواجههم خارج المدرسة وبالتالى يقضى على التفكير الشائع لديه الذى يتسم بالسطحية والتحيز والتسرع فى إيجاد الحلول.

- تدريب الطالب علي المرونة في التفكير فى حلول للمشكلات التي تواجهه من زوايا مختلفة ، ويستخدم استراتيجيات متعددة في التعامل مع المشكلات ، ومن ثم التغلب على نواحى القصور فيها واتخاذ قرار نحوها.

- تدريب الطالب علي كيفية تفسير أفكار العلوم والمفاهيم والظواهر ، وكيفية التواصل مع بعضهم مستخدمين اللغة والرموز والنصوص العلمية و بالتالي يكتسبوا القدرة التي يحتاجونها للتواصل بلغة العلوم .

- جعل الطالب يستمتع بدراسة العلوم و يكسبه الثقة بنفسه، ويطور أدائه الذهنى.

- مساعدة الطلاب علي تعديل منهجية أفكارهم الأولية واستنتاجاتهم ، وذلك من خلال التفكير بطريقة فوق معرفية واستخدام الأدلة والبراهين والتفكير الناقد لتقييم أفكارهم إما بقبولها أو رفضها وفقا لما لديهم من معلومات ؛ مما يجعلهم منتجين للمعرفة وليس مستقبلين لها.

- ينمى لديهم المثابرة وتحمل المسئولية والاستقلالية والتروى ويكسبه تقديره لذاته والقدرة على اتخاذ القرار الصحيح فى المواقف اليومية.

تعددت أبعاد الحس العلمى كما تناولتها العديد من البحوث مثل (الشحرى، ٢٠١١)، (Driver,2015)، (مازن، ٢٠١٥)، (محمد، ٢٠١٦)، (الصادق، ٢٠١٨) وتضمنت الاستشعار بوجود مشكلات تحتاج لحل، الاستمتاع والشعور بالبهجة عند ممارسه النشاط العلمى، حب الاستطلاع والبحث المتواصل والتساؤل المستمر والاستفسار عن كل ما هو جديد، وتفعيل غالبية الحواس واستدعاء الخبرات المخزونة وربطها بالمؤثرات الخارجية، القدرة على تمثيل المعلومات والاستدلال واستخلاص النتائج، القدرة على إدارة الوقت واستثمار الإمكانات المتوفرة لتحقيق الأهداف، تقديم الأدلة العلمية والقدرة على التفسير وعقد المناقشات الجدلية القائمة على الدلائل العلمية، المثابرة وتحمل المشاق، المرونة والطلاقة فى انتاج الأفكار، استقلالية التفكير، الدقة والتريث فى إصدار الأحكام، التواصل العلمى سواء لفظياً أو غير لفظياً، القدرة على التنظيم الذاتى واتخاذ القرارات، وتحمل المسئولية.

مما سبق يمكن تحديد أبعاد الحس العلمى المناسبة للمرحلة الإعدادية ولمعايير الجيل القادم فى القدرة على الاستدلال العلمى، والقدرة على تمثيل المعلومات،

والاستمتاع بالعمل العلمى، وحب الأستطلاع، والمثابرة، والتريث وعدم التسرع وفيما يلى توضيح هذه الأبعاد:

١- الاستدلال العلمى: أى القدرة على استخلاص كل ماهو جديد من خلال المقدمات أو الحكم على صحة النتائج المقدمة للتلميذ، ويستنتج تعميمات من الأدلة المتوفرة أو المعلومات التى يحصل عليها من خلال خبراته السابقة (يبدأ من الخاص إلى العام) أيضاً يستنبط معرفة معتمدة على الفروض أو التعميمات المتوفرة وينتقل تدريجياً من القواعد إلى تعميمات، ويحلل الموقف ويميز بين البيانات الضرورية وغير الضرورية (محمد،٢٠١٦).

٢- القدرة على تمثيل المعلومات: وهى القدرة على تمثيل المعلومات وتلخيصها وتقديمها بشكل جيد، وذلك بالتعبير عن العلاقات باستخدام الرموز أو المخططات أو الرسوم البيانية أو إختصار الموضوع فى عبارات متماسكة دون الإخلال بالفكرة الرئيسة للموضوع (أحمد، ٢٠١٦).

٣- الاستمتاع بالعمل العلمى: تعنى الشعور بالبهجة لوجود القدرة على حل المشكلات، والمتعة فى مواجهة تحدى حل المشكلات، والسعى وراء المعضلات التى قد تكون لدى الآخرين والاستمتاع بإيجاد الحلول لها، ومواصلة التعلم مدى الحياة (العتيبى، ٢٠١٣).

٤- حب الاستطلاع: وهو دافع أو رغبة التلميذ فى البحث والاستكشاف العلمى والاستجابة والتساؤل المستمر عندما يواجه مثيرات لأشياء غريبة وجديدة، أو غامضة غير واضحة أو متنوعة ومتشابكة ومعقدة، أو مفاجئة غير متوقعة متناقضة (عبد الكريم، ٢٠١٨).

٥- المثابرة: وهى الالتزام بالمهمة الموكلة للفرد، والاستمرار بالتركيز فيها بكل انتباه حتى نهايتها دون استسلام مع تحمل المشاق لتحقيق الهدف المنشود أو الوصول لحل للمشكلات دون ملل، ومن هذه الممارسات الأستمرار فى حل المشكلة حتى النهاية والإصرار على تحقيق الهدف رغم الصعوبات، والمحاولة عدة مرات ولا يتخلى عن العمل بسهولة، والاستعانة بمصادر متعددة للتوضيح والمساعدة.

٦- التريث وعدم التسرع: وهى الإمعان والتمهل فى التفكير والتريث فى الاستجابة عند إعطاء حكم فورى وكذلك الإصغاء للتعليمات قبل البدأ بالمهمة وفهم التوجيهات وتطوير الاستراتيجيات للتعامل مع المهمة، والقدرة على وضع خطة وقبول الاقتراحات لتحسين الأداء والاستماع لوجهات نظر الآخرين ومن ممارسات هذا البعد بدأ العمل بعد جمع معلومات كافية، والاستعانة بمصادر متعددة لتقييم الموقف قبل إصدار الاستجابة، والاستعانة بذوى الخبرة والرأى فى الموضوع.

نظراً لأهمية الحس العلمى كأحد أهداف التربية العلمية هناك اهتمام من قبل البحوث بخصوص تنمية هذا المخرج فمنها من أستهدف تنمية الحس العلمى باستخدام استراتيجيات كالتخيل الموجه (أحمد، ٢٠١٨) أو باستخدام استراتيجية التحليل الشبكى (الصادق، ٢٠١٨) أو استراتيجية التفكير المتشعب (محمد، ٢٠١٦)، ومنها من استهدف تقديم وحدة مقترحة فى ضوء التعليم المتمايز (محمود، ٢٠١٧)، منها من استخدم الجدل العلمى فى تنمية أبعاد الحس العلمى (Michael, 2012)، ومنها من أهتم بتقديم برامج للتنمية المهنية للمعلمين لتنمية الحس العلمى لدى طلابهم (ابراهيم، ٢٠١٦)، ومنها من قدم مناهج قائمة على الأنشطة اليدوية والمواد البيئية لتنمية الحس العلمى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية (Zangori, Forbes, Biggers, 2013) لذا يحاول البحث الحالى التعرف على فاعلية وحدة مقترحة قائمة على معايير الجيل القادم التى تعد أحد التوجهات الحديثة لتصميم مناهج العلوم لتنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى والحس العلمى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

إجراءات البحث:

للإجابة عن أسئلة البحث والتحقق من صحة فروضه أُتبعت الإجراءات الآتية:

أولاً: اعداد قائمة معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) لتلاميذ المرحلة الأعدادية:

تم إعداد هذه القائمة وضبطها وفقاً للخطوات الآتية:

أ- الحصول على وثيقة معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) المرتبة وفقاً للموضوعات من الرابط:/http://www.nextgenscience.org وتمت الترجمة لهذه المعايير الخاصة بالمرحلة الإعدادية، وبهذا تم اعداد قائمة المعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) للمرحلة الإعدادية فى صورتها الأولية بحيث تشتمل على الأفكار المنهجية بمجالاتها سواء علوم فيزيائية أو علوم حياة أو علوم أرض وفضاء أو تصميم هندسى والموضوعات التى يمكن تضمينها فى كل فكرة منهجية والمعايير الخاصة بكل مجال والممارسات العلمية الهندسية الخاصة بكل معيار والمفاهيم المتقاطعة الخاصة بكل معيار.

