فاعلية نموذج تدريسي مقترح قائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقًا لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS في تحسين فهم طبيعة العلم والتحصيل لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي

د. إيمان عبد الكريم كامل نويجي

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد

بكلية التربية – جامعة حلوان

فاعلية نموذج تدريسي مقترح قائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقًا لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS في تحسين فهم طبيعة العلم والتحصيل لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي

د. إيمان عبد الكريم كامل نويجي(*)

مقدمة:

يُعد إنتاج المعرفة واستخدامها أساساً لرقي الأمم ومعياراً للتنافسية بين الدول، حيث امتدت المنافسة العالمية إلى الأفكار التي تقود البحوث والمختبرات والصناعة وكافة مجالات الحياة. وهذا يعني أن التحول إلى مجتمع المعرفة أصبح ضرورياً أكثر مما كان عليه في الماضي، وهذا التحول يتطلب تعليماً نوعياً يساير عصر التدفق المعرفي والتقدم التكنولوجي في شتى المجالات، وتطوير تعليم العلوم يُعد أحد أهم دعائم المجتمع القادر على إنتاج المعرفة واستثمارها. لذا شهدت الساحة التربوية سلسلة متتالية من مشاريع إصلاح تعليم العلوم عالمياً وإقليمياً ومحلياً. ومن أحدث حركات الإصلاح معايير تعليم العلوم للجيل القادم(The Next Generation Science Standards (NGSS .

وتستند معايير العلوم للجيل القادم NGSS على إطار تعليم العلوم من رياض الأطفال وحتى الصف الثاني عشر Framework for K-12 Science Education الصادر عن المجلس الوطني للبحوث National Research Council (NRC) حيث قدم مجموعة واسعة من توقعات الأداء التي تضمن لجميع الطلاب في نهاية المرحلة الثانوية أنهم يمتلكون المعرفة الكافية للمشاركة في مناقشات عامة حول القضايا المجتمعية ذات الصلة بالعلوم والهندسة، وأن يكونوا قادرين على مواجهة المشكلات العلمية والتكنولوجية في حياتهم اليومية، ويصبح لديهم القدرة على الاستمرار في طلب العلم ومزاولة المهن التي يختارونها بما في ذلك الوظائف في مجال العلوم والهندسة والتكنولوجيا. (NGSS Lead States, 2013)

تهدف NGSS إلى تقديم معايير غنية بالمحتوى والممارسة ومرتبة ومتسقة عبر التخصصات العلمية (علوم الحياة، العلوم الفيزيائية، علوم الأرض والفضاء، الهندسة

* أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد بكلية التربية – جامعة حلوان

والتكنولوجيا وتطبيقات العلوم) والصفوف الدراسية (K-12) من أجل إمداد التلميذ بتعليم عالمي المستوى للعلوم يدعم دمج الأفكار الأساسية التخصصية Disciplinary Core Ideas (DCIs) والمفاهيم الشاملة Crosscutting Concepts (CCCs) مع الممارسات العلمية والهندسية Scientific and Engineering Practices (SEPs). وقد أشار المجلس الوطني للبحوث (NRC, 2014, p.p. 31-33) إلى أن التكامل بين محتوى المعرفة العلمية والمفاهيم الشاملة والممارسات العلمية والهندسية يُعرف أنه تعلم العلوم ثلاثي الأبعاد "Three-dimensional Science Learning".

وتعمل هذه الأبعاد الثلاثة معاً لمساعدة التلميذ على بناء فهم متكامل لشبكة غنية من الأفكار المترابطة، وكلما ازدادت الروابط والعلاقات بين الأفكار؛ زادت قدرة التلميذ على حل المشكلات واتخاذ القرارات وشرح الظواهر وإيجاد معنى لمواصلة التعلم والقدرة على إنتاج المعرفة. والاهتمام بمعايير تعليم العلوم للجيل القادم يتطلب تطوير ما يتعلمه التلاميذ وكيفية تدريسه وتقييمه، كما يتطلب تبني رؤية لمشاركة التلاميذ في تعلم العلوم ثلاثي الأبعاد لتشمل التدريس والمحتوى والتقييم وإعداد المعلم وتطويره المهني (McComas, William F.; Nouri, Noushin, 2016).

وفي الإطار ذاته فقد اهتمت معايير العلوم للجيل القادم بدعم الفهم السليم لطبيعة العلم؛ حيث أصبح من الضروري أن يفهم جميع التلاميذ خصائص المعرفة العلمية وكيفية التوصل إليها وطريقة نموها وتطويرها وتأثيرها على المجتمع وتفاعلها معه. لذا فقد كان وما يزال هدف تنمية فهم التلاميذ لطبيعة العلم من أهم أهداف تدريس العلوم.

وتبرز أهمية فهم طبيعة العلم بجوانبه المتعددة في تدريس العلوم في أنه أحد صفات الفرد المتنور علمياً، وأنها تساعد الفرد على فهم بيئته والإسهام في حل مشكلاتها، وتؤهله للتعامل مع مستحدثات عصر العلم والتكنولوجيا، ولها أثر كبير في تنظيم خبرات التعلم (Leden, L. & Hansson, L.,2015) إذ يعمل العلم على إيجاد السبب والنتيجة حيث تستند المعرفة العلمية على الأدلة التجريبية، كما أن الاستقصاءات العلمية تستخدم طرقا متنوعة. إلى جانب أن المعرفة العلمية مفتوحة للمراجعة في ضوء الأدلة الجديدة. بالإضافة إلى أن العلم هو طريق المعرفة، وهو مسعى بشري يتناول بعض مسائل العالم الطبيعي والمادي؛ مما يدفع المتعلم إلى مزيد من المعرفة العلمية والارتقاء بالبحث العلمي.

الإحساس بمشكلة الدراسة:

استشعرت الباحثة مشكلة الدراسة من خلال الاطلاع على الأدبيات التربوية والدراسات السابقة المرتبطة بمعايير العلوم للجيل القادم NGSS، وتدريس العلوم بما يحقق توقعات الأداء المنطوي على تكامل أبعاد التعلم الثلاثة لدى التلاميذ، وتحسين فهم طبيعة العلم(**) وتم التوصل إلى ما يلي:

- تؤكد معايير تعليم العلوم للجيل القادم NGSS على فهم أعمق للمحتوى العلمي، وكذلك تطبيقه بالتركيز على الأفكار الأساسية التخصصية (DCIs) القابلة للتعلم من خلال التدريبات والممارسات (SEPs) لإيجاد حلول للمشكلات العلمية والهندسية ودمجها مع المفاهيم الشاملة (CCCs). ويهدف التعلم ثلاثي الأبعاد إلى إتقان المادة العلمية وتنمية الاستدلال وتشجيع الاهتمام بالعلوم علاوة على مساعدة جميع التلاميذ لإحراز تقدم نحو تحقيق الأهداف المنشودة.
- أهمية فهم التلاميذ لطبيعة العلم في كل المراحل التعليمية، وخاصة تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي باعتباره أحد الأهداف الرئيسة للتربية العلمية.
- تُوفر معايير العلوم للجيل القادم NGSS الدعم والتوصيات لتضمين جوانب طبيعة العلم في التدريس، والتركيز أكثر على طرق توليد المعرفة وتطورها وليس المعرفة في حد ذاتها.
- الإجراءات الصريحة لدمج فهم طبيعة العلم في التدريس أكثر فاعلية من المدخل الضمني؛ وعلى المعلمين خلال تدريس العلوم توجيه تفكير التلاميذ لما قاموا به ومساعدتهم على إيجاد العلاقات بين الأنشطة العلمية القائمة على الاستقصاء وعمل العلماء والتأمل فيها، كما يحتاج التلاميذ إلى فهم مقصود لطبيعة العلم كمكمل للممارسات المتضمنة في الاستقصاءات والأنشطة والتجارب العملية.

وتشير الأدبيات التربوية إلى أن الطريقة السائدة في تعليم العلوم وتعلمها تسهم في تكوين معتقدات معرفية غير دقيقة لدى التلميذ تؤثر في فهمه لطبيعة العلم (Ismail, H. , et al. , 2013)؛ حيث إن إجراءات التدريس والتقييم المتبعة لا تدعم الفهم الصحيح لخصائص المعرفة العلمية وظروف تكونها ونموها وتطورها.

(**)الإطار النظري والدراسات السابقة

بالإضافة إلى ما سبق قامت الباحثة بإجراء دراسة استطلاعية في محاولة منها لتعرف واقع تعليم وتعلم مادة العلوم في الصف الثاني الإعدادي من حيث تكامل أبعاد التعلم الثلاثة (الأفكار الأساسية التخصصية DCIs، المفاهيم الشاملة CCCs، والممارسات العلمية والهندسية SEPs) بما يحقق توقعات الأداء وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS. وكذلك تعرف دور معلمي العلوم في تحسين فهم تلاميذهم لطبيعة العلم، ومدى فهم التلاميذ لطبيعة العلم بأبعاده المتعددة، وهي الاستقصاءات العلمية تستخدم مجموعة متنوعة من الطرق، تستند المعرفة على الأدلة التجريبية، المعرفة العلمية قابلة للتنقيح في ضوء الأدلة الجديدة، الظواهر الطبيعية يمكن تفسيرها باستخدام النماذج والقوانين والنظريات، العلم طريق المعرفة، المعرفة العلمية تفترض الترتيب والاتساق في النظم الطبيعية، العلم مسعى إنساني، يتناول العلم بعض مسائل العالم الطبيعي والمادي. وقد تضمنت الدراسة القيام بإجراء مقابلة شخصية غير مقننة مع (١٥) من معلمي العلوم بالحلقة الثانية للتعليم الأساسي بإدارة المعادي التعليمية حيث تم سؤالهم عن مدى معرفتهم بمعايير تعليم العلوم للجيل القادم وأهمية تكامل أبعاد التعلم الثلاثة لتحقيق توقعات الأداء المرجو من التلاميذ تحقيقها ودورهم في تهيئة الفرص التي تتيح للتلاميذ فهم طبيعة العلم بأبعاده المتعددة في أثناء التدريس. فاتضح من الإجابات أن معظمهم ليس لديهم معرفة بمعايير تعليم العلوم للجيل القادم ولا بأبعاد التعلم الثلاثة، ويرى أغلبهم أن التلاميذ سوف يفهمون طبيعة العلم من خلال مشاركتهم في الاستقصاءات والأنشطة العلمية. فمن المألوف لديهم تركيز تعليم العلوم على موضوع التعلم ولكن فهم طبيعة العلم ودمجها في التدريس كما يتجسد في معايير NGSS ليست مألوفة لديهم، ونتيجة لذلك لم ينتبه المعلمون لهذا الأمر رغم أهميته. كما يرون أنه من السهل التوصية أو الرغبة في تكامل أبعاد تعلم العلوم الثلاثة وفقاً لوثيقة معايير NGSS، ولكن التحدي الأكبر هو تحقيق التكامل فعلاً في الممارسات التدريسية داخل فصول العلوم.

واتفقت نتائج الدراسة الاستطلاعية مع ما أشارت إليه (حسانين، بدرية ، ٢٠١٦) من أن الأفكار الأساسية التخصصية والمفاهيم الشاملة (المحتوى) والممارسات مهمة؛ ولكن يتم تعلمها بشكل منفصل، وأن الممارسات لم يتم تعليمها كلية ومن المهم أن يتم التزاوج بين المحتوى والممارسة بما يعطي سياق للتعلم يسمح بتطبيق العلوم. وتتفق أيضا مع ما أشارت إليه دراسة (Harris, Karleah, et al., 2017) من أن معظم المدرسين لم

يكونوا مستعدين بشكل واضح لدمج التغييرات المقترحة في معايير NGSS مع المناهج الحالية وخططهم التدريسية.

كما قامت الباحثة بإجراء مقابلات شخصية مفتوحة وغير مقننة مع (٣٠) من التلاميذ بالصف الثاني الإعدادي، حيث تم سؤالهم عن خصائص المعرفة وطريقة التوصل إليها وسبل تطويرها ومناقشتهم في أبعاد طبيعة العلم، والطرق التي يتبعها المعلم في أثناء تدريس العلوم ودورهم في مهام وأنشطة التعلم، ومن خلال المقابلة خرجت الباحثة بالنتائج التالية:

- ٤٠% التلاميذ يُكملون ما يُطلب منهم من مهام وأنشطة بدون فهم تام للأفكار الأساسية التخصصية (DCIs) وربطها وإيجاد العلاقات مع المفاهيم الشاملة (CCCs) وتوظيفها في ممارساتهم العلمية والهندسية (SEPs) لتحقيق توقعات الأداء (EPs) والتي تعبر عما يجب أن يتمكن منه التلاميذ من عمليتي تعليم وتعلم مادة العلوم.
- وجود فجوة بين ما يتعلمه ٥٠% من التلاميذ في المدرسة وإمكانية استخدامهم وتطبيقهم لما تعلموه من معارف وممارسات بشكل متكامل في حل المشكلات التي تواجههم.
- عدم دقة تصورات ٦٠% من التلاميذ عن طبيعة العلم وأبعاده المتعددة.

كما اطلعت الباحثة على درجات الاختبار التحصيلي في مادة العلوم لعينة استطلاعية من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي عددهم (١١٠) تلميذ من ثلاث مدارس مختلفة. ووجد أن حوالي (٦٥%) من درجات العينة منخفضة مما يدل على تدنى التحصيل الدراسي في مادة العلوم لدى معظم تلاميذ العينة.

مشكلة الدراسة:

يُعد فهم طبيعة العلم أحد النواتج التعليمية المهمة التي تُسهم في محو الأمية العلمية لدى الفرد وتساعده في فهم بيئته والإسهام في حل مشكلاتها، ولسنوات عديدة كان من المفترض أن يفهم التلاميذ طبيعة العلم من خلال مشاركتهم في عمل العلوم (doing science) ووصِفَ هذا بالمدخل الضمني، ولكن حديثا أشار (Bybee, R. W., 2013) (Lederman, 2014, p.9) إلى أنه إذا أردت من التلاميذ فهم طبيعة العلم فإنه يجب

التأكيد أثناء التدريس على أبعاده جنباً إلى جنب مع موضوع التعلم وفق رؤية واضحة وإجراءات محددة توضح الكيفية التي يتم بها تنمية هذا الفهم ومتابعة التغيرات في تصورات التلاميذ عن جوهر العلم وماهيته وخصائص المعرفة العلمية وطريقة التوصل إليها وكيفية تطويرها .

في ذات السياق يتوجه أنظار المهتمين بتدريس العلوم نحو معايير العلوم للجيل القادم NGSS لبناء نظام تدريس علوم فعال يتواءم مع معطيات العصر ويعتبر الممارسة جزء لا يتجزأ من المحتوى والمفاهيم الشاملة. وبالنظر إلى واقع تدريس العلوم في مدارسنا يُلاحظ أنه يركز على الكم المعرفي بدلا من التفكر في طبيعة وتطوير المعرفة العلمية، مع قلة الاهتمام بدمج المحتوى بالممارسة وتكامل أبعاد التعلم الثلاثة (الممارسات العلمية والهندسية SEPs، والأفكار الأساسية التخصصية DCIs، والمفاهيم الشاملة CCCs) وفقاً لمعايير NGSS، مما يقلل من استيعاب التلاميذ للمحتوى العلمي.

تأسيسا على ما سبق يتضح عدم دقة تصورات التلاميذ لخصائص المعرفة العلمية وطريقة التوصل إليها وتطويرها، إلى جانب تدني تحصيلهم في مادة العلوم. وهذا يدعو إلى البحث عن نماذج تدريسية تتبنى تكامل أبعاد التعلم الثلاثة وفقاً لمعايير NGSS بهدف محاولة تحسين فهم طبيعة العلم بجوانبه المتعددة وتحصيل مادة العلوم؛ لذا تسعى الدراسة الحالية إلى محاولة تقصي فاعلية نموذج تدريسي مقترح قائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS في تحسين فهم طبيعة العلم والتحصيل لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

أسئلة الدراسة:

تتحدد أسئلة الدراسة الحالية في السؤال الرئيس التالي :

ما فاعلية نموذج تدريسي مقترح قائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS في تحسين فهم طبيعة العلم والتحصيل لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟

ويتفرع عن هذا السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية التالية:

١- ما التصور المقترح لنموذج تدريسي قائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS ؟

٢- ما فاعلية النموذج التدريسي المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS في تحسين فهم طبيعة العلم لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟

٣- ما فاعلية النموذج التدريسي المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS في تحسين التحصيل لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟

٤- ما طبيعة العلاقة بين درجات تلاميذ الصف الثاني الإعدادي "عينة الدراسة" في اختبار فهم طبيعة العلم ودرجاتهم في اختبار تحصيل مادة العلوم خلال تطبيق النموذج التدريسي المقترح؟

أهداف الدراسة:

هدفت الدراسة الحالية إلى:

١- تقديم مقترح لنموذج تدريسي قائم على التعلم ثلاثي الأبعاد (SEPs ، DCIs، CCCs) وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS لتحسين فهم طبيعة العلم والتحصيل لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

٢- تقصي فاعلية النموذج التدريسي المقترح في تحسين فهم طبيعة العلم لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

٣- تقصي فاعلية النموذج التدريسي المقترح في تحسين التحصيل في مادة العلوم لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

٤- الكشف عن طبيعة العلاقة بين فهم طبيعة العلم وتحصيل مادة العلوم من خلال النموذج التدريسي المقترح في مادة العلوم لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

أهمية الدراسة:

تستمد هذه الدراسة أهميتها مما يلي:

١- تنسجم الدراسة الحالية مع التوجهات الحديثة التي تنادي بإصلاح تعليم العلوم وهي معايير العلوم للجيل القادم NGSS والداعية إلى الاهتمام بتعلم العلوم ثلاثي الأبعاد لتحقيق توقعات الأداء المرجوة من التلاميذ في كل المراحل التعليمية.

٢- قد توجه أنظار واضعي ومخططي ومطوري مناهج العلوم لأهمية دمج التعلم ثلاثي الأبعاد في مقررات العلوم، وضرورة تهيئة فرص تعلم للتلاميذ تُحسن فهمهم لطبيعة العلم؛ لما في ذلك من أهمية في نموهم العلمي حاليا ومستقبلا، ودور في اتخاذ القرارات حيال القضايا العلمية والاجتماعية والشخصية في الحياة اليومية بما يتناسب مع عصر العلم والتكنولوجيا الدائم التطور.

