IUGJEPS
Vol 28, No 2, 2020, pp 223 -250

ISSN 2410-3152

مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية

تاريخ الإرسال (2018-10-25)، تاريخ قبول النشر (2019-01-10)

أثر توظيف الممارسات العلمية والهندسية في تنمية فهم طبيعة العلم وتحسين مستوى التحصيل الدراسي لدى طلبة الصف الثالث المتوسط في مادة العلوم

اسم الباحث: د. معن قاسم الشياب * 1

1 اسم الجامعة والبلد: العلوم الاجتماعية- الآداب والعلوم الإنسانية بينبع- جامعة طيبة - المملكة العربية السعودية

* البريد الالكتروني للباحث المرسل:

E-mail address: mshiyab@taibahu.edu.sa.com

الملخص:

هدفت الدراسة إلى قياس أثر توظيف الممارسات العلمية والهندسية في تنمية فهم طبيعة العلم والتحصيل الدراسي لدى طلبة الصف الثالث المتوسط في مادة العلوم في الفصل الثاني من العام (2017/2018م- 1438/1439ه), استخدمت الدراسة التصميم شبه التجريبي, وقد تمثلت أدوات الدراسة في اختبار فهم طبيعة العلم والاختبار التحصيلي، تكونت العينة من(57) طالبًا في المجموعة التجريبية, و(59) طالبًا في المجموعة الضابطة؛ تم اختيارهم بطريقة قصدية من مجتمع الدراسة الذي تكون من (2407) طالباً في الصف الثالث المتوسط بمدينة ينبع البحر في المملكة العربية السعودية, أظهرت نتائج الدراسة وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة ($\alpha \leq$ 0.05) في تنمية فهم طبيعة العلم وتحسين مستوى التحصيل الدراسي تعزى لتوظيف الممارسات العلمية والهندسية, وفي ضوء النتائج أوصت الدراسة بضرورة الاهتمام بتوظيف الممارسات العلمية والهندسية في تعليم وتعلم العلوم في المرحلة المتوسطة, وأوصت بموائمة مناهج العلوم في مراحل التعليم مع متطلبات الجيل القادم من معايير العلوم بما يخدم توظيف الممارسات العلمية والهندسية, وأيضًا ضرورة الاهتمام بتدريب معلمي العلوم بمراحل التعليم العام على طرق واستراتيجيات تنمية فهم طبيعة العلم والتحصيل الدراسي.

كلمات مفتاحية: الممارسات العلمية والهندسية، الجيل القادم من معايير العلوم، طبيعة العلم، التحصيل الدراسي

The Effect of Employing Science and Engineering Practices on the development of Nature of Science Understanding and Improvement the Level of Achievement among Third Intermediate Class Students'

Abstract:

This study aims to investigate the effect of employing Science and Engineering Practices (SEPs) on the development of the understanding of the nature of science and Improvement the Level of achievement among third intermediate class students in the second semester of academic year (2017/2018 AD -1438-1439 AH). The study uses a semi-experimental design. The purposive sample consist of (57) students in the experimental group and (59) students in the controlling group, both are chosen from the original population which consists of (2407) from the third intermediate class students' at Yanbu Albaher city in Saudi Arabia. The instruments which are used in this study: understanding of the nature of science test and the academic achievement test. The study results show that there are significant statistical differences in the understanding of the nature of science and the academic achievement attributed to employing science and engineering practices. Based on the findings, the study recommends the need to pay more attention to the implementation of science and engineering practices in science teaching and learning, and that science teachers should be trained on using methods and strategies of development of the understanding of the nature of science and academic achievement.

Keywords: Science and Engineering Practices, Next Generation Science Standards, Nature of Science, Academic Achievement.

مقـدمـة:

تؤدي العلوم دوراً رئيساً في تطور الحياة البشرية، من خلال تشكيل الفكر المجتمعي حول العديد من القضايا كتغير المناخ ونظافة المياه وسلامة الأغذية وأماكن العمل، وكذلك من خلال صنع القرار الشخصي كنوع التغذية واتباع نظام غذائي لإنقاص الوزن إلى الأجهزة الموفرة للطاقة أو المنتجات الصديقة للبيئة، وبالتالي فإن تدريس العلوم يتحمل مسؤولية كبيرة في كيفية إعداد الطلاب للتحديات القادمة، وكيفية تمكينهم من التفكير المستقل والنقدي، وكيف يجب أن يكون تدريس العلوم الفعال في عالم يتغير باستمرار ويتأثر بالابتكار الاجتماعي والاقتصادي.

ويعزو تابير واكبان (Taber and Akpan, 2017) هذه المسؤولية التي يتحملها تدريس العلوم إلى الحاجة إلى العلماء والمهندسين والتكنولوجيين وغيرهم في المستقبل ممن يحتاجون إلى خلفية علمية قوية لعملهم، ولأنه جانب هام يجب على الجميع تقديره من الثقافة الحديثة، ولأن المعرفة بالعلوم مطلوبة من أجل المواطنة في المجتمعات التكنولوجية الحديثة.

فيما يعزو زيتون (2010) وستيفانوفا ومينفيسكا وايفتيموفا (Stefanova, Minevska, and Evtimova, 2010) هذه المسؤولية إلى الحاجة إلى تنمية مهارات الطلاب الشخصية وبكل فئاتهم وخصائصهم، من خلال تكوين الثقافة العلمية لديهم، وتقديم المفاهيم الأساسية للثقافة العلمية في سياق قريب من الحياة الحقيقية اليومية للطلاب، وبما يساير التطور العلمي والتكنولوجي ومتطلبات القرن الحادي والعشرين، ودعم تطبيق عمليات المعرفة العلمية كتفسير الأدلة العلمية، والنتائج، وتحديد القضايا، وبيان ما يحتاج من قضايا إلى البحث، والاهتمام بتهيئة الظروف والبيئة المناسبة التي تسمح للطلاب بتطبيق معارفهم بنشاط، باستخدام العمليات العلمية المناسبة في أداء المهام المختلفة.

إلا أن المراجعة التي قام بها مجلس البحث الوطني الأمريكي (National Research Council [NRC]) لنتائج البحوث والدراسات الميدانية التّقويمية المتعلقة بقضايا تدريس العلوم أظهرت ضعفاً في قدرة المشاريع المطورة حتى ذلك الوقت على تنمية الثقافة العلمية لدى الطلبة، وأن المعايير الوطنية لتدريس العلوم(National Science Education Standards [NSES]) التي صدرت عام (1996) لم تعد وحدها كافية لإكساب تدريس العلوم القدرة على تهيئة الطلبة لتلبية متطلبات الثقافة العلمية في القرن الحادي والعشرين، وفي ضوء ذلك أطلق المجلس عام (2011) ما عرف بالإطار العام لتدريس العلوم للصفوف من الروضة وحتّى الثاني الثانوي (A Frame Work For (K-12) Science Education) بهدف التركيز على عدد محدد من الأفكار المحورية والمفاهيم المتداخلة التي يبني ويوسع الطلبة عليها معارفهم، وتتطور بناءً عليها قدراتهم خلال الصفوف الدراسية، بحيث تتكامل هذه المعارف والقدرات مع ما يقومون به من ممارسات (Achieve, 2013).

واستناداً إلى هذا الإطار، واستجابة لعدد من المتغيرات السياسية والاقتصادية والاجتماعية والعلمية، وبعد عمليات نقاش وبحث متعمق داخل مجتمع التربية العلمية، لتطوير الصورة المطلوبة لمناهج العلوم في القرن الحادي والعشرين، تم إطلاق مشروع الجيل القادم من معايير العلوم (Next Generation Science Standards [NGSS])، لتمثل توجهاً تطويرياً جديداً لمناهج العلوم، وإكسابها القدرة على تحقيق هدف الثقافة العلمية لجميع الطلاب (Achieve, 2013; Campbell, 2015).

ولقد تميز هذا المشروع عن غيره من مشاريع وحركات إصلاح وتطوير التربية العلمية؛ بسعيه نحو تحقيق الثقافة العلمية لجميع الطلاب، من خلال إضافة مجموعة من التغييرات في تدريس العلوم، تمثلت في: التركيز على أداء الطلاب وفهمهم العميق للمحتوى وتطبيقه وليس تصميم المنهاج، وإحداث التكامل بين العلوم والهندسة والتكنولوجيا من رياض الأطفال إلى الصف الثاني

عشر، وتركيز مخرجات تعلم الطلاب على إعدادهم للجامعة والوظيفة والحياة المدنية، ودمج تعلم اللغات والفنون في تدريس العلوم، وتنمية فهم طبيعة العلم من خلال الممارسات العلمية والهندسية في مواقف حياتية حقيقية (Pruitt, 2014).

ومن أبرز مظاهر التميز في مشروع الجيل القادم من معايير العلوم، استحداثه للبعد المتعلق بالممارسات العلمية والهندسية، والذي يعني التعميق الفعلي والعملي للممارسات المتعلقة بكيفية توجيه الأسئلة من قبل المعلمين أو التساؤل من قبل الطلبة، ومحاولة إيجاد خيارات وبدائل لحلول مناسبة أو متوقعة أو أكثر ملاءمة لتلك المواقف، ولقدرة الطلبة على الموازنة بين الخيارات الممكنة لاختيار الأمثل والأنسب والأجدى منها (صباريني وملكاوي، 2017)، وكذلك تضمينها التصميم الهندسي في تعليم العلوم، بصفته عنصراً محورياً في تدريس العلوم في القرن الحادي والعشرين، كتصميم التجارب، وتصميم النماذج، وتصميم البرامج الحاسوبية (Fick, 2018)، وأيضاً تأكيدها على تضمين عناصر طبيعة العلم لدعم تدريس العلوم من خلال التوظيف الأمثل للممارسات العلمية والهندسية في صفوف العلوم، واعتبارها بعداً رابعاً من ابعاد مشروع الجيل القادم من معايير العلوم (McComas and Nouri, 2016).

مما سبق، يلاحظ وجود تركيز على أحد أهداف التربية العلمية وهو فهم طبيعة العلم من خلال بعد الممارسات العلمية والهندسية، الأمر الذي أعطاهما عمقاً في تدريس العلوم ودعماً وأهميةً بارزةً، لما يمثله إضافة هذا البعد من تحد جديد لمتعلمي ومعلمي العلوم نحو تحديد المعرفة العلمية التي يحتاجون إليها، وكيف يطورونها، ويكاملون بينها وبين الممارسات الهندسية.

كما يمكن فهم هذا التركيز على تنمية فهم طبيعة العلم، من خلال النظر إليه كأحد أهم أهداف التربية العلمية، حيث يوصف بأنه المفتاح الأساسي للتربية العلمية وجهود إصلاح تعليم العلوم المعاصرة، لدوره الحاسم في تطوير الثقافة العلمية لدى الطلبة، والتي تعتبر هدفاً مركزياً لمعظم جهود الإصلاح، وبالنهاية فمن غير الممكن للفرد أن يكون مثقفاً علمياً دون تطوير فهم مناسب لطبيعة العلم (AAAS, 2006)، كما ينظر إليه كعنصر مهم لتحقيق المواطنة العلمية وتنمية الثقافة العلمية والتكنولوجية (Holbrook and Rannikmae, 2007).

ويرى بيل (Samara, 2015) أن فهم طبيعة العلم يعد متأصلاً في العديد من القضايا الحساسة في تدريس العلوم، وبالتالي لا بد من زيادة الاهتمام به من خلال فهم بنيته التركيبية، وطريقة بنائها، وموثوقيتها، وحدودها، والقيم والمعتقدات المرتبطة بتطويرها لدى الطلبة لمساعدتهم على امتلاك رؤية دقيقة لما هو العلم، وما هي أنماط الأسئلة التي يمكنه الإجابة عنها، وكيف يمكن تمييز العلم عن غيره من فروع المعرفة، وما هي إمكانات وحدود المعرفة العلمية.

ومع كل ما يحظى به فهم طبيعة العلم وتنميته من اهتمام وفق ما تؤكد عليه المؤسسات التربوية (AAAS, 2006; NRC, 2012)، إلا أن نتائج البحوث التربوية أشارت إلى ضعف امتلاك الطلبة ومعلمي العلوم لفهم مناسب لطبيعة العلم وفق المعايير التربوية في أحيان عديدة، ووجود حالة من عدم الرضا عن مستوى هذا الفهم، ووجود أخطاء مفاهيمية حوله، وتفاوت في نسب تضمينه مناهج العلوم دون الحد المطلوب، أو تراجعًا لدى الطلبة في فهمه حتى بعد دراستهم لوحدة تعليمية مقررة، ولدى الطلبة ذوي المستويات التحصيلية العليا أكبر منه لدى ذوي المستويات التحصيلية الدنيا، كما ظهر من نتائج دراسة كل من التميمي ورواقه (2017)، ودراسة القضاة (2016)، ودراسة الأسمري والجبر والشايع (2015)، ودراسة مصطفى(2012)، ودراسة ودراسة الزعبي (2009)، ودراسة سامارا (Samara, 2015)، ودراسة ليدرمان (Lederman, 2007).