ب- تم عرض القائمة فى صورتها الأولية على خبير فى الترجمة، وخبراء المتخصصين فى المناهج وطرق التدريس العلوم، وتم إجراء بعض التعديلات فى الصياغة اللغوية والترجمة فى ضوء آراء المحكمين. وبذلك أصبحت قائمة المعايير فى صورتها النهائية. حيث تكونت هذه القائمة من ٤٩ معيار موزعة على خمسة أفكار منهجية وذلك وفقاً للجدول التالى:

جدول (١) جدول مواصفات قائمة معايير الجيل القادم (NGSS) للمرحلة الإعدادية

الأفكار المنهجية	الموضوعات	عدد المعايير	الإجمالى
العلوم الفيزيائية	– المادة وتفاعلاتها	٦ معايير	١٩ معيار
	– الحركة والاستقرار: القوة وتفاعلاتها	٥ معايير	
	– الطاقة	٥ معايير	
	– الموجات وتطبيقاتها التكنولوجية فى تقل المعلومات	٣معايير	
علوم الحياة	– من جزئ إلى كائن حى: الشكل والوظيفة	٨ معايير	٢١ معيار
	– النظام البيئى وتفاعلاته وانتقال الطاقة خلاله وديناميته	٥ معايير	
	– التطور البيولوجى: الوحدة والتنوع	٦ معايير	
	– الوراثة وتغييرات الحياة	معيارين	
علوم الأرض والفضاء	– مكان الأرض والفضاء	٤ معايير	١٥ معيار
	– أنظمة الأرض	٦ معايير	
	– الأرض وأنشطة الإنسان	٥ معايير	
التصميم الهندسى	_____	٤ معايير	٤ معايير

ثانياً: إعداد الوحدة المقترحة

تم أعداد الوحدة وضبطها وفقاً للخطوات التالية:

- الأطلاع على قائمة معايير الجيل القادم
- تم اختيار عنوان الوحدة وهو (البيئة وانتقال الطاقة داخل منظومتها) وتحديد موضوعاتها وذلك للاسباب التالية:

١- تتضمن الوحدة مفاهيم علمية بيئية أساسية متنوعة يمكن استغلالها فى تصميم مشروعات تصميمية هندسية متنوعة مثل تصميم نظام بيئى متزن، وتصميم مدينة نظيفة على أرض مصر، وتصميم مشروع صغير لإعادة استخدام أحد المخلفات وهذا لتنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى بمراحله وخلال هذه المشروعات يمكن تنمية بعض أبعاد الحس العلمى مثل الاستمتاع بالعمل العلمى وحب الاستطلاع والمثابرة للوصول لأفضل تصميم يتوافق مع المعايير المرجوة.

٢- تشمل الوحدة مفاهيم وقضايا بيئية تمس حياة التلاميذ ويمكن من خلال اقتراح حلول لهذه القضايا بشكل تعاونى تنمية أبعاد الحس العلمى كالاستدلال والمثابرة والتريث فى اصدار الأحكام وغيرها.

٣- تتضمن الوحدة مفاهيم علمية وبيئية متعددة يمكن أن تكوّن البنية المعرفية الأساسية للدراسة والاهتمام بالموضوعات البيئية وايجاد حلول مستقبلية للقضايا الحالية.

٤- يرتبط موضوع الوحدة بشكل كبير بحياة التلاميذ الواقعية؛ مما يثير اهتمامهم واتجاهاتهم نحو تعلم العلوم ؛ مما يؤدى إلى تنمية أبعاد الحس العلمى لديهم.

٥- زمن تدريس الوحدة مناسب يتيح تنمية التفكير التصميمى الهندسى وأبعاد الحس العلمى.

٦- تتيح موضوعات الوحدة الفرصة للطلاب لاستخدام تفكيرهم فى البحث والاستقصاء للوصول للمعلومات حول الموضوعات والقضايا البيئية المتنوعة مما ينمى مهارات البحث العلمى لديهم وحب الاستطلاع العلمى لديهم.

- تحديد الهدف العام من الوحدة: سعت الوحدة المقترحة اكساب مهارات التفكير التصميمى الهندسى والحس العلمى لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادى.
- تحديد الاهداف الإجرائية للوحدة (الأداءات المتوقعة من الطالب): وقد تم تحديد مخرجات التعلم (الأهداف الإجرائية) لدروس الوحدة في ضوء الأهداف العامة السابقة وقد تضمنت الوحدة العديد من الأهداف السلوكية المعرفية والمهارية والوجدانية، وقد روعى فيها مناسبتها لموضوعات الوحدة وتلاميذ الصف الثالث الإعدادى وتنوعها لتلائم الأنماط المختلفة

للتلاميذ، وقد تم التوصل لهذه الأهداف وتضمنت ثلاثة وستون هدفا، وهذه الأهداف موضحة في كتاب الطالب للوحدة ودليل المعلم●.

- تحديد دروس الوحدة المقترحة وموضوعاتها والخطة الزمنية لتنفيذ الوحدة وذلك وفقاً للجدول التالى:

جدول (٢) دروس وحدة البيئة وانتقال الطاقة داخل منظومتها والخطة الزمنية لتنفيذها

دروس الوحدة	موضوعاتها	الخطة الزمنية لتدريسها
الدرس الاول: الكائنات الحية وبيئتها	– علم البيئة. – مكونات الغلاف الحيوى للبيئة. • المكونات غير الحية للغلاف الحيوى. • المكونات الحية للغلاف الحيوى للبيئة.	٧ حصص تدريسية
الدرس الثانى: ديناميكية النظام البيئى ومرونته	– النظام البيئى – المنظومة البيئية. – السلاسل الغذائية. – الشبكات الغذائية – هرم الطاقة – الانماط الرئيسة للعلاقات بين الكائنات الحية	٧ حصص تدريسية
الدرس الثالث: الدورات الغذائية فى المنظومة البيئية	– إعادة تدوير المواد فى البيئة. – دورة المياه فى الطبيعة – دورة الكربون فى الطبيعة واهميتها	٥ حصص تدريسية

• أنظر ملحق (٣) كتاب الطالب لوحدة البيئة وانتقال الطاقة داخل منظومتها

ملحق (٤) دليل المعلم للوحدة المقترحة

	– دورة النيتروجين فى الطبيعة وأهميتها. – دور الكائنات المحللة فى إعادة التدوير البيئى	
الدرس الرابع: التوازن البيئى والأخطار التى تهدده	– التوازن البيئى. – اختلال التوازن البيئى – عوامل اختلال التوازن البيئى – الأنشطة البشرية وأثرها على المنظومة البيئية. – طرق الحفاظ على التوازن البيئى	٦ حصص تدريسية

– قد تم مراعاة ترابط دروس الوحدة ومضمونها العلمى وتسلسل أفكارها والتناسق بين الأفكار المحورية للوحدة والممارسات العلمية والهندسية التى يجب تضمينها ضمن موضوعات الوحدة، وقد تم الاستعانة بأكبر قدر من الأنشطة التى تستهدف تنمية هذه الممارسات لدى التلاميذ ومن ثم تنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى وابعاد الحس العلمى وذلك خلال تصميم النماذج المتنوعة والعمل فى جماعات والأنشطة البحثية المتنوعة والتكليفات والتدريبات المتدرجة الصعوبة عقب كل درس للتعرف على مدى تحقق مخرجات التعلم.

– تحديد استراتيجيات التدريس المناسبة للوحدة: تم تحديد استراتيجيات التدريس وفقاً لفلسفة وأهداف معايير الجيل القادم وتنوعت وفقاً للمواقف والأهداف التعليمية ووفقاً لطبيعة النشاط والهدف منه والممارسات العلمية والهندسية التى تتضمنها الوحدة وقد تم مراعاة المرونة فى تنوع الاستراتيجيات وخاصة التى تركز فى المقام الأول على تفعيل دور المتعلم وتنمية أدائه الذهنى مثل استراتيجيات: أسلوب العمل فى مجموعات، حل المشكلات، المشروعات العلمية، الجدل العلمى.