٣- قد توجه أنظار القائمين على تدريب معلمي العلوم؛ لتزويدهم بخطوات إجرائية لتضمين معايير NGSS في تدريسهم، وتعزيز دورهم في تحسين فهم التلاميذ لطبيعة العلم بأبعاده المتعددة أثناء التدريس وقياس فهمهم لها بعد التدريس.

٤- قد يفيد تدريب التلاميذ على دمج المحتوى بالممارسة من خلال التعلم ثلاثي الأبعاد في تحسين فهمهم لطبيعة العلم وتحصيل مادة العلوم.

حدود الدراسة:

تمثلت حدود الدراسة الحالية فيما يلي:

١- **من حيث العينة:** اقتصر تطبيق الدراسة على عينة مكونة من (٥٦) تلميذاً من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بإدارة المعادي التعليمية، محافظة القاهرة.

٢- **من حيث المحتوى:** موضوعات وحدتي "الحركة الدورية" و"الصوت والضوء" والمقررة على الصف الثاني الإعدادي للعام الدراسي ٢٠١٦/٢٠١٧.

٣- **من حيث المجال الزمني:** تم تنفيذ تجربة الدراسة في الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠١٦/٢٠١٧، ولمدة تسعة أسابيع بواقع أربع حصص أسبوعيا.

الفروض الإحصائية للدراسة:

١- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى(٠.٠٥) بين متوسطي الدرجات البعدية لأداء تلاميذ المجموعتين الضابطة والتجريبية في اختبار فهم طبيعة العلم لصالح المجموعة التجريبية.

٢- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى(٠.٠٥) بين متوسطي الدرجات البعدية لأداء تلاميذ المجموعتين الضابطة والتجريبية في اختبار تحصيل مادة العلوم لصالح المجموعة التجريبية.

٣- توجد علاقة ارتباطية بين فهم طبيعة العلم والتحصيل في مادة العلوم خلال تطبيق النموذج التدريسي المقترح لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي "عينة الدراسة".

أداتا الدراسة:

١- اختبار فهم طبيعة العلم (إعداد الباحثة).

٢- اختبار تحصيل مادة العلوم في وحدتي "الحركة الدورية" و"الصوت والضوء" (إعداد الباحثة).

منهج الدراسة:

اتبعت هذه الدراسة منهجين من مناهج البحث العلمي، وهما:

١- المنهج الوصفي التحليلي في دراسة وتحليل الأدبيات والدراسات السابقة التي تناولت معايير تعليم العلوم للجيل القادم والتعلم ثلاثي الأبعاد والتدريس في ضوئها، وفهم طبيعة العلم وأبعاده وأهميته.

٢- المنهج شبه التجريبي لتعرف فاعلية نموذج تدريسي مقترح قائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS في تحسين فهم طبيعة العلم والتحصيل لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وللتحقق من صحة فروض الدراسة تجريبياً.

التصميم التجريبي للدراسة:

تناول هذا الجزء متغيرات هذه الدراسة، ونوع التصميم التجريبي كما يلي:

متغيرات الدراسة:

عامل مستقل تجريبي وهو: نموذج تدريسي مقترح قائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS .

متغيران تابعان وهما: فهم طبيعة العلم، وتحصيل مادة العلوم.

نوع التصميم التجريبي: تم استخدام التصميم التجريبي المعروف بتصميم المجموعة الضابطة ذو الاختبار القبلي البعدي pre-test post-test control group design،

حيث يختبر أثر السبب (المتغير المستقل) المتمثل في نموذج تدريسي مقترح قائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS على النتيجة (المتغير التابع) المتمثلة في متغيرين؛ هما: فهم طبيعة العلم، والتحصيل في مادة العلوم. وتم تطبيق الأدوات التي تقيس هذه المتغيرات قبل تنفيذ التجربة وبعدها على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة "عينة الدراسة" من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

خطوات وإجراءات الدراسة:

للإجابة عن أسئلة الدراسة والتحقق من صحة فروضها تم إتباع الخطوات التالية:

للإجابة عن السؤال الأول قامت الباحثة بما يلي:

١- الإطلاع على عديد من الأدبيات والدراسات والبحوث السابقة المرتبطة بمعايير تعليم العلوم للجيل القادم (NGSS)، وفهم طبيعة العلم (NOS).

٢- الإطلاع على أهداف تعليم العلوم بالحلقة الثانية من التعليم الأساسي، وخصائص المتعلمين في هذه المرحلة.

٣- إعداد قائمة بالأسس التي يقوم عليها نموذج التدريس المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم، وعرضها على مجموعة من المحكمين المتخصصين وتم إجراء التعديلات اللازمة في ضوء أرائهم.

٤- إعداد تصور مقترح للنموذج التدريسي القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم في ضوء الأسس السابقة وعرضه على مجموعة من المحكمين المتخصصين وإجراء التعديلات المناسبة في ضوء أرائهم.

وللإجابة عن الأسئلة الثاني الثالث والرابع قامت الباحثة بالخطوات التالية:

١- تحليل محتوى وحدتي " الحركة الدورية" و"الصوت والضوء" من كتاب الصف الثاني الإعدادي للعام الدراسي ٢٠١٦/٢٠١٧ لتحديد أبعاد التعلم الثلاثة (الأفكار الأساسية التخصصية، المفاهيم الشاملة، ممارسات العلوم والهندسة) المتضمنة فيهما وحساب صدق وثبات التحليل.

٢- إعداد دليل المعلم لتدريس الوحدتين المختارتين وفق النموذج التدريسي المقترح.

٣- إعداد أوراق عمل التلميذ في الوحدتين المختارتين وفق النموذج التدريسي المقترح.

٤- عرض كلا من دليل المعلم وأوراق عمل التلميذ على مجموعة من المحكمين المتخصصين لأخذ أرائهم واقتراحاتهم وتم إجراء التعديلات اللازمة.

٥- إعداد أداتا القياس والتي تتمثل في اختبار فهم طبيعة العلم واختبار تحصيل العلوم في وحدتي " الحركة الدورية" و"الصوت والضوء".

٦- تحديد مجموعة الدراسة من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي وتقسيمها إلى مجموعتين إحداهما ضابطة والأخرى تجريبية والتأكد من تكافؤهما.

٧- تطبيق أداتا الدراسة قبليا على مجموعتي الدراسة.

٨- التدريس للمجموعتين: قام معلم العلوم بالمدرسة بالتدريس للمجموعتين التجريبية والضابطة؛ وذلك بعد تدريبه على التدريس وفقا للنموذج التدريسي المقترح وتزويده بدليل المعلم لتدريس الوحدتين موضع التجريب، كما تم توزيع أوراق عمل التلميذ على تلاميذ المجموعة التجريبية مع التأكيد على كيفية استخدامها، وقام المعلم أيضا بتدريس نفس محتوى الوحدتين كما هو بالكتاب المدرسي بالطريقة المعتادة للمجموعة الضابطة.

٩- تطبيق أداتا الدراسة بعديا على مجموعتي الدراسة.

١٠- تفريغ البيانات وإجراء المعالجة الإحصائية.

١١- عرض النتائج وتحليلها وتفسيرها ومناقشتها.

١٢- تقديم التوصيات والمقترحات في ضوء النتائج.

مصطلحات الدراسة:

نموذج التدريس

مخطط يستخدم لتشكيل عملية تدريس العلوم متضمنا ما يقوم به المعلم والتلميذ بما يحقق الأهداف المرجوة بأقصى فاعلية وفي ضوء الإمكانات المتاحة.

معايير العلوم للجيل القادم NGSS

مجموعة من توقعات الأداء تصف ما يجب أن يعرفه التلميذ مبني على فهم الأفكار الأساسية التخصصية والمفاهيم الشاملة لجميع فروع المعرفة العلمية، وما يجب أن يكون قادر على أداؤه من ممارسات علمية وهندسية خلال دراسته لمادة العلوم من مرحلة رياض الأطفال وحتى الصف الثاني عشر (K-12).

التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS

هو التكامل بين محتوى المعرفة العلمية(DCIs) والمفاهيم الشاملة(CCCs) والممارسات العلمية والهندسية(SEPs) لمساعدة التلميذ على بناء فهم متكامل لشبكة غنية من الأفكار المترابطة.

النموذج التدريسي المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير NGSS

هو تصور أو مخطط لتصميم وتنفيذ وتقويم تدريس العلوم والذي يتم في ضوء التكامل بين أبعاد التعلم الثلاثة (ممارسات العلوم والهندسة SEPs، الأفكار الأساسية التخصصية DCIs، والمفاهيم الشاملة CCCs) وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS من خلال مجموعة من الإجراءات المنهجية المنظمة والمتفاعلة مع بعضها بهدف تحسين فهم طبيعة العلم وتحصيل مادة العلوم.

فهم طبيعة العلم

تصورات التلميذ لخصائص المعرفة العلمية وكيفية التوصل إليها وطريقة نموها وتطويرها وتأثيرها على المجتمع وتفاعلها معه. وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في الاختبار المُعد لذلك.

التحصيل في مادة العلوم

هو مقدار استيعاب التلميذ للمحتوى العلمي لموضوعات وحدتي "الحركة الدورية" و"الصوت والضوء" ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في الاختبار المُعد لذلك.

الإطار النظري والدراسات السابقة:

في ضوء طبيعة الدراسة الحالية وأهدافها، فيما يلي عرض للإطار النظري والدراسات السابقة في محاور تتضمن:

أولاً: معايير تعليم العلوم للجيل القادم NGSS

١- ماهية معايير تعليم العلوم للجيل القادم NGSS

هي معايير تعليمية جديدة بُنيت من أجل تحديد رؤية مستقبلية لتعليم العلوم من قِبَل المجلس الوطني للبحوث National Research Council (NRC) عام ٢٠١٣، وتتسم بالإثراء والترابط، وشاملة لمختلف الموضوعات والمراحل الدراسية وتضمن لجميع التلاميذ المستوى التعليمي اللائق. وأشار مجلس (NRC) إلى أن معايير NGSS ستعطي تعليم العلوم وتعلمها معنى وقيمة أكبر نتيجة إثراء وتدعيم المعرفة العلمية النظرية (المحتوى) بمجموعة من الممارسات العلمية والهندسية (الممارسة)، والمفاهيم الشاملة المشتركة بين فروع العلوم؛ ليقوم التلميذ باستشعار القيمة الحقيقية من وراء تعلم العلوم، حتى وإن لم تكن العلوم جزءاً من صميم تخصصه الأكاديمي، أو اتجاهاته، أو ميوله العلمية. (NRC, 2015)

واستندت معايير NGSS على إطار تعليم العلوم K-12 وأكدت على أربعة عناصر أساسية تتطلب تغييراً في معظم الفصول الدراسية في العلوم، وهي (NRC, 2014, p.25) (Achieve, 2017) :

أ – التركيز على تطوير فهم التلاميذ لمجموعة محدودة من الأفكار الأساسية في التخصصات العلمية (DCIs) ومجموعة من المفاهيم الشاملة (CCCs) التي تربط بينها؛

ب– التركيز على كيفية تطور هذه الأفكار الأساسية بمرور الوقت مع تقدم التلاميذ من خلال نظام K-12 وكيفية قيام التلاميذ بإنشاء روابط بين الأفكار من مختلف التخصصات؛

جـ– تعريف التعلم على أنه مشاركة في ممارسات العلوم والهندسة (SEPs) لتطوير المعرفة العلمية والتحري عنها واستخدامها؛

د – التأكيد على أن تعليم العلوم والهندسة لجميع التلاميذ سوف يستلزم توفير الموارد المطلوبة ومناهج أكثر شمولية وتحفيزية للتعليم والتقييم، مع الاهتمام باحتياجات الطلاب المحرومين.

وتُعد معايير NGSS مجموعة من توقعات الأداء التي تجمع أبعاد التعلم الثلاثة معا بطريقة تتطلب من التلميذ إظهار المعرفة المستخدمة؛ حيث تصف ما يجب أن يعرفه التلميذ مبني على فهم الأفكار الأساسية التخصصية والمفاهيم الشاملة لجميع فروع المعرفة العلمية، وما يجب أن يكون قادر على أداءه من ممارسات علمية وهندسية خلال دراسته لمادة العلوم من مرحلة رياض الأطفال وحتى الصف الثاني عشر . (NGSS Lead States, 2013)

٢- تعلم العلوم ثلاثي الأبعاد Three-dimensional Science Learning

دعمت وثيقة معايير NGSS ضرورة إحداث تغيير جذري في تعليم العلوم يدعو إلى الابتعاد عن تعلم المحتوى بمعزل عن الاستقصاء العلمي والتحول إلى بناء المعرفة أثناء الاستخدام building knowledge in use وتركيز التدريس على عدد أقل من الأفكار الأساسية التخصصية (DCIs) والمفاهيم الشاملة (CCCs) التي يمكن استخدامها لشرح الظواهر وحل المشكلات من خلال الاندماج في الممارسات العلمية والهندسية (SEPs)، ويشار إلى هذا التكامل بتعلم العلوم ثلاثي الأبعاد Three-Dimensional Science Learning، وفيما يلي توضيح أبعاد تعلم العلوم الثلاثة. (NGSS Lead States, 2013)و (Bybee, R. W., 2015) و (Brownstein, Erica M.; Horvath, Larry, 2016)

أ – الممارسات العلمية والهندسية Scientific and Engineering Practices (SEPs)

تبنى إطار تعليم العلوم (K-12) ووثيقة معايير العلوم للجيل القادم NGSS تغيير مصطلح المهارات إلى الممارسات لتأكيد أن التقصي العلمي يتطلب المهارة والتمكن من المعرفة الخاصة بها، فالدمج بين المعرفة والمهارة من خلال الممارسة يهيئ سياق حقيقي للتعلم يتيح للتلاميذ تطبيق ما تعلموه. (NRC Framework, 2012, p.30) ، كما أن التداخل بين ممارسات العلم والهندسة يمنح التلاميذ الأساليب التي يمكنهم استخدامها

للتقصي والتفسير وبناء النماذج التي تسهم في إعدادهم لمواجهة تحديات مجتمعاتهم ومنها إنتاج الطاقة وترشيد استهلاكها، توفير المياه العذبة. (Bybee, R. W. ; Chopyak, C., 2017) .

وقد حدد البعد الأول ثماني ممارسات مهمة يستخدمها العلماء والمهندسون؛ هي (NGSS Lead States., 2013):

- طرح الأسئلة (للعلوم) وتحديد المشكلات (للهندسة).
- تطوير واستخدام النماذج.
- تخطيط وتنفيذ الاستقصاءات.
- تحليل وتفسير البيانات.
- استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي.
- بناء التفسيرات (للعلوم) وتصميم الحلول (للهندسة).
- الاندماج في تقديم الحجج المعتمدة على الأدلة.
- الحصول على المعلومات وتقييمها وتبادلها.

ب- المفاهيم الشاملة Cross Cutting Concepts (CCCs)

هي موضوعات العلوم التي توفر مخطط تنظيمي أساسي لربط المجالات معا، وتوضح العلاقات بين المفاهيم العلمية، وذلك بعرضها بشكل متكامل قائم على أسس علمية عالمية. وتُعد المفاهيم الشاملة ضرورية لفهم العلوم والهندسة، ولكن نادراً ما يتم تدريسها بطريقة تعزز فهما لأهدافها وأهميتها لربط عدة تخصصات. ويمكن أن يساعد الاهتمام الصريح بهذه المفاهيم التلاميذ على تطوير إطار تنظيمي لربط المعرفة عبر التخصصات وتطوير فهم متكامل لما يتعلمونه في بيئات مختلفة. (Penuel, W. R., Harris, C. J., & DeBarger, H. A., 2015) ولتعزيز المفاهيم الشاملة فإنه يجب تناولها في سياق عديد من الأفكار الأساسية التخصصية (العلوم الفيزيائية، علوم الحياة، علوم الأرض والفضاء، تطبيقات العلم والهندسة والتكنولوجيا) .

كما تُعد المفاهيم الشاملة (CCCs) بمثابة أدوات فكرية (ذهنية) لربط الأفكار الهامة في جميع التخصصات. فمثلا: يسعى جميع العلماء إلى البحث عن أنماط في البيانات وعلاقات السبب والنتيجة (Krajcik, Joseph; et al., 2014).

حدد البعد الثاني سبعة مفاهيم شاملة يمكن أن تساعد التلاميذ على ربط المعرفة من مختلف التخصصات مع تطويرهم تدريجياً لوجهة نظر متكاملة وعلمية للعالم؛ وهي (NGSS Lead States., 2013):

- **الأنماط:** ملاحظة الأنماط من الأشكال والأحداث ينظم الأحداث ويصنفها، ويطرح أسئلة حول العلاقات والعوامل التي تؤثر عليها.
- **السبب والتأثير:** الآلية والتفسير. للأحداث أحيانًا أسباب بسيطة وأحيانًا متعددة الأوجه. أحد الأنشطة الرئيسية للعلوم هو البحث عن العلاقات السببية وتفسيرها. واختبار الآليات عبر سياقات معينة واستخدامها للتنبؤ بالأحداث وتفسيرها في سياقات جديدة.
- **القياس والنسبة والكمية:** عند النظر في الظواهر، من الأهمية بمكان إدراك ما هو ملائم في المقاييس المختلفة للحجم والوقت والطاقة والتعرف على الكيفية التي تؤثر بها التغيرات في الحجم أو النسبة أو الكمية على بنية أو أداء النظام.
- **النظم ونماذج النظام:** إن توصيف النظام قيد الدراسة وتحديد حدوده ووضع نموذج صريح له يوفر أدوات لفهم واختبار الأفكار القابلة للتطبيق في كل من العلوم والهندسة.
- **الطاقة والمادة:** تدفقات ودورات وحفظ الطاقة؛ يساعد تعقب تدفق الطاقة والمواد إلى داخل وخارج الأنظمة وفي الأنظمة على فهم إمكانيات الأنظمة وحدودها.
- **التركيب والوظيفة:** الطريقة التي يتم بها تشكيل الجسم أو الكائن الحي وطبقته التحتية تحدد عديد من خصائصه ووظائفه.
- **الاستقرار والتغيير:** بالنسبة للأنظمة الطبيعية والمبنية على حد سواء، تعتبر شروط الاستقرار ومحددات معدلات التغيير أو تطور النظام من العناصر الحاسمة للدراسة.