وفي ضوء ما سبق، يتضح أن تنمية فهم طبيعة العلم ذو دلالات تربوية مفيدة لكل من معلمي ومتعلمي العلوم، وبما أن الدراسات التي اهتمت في تقييم هذا الفهم، أظهرت ضعفاً في تنمية فهم سليم لطبيعة العلم بوجه عام، لذا، وفي ضوء ما للممارسات العلمية والهندسية من دور في تنمية فهم طبيعة العلم، فقد جاءت هذه الدراسة لتقصي أثر توظيف الممارسات العلمية والهندسية في تنمية فهم طبيعة العلم والتحصيل الدراسي لدى طلبة الصف الثالث المتوسط في مادة العلوم.

مشكلة الدراسة:

مع إصدار مشروع الجيل القادم من معايير العلوم، برزت أهمية إحداث تغيير جوهري في تدريس العلوم من خلال التركيز على قيام الطلاب بالمشاركة الكاملة وبصورة تعاونية في تكوين تفسيرات خاصة للظواهر العلمية، من خلال القيام بالممارسات العلمية والهندسية التي تقود إلى تمثل مهارات التفكير المختلفة والتفاعل جنباً إلى جنب مع الأفكار الأساسية والتخصصات المتقاطعة، وصولاً إلى قيامهم ببناء شبكة ثرية من الأفكار المتصلة لشرح الظواهر وحل المشكلات واتخاذ القرارات.

إن ما سعى مشروع الجيل القادم من معايير العلوم إلى تحقيقه من أهداف لإصلاح وتطوير التربية العلمية، يتماثل مع العديد من أهداف المشاريع والاتجاهات والمداخل التي ظهرت في مختلف دول العالم ومن ضمنها المملكة العربية السعودية, التي تبنت المشاريع الحديثة لتطوير التربية العلمية، لإعداد الطالب المثقف علمياً، ورفع مستوى استعداده للحياة وسوق العمل، حيث أكدت على ذلك ضمن الاستراتيجية الوطنية لتطوير التعليم العام بالمملكة الصادرة عن وزارة التعليم عام (2010). (مشروع الملك عبدالله لتطوير التعليم,2011).

وبتفحص الدراسات التربوية – المحلية والدولية– التي تناولت تطوير مناهج العلوم، يلاحظ تأكيدها على إعداد الطالب المثقف علمياً، القادر على فهم طبيعة العلم بصورة وظيفية، من خلال تقديم منهج يقوم على تقديم العلوم كمحتوى ديناميكي يجمع بين ما يتعلمه الطالب من محتوى ويمارس تعلمه بطريقة علمية عن طريق التجربة والاعتماد على منهج البحث العلمي، ومن هذه الدراسات (الباز، 2017: عمر،2017: غانم، 2016 Boesdorfer and Staude, 2016; Colson and Colson, 2016; Krajcik, 2015; Bismack, Arias, Davis, and Palincsar, 2014; Krajcik, Codere, Dahsah, Bayer and Mun, 2014;).

وفي ظل التأكيد على أن تعليم العلوم لا يزال قاصراً على الجانب المعرفي (عبدالكريم ،2017)، ويوظف بعض الاستراتيجيات التي لم تعد تقدم ما هو مأمول منها في ظل التطورات الحديثة لمناهج العلوم, ولا تحقق أهداف تنمية طبيعة العلم والثقافة العلمية لدى جميع الطلاب (عدس وعوض، 2009;2016 Dagher and Erduran, 2017; Isabelle, 2017; Kuhn et al.,)، فإن حداثة التعامل مع الممارسات العلمية والهندسية يُظهر ضرورةً لتأصيل مفهومها ودعم توظيفها في صفوف العلوم، مما يزيد من فرص وعوامل تعزيز نجاح تدريس العلوم (Schwarz, Passmore, and Reiser, 2017).

وقد لاحظ الباحث من خلال تعامله مع الميدان التعليمي وبحكم تخصصه في مجال تدريس العلوم، وجود قصور في كثير من جوانب العملية التعليمية التعلمية توافق ما أظهرته نتائج اختبارات التوجهات الدولية للعلوم والرياضيات [TIMSS] التي أجريت عام (2015)، من ضعف في فهم طبيعة العلم والتحصيل لدى الطلاب في مادة العلوم محلياً ودولياً، والذي قد يعود السبب في ذلك إلى طبيعة الممارسات التدريسية، التي يتبعها معلمو العلوم في التدريس.

وفي ضوء ندرة البحوث والدراسات المحلية التي تتناول الممارسات العلمية والهندسية، وعدم وجود أية دراسات تتبنى أو تستخدم وحدات أو مناهج تعليمية قائمة على الممارسات العلمية والهندسية– في حدود علم الباحث واطلاعه– وقياس فاعليتها في تنمية فهم الطلبة لطبيعة العلم والتحصيل الدراسي لديهم، تتحدد مشكلة هذا البحث في تدني مستوى الطلاب في فهم طبيعة العلم والتحصيل الدراسي، لذا، حاولت الدراسة التصدي لهذه المشكلة من خلال قياس أثر توظيف الممارسات العلمية والهندسية في تنمية فهم طبيعة العلم والتحصيل الدراسي لدى طلبة الصف الثالث المتوسط في مادة العلوم.

ويمكن صياغة مشكلة الدراسة بالسؤال الرئيس التالي:

ما أثر توظيف الممارسات العلمية والهندسية في تنمية فهم طبيعة العلم وتحسين مستوى التحصيل الدراسي لدى طلبة الصف الثالث المتوسط في مادة العلوم؟.

ويتفرع منه السؤالين التاليين:

1– ما أثر توظيف الممارسات العلمية والهندسية في تنمية فهم طبيعة العلم لدى طلبة الصف الثالث المتوسط في مادة العلوم؟.

2– ما أثر توظيف الممارسات العلمية والهندسية في تحسين مستوى التحصيل الدراسي لدى طلبة الصف الثالث المتوسط في مادة العلوم؟.

أهداف الدراسة:

سعت الدراسة إلى تحقيق الأهداف الآتية:

1– قياس أثر توظيف الممارسات العلمية والهندسية في تنمية فهم طبيعة العلم لدى طلبة الصف الثالث المتوسط في مادة العلوم.

2– قياس أثر توظيف الممارسات العلمية والهندسية في تحسين مستوى التحصيل الدراسي لدى طلبة الصف الثالث المتوسط في مادة العلوم.

فروض الدراسة:

1. لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار فهم طبيعة العلم, يعزى لتوظيف الممارسات العلمية والهندسية.

2. لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي، يعزى لتوظيف الممارسات العلمية والهندسية.

أهمية الدراسة:

تأتي أهمية الدراسة النظرية من حداثة بعد الممارسات العلمية والهندسية كأحد أبعاد مشروع الجيل القادم من معايير العلوم، ومواكبتها التطورات الحديثة لحركات إصلاح وتطوير التربية العلمية الداعية إلى التركيز على انسجام البيئة التعليمية مع قدرات الطلاب, وتطوير كفاءات المعلمين التعليمية والتربوية، والارتقاء في محتوى مناهج العلوم بما يتوافق مع متطلبات سوق العمل ومهارات القرن الحادي والعشرين. كما تظهر أهميتها العملية من خلال:

– استجابتها لمشروع تطوير مناهج العلوم, الذي تنفذه وتقوم عليه وزارة التعليم, من خلال توظيف الاتجاهات العالمية الناجحة والفاعلة في تطوير واستخدام ممارسات حديثة لتدريس العلوم.

– تقديم طريقة لتدريس وحدة دراسية توظف الممارسات العلمية والهندسية, يمكن من خلالها تقديم المادة التعليمية بشكل أكثر فاعلية, كما تقدم دليلاً لتدريسها يوظف الممارسات العلمية والهندسية، يمكن أن يسترشد به مخططو المناهج ومطوروها في إعداد أدلة مماثلة لوحدات دراسية أخرى في العلوم.

– تقديم أدوات تقويم تم التأكد من صدقها وثباتها في مجال فهم طبيعة العلم والتحصيل الدراسي.

– تعطي للباحثين ملامح لإجراء دراسات تطويرية مماثلة في مجال تدريس العلوم بالاسترشاد بمشروع الجيل القادم من معايير العلوم، وفي ضوء متغيرات متنوعة وفي ظل ظروف مختلفة.

التعريفات الإجرائية لمصطلحات الدراسة:

تضمنت الدراسة مجموعة من المصطلحات من المهم تعريفها إجرائياً وهي:

الممارسات العلمية والهندسية: يعرفها مركز البحث الوطني الأمريكي (NRC, 2012, p54) بانها جميع الإجراءات المتضمنة في عملية تطوير المفاهيم العلمية الجديدة، ولكي يفهم الطلبة الأفكار العلمية والهندسية المرتبطة بها، من خلال الانخراط في ممارسة عمليات طرح الأسئلة وتحديد الحلول، وتصميم وتنفيذ الإستقصاءات، تفسير وتحليل البيانات والمعلومات، تطوير واستخدام النماذج وتطويرها، الانغماس في الحجج من الأدلة، تطوير التفسيرات العلمية، استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي، وإيصال المعلومات إلى الآخرين.

فيما عرفها ال كاسي وحكمي (2018، ص302) بأنها ممارسة طرق العلماء في الانخراط في التحقيقات العلمية وبناء النماذج والنظريات حول العالم الطبيعي، والقيام بالممارسات الهندسية من تصميم وبناء نماذج ونظم كالمهندسين تماماً.

وتعرف إجرائيًا أنها: مجموعة الممارسات التي حددها مشروع الجيل القادم من معايير العلوم، ليتم توظيفها خلال التدريس الصفي لمناهج العلوم وهي: طرح الأسئلة وتحديد المشكلة، تطوير واستخدام النماذج، تخطيط وتنفيذ الإستقصاءات، تحليل وتفسير البيانات، الانغماس في الحجج من الأدلة، بناء التفسيرات وتصميم الحلول، الحصول على المعلومات وتقويمها وتوصيلها، استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي.

فهم طبيعة العلم: يعرفها ملكاوي (2009، ص7) بأنها الأفكار التي يحملها الطلبة حول طبيعة العلم بوصفه نشاطاً إنسانياً يهدف إلى فهم العالم وتتولد فيه المعرفة العلمية وتنقح وتتقدم بطرق لها سمة التفاعل مع المعرفة.

كما يعرفها شحادة (2008)– المشار اليه في الزعبي (2017، ص355)– بأنها بناء من المعرفة المنظمة، وطريقة للبحث عن هذه المعرفة لاستخدامها لصالح الإنسان في ضوء أهداف يسعى إليها، وطرق وأساليب وأخلاقيات يلتزم بها، ويتضمن أربعة أبعاد تميزه عن غيره من ميادين المعرفة الأخرى هي (أهدافه– خصائصه– أخلاقياته– نتائجه).

ويعرف إجرائياً أنه: الفهم الناتج عن مجموعة الأهداف والعمليات والنواتج والخصائص العلمية المندمجة في الممارسات الاستقصائية التي تساعد على التوصل إلى معرفة علمية جديدة لدى دراسة وبحث ظاهرة علمية معينة، ويظهر هذه الفهم من خلال الدرجة التي يحصل عليها أفراد عينة الدراسة بفعل إجابتهم على اختبار فهم طبيعة العلم المعد خصيصاً لهذه البحث.

التحصيل الدراسي: يعرفه اللقاني والجمل (2003، ص47) على أنه " مدى استيعاب الطلاب لما فعلوا من خبرات معينة من خلال مقررات دراسية ويقاس بالدرجة التِي يحصل عليها الطلاب في الاَختبارات التحصيلية المعدة لهذا الغرض".

ويعرف إجرائياً أنه: مقدار ما نما لدى الطالب من فهم لما مر به من خبرات ومعارف داخل صف العلوم خلال دراسته لوحدة الكهرومغناطيسية من كتاب العلوم للصف الثالث المتوسط من مفاهيم علمية وقوانين وتجارب علمية معملية, ويقاس إجرائيًا عن طريق الدرجة التي يتحصل عليها الطالب في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي.

متغيرات الدِّراسة:

1- المتغير المستقل: طريقة التدريس (توظيف الممارسات العلمية والهندسية، الاعتيادية).

2- المتغيرات التابعة: فهم طبيعة العلم، والتحصيل الدراسي.

حدود الدراسة:

التزمت الدراسة بالحدود التالية:

1. الحد البشري والمكاني: اقتصرت عينة الدراسة على طلاب المدارس المتوسطة بمدينة ينبع البحر بالمملكة العربية السعودية.

2. الحد الموضوعي: اقتصرت الدراسة على: الممارسات العلمية والهندسية المضمنة في مشروع الجيل القادم من معايير العلوم، ومحتوى وحدة الكهرومغناطيسية (الوحدة السادسة) من كتاب العلوم للصف الثالث المتوسط– الفصل الدراسي الثاني المقرر من قبل وزارة التعليم لعام (2018/2017م- 1439/1438هـ).

3. الحد الزماني: تم تطبيق الدراسة في الفصل الدراسي الثاني للعام (2018/2017م- 1439/1438هـ).

الإطار النظري والدراسات السابقة

حظيت مناهج العلوم في مختلف دول العالم خلال النصف الثاني من القرن العشرين بالعديد من مشاريع الإصلاح والتطوير من اجل الوصول إلى مناهج متطورة تحقق أهدافها وتقطف سبق التطور العلمي وتتماشى مع متطلبات العصر، وانصبّت في بوتقة تحقيق هدف التربية العلمية المتمثل في إنتاج الإنسان المثقف علمياً.