– تصميم الأنشطة التعليمية: في ضوء الأهداف سابقة التحديد وكذلك المحتوى صُممت مجموعة من الأنشطة المتنوعة (التى هى موضحة

بكتاب الطالب)• التي تعتمد علي إيجابية وتفاعل الطلاب في العملية التعليمية ودراسة محتوى الوحدة حيث تشتمل الوحدة على أنشطة تعليمية تتمثل فى الأفلام التعليمية والمواقف وأنشطة بحثية واستقصائية متنوعة التى تستهدف تنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى وأبعاد الحس العلمى التى تتمثل فى الاستدلال وتمثيل المعلومات والمثابرة والاستمتاع بالعمل العلمى وحب الاستطلاع والتريث وعدم التسرع ويتضمن كتاب الطالب أوراق العمل التى سيستخدمها الطالب للقيام بهذه الأنشطة إلى جانب عروض تكليفات الطلاب

- تحديد مصادر التعلم المستخدمة في تدريس الوحدة : تم الاستعانة بمجموعة من الصور (معروضة فى كتاب الطالب) واللوحات و الرسوم المتحركة سواء من الإنترنت أو من خلال الأقراص المدمجة CDs وأفلام الفيديو عند تدريس موضوعات الوحدة وقد راعت الباحثة عند إعداد الوسائل أن تكون مادتها العلمية صحيحة، وملائمة الوسيلة لأعمار التلاميذ وخبراتهم ومستواهم الدراسي، وعدم ازدحام الدرس بالوسائل، بحيث يتم تجربة الوسيلة وعمل الاستعدادات السابقة لاستخدامها ومن مصادر التعلم المقترحة لتدريس هذه الوحدة ما يلي : مجموعة من الصور والأشكال التخطيطية والجداول. مجموعة من الأفلام التعليمية المرتبطة بموضوعات الوحدة.
- تحديد اساليب تقويم الوحدة: روعى عند تقويم الوحدة الجوانب التالية: استخدام التقويم المستمر بعد كل درس من دروس الوحدة المقترحة؛ للتأكد من استيعاب التلاميذ للمعارف العلمية المتضمنة بالدرس. اثناء التدريس من خلال الأسئلة الشفوية التى تُثار أثناء الحصص ومن خلال ملاحظة اداء التلاميذ للأسئلة الموجودة بعد كل درس وقد تم تقويم مهارات التفكير التصميمى من خلال ملاحظة أداء التلاميذ خلال إجرائهم للمشروعات المتضمنة فى الأنشطة المختلفة فى الوحدة ومن ثم ملاحظة قدرات التلاميذ على الاستدلال والاستمتاع بالعمل العلمى والمثابرة وغيرها من أبعاد الحس العلمى أثناء القيام بالأنشطة المتنوعة داخل الوحدة. وقد تم التقويم النهائى للوحدة من خلال استخدام أدوات التقويم وهما مقياسى التفكير التصميمى الهندسى ومقياس الحس العلمى.
- تحديد مدى صلاحية الوحدة: للتأكد من صدق محتوى الوحدة وصلاحيتها للتطبيق، قامت الباحثة بعرض الوحدة علي مجموعة من

• **أنظر ملحق (٣) كتاب الطالب لوحدة البيئة وانتقال الطاقة داخل منظومتها**

الخبراء في مجال والمناهج وطرق التدريس• لإبداء الرأي حول الوحدة من حيث: مدى تحقيق المحتوى والأنشطة لمعايير الجيل القادم الخاصة موضوع الوحدة، ومدى شمول المحتوى للمفاهيم المتقاطعة للعلوم، ومدى تناول أنشطة الوحدة للممارسات العلمية والهندسية المذكورة فى قائمة معايير الجيل القادم، ومدى مناسبة الأنشطة المقترحة لتلاميذ المرحلة الإعدادية، مدى وضوح الأشكال والصور المتضمنة بالوحدة ، والدقة العلمية والصحة اللغوية، ثم إبداء أية مقترحات أخرى (إضافة ،حذف).

ثالثاً: إعداد دليل المعلم

قامت الباحثة بإعداد دليل المعلم لوحدة " البيئة وانتقال الطاقة داخل منظومتها " للاسترشاد به أثناء التدريس وقد مرت مراحل عملية الإعداد بالخطوات التالية:

١- **المقدمة:** حيث تم كتابة مقدمة الدليل والتى تبرز أهمية الاستعانة به واتباع الإرشادات والتوجيهات التى تساعد المعلم فى تحسين العمل أثناء تدريس الوحدة بهدف تحقيق الأهداف المرجوة من تدريسها.

٢- **ابراز فلسفة معايير الجيل القادم وأبعادها:** حيث تم تناول مقدمة عن معايير الجيل القادم وأبعادها ومبررات معايير الجيل القادم ونبذه مختصرة عن هذه المعايير لتلاميذ المرحلة الإعدادية.

٣- **تحديد أهداف الوحدة:** حيث تم تحديد الأهداف العامة للوحدة " البيئة وانتقال الطاقة داخل منظومتها "

٤- **التوزيع الزمنى لتدريس موضوعات الوحدة:** حيث تم توزيع زمن تدريس موضوعات الوحدة.

٥- **خطة السير فى تدريس موضوعات الوحدة تشمل:**

- **نواتج التعلم** : وهي التغييرات المتوقع حدوثها في سلوك المتعلم عقب انتهاء الدرس.

- **مصادر التعلم**: وهي مجموعة من المصادر والأدوات والوسائل التي يستخدمها المعلم والطالب من أجل تحقيق أهداف الدرس.

- **زمن التدريس**: وهى الفترة الزمنية التى يستغرقها تدريس الدرس

- **مكان التدريس**: وهنا يتم وصف أماكن تدريس الدرس سواء الفصل أو المعمل أو معمل الأوساط.

• **ملحق (١) اسماء السادة الخبراء والمحكمين**

- **التمهيد للدرس**: وهو وصف لمجموعة من الإجراءات التي يقوم بها المعلم بغرض إعداد الطلاب وزيادة تشوقهم ودافعيتهم وإقبالهم على تعلم موضوع الدرس.

- **خطوات تنفيذ الدرس**: وهو أسلوب مقترح يحدد للمعلم أهم الخطوات الواجب عليه اتباعها أثناء تدريس الوحدة.

- **غلق الدرس**: ويتم فيه وصف الإجراءات التي يقوم بها المعلم بغرض إنهاء الحصة.

- **التقويم:** يتم فيه وصف الإجراءات التي يقوم بها المعلم من أجل التأكد من تحقق أهداف الدرس.

رابعاً: إعداد ادوات البحث

١- إعداد مقياس التفكير التصميمى

تم إعداد المقياس بهدف قياس قدرة تلاميذ المرحلة الإعدادية على التفكير التصميمى الهندسى ، ولتحقيق هذا الهدف قامت الباحثة بمراجعة الدراسات السابقة التي اهتمت بالتفكير التصميمى الهندسى، وقد تم التوصل إلى أن كافة هذه الدراسات اهتمت بتصميم مقاييس للتعرف على قدرة الطلاب على التفكير التصميمى الهندسى منها (Kress& Schar,2012; Goldman, et. al., 2012 ؛ حسن، ٢٠١٦؛عبد الفتاح، ٢٠١٦) وقد قامت الباحثة بدراسة متعمقة لعدد من مقاييس التفكير التصميمى الهندسى، وكان في مقدمتها مقياس Goldman, et. al., 2012، وهو أحد الأختبارات الرائدة في قياس التفكير التصميمى الهندسى ، وفيه يُعرض الطالب لمشكلة أو مهمة والطلب من التلاميذ العمل فى مجموعات لتصميم معين يمر خلاله بمراحل التفكير التصميمى الهندسى الخمسة وهم التعاطف، تحديد المشكلة، انتاج الافكار، التصميم الأولى، أختبار التصميم وفى هذا الصدد تم تعريض التلميذ لمهمة تصميم فصل دراسى يتناسب مع متطلبات القرن الواحد والعشرون.

وقد تم بناء مقياس التفكير التصميمى الهندسى ، والذي تألف من خمسة مهارات رئيسية، وهي:

١- مهارة التعاطف: وفيها يتم عرض من قبل المعلم حول الفصول الدراسية واحتياجات المتعلمين من هذه الفصول لتحقيق تعلم أفضل واحتياجات المعلمين وذلك من خلال عرض فقرة تتضمن ذلك ومناقشتها مع التلاميذ وعرض المعايير التى فى ضوئها سيتم تصميم الفصول ثم يأتى دور المجموعات فى تحديد احتياجات المستقبلية للمستفيدين من الفصول الدراسية والتى يجب تلبيتها أثناء تصميم تلك الفصول المدرسية.