جـ- الأفكار الأساسية المحورية Disciplinary Core Ideas (DCIs)

إن الغرض من تعليم العلوم ليس تدريس جميع التفاصيل، بل إمداد التلاميذ بالمعرفة والقدرات الجوهرية الكافية حتى يتمكنوا من اكتساب وتقييم معلومات إضافية من تلقاء أنفسهم أو في أثناء متابعة تعليمهم. إن بُعد الأفكار الأساسية مهم للغاية حيث يتيح التعليم المنظم حول عدد محدود من الأفكار الأساسية الوقت اللازم للتلاميذ لاستكشاف الأفكار بمزيد من العمق في كل الصفوف الدراسية والاندماج في مجموعة كاملة من الممارسات.

حدد البعد الثالث الأفكار الأساسية التخصصية في أربع مجالات، وهي (NGSS Lead States., 2013):

- العلوم الفيزيائية (المادة وتفاعلاتها، الحركة والسكون: القوى والتفاعلات، الطاقة، الموجات وتطبيقاتها في تقنيات نقل المعلومات)
- علوم الحياة (من الجزيئات إلى الكائنات الحية: التركيب والعمليات، الأنظمة البيئية: التفاعلات والطاقة والديناميكيات، الوراثة: الوراثة واختلاف الصفات، التطور البيولوجي: الوحدة والتنوع)
- علوم الأرض والفضاء (مكان الأرض في الكون، أنظمة الأرض، الأرض والنشاط البشري).
- الهندسة والتكنولوجيا وتطبيقات العلوم(التصميم الهندسي، روابط بين الهندسة والتكنولوجيا والعلوم والمجتمع).

تكامل أبعاد التعلم الثلاثة:

تؤكد معايير NGSS على أن تعليم العلوم يجب أن يدعم دمج الأفكار الأساسية التخصصية (DCIs) والمفاهيم الشاملة (CCCs) مع الممارسات العلمية والهندسية (SEPs) اللازمة للمشاركة في الاستقصاء العلمي والتصميم الهندسي. أي أنه أثناء تدريس العلوم يتم التركيز على مجموعة محددة من الأفكار الرئيسة والتي تسمح بتحقيق عمق المعرفة لدى التلميذ من خلال الممارسات العلمية والهندسية وربطها بالمفاهيم الشاملة(NGSS Lead States, 2013) .

وتُعد كل من الممارسات والمفاهيم الشاملة بمثابة أدوات بناء الفهم وأدوات لمعالجة المشكلات الجديدة وكذلك موضوعات للتعلم في حد ذاتها، حيث يحتاج التلاميذ إلى تجربة هذه الأدوات في سياقات متعددة من أجل تطوير القدرة على استخدامها بمرونة وفاعلية في سياقات المشكلات الجديدة وهو هدف مهم لتعليم العلوم. لذا يجب أن تتضمن مواد المنهج الدراسي وإجراءات التدريس والتقييم جميع هذه الأبعاد الثلاثة (NRC, 2014, p.p. 31-33)، (Krajcik, Joseph; et al., 2014).

تحقيقا لتعلم العلوم ثلاثي الأبعاد أخذت المعايير شكل توقعات الأداء التي تحدد ما ينبغي أن يعرفه التلميذ ويكون قادر على القيام به من خلال الدمج بشكل واضح بين الممارسات(SEPs) والأفكار الأساسية التخصصية (DCIs) والمفاهيم الشاملة (CCCs). وتكون مهام التقييم مصممة لتوفر أدلة على قدرة التلميذ على استخدام هذه الممارسات وتطبيق فهمه للمفاهيم الشاملة جنبا إلى جنب مع المعرفة المكتسبة من الأفكار الأساسية التخصصية وذلك في سياق معالجة مشكلات محددة.

٣- التدريس وفقا لمعايير NGSS

إن التدريس وفقا لمعايير NGSS لتحقيق توقعات الأداء يهيئ فرص منتظمة لكل التلاميذ للمشاركة في التعلم الذي يدمج الأبعاد الثلاثة في خبراتهم الصفية من رياض الأطفال وحتى نهاية المرحلة الثانوية؛ حيث يتم مشاركة التلاميذ بنشاط وفاعلية في كل الممارسات العلمية والهندسية في سياق الأفكار الأساسية التخصصية (DCIs)، ويكون عمل التلاميذ مدفوعا بأسئلة ناشئة عن الظواهر أو من خلال مشكلة تصميم هندسية، ويتم دعم التلاميذ في ربط التعلم عبر الوحدات الدراسية لبناء فهم متماسك للأفكار العلمية والمفاهيم الشاملة (CCCs)، ويكون لديهم فرص لتطبيق معارفهم العلمية المتطورة في تفسير الظواهر أو تصميم حلول لمشاكل العالم الحقيقي. وأخيرا، يتفاعلون مع بعضهم البعض في أثناء إجراء التقصي العلمي، وتمثيل البيانات وتفسير الأدلة وجمع معلومات إضافية وتطوير التفسيرات والنماذج والحجج العلمية. (NRC, 2015)

وتتمثل العناصر الأساسية للتدريس وفقا لمعايير العلوم للجيل القادم، فيمايلي:

(Jo Ellen, R., Herrmann-Abell, C. F., & Koppal, M., 2017) و (Smith, Janette & Nadelson, Louis, 2017)

و(Achieve, Inc., 2016) و (Penuel, W. R., Harris, C. J., & DeBarger, H. A. , 2015) و (Krajcik, Joseph, et al., 2014) و (NRC, 2014)

أ – الاندماج في الممارسات العلمية والهندسية

إن الاندماج في الممارسات العلمية والهندسية يساعد التلاميذ على فهم كيفية تطور المعرفة العلمية ويزودهم بمجموعة كبيرة من المداخل التي يستخدمها العلماء للتقصي والنمذجة وشرح الظواهر في العالم الحقيقي والنظم الهندسية، كما أن التدريس وفقا لمعايير NGSS يهيئ فرصا عديدة للتلاميذ لطرح الأسئلة والتقصي والبحث عن تفسيرات للظواهر وتحليل الأدلة لدعم أو نقد تفسير ما للظاهرة، أو تصميم حلول لمشكلات العالم الحقيقي ومقارنة مزايا حلول التصميمات البديلة. الأهم من ذلك أن تعمل الممارسات العلمية والهندسية بالتنسيق مع بعضها البعض، فمثلا: عندما يحلل التلاميذ البيانات فإنهم يستخدمون الرياضيات والتفكير الرياضي كما إنهم سيناقشون ويطرحون أفكارا ويكتبون تفسيرات في إطار تقديم حجج علمية قائمة على الأدلة والاستدلال العلمي. وعند قيامهم بتصميم الاستقصاءات العلمية سيحتاجون إلى إعادة النظر في أسئلتهم الأولية وتحسينها، وعندما يبحثون في مصادر المعرفة المتعددة سيتعين عليهم طرح أسئلة حول ما يقرؤنه وتقييمه ومدى إمكانية تطبيقه. وهذه الممارسات ليست مجموعة من الخطوات في عملية ولا وصفة لكيفية المضي قدما، بل هي أدوات يستخدمها التلميذ حسب الحاجة من أجل تفسير ظاهرة أو حل مشكلة.

لذا يجب اختيار الظواهر أو مشكلات التصميم (تصميم تجربة، نموذج، مشروع، تصميم هندسي) بعناية لخلق سياق يصبح فيه التلاميذ مندمجين في تعلم الأفكار العلمية الأساسية والتي تساعدهم في تفسير ما يحدث. فالتلاميذ الذين يتعلمون ويطبقون الأفكار العلمية بهذه الطريقة يستطيعون دمج الأفكار العلمية بشكل أعمق في رؤية العالم، ويكونوا أكثر قدرة على حل المشكلات في سياقات جديدة والاحتفاظ بما تعلموه لفترة طويلة.

ب– تطوير واستخدام الأفكار الأساسية التخصصية (DCIs) والمفاهيم الشاملة (CCCs)

يركز التدريس وفقا لمعايير NGSS على فهم أعمق للمحتوى وتطبيقه؛ لذا وضحت المعايير كيفية بناء الأفكار الأساسية التخصصية DCIs بشكل متسق ومتطور عبر

الصفوف الدراسية والربط بين علوم الحياة والعلوم الفيزيائية وعلوم الأرض والفضاء والهندسة والتكنولوجيا وتطبيقات العلوم. بالإضافة إلى أن المفاهيم الشاملة CCCs ذات صلة بجميع التخصصات العلمية ويمكن أن تساعد التلاميذ في إيجاد روابط وعلاقات عبر موضوعات التعلم ومختلف التخصصات العلمية.

كما أن تصميم تسلسل إجراءات التدريس ومهام وأنشطة التعلم يجب أن يتم بشكل متسق في الصف الواحد، ومتطور ومترابط عبر الصفوف والتخصصات. وهذا يتطلب إعادة تنظيم لموضوعات التعلم وربما حذف لبعض من الوحدات القائمة. بهدف تزويد التلاميذ بفرص متعددة لاستكشاف الأفكار العلمية الهامة بالتعمق المناسب لمستوى الصف الدراسي من خلال المشاركة في الممارسات العلمية والهندسية وتأكيد ارتباطها بالمفاهيم الشاملة عبر فروع العلم المختلفة.

على سبيل المثال: مفهوم النظم، والحاجة إلى تحديد مكونات النظام من أجل نمذجته تستخدم بشكل متكرر في جميع فروع العلم. فمن خلال تطوير لغة مشتركة ومجموعة من الأسئلة حول مفهوم النظم فالتلاميذ يكتسبون أداة مفيدة لتحليل الظواهر أو التصميمات وأيضا يكونوا روابط بين تخصصات العلم المختلفة، ومن ثم فإن التفكير في الممارسات العلمية والهندسية والمفاهيم الشاملة والأفكار الأساسية التخصصية يهيئ فهم أعمق لطبيعة العلم ودور الهندسة.

جـ- دمج الهندسة في تعليم العلوم

وضعت معايير NGSS الاندماج في الممارسات الهندسية على قدم المساواة مع الممارسات العلمية واعتبرتها وسيلة لبناء فهم التلاميذ للأفكار العلمية من خلال تطبيقها في حل المشكلات. فمثلا تصميم سيارة لعبة لمواجهة تحدي أداء معين يمكن أن يوفر سياق لتطوير وتوسيع فهم التلاميذ لموضوعات القوة والحركة. كما تساعد هذه الأنواع من النماذج والتصاميم والخبرات التلاميذ على التعرف على كيفية تأثير العلم على حياتهم ومجتمعهم من خلال الهندسة والتكنولوجيا. وبالنسبة لكثير من التلاميذ فهم هذه الآثار يعطي أهمية للعلم، ويجعل السعي لتعلم العلم أكثر وضوحاً. كما أن التصميم الهندسي في حد ذاته يمكن اعتباره فكرة أساسية وتحديد المعارف اللازمة للاندماج فيه.

د - خلق ثقافة صفية منتجة

كي يتمكن التلاميذ من المشاركة في الممارسات العلمية والهندسية ويكون لديهم الوقت الكافي لتطوير تفسيراتهم ونماذجهم وحججهم العلمية؛ فمن الضروري أن تتغير

بنية الأنشطة الصفية وطبيعة المناقشات والمعايير المتعلقة بكيفية تفاعل التلاميذ مع بعضهم البعض ومع المعلم وكيفية عملهم معا في مهام التعلم وطرق استجابتهم لأفكار بعضهم البعض. بالإضافة إلى دعم الجهود الفردية والتعاونية على حد سواء.

تكمن ملامح الثقافة الصفية المنتجة في تشجيع التلاميذ على الحوار والمناقشة بين التلاميذ أنفسهم وبينهم وبين المعلم وأن يتشاركوا وينقدوا ويقدموا الحجج العلمية ويتعلموا من أقرانهم ويتحملوا مسؤولية تعلمهم. وهذا يتطلب من المعلمين الإطلاع على كيفية تسهيل المناقشات التي تمكن التلاميذ من المشاركة والتعلم، ويمكنهم أيضا طرح أسئلة متتابعة للإجابات الصحيحة وغير الصحيحة والطلب من التلاميذ أن يشرحوا تفكيرهم بلغتهم فإن هذا الأمر سيعمق الفهم العلمي لديهم. فالتشارك في الأفكار ومناقشتها والدفاع عنها يُعد وسيلة قوية لكسب التلاميذ فهما علميا أعمق.

هـ – تعزيز تعلم العلوم للمعايير الأساسية لفنون اللغة والرياضيات

يتيح الربط بين معايير NGSS والمعايير الأساسية لفنون اللغة والرياضيات فرصا لتعزيز تعلم التلميذ حيث تؤكد معايير المواد الثلاثة على استدلال التلميذ وتقديم الحجج المدعمة بالأدلة. ويمكن استخدام مشاكل العلوم والهندسة كأمثلة أثناء تدريس الرياضيات.

كما يمكن استكشاف موضوعات العلوم من خلال استخدام الكتب ذات الصلة بالعلوم أو مقالات المجلات للقراءة في فنون اللغة ويمكن لهذه الأنشطة أن تساعد في دعم تعلم العلوم، ولكنها لا تستطيع توفير جميع فرص التعلم العلمي التي يحتاجها التلميذ.

وعلى العكس من ذلك يتطلب الاندماج في الممارسات العلمية والهندسية من التلاميذ تطبيق مهاراتهم في الرياضيات ومحو الأمية في سياق فصول تعلم العلوم. وبالتالي يمكن أن تساعد التلاميذ على مواصلة تطوير تلك المهارات.

وسيسعى التلاميذ إلى الحصول على المعلومات وتقييمها من مصادر متنوعة لدعم وتوسيع فهمهم العلمي، وسوف يقرءون ويكتبون ويتواصلون شفويا حول الأفكار العلمية. وسيستخدم التلاميذ والمعلمون الرياضيات والحاسوب والمحاكاة بطريقة مرنة وفعالة لدعم الاستقصاءات العلمية وجمع البيانات وتحليلها وتطوير فهمهم للأفكار المفتاحية.

و – العدالة Equity

أكدت معايير NGSS على أن المساواة والعدالة يجب أن تكون محورا للجهود المبذولة لتحسين تعليم العلوم حيث يكون لجميع التلاميذ إمكانية الحصول على خبرات التعلم عالية الجودة في مجال العلوم، والتركيز على الكيفية التي يمكن بها إتباع إجراءات تدريسية أكثر شمولا وتحفيزا لمختلف فئات التلاميذ. والعمل على مراعاة اهتمامات التلاميذ وخلفياتهم المعرفية والثقافية من أجل إشراكهم بشكل أكثر جدوى ودعمهم في التعلم المستدام.

ز – التقييم كأحد عناصر التدريس

تقدم الفصول الدراسية القائمة على أنشطة التقييم Classroom – based assessment activities دعم حقيقي للتدريس. فيمكن أن تلعب دورا أساسيا في خبرات التعلم لدى التلاميذ، وأن تقدم معلومات عن تسلسل إجراءات التدريس اللاحق، وأن تقدم أيضا أدلة على التقدم الذي أحرزه التلاميذ في هذا التعلم. ويتطلب تنفيذ معايير NGSS استخدام مهام تقييم تدمج أبعاد التعلم الثلاثة، وتصميم هذه المهام يحتاج إلى تحديد دقيق لتطور فهم التلاميذ للأفكار الأساسية والمفاهيم الشاملة والاندماج على نحو تدريجي ومتطور في ممارسات العلوم والهندسة.

إن التدريس الذي يتماشى مع معايير NGSS سيوفر عديد من الفرص للمعلمين لمراقبة تطور أداء التلميذ الذي يدمج الأبعاد الثلاثة، واستخدام ما ينتجه التلميذ في الكشف عن تفكيره.

وسواء كانت فرص التقييم مدمجة بشكل كامل في التدريس أو مهام تقييم فردية أكثر رسمية يحتاج التلاميذ إلى إرشادات حول ما هو متوقع منهم، وفرص للتفكر في أدائهم، وتغذية راجعة مفصلة حول كيفية تحسين الأداء. كما يحتاج المعلمون إلى تحليل أمثلة من أعمال التلاميذ في سياق المشاركة في ممارسات العلوم والهندسة لأغراض التقييم ولتوجيه التدريس مستقبلا.

إن تقييمات تعلم العلوم التي تدمج الممارسات والمفاهيم الشاملة والأفكار الأساسية التخصصية تمثل تحديا في التصميم والتنفيذ والتفسير السليم. ويحتاج المعلمون إلى

فرص تعلم واسعة النطاق لإدماج مهام التقييم التكويني والتجميعي بنجاح بما يعكس توقعات الأداء لمعايير NGSS.

٤- دراسات اهتمت بمعايير تعليم العلوم للجيل القادم NGSS

توجد عديد من الدراسات التي تناولت معايير تعليم العلوم للجيل القادم، ومن أهم هذه الدراسات ما يلي:

هدفت دراسة (Smith, Janette & Nadelson, Louis, 2017) إلى تقصي مدى استخدام معلمي العلوم للممارسات العلمية والهندسية وفقا لمعايير الجيل القادم NGSS في أثناء تدريسهم الصفوف من الثالث وحتى الخامس الابتدائي. استخدم الباحثان بطاقة ملاحظة ومقابلات مقننة لتحديد المستوى الذي ينظر إليه المعلمون على أنهم ينخرطون في تدريس العلوم المتوافق مع الممارسات العلمية والهندسية الثمانية في معايير NGSS. وأوضحت النتائج أن المعلمين كانوا يقومون جزئيا بتنفيذ عديد من هذه الممارسات في إجراءاتهم التدريسية، ولكنهم في نفس الوقت لم يتمكنوا من تنفيذ الممارسات الثمانية في NGSS. وأشار الباحثان إلى أنه قد تكون هناك فرصة كبيرة للبناء على تعليم العلوم الحالي للمعلمين في المرحلة الابتدائية من أجل توافق تدريسهم مع NGSS. كما أن المعلمين يدركون أهمية تزويدهم بخطوات إجرائية لتضمين الممارسات العلمية والهندسية في تدريسهم وضرورة توفير موارد تعليمية إضافية لاعتمادهم تلك الممارسات.