فمنذ أن ظهر تقريرا (أُمة في خطر)، و(تعليم الأمريكيين للقرن الحادي والعشرين) الصادرين عن اللجنة الوطنية للتميز التربوي الأمريكية عام (1983)، تأكدت الحاجة إلى أن يكون تعليم العلوم قادراً على إكساب المتعلمين القدرة على تحديد أسئلة عن الطبيعة وظواهرها، وتنمية القدرة على حل المشكلة والتفكير الناقد والإبداعي، وإدراك طبيعة العلم والتكنولوجيا والمهن المتاحة، وفهم المعارف الأكاديمية والرئيسة (الشحيمية, 2015).

وجاءت الاستجابة لذلك سريعاً من المنظمة الأمريكية للتقدم العلمي التي أصدرت (مشروع 2061) سنة (1985), ليمثل رؤية مستقبلية عريضة لإصلاح التربية العلمية، بهدف تحقيق الثقافة العلمية في مجالات العلوم والرياضيات والتكنولوجيا, باعتبار أن العلوم والرياضيات والتكنولوجيا هي عوامل التغير، ليتلوه إصدار مشروع المدى والتتابع والتنسيق عام (1988)، بهدف زيادة الثقافة العلمية لدى المتعلمين من خلال تقديم المفاهيم العلمية المُهمة بالقدر الكافي، وبشكل متناسق بين المباحث العلمية، من خلال تقليص كمية المحتوى العلمي المقدم لهم، وبما يُساعدهم على استخدام المحتوى لحل المشكلات اليومية التي لها صفة علمية أو تكنولوجية.(المومني,2016).

فيما قام مجلس البحث الوطني الأمريكي للبحث بإصدار مشروع المعايير الوطنية الأمريكية للتربية العلمية عام (1996) لتهتم بتلبية حاجات الطلاب من معرفة وعمل بدءًا من رياض الأطفال حتى الصف الثاني عشر، وبهدف تحقيق الثقافة العلمية،

وتوظيف القضايا الاجتماعية المرتبطة بالعلم, وتتضمن ستة معايير هي: معايير التدريس, والمحتوى, والتقييم, والإنماء المهني للمعلم, والبرنامج, والنظام (NRC,1996).

وفي ضوء ما توصل إليه مجلس البحث الوطني الأمريكي من استعراض لنتائج البحوث التي أُجريت حول تعليم وتعلم العلوم في ضوء المشاريع السابقة، والتي استهدفت تحديد المعارف والمهارات الأساسية لتعليم العلوم والهندسة للطلبة في التعليم العام من رياض الأطفال حتى الصف الثاني عشر، خلُص إلى أنه: ينبغي التركيز على عدد محدود من الأفكار الأساسية التخصصية والمفاهيم الشاملة لحقول العلوم، وأن يصمم التعليم والتعلم بحيث يساعد الطلبة على بناء وتنقيح معارفهم وقدراتهم باستمرار وعلى مدى سنوات عدة، ودمج هذه المعرفة من خلال الانخراط في البحث العلمي والتصميم الهندسي، وعليه؛ فقد أصدر المجلس إطاراً لتعليم العلوم في صفوف التعليم العام، يؤكد على تكامل العلوم ووحدة المعرفة، ويركز على تطوير ممارسات المعلمين والمتعلمين بما يمكّنهم من تحقيق فلسفة وأهداف التربية العلمية، وفق نهج نوعي حديث يوائم بين المناهج الدراسية، والتدريس، والتقويم بصورة تنمي فهم المفاهيم العلمية والأفكار الأساسية لمجالات العلوم الأربعة (NRC, 2012).

واستناداً إلى إطار تعليم العلوم في صفوف التعليم العام، تم إصدار مشروع الجيل القادم من معايير العلوم، عام (2013) ليعكس رؤية جديدة لتعليم العلوم، وفق عدد من التحولات المفاهيمية التالية (Pruitt, 2014; Krajcik, et al., 2014; Fick, 2018):

1) أن تعليم العلوم ينبغي أن يعكس الطبيعة المترابطة للعلوم كما يمارسها ذوو الخبرة في العالم الحقيقي.

2) أن يؤكد تعليم العلوم، على توقعات الأداء (المعيار) لدى الطلبة وليس المناهج الدراسية؛ بحيث يصف كل معيار ما يعرفه الطلبة، وما يستطيعون القيام به في الحياة الواقعية، ويضم الأبعاد (الممارسات العلمية والهندسية، والأفكار المحورية، والمفاهيم المتداخلة بين فروع العلم المختلفة)، معاً بشكل مترابط متداخل.

3) أن تبنى المفاهيم العلمية بصورة متماسكة، من خلال التركيز على عدد قليل من الأفكار الأساسية لتخصصات العلوم التي ينبغي أن يعرفها الطلبة قبل تخرجهم من المرحلة الثانوية لضمان تعلم وتعليم العلوم بصورة متماسكة.

4) أن يركز تعليم العلوم على الفهم المتعمق للمحتوى وتطبيقه.

5) أن تدمج التكنولوجيا والهندسة في هيكل تعليم العلوم من خلال التصميم الهندسي، بنفس مستوى تدريس التخصصات العلمية داخل الصفوف الدراسية وعبر المراحل الدراسية جميعها، وإعطاء الأفكار الأساسية للتكنولوجيا والهندسة تماماً كغيرها من التخصصات العلمية الرئيسة.

6) أن يصمم تعليم العلوم لإعداد الطلبة للدراسة الجامعية، والعمل، والمواطنة الصالحة.

7) أن تتم موائمة تعليم العلوم، والمعايير المشتركة الأساسية للعلوم الأخرى (الآداب والفنون، واللغة الإنجليزية، والرياضيات) بصورة هادفة وموضوعية وتوفر فرصة عادلة للطلبة للحصول على معايير التعلم، لضمان سرعة التكامل في جميع المجالات.

وبملاحظة التحولات المفاهيمية السابقة، نجد أن فلسفة مشروع الجيل القادم من معايير العلوم استندت إلى النظرية البنائية من حيث توظيف النتائج التي توصلت إليها من ثلاثة عقود من العلم المعرفي, المتمثلة في النظر إلى أن التعلم عملية بناءة ومنفتحة، وأنه ينطلق من المعارف والاستراتيجيات والخبرات السياقية، وأن الدوافع والمعتقدات جزء لا يتجزأ من الإدراك، وأن التفاعل الاجتماعي أمر أساسي للتنمية المعرفية (Pruitt, 2014).

فيما يؤكد مشروع الجيل القادم من معايير العلوم، على ضرورة معرفة كيف يمكن أن يكتسب الطلبة المعرفة المتخصصة التي تحقق وحدة المعرفة؟ وكيف يمكن تطوير أهداف وطموحات الطلبة وتحضيرهم للحياة والعمل بعد نهاية المرحلة الثانوية؟، وهذا لا يتأتى إلا من خلال أن تكون النشاطات والممارسات التدريسية مصممة بطريقة تؤكد على تكاملية الممارسات العلمية والهندسية، وأن تنطلق من اهتمامات الطلبة وخبراتهم السابقة في سياق حقول ومناهج العلوم القائمة، وأن تُنفذ ضمن إطار من النشاط التفاعلي والاجتماعي ضمن بيئة داعمة ممتعة آمنة، بحيث يتمكّن الطلبة من إدراك طبيعة العلوم وأهميتها في تحسين وتطوير حياتهم، وهذا بدوره يؤكد ضرورة تطوير وتعميق فهم المعلمين لفلسفة طبيعة العلم (Harrison, Seraphin, Philippoff, Vallin, and Brandon, 2015)، وأن تركز على دعم القدرة على تطبيق المعرفة العلمية مع الرياضيات والتكنولوجيا والهندسة، وتصميم وإجراء التجارب وما يتعلق بها من تحليل وتفسير البيانات، واكتساب مهارات وقدرات العمل ضمن فرق عمل متعددة التخصصات (Roseman, Herrmann-Abell, and Koppal, 2017).

وعليه، فإن إصدار مشروع الجيل القادم من معايير العلوم، جاء لطلبة اليوم وللقوى العاملة في الغد، ولتكون مناهج العلوم غنية في المحتوى والممارسة، مرتبة بطريقة مترابطة متداخلة في مختلف التخصصات، من رياض الأطفال إلى نهاية المرحلة الثانوية، وليتمكن جميع الطلبة من تعلم العلوم والهندسة بشكل فعال، حيث تكون المشروع من الأبعاد التالية (NGSS Lead States, 2013):

1. الممارسات العلمية والهندسية (Science and Engineering Practices [SEP]): ويقصد بها الدمج بين الممارسات العلمية التي تصف سلوك العلماء، كالانخراط في الاستقصاء، وبناء النماذج والنظريات، كما تتضمن الممارسات المعرفية والاجتماعية والبدنية، والممارسات الهندسية التي تصف السلوكات التي تنطوي على صياغة مشكلة يمكن حلها من خلال التصميم الهندسي.

2. المفاهيم الشاملة (Crosscutting Concepts [CC]): وتتضمن جميع المفاهيم المشتركة بين حقول العلوم، التي يجب أن يمارسها الطلبة صراحةً؛ لأنها توفر مخطط تنظيمي لتشابك المعرفة لجميع حقول العلوم المختلفة في رؤية متماسة وقائمة على أساس علمي بحيث تربط مختلف المجالات العلمية، ومن أهم المفاهيم الشاملة: النمط، التشابه، التنوع، السبب والنتيجة، الحجم، النسبة، الكمية، النظم، النموذج، الطاقة، المادة، التركيب والوظيفة، الثبات والتغيير.

3. الأفكار الأساسية (Core Idea [CI]): لمجالات التخصصات الأربعة: الفيزياء، الأحياء، علوم الأرض والفضاء، وتطبيقات الهندسة والرياضيات والتكنولوجيا وطبيعة العلم.

في ضوء ما سبق، يلاحظ الدور الرئيس لبعد الممارسات العلمية والهندسية في تطوير الخبرات التعلمية لدى المتعلمين وتنمية قدراتهم على إقامة روابط بين المفاهيم والتمثيلات، فالخبراء في مجالٍ ما لا يعلمون أكثر من غيرهم عن أي تخصص أو مجال، إلا أنهم يدركون كيف ترتبط الأفكار مع بعضها ببعض، ويوفر هذا الإدراك المنظم لديهم مزايا متعددة لممارسة التفكير والتعلم، فعندما يتعاملون مع مشكلة جديدة، فإنهم يكونون قادرين على الوصول إلى جوانبها العميقة بدلاً من السمات السطحية؛ وبالتالي يمكن ربط المهام والمفاهيم الجديدة بالتجارب السابقة بسهولة أكبر وجدية أكثر (NRC, 2012).

كما يبرز دوره في مساعدة المتعلمين على إيجاد روابط بين المفاهيم الشاملة والأفكار الأساسية، وتنمية وعي الطالب والمعلم فيما يتعلق بتلك الروابط من أجل الاستفادة منها في تطوير التعلم، والحصول على فهم أعمق للمفاهيم الشاملة، التي تؤدي إلى

معرفة أكثر تكاملاً، وأوسع نطاقاً، وأكثر تمايزاً من تلك المفاهيم المبنية في كل تخصص على حدة (Duncan and Cavera, 2015).

وعليه، يمكن النظر إلى الممارسات العلمية والهندسية كانطلاقة جديدة في تدريس العلوم، كونها تركز على امتلاك الطلبة للمعرفة والمهارة في آن واحد، وتدمج كلا من الاستقصاء وعادات العقل والمهارة معاً، ويمارس فيها عمل العالم الذي يدرس المعرفة مع عمل المهندس الذي يصمم حلولاً عملية للمشاكل (NGSS, 2013)، وأن هذه الممارسات جاءت لزيادة وإثراء تعلم وتعليم العلوم، حيث تتضمن القيام بعمل شيء وتعلم شيء آخر معاً، بحيث لا يمكن فصل أي منهما عن الآخر (Duschl and Bybee, 2014).

ويؤكد لاشابيلي وساجيانيس وكوننجهام (Lachapelle, Sargianis, and Cunningham, 2013) على أن الممارسات العلمية والهندسية ما هي إلا وسيلة لإشغال الطلبة بالعلم وتعلم العلوم، إذ إن انشغالهم بها يجعلها هي المحتوى الذي يتعلم الطلبة منه إجراء التجارب، وجمع البيانات والأدلة، وتنمية مهارات التواصل والاتصال، وتطوير النماذج والأدوات، واستخدام الرياضيات، والقدرة على تقييم الادعاء بالجدل بناءً على الأدلة والبراهين، والتخطيط وتنفيذ الإستقصاءات، والقدرة على التفسير، وبالتالي تطوير قدرات الطلبة المعرفية والعملية، واكتساب الثقافة العلمية، وامتلاك مهارات القرن الواحد والعشرين، وتمثل رؤية طبيعة العلم للنشاطات التي يقوم بها العلماء والمهندسون.