٢- مهارة تحديد المشكلة: فيها يُطلب من المجموعة تحديد المشكلة التى سيسعى بالتعاون مع زملائه لحلها خلال المراحل التالية وذلك فى صورة سؤال.
٣- مهارة انتاج الأفكار: فيها يقوم التلاميذ بانتاج أفكار مبتكرة للإجابة عن السؤال وحل المشكلة مراعيين فى ذلك المعايير التى سبق وتم تحديدها مثل عدد التلاميذ داخل الفصل- نوع الآثاث المستخدم- طبيعة عمله- الضوء داخل الفصل سواء صناعى أو طبيعى- نوع المواد التى تصنع منها الأرضيات- التكنولوجيا ووسائلها المناسبة- وسائل الأمن والآمان- طرق الاتصال بالأدارة- اساليب الأمن والآمان وتتخير المجموعة أفضل الحلول أو المقترحات لتصميمها أولياً فى المرحلة التالية.
٤- مهارة التصميم الأولى: وهنا يُطلب من المجموعات رسم مخطط يوضح شكل الفصل المقترح ومكوناته وفقاً للمعايير وعرض المجموعة للتصميم بمكوناته مع توضيح سبب أختيار هذه المكونات.
٥- مهارة أختبار التصميم: فيها يُطلب من كل فرد فى المجموعات الأخرى تقييم التصميم فى ضوء مجموعة من المعايير الموجودة ببطاقة ملاحظة تشمل ١٢ بند لاختبار مدى مراعاة التصميم للمعايير ثم عرض وجهة نظر كل فرد فى المجموعات الأخرى حول المقترحات التى يمكن بها تطوير التصميم.

وقد تم إعداد المقياس فى صورته الأولية على أن يتضمن سؤال لكل مرحلة من مراحل التفكير التصميمى وهى التعاطف، تحديد المشكلة، انتاج الأفكار، الأختبار أما مرحلة التصميم الأولى فقد تم توجيه سؤالين لقياس قدرات التلميذ فى هذه المرحلة وكانت درجة كل مرحلة (التعاطف- تحديد المشكلة- انتاج الأفكار- اختبارالتصميم) ٤ درجات بينما مرحلة التصميم الاولى ٨ درجات وبذلك تصبح الدرجة النهائية للمقياس ٢٤ درجة وقد تم استخدام مقياس متدرج رباعى لتقييم كل مرحلة من مراحل التفكير التصميمى الهندسى حيث ان المستوى الاول يُعادل درجة، ومستوى الثانى يُعادل درجتين درجات ، مستوى الثالث يُعادل ثلاثة درجات، ومستوى الرابع يُعادل أربعة درجات.

وبعد انتهاء من بناء كافة المكونات الخمسة للمقياس تم صياغة التعليمات في الصفحة الأولي من المقياس بحيث تشتمل على الهدف من المقياس، مكونات المقياس، طريقة الإجابة المطلوبة، وبذلك يكون المقياس قد أصبح في صورته الأولية.

وللتأكد من صدق المقياس، تم عرضه على مجموعة من خبراء التربية العلمية وعلم النفس التربوي، وذلك لإبداء الرأي في مدى صلاحيته للتطبيق. وقد أجرت الباحثة التعديلات التي أقرها السادة المحكمون؛ حيث ، وبعد إجراء التعديلات المقترحة، أصبح المقياس مكون من ٦أسئلة موزعة على مراحل التفكير التصميمى

.

تم تطبيق الصورة الأولية للمقياس على مجموعة من تلاميذ الصف الثالث الإعدادى بمدرسة سراى القبة الإعدادية بنات في يوم الأربعاء ١٤/ ٢/ ٢٠١٨، وذلك من خلال ملاحظة مجموعة صغيرة من الطالبات (١٥ طالبة) من قبل أثنين من الملاحظين وذلك باستخدام بطاقة الملاحظة وقد تم حساب ثبات الملاحظين باستخدام معادلة كوبر وذلك من خلال حساب نسبة اتفاق الملاحظين وقد كان متوسط الثبات ٨٦.٧% مما يشير إلى أن البطاقة صالحة لقياس التفكير التصميمى الهندسى للتلاميذ. كما تم تحديد زمن الاختبار عن طريق قياس متوسط الزمن الذي استغرقه الطلاب للانتهاء من الإجابة وهو ٩٠ دقيقة شاملة التعليمات، وبذلك أصبح المقياس في صورته النهائية صالحاً للاستخدام كأداة صادقة وثابتة لقياس التفكير التصميمى الهندسى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

٢- إعداد مقياس الحس العلمى

تم إعداد المقياس بهدف قياس قدرة تلاميذ المرحلة الإعدادية على الحس العلمى ، ولتحقيق هذا الهدف قامت الباحثة بمراجعة الدراسات السابقة التي اهتمت بالحس العلمى ومنها دراسة الشحرى (٢٠١١)؛ ابراهيم، ٢٠١٦)؛ (أحمد، ٢٠١٨) للتعرف على ابعاد الحس العلمى ثم أختيار ستة أبعاد لقياس الحس العلمى وقد قامت الباحثة بوضع مقياس بحيث يشمل قسمين لقياس أبعاد الحس العلمى التى تتمثل فى الأستدلال، تمثيل المعلومات، المثابرة، الاستمتاع بالعمل العلمى، حب الأستطلاع، التريث فى إصدار الأحكام وفيما يلى عرض لهذه الأجزاء:

١- القسم الأول مكون من ١٠ مفردات وهو خاص ببعدى الأستدلال وتمثيل المعلومات لكل بُعد خمسة مفردات وهو من نوع الاختيار من المتعدد التى تشمل مقدمة للسؤال ويليها أربعة بدائل ويوجد بديل واحد صحيح يحصل الطالب على ١ لكل بديل صحيح وصفر لكل بديل خطأ وبذلك تصبح درجة بُعدى الاستدلال وتمثيل المعلومات خمسة درجات والدرجة العظمى للقسم الأول ١٠درجات والدرجة الصغرى صفر، وقد روعى فى صياغة البدائل تجانسها مع بعضها ومع مقدمة السؤال

٢- القسم الثانى مكون من ٢٠ مفردة وهو خاص بأبعاد الاستمتاع بالعمل العلمى وحب الأستطلاع والمثابرة والتريث فى إصدار الأحكام لكل بُعد خمسة مفردات وهو من نوع الاختيار من المتعدد التى تشمل مقدمة للسؤال ويليها ثلاثة بدائل ويوجد بديل واحد صحيح يدل على الموافقة وفيه يحصل التلميذ على ٣ درجات وبديل أخر يدل على عدم التأكد يحصل فيه التلميذ على درجتين أما الثالثة يدل على عدم الموافقة ويحصل فيه التلميذ على درجة واحدة وبالتالى تصبح درجة النهائية لكل بُعد من أبعاد القسم ١٥ درجة والدرجة الصغرى ٥ درجات والدرجة العظمى للقسم الثانى ٦٠ درجة والدرجة الصغرى ٢٠ درجة وتصبح درجات المقياس الكلية ٧٠ درجة.

وبعد انتهاء من بناء كافة الأبعاد الستة للمقياس تم صياغة التعليمات في الصفحة الأولي من المقياس بحيث تشتمل على الهدف من المقياس، مكونات المقياس، طريقة الإجابة المطلوبة، وبذلك يكون المقياس قد أصبح في صورته الأولية.

وللتأكد من صدق المقياس، تم عرضه على مجموعة من خبراء التربية العلمية وعلم النفس التربوي، وذلك لإبداء الرأي في مدى صلاحيته للتطبيق. وقد أجرت الباحثة التعديلات التي أقرها السادة المحكمون؛ حيث ، وبعد إجراء التعديلات المقترحة، أصبح المقياس مكون من ٣٠ مفردة أختيار من متعدد منها ١٠ مفردات للقسم الاول و٢٠ مفردة للقسم الثانى.

وتم تطبيق الصورة الأولية للمقياس على مجموعة من تلاميذ الصف الثالث الإعدادى بمدرسة سراى القبة الإعدادية بنات في يوم ١٥/ ٢/ ٢٠١٨، وقد ثم حساب معامل الثبات للقسم الأول من المقياس بطريقة إعادة التطبيق حيث بلغ معامل الارتباط بين اداء أفراد المجموعة (٠.٧٧) وتم حساب ثبات الاختبار بطريقة (سيبرمان وبراون) والذي بلغ (٠.٨٨) وهي قيمة عالية يمكن الوثوق بها ثم تم حساب معامل الثبات ألفا كرونباخ للقسم الثانى من المقياس وقد بلغ معامل الثبات ألفا كرونباخ ٠.٨٩ وهذا يشير إلى ارتفاع معامل الثبات. كما تم تحديد زمن المقياس عن طريق قياس متوسط الزمن الذي استغرقه الطلاب للانتهاء من الإجابة وهو ٤٥ دقيقة شاملة التعليمات، وبذلك أصبح الاختبار في صورته النهائية صالحاً للاستخدام كأداة صادقة وثابتة لقياس الحس العلمى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

جدول (٣) جدول مواصفات مقياس الحس العلمى

أبعاد المقياس	أرقام المفردات	المجموع
تمثيل المعلومات	١-٥	٥
الاستدلال	٦-١٠	٥
الاستمتاع بالعمل الجماعى	١١، ١٦، ٢٠، ٢٨، ٣٠	٥
المثابرة	١٣، ١٨، ٢٢، ٢٤، ٢٦	٥
التريث فى اصدار الأحكام	١٥، ١٩، ٢٣، ٢٧، ٢٩	٥
حب الاستطلاع	١٢، ١٤، ١٧، ٢١، ٢٥	٥
المجموع		٣٠

خامساً: التجربة الميدانية للبحث:

١- **التصميم التجريبي :** اختارت الباحثة التصميم التجريبي من نوع المجموعة الواحدة، حيث تم التطبيق اختبار قبلي – بعدى لمجموعة البحث، نظراً لمناسبة هذا النوع من التصميمات التجريبية مع طبيعة البحث ومتغييراته حيث إن وحدة "النظام البيئى وتفاعلاته" وحدة جديدة مقترحة المعدة وفقاً لمعايير الجيل القادم.