وركزت دراسة (Jo Ellen, R., Herrmann-Abell, C. F., & Koppal, M. , 2017) على المعرفة العلمية وتصميم المحتوى التعليمي الذي يحتاجه المعلمون لتحقيق رؤية معايير علوم الجيل القادم (NGSS) في غرف الصف الخاصة بهم. لذا قدمت تحليلا نظريا لنتائج الجهود المبذولة في تكييف المعايير الحالية والتصميم الاسترشادي لسمات مواد المنهج التعليمي وتطبيقها في دعم معايير NGSS، إلى جانب وضع مقياس حقيقي لمعارف المعلمين وممارساتهم استناداً إلى تحليل تقييم المعلمين لتفسير طلابهم للظواهر. كما أنها وفرت بيانات كمية ونوعية لإثبات أن تحليلات المعلمين لمهمة التفسير تُنتج معلومات مفيدة عن فهمهم للأفكار العلمية المستهدفة في التقييم؛ وبينت المفاهيم الخاطئة عند الطلاب ؛ وقدرة الطلاب على التفكير المستند إلى الأدلة والأفكار العلمية واستخدام النماذج في شرح الظواهر. كما وضحت الدراسة أنه يمكن استخدام المعايير والاستدلالات الحالية لتصميم السمات التعليمية لمواد المناهج بشكل

منتج وتوضيح ميزات تدعم المعلمين في استخدامهم لها بما يدعم معايير NGSS. واقترحت الدراسة منهجًا عمليًا لتصميم مواد المناهج المتوافقة مع معايير NGSS التي تدعم تعلم الطلاب والمعلمين استنادًا إلى نتائج التحليل والدراسات التجريبية.

وناقشت دراسة (Isabelle, Aaron D., 2017) التحديات التي تواجه معلمي المدارس الابتدائية في عصر معايير العلوم للجيل القادم وكيف يتعامل معها المعلمون والمديرون . فكل التلاميذ مطلوب منهم تحقيق توقعات الأداء وفقا لمعايير NGSS بوصولهم للصف الثاني عشر، ومنها التفكير والأداء مثل العلماء والمهندسين بداية من الصفوف الابتدائية إلى جانب مهارات العلم المتوقع من تلميذ الابتدائي أن يتعلمها، ويجد معلمو المدارس الابتدائية تحدٍ قوي جدا وهو فنون اللغة والرياضيات التي لا تزال تهيمن على عديد من الفصول الدراسية في كثير من الأحيان على حساب العلم.

وأعدت دراسة (عبد الكريم، سحر محمد، ٢٠١٧) برنامج تدريبي قائم على معايير العلوم للجيل التالي NGSS لتنمية الفهم العميق ومهارات الاستقصاء العلمي والجدل العلمي لدى معلمي العلوم في المرحلة الابتدائية. وقد تكونت عينة الدراسة من (١٢) معلما، واستخدمت الباحثة المنهج شبه التجريبي تصميم المجموعة الواحدة (قبلي، بعدي) بتطبيق ثلاث أدوات: اختبار الفهم العميق، اختبار مهارات الاستقصاء العلمي، اختبار الجدل العلمي (إعداد الباحثة). وأظهرت النتائج فاعلية البرنامج وأوصت بضرورة دعم المعلمين في جميع المراحل التعليمية لتفعيل معايير تعليم العلوم في الفصول الدراسية.

أما دراسة (Januszyk, R., Miller, E., & Lee, O., 2016) فقد أكدت على أن الهدف من إصلاح تعليم العلوم هو جعل كل التلاميذ على استعداد تام لمتابعة دراستهم الجامعية والالتحاق بالوظائف المهنية وخاصة المرتبطة بمجالات العلوم والهندسة والتكنولوجيا وأن يكونوا مواطنين قادرين على حل مشكلات مجتمعاتهم . لذا هدفت هذه الدراسة إلى تقصي إجابة سؤال رئيس وهو "هل كل معايير NGSS لكل التلاميذ؟". قام الباحثون بتقسيم التلاميذ إلى سبع مجموعات وفقا لسمات مشتركة لكل مجموعة واعتبار كل مجموعة حالة (case study) وكانت المجموعات كالتالي: (التلاميذ المحرمون اقتصاديا، التلاميذ من خلفيات عرقية ودينية مختلفة، التلاميذ ذوي الاحتياجات الخاصة، الإناث، التلاميذ غير الناطقين باللغة الإنجليزية، التلاميذ في التعليم البديل، التلاميذ الموهوبين والأذكياء)، وقد قام الباحثون بتحديد الأداءات المتوقعة لكل مجموعة وفقا لمعايير NGSS. وهيئ الباحثون لكل حالة فرص تعلم لكل التلاميذ وفقا لمتطلبات

معايير NGSS واستراتيجيات تدريسية فعالة وتحديد الظروف الخاصة بكل مجموعة من حيث الخصائص الديموغرافية والتحصيل العلمي والسياسات التعليمية. وتم إجراء تحليل نوعي لكل مجموعة على حده. وأوضحت النتائج أن هناك تغيرات في أداء كل المجموعات حيث تمكنت جميعها من الاندماج في عمل العلوم من خلال تكامل ثلاثي أبعاد تعلم العلوم. وأوصى الباحثون بضرورة اقتراح طرق للكيفية التي يمكن أن يتكامل فيها أبعاد التعلم الثلاثة وفقا لمعايير NGSS بما يدعم تحقيق التلاميذ لتوقعات الأداء.

وفي سياق متصل هدفت دراسة (رواقة، غازي ؛ والمومني، أمل، ٢٠١٦) إلى تضمين الجيل الجديد من معايير العلوم (NGSS) لمحتوى الوراثة المصمم لتلاميذ الصف الثامن الأساسي في الأردن. ولتحقيق ذلك تم استخدام مرتكزات معايير (NGSS)، واقتراح نموذج للمواءمة بين المحتوى وتلك المعايير في تصميم المحتوى وبنائه. ولتحديد مدى المواءمة تم بناء مقياس يتكون من (١٥) فقرة، تمثل كل منها أحد مرتكزات معايير NGSS ويستجاب على فقرات المقياس حسب تدريج رباعي. وتم تطبيقه على عينة تكونت من (١٣) خبير من المتخصصين في مناهج العلوم وطرق تدريسها في الأردن. وبينت النتائج أن درجة التضمين بلغت (٨٤%) وهي نسبة عالية. وأوصت الدراسة بتطبيق الوحدة المبنية في ضوء معايير NGSS لاختبار مدى فاعليتها في النهوض بواقع تدريس العلوم وتحقيق توقعات الأداء.

أما دراسة (الأحمد، نضال شعبان؛ والمقبل، نورة بنت صالح ، ٢٠١٦) حددت احتياجات النمو المهني لمعلمات الأحياء للمرحلة الثانوية في ضوء كفايات معلم الأحياء للجيل القادم. وتكونت عينة الدراسة من (٥٤) معلمة أحياء للمرحلة الثانوية بمحافظة الخرج. وصممت استبانة في أربعة أبعاد (كفايات المحتوى، استراتيجيات التدريس، تنفيذ التدريس، التقويم). وأشارت النتائج إلى أهمية الكفايات المتضمنة في الاستبانة من وجهة نظر معلمات الأحياء للمرحلة الثانوية، كما أكدت حاجتهم إلى الوعي بمعايير NGSS وسبل تضمينها في ممارساتهم التدريسية.

واقترحت دراسة (Krajcik, Codere, Dahsah, Bayer, & Mun, 2014) عشر خطوات يمكن إتباعها لتخطيط دروس تراعي معايير العلوم للجيل القادم NGSS، وتطوير أساليب التخطيط من تقديم المعلومة فقط إلى منح التلاميذ الحرية للتفكير والاستنتاج، وتهيئة الفرص لدمجهم للتطبيق في الواقع، بدء المقترح بتحديد مجموعة الأفكار الأساسية وفحصها، ومرورا بعدد من الخطوات حتى الوصول إلى الخطوة

الأخيرة؛ وهي التحقق من مدى قدرة الطالب من تشكيل بناء مناسب لإضافة أفكار مستقبلية مع مرور الوقت.

ولخصت دراسة (Bybee, Rodger W., 2014) التغيرات التعليمية اللازمة للمعلمين لتطبيق معايير NGSS فيما يلي: تكامل أبعاد التعلم الثلاثة (الممارسات العلمية والهندسية، الأفكار الأساسية التخصصية، المفاهيم الشاملة)،أما التغير الثاني هو رصد تطور تعلم التلاميذ ومدى تحقق توقعات الأداء، والتغير الثالث تضمين التصميم كعنصر محوري في تعليم العلوم (تصميم التجارب، تصميم النماذج، التصميم الهندسي)، والتغير الرابع تضمين طبيعة العلم. وتركز هذه التغيرات على دور المعلمين في تطبيق معايير NGSS.

تعقيب:

من خلال العرض السابق لمحور معايير العلوم للجيل القادم NGSS توصلت الباحثة إلى ما يلي:

- معايير NGSS تهدف إلى إتاحة فرص عالية الجودة لتعليم العلوم لكل التلاميذ من رياض الأطفال وحتى نهاية التعليم الثانوي K-12.
- جاءت معايير (NGSS) برؤية جديدة؛ تركز على اندماج التلميذ في ممارسات علمية وهندسية حقيقية تشغله بالمحتوى، وتقوده إلى تصميم حلول للمشكلات التي تواجهه بربطه الحقيقي بين النّظرية والتطبيق من خلال مفاهيم مشتركة وشاملة للفروع العلمية؛ لتعزيز فهمه وتجعله عنصر فاعل في المجتمع، وإن لم تكن العلوم مجال بحثه واهتمامه.
- تقدم معايير العلوم للجيل القادم NGSS مجموعة من توقعات الأداء التي تصف ما يجب أن يعرفه التلميذ مبني على فهم الأفكار الأساسية التخصصية والمفاهيم الشاملة لجميع فروع المعرفة العلمية، وما يجب أن يكون قادر على أداؤه من ممارسات علمية وهندسية خلال دراسته لمادة العلوم من مرحلة رياض الأطفال وحتى الصف الثاني عشر (K-12)
- تختلف معايير NGSS عن ما سبقها وخاصة المعايير القومية لتعليم العلوم (NESE, 1996) في دمج العلوم والهندسة في تعليم العلوم من خلال دفع التصميم

الهندسي إلى نفس مستوى التقصي العلمي في كل الصفوف الدراسية، والتركيز على فهم أعمق لعدد أقل من الأفكار الأساسية التخصصية وربطها بالممارسات العلمية والهندسية وتطبيقها في الحياة العملية، والتكامل بين أبعاد التعلم الثلاثة في كل من المحتوى والتدريس والتقييم، بالإضافة إلى الاهتمام بمعايير أساسية لفنون اللغة والرياضيات بشكل موضوعي وذي معنى بالنسبة للتلميذ.

- تنوعت الدراسات السابقة بين شرح ومناقشة الجانب النظري من معايير NGSS، ومناقشة الجانب التطبيقي لكيفية تنفيذها والتحديات التي تواجه الوفاء بمتطلباتها في الواقع. والتأكيد على ضرورة إجراء تعديلات على المحتوى والتدريس والتقييم وإعداد وتنمية المعلمين مهنيا لتفعيل معايير NGSS. وأوصت معظم الدراسات السابقة بضرورة تزويد المعلمين بخطوات إجرائية وموارد تعليمية تتوافق ومتطلبات تنفيذ معايير NGSS.
- تختلف هذه الدراسة عن الدراسات السابقة في اقتراح نموذج تدريسي قائم على التعلم ثلاثي الأبعاد (الأفكار الأساسية التخصصية، والمفاهيم الشاملة، والممارسات العلمية والهندسية) ويراعي عناصر التدريس الأساسية وفقا لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS.

ثانياً: فهم طبيعة العلم

١- فهم طبيعة العلم وأبعاده Nature Of Science (NOS)

على مدى السنوات الماضية، أظهر الباحثون مزيدا من الاهتمام بفهم طبيعة العلم إذ أنه يُحسن من قدرة الأفراد على اتخاذ قرارات مستنيرة تستند على أساس علمي حول القضايا الشخصية والاجتماعية، حيث وضح (Ozdemir, G. & Dikici, A., 2017) أن فهم طبيعة العلم يحدد الكيفية التي يلخص ويبني ويوظف بها الفرد المعلومات الواردة من العالم حولنا . ولتعريف فهم طبيعة العلم نجد اختلاف في وجهات نظر الباحثين؛ فقد عرف (الزغبي، ٢٠١٧، ص ٣٥٥) طبيعة العلم بأنها بناء من المعرفة المنظمة، والطريقة العلمية المنضبطة في الحصول على المعرفة بغرض توظيفها لمنفعة الإنسان لتحقيق أهداف محددة سلفا في ضوء أخلاقيات يلتزم بها. وهنا تتضمن طبيعة العلم أربعة أبعاد: خصائصه ونتائجه ووظائفه وأخلاقياته.

بينما يرى(إبراهيم، بسام عبد الله، ٢٠١٦، ص٦) أن فهم طبيعة العلم يعبر عن مجموعة من القيم والعمليات العقلية التي توجه المتعلم في أثناء إنتاجه للمعرفة من خلال ما يقوم به من أداءات. أي يتضمن نتائج العلم وطرق البحث فيه.

كما اعتبر (Lederman, N. & Lederman, J., 2014) مصطلح طبيعة العلم يشير إلى خصائص المعرفة العلمية والطريقة التي يتم بها تطويرها. وحدد (Matthews, M.R., 2014) طبيعة العلم بأنها وصف لماهية العلم وتطوره، وكيف يعمل العلماء كمجموعة اجتماعية، وكيف يوجه المجتمع نفسه ويتفاعل مع المساعي العلمية . أي أن مفهوم طبيعة العلم يشير إلى نظرية المعرفة العلمية التي تتعامل مع العلم على إنه طريق للمعرفة وأيضا مع المعتقدات المتأصلة في عملية نمو وتطور المعرفة العلمية وتأثيرها على المجتمع.

وعرَّف (Walls, L., 2012) فهم طبيعة العلم بأنه معتقدات الفرد حول كيفية بناء المعرفة العلمية؛ ومن يستخدم العلم بما في ذلك العلماء، ومن ينتجون المعرفة العلمية والأهم من ذلك الأفراد أنفسهم في مجتمع المنتجين والمستخدمين للعلم . وهذا يتفق مع ما بينه (Clough, Michael P., 2011) من أن طبيعة العلم تركز على ما هو العلم وكيف يعمل، والافتراضات التي تكمن وراء المعرفة العلمية، وكيف يعمل العلماء، وكيف يؤثر العلم على المجتمع ويتفاعل معه .

وتأسيساً على ما تقدم ترى الباحثة أن فهم طبيعة العلم هي تصورات التلميذ لخصائص المعرفة العلمية وكيفية التوصل إليها وطريقة نموها وتطويرها وتأثيرها على المجتمع وتفاعلها معه.

أما عن أبعاد طبيعة العلم؛ فقد حددت وثيقة معايير العلوم للجيل القادم NGSS ثمانية جوانب لطبيعة العلم يمكن إجمالها فيما يلي (NGSS Lead States, Appendix H, 2013) :

أ – الاستقصاءات العلمية تستخدم طرقا متنوعة.

ب– تستند المعرفة العلمية على الأدلة التجريبية.

جـ– المعرفة العلمية مفتوحة للمراجعة في ضوء الأدلة الجديدة.

د – تُفَسر الظواهر الطبيعية باستخدام النماذج والقوانين والنظريات العلمية.

هـ- العلم هو طريق المعرفة.

و - المعرفة العلمية تفترض الترتيب والاتساق في النظم الطبيعية.

ز - العلم هو مسعى بشري.

ح - يتناول العلم بعض مسائل العالم الطبيعي والمادي.

٢- أهمية فهم طبيعة العلم

يُعد الاهتمام بفهم طبيعة العلم من المقومات الأساسية للتربية العلمية؛ لذا تم التأكيد عليه بقوة في عديد من الوثائق الدولية المعنية بإصلاح تعليم العلوم وتعلمها، ومنها وثيقة تعليم العلوم الصادرة عن الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم (AAAS, 1993)، والمعايير الوطنية الأمريكية للتربية العلمية (NSES, 1996)، والتقرير العالمي الصادر عن منظمة التعاون الاقتصادي للتنمية (OCED) حول برنامج تقييم الطلاب (PISA, 2004)، وأشار مجلس البحث الوطني (National Research Council, NRC) إلى أهمية مساعدة المتعلمين على تعميق فهم طبيعة العلم وإلا خرجوا بصورة ناقصة ومشوهة عن العلم، كما أكدت المعايير القومية المصرية (٢٠٠٩) علي ضرورة اعتبار فهم طبيعة العلم أحد المحاور لصياغة معايير محتوي المعرفة العلمية ومن ثم تنميته؛ حيث أصبح الآن فهم طبيعة العلم هدف رئيس لتدريس العلوم بالنسبة لطلاب التعليم قبل الجامعي ومكون رئيس للتنور العلمي. وحديثاً أكدت معايير العلوم للجيل القادم (NGSS, 2013) على أهمية تضمين جوانب طبيعة العلم في تدريس العلوم وتحسين فهم التلاميذ لها، وخصصت لها ملحق (Appendix H).

ومن مبررات الاهتمام بتنمية فهم طبيعة العلم لدى جميع التلاميذ في كل المراحل التعليمية (K-12) ما يلي (Clough, M.,2011, p.p. 56,57)، (Lederman, N. & Lederman, J., 2014,p.236) ، (Wang, J. & Zhao, Y., 2016) ، (مهيدات، رزان؛ وبركات، علي، ٢٠١٦، ص ٨٤) ، (Govender, N. & Zulu, D. 2017. P.367):

أ - سيساعد التلاميذ (مواطني الغد) على اتخاذ قرارات علمية في القضايا الشخصية المرتبطة بالعلوم (مثلا: قضايا مرتبطة بمنافع ومخاطر اختيار نظام غذائي، الاختيار بين وسائل متعددة لعلاج مرض مزمن).

ب- سيساعد التلاميذ على المشاركة بفاعلية في صنع القرار الذي يرتبط بالقضايا المجتمعية المرتبطة بالعلم (مثل: إنتاج واستهلاك الطاقة، التخلص من النفايات الخطرة، ..) فالامتلاء المعرفي العلمي غير كافٍ في مجتمع يعتمد معايير العلم.

جـ- يُمكّن التلميذ من التعامل مع المنتجات المادية العلمية والتكنولوجية، لأن فهم الآليات التي تسهم في توليد المعرفة العلمية يساعد التلاميذ على إضفاء معنى للمفاهيم والقوانين والنظريات العلمية التي تعلموها من خلال كثير من السياقات.