فيما يؤكد دوسشي وبايبي (Duschl and Bybee, 2014) على أن التحول إلى الممارسات العلمية والهندسية في تدريس العلوم، يتطلب من معلم العلوم أن يغير من ممارساته داخل صف العلوم، ومن طريقة تقويمه للطلبة وتصميمه للأنشطة الصفية، بصورة تبرز تمكنه منها، وتظهر أيضاً لدى طلبته القدرة على تحقيق الأداء المتوقع لتعلم المحتوى العلمي.

ولقد أكد مجلس البحث الوطني الأمريكي (NRC)، على ضرورة النظر للممارسات العلمية والهندسية نظرة منهجية شاملة متكاملة، حيث إن كل ممارسة تضم مجموعة من العمليات العلمية المتقاربة، التي تحقق الهدف نفسه، أو تضيف عمليات لم تكن موجودة من قبل، كما أنها قد تستخدم أكثر من طريقة للبحث. فالممارسة الأولى (طرح الأسئلة (عمل العلم) وتحديد المشكلات (عمل الهندسة))، تعد المحرك الذي يحرك العلم والهندسة، لأنها تعمل على توليد استفسارات حول الظواهر التي يحتمل أن يتم الرد عليها بنماذج أو تفسيرات مدعومة بالأدلة التجريبية، وصولاً إلى تحديد المشكلات ووضع تصاميم هندسية تعتمد على الأدلة التجريبية، كما تعد مكوناً هاماً من مكونات الثقافة العلمية وطبيعة العلم، كونها تساهم في جعل الأفراد مستهلكين وناقدين للمعرفة، وهي ليست حصراً على العلماء والمهندسين، بل للأفراد باختلاف اهتماماتهم، فهي ممارسة يومية يقوم بها الجميع (عبدالكريم، 2017).

أما الممارسة الثانية (تطوير واستخدام النماذج) فتعبر عن عملية بناء وتوظيف وتقييم ومراجعة تمثيل (فيزيائي، رسومي، رياضي) لظاهرة ما من أجل تطوير الأفكار حول كيفية عمل العالم، وتطوير التفسيرات السببية لظواهر العالم الحقيقي وتحديد الأسئلة والتنبؤات وتوصيل الأفكار إلى الآخرين، وبالتالي، تصوير العلاقات بين عناصر النظام، واختبار الفروض من خلال الأساليب الحسابية أو الحاسوبية ، والإبلاغ عن التفسيرات المقترحة، وإبراز القدرة على اتخاذ قرار حول ما هو مدرج أو غير مدرج في النموذج وآثار تلك القرارات على فائدة النموذج العملية والعلمية (NGSS, 2016).

فيما تعد الممارسة الثالثة (تخطيط وتنفيذ الإستقصاءات)، محور الممارسات العلمية والهندسية، حيث إن التخطيط والتنفيذ لهذه الممارسة يأخذ أشكالاً عديدة ومختلفة، ولا يتبع منهجية واحدة في تأدية دورها المهم في تطوير النماذج للظواهر العلمية وكيفية استخدامها في تفسير الظاهرة العلمية، وفي تحديد البيانات التي ستقدم أدلة صحيحة وموثوقة لتطوير أو اختبار تفسير أو نموذج لظاهرة ما (Miranda and Hermann, 2013).

وتتناول الممارسة الرابعة (تحليل البيانات وتفسيرها)، كلاً من: البيانات المنظمة (هدف التحليل)؛ وإدراك البيانات (هدف التفسير)، من خلال استخدام مجموعة من الأدوات كالجدولة، والتحليل الإحصائي، والتمثيل البياني، من أجل تنظيم واستنتاج المعنى من البيانات والكشف عن الأنماط والعلاقات التي تسمح باستخدام البيانات كدليل لدعم نموذج أو تسهيل تفسير نتائج التحليلات وتطبيقها على السؤال المطروح للبحث والتفكير والإجابة عليه (Shapiro, 2018).

وتعد الممارسة الخامسة (استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي)، بما تتضمنه من استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي وتطبيق عمليات التفكير الرياضية كفحص العلاقات الكمية، والحاسوبية كتطوير الخوارزميات، عاملا مهماً وأساسياً في تطوير التفسيرات المستندة إلى أدلة من نماذج، حيث تسمح عمليات التفكير الحاسوبية بحوسبة مختلف جوانب المسعى العلمي المتعلق بجمع البيانات، وإنشاء واستخدام النماذج، وتنظيم وتحليل البيانات، ودعم المطالبات أو الادعاءات، والتنبؤات الكمية، وكذلك في دعم الممارسات العلمية الأخرى، كاستخدام التفكير الحاسوبي لتطوير إجراء (أي خوارزمية) لأتمتة عملية جمع البيانات أو لمعالجة وتحليل كميات كبيرة من البيانات، وكذلك في تطوير النماذج للظواهر(Sneider, Stephenson, Schafer, and Flick, 2014).

فيما تعتبر الممارسة السادسة (بناء التفسيرات)، الهدف النهائي من المسعى العلمي– والذي غالباً ما يتم باستخدام النماذج التي تصف الآليات السببية للظواهر والطبيعة التي تبلورت خلالها التفسيرات، ويتم فيها استخدام أدلة صحيحة وموثوقة من البيانات، والخبرات الشخصية، والمعرفة العلمية العامة، والمبادئ العلمية، في عملية التفكير لدعم ادعاء أو شرح ظاهرة من ظواهر العالم الحقيقي، باستخدام أدلة صحيحة وموثوقة لبناء أو مراجعة التفسيرات (Rowland, 2014).

وتعبر الممارسة السابعة (الانخراط في الحجج من الأدلة)، عن العملية الاجتماعية التي يتم فيها المشاركة في تقييم وتبرير العمليات التي يتم من خلالها إنشاء النماذج والتفسيرات، وشرحها لجمهور معين، ومقارنة وتقييم وتبرير النماذج والتفسيرات المتنافسة استنادًا إلى نقاط القوة والقيود الخاصة بها، ومدعومة بمصادر متعددة للأدلة، وتقديم حالة واضحة ومنطقية لأقوى نموذج وتبرير باستخدام الأدلة والإستدلال، انطلاقاً من أن الجدال يتخلل المسعى العلمي، وينطوي على تطوير وانتقاد للحجج. ويتطلب حججاً شفهية وكتابية لدعم أو دحض النماذج والتفسيرات للظواهر موضع الجدال العلمي (NGSS Lead States, 2013).

وأخيراً فالممارسة الثامنة (الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها)، يتم فيها قراءة وتفسير وإنتاج نص علمي وفني لغرض تطوير نماذج وتفسيرات، وذلك بعد تقييم مصداقية المصادر، والتعرف على الأفكار البارزة، وتحديد مصادر الخطأ أو العيوب المنهجية، وتمييز الملاحظات من الاستدلالات، والمطالبات من الأدلة، والحجج من التفسيرات، مع توظيف لعملية التواصل بصورة واضحة ومقنعة، واستخدام أنماط متعددة من معلومات الاتصال بما في ذلك الرسوم البيانية والنماذج والمعادلات والكتابة والمناقشة (Duncan and Cavera, 2015).

مما سبق، يلاحظ أن توظيف الممارسات العلمية والهندسية في تدريس العلوم، يتطلب من بيئة تعليم وتعلم العلوم أن تتضمن مجموعة من الأنشطة، تتكامل وتندمج فيها أبعاد الجيل القادم من معايير العلوم، يقوم فيها المتعلمون بالبحث والاستقصاء وتصميم المشروعات وتوليد معرفة جديدة، وتدمج فيها المواد التعليمية مع استراتيجيات التعلم، وتتضمن استقبالاً لأفكار بحثية تطبيقية لتصميم مشروع لحل مشكلة تتعلق بظاهرة معينة, وتتضمن سؤال المختصين وذوي الخبرة والمعرفة عن المشكلة وحلولها, وتحليل وتركيب المعلومات وتصميم حل المشكلة من خلال جلسات العصف الذهني والتساؤلات البناءة، وتقديم عرض تقديمي, يتم فيه عرض ملف إنجاز خاص يوضح ما تم تعلمه خلال فصل أو وحدة أو موضوع معين.

وللوصول إلى درس علوم يوظف الممارسات العلمية والهندسية بفعالية، فإن ذلك يتطلب توظيف مشكلات حقيقية وإعطاء الفرصة لهم لمناقشتها والبحث عن حلول مناسبة لها بصورة جماعية تعاونية، وأن يقوموا بأنفسهم بعمليات البحث والاكتشاف والاستقصاء, بهدف تحويل الأفكار والنتائج إلى تصاميم هندسية متعددة المراحل: تحديد المشكلة ووضع فرضية– وضع عدد من الأفكار والاحتمالات– تصميم نموذج– تجربة النموذج – تحليل النتائج – إعادة تصميم النموذج (عند الحاجة)، اتخاذ القرار الأنسب، وأن يتم ربط محتوى العلوم بالرياضيات وتشجيع المتعلم على استخدام التكنولوجيا بطريقة فاعلة لتصميم النماذج الخاصة بهم، مع التأكيد على إعطاء الحرية في تقديم إجابات متعددة بأشكال مختلفة واعتبار الفشل جزءًا لا يتجزأ من التعلم (Pratt, 2012; NRC, 2012; Olivarez, 2012).

وعليه، فإنه من الأهمية بمكان أن يوظف تدريس العلوم الممارسات العلمية والهندسية، باستخدام مجموعة متنوعة من أساليب التقصي العلمي، المستند إلى الأدلة التجريبية، للتوصل إلى معرفة علمية قابلة للمراجعة والتعديل والتغيير في ضوء أدلة جديدة، وتفترض النظام والاتساق في الانظمة الطبيعية، وأن توضح النماذج العلمية والقوانين والآليات والنظريات الظواهر الطبيعية، انطلاقا من أن العلم مسعى إنساني يتطرق لأسئلة حول العالم المادي والمحسوس وصولاً لطريق المعرفة (NGSS Lead States, 2013).

وبنظرة فاحصة لما سبق، يلاحظ أن هذه المفاهيم تمثل مبادئ فهم طبيعة العلم، وأنها ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالممارسات العلمية والهندسية والمفاهيم الشاملة، وبالتالي يلاحظ الربط في التعبير عن توقعات الأداء وطبيعة العلم في مشروع الجيل القادم من معايير العلوم، وهو ما يؤكد عليه (NRC, 2012) من ضرورة أن تتاح الفرصة للطلاب للوقوف والتفكير في كيفية مساهمة الممارسات العلمية والهندسية في تراكم المعرفة العلمية، فعلى سبيل المثال، عندما يقوم الطلاب بإجراء استقصاء، أو تطوير نماذج، أو طرح أسئلة وحل مشكلات، أو المشاركة في الحجج، يجب أن تتاح لهم الفرص للتفكير في ما قاموا به ولماذا، وللمقارنة بين منهجيتهم الخاص بما لدى أقرانهم أو العلماء المحترفين، فمن خلال هذا النوع من التفكير يمكنهم فهم أهمية كل ممارسة في تطوير فهم دقيق لطبيعة العلم.

الدراسات السابقة:

قام الباحث بإجراء مسح للدراسات التربوية المحلية والدولية ذات العلاقة بهذه الدراسة، باستخدام المسح الآلي في قواعد البيانات واستخدام شبكة المعلومات (الإنترنت)، فقد رجع إلى الدراسات السابقة الأكثر ارتباطاً بدراست؛ نظراً لندرة الدراسات التي تناولت توظيف الممارسات العلمية والهندسية، وفيما يأتي عرضٌ لها مرتبة تنازلياً، وفقاً لتسلسلها الزمني:

أجرى كانج ودونوفان ومكارثي (Kang, Donovan, and McCarthy, 2018) دراسة هدفت إلى تقييم معرفة المحتوى التربوي، والثقة في تفعيل الممارسات العلمية والهندسية لدى مدرسي الصفوف الإبتدائية، كشفت النتائج أن المدرسين كانوا قادرين على وصف معرفتهم بالمناهج الدراسية، وقدرة الطلاب على توظيف الممارسات العلمية والهندسية في تعلم العلوم، كما كشفت النتائج عن اتساق ملحوظ في تقييمات المعرفة والثقة، حيث كانت أعلى درجة في ممارسة (تحليل وترجمة البيانات) وأدنى درجة ممارسة (استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي)، فقد فيما حصلت ممارسة (طرح الأسئلة وتحديد المشكلات) على أعلى درجة في أدائهم التدريسي، وممارسة (الحصول على المعلومات وتقييمها ونقلها) على أدنى درجة.

كما هدفت دراسة كوهن وارفيدسون وليسبيرناس وكوربر (Kuhn, Arvidson, Lesperance, and Corprew, 2017) إلى التأكد من أن ممارسة الطلبة للممارسات العلمية والهندسية تعمق فهمهم للعلوم، وتقديرهم لكل من المعايير والأهداف والقيم، تكونت عينة الدراسة من مجموعة تجريبية قامت بأنشطة تتضمن توظيف الممارسات العلمية والهندسية قائمة على مشكلات مفتوحة، حيث قام الطلبة باستقصاءات علمية للحصول على المعلومات، ومن ثم تحليلها وتفسيرها وتقديم الحجج، أظهرت نتائج الدراسة تطور الفهم العميق للمفاهيم العلمية ومهارات البحث عن المعلومات وتحليلها لدى الطلبة، كما أنهم أصبحوا أقدر على تقييم ما يعرض عليهم من معلومات بناءً على الحجج والأدلة المتوافرة لديهم.