٢- اختيار مجموعات البحث :

اختارت الباحثة مجموعة البحث من طالبات الصف الثالث الإعدادى بمدرسة الجامعة الإسلامية الإعدادية بنات بإدارة الزيتون التعليمية فى أثناء الفصل الدراسى الاول من العام الدراسى ٢٠١٨/ ٢٠١٩، حيث تكونت المجموعة من ٣٠ طالبة من فصل ٣/ ٣ وقد تم استبعاد عدد من الطالبات نظراً لكثرة تغيبهن فى أثناء تطبيق البحث.

٣- التطبيق القبلي لأدوات البحث :

قامت الباحثة بتطبيق أدوات التقويم قبلياً على طالبات مجموعة البحث و المتمثلة في : مقياس التفكير التصميمى الهندسى، ومقياس الحس العلمى. وذلك في الفترة من ٢٠١٨/١٠/٢٣ - ٢٠١٨/١٠/٢٤ فى الفصل الدراسى الاول بهدف تحديد مستواهم قبل تدريس الوحدة.

٤- تدريس الوحدة المقترحة وفقاً لمعايير الجيل القادم:

قبل إجراء التجربة التقت الباحثة بالمعلمة التى ستدرس لطالبات مجموعة البحث (١٥ سنة خبرة فى مجال التدريس) بهدف تعريفها بالغرض من البحث وأهميته والفلسفة القائمة عليها وتعريفها بمعايير الجيل القادم كأحد التوجهات الحديثة فى تصميم مناهج العلوم والأبعاد التى تقوم عليها مناهج العلوم وفقاً لمعايير الجيل القادم، ودور كل من المعلم والمتعلم فى أثناء عملية التدريس وتشجيع الطالبات على إجراء الأنشطة المطلوبة. كما تم تعريف المعلمة بكيفية استخدام كتاب الطالب المعد للتلميذات لاستخدامه فى أثناء التدريس وكيفية تسجيل المطلوب منهن فى أوراق العمل الموجودة بكتاب التلميذ الخاص بكل منهن. وقد تم تزويدها بدليل المعلم الذى تم إعداده للإسترشاد به فى عملية التدريس.

وقد أبدت المعلمة المعلمة استعدادها للتدريس طبقاً للدليل المعد لذلك مع المتابعة من قبل الباحثة لضمان سير العملية التعليمية وتذليل أية صعوبات قد تواجه المعلمة فى أثناء التدريس. وقد استغرق تدريس الوحدة "البيئة وانتقال الطاقة داخل منظومتها" بمعدل (٥) حصص أسبوعياً فيكون عدد الحصص التدريس (٢٥) حصة بواقع ٤٥ دقيقة للحصة الواحدة وذلك ابتداءاً من الأحد ٢٠١٨/١٠/٢٨ إلى الاثنين ٢٠١٨/١٢/٣. بالإضافة للأسبوع البعدى لتطبيق المقاييس.

٥- التطبيق البعدى لأدوات البحث:

بعد الانتهاء من التدريس لمجموعة البحث قامت الباحثة في يوم الثلاثاء الموافق ٢٠١٨/١٢/٤ بالتطبيق البعدي لأدوات البحث على مجموعة البحث وانتهي التطبيق البعدي لأدوات البحث في يوم الخميس الموافق ٦ / ١٢ / ٢٠١٨ وتم تصحيح أدوات البحث، ورصد البيانات ، ثم معالجتها إحصائيا تمهيدا للتوصل للنتائج وتفسيرها وتقديم المقترحات والتوصيات بشأنها.

سادساً: عرض النتائج ومناقشتها وتفسيرها:

وفيما يلى عرض لأهم النتائج التى تم التوصل إليها للإجابة عن أسئلة البحث والتحقق من صحة فروضه.

١- النتائج الخاصة بمقياس التفكير التصميمى الهندسى:

اختبار صحة الفرض الأول:

ينص الفرض الأول للبحث على أنه " يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطى درجات تلاميذ مجموعة البحث في التطبيقين القبلى والبعدى لمقياس التفكير التصميمى الهندسى ككل ولكل مهارة على حدى لصالح التطبيق البعدى".

لاختبار صحة هذا الفرض تم حساب متوسطات والانحرافات المعيارية وقيم (ت) وحجم التأثير لدرجات طالبات المجموعة التجريبية قبل وبعد تدريس الوحدة فى مقياس التفكير التصميمى الهندسى ومهاراته وجدول (٤) يوضح ذلك.

جدول (٤) المتوسط والانحراف المعيارى وقيم ت لنتائج التطبيق القبلى والبعدى لمقياس التفكير التصميمى الهندسى ومهاراته لدى تلاميذ مجموعة البحث

مهارات التفكير التصميمى الهندسى	الدرجة	التطبيق البعدى		التطبيق القبلى		قيمت	مستوى الدلالة	حجم التأثير (d)
		م١	ع١	م٢	ع٢			
التعاطف	٤	٣,٤	٠,٦٨	٠,٩٢	٠,٥١	٦,٤٨	٠,٠١	٢,٤كبير
تحديد المشكلة	٤	٣,٤٣	٠,٩٨	٠,٧	٠,٦٣	٨,٥٣	٠,٠١	٣,١٣كبير
انتاج الافكار	٤	٣,٤٣	١,٠٢	٠,٩٦	٠,٤٩	٧,٢٣	٠,٠١	٢,٦٦كبير
التصميم الأولى	٨	٦,٩	١,٥	١,٩	٠,٨١	٥,٨٨	٠,٠١	٢,٢كبير
اختبار التصميم	٤	٣,٤٣	٠,٩٨	٠,٩	٠,٤٧	٧,٠٣	٠,٠١	٢,٦٢كبير
المقياس الكلى	٢٤	٢٠,٥٦	٤,١٣	٥,٤٣	١,٥٥	٤٤,٥	٠,٠١	١٩,٨كبير

يتضح من جدول (٤) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات المجموعة التجريبية قبل وبعد تدريس الوحدة فى مقياس التفكير التصميمى الهندسى بمهاراته لصالح البعدى وبذلك يقبل الفرض الأول للبحث يتضح أيضاً أن حجم التأثير كبير.

٢- النتائج الخاصة بمقياس الحس العلمى:

اختبار صحة الفرض الثانى:

ينص الفرض الثانى للبحث على أنه " يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطى درجات تلاميذ مجموعة البحث في التطبيقين القبلى والبعدي لمقياس الحس العلمى ككل فى كل بعد على حدى لصالح التطبيق البعدى"

لاختبار صحة هذا الفرض تم حساب متوسطات والانحرافات المعيارية وقيم (ت) وحجم التأثير لدرجات طالبات المجموعة التجريبية قبل وبعد تدريس الوحدة فى مقياس الحس العلمى وأبعاده وجدول (٥) يوضح ذلك.