د – يحفز التلميذ على التعلم ويُسهل فهمه للمحتوى العلمي، ومعالجة الصعوبات في التعامل مع الأدلة والتأكد من مطابقتها للأفكار والنظريات العلمية.

هـ- فهم طبيعة العلم هو الخطوة الأولى في إدراك التلاميذ أن بإمكانهم أن يكونوا مشاركين فعالين في إنتاج المعرفة العلمية بدلا من أن يكونوا متلقين ومستهلكين لها.

و – فهم طبيعة العلم وسيلة للارتقاء بتفكير التلاميذ بعيدا عن التقليد الأعمى. فضلاً عن تمكينهم من بناء معرفة قوية حول البحث العلمي، والوعي بدور المعرفة العلمية، والقدرة على تحليل وتقييم الادعاءات المعرفية في ظل التغيرات المتلاحقة في كافة المجالات.

٣- دراسات اهتمت بفهم طبيعة العلم

توجد عديد من الدراسات التي تناولت فهم طبيعة العلم وأكدت على أهميته؛ ومن أهم هذه الدراسات ما يلي:

هدفت دراسة (Ozdemir, Gokhan & Dikici, Ayhan, 2017) إلى استكشاف العلاقة بين مهارات عمليات العلم (SPS) وفهم طبيعة العلم (NOS) والإبداع العلمي (SC) لدى تلاميذ الصف السابع من التعليم الأساسي، وتكونت عينة الدراسة من (٣٣٢) تلميذ وتلميذة. وتم جمع البيانات باستخدام مقياس طبيعة المعرفة العلمية والإبداع العلمي، ومهارات عمليات العلم. وأشارت النتائج إلى وجود علاقة ارتباطية بين تطور مهارات عمليات العلم وتطور الإبداع العلمي. وأن تحسن فهم طبيعة العلم (NOS) لدى التلاميذ سيؤثر إيجابيا على العلاقة بين مهارات عمليات العلم والإبداع العلمي. ونظرا لأن فهم طبيعة العلم لعب دور الوساطة في العلاقة بين مهارات عمليات العلم والإبداع العلمي فتم التوصل إلى أن التلاميذ الذين يدركون أن المعرفة العلمية المقبولة حاليا يمكن التشكيك

فيها من خلال الملاحظات وإجراء مزيد من الاستقصاءات يمتلكون مستوى عالٍ من الإبداع العلمي.

واستقصت دراسة (الزغبي، ٢٠١٧) أثر استخدام الرحلات المعرفية عبر الويب في تدريس العلوم في تنمية مهارات التفكير العلمي وفهم طبيعة العلم لدى تلاميذ الصف الثامن الأساسي في الأردن، وطبقت الدراسة على (٤٦) تلميذا من تلاميذ الصف الثامن الأساسي بالمدارس الخاصة في محافظة البلقاء، وتم توزيعهم عشوائياً على مجموعتين تجريبية وضابطة، واستخدم الباحث المنهج شبه التجريبي. وتم جمع البيانات باستخدام اختبار مهارات التفكير العلمي، واختبار فهم طبيعة العلم لدى أفراد الدراسة. وتوصلت الدراسة إلى وجود أثر في استخدام الرحلات المعرفية عبر الويب في تنمية مهارات التفكير العلمي للتلاميذ وفهمهم لطبيعة العلم لصالح المجموعة التجريبية.

أما دراسة (McComas, William F.; Nouri, Noushin, 2016) قدمت تحليلاً نظرياً لإدراج جوانب طبيعة العلم NOS في معايير العلوم للجيل القادم (NGSS). حيث تمت مناقشة أبعاد طبيعة العلم NOS في ثمانية فئات (Appendix H) بالإضافة إلى نماذج توضيحية (exemplars). وبينت الدراسة أن عديد من هذه النماذج ترتبط بالمعايير من خلال ارتباطها إما بممارسات العلوم والهندسة أو المفاهيم الشاملة، ولكنها لا ترتبط بوضوح بالمحتوى العلمي. وبحثت الدراسة في جميع جوانب طبيعة العلم في معايير NGSS بما في ذلك إدراج البيانات النموذجية الداعمة لفهم طبيعة العلم في تعليم العلوم وتعلمها. وتوصلت إلى أن ٧٨٪ فقط من تلك النماذج تظهر فعليًا وفقًا للمعايير. فمثلاً "العلم كطريقة للمعرفة" هو أحد أبعاد طبيعة العلم الموصى بها في NGSS ولكن لم يتم تضمينها مع المعايير. أيضا، ضعف تضمين عديد من أبعاد NOS الأخرى في جميع مستويات الصفوف مما يحد من تأثيرها. وأخيرًا، عدم تأكيد معايير NGSS بشكل كافٍ على عديد من أبعاد طبيعة العلم NOS التي يُوصَى بها كثيرًا مثل الإبداع والذاتية.

وسعت دراسة (مهيدات، رزان ؛ بركات، علي، ٢٠١٦) إلى تقصي فاعلية التعلم المدمج القائم على المدخل التاريخي في تحسين فهم الطلبة لطبيعة العلم، وتعديل التصورات البديلة في بيئات تدريس الكيمياء. واستخدم الباحثان اختبار فهم طبيعة العلم، واختبار التصورات البديلة في جمع البيانات. وتكونت عينة الدراسة من (٩٤) طالبة تمّ توزيعهن إلى مجموعتين: تجريبية وضابطة. وقد أظهرت نتائج الدراسة أن أفراد المجموعة التجريبية حققوا أعلى المتوسطات الحسابية في اختبار فهم طبيعة العلم،

واختبار التصورات البديلة. كما كشفت النتائج وجود علاقة ارتباطية إيجابية بين أداء الطالبات على اختبار فهم طبيعة العلم، وأدائهن في اختبار التصورات البديلة.

أما دراسة (الجبر ، جبر بن محمد؛ المفتي ، عبده نعمان محمد؛ الشايع ، فهد بن سليمان، ٢٠١٦) هدفت إلى تعرف مدى تضمين كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية لمجالات طبيعة العلم. واستخدم الباحثون بطاقة تحليل المحتوى تكونت من (١٢) مجالاً من مجالات طبيعة العلم، وشملت عملية التحليل جميع كتب العلوم للمرحلة المتوسطة. وأظهرت النتائج نسبًا متفاوتةً في مدى التضمين. وأشارت النتائج إلى أن جميع الكتب تضمنت جميع مجالات طبيعة العلم، ما عدا مجال "المعرفة العلمية ليست موضوعية تمامًا"، وكان أقل المجالات تضمينًا في الصف الأول المتوسط مجالي: "يستخدم العلماء الإبداع"، و"العلم مندمج بالنواحي الثقافية والاجتماعية"، بينما كان أقلها تضمينًا مجال "عدم وجود طريقة علمية محددة الخطوات" في الصف الثاني المتوسط، كما كان المجال الأقل تضمينًا في الصف الثالث المتوسط "العلم مندمج بالنواحي الثقافية والاجتماعية". في حين تمثلت مجالات طبيعة العلم الأكثر تضمينًا في مجال "المعرفة العلمية ذات أساس تجريبي معتمد على الحواس" في الصف الأول المتوسط، ومجال "يوجد فرق بين المشاهدات والاستدلالات العلمية" في الصف الثاني المتوسط، ومجال "يوجد فرق بين القانون العلمي والنظرية العلمية " في الصف الثالث المتوسط.

وناقشت دراسة (Mccomas, William , 2015) أن فهم طبيعة العلم مهمل في بعض الأحيان أثناء تدريس العلوم. بالرغم من أنه يوفر خلفية حيوية للطلاب حيث يهتم بكيفية عمل العلماء وكيفية بناء المعرفة العلمية والتحقق من صحتها والتأثير عليها، وتناولت الدراسة مفهوم طبيعة العلم وتحديات تضمينه في دروس العلوم وعرضت لأفكار حول كيفية تضمين طبيعة العلم في تعليم العلوم وتعلمها وفقا لرؤية معايير NGSS.

وفي ذات السياق هدفت دراسة (George M. Harrison, et al., 2015) إلى تقصي مدى تطابق الأبعاد المحددة لطبيعة العلم (NOS) في وثيقة معايير العلوم للجيل القادم NGSS مع البيانات التي تم جمعها من استجابات طلاب المدارس الثانوية لمقياس فهم طبيعة العلم الذي تنوعت فقراته بين الاختيار من متعدد وعبارات على مقياس ليكرت. وباستخدام نموذج الاستجابات متعددة الأبعاد أشارت النتائج إلى أن معالجة

طبيعة العلم على أنها متعددة الأبعاد كما حددتها وثيقة معايير NGSS أفضل من معالجتها كبعد واحد. وأوصت الدراسة بضرورة الاهتمام بفهم الطلاب لأبعاد طبيعة العلم.

وأوضحت دراسة (McComas W., Kampourakis K., 2015) أن وثيقة معايير العلوم للجيل القادم NGSS لا تتضمن مبادئ توجيهية لكيفية تضمين طبيعة العلم في التدريس واكتفت بملحق (Appendix H) الذي يوصي بثمانية أبعاد لطبيعة العلم ينبغي إدراجها عبر الصفوف الدراسية؛ حيث إن طبيعة العلم عنصر حيوي وأساسي في تدريس العلوم.

وركزت دراسة (الزعانين، جمال، ٢٠١٥) على تقديم دليل مقترح للعمل المخبري وتقصي أثره على المهارات المخبرية الأدائية وفهم طبيعة العلم لدى طلبة الصف الحادي عشر العلمي بقطاع غزة، ولتحقيق ذلك صمم الباحث دليل للتجارب العلمية في وحدة الميكانيكا للصف الحادي عشر العلمي، وتكونت عينة الدراسة من (١٤٥) طالبا وطالبة قسمت إلى مجموعتين إحداها تجريبية والأخرى ضابطة. استخدم الباحث قائمة رصد المهارات المخبرية الأدائية، واختبار فهم طبيعة العلم. وكشفت نتائج الدراسة عن وجود فرق دال إحصائيا بين متوسطي درجات طلبة المجموعة التجريبية وطلبة المجموعة الضابطة في قائمة رصد المهارات المخبرية وفي اختبار فهم طبيعة العلم لصالح طلبة المجموعة التجريبية. وأوصت الدراسة بضرورة الاهتمام أثناء التدريس وخاصة في الأنشطة الاستقصائية بالجوانب المتعددة لطبيعة العلم.

كما اهتمت دراسة (Carter, Elijah & Wiles, Jason, 2014) بتقصي العلاقة بين فهم الطلاب لطبيعة العلم والاتجاه نحو قضية التغير المناخي والتطور البيولوجي. وتكونت عينة الدراسة من (٦٢٠) من طلاب جامعة نورث إيسترن الذين يدرسون البيولوجي. وقدمت الدراسة دليلا جديدا على وجود علاقة إيجابية بين قبول الطالب للتطور البيولوجي والمواقف تجاه قضية التغير المناخي وفهم طبيعة العلم، ودعمت النتائج أن الفهم الأفضل لطبيعة العلم قد يؤدي إلى تغييرات تجاه أفكار مثيرة للجدل العلمي والاجتماعي، وإعطاء الطلاب فكرة جيدة لطبيعة العلوم قد يؤدي إلى وجهات النظر التي هي أقرب إلى المجتمع العلمي.

وأوصت دراسة (Lederman, N. & Lederman, J., 2014) بضرورة تزويد المعلمين بأدلة إرشادية لكيفية توضيح طبيعة العلم وعلاقتها بأبعاد التعلم وفقا لوثيقة

معايير NGSS بشكل صريح. وإبراز طبيعة العلم من خلال المناقشات التي ييسرها المعلم وتأملات الطلاب أثناء عمليتي تعليم وتعلم مادة العلوم حيث إن فهم طبيعة العلم لا يتحقق بمجرد الاندماج في الممارسات العلمية والتعلم عن المفاهيم الشاملة.

تعقيب:

من العرض السابق لمحور طبيعة العلم والدراسات التي اهتمت به توصلت الباحثة إلى ما يلي:

- فهم طبيعة العلم: هي تصورات التلميذ لخصائص المعرفة العلمية وكيفية التوصل إليها وطريقة نموها وتطويرها وتأثيرها على المجتمع وتفاعلها معه. وسوف تتبنى الباحثة الأبعاد الثمانية لطبيعة العلم التي حددتها وثيقة معايير تعليم العلوم للجيل القادم.
- يُعد فهم طبيعة العلم مؤشر للتنبؤ بالإبداع العلمي ومهارات عمليات العلم لدى التلاميذ.
- يوجد ارتباط إيجابي بين فهم طبيعة العلم والتفكير العلمي وتعديل التصورات البديلة، فضلا عن أن الفهم الأفضل لطبيعة العلم يؤدي إلى تغييرات تجاه أفكار مثيرة للجدل العلمي والاجتماعي تساعد في بناء المجتمع العلمي.
- من خلال استعراض الدراسات السابقة تبين أهمية فهم طبيعة العلم لكل الفئات المستهدفة؛ حيث تنوعت ما بين طلاب مراحل التعليم العام و طلاب الجامعات ومعلمي العلوم. والتوصية بتزويد المعلمين بأدلة بها إجراءات صريحة لدمج جوانب طبيعة العلم في التدريس، بالإضافة إلى الاهتمام بتحليل الوثائق والكتب الدراسية للكشف عن مدى تضمين أبعاد طبيعة العلم فيها، وتختلف هذه الدراسة عن الدراسات السابقة في أنها تركز على تكامل أبعاد التعلم الثلاثة من خلال نموذج تدريسي مقترح ينطوي على إجراءات تدريسية تتيح الفرصة للتلاميذ للتفكير والتأمل في كيفية مساهمة الممارسات في التوصل للمعرفية العلمية وتطورها واستنتاج أن المعرفة العلمية مبنية على الأدلة التجريبية، وأن الأفكار العلمية يمكن تعديلها مع وجود أدلة جديدة، وأن العلم مسعى إنساني، وأنه يقتصر على استكشاف جوانب من العالم الطبيعي، وأن الإبداع يلعب دور في تطور جميع فروع العلم وغيرها من جوانب

طبيعة العلم. ويُعد هذا البحث من البحوث الأولى في طرحها ومعالجتها بهذه الكيفية في حدود علم الباحثة وإطلاعها.

النموذج التدريسي المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقا لمعايير NGSS

قامت الباحثة بإعداد النموذج التدريسي المقترح في هذه الدراسة وفقا للخطوات التالية:

١- الهدف العام من النموذج التدريسي

قامت الباحثة بإعداد نموذج تدريسي قائم على التعلم ثلاثي الأبعاد (SEPs ، DCIs، CCCs) وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS يهدف إلى تحسين فهم طبيعة العلم والتحصيل لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي

٢- تحديد أسس بناء النموذج التدريسي المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقا لمعايير NGSS

قامت الباحثة بدراسة الأدبيات والدراسات السابقة المرتبطة بمعايير العلوم للجيل القادم NGSS وفلسفتها والمبادئ والأفكار التي قامت عليها وكيفية تطبيقها؛ والتعلم ثلاثي الأبعاد ومتطلبات تنفيذه في المحتوى والتدريس والتقييم وخاصة في مرحلة التعليم الأساسي، إلى جانب الإطلاع على خصائص التلاميذ في المدارس الإعدادية، وحاجات ومتطلبات المجتمع في ظل عصر سريع التطور علميا واجتماعيا وتكنولوجيا وهندسيا. بالإضافة إلى مراجعة عدد من نماذج التدريس وضوابط بناءها. وتوصلت الباحثة إلى أسس بناء النموذج التدريسي المقترح، وهي:

أ – معايير العلوم للجيل القادم NGSS من حيث فلسفتها والتدريس في ضوئها.

ب- تكامل أبعاد التعلم الثلاثة (الأفكار الأساسية التخصصية DCIs، المفاهيم الشاملة CCCs، الممارسات العلمية والهندسية SEPs) في المحتوى والتدريس والتقييم.

جـ- سمات تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

د – حاجات ومتطلبات المجتمع في العصر الحالي.

٣- إعداد الصورة المبدئية للنموذج التدريسي المقترح

استنادا على أسس بناء النموذج التدريس المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقا لمتطلبات معايير العلوم للجيل القادم NGSS توصلت الباحثة إلى نموذج تدريس مقترح يتكون من خمس مراحل هي:

أ – مرحلة تحديد توقعات الأداء ومحددات التقييم

وتم في هذه المرحلة:

- اختيار توقعات الأداء التي تعمل معا وتحديد الأفكار الأساسية التخصصية (DCIs) المرتبطة بها.
- فحص توقعات الأداء وبيان حدود التقييم وربطها بممارسات التدريس.
- اختيار معايير الرياضيات الأساسية المشتركة (CCSS- M) ذات الصلة والمعايير الأساسية لمحو الأمية (CCSS- L).
- تحديد الأدلة المقبولة لتقييم توقعات الأداء (تقييم بنائي، تقييم ختامي).

ب- مرحلة إعداد قائمة بأبعاد التعلم الثلاثة وتهيئة سياق التعلم

تم في هذه المرحلة:

- إعداد قائمة بالأفكار الأساسية التخصصية، والممارسات العلمية والهندسية، والمفاهيم الشاملة وفقا لما تم تحديده من توقعات الأداء.
- صياغة توقعات الأداء على مستوى كل درس.
- تحديد التكامل بين أبعاد التعلم الثلاثة لكل درس.
- تهيئة سياق التعلم الذي يُمكِّن التلميذ من أن يرى ما ترتبط به الأفكار الأساسية التخصصية والممارسات العلمية والهندسية والمفاهيم الشاملة، أو تنبثق منها، أو تطبق فيها. كما يسمح للتلميذ بأن يفهم سبب أهميتها، وكيف تستخدم، ومتى، وما يجعلها تستحق التعلم. لذا يؤخذ في الاعتبار خصائص نمو التلاميذ، ومعارفهم ومهاراتهم وتوقعات الأداء السابقة التي حققوها في التعلم السابق كأساس لتوقعات الأداء.