وتناولت دراسة مككوماس ونوويري (McComas and Nouri, 2016) واقع علاقة طبيعة العلم مع مشروع الجيل القادم من معايير العلوم، ودورها في دعم تدريس العلوم، حيث أظهرت النتائج تضمين أحد العناصر الرئيسة لطبيعة العلم وهو "العلوم كطريقة معرفة" بنسبة مقبولة، في حين أن سبعة عناصر لطبيعة العلم تم التأكيد في المعايير على تضمينها وبالذات؛ الإبداع والذاتية، لم تدرج بالحد الموصى به، مما حد من تأثيرها على تعلم العلوم لدى الطلبة وفهمهم لطبيعة العلم، وأوصت الدراسة بضرورة تفعيل المبادئ الأساسية لطبيعة العلم في تدريس العلوم من خلال التوظيف الأمثل للممارسات العلمية والهندسية في صفوف العلوم، واعتبارها بعداً رابعاً من أبعاد مشروع الجيل القادم من معايير العلوم.

أما المومني (2016) فهدفت دراستها إلى بناء تصور مقترح لتدريس العلوم في الأردن في ضوء الجيل القادم من معايير العلوم، ودراسة أثر وحدة مطورة في ضوئه على ممارسات وتحصيل واتجاهات طالبات الصف الثامن الأساسي نحو العلوم. أظهرت النتائج وجود فروق دالة احصائياً تعزى إلى الوحدة المطورة في تحصيل الطالبات وكذلك في اتجاهات الطالبات نحو العلوم تعزى للوحدة المطورة، كما أظهرت النتائج أن هناك بعض الممارسات التي أبدعت بها الطالبات كتطوير واستخدام النماذج، بينما أظهرت ضعفا واضحاً في ممارسة استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي لدى الطالبات.

وأجرى كاواساكي (Kawasaki, 2015) دراسة نوعية هدفت إلى دراسة مدى قدرة المعلمين على تضمين أبعاد الجيل القادم من معايير العلوم في ادائهم الصفي، وأظهرت نتائج التحليل النوعي للبيانات، وجود تفاوت في قدرة المعلمين على استخدام الممارسات العلمية والهندسية، والذي انعكس أيضاً على اختلاف قدرة المعلمين على المواءمة بين الأهداف والمعايير، حيث أرجعت الدراسة هذا التفاوت بصورة رئيسة إلى برامج تأهيل وتدريب المعلمين قبل وأثناء الخدمة.

وأما رولاند (Rowland, 2014) فقد هدفت دراسته إلى قياس أثر دمج الممارسات العلمية والهندسية في تدريس الأحياء على فهم الطلبة لمفاهيم الأحياء وتحفيزهم وتفاعلهم، وأظهرت النتائج تحسنا في كل من الفهم التصوري للطلاب وتحفيزهم للمشاركة.

وهدفت دراسة سنايدر وستيفانسون وشافير وفليك (Sneider, et al., 2014) إلى بحث واقع إدخال الرياضيات والتّفكير الحاسوبي كأحد الممارسات العلمية والهندسية، حيث اتضح خلال تحليلهم للواقع التّدريسي، أن هذه الممارسة لم تول اهتماماً للحد الذي يمكن الطّلبة من تطبيقها على النّحو المأمول، وتوصلُوا إلى أن إدماج المفاهيم الرياضية والمنطق الرياضي أقلّ المفاهيم والمرتكزات شيوعاً بين مدرسي العلوم في غرف العلوم الصفية.

كما أجرى رايزر وبيرلاند وكنيون (Reiser, Berland, and Kenyon, 2012) دراسة نوعية لدراسة أثر كل من (ممارسة بناء التفسيرات وتصميم الحلول)، و(ممارسة الانخراط بالحجج من الأدلة) لارتباطهما معاً بشكل واضح، فممارسة التفسير يتبعها ممارسة المحاججة بالأدلة لدعم التفسير أو رفضه، وذلك من خلال تقييم أربعة مواضيع مختلفة تدرس للصفوف الأول والخامس والسادس والثامن، حيث قام الطلبة بالانشغال بمحاولة التفسير والمحاجاة والنقد والتوفيق بين التفسير والمحاجاة القائمة على الأدلة العلمية، أظهرت النتائج أن انشغال الطلبة بهذه الممارسات دعم قدرتهم على التفسير، وأوصت الدراسة بأهمية التركيز على أسئلة المعلم التي تحفز الطلبة على التفكير والبحث واختيار التفسير المناسب بناءً على الحجج والبراهين المقنعة، كأساس لتوظيف باقي الممارسات في التعلم الصفي.

من خلال استعراض الدراسات السابقة يلاحظ أن الممارسات العلمية والهندسية قد حظيت باهتمام الباحثين بالرغم من حداثة الموضوع، مما يدل على أهميتها في تدريس العلوم، وأثرها الإيجابي في إكساب الطلبة مهارات التعامل مع المعلومات وصولاً إلى الفهم العميق لها باستخدام الحجج والأدلة المتوافرة لديهم، ومن ابرز الملاحظات التي تم التوصل إليها، أن هناك تركيزاً على تناول الممارسات العلمية والهندسية الثمان معاً، كدراسة كانج واخرون (Kang, et al., 2018)، كوهن واخرون (Kuhn, et al., 2017)، كواساكي (Kawasaki, 2015)، والمومني (2015)، رولاند (Rowland, 2014). بينما تناولت دراسة رايزر وآخرون (Reiser, et al., 2012) ممارستين فقط من مجتمع الممارسات العلمية والهندسية هما: ممارسة (تفسير البيانات وإيجاد الحلول)، وممارسة (الانخراط في الحجج من الأدلة).

وقد تشابهت الدراسة الحالية مع دراسة كل من: كانج واخرون (Kang, et al., 2018)، كوهن واخرون (Kuhn, et al., 2017)، كواساكي (Kawasaki, 2015)، والمومني (2015)، رولاند (Rowland, 2014)، من خلال تناولها الممارسات العلمية والهندسية الثمان معاً.

وتوافقت الدراسة الحالية مع دراسة كل من: كوهن واخرون (Kuhn, et al., 2017)، رولاند (Rowland, 2014)، رايزر وآخرون (Reiser, et al., 2012)، من حيث إنها ركزت على الطلبة فقط. كما توافقت مع دراسة مككوماس ونوويري (McComas and Nouri, 2016) في تحليلها لواقع علاقة طبيعة العلم مع مشروع الجيل القادم من معايير العلوم، وتدريس العلوم، من خلال دعمها لأهمية الدراسة الذي تمثل في دعوتها لاعتبار طبيعة العلم بعداً رابعاً من أبعاد مشروع الجيل القادم من معايير العلوم.

فيما اختلفت الدراسة الحالية مع دراسة كل من: كانج واخرون (Kang, et al., 2018)، كاواساكي (Kawasaki, 2015)، سنايدر وآخرون (Sneider, et al., 2014) ، التي تناولت واقع الأداء التدريسي لمعلمي العلوم من حيث توظيف الممارسات العلمية والهندسية.

وقد استفادت الدراسة من الدراسات السابقة في الاطلاع على الأدب النظري الذي تناولته، والمنهجية المستخدمة فيها، وتصميم أدواتها، وموادها التي تمثلت في إعداد دليل المعلم ودليل أنشطة تعلم الطالب، وصياغة دروس الوحدة التجريبية، وتفسير النتائج ومناقشتها.

بينما تميزت الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة، في عدم وجود أية دراسة تناولت أثر الممارسات العلمية الهندسية في تنمية فهم طبيعة العلم؛ على الرغم من تأكيد مشروع الجيل القادم من معايير العلوم على الربط بينهما، كما تميزت بأنها طورت وحدة دراسية قائمة على الممارسات العلمية والهندسية ودليل معلم لها، وأنها طورت أداة لقياس فهم طبيعة العلم لدى طلبة الصف الثالث المتوسط.

منهج الدِّراسة:

استخدمت الدراسة المنهج التجريبي القائم على التصميم شبه التجريبي الثنائي لمجموعتين؛ تجريبية وضابطة، ذي القياس القبلي والبعدي، حيث تم تطبيق أداتي الدراسة (اختبار فهم طبيعة العلم، والاختبار التحصيلي) قبلياً على مجموعتي الدِّراسة؛ بهدف التأكد من تكافؤ المجموعتين، ثم درست المجموعة التجريبية وحدة الكهرومغناطيسية المثراة بالممارسات العلمية والهندسية، بينما درست المجموعة الضابطة موضوعات وحدة الكهرومغناطيسية كما هي مقررة في كتاب العلوم، وبعد انتهاء الخطة الزمنية المحددة لتدريس الوحدة، تم تطبيق أداتي الدراسة بعدياً على المجموعتين.

مجتمع الدِّراسة:

تكون مجتمع الدِّراسة من جميع طلاب الصف الثالث المتوسط بمدينة ينبع البحر خلال الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي 1438هـ -1439هـ، والبالغ عددهم (2407) طلاب.

عينة الدِّراسة:

تكونت عينة الدراسة من طلاب الصف الثالث المتوسط من مدارس مدينة ينبع البحر المتوسطة في: المجموعة التجريبية في مدرسة الحديثة المتوسطة وعددهم (57) طالباً، والمجموعة الضابطة في مدرسة نبع المعرفة المتوسطة وعددهم (59) طالباً, حيث تم اختيارها قصداً، وذلك في ضوء ما أبدته إدارة هذه المدارس من تعاون؛ ووجود مشرف مقيم للعلوم فيها؛ واستعداد من معلم العلوم لتنفيذ إجراءات التدريس في الوحدة الدراسية؛ فضلاً عن سهولة الوصول إليها.

مواد الدِّراسة وأدواتها:

للإجابة عن أسئلة الدِّراسة الحالية؛ وللتحقق من صحة فروضها تم إعداد ما يلي:

أولاً: <u>مواد الدراسة</u>:

1- أنشطة الممارسات العلمية والهندسية التي تم توظيفها في الوحدة الدراسية: حيث تم:

- اختيار وحدة "الكهرومغناطيسية" من كتاب العلوم المقرر للصف الثالث المتوسط، في الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي 1439/1438هـ، لما تتضمنه الوحدة من مفاهيم أساسية وفرعية مرتبطة بالكهرباء والمغناطيسية؛ يدرسها الطلاب في صفوف تعليمية لاحقة، وما تتضمنه من قضايا وتطبيقات ذات صلة بحياة الطلاب اليومية، والتي قد تثير لدى الطلاب التساؤلات والمناقشات والتخيلات العلمية المستمرة وابتكار تصاميم لحل ما يرتبط بها من مشكلات، وهو ما يسعى توظيف الممارسات العلمية

والهندسية إلى تحقيقه، وما تشتمل عليه من تجارب وأنشطة عملية يقوم الطلاب بأدائها ويمكن من خلالها تنمية فهم طبيعة العلم والتحصيل الدراسي، وما تتطلبه من زمن تدريس كبير نسبيًا؛ مما قد يساعد على تنمية فهم طبيعة العلم والتحصيل لدى الطلاب.

– لإعداد واختيار الأنشطة التي توظف الممارسات العلمية والهندسية، قام الباحث بجمع أنواع مختلفة منها، متوافقة مع المادة العلمية لمحتوى دروس الوحدة، من مصادر متنوعة (الكتب، والدراسات العلمية المحكمة، ومواقع الإنترنت للمدارس التي تطبق الجيل القادم من معايير العلوم).

– توزيع الأنشطة التي تم إعدادها على الدروس الواردة في الوحدة الدراسية، من خلال مراعاة فلسفة ومبررات ومبادئ استخدام وتوظيف الممارسات العلمية والهندسية في تدريس العلوم، بحيث تتضمن أكبر عدد ممكن من أنشطة التعلم التي توظف الممارسات العلمية والهندسية، وتتم مراعاة الوقت لكل درس وصياغة محتواه بشكل شامل ودقيق، وتحديد الوسائل التعليمية وتتضمن الأشكال والصور التوضيحية المناسبة، وأن تراعي الإجراءات مستوى ونوع الأداء المستهدف، وأن تتيح الأنشطة المصاحبة لكل موقف تعليمي، الفرصة للطلاب بالمشاركة الفاعلة فيه، وأن تستثير الطرق واستراتيجيات التدريس دافعية الطلاب للتعلم، يراعي التقويم الأهداف، ويتنوع في الأنواع والأساليب والأدوات، وتستخدم طرق التعزيز والتغذية الراجعة المناسبة. ففي نشاط لتصميم وإنتاج دائرة كهربائية، يتم تزويد الطالب بما يحتاج اليه من مواد لتنفيذ النشاط، كما يطلب منه البحث خلال الإنترنت لجمع معلومات تتعلق بالنشاط، وكذلك يمارس حساب أطوال الأسلاك اللازمة لتنفيذ النشاط وتحديد قيمة الجهد الكهربائي (جـ) للبطارية، ومن ثم إعداد ورسم نموذج في ضوء ما تم جمعه من معلومات، واقتراح تصميم هندسي للتنفيذ، وكتابة القيم الرياضية التي يحصل عليها على الرسم، ومن ثم تحديد مدى مناسبة ودقة التصميم الهندسي بشكل نهائي والتأكد من جميع الحسابات الرياضية وصولا للمنتج النهائي من النشاط.