جدول (٥) المتوسط والانحراف المعيارى وقيم ت لنتائج التطبيق القبلى والبعدى لمقياس الحس العلمى وأبعاده لدى تلاميذ مجموعة البحث

أبعاد المقياس	الدرجة	التطبيق البعدى		التطبيق القبلى		قيمت	مستوى الدلالة	حجم التأثير (d)
		م١	ع١	م٢	ع٢			
تمثيل المعلومات	٥	٤,٥	٠,٧٨	١,٣	٠,٥٨	١٢,٨	٠,٠١	٤,٧٢ كبير
الاستدلال	٥	٤,٤	١,١	١,٢	٠,٥٧	١٣,٠٤	٠,٠١	٤,٧٢ كبير
الاستمتاع بالعمل العلمى	١٥	١٣,٢	١,٠٤	٥,١	١,٤٧	١٠,٣٩	٠,٠١	٣,٨٥ كبير
المثابرة	١٥	١٣,١	٢,٨	٥,٥٣	١,٤٧	١٨,٥٣	٠,٠١	٦,٨٦ كبير
التريث فى إصدار الأحكام	١٥	١٣,١	٢,٧	٥,٦	١,٤٣	١١,٥٤	٠,٠١	٢,٩٦ كبير
حب الاستطلاع	١٥	١٣,٤	٢,٦	٥,٥	١,٢	٥,٠٨	٠,٠١	١,٨٨ كبير
المقياس الكلى	٧٠	٦١,٧	١١,٩	٢٤,٢٣	٥,٠١	٣٠	٠,٠١	١١,٥٩ كبير

المجموعة التجريبية قبل وبعد تدريس الوحدة فى مقياس الحس العلمى بأبعاده لصالح البعدى وبذلك يقبل الفرض الثانى للبحث يتضح أيضاً أن حجم التأثير كبير.

٣- النتائج الخاصة بالعلاقة الارتباطية بين التفكير التصميمى الهندسى والحس العلمى:

اختبار صحة الفرض الثالث:

ينص الفرض الثالث للبحث على أنه " توجد علاقة ارتباطية دالة بين درجات تلاميذ مجموعة البحث فى القياس البعدى لمقياس التفكير التصميمى الهندسى ومقياس الحس العلمى ".

لاختبار صحة هذا الفرض تم حساب معامل الارتباط بين درجات التلاميذ فى التطبيق البعدى لمقياسى التفكير التصميمى الهندسى والحس العلمى، ويوضح جدول (٦) هذه النتائج.

جدول (٦) معامل الارتباط بين درجات تلاميذ مجموعة البحث فى التطبيق البعدى لمقياسى التفكير التصميمى الهندسى والحس العلمى

القياس البعدى	معامل الارتباط	الدلالة
مقياس التفكير التصميمى الهندسى مقياس الحس العلمى	٠.٨٩	دال عند٠.٠١

يتضح من جدول (٦) وجود علاقة ارتباطية دالة موجبة بين درجات مجموعة البحث فى القياس البعدى لمقياس التفكير التصميمى الهندسى ومقياس الحس العلمى ، فى ضوء هذه النتيجة يقبل الفرض الثالث.

٤- مناقشة وتفسير نتائج مقياس التفكير التصميمى الهندسى:

يتضح من النتائج السابقة فاعلية الوحدة المقترحة وفقاً لمعايير الجيل القادم فى تنمية مهارت التفكير التصميمى الهندسى لدى التلميذات وقد يرجع ذلك إلى:

- شمول الوحدة المقترحة لمجموعة من الأنشطة التصميمية التى تستهدف تنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى.
- شمول الوحدة لمجموعة متنوعة من الأنشطة التعاونية التشاركية المتنوعة التى فيها تتعاون التلميذات للوصول لمنتج نهائى.
- تضمن الوحدة أنشطة تعتمد على تصميم نماذج مقترحة لتوضيح مفاهيم وموضوعات الوحدة.
- تضمنت الوحدة مجموعة من المشكلات البيئية التى تتعرض لها التلميذات فى بيئتهن ومن ثم تعريضهن لأنشطة تستهدف حل هذه المشكلات وتصميم هذه الحلول.
- تقوم الوحدة على الممارسات العلمية الهندسية وهى أحد أبعاد معايير الجيل القادم والتى تتمثل فى تصميم النماذج وتقديم الشروحات والتفسيرات وإجراء المناقشات الجدلية بين المجموعات وتقديم الحلول المنطقية وتقييمها مما يؤدى إلى إكساب التلميذات مهارات التفكير التصميمى الهندسى.
- تشمل الوحدة مجموعة من الأنشطة التى تقوم على المشروعات العلمية والهندسية لحل المشكلات المعروضة فى الوحدة.
- تدريب التلميذات على مهارات التفكير التصميمى الهندسى طوال فترة تدريس الوحدة.

٥- مناقشة وتفسير نتائج مقياس التفكير الحس العلمى:

يتضح من النتائج السابقة فاعلية الوحدة المقترحة وفقاً لمعايير الجيل القادم فى تنمية أبعاد الحس العلمى التى تتمثل فى تمثيل المعلومات، والاستدلال، وحب الاستطلاع، والاستمتاع بالعمل العلمى، والمثابرة، والتريث فى إصدار الأحكام لدى التلميذات وقد يرجع ذلك إلى:

- شمول الوحدة لمجموعة من الأنشطة البحثية التى تنمى حب الاستطلاع العلمى والمثابرة.
- تتضمن الوحدة أنشطة متنوعة خلالها يتم تقديم مجموعة من المعلومات وفى ضوئها تقوم التلميذات بالتوصل لاستنتاجات مناسبة وبالتالى يمكن خلالها تنمية الاستدلال العلمى.

- وجود أنشطة تستهدف تنمية تمثيل المعلومات المقدمة باستخدام المخططات والرسوم البيانية.
- تتضمن الوحدة مشروعات تصميمية متنوعة تجعل التلميذات مستمتعات بالعمل العلمى بحيث يقدمن أفضل تصميم هندسى يسعى لحل المشكلة التى تم تناولها ومن ثم التروى فى أختيار أفضل حل لتقديمه فى صورة تصميم أولى.
- تتضمن الوحدة العديد من الموضوعات التى تمس حياة التلميذات مما يجعل التعلم ذا معنى وتثير فضولهن العلمى لتعرف المزيد بخصوصها مما أسهم فى تنمية حب الاستطلاع لديهن.
- اثناء تدريس الوحدة قد تم عرض العديد من الفيديوهات التى تتضمن مفاهيم الوحدة ثم تكليف التلميذات بأنشطة تعاونية لتحديد معنى المفهوم الذى تم تقديمه خلال الفيديو وقد أدى ذلك لتنمية الاستمتاع بالعمل وحب الاستطلاع لديهن.
- تم بناء الوحدة لتتضمن مجموعة من الممارسات العلمية والهندسية المتنوعة مثل إجراء الشروحات والمناقشات الجدلية الجماعية وبناء النماذج وغيرها مما أدى لتنمية استمتاع التلميذات بالعمل العلمى والعمل الجماعى وبناء استدلالات منطقية واستخدام الرسوم المتنوعة لتقديم المعلومات والتدليل على صحة الاستنتاجات.
- تضمنت الوحدة العديد من المشكلات التى تتطلب حلول منطقية وعلى التلميذة التروى فى اصدار الحلول بحيث تكون أكثر مناسبة لحل المشكلة.

٦- مناقشة وتفسير نتائج العلاقة الارتباطية بين التفكير التصميمى الهندسى والحس العلمى:

يتضح من النتائج السابقة وجود علاقة ارتباطية بين التفكير التصميمى الهندسى والحس العلمى لدى التلميذات وقد يرجع ذلك إلى:

- أثناء ممارسة التلميذات لمهارات التفكير التصميمى خلال مراحلة الخمسة يتم تنمية أبعاد الحس العلمى مثل حب الاستطلاع والاستمتاع بالعمل العلمى لتقديم أفضل تصميم والتريث فى اصدار أفضل الأفكار لحل المشكلة.
- كما أنه من متطلبات التفكير التصميمى الهندسى امتلاك التلاميذ لأبعاد الحس العلمى مثل حب الاستطلاع فى البحث عن محاور المشكلة ثم التأنى فى تحديد هذه المشكلة ثم استخدام الاستدلال العلمى فى صياغة مجموعة من الحلول والأفكار الممكنة لحل هذه المشكلة ثم التريث فى أختيار أفضل الحلول لتقديم التصميم الأولى ثم مشاركة أفراد المجموعة لتقديم التصميم الأولى ثم تقديم التصميم الأولى

وتعديله وفقاً لآراء المجموعات الأخرى فهذا يستلزم نوع من المثابرة لتقديم أفضل حل للمشكلة.

التوصيات: فى ضوء ما تقدم من نتائج يقترح التوصيات الآتية:

١- تطوير مناهج العلوم فى المرحلة الإعدادية وفقاً لمعايير الجيل القادم وخاصة التركيز على الممارسات العلمية والهندسية.
٢- تدريب التلاميذ على مهارات التفكير التصميمى الهندسى كلما أمكن خلال مناهج العلوم بمختلف المراحل.
٣- تدريب معلمى العلوم بالمرحلة الإعدادية لتصميم أنشطة تستهدف تنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى والحس العلمى لدى تلاميذهم.
٤- تقديم أنشطة بحثية متنوعة وأفكار لمشروعات علمية وذلك خلال مناهج العلوم فى مراحل التعليم المختلفة.
٥- تضمين مهارات التفكير التصميمى الهندسى ضمن أهداف تدريس العلوم.
٦- إتاحة الفرصة أمام التلاميذ للبحث عن المعرفة بأنفسهم وإتاحة الفرصة لهم لتطبيقها فى مواقف مختلفة من حياتهم.
٧- إعادة النظر فى برامج إعداد المعلمين قبل الخدمة بحيث تتضمن استراتيجيات تعمل على تنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى والحس العلمى لدى تلاميذهم.