جـ- مرحلة أنشطة التعلم وإجراءات التدريس

تم في هذه المرحلة:

- تطوير تسلسل متماسك من أنشطة التعلم التي تمزج أبعاد تعلم العلوم الثلاثة (الأفكار الأساسية التخصصية، الممارسات العلمية والهندسية، المفاهيم الشاملة) معاً.
- تنظيم أنشطة وخبرات التعلم وفقا للخطوات التالية:

- **استكشف:** هنا يستكشف التلميذ المحتوى والممارسات المراد تعلمها من خلال طرح مشكلة أو أسئلة، أو إثارة بعض التناقضات التي تثير تفكير التلاميذ، ثم القيام ببعض أنشطة ومهام التعلم في ظل بيئة داعمة للاستقصاء.
- **فسر:** يقدم التلميذ التفسيرات العلمية التي توضح فهمه للأفكار الأساسية التخصصية الموجودة في توقعات الأداء وكيفية استخدامها في الممارسات العلمية والهندسية ودمجها بالمفاهيم الشاملة. وربط أثرها في تكوين شيء جديد أو مبتكر من خلال عملية التصميم.
- **صمم:** هنا يقوم التلميذ بتصميم التجارب أو النماذج أو تصميم هندسي يبين تكامل أبعاد التعلم الثلاثة، ويؤكد على دمج الهندسة في تعليم العلوم (العمليات والإجراءات اللازمة لتصميم الأدوات أو النظم أو الحلول) .
- **شارك:** هنا يتم تبادل الآراء والنقاشات بين التلاميذ بعضهم بعض وبينهم وبين المعلم بناءً على الأدلة، والتواصل بفاعلية ودقة بما يهيئ فرص التحسين لأعمال التلاميذ.
- **طور:** يقدم التلميذ بناء على التحديات التي واجهته أثناء العمل والتغذية الراجعة من الخطوة السابقة اقتراحات لتحسين وتطوير التصميم الذي قام به مستقبلا.

- استخدام أنشطة التقييم assessment activities والتقييم البنائي المستمر (الملاحظات، فحص عينات من أعمال التلاميذ، والحوارات والمناقشات) بما يوضح تطور فهم التلاميذ، والاستفادة من التغذية الراجعة في تحسين عمليتي التعليم والتعلم.

- متابعة المعلم للتلاميذ أثناء تنفيذ العمل. وتقديم المساعد للتلاميذ بشكل تدريجي. وتحليل التحديات التي تواجه كل تلميذ ووضع خطط فردية لمساعدته على اكتشاف شعور بالراحة والمتعة مع التعلم.
- إدارة الفصل بفاعلية بما يضمن العدالة وخلق ثقافة صفية منتجة.
- يقدم التلاميذ تقرير في نهاية كل درس يعكس فهمهم للأفكار الأساسية التخصصية وربطها بالممارسات العلمية والهندسية والمفاهيم الشاملة الواردة في توقعات الأداء.
- تطبيق مهام تقييم في نهاية كل وحدة دراسية تقوم على تكامل أبعاد التعلم الثلاثة.

د ـ مرحلة التقييم

تم في هذه المرحلة:

- تطبيق وسائل التقييم النهائية (اختبار تحصيل مادة العلوم – اختبار فهم طبيعة العلم)

هـ- مرحلة التأمل

تم في هذه المرحلة:

- حدد كيف ساعدت أنشطة التعلم وإجراءات التدريس التلاميذ على تطوير الأفكار والممارسات بمرور الوقت. وذلك باستخدام الأدلة القائمة على فهم دقيق لتوقعات الأداء.
- صف تفاعل التلاميذ مع تكامل أبعاد التعلم (الأفكار الأساسية التخصصية، الممارسات العلمية والهندسية، المفاهيم الشاملة) في المحتوي والتدريس والتقييم وأثره على تحقق توقعات الأداء.
- حدد التحديات / الصعوبات التي واجهت التلاميذ وكيف تمت معالجتها.
- حدد كيف يمكن الاستفادة من التغذية الراجعة في تطوير عمليتي التعليم والتعلم مستقبلا.

وترى الباحثة أن مراحل النموذج التدريسي المقترح الخمس كل متكامل فكل مرحلة تؤثر وتتأثر بالمراحل الأخرى والتغذية الراجعة مستمرة ومتوفرة لكل المراحل.

٤- عرض نموذج التدريس المقترح في صورته الأولية على مجموعة من المحكمين:

بعد إعداد النموذج التدريسي المقترح في صورته الأولية تم عرضه على مجموعة من المحكمين لأخذ أرائهم من حيث مناسبة مراحله للغرض الذي أعد من أجله، ومدى اتساق النموذج مع الأسس التي بُني عليها.

٥- الصورة النهائية لنموذج التدريس المقترح

بعد تجميع أراء السادة المحكمين واقتراحاتهم قامت الباحثة بعمل التعديلات المطلوبة وبذلك أصبح النموذج التدريسي المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد جاهز للتطبيق في صورته النهائية التي يوضحها الشكل (١) التالي:

<table>
<tr><td rowspan="7">تغذية راجعة مستمرة</td><td colspan="5">١. مرحلة تحديد توقعات الأداء ومحددات التقييم</td></tr>
<tr><td colspan="5">- توقعات الأداء:
- حدود التقييم:
- معايير الرياضيات الأساسية المشتركة (CCSS- M) ذات الصلة:
- المعايير الأساسية لمحو الأمية (CCSS- L) ذات الصلة:
- الأدلة المقبولة لتقييم توقعات الأداء (تقييم بنائي، تقييم ختامي):</td></tr>
<tr><td colspan="5">٢. مرحلة إعداد قائمة بأبعاد التعلم الثلاثة وتهيئة سياق التعلم</td></tr>
<tr><td>توقعات الأداء على مستوى الدرس</td><td>الأفكار الأساسية التخصصية (DCIs)
- المكونات والعناصر
- التوسع في الفكرة
- المعارف السابقة
- تحديات التلميذ</td><td>الممارسات العلمية والهندسية (SEPs)
- المعارف والمهارات السابقة المرتبطة
- تحديات التلميذ
- بيان الأدلة على اكتساب الممارسة</td><td>المفاهيم الشاملة (CCCs)
- المعرفة السابقة المرتبطة
- بيان الأدلة على استخدام المفاهيم الشاملة في إطار تنظيمي لربط المعرفة من مختلف التخصصات</td><td>تكامل أبعاد التعلم الثلاثة</td></tr>
</table>

٣. مرحلة أنشطة التعلم وإجراءات التدريس	
- تطوير تسلسل متماسك من أنشطة التعلم التي تمزج أبعاد تعلم العلوم الثلاثة (الأفكار الأساسية التخصصية، الممارسات العلمية والهندسية، المفاهيم الشاملة) معاً. - تنظيم أنشطة وخبرات التعلم وفقا للخطوات التالية: • استكشف: • فسر: • صمم: • شارك: • طور: - استخدام أنشطة التقييم assessment activities والتقييم البنائي المستمر (الملاحظات، فحص عينات من أعمال التلاميذ، والحوارات والمناقشات). - متابعة المعلم للتلاميذ أثناء تنفيذ العمل. وتقديم المساعد للتلاميذ بشكل تدريجي. وتحليل التحديات التي تواجه كل تلميذ ووضع خطط فردية لمساعدته على اكتشاف شعور بالراحة والمتعة مع التعلم. - إدارة الفصل بفاعلية بما يضمن العدالة وخلق ثقافة صفية منتجة. - يقدم التلاميذ تقرير في نهاية كل درس. - تطبيق مهام تقييم في نهاية كل وحدة دراسية تقوم على تكامل أبعاد التعلم الثلاثة.	
٤. مرحلة التقييم	
- تطبيق وسائل التقييم النهائية (اختبار تحصيل مادة العلوم – اختبار فهم طبيعة العلم)	
٥. مرحلة التأمل	
- كيف ساعدت أنشطة التعلم وإجراءات التدريس التلاميذ على تطوير الأفكار والممارسات بمرور الوقت؟ وذلك باستخدام الأدلة القائمة على فهم دقيق لتوقعات الأداء. - كيف تفاعل التلاميذ مع تكامل أبعاد التعلم في المحتوي والتدريس والتقييم وما أثره على تحقق توقعات الأداء؟ - ما التحديات / الصعوبات التي واجهت التلاميذ؟ وكيف تمت معالجتها؟ - كيف يمكن الاستفادة من التغذية الراجعة في تطوير عمليتي التعليم والتعلم مستقبلا؟	

شكل(١): نموذج تدريس مقترح قائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقا لمعايير الجيل القادم NGSS (إعداد الباحثة)

إجراءات الدراسة:

أولاً: إعداد مواد المعالجة التجريبية

تم إعداد دليل للمعلم وأوراق عمل التلميذ وفق متطلبات النموذج التدريسي المقترح، بعد ما تم اختيار وحدتي "الحركة الدورية" و "الصوت والضوء" والمقررتين على الصف الثاني الإعدادي للعام الدراسي ٢٠١٦/ ٢٠١٧ لتكون موضع التجريب للدراسة للأسباب التالية:

أ – الأفكار الأساسية التخصصية (DCIs) الواردة في موضوعات الوحدتين تُعد من أساسيات البناء المعرفي للعلوم الفيزيائية كما إنها غنية بالممارسات العلمية والهندسية (SEPs) والتي يمكن ربطها بالمفاهيم الشاملة (CCCs) ضمن أنشطة ومهام التعليم والتعلم.

ب– تتضمن عديد من الموضوعات المرتبطة بحياة التلاميذ الواقعية والتي تتيح لهم فرص لدمج المحتوى بالممارسات العلمية والهندسية وبناء واستخدام الأفكار الرئيسة لإدراك طبيعة وتصميم العالم. وتفسير الكثير من الظواهر وحل المشكلات في حياتهم اليومية.

جـ– زمن تدريس الوحدتين مناسب حيث يستغرق ٩ أسابيع بواقع ٤ حصص أسبوعيا مما يتيح للتلاميذ الفرص لتحسين فهمهم لطبيعة العلم بأبعاده المتعددة، والتحصيل الأكاديمي القائم على تكامل أبعاد التعلم الثلاثة.

١– إعداد دليل المعلم (ملحق ١)

تم إعداد دليل للمعلم يكون بمثابة مرشد وموجه له يساعده على تحقيق الأهداف المنشودة من استخدام النموذج التدريسي المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد، وتضمن الدليل العناصر الآتية:

- مقدمة لإعطاء المعلم خلفية معرفية عن معايير العلوم للجيل القادم NGSS والتعلم ثلاثي الأبعاد وكيفية توظيفه في تدريس العلوم من خلال النموذج التدريسي المقترح، بالإضافة إلى فهم طبيعة العلم وأبعاده وأهمية تنميته لدى التلاميذ.
- أهمية الدليل بالنسبة للمعلم وكيفية استخدامه.

- إرشادات عامة يجب على المعلم مراعاتها عند التدريس.
- الخطة الزمنية لتدريس وحدتي "الحركة الدورية" "الصوت والضوء".
- خطط دروس الوحدتين تبعاً لمراحل النموذج التدريسي المقترح.

تم عرض دليل المعلم على مجموعة من المتخصصين في المناهج وطرق تدريس العلوم، ومعلمي العلوم بمرحلة التعليم الأساسي، وقامت الباحثة بإجراء التعديلات وفق ملاحظاتهم ليصبح دليل المعلم في صورته النهائية.

٢- إعداد أوراق عمل التلميذ (ملحق ٢)

تم إعداد أوراق عمل التلاميذ وفق متطلبات النموذج التدريسي المقترح، وقد تضمنت مقدمة بسيطة عن موضوعات وحدتي "الحركة الدورية" و "الصوت والضوء" التي سيدرسها وفقا لمراحل النموذج التدريسي المقترح، وما يتطلبه من أدوار عليه القيام بها، وما يتضمنه من إجراءات في مراحله الخمس. وتم عرض أوراق عمل التلميذ على مجموعة من المتخصصين في المناهج وطرق تدريس العلوم، ومعلمي العلوم بمرحلة التعليم الأساسي، وقامت الباحثة بإجراء التعديلات وفق ملاحظاتهم ليصبح في صورته النهائية.

ثانياً: إعداد أداتا الدراسة

١- اختبار فهم طبيعة العلم (ملحق ٣)

بعد الاطلاع على بعض الأدبيات والبحوث والدراسات التي عنيت بفهم طبيعة العلم وإعداد مقاييس له تم إعداد اختبار فهم طبيعة العلم وفقا للخطوات التالية:

أ - **تحديد هدف الاختبار:** هو قياس فاعلية النموذج التدريسي المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقا لمعايير NGSS في تحسين فهم طبيعة العلم لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

ب- **تحديد أبعاد طبيعة العلم:** في ضوء ما ورد في الإطار النظري للدراسة فقد تبنت الباحثة أبعاد طبيعة العلم الثمانية التي حددتها وثيقة معايير العلوم للجيل القادم.

جـ- صياغة مفردات الاختبار: تم صياغة مفردات الاختبار من نوع الاختيار من متعدد في الأبعاد الثمانية، وتم مراعاة شروط صياغة السؤال الجيد، واشتمل الاختبار في صورته النهائية على (٣٠) مفردة، وأعد الاختبار بحيث يسجل التلميذ إجاباته في ورقة منفصلة، وجاء في كراسة الأسئلة مقدمة توضح الهدف من الاختبار، وكيفية الإجابة عنه، ومثال لتوضيح ذلك.

وفيما يتعلق **بصلاحية الاختبار** فقد تم التأكد من صدق الاختبار في صورته الأولية، بعرضه على مجموعة من السادة المحكمين وتعديله في ضوء أرائهم. ولحساب ثبات الاختبار، تم تجريبه استطلاعيا على عينة من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي من غير عينة الدراسة، حيث بلغت قيمة معامل ثبات الاختبار (٠.٧٨٦) باستخدام معادلة كيودر ريتشاردسون الصيغة ٢٠ Kuder- Richardson Formula 20 وهذا يعني أن الاختبار على درجة كبيرة من الثبات وصالح لأغراض البحث، وقد بلغ متوسط زمن الإجابة عن الاختبار ٣٥ دقيقة .

ولتصحيح الاختبار تم تحديد درجة واحدة لكل إجابة صحيحة وصفر للإجابة الخطأ، وبذلك تكون النهاية العظمى للاختبار ٣٠ درجة. وبذلك يكون اختبار فهم طبيعة العلم في صورته النهائية صالحا للتطبيق.

٢- اختبار تحصيل مادة العلوم (ملحق ٤)

أ - **تحديد الهدف من الاختبار:** يهدف هذا الاختبار إلى قياس تحصيل التلاميذ للمحتوى العلمي المتضمن بوحدتي "الحركة الدورية" و "الصوت والضوء" المقررة على تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وقد استخدم الاختبار في القياس القبلي والبعدي.

ب- **صياغة مفردات الاختبار:** تم صياغة مفردات الاختبار من نوع الاختيار من متعدد، وطبقاً لجدول المواصفات الموضح بجدول (١) تم صياغة عدد المفردات المطلوب في كل موضوع، وتم مراعاة شروط صياغة السؤال الجيد، واشتمل الاختبار في صورته النهائية على (٣٠) مفردة، وأعد الاختبار بحيث يسجل التلميذ إجاباته في ورقة منفصلة، وجاء في كراسة الأسئلة مقدمة توضح الهدف من الاختبار، وكيفية الإجابة عنه، ومثال لتوضيح ذلك.

جدول (١)

مواصفات اختبار تحصيل العلوم في وحدتي "الحركة الدورية" و "الصوت والضوء" لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي

الموضوعات	عدد مفردات اختبار تحصيل العلوم موزع على المستويات المعرفية			الأوزان النسبية
	تذكر	فهم	مستويات عليا	
الحركة الدورية	٤	٦	٢	%٤٠
الصوت والضوء	٦	٨	٤	%٦٠
المجموع	١٠	١٤	٦	%١٠٠
النسبة المئوية	%٣٣.٣٣	%٤٦.٦٧	%٢٠	%١٠٠

وفيما يتعلق بصلاحية الاختبار فقد تم التأكد من صدق الاختبار في صورته الأولية، بعرضه على مجموعة من السادة المحكمين وتعديله في ضوء أرائهم. ولحساب ثبات الاختبار، تم تجريبه استطلاعيا على عينة من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي من غير عينة الدراسة، حيث بلغت قيمة معامل ثبات الاختبار (٠.٧٩) باستخدام معادلة كيودر ريتشاردسون الصيغة ٢٠ Kuder- Richardson Formula 20 وهذا يعني أن للاختبار ثبات مقبول وصالح لأغراض البحث، وقد بلغ متوسط زمن الإجابة عن الاختبار ٤٠ دقيقة .

ولتصحيح الاختبار تم تحديد درجة واحدة لكل إجابة صحيحة وصفر للإجابة الخطأ، وبذلك تكون النهاية العظمى للاختبار ٣٠ درجة. وبذلك يكون اختبار تحصيل العلوم في صورته النهائية صالحاً للتطبيق.

ثالثاً: اختيار مجتمع الدراسة

اختيرت عينة الدراسة قوامها (٥٦) تلميذا وهم تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بطريقة عشوائية، وهم من تلاميذ فصلين من فصول مدرسة المعادي الجديدة الإعدادية بإدارة المعادي التعليمية، وكان فصل (٢/٢) يمثل المجموعة الضابطة وعددهم (٢٨) تلميذ وفصل (٥/٢) يمثل المجموعة التجريبية وعددهم (٢٨) تلميذ، وذلك بعد استبعاد التلاميذ غير المنتظمين بالدراسة وكذلك الذين تغيبوا أثناء التطبيق القبلي أو البعدي لأداتي الدراسة. وتجدر الإشارة أنه تم اختيار المجموعتين الضابطة والتجريبية من نفس المدرسة لضمان قدر كبير من التجانس بين أفراد العينة.

رابعاً: إجراءات تطبيق تجربة الدراسة

قد مر تنفيذ تجربة الدراسة بالخطوات التالية:

١- قبل البدء في تنفيذ تجربة الدراسة تم تعريف التلاميذ بالهدف من الدراسة وأهميتها بالنسبة إليهم. هذا إلى جانب تعريفهم بخطوات تنفيذ النموذج التدريسي المقترح ودور كل منهم فيه. وتدريبهم من خلال محتوى علمي غير المحتوى العلمي لمواد المعالجة التجريبية على كيفية استخدام أوراق عمل التلميذ الموزعة عليهم. والتأكيد عليهم بضرورة الاهتمام بتكامل المفاهيم الشاملة والأفكار الأساسية التخصصية وممارسات العلوم والهندسة.