– عرض الوحدة بما تضمنته من أنشطة توظف الممارسات العلمية والهندسية، على مجموعة من المحكمين في مجالي القياس والتقويم، والمناهج وطرق تدريس العلوم من أعضاء هيئة التدريس الجامعي، بالإضافة إلى عدد من مشرفي ومعلمي العلوم, ضمن استبانة أُعدت لهذا الغرض، وذلك بهدف التأكد من صدق المحتوى ومدى صلاحيتها للتطبيق من حيث: مدى الملاءمة لطلاب الصف الثالث المتوسط، مدى الدقة والسلامة العلمية واللغوية، ومدى احتوائها على عناصر بنائها الرئيسة، ومدى كفايتها في توظيف الممارسات العلمية والهندسية، وإكساب الطلبة فهماً سليماً لطبيعة العلم، وحذف أو إضافة ما يرونه مناسباً، فكان لهم بعض الملاحظات والتعديلات– وكان من أبرزها التركيز عند إعداد الدروس على التنويع في استراتيجيات التدريس عند تناول أي ممارسة الممارسات العلمية والهندسية– وقد تم أخذها بعين الاعتبار بحيث أصبحت الوحدة الدراسية في صورتها النهائية.

2– دليل المعلم

تم إعداد دليل المعلم لتدريس الوحدة الدراسية المثراة بأنشطة توظيف الممارسات العلمية والهندسية، كي يسترشد به معلم العلوم في تدريس موضوعاتها، حيث تم تضمينه؛ مقدمة عامة، الأهداف العامة للدليل، الأهداف التعليمية الإجرائية في بداية كل موضوع، مخطط الوحدة الدراسية، دور كل من المعلم والمتعلم، خطوات سير التدريس، الوسائل والأنشطة التعليمية المناسبة، مشروعي تصميم هندسي, أساليب التقويم المناسبة.

وللتأكد من صدق المحتوى لما جاء في الدليل ومدى صلاحيته للتطبيق، تم عرضه على مجموعة من المحكمين في مجالي القياس والتقويم، والمناهج وطرق تدريس العلوم من أعضاء هيئة التدريس ببعض الجامعات السعودية والعربية، بالإضافة إلى عدد

من مشرفي ومعلمي العلوم, ضمن استبانة أُعدت لهذا الغرض، وذلك لاستطلاع آرائهم من حيث: مدى احتوائه على العناصر الرئيسة لدليل المعلم، مدى الدقة والسلامة العلمية واللغوية، ومدى كفاية أنشطة التعلم لتوظيف الممارسات العلمية والهندسية في الوحدة، وبما يحقق أهداف الدراسة، وحذف أو إضافة ما يرونه مناسباً لطبيعة الدراسة المعد لها الدليل، وقد تم الأخذ بما أورده المحكمون من أراء، بحيث أصبح الدليل في صورته النهائية.

ثانيًا – أدوات الدِّراسة :

تم استخدم أداتين رئيسيتين لجمع البيانات التجريبية، هما:

1- اختبار فهم طبيعة العلم:

تم إعداد اختبار فهم طبيعة العلم لطلاب الصف الثالث المتوسط، الذي تم تحديد الهدف منه في قياس مدى تحقق أهداف الوحدة الدراسية، من خلال ما ورد في الدراسات التربوية المضمنة في متن الدراسة، التي اهتمت بدراسة طبيعة العلم؛ وما ورد فيها من اختبارات هدفت إلى قياس فهم طبيعة العلم لدى المتعلمين في المراحل التعليمية المختلفة، وتحديد شكل الأسئلة وعددها ونمط الاستجابة للاختبار، وتمت صياغة مفردات الاختبار على نمط الاختيار من متعدد رباعي البدائل, ووفق الشروط الفنية لصياغة المفردة الجيدة، كذلك تمت صياغة تعليمات الاختبار بلغة واضحة وبعبارات قصيرة.

صدق وثبات الاختبار: للتأكد من صدق الاختبار بعد إعداده بصورته الأولية, تم عرضه على مجموعة من المحكمين في مجالي؛ القياس والتقويم والمناهج وطرق تدريس العلوم من أعضاء هيئة التدريس الجامعي ومشرفين ومعلمي لمادة العلوم, وقد كان عدد أسئلة الاختبار (40) سؤالاً, ضمن استبانة أُعدت لهذا الغرض، وذلك لاستطلاع آرائهم من حيث: مدى ملاءمة الاختبار لطلاب الصف الثالث المتوسط وتعلم وتعليم العلوم، مدى السلامة العلمية واللغوية لأسئلة الاختبار، مدى ملاءمة البدائل لكل سؤال من أسئلة الاختبار، وحذف أو إضافة ما يرونه مناسباً لطبيعة الاختبار، حيث أبدى المحكمون بعض الملاحظات تمثلت في: إعادة صياغة بعض أسئلة الاختبار، وحذف بعضها، وتعديل صياغة بعض البدائل لتشكل جملة مفيدة ولتصبح متجانسة مع البدائل الأخرى، بحيث أصبح عدد أسئلة الاختبار (33) سؤالاً.

ومن ثم طبق الاختبار على عينة استطلاعية من مجتمع الدِّراسة، بلغ عددها (40) طالباً، بهدف معرفة مدى وضوح تعليمات الاختبار، ووضوح أسئلة الاختبار، حيث تم في ضوء ذلك حساب زمن تطبيق الاختبار، ليكون (40) دقيقة، وتطبيق معادلة معامل الصعوبة لأسئلة اختبار فهم طبيعة العلم، حيث تم حذف ثلاثة أسئلة كانت قيم معاملات الصعوبة لها أكبر من (0,85) ليتكون الاختبار بصورته النهائية من (30) سؤالاً، وتم حساب قيم معامل التمييز لأسئلة اختبار فهم طبيعة العلم، حيث تراوحت قيمها بين (0.78–0.90). وتم حساب صدق الاتساق الداخلي حيث كانت جميع قيم معامل الارتباط بين درجة كل سؤال والدرجة الكلية للاختبار، دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha \geq 0.01$)، مما يدل على اتساق أسئلة اختبار فهم طبيعة العلم وصلاحيتها للتطبيق على عينة الدراسة، وقد أعطي لكل سؤال يجيب عنه الطالب إجابة صحيحة (درجة واحدة)، و(صفر) إذا كانت الإجابة خطأ، وبذلك تكون الدرجة النهائية للاختبار (30) درجة، والصغرى صفر.

2- اختبار التحصيل الدراسي:

تم إعداد اختبار التحصيل الدراسي لقياس مستوى التحصيل الدراسي في الوحدة الدراسية لدى طلاب الصف الثالث المتوسط، وذلك بعد الاطلاع على الدراسات التربوية السابقة التي اهتمت بدراسته في العلوم؛ وما ورد فيها من اختبارات هدفت إلى قياسه لدى

المتعلمين في المراحل التعليمية المختلفة، وتحديد شكل الأسئلة وعددها ونمط الاستجابة للاختبار، وتمت صياغة مفرداته على نمط الاختيار من متعدد رباعي البدائل, وفق الشروط الفنية لصياغة المفردة الجيدة، وتمت صياغة تعليمات الاختبار بلغة واضحة وبعبارات قصيرة.

صدق وثبات الاختبار: للتأكد من صدق الاختبار بعد إعداده بصورته الأولية, تم عرضه على مجموعة من المحكمين في مجالي؛ القياس والتقويم والمناهج وطرق تدريس العلوم من أعضاء هيئة التدريس الجامعي ومشرفين ومعلمي لمادة العلوم, وقد كان عدد أسئلة الاختبار (44) سؤالًا, ضمن استبانة أُعدت لهذا الغرض، وذلك لاستطلاع آرائهم من حيث: مدى ملاءمة الاختبار لطلاب الصف الثالث المتوسط وتعلم وتعليم العلوم، مدى السلامة العلمية واللغوية لأسئلة الاختبار، مدى ملاءمة البدائل لكل سؤال من أسئلة الاختبار، وحذف أو إضافة ما يرونه مناسباً، حيث أبدى المحكمون بعض الملاحظات تمثلت في: إعادة صياغة بعض أسئلة الاختبار، وحذف بعض الأسئلة، وتعديل صياغة بعض البدائل، بحيث أصبح عدد أسئلة الاختبار (38) سؤالاً.

ومن ثم طبق الاختبار على عينة استطلاعية من مجتمع الدِّراسة، بلغ عددها (40) طالباً، بهدف معرفة مدى وضوح التعليمات والأسئلة، حيث تم في ضوء ذلك حساب زمن تطبيق الاختبار، ليكون (40) دقيقة، وتطبيق معادلة معامل الصعوبة لأسئلة الاختبار التحصيلي، حيث تم حذف ست أسئلة كانت قيم معاملات الصعوبة لها أكبر من (0,85) ليتكون الاختبار بصورته النهائية من (32) سؤالاً، وتم حساب قيم معامل التمييز لأسئلة الاختبار، حيث تراوحت قيمها بين (0.75–0.95). وتم حساب صدق الاتساق الداخلي حيث كانت جميع قيم معامل الارتباط بين درجة كل سؤال والدرجة الكلية للاختبار، دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$)، مما يدل على اتساق أسئلة الاختبار وصلاحيتها للتطبيق على عينة الدراسة، وقد أعطي لكل سؤال يجيب عنه الطالب إجابة صحيحة (درجة واحدة)، و(صفر) إذا كانت الإجابة خطأ، وبذلك تكون الدرجة النهائية للاختبار (32) درجة، والصغرى صفر.

إجراءات الدراسة

تم تنفيذ التجربة الأساسية للدراسة وفق الخطوات التالية:

- تحديد مجتمع وعينة الدِّراسة.
- التطبيق القبلي لأدوات الدِّراسة قبل البدء بتدريس الوحدة الدراسية في اليومين (23 – 24) /1438/5هـ، على المجموعتين التجريبية والضابطة.
- التحقق من تكافؤ المجموعتين في التطبيق القبلي لاختبار فهم طبيعة العلم، باستخدام اختبار (ت) للمجموعات المستقلة، والجدول رقم (1) يوضح ذلك.

جدول (1): نتائج اختبار(ت) للتعرف على الفروق بين المجموعتين الضابطة والتجريبية في التطبيق القبلي لاختبار فهم طبيعة العلم

	المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الفرق بين المتوسطين	قيمة ت	مستوى الدلالة
اختبار فهم طبيعة العلم	الضابطة	59	16.42	3.602	0.31	0.417	0.678
	التجريبية	57	16.11	4.585			

يتضح من الجدول (1) أنه لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين المجموعتين الضابطة والتجريبية في التطبيق القبلي لاختبار فهم طبيعة العلم، حيث إن قيمة اختبار (ت) للاختبار (0.417) ومستوى الدلالة أكبر من (0.05) وهي (0.678). مما يدل على وجود تكافؤ بين المجموعتين التجريبيتين الضابطة والتجريبية، في التطبيق القبلي لاختبار فهم طبيعة العلم.

– التحقق من تكافؤ المجموعتين في التطبيق القبلي للاختبار التحصيلي، باستخدام اختبار (ت) للمجموعات المستقلة، والجدول رقم (2) يوضح ذلك.

جدول(2): نتائج اختبار(ت) للتعرف على الفروق بين المجموعتين الضابطة والتجريبية في التطبيق القبلي للاختبار التحصيلي

	المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الفرق بين المتوسطين	قيمة ت	مستوى الدلالة
الاختبار الكلي	الضابطة	59	7.86	5.557	0.09	0.081	0.936
	التجريبية	57	7.95	5.498			

يتضح من الجدول (2) أنه لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين المجموعتين الضابطة والتجريبية في التطبيق القبلي للاختبار التحصيلي، حيث إن قيمة اختبار (ت) للاختبار (0.081) ومستوى الدلالة أكبر من (0.05) وهي (0.936). مما يدل على وجود تكافؤ بين المجموعتين التجريبيتين الضابطة والتجريبية، في التطبيق القبلي للاختبار التحصيلي.

– تدريس الوحدة الدراسية للمجموعتين التجريبية والضابطة، وذلك بعد الانتهاء من التطبيق القبلي لأدوات الدِّراسة والتأكد من تكافؤ المجموعتين، اعتباراً من يوم الثلاثاء الموافق 25 /1438/6هـ، وفق الخطة التالية التي يوضحها الجدول (3):

الجدول (3): خطة تدريس الوحدة الدراسية للمجموعتين التجريبية والضابطة

الوحدة	رقم وعنوان الفصل	موضوع الدرس	عدد الحصص
	اللقاء التمهيدي		2
السادسة: الكهرومغناطيسية	**الفصل الحادي عشر: الكهرباء**	التيار الكهربائي	4
		الدوائر الكهربائية	4
		مشروع1: إنتاج جهاز كهربائي لعرض الشرائح العلمية الشفافة	2
	الفصل الثاني عشر: المغناطيس	الخصائص العامة للمغناطيس	4
		التيار الكهربائي والمغناطيسية	4
		مشروع2: صنع توربين هوائي	2
مجموع الحصص			22

– التطبيق البعدي لأداتي الدِّراسة، بعد الانتهاء من تدريس الوحدة الدراسية لطلاب المجموعتين التجريبية والضابطة.