المقترحات:

فى ضوء نتائج البحث الحالى يُقترح استكمالاً لبحث الموضوع القيام بالبحوث التالية:

١- بناء وحدات مماثلة وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم لتنمية مخرجات أخرى مثل الجدل العلمى أو مهارات الاستقصاء العلمى أو الميول العلمية ...الخ.
٢- دراسة تقويمية لمدى تناول أبعاد معايير الجيل القادم خلال مناهج العلوم بالمراحل المختلفة.
٣- تطوير مناهج العلوم بالمرحلة الإعدادية وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم.
٤- برنامج تدريبى لمعلمى العلوم لتنمية كفائتهم التدريسية لتنمية مهارات التفكير التصميمى الهندسى والحس العلمى لدى طلابهم.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

ابراهيم، سالى كمال (٢٠١٦). *برنامج مقترح لمعلمى العلوم قائم على مدخل المعلم كعالم لتنمية الحس العلمى وبعض متطلبات الكفاءة المهنية لديهم*. رسالة دكتوراة، كلية تربية، جامعة عين شمس.

ابراهيم، عاصم محمد (٢٠١٧أ). تقويم محتوى مناهج علوم الحياة بالمرحلة الثانوية بجمهورية مصر العربية فى ضوء معايير الجيل القادم NGSS. *مجلة التربية العلمية*، ٢٠ (٢)، ١٣٧- ١٨٢.

ابراهيم، عاصم محمد (٢٠١٧ب). برنامج تدريبي مقترح في التربية العلمية لتنمية مهارات التقييم القائم على المعايير والثقة بالمقدرة على تدريس العلوم لدى طلاب كلية التربية. *المجلة التربوية*، (٤٧)، ٤٨- ١١٢.

أحمد، منى فيصل (٢٠١٨). تأثير استخدام استراتيجية التخيل الموجه فى تنمية التحصيل ومهارات حل المشكلات البيئية والحس العلمى لدى طالبات كلية البنات. *مجلة التربية العلمية*، ٢١ (١)، ٧٧- ١٣١.

الأحمد، نضال؛ البقمى، مها (٢٠١٧). تحليل محتوى كتب الفيزياء فى المملكة العربية السعودية فى ضوء معايير العلوم للجيل القادم NGSS. *المجلة الأردنية فى العلوم التربوية*،١٣ (٣)، ٣٠٩- ٣٢٦.

حسن، ياسر سيد (٢٠١٦). فاعلية برنامج STEM صيفى قائم على الأنشطة اليدوية لتنمية التفكير التصميمى والاستيعاب المفاهيمى لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *مجلة التربية العلمية*، ١٩ (٢)، ١٤١-١٩٤.

خبراء مركز تطوير المناهج والمواد التعليمية (٢٠١٦). مصفوفة مقترحة لمعايير ومؤشرات محتوى مناهج العلوم للتعليم قبل الجامعى. القاهرة: ب.د.

رواقة، غازى؛ المؤمنى، أمل (٢٠١٦). اعتماد الجيل الجديد من معايير العلوم لتصميم محتوى الوراثة لطلبة الصف الثامن فى الأردن. *المجلة الأردنية فى العلوم التربوية*، ١٢ (٤)، ٤٥٥- ٤٦٧.

الزعيم، هبة الله عبد الرحمن (٢٠١٣). *فاعلية توظيف مدخل الطرائف العلمية فى تنمية الحس العلمى لدى طالبات الصف الثامن الأساسى بغزة*. رسالة ماجيستر، كلية تربية ، الجامعة الإسلامية ، غزة.

زيتون، عايش محمود (٢٠١٠). *الاتجاهات العالمية المعاصرة فى مناهج العلوم وتدريسها*. عمان، دار الشروق للنشر والتوزيع.

سعود، على؛ الياس، أسما (٢٠١٤). مسوغات التوظيف التربوى لمدخل المعايير، *الورشة الوطنية لمتطلبات المانهج وفق مدخل المعايير*. كلية التربية، جامعة دمشق، فى الفترة ١٤-١٦ أكتوبر، ٤٧- ٦٧.

سلامة، رانيا عادل ؛ عيسى، هناء عبد العزيز (٢٠١٧). رؤية مقترحة لتطوير التربية الجيولوجية عبر المراحل الدراسية المختلفة من منظور معايير العلوم للجيل القادم NGSS. *مجلة التربية العلمية*، ٢٠ (٨)، ١٠٩- ١٦٢.

الشحرى، ايمان على (٢٠١١). فعالية برنامج مقترح فى العلوم قائم على تكامل بعض النظريات المعرفية لتنمية الحس العلمى لدى طلاب المرحلة الإعدادية. *المؤتمر العلمى الخامس عشر للجمعية المصرية للتربية العلمية، فكر جديد لواقع جديد* ٦- ٧ سبتمبر، ٢٠٩- ٢٩٦.

الصادق، نهلة عبد العاطى (٢٠١٨). استراتيجية التحليل الشبكى لتنمية مهارات التفكير البصرى والحس العلمى فى العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *مجلة التربية العلمية*، ٢١ (٤)، ٧٩- ١٢١.

عبد الفتاح، محمد عبد الرازق (٢٠١٦). برنامج STEM مقترح فى العلوم للمرحلة الابتدائية لتنمية مهارات التصميم التكنولوجى والميول العلمية. *مجلة التربية العلمية*، ١٩ (٦)، ١-٢٧.

عبد الكريم، سحر محمد (٢٠١٧). برنامج تدريبى قائم على معايير العلوم للجيل التالى NGSS لتنمية الفهم العميق ومهارات الاستقصاء العلمى والجدل العلمى لدى معلمى العلوم بالمرحلة الإبتدائية. *مجلة دراسات عربية فى التربية وعلم النفس*، السعودية، (٨٦)، ٢١- ١١١.

عبد الكريم، سحر محمد (٢٠١٨). فاعلية برنامج تدريبى مقترح فى تنمية بعض المهارات البحث العلمى ومتعة التعلم لدى التلاميذ بالمركز الاستكشافى للعلوم والتكنولوجيا. *مجلة التربية العلمية*، ٢١ (٣)، ٦٥- ١٢٢.

العتيبى، غالب بن عبد الله (٢٠١٧). مدى تضمين معايير NGSS فى وحدة الطاقة بكتب العلوم بالمملكة السعودية. *مجلة رسالة التربية وعلم النفس السعودية*، (٥٩)، ١-١٦.

العتيبى، وضحى (٢٠١٣). فاعلية خرائط التفكير فى تنمية عادات العقل ومفهوم الذات الاكاديمى لدى طالبات قسم الأحياء بكلية التربية جامعة الملك سعود. *مجلة أم القرى للعلوم التربوية والنفسية*، المملكة العربية السعودية، ٥ (١)، ٢٠- ٥٥.

قسوم، نضال (٢٠١٣). *تدريس العلوم في العالم العربي يحتاج إلى قفزة كبيرة وفورية*، من الموقع http://www.blog.icoproject.org/?p=576 :استرجع في٢٢/ ١٢/ ٢٠١٧

مازن، حسام الدين محمد (٢٠١٣). الحس العلمى من منظور تدريس العلوم والتربية العلمية. *المجلة التربوية*، ٣٤، ٤٥٧- ٤٦٦.

مازن، حسام الدين محمد (٢٠١٥). تصميم وتفعيل بيئات التعلم الالكترونى والشخصى فى التربية العلمية لتحقق المتعة والطرافة العلمية والتشويق والحس العلمى. *المؤتمر العلمى السابع للجمعية المصرية للتربية العلمية بعنوان: التربية العلمية وتحديات الثورة التكنولوجية*، القاهرة، ٣٠-٣١ يوليو، ١٣- ٥٩.

محمد، بدرية محمد (٢٠١٦). معايير العلوم للجيل القادم Next Generation Science Standards. *المجلة التربوية بكلية التربية بسوهاج*، ١ (٤٦)، ٣٩٧- ٤٤٠.