٢- التطبيق القبلي لأداتي الدراسة: تم تطبيق أدوات الدراسة الحالية المتمثلة في اختبار طبيعة العلم، واختبار تحصيل مادة العلوم على التلاميذ عينة الدراسة، للتحقق من تكافؤ المجموعتين التجريبية والضابطة. ويوضح جدول (٢) نتائج استخدام اختبار "ت" للتعرف على دلالة الفروق بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة

جدول (٢)

نتائج التطبيق القبلي لأداتا الدراسة

أدوات الدراسة	الدرجة الكلية	المجموعة الضابطة ن =٢٨		المجموعة التجريبية ن =٢٨		قيمة "ت"	مستوى الدلالة
		م	ع	م	ع		
اختبار طبيعة العلم	٣٠	٩.٣٢	٢.٨٩	٨.٨٦	٢.٥٥	٠.٦٣٢	غير دالة
اختبار تحصيل مادة العلوم	٣٠	٧.٣٣	٢.٥١	٨.١٤	٢.٣٦	١.٢٤٤	غير دالة

يتبين من جدول(٢) أن قيمة ت المحسوبة لدرجات طلاب المجموعتين الضابطة والتجريبية في كل من اختبار طبيعة العلم واختبار تحصيل مادة العلوم قد بلغت (٠.٦٣٢) ، (١.٢٤٤)على التوالي وهي غير دالة عند إحصائياً مستوى دلالة(٠.٠٥)، حيث إنها قيم أقل من قيمة ت الجدولية (٢.٠١١) عند درجات الحرية ٥٤، مما يدل على أنه لا توجد فروق دالة إحصائياً بين مجموعتي الدراسة قبلياً، وهذا يشير إلى تكافؤ المجموعتين في متغيرات الدراسة.

١- التدريس للمجموعتين: قام معلم العلوم بالمدرسة بالتدريس للمجموعتين التجريبية والضابطة، وذلك بعد تدريبه على التدريس وفقاً لخطوات النموذج التدريسي المقترح وتزويده بدليل المعلم لتدريس الموضوعات موضع التجريب، كما تم توزيع أوراق عمل الطالب على طلاب المجموعة التجريبية مع التأكيد على كيفية استخدامها، وقد استغرقت تجربة الدراسة تسع أسابيع بواقع (٣٦) حصة دراسية.

٢- التطبيق البعدي لأداتي الدراسة: بعد الانتهاء من تدريس المجموعتين الضابطة والتجريبية أعيد تطبيق أداتا الدراسة (اختبار طبيعة العلم، واختبار تحصيل مادة العلوم) على التلاميذ عينة الدراسة في نفس اليوم، ثم صححت إجابات التلاميذ في هاتين الأداتين، ورصدت درجاتهم في كشوف خاصة تمهيداً لعرض نتائج البحث وتفسيرها ومناقشتها.

أساليب التحليل الإحصائي المستخدمة في معالجة وتحليل النتائج

لاختبار صحة فروض الدراسة استخدمت الباحثة أساليب التحليل الإحصائي الآتية:(صلاح الدين علام، ٢٠٠٦)

١- إحصاء وصفى لحساب المتوسطات والانحرافات المعيارية للمجموعتين التجريبية والضابطة.

٢- اختبار "ت" T-Testلمجموعتين مستقلتين وحساب مربع إيتا (2η) وحجم التأثير (d) لاختبار صحة الفرضين الأول والثاني وإيجاد فاعلية النموذج التدريسي المقترح.

٣- معامل ارتباط بيرسون لاختبار صحة الفرض الثالث.

نتائج الدراسة: تفسيرها ومناقشتها

يتم عرض نتائج هذه الدراسة ومناقشتها وفقاً لتساؤلاتها، وذلك على النحو التالي:

النتائج المتعلقة بالسؤال الأول:

ما التصور المقترح لنموذج تدريسي قائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS ؟

أسفرت إجراءات الدراسة عن وضع تصور لنموذج تدريسي استند على الأسس التربوية التالية:

أ – معايير العلوم للجيل القادم NGSS من حيث فلسفتها والتدريس في ضوئها.

ب– تكامل أبعاد التعلم الثلاثة (الأفكار الأساسية التخصصية DCIs، المفاهيم الشاملة CCCs، الممارسات العلمية والهندسية SEPs) في المحتوى والتدريس والتقييم.

جـ– خصائص تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

د – حاجات ومتطلبات المجتمع في العصر الحالي.

وعليه تم بناء النموذج التدريس المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقا لمتطلبات معايير العلوم للجيل القادم NGSS اقترحت الباحثة نموذج تدريس يتكون من خمس مراحل هي:

- مرحلة تحديد توقعات الأداء ومحددات التقييم
- مرحلة إعداد قائمة بأبعاد التعلم الثلاثة وتهيئة سياق التعلم
- مرحلة أنشطة التعلم وإجراءات التدريس وتنظيمها (استكشف، فسر، صمم، شارك، طور)
- مرحلة التقييم
- مرحلة التأمل

وترى الباحثة أن مراحل النموذج التدريسي المقترح الخمس كل متكامل فكل مرحلة تؤثر وتتأثر بالمراحل الأخرى والتغذية الراجعة مستمرة ومتوفرة لكل المراحل.

وترى الباحثة أيضاً أن هذه الأسس والمراحل قد تمثل الحد الأدنى والأساسي لتدريس العلوم الذي يتوافق والتعلم ثلاثي الأبعاد وفقا لمتطلبات معايير تعليم العلوم للجيل القادم NGSS من أجل تحقيق أهداف الدراسة في تحسين فهم طبيعة العلم وتحصيل مادة العلوم لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه نتائج الدراسات والبحوث التي اهتمت بتضمين معايير العلوم للجيل القادم في تدريس العلوم وأرست مبادئ أساسية لتحقيق ذلك

ومنها دراسات (Smith, Janette & Nadelson, Louis, 2017) و (Penuel, W. R., Harris, C. J., & DeBarger, H. A. , 2015) (Krajcik, Joseph, et al., 2014).

النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني:

ما فاعلية النموذج التدريسي المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS في تحسين فهم طبيعة العلم لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟

يوضح جدول(٣) متوسط الدرجات والانحراف المعياري وقيمة"ت" لدرجات تلاميذ المجموعتين الضابطة والتجريبية في اختبار طبيعة العلم في التطبيق البعدي.

جدول(٣)

متوسط الدرجات والانحراف المعياري وقيمة"ت"لدرجات تلاميذ المجموعتين الضابطة والتجريبية في اختبار طبيعة العلم في التطبيق البعدي (النهاية العظمى=٣٠)

المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة "ت" المحسوبة	قيمة "ت" الجدولية	مستوى الدلالة
الضابطة	٢٨	١٩.٣٩	٣.٤٧	٧.٧١٩٦	٢.٠١١	دالة عند
التجريبية	٢٨	٢٦.١٣	٣.٠٥			مستوى ٠.٠٥

يتضح من جدول (٣) أن قيمة (ت) دالة إحصائياً عند مستوى(0,05)، حيث إنها تزيد على القيمة الجدولية عند درجات الحرية٥٤ وهي (٢.٠١١)، مما يشير إلى وجود فرق دال إحصائياً بين درجات تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في المجموعتين الضابطة والتجريبية في اختبار طبيعة العلم لصالح المجموعة التجريبية. وتدل هذه النتيجة على أن استخدام النموذج التدريسي المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير تعليم العلوم للجيل القادم قد حقق فاعلية عالية في تحسين فهم طبيعة العلم لتلاميذ المجموعة التجريبية، ويتفق هذا مع ما توقعته الباحثة وعبرت عنه في الفرض التنبؤي الأول.

ولتعرف حجم تأثير المتغير المستقل (نموذج التدريس المقترح) في المتغير التابع (فهم طبيعة العلم) فقد تم حساب حجم التأثير من خلال مربع إيتا (η^2)،(d) في الجدول التالي

جدول(٤)

يوضح قيمة (η^2) ، (d) المقابلة لها ومقدار حجم التأثير

المتغير المستقل	المتغير التابع	η^2	قيمة "d"	حجم التأثير
النموذج التدريسي المقترح	فهم طبيعة العلم	٠.٥٢٣	١.٠٥١	كبير

يتضح من جدول (٤) أن حجم تأثير العامل المستقل (نموذج التدريس المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS) في المتغير التابع (فهم طبيعة العلم) كبير؛ نظراً لأن قيمة "d" بلغت (١.٠٥١)، كما أن قيمة (η^2) تساوى (٠.٥٢٣)، وهذا يعني أن ٥٢.٣% من التباين الكلي في المتغير التابع يرجع إلى أثر المتغير المستقل. وهذا يشير إلى أن استخدام النموذج التدريسي المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS كان له تأثيراً إيجابياً كبيراً على تحسين فهم طبيعة العلم لدى تلاميذ المجموعة التجريبية.

وقد ترجع هذه النتيجة إلى أن الإجراءات والممارسات التي قام بها تلاميذ المجموعة التجريبية وفقاً للنموذج التدريسي المقترح وتنظيم أنشطة وخبرات التعلم بما يدعم الفهم المتعمق للأفكار الأساسية التخصصية وتطبيقها من خلال الممارسات العلمية والهندسية وربطها بالمفاهيم الشاملة معاً ساعدهم على تطوير فهم طبيعة العلم من حيث أن الاستقصاءات العلمية تستخدم طرقا متنوعة، وتستند المعرفة العلمية على الأدلة التجريبية، وأن العلم يتناول بعض مسائل العالم الطبيعي والمادي. بالإضافة إلى دور نشط وفعال من تلاميذ المجموعة التجريبية في أنشطة التعليم والتعلم من خلال إتباع خطوات (استكشف، فسر، صمم، شارك، طور) مما زاد إدراكهم لأبعاد طبيعة العلم المتعددة بشكل عملي حقيقي. الأمر الذي أدى إلى تحسن فهم طبيعة العلم لدى تلاميذ المجموعة التجريبية بدرجة أفضل من تلاميذ المجموعة الضابطة.

وتتفق نتائج هذه الدراسة مع ما توصلت إليه دراسة (مهيدات، رزان؛ وبركات، علي، ٢٠١٦) ودراسة (George M. Harrison, et al., 2015) ودراسة (Lederman, N. & Lederman, J., 2014).

وقد ترجع هذه النتيجة إلى أن الفكرة الرئيسة التي يقوم عليها النموذج التدريسي المقترح وهي تكامل أبعاد التعلم الثلاثة وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS والتي تتضمن اندماج التلاميذ في الممارسات العلمية والهندسية بما فيها تحديد المشكلة وتطوير واستخدام النماذج وتخطيط وتنفيذ الاستقصاءات وتحليل وترجمة البيانات في رسوم

ومخططات وبناء التفسيرات العلمية المدعمة بالأدلة العلمية في إطار تطوير واستخدام الأفكار الأساسية التخصصية وربطها بالمفاهيم الشاملة أثناء دراسة وحدتين كاملتين في فترة زمنية طويلة إلى حد ما (أربع حصص ولمدة تسع أسابيع) قد يكون أسهم في تحسن مستوى تلاميذ المجموعة التجريبية في فهم طبيعة العلم بشكل أفضل من تلاميذ المجموعة الضابطة.

ومن التفسيرات الممكنة لهذه النتيجة أن التعلم ثلاثي الأبعاد (الأفكار الأساسية التخصصية، الممارسات العلمية والهندسية، والمفاهيم الشاملة) مهد الطريق للتدريس والتعلم حول طبيعة العلم حيث نقل للتلاميذ تصورات عن العلوم والممارسات تتناسب مع مجالات الحياة المتعددة وقام ببناء بيئة تعلم قوية للاستقصاء دمجت المحتوى والممارسة بواقع التلميذ وساعدت على إشراكهم في الأنشطة وإجراء الاستقصاءات والاستكشافات التي تتميز بمستويات معقولة من الاستدلال وذلك جنبا إلى جنب مع التأكيد على جوانب طبيعة العلم التي يمكن تعلمها في أثناء عمليتي التعليم والتعلم بشكل صريح ومن خلال التأمل؛ مما يكون قد أسهم في تحسن مستوى تلاميذ المجموعة التجريبية في فهم طبيعة العلم بشكل أفضل من طلاب المجموعة الضابطة.

وإذا ما وضع في الحسبان ما توصلت إليه دراسة (Wolfensberger, B. & Canella, C. , 2015). من أن تفهم التلاميذ لطبيعة العلم يستوجب على معلمي العلوم تجاوز تعليم "ماذا نعرف؟" وتمحور تدريس العلوم حول "كيف نعرف؟" وذلك بالتركيز على دور التلميذ في البحث عن الأدلة العلمية لتفسير الظواهر العلمية، وتقييم تلك الأدلة واختيار المناسب منها. فإنه يمكن تفسير هذه النتيجة على أساس أن النموذج التدريسي المقترح بخطواته وإجراءاته أتاح للتلاميذ ممارسة دور الباحث والمصمم والمطور وركز على ما هو العلم وكيف يعمل، والافتراضات التي تكمن وراء المعرفة العلمية، وكيف يعمل العلماء، وكيف يؤثر العلم على المجتمع ويتفاعل معه الأمر الذي أدى بدوره إلى تحسن فهم تلاميذ المجموعة التجريبية لطبيعة العلم بدرجة أفضل من تلاميذ المجموعة الضابطة.

وثم عامل أخر قد ترجع إليه هذه النتيجة هو تزويد المعلم بالنموذج التدريسي المقترح وكيفية تطبيقه باستخدام دليل إرشادي يوضح طبيعة العلم وعلاقته بأبعاد التعلم الثلاثة وفقا لوثيقة معايير NGSS بشكل صريح. وإبراز طبيعة العلم من خلال المناقشات التي ييسرها المعلم وتأملات التلاميذ أثناء عمليتي تعليم وتعلم مادة العلوم؛ حيث إن فهم

طبيعة العلم لا يتحقق بمجرد الاندماج في الممارسات العلمية والتعلم عن المفاهيم الشاملة (Lederman, N. & Lederman, J., 2014).

النتائج المتعلقة بالسؤال الثالث:

ما فاعلية النموذج التدريسي المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS في تحسين التحصيل لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟

يوضح جدول(٥) متوسط الدرجات والانحراف المعياري وقيمة"ت" لدرجات تلاميذ المجموعتين الضابطة والتجريبية في اختبار تحصيل مادة العلوم في التطبيق البعدي.

جدول(٥)

متوسط الدرجات والانحراف المعياري وقيمة"ت"لدرجات تلاميذ المجموعتين الضابطة والتجريبية في اختبار تحصيل مادة العلوم في التطبيق البعدي (النهاية العظمى =٣٠)

المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة "ت" المحسوبة	قيمة "ت" الجدولية	مستوى الدلالة
الضابطة	٢٨	٢٠.٤٣	٢.٤٨	١٠.٠٧٣	٢.٠١١	دالة عند
التجريبية	٢٨	٢٧.٣٤	٢.٦٥			مستوى ٠.٠٥

يتضح من جدول (٥) أن قيمة (ت) دالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠٥)، حيث إنها تزيد على القيمة الجدولية عند درجات الحرية ٥٤ وهي (٢.٠١١)،مما يشير إلى وجود فرق دال إحصائياً بين درجات تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في المجموعتين الضابطة والتجريبية في اختبار تحصيل مادة العلوم لصالح المجموعة التجريبية. وتدل هذه النتيجة على أن النموذج التدريسي المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS قد حقق فاعلية عالية في تحسين تحصيل طلاب المجموعة التجريبية، ويتفق هذا مع ما توقعته الباحثة وعبرت عنه في الفرض التنبؤي الثاني.

ولتعرف حجم تأثير المتغير المستقل (نموذج التدريس المقترح) في المتغير التابع (تحصيل مادة العلوم) تم حساب حجم التأثير من خلال مربع إيتا (η^2)،(d)

جدول(٦)

يوضح قيمة (η^2) ، (d) المقابلة لها ومقدار حجم التأثير

المتغير المستقل	المتغير التابع	η^2	قيمة "d"	حجم التأثير
نموذج التدريس المقترح	تحصيل مادة العلوم	٠.٦٥٣	١.٨٤٢٧	كبير

يتضح من جدول (٦) أن حجم تأثير العامل المستقل (نموذج تدريسي مقترح قائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS) في المتغير التابع (تحصيل مادة العلوم) كبير؛ نظراً لأن قيمة "d" بلغت (١.٨٤٢٧)، كما أن قيمة (η^2) تساوى (٠.٦٥٣)، وهذا يعني أن ٦٥.٣% من التباين الكلي في المتغير التابع يرجع إلى أثر المتغير المستقل. وهذا يشير إلى أن استخدام النموذج التدريسي المقترح كان له تأثيراً إيجابياً على تحسن تحصيل مادة العلوم لتلاميذ المجموعة التجريبية.

وتتفق نتائج هذه الدراسة مع ما توصلت إليه دراسة (Krajcik, Joseph, et al., 2014) ، ودراسة (Penuel, W. R., Harris, C. J., & DeBarger, H. A. , 2015)، ودراسة (Smith, Janette & Nadelson, Louis, 2017) .

ويمكن أن تُعزى زيادة تحصيل تلاميذ المجموعة التجريبية عن نظرائهم في المجموعة الضابطة إلى أن النموذج التدريسي المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS بمراحله الخمسة (تحديد توقعات الأداء ومحددات التقييم، إعداد قائمة بأبعاد التعلم الثلاثة وتهيئة سياق التعلم، أنشطة التعلم وإجراءات التدريس، التقييم، التأمل) هيئ فرص متعددة لمشاركة التلاميذ الفعالة في الممارسات العلمية والهندسية وتطبيق المفاهيم الشاملة لتعميق فهمهم للأفكار الأساسية التخصصية (المحتوى)، مما ساعد التلاميذ على اكتساب المعارف والممارسات العلمية والهندسية وإيجاد العلاقات والروابط بينها ومشاركتها في سياق حقيقي واقعي الأمر الذي أدى بدوره لإتقان التعلم وبالتالي زيادة التحصيل الدراسي.