– رصد النتائج ومعالجتها إحصائياً لاستخلاص أهم نتائج الدِّراسة، والاستفادة منها بتوصيات، ومقترحات يمكن تطبيقها في مجالات أخرى، حيث تم استخدام الأساليب الإحصائية التالية:

– اختبار (ت) لمجموعتين مستقلتين ((Independent Samples (T–Test).

– حجم الأثر (Effect Size) بناءً على قيمة مربع ايتا (η^2).

– معادلة بلاك (Black) للكسب المعدل.

نتائج الدِّراسة ومناقشتها

أ– النتائج المتعلقة بالفرض الأول:

نص الفرض الأول على أنه: " لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار فهم طبيعة العلم, يعزى لتوظيف الممارسات العلمية والهندسية". ولاختبار صحة هذا الفرض، استخدم اختبار (ت) للمجموعات المستقلة، والجدول (3) يوضح نتائج ذلك.

جدول (3): قيم (ت) لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين: التجريبية، والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار فهم طبيعة العلم

اختبار فهم طبيعة العلم	المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الفرق بين المتوسطين	قيمة ت	مستوى الدلالة
	الضابطة	59	16.54	2.781	8.50	17.277	0.000
	التجريبية	57	25.04	2.500			

يتضح من الجدول (3) أن المتوسط الحسابي لطلاب المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار فهم طبيعة العلم هو (16.54)، بينما لصالح المجموعة التجريبية هو(25.04)، أي أنه يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار فهم طبيعة العلم، ولصالح المجموعة التجريبية، حيث كانت قيمة (ت) (17.277) ومستوى الدلالة أقل من (0.05) وهو (0.000).

وللتعرف على حجم تأثير الوحدة الدراسية القائمة على الممارسات العلمية والهندسية في تنمية فهم طبيعة العلم في مادة العلوم لدى طلاب المجموعة التجريبية مقارنة بطلاب المجموعة الضابطة، تم استخدام مربع ايتا (η^2)، حيث بلغت قيمته (0,72)، وتقع في المستوى (حجم التأثير المرتفع) حسب تصنيف كوهين (Cohen)– المشار إليه في الشاردي (2013)–، والذي أشار إلى أن حجم التأثير يكون مرتفعاً إذا كانت النتيجة أعلى من القيمة (0.4). وتدل هذه النتيجة على وجود أثر إيجابي مرتفع لاستخدام الوحدة الدراسية القائمة على الممارسات العلمية والهندسية في تنمية فهم طبيعة العلم لدى طلاب المجموعة التجريبية (التي درست الوحدة الدراسية القائمة على الممارسات العلمية والهندسية) مقارنة بطلاب المجموعة الضابطة (التي درست الوحدة المقررة في الكتاب).

وللتحقق من أثر الوحدة الدراسية القائمة على الممارسات العلمية والهندسية في تنمية فهم طبيعة العلم لدى طلاب المجموعة التجريبية، تم استخدام معادلة بلاك (Black) للكسب المعدل، حيث بلغت نسبة الكسب المعدل (1.24) وهي أكبر من القيمة

(1.20) والتي حددها بلاك لإثبات الفاعلية، مما يشير بوضوح إلى أن الوحدة الدراسية القائمة على الممارسات العلمية والهندسية، تتصف بدرجة مرتفعة من الفاعلية في تنمية فهم طبيعة العلم لطلاب المجموعة التجريبية.

وفي ضوء ما سبق تم رفض الفرض الأول من فروض الدراسة, وقبول الفرض البديل الذي نصه "يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار فهم طبيعة العلم, يعزى لاستخدام الوحدة الدراسية في العلوم القائمة على الممارسات العلمية والهندسية".

ويمكن إرجاع هذه النتيجة إلى أن الوحدة الدراسية القائمة على الممارسات العلمية والهندسية، تُعدُّ بمثابة أدوات وآليات جديدة لإنماء ممارسات التعلم والتفكير والتخيل وحل المشكلات والابتكار والتصميم والتفوق العلمي وتعميق المعرفة المكتسبة لدى المتعلم، ولتعزيز اندماجه وتفاعله مع الأنشطة والمهام المتضمنة فيها، بحيث يبني معارفه بنفسه وفق قدراته واستعداداته، ويفعل مهارات في حل المشكلة واتخاذ القرار, وصياغة التنبؤات لإيجاد الحلول المناسبة لمواقف التعلُّم، وهو ما يتوافق مع طبيعة العلم. فمثلاً النشاط الذي تناول مقطع فيديو تعليمي عن الكهرباء، يؤكد على أن يشاهد الطالب المقطع بتركيز، ويدون ملاحظاته حول ما شاهد، وأن يسأل معلمه في ضوء هذه الملاحظات، ثم يعرض عليه مجموعة من الأدوات والأجهزة ذات العلاقة، ويطلب منه وصفها ووصف كيفية استخدامها، ووضع نموذج لأجراء الحسابات اللازمة للقيم الفيزيائية الداخلة بصورة عملية، ومن ثم الرجوع إلى مصادر متنوعة تتناول الدوائر الكهربائية، والمقاومة الكهربائية، والتيار الكهربائي وتصنيفها وتجميعها ضمن جداول، ومن ثم يعيد تصميم نموذجه بصورة هندسية لحل مشكلة معينة كنفايات الكهرباء مثلاً.

كما يمكن أن تعزى هذه النتيجة إلى أن التعليم وفق الممارسات العلمية والهندسية أظهر المنهج بصورة تكاملية مرتبطة مع بعضها مما يسهم في تعزيز المعرفة والمهارات في مجالات التكنولوجيا والتصميم، والتفكير الاستقرائي والاستنباطي، والتفكير الناقد، والمنطق الرياضي والعلمي، كما يساعد الطلاب في فهم العالم الحقيقي, وبالتالي فهم طبيعة العلم بشكل أكبر وأعمق.

وتتوافق هذه النتيجة مع ما أشارت إليه التميمي ورواقه (2017) وغانم (2016) وليدرمان (Lederman, 2014) من أهمية توظيف ممارسة طرح الأسئلة وتحديد المشكلات, وجمع المعلومات وتحليلها وتفسيرها وتوصيلها، وتنفيذ عمليات التقصي والاكتشاف أثناء التعلم، في تهيئة مناخ مناسب لتنمية فهم الطلبة لطبيعة العلم وزيادة قدرتهم على تبصر العلاقات وإدراك العمليات المعرفية العليا التي يقومون بها.

كما يمكن القول إن المشروعين اللذين قام الطلاب بتصميمهما كتوظيف للممارسات العلمية والهندسية، كانا تطبيقاً لطريقة التعلم القائم على المشروعات البيئية والمحلية التي تهم الطالب وترتبط ببيئته, وهذا ما أكده شواهين (2016) في أن أهم طرق التدريس التي يمكن تطبيقها لتنمية فهم طبيعة العلم، تتمثل في التعلم المعتمد على المشاريع, وما أظهرته نتائج دراسة الباز (2017) ولورانسيا وآخرون (Lawrencea, et al., 2016) من أن تضمين الأنشطة ذات التصميم الهندسي يزيد من قدرة طلاب على حل المشكلات المعقدة صعبة التعريف وتنمية فهم طبيعة العلم لديهم.

وقد يكون للقضايا والمشكلات البيئية والمحلية التي تم عرضها خلال الوحدة الدراسية، دور في حثّ الطلاب على النشاط والمشاركة في حل مشكلات غير محدَّدة، كالحالات التي قد تواجههم في حياتهم اليومية، وهو يتوافق مع ما أكدت عليه دراسة سشوارتز وباسمور وريزر (Schwarz, et al., 2017) ودراسة كراجسيك (Krajcik, 2015) من أن التعلم المبني على المشكلات، إذا قُدم من خلال طريقة مناسبة؛ فإنه يساعد في تنمية فهم طبيعة العلم لدى الطلاب.

كما يمكن أن تعزى هذه النتيجة إلى أن بيئة التعلم التي يتطلب توفيرها لتطبيق الممارسات العلمية والهندسية، عملت على حث الطلاب على العمل الجماعي والتعاون في الإنجاز كجزء من أنشطة التقصي في الوحدة الدراسية، وتضمينها لأنشطة عمل جماعي تستخدم خلالها الأدلة للوصول إلى استنتاجات وإعطاء توصيات؛ بالإضافة إلى تنمية قدرتهم على معالجة وتفسير البيانات والمعلومات من مصادر مختلفة، وهو ما يعمل على تنمية فهم طبيعة العلم لدى الطلبة, ولعل ما يؤكد ذلك، ما كشفته الدراسات التربوية من أن فهم طبيعة العلم يتطلب أن تكون النقاشات مستندة إلى أدلة واضحة ومعبرة، وتعاونية بين الطلبة ومعلمي العلوم أو بين الطلبة أنفسهم (Miranda and Hermann, 2013; Abd-El-Khalick and Lederman, 2000: ملكاوي، 2009)، ولعل ذلك ما تم توافره من خلال تعلم الوحدة الدراسية القائمة على الممارسات العلمية والهندسية.

ب-عرض النتائج المتعلقة بالفرض الثاني:

نص الفرض الثاني على أنه: " لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي، يعزى لتوظيف الممارسات العلمية والهندسية". ولاختبار صحة هذا الفرض تم استخدام اختبار (ت) للمجموعات المستقلة. والجدول (6) يوضح نتائج ذلك.

جدول (6): قيم (ت) لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين: التجريبية، والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي

الاختبار التحصيلي	المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الفرق بين المتوسطين	قيمة ت	مستوى الدلالة
	الضابطة	59	18.17	3.018	6.99	13.685	0.000
	التجريبية	57	25.16	2.144			

يتضح من نتائج الجدول (6) أن المتوسط الحسابي لطلاب المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي هو (18.17)، بينما للمجموعة التجريبية هو(25.16)، أي أنه يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة أقل من (0.05) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي ولصالح المجموعة التجريبية، حيث كانت قيمة (ت) (13.685) ومستوى الدلالة أقل من (0.05) وهو (0.000)، وتدل هذه النتيجة على وجود أثر إيجابي لاستخدام الوحدة الدراسية القائمة على الممارسات العلمية والهندسية في تنمية التحصيل الدراسي في مادة العلوم لدى طلاب المجموعة التجريبية مقارنة بطلاب المجموعة الضابطة.

وللتعرف على حجم أثر الوحدة الدراسية القائمة على الممارسات العلمية والهندسية في تنمية التحصيل الدراسي في مادة العلوم لدى طلاب المجموعة التجريبية مقارنة بطلاب المجموعة الضابطة، تم استخدام مربع ايتا (η^2)، حيث بلغت قيمته (0,62) للاختبار التحصيلي، وتقع في مستوى (حجم التأثير المرتفع) حسب تصنيف كوهين (Cohen)، والذي أشار إلى أن حجم التأثير يكون مرتفعاً اذا كانت النتيجة أعلى من القيمة (0.4). وتدل هذه النتيجة على وجود أثر ايجابي مرتفع لاستخدام الوحدة الدراسية القائمة على الممارسات العلمية والهندسية في تنمية التحصيل الدراسي في مادة العلوم لدى طلاب المجموعة التجريبية مقارنة بطلاب المجموعة الضابطة.

وللتحقق من أثر الوحدة الدراسية القائمة على الممارسات العلمية والهندسية في تحسين مستوى التحصيل الدراسي لدى طلاب المجموعة التجريبية، تم استخدام معادلة بلاك (Black) للكسب المعدل حيث بلغت نسبة الكسب المعدل (1.25) وهي أكبر من القيمة (1.20) والتي حددها بلاك لإثبات الفاعلية، مما يشير بوضوح إلى أن الوحدة الدراسية القائمة على الممارسات العلمية والهندسية تتصف بدرجة مرتفعة من الفاعلية في تنمية التحصيل الدراسي لصالح طلاب المجموعة التجريبية.

وفي ضوء ما سبق تم رفض الفرض الثاني من فروض الدراسة, وقبول الفرض البديل الذي نصه "يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي، يعزى لاستخدام الوحدة الدراسية في العلوم القائمة على الممارسات العلمية والهندسية".

ويمكن إرجاع هذه النتيجة إلى أن طبيعة الوحدة الدراسية القائمة على الممارسات العلمية والهندسية، وما وفرته من بيئة تعليمية تعلمية تتماشى وطبيعة تعلم وتعليم العلوم، وما تضمنته من أنشطة فردية أو جماعية، وأنشطة بحث وتقصي؛ وعمليات عقلية, جعلت الطلاب يتحملون مسؤولية تعلمهم تحملًا كاملًا، حيث يتناقشون، ويتحاورون، ويجربون, ويعبرون عن أفكارهم ويستمعون إلى وجهات النظر الأخرى؛ مما جعلهم يفكرون حول تعلمهم، ويبحثون أوجه القصور فيه، ومن ثمَّ يسعون إلى تعديله في ضوء ما تعلموه من بعضهم البعض؛ وربما كان لهذا تأثير في تنمية مستويات التحصيل الدراسي لدى الطلاب اللذين خضعوا للمعالجة التجريبية.