محمد، حياة على (٢٠١٦). فاعلية استخدام استراتيجيات التفكير المتشعب فى تنمية التحصيل والحس العلمى وانتقال أثر التعلم فى مادة العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية. *مجلة التربية العلمية*، ١٩ (١)، ٦٣- ١١٤.

محمد، سميرة أحمد (٢٠١٨). *فاعية برنامج تدريبى لمعلمى العلوم مستند إلى معايير الجيل القادم NGSS فى تنمية الممارسات العلمية والهندسية والكفاءة الذاتية لديهم فى الأردن*. رسالة دكتوراة، كلية الدراسات العليا، جامعة العلوم الإسلامية العالمية، الأردن.

محمود، كريمة عبد اللاه (٢٠١٧). وحدة مقترحة فى العلوم قائمة على التعلم المتمايز لإكساب المفاهيم العلمية والحس العلمى لتلاميذ الصف الثانى الإبتدائى. *مجلة التربية العلمية*، ٢٠ (١)، ١-٥٠.

ثانيا: المراجع الأجنبية:

Achieve Report (2010). International science benchmarking report, taking the lead in science education: forging next- generation science standards. Retrieved 1 August 2018, from https://www.achieve.org/files/InternationalScienceBenchmarkingReportExecutiveSummary.pdf

Anderson, N. (2012). Design thinking: employing an effective multidisciplinary pedagogical framework to foster creativity and innovation in rural and remote education. *Australian and International Journal of Rural Education*, *22*(2), 43.

Berland, L. K., Schwarz, C. V., Krist, C., Kenyon, L., Lo, A. S., & Reiser, B. J. (2016). Epistemologies in practice: making scientific practices meaningful for students. *Journal of Research in Science Teaching*, *53*(7), 1082-1112.

Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard business review*, *86*(6), 84-92.

Bybee, R. (2013). The next generation science standards and the life sciences: the important features' of life science standards for elementary, middle, and high school levels, *The Science Teacher*, *80*(2), 25- 32.

Bybee, R. W. (2014). NGSS and the next generation of science teachers. *Journal of Science Teacher Education* , *25*, 211-221**.**

Campbell, T. (2015). The importance of epistemic framing and practices in the next generation science standards: explaining phenomena, solving problems, and modeling as an anchoring science practice. *Conference Paper. Proceedings of the Korean Association for Science Education (KASE). Busan, South Korea* November 2015. Retrieved February,2018, from : file:///C:/Users/DELL/ Downloads/Campbell-KASE%20Proceedings.pdf

Carroll, M., Goldman, S., Britos, L., Koh, J., Royalty, A., & Hornstein, M. (2010). Destination, imagination and the fires within: design thinking in a middle school classroom. *International Journal of Art & Design Education*, *29*(1), 37-53.

Christens, A. (2017). Developing skills for life through design thinking, Retrieved from https://www.magellanschool.org/developing-skills-life-design-thinking/

Dam,R.& Siang, T. (2018). 5 Stages in the design thinking process, Retrieved from https://www.interaction-design.org/literature/article/5-stages-in-the-design-thinking-process

Driver, R., et al. (2015). *Making sense of secondary science: research in to children's ideas*, London, New York: Rout ledge, Taylor and Francis Group.

Ford, M. J. (2012). A dialogic account of sense-making in scientific argumentation and reasoning. *Cognition and Instruction*, *30*(3), 207-245.

Goldman, S., & Kabayadondo, Z. (Eds.). (2016). *Taking design thinking to school: how the technology of design can transform teachers, learners, and classrooms*. Taylor & Francis.

Goldman, S., Carroll, M. P., Kabayadondo, Z., Cavagnaro, L. B., Royalty, A. W., Roth, B., & Kim, J. (2012). Assessing d. learning: capturing the journey of becoming a design thinker. *Design thinking research*, 13-33.

Goldschmidt, G.& Rodgers, P. A.(2013). The design thinking approaches of three different groups of designers based on self-reports. *Design Studies*, *34*(4), 454-471.

Granucci,N , Jenkins,C , Bauer,M & Broadbridge ,C . (2017). *Teaching materials science and engineering (MSE) in the pre-college classroom as a vehicle for NGSS implementation.* Retrieved February 22,2017,Retrieved from : https://www.researchgate.net/publication/313278785_Teaching_Materials_Science_and_Engineering_MSE_in_the_PreCollege_Classroom_as_a_Vehicle_for_NGSS_Implementation

Heller, N.& Joan, I. (2012). Effect of making sense of science professional development on the achievement of middle school students including English language learners, *Science Education*, *50*(8), 112-135.

Hernández Leo, D., Agostinho, S., Beardsley, M., Bennet, S., & Lockyer, L. (2017). Helping teachers to think about their design problem: a pilot study to stimulate design thinking.

Houseal, A. K. (2016). A visual representation of three dimensional learning: a model for understanding the power of the framework and the NGSS. *Electronic Journal of Science Education*, *20*(9) 1-7.

Johansson-Sköldberg, U., Woodilla, J., & Çetinkaya, M. (2013). Design thinking: past, present and possible futures. *Creativity and innovation management*, *22*(2), 121-146.

Koh, J. H. L., Chai, C. S., Benjamin, W., & Hong, H. Y. (2015). Technological pedagogical content knowledge (TPACK) and design thinking: a framework to support ICT lesson design for 21st century learning. *The Asia-Pacific Education Researcher*, *24*(3), 535-543.

Kress, G. L., & Schar, M. (2012). Teamology–the art and science of design team formation. *Design thinking research*, 189-209.

Lee, O., Miller, E.C. & Januszyk, R. (2014). Next generation science standards: all standards, all students. *Journal of Science Teacher Education*, *25*(2), 223–233

Lloyd, P. (2013). Embedded creativity: teaching design thinking via distance education. *International Journal of Technology and Design Education*, *23* (3), 749-765.

Manchanda, N. (2016). How design thinking can transform your child's creativity, Retrieved from https://medium.com/@NitashaM/how-design-thinking-can-transform-your-child-s-creativity-46700b3ee70c

McDonald, S. P., & Kelly, G. J. (2012). Beyond argumentation: sense-making discourse in the science classroom. *Perspectives on scientific argumentation*, 265-28.

Melles, G., Howard, Z., & Thompson-Whiteside, S. (2012). Teaching design thinking: Expanding horizons in design education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *31*, 162-166.

Mentzer, N., Becker, K., & Sutton, M. (2015). Engineering design thinking: high school students' performance and knowledge. *Journal of Engineering Education*, *104*(4), 417-432.

Michael, F. (2012). A dialogic account of sense making in scientific argumentation and reasoning, *Cognitive and instruction, 30*(3), 207-245.

National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academics Press.

National Research Council (NRC). (2013). *Next generation science standards: for States, by states.* Washington, DC: The National Academies Press**.**

NGSS Lead States (2012). Science education in the 21 st century why K-12 science standards matter- and why the time is right to develop next generation science standards. Retrieved in 30 July 2018, from http://www.nextgenscience.org/

NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standard: for states, by states*. Washington D.C.: The National Academies Press.

Noel, L. A., & Liub, T. L. (2017). Using design thinking to create a new education paradigm for elementary level children for higher student engagement and success. *Design and Technology Education, 22*(1), 1-12.

Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education, 25*, 177–196.

Pellegrino ,J. W. (2013). Proficiency in Science: Assessment challenges and opportunities. *Science, 340* (6130), 320-323 .DOI: 10.1126/science.1232065

Plattner, H., Meinel, C., & Weinberg, U. (2009). *Design thinking*. Landsberg am Lech, Mi-Fachverlag.

Rastoopour, G.; Shaffer, D. W.; Swiecki, Z., Ruis, A. R.; Chesler, N. (2015). Teaching and assessing engineering design thinking with virtual intership and epistemic network analysis. *International Journal of Engineering Education, 32*(3 B), 1492- 1501.

Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What is design thinking and why is it important?. *Review of Educational Research, 82*(3), 330-348.

Terrar, D., (2018). What is design thinking?, Retrieved from https://www.enterpriseirregulars.com/125085/what-is-design-thinking/

Tschimmel, K. (2012). Design thinking as an effective toolkit for innovation. *ISPIM Conference Proceedings (p. 1). The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM).*

Yeager, D. S., Romero, C., Paunesku, D., Hulleman, C. S., Schneider, B., Hinojosa, C., & Trott, J. (2016). Using design thinking to improve psychological interventions: The case of the growth mindset during the transition to high school. *Journal of educational psychology*, *108*(3), 374.

Zangori, L., Forbes, C. T., & Biggers, M. (2013). Fostering student sense making in elementary science learning environments: elementary teachers' use of science curriculum materials to promote explanation construction. *Journal of Research in Science Teaching*, *50* (8), 989-1017.