كذلك قد تعود هذه النتيجة إلى أن النموذج التدريسي المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS قدم تسلسل متماسك من أنشطة ومهام التعلم التي تدمج أبعاد تعلم العلوم الثلاثة (الأفكار الأساسية التخصصية، الممارسات العلمية والهندسية، المفاهيم الشاملة) معاً. حيث تم تنظيم أنشطة وخبرات التعلم في خمس خطوات (استكشف، فسر، صمم، شارك، طور) والتأكيد على عمليات الربط بين أبعاد التعلم الثلاثة وإيجاد العلاقات بينها. إلى جانب متابعة المعلم للتلاميذ أثناء تنفيذ العمل. وتقديم المساعد للتلاميذ بشكل تدريجي. وتحليل التحديات التي تواجه كل تلميذ ووضع خطط فردية لمساعدته على اكتشاف شعور بالراحة والمتعة مع التعلم. بالإضافة إلى اعتبار التقييم جزء من التدريس واستخدام أنشطة التقييم والتقييم البنائي المستمر (الملاحظات، فحص عينات من أعمال التلاميذ، والحوارات والمناقشات). مما

قد أسهم في زيادة قدرة تلاميذ المجموعة التجريبية على استيعاب مادة العلوم، وإتقان المعارف والمهارات المتضمنة فيها والقدرة على تطبيقها بما زاد من تحصيلهم الدراسي.

وإذا ما وضع في الحسبان ما ناقشته دراسة (Isabelle, Aaron D., 2017) من تحديات تواجه المعلمين مرتبطة بفنون اللغة والرياضيات التي لا تزال تهيمن على عديد من الفصول الدراسية في كثير من الأحيان على حساب العلم . فإنه يمكن تفسير هذه النتيجة على أساس أن النموذج التدريسي المقترح راعى بشكل صريح المعايير المرتبطة باللغة من خلال التقرير الذي يقدمه التلاميذ في نهاية كل درس وإعطاء الفرصة لمراجعة المسودات وكل عناصر التقرير ثلاث مرات استنادا إلى التغذية الراجعة من المعلم، أما الرياضيات من خلال التأكيد عليها في ممارسة التفكير الرياضي والحسابي. الأمر الذي أدى بدوره إلى تحسن تحصيل مادة العلوم لدى تلاميذ المجموعة التجريبية بشكل أفضل من تلاميذ المجموعة الضابطة.

وثم عامل أخر قد ترجع إليه هذه النتيجة هو أن العدالة (Equity) التي هي أحد متطلبات التدريس وفقا لمعايير NGSS تنطوي على التزام المعلمين بضمان تهيئة الفرص لجميع التلاميذ حتى يكونوا قادرين على الإنجاز وضمان حصول كل تلميذ على ما يحتاجه لتطوير إمكاناته والتغلب على الصعوبات التي تواجهه وتحقيق النجاح. (Blankstein, A.M.; Noguera, P.; Lorena K., 2016)

النتائج المتعلقة بالسؤال الرابع:

ما طبيعة العلاقة بين درجات تلاميذ الصف الثاني الإعدادي "عينة الدراسة" في اختبار فهم طبيعة العلم ودرجاتهم في اختبار تحصيل مادة العلوم خلال تطبيق النموذج التدريسي المقترح؟

جدول(٧)

معامل ارتباط بيرسون لقياس العلاقة بين فهم طبيعة العلم وتحصيل مادة العلوم

المتغير	معامل الارتباط	مستوى الدلالة
فهم طبيعة العلم تحصيل مادة العلوم	٠.٨٤٥	دالة إحصائياً عند مستوى ٠.٠٥

يتضح من الجدول(٧) وجود علاقة ارتباطية موجبة بين درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في اختبار فهم طبيعة العلم واختبار تحصيل مادة العلوم، وهذه العلاقة دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠.٠٥)، وبهذا يتحقق الفرض التنبؤي الثالث.

بناء على هذه النتيجة فإنه عند استخدام النموذج التدريسي المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقاً لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS في ضوء مستوى فهم طبيعة العلم لدى تلاميذ المجموعة التجريبية يمكن التنبؤ بقدرتهم على تحصيل مادة العلوم. وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة (مهيدات، رزان؛ وبركات، علي، ٢٠١٦) ودراسة (Leden, L., & Hansson, L., 2015) التي كشفت أن فهم التلاميذ لطبيعة العلم يؤدي إلى تشكيل معرفة مفاهيمية وإجرائية واضحة واكتساب المعرفة العلمية بشكل سليم، الأمر الذي يترتب عليه تعلم فعال للمحتوى العلمي وزيادة تحصيل التلاميذ .

ويمكن تفسير العلاقة الارتباطية الموجبة بين فهم طبيعة العلم وتحصيل مادة العلوم أثناء استخدام النموذج التدريسي المقترح القائم على تكامل أبعاد التعلم الثلاثة من خلال إجراءات تدريسية تتيح الفرصة للتلاميذ للتفكير والتأمل في كيفية مساهمة الممارسات في التوصل للمعرفية العلمية وتطورها واستنتاج أن المعرفة العلمية مبنية على الأدلة التجريبية، وأن الأفكار العلمية يمكن تعديلها مع وجود أدلة جديدة، وأن العلم مسعى إنساني، وأنه يقتصر على استكشاف جوانب من العالم الطبيعي، وأن الإبداع يلعب دور في تطور جميع فروع العلم وغيرها من جوانب طبيعة العلم. الأمر الذي أدى بدوره إلى تحسن فهم طبيعة العلم لدى تلاميذ المجموعة التجريبية فأثر إيجابا في تحسن قدرتهم على التحصيل الدراسي.

التوصيات والمقترحات

في ضوء ما أسفرت عنه الدراسة الحالية، فإنه يمكن تقديم التوصيات الآتية:

- تدريب معلمي العلوم على استخدام النموذج التدريسي المقترح بخطواته وإجراءاته لما له من دور فعال في تحقيق بعض أهداف التربية العلمية.
- ضرورة تزويد معلمي العلوم بخطوات إجرائية لتضمين معايير تعليم العلوم للجيل القادم NGSS.

- من المهم أن يحرص المعلم في أثناء تدريس العلوم على اندماج التلاميذ في الممارسات العلمية والهندسية، وتطوير واستخدام الأفكار الأساسية التخصصية والمفاهيم الشاملة ودمج الهندسة في تعليم العلوم. وتهيئة بيئة صفية منتجة وتتسم بالعدالة وتعتبر التقييم أحد عناصر التقييم وتراعي معايير اللغة والرياضيات ذات الصلة.
- الاهتمام بتقديم تسلسل متماسك من أنشطة ومهام التعلم التي تدمج أبعاد تعلم العلوم الثلاثة (الأفكار الأساسية التخصصية، الممارسات العلمية والهندسية، المفاهيم الشاملة) معاً.
- تنظيم أنشطة وخبرات التعلم في خمس خطوات (استكشف، فسر، صمم، شارك، طور) والتأكيد على عمليات الربط بين أبعاد التعلم الثلاثة وإيجاد العلاقات بينها.
- إعداد برامج تدريبية للمعلمين لمساعدتهم على تكامل أبعاد تعلم العلوم الثلاثة وتوضيح كيفية مساعدة تلاميذهم على استخدام هذا التكامل بفاعلية أثناء تعليم العلوم وتعلمها.
- تهيئة كافة الفرص التي تعمل على تطوير فهم طبيعة العلم بأبعادها المتعددة لدى التلاميذ بشكل مخطط وهادف.
- الأخذ بعين الاعتبار أن زيادة مستوى فهم طبيعة العلم لدى التلاميذ من شأنه زيادة تحصيل مادة العلوم.

وفي ضوء نتائج الدراسة الحالية، تقترح الباحثة إجراء الدراسات التالية:

- دراسة فاعلية النموذج التدريسي المقترح القائم على التعلم ثلاثي الأبعاد وفقا لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS في تنمية قدرة التلاميذ على التفكير الإبداعي والتفكير الناقد ومهارات الاستقصاء العلمي.
- بناء برنامج تدريبي لمعلمي العلوم في أثناء الخدمة قائم على معايير تعليم العلوم للجيل القادم NGSS بهدف تحسين فهم طبيعة العلم وتحصيل مادة العلوم.
- دراسة العلاقة بين فهم طبيعة العلم ومتغيرات أخرى مثل التفكير الناقد والتفكير الإبداعي والمهارات البحثية.
- إجراء دراسة مماثلة على عينة من تلاميذ التعليم الابتدائي.

المراجع:

١- إبراهيم ، بسام عبد الله (٢٠١٦). معتقدات معلمي العلوم في مدارس الأونروا في الأردن حول طبيعة العلم وعلاقتها ببعض المتغيرات، **مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية**، مجلد ٢٤، عدد ٣، ص ص ١ - ١٥

٢- الأحمد، نضال شعبان؛ والمقبل، نورة بنت صالح (٢٠١٦). احتياجات النمو المهني لمعلمات الأحياء للمرحلة الثانوية في ضوء كفايات معلم العلوم للجيل القادم، **المجلة الدولية التربوية المتخصصة**، المجلد ٥، العدد ٩، ص ص ١- ١٩

٣- الجبر، جبر بن محمد، والمفتي، عبده نعمان محمد، والشايع، فهد بن سليمان (٢٠١٦). مدى تضمين مجالات طبيعة العلم في كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة، **مجلة العلوم التربوية**، العدد ٧، ص ص ٢٧١ - ٣١٦

٤- حسانين، بدرية محمد (٢٠١٦). معايير العلوم للجيل القادم، **المجلة التربوية**، كلية التربية جامعة سوهاج، العدد ٤٦، ص ص ٣٩٨ - ٤٣٩

٥- رواقة، غازي؛ والمومني، أمل (٢٠١٦). اعتماد الجيل الجديد من معايير العلوم لتصميم محتوى الوراثة لطلبة الصف الثامن في الأردن، **المجلة الأردنية في العلوم التربوية**، مجلد ١٢، عدد ٤، ص ص ٤٥٥- ٤٦٧

٦- الزعانين، جمال عبد ربه علي (٢٠١٥). دليل مقترح للعمل المخبري وأثره على المهارات المخبرية الأدائية وفهم طبيعة العلم لدى طلبة الصف الحادي عشر بقطاع غزه، **المجلة العربية للتربية العلمية والتقنية**، العدد ٣، ص ص ٤٩ – ٧١

٧- الزغبي، عبد الله سالم (٢٠١٧). أثر استخدام إستراتيجية الرحلات المعرفية عبر الويب (الويب كويست) في تدريس مادة العلوم في تنمية مهارات التفكير العلمي وفهم طبيعة العلم لدى طلاب الصف الثامن الأساسي، **مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية**، مجلد ٢٥، عدد ٣، ص ص ٣٤٩ - ٣٦٩

٨- عبد الكريم، سحر محمد (٢٠١٧). برنامج تدريبي قائم على معايير العلوم للجيل التالي "NGSS" لتنمية الفهم العميق ومهارات الاستقصاء العلمي والجدل العلمي لدى معلمي العلوم في المرحلة الابتدائية، **دراسات عربية في التربية وعلم النفس**، مجلد ٨٧، عدد يوليو، ص ص ٢١- ١١١

٩- مهيدات، رزان محمد، و البركات، على أحمد (٢٠١٦). فاعلية التعلم المدمج القائم على المدخل التاريخي في تحسين فهم الطلبة لطبيعة العلم والتغير المفاهيمي في بيئات تدريس الكيمياء، **مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية**، مجلد ٢٤ ، العدد ٣، ص ص ٨٣ - ١٠٧

10- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. **Science & Education**, 22, 2087–2107

11- Achieve. (2017). **Next Generation Science Standards: District implementation workbook**. Washington, DC: Author.

12- Achieve, Inc. (2016). Educators evaluating the quality of instructional products (EQuIP) rubric for lessons and units: Science (Version 3.0).

13- Bayir, E., Cakici, Y., & Ertas, O. (2013). Exploring natural and social scientists' views of nature of science. **International Journal of Science Education**, 36, 1286–1312.

14- Blankstein, A.M.; Noguera, P.; Lorena K., (2016). **Excellence. through equity. Five principles of courageous leadership to guide achievement for every student**. Alexandria, VA, ASCD.

15- Brownstein, Erica M.; Horvath, Larry (2016). Next Generation Science Standards and edTPA: Evidence of Science and Engineering Practices. **Electronic Journal of Science Education**, 20 (4), 44-62

16- Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E instructional model: Personal reflections and contemporary implications. **Science and Children**, 51(8), 10–13.

17- Bybee, R. W. (2015). **NGSS innovations**. Washington, DC: Achieve.

18- Bybee, R. W., & Chopyak, C. (2017). Instructional materials and implementation of NGSS: Demand, supply and strategic opportunities. A Report for Carnegie Corporation of New York. New York: Carnegie Corporation of New York and ARLOSOUL.

19- Carter, Elijah & Wiles, Jason (2014). Scientific consensus and social controversy: exploring relationships between students' conceptions of the nature of science, biological evolution, and global climate change, Evolution, **Education and Outreach** , 7 (6), 1-11

20- Chen, S., Chang, W.-H., Lieu, S.-C., Kao, H.-L., Huang, M.-T., & Lin, S.-F. (2013). Development of an empirically based questionnaire to investigate young students' ideas about nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, 50, 408–430

21- Clough, Michael P. (2011). Teaching and Assessing the Nature of Science: How to effectively incorporate the nature of science in your classroom. **The Science Teacher**, 78(6), 56-60.

22- George M. Harrison, Kanesa Duncan Seraphin, Joanna Philippoff, Lisa M. Vallin & Paul R. Brandon (2015). Comparing Models of Nature of Science Dimensionality Based on the Next Generation Science Standards, **International Journal of Science Education**, 37 (8), 1321-1342

23- Govender, N. & Zulu, D. (2017). Natural sciences junior high school teachers' understanding of the nature of science and its impact on their planning of lessons. **Journal of Baltic Science Education,** 16, 366-378.

24- Harris, Karleah; Sithole, Alec; Kibirige, Joachim (2017). A Needs Assessment for the Adoption of Next Generation Science Standards (NGSS) in K-12 Education in the United States. **Journal of Education and Training Studies**, 5 (9), 54-62

25- Isabelle, A. D. (2017). STEM is elementary: Challenges faced by elementary teachers in the era of the next generation science standards, **The Educational Forum**, 81(1), 83-91

26- Ismail, Habsah; Hassan, Aminuddin; Muhamad, Mohd. Mokhtar; Ali, Wan Zah Wan; Konting, Mohd. Majid (2013). Epistemological Belief and Learning Approaches of Students in Higher Institutions of Learning in Malaysia, **International Journal of Instruction**, 6 (1), 139-150

27- Januszyk, R., Miller, E., & Lee, O. (2016). Addressing student diversity and Equity: The Next Generation Science Standards are leading a new wave of reform, **The Science Teacher** , 83 (4), 47-50

28- Jo Ellen, R., Herrmann-Abell, C. F., & Koppal, M. (2017). Designing for the next generation science standards: Educative curriculum materials and measures of teacher Knowledge. **Journal of Science Teacher Education**, 28(1), 111-141.

29- Krajcik, Joseph ; Codere, Susan ; Dahsah, Chanyah ; Bayer, Renee ; Mun, Kongju (2014). Planning instruction to meet the intent of the Next Generation Science Standards. **Journal of Science Teacher Education**, 25 (2), 157– 175

30- Leden, L., & Hansson, L. (2015, July 22-25). Nature of science progression in school year 1- 9: An analysis of the Swedish curriculum and teachers' suggestions. Paper presented at IHPST Thirteen Biennial International Conference, Rio De Janeiro.

31- Lederman G. N. (2014). Nature of science and its fundamental importance to the vision of the next generation science standards. **Science and Children**, 52 (1), 8 – 10.

32- Lederman, Norman & Lederman, Judith (2014). Is Nature of Science Going, Going, Going, Gone?**, Journal of Science Teacher Education**, 25, 235–238

33- Matthews, M.R. (Ed.) (2014). **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. Boston, MA: Springer Academic.

34- McComas W., Kampourakis K. (2015) Using the history of biology, chemistry, geology, and physics to illustrate general aspects of nature of science. **Review of Science, Mathematics and ICT Education**, 9 (1), 47-76.

35- Mccomas, William (2015). The Nature of Science & the Next Generation of Biology Education. **The American Biology Teacher**, 77 (7), 485- 491

36- McComas, William F.; Nouri, Noushin (2016). The Nature of Science and the "Next Generation Science Standards": Analysis and Critique. **Journal of Science Teacher Education**, 27 (5), 555-576 .

37- McGee, Steven; Nutakki, Nivedita (2017). The Impact of Adapting a General Professional Development Framework to the Constraints of In-Service Professional Development on the Next Generation Science Standards in Urban Settings **Journal of Urban Learning, Teaching**, **and Research**, 13,73-89

38- National Research Council (NRC). (2012). **A framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas.** Washington, DC: The National Academy Press.

39- National Research Council. (2014). **Developing Assessments for the Next Generation Science Standards.** Committee on Developing Assessments of Science Proficiency in K-12. Board on Testing and Assessment and Board on Science Education, J.W. Pellegrino, M.R. Wilson, J.A. Koenig, and A.S. Beatty, Editors. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.

40- National Research Council. (2015). **Guide to Implementing the Next Generation Science Standards.** Washington, DC: The National Academies

41- Ozdemir, Gokhan & Dikici, Ayhan (2017). Relationships between Scientific Process Skills and Scientific Creativity: Mediating Role of Nature of Science Knowledge. **Journal of Education in Science, Environment and Health** , 3(1), 52-68

42- Penuel, W. R., Harris, C. J., & DeBarger, H. A. (2015). Implementing the next generation science standards**. Phi Delta Kappan**, 96 (6), 45-49.

43- Smith, Janette & Nadelson, Louis (2017). Finding Alignment: The Perceptions and Integration of the Next Generation Science Standards Practices by Elementary Teachers, **School Science and Mathematics**, 117 (5), 194-203

44- The National Academies Press NGSS Lead States. (2013). **Next generation science standards: For states, by states.** Washington, DC: The National Academy Press.

45- Walls, L., (2012). Third grade African American students' views of the nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, 49(1), 1-37.

46- Wang, J. & Zhao, Y. (2016). Comparative research on the understandings of nature of science and scientific inquiry between science teachers from Shanghai and Chicago. **Journal of Baltic Science Education**, 15 (1), 97-108.

47- Wolfensberger, B., Canella, C. (2015). Cooperative Learning about Nature of Science with a Case from the History of Science. **International Journal of Environmental & Science Education**, 10(6), 865-889