ومما قد يفسر هذه النتيجة أن تعليم الوحدة الدراسية القائمة على الممارسات العلمية والهندسية أدى إلى تعلم ذي معنى, وفهم العلاقات بين المعارف الجديدة وربطها بالمعارف السابقة، وساعد الطلاب على ربط كل ذلك بحياتهم وبيئتهم, خاصة عندما يرافق ذلك نشاط مرتبط بالموضوع, فمثلاً عند دراسة الكهرباء وما لها من آثار إيجابية وأيضاً سلبية وما قام به الطلاب من مشاريع (التوربينات الهوائية)، فقد قام الطلاب بتشكيل معرفة علمية نظرية وعلمية وأيضا بالمحاكاة والتصميم من خلال الأنشطة وهذا ما يمثل توظيفاً عملياً للممارسات العلمية والهندسية، وهذا ما أكد عليه أوليفاريز (Olivarez, 2012) من أن المشاركة النشطة للمتعلم تسهم في تعلم أعمق وأن التنوع في أساليب العرض والتمهيد للدروس وعرضها لدعوة الطلاب للمشاركة في حل نشاط أو إيجاد حل لمشكلة معينة بصورة فعالة من خلال عرض صور, ومقاطع الفيديو, وأشكال, كما تم في تدريس وحدة "الكهرومغناطيسية" .

وتتفق نتائج هذه الدِّراسة جزئياً مع نتائج بعض الدراسات السابقة التي تناولت أثر تدريس وحدة تعليمية مبنية على مشروع الجيل القادم من معايير العلوم او الممارسات العلمية والهندسية مع التحصيل الدراسي؛ كدراسة عبدالكريم (2017) ودراسة المومني (2015) في تفوق طلاب المجموعة التجريبية على طلاب المجموعة الضابطة في التحصيل الدراسي.

توصيات الدِّراسة:

لما كانت الدراسة الحالية قد توصلت إلى أن الوحدة الدراسية القائمة على الممارسات العلمية والهندسية ذات اثر في تنمية فهم طبيعة العلم والتحصيل الدراسي، فإنها توصي:

– معلمي العلوم بتوظيف الممارسات العلمية والهندسية في بيئات تعليم وتعلم العلوم لطلاب المرحلة المتوسطة, وتوفير البيئة التعليمية المناسبة والبنى الأساسية اللازمة لذلك. وتدريب الطلاب على توظيف الممارسات العلمية والهندسية في تعلم العلوم.

– مخططي ومصممي مناهج العلوم بموائمة مناهج العلوم في مراحل التعليم المختلفة من خلال إعادة تنظيمها وتطويرها في ضوء مشروع الجيل القادم من معايير العلوم.

– وزارة التعليم بتفعيل الشراكات التعليمية مع الجهات ذات العلاقة، في عقد دورات تدريبية لمشرفي ومعلمي العلوم؛ لتعريفهم بأهمية مشروع الجيل القادم من معايير العلوم وبعد الممارسات العلمية والهندسية، وكيفية إعداد الدروس وفق هذا المشروع. والاهتمام بتدريب معلمي العلوم بمراحل التعليم العام على طرق واستراتيجيات تنمية فهم طبيعة العلم والتحصيل الدراسي، وأساليب تقويمها.

– كليات التربية بتضمين برامج إعداد معلمي العلوم كيفية تدريس العلوم تخطيطاً وتنفيذاً وفق مشروع الجيل القادم من معايير العلوم وبعد الممارسات العلمية والهندسية.

مقترحات الدِّراسة:

في ضوء نتائج الدِّراسة تقترح الدراسة ما يلي:

– إجراء دراسات مُماثلة، تتضمن عينات عشوائية أكبر ومختلفة؛ مختارة من مجتمعات دراسية أُخرى بمناطق ومدن المملكة العربية السعودية؛ للوقوف على مدى إمكانية تعميم النتائج.

– إجراء دراسات تستهدف الكشف عن فاعلية استخدام ممارسة علمية وهندسية محددة بمراحل التعليم العام على تنمية فهم طبيعة العلم والتحصيل الدراسي.

– إجراء دراسات تقويمية لمقررات العلوم بالمراحل التعليمية المختلفة للوقوف على مدى تضمينها للممارسات العلمية والهندسية وطبيعة العلم.

– إجراء دراسة وصفية؛ للوقوف على الكفايات التدريبية اللازمة لمعلمي العلوم في ضوء الممارسات العلمية والهندسية وفهم طبيعة العلم.

المصادر والمراجع

ال كاسي، عبدالله وحكمي، فهد. (2018). تقويم محتوى منهج العلوم بالمرحلة الابتدائية في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS). *مجلة جامعة بيشة للعلوم الإنسانية والتربوية، 2*، 293-326.

الأسمري، إبراهيم؛ والجبر، جبر؛ والشايع، فهد. (2015). مدى تضمين جوانب طبيعة العلم في كتاب الأحياء للصف الأول الثانوي في المملكة العربية السعودية. *مجلة رسالة الخليج العربي، 134*، 85-104.

الباز، أحلام. (2017). تطوير منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء مجال التصميم الهندسي لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS وأثره في تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب. *مجلة كلية التربية* جامعة بورسعيد، *22*، 1161-1206.

التميمي، رنا؛ ورواقه، غازي. (2017). طبيعة العلم لدى معلمي علوم المرحلة الأساسية العليا وعلاقته بمستوى الفهم العلمي للقضايا الجدلية. *دراسات- العلوم التربوية، 44*(4)، 69-82.

الزعبي، طلال. (2009). العلاقة بين مستوى فهم معلمي العلوم الحياتية في المرحلة الثانوية لطبيعة العلم ومستوى فهمهم للقضايا العلمية الجدلية واتجاهاتهم العلمية. *دراسات - العلوم التربوية، 36*(2)، 235-221.

الزعبي، عبالله. (2017). أثر استخدام استراتيجية 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، 25*(3)، 249-369.

زيتون، عايش. (2010). *الاتجاهات العالمية المعاصرة في مناهج العلوم وتدريسها*. عمان: دار الشروق للنشر والتوزيع.

السيد، سهير. (2005). *أثر وحدة تدريسية مقترحة في ضوء التعليم المفاهيمي على تحصيل طالبات الصف الأول الثانوي في مادة الأحياء* (أطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة الخرطوم، السودان.

الشاردي، محمد. (2013). *تأثير حجم العينة على قوة الاختبار الإحصائي* (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة أم القرى، السعودية.

الشحيمية، أحلام. (2015). *أثر استخدام منحى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في تنمية التفكير الإبداعي وتحصيل العلوم لدى طلاب الصف الثالث الأساسي*(رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة السلطان قابوس، سلطنة عمان.

شواهين، خير. (2016). *طرائق حديثة في التعليم: برنامج STEM نماذج تطبيقيّة العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات*. إربد: عالم الكتب الحديثة.

صباريني، محمد؛ وملكاوي، آمال. (2017). واقع الإصلاحات في مجال تعلم العلوم وتعليمها في الأنظمة التعليمية العربية في ضوء الاتجاهات العالمية. *مجلة العلوم التربوية والنفسية، 18*(2)، 255-297.

عبدالكريم، سحر. (2017). 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، 21*،87- 111.

عدس، محسن وعوض، منال. (2009). مستوى فهم طبيعة العلم لدى طلبة الصف العاشر الأساسي في مدارس جنوب الخليل. *مجلة جامعة الخليل للبحوث، 4*(1)، 139-165.

عمر، عاصم. (2017). *تقويم محتوى مناهج الحياة بالمرحلة الثانوية بجمهورية مصر العربية في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS)*. ورقة مقدمة إلى المؤتمر العلمي التاسع عشر للجمعية المصرية للتربية العلمية، التربية العلمية والتنمية المستدامة، مصر :جامعة عين شمس.

غانم، تفيده. (2016). وحدة مقترحة في التكنولوجيا الخضراء قائمة على عملية التصميم التكنولوجي وفاعليتها في تنمية مهارات تصميم النماذج التكنولوجية واتخاذ القرار في مقرر العلوم البيئية لطلاب الصف الثالث الثانوي، *مجلة التربية العلمية، 18*(1), 1-54.

القضاة، محمد. (2016). *مستوى فهم طبيعة العلم وفق معايير (NSTA) لدى معلمي العلوم في الأردن في ضوء بعض المتغيرات* (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة آل البيت، الأردن.

مشروع الملك عبدالله لتطوير التعليم. (1431). *مشروع الاستراتيجية الوطنية لتطوير التعليم العام, شركة تطوير للخدمات التعليمية*. المملكة العربية السعودية.

مصطفى، جهاد. (2012). *فهم معلمي العلوم لطبيعة العلم وفلسفته وأثره في ممارساتهم التدريسية واعتقاداتهم ودافعيتهم نحو عملهم في ضوء الخبرة والمؤهل والتخصص* (أطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة اليرموك، الأردن.

ملكاوي، احمد. (2009). *أثر بيئة التعلم الصفية في تحصيل العلوم لدى طلبة المرحلة المتوسطة في السعودية وفهمهم لطبيعة العلم* (أطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة عمان العربية للدراسات العليا، الأردن.

المومني، أمل. (2016). تصوّر مقترح لتدريس العلوم في الأردن في ضوء الجيل الجديد من معايير العلوم (NGSS) (أطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة البرموك، الأردن.

اللقاني، أحمد والجمل، علي. (2003). معجم المصطلحات التربوية في المناهج وطرق التدريس. ط3. عمان: عالم الكتب.

Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education, 22*(7), 665- 701.

Achieve. (2013). *Next Generation Science Standards: Adoption and Implementation*. Washington, DC: The U.S. Education Delivery Institute.

American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (2006). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.

Bismack, A., Arias, A., Davis, E., & Palincsar, A. (2014). Connecting curriculum materials and teachers: Elementary science teachers' enactment of a reform-based curricular unit. *Journal of Science Teacher Education, 25*, 489–512. doi:10.1007/s10972-013-9372-x

Boesdorfer, S. & Staude, K. (2016). Teachers' Practices in High School Chemistry Just Prior to the Adoption of the Next Generation Science Standards. *School Science and Mathematics,116*(8), 442-458

Campbell, T. (2015) *Important Developments in Science Education in The U.S.: Next Generation Science Standards, Activity Theory, and Sociocultural Perspectives for Framing Science Teaching and Learning*. International conference on Mathematics, Science, and Science Education (ICMSSE), Indonesia; West Nusa Tenggara

Colson, M. & Colson, R. (2016). Planning NGSS-based instruction. Where do you start?. *The Science Teacher, 83*, 51–53.

Dagher, Z. & Erduran, S. (2016). Reconceptualizing the nature of science for science education. Why does it matter?. *Science & Education, 25*(1), 147–164.

Duncan, R. & Cavera, V. (2015). DCIs, SEPs, and CCs, oh my!: Understanding the three dimensions of the NGSS. *The Science Teacher, 82*(7), 67-71.

Duschl, R. & Bybee, R. (2014). Planning and carrying out investigations: an entry to learning and to teacher professional development around NGSS science and engineering practices. *International Journal of STEM education, 1*(1), 1-9.

Fick, S. (2018). What does three-dimensional teaching and learning look like?: Examining the potential for crosscutting concepts to support the development of science knowledge. *Science Education, 102*, 5–35. DOI: 10.1002/sce.21313

Harrison, G., Seraphin, K., Philippoff,J., Vallin,L. & Brandon,P. (2015): Comparing Models of Nature of Science Dimensionality Based on the Next Generation Science Standards, *International Journal of Science Education, 37*(8), 1321-1342. DOI:10.1080/09500693.2015.1035357

Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2007). The Nature of Science Education for Enhancing Scientific Literacy. *International Journal of Science Education,29*(11), 1347-1362

Isabelle, A. (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

Kang, E., Donovan, C. & McCarthy, M. (2018): Exploring Elementary Teachers' Pedagogical Content Knowledge and Confidence in Implementing the NGSS Science and Engineering Practices. *Journal of Science Teacher Education, 29*(1), 9-29. DOI:10.1080/1046560X.2017.1415616

Kawasaki, J. (2015). *Examining teachers' goals classroom instruction around the science and engineering practices in the next generation science standards*. Unpublished dissertation, university of California.

Krajcik, J. (2015). Project-based science: Engaging students in three-dimensional learning. *The Science Teacher, 82*(1), 25-27. Retrieved from http://static.nsta.org/files/tst1501_25.pdf

Krajcik, J., Codere, S., Dahsah, C., Bayer, R., & Mun, K. (2014). Planning instruction to meet the intent of the next generation science standards. *Journal of Science Teacher Education, 25*, 157-175.

Kuhn, D., Arvidsson, Y., Lesperance, R. & Corprew, R.(2017). Can Engaging in Science Practices Promote Deep Understanding of Them?. *Science Education. 101*(2) . 232–250

Lachapelle, C., Sargianis, K., and Cunningham, C. (2013). Engineer it, learn it: Science and engineering practices in action. *Science and Children, 51*(3), 70–76.

Lawrencea, M., Yangb,L., Briggsc,M., Hessionc,A. Koussac,A. & Wagonerc, L. (2016). Breathing life into engineering: A lesson study life science lesson. *Science Activities, 53*(4), 137–146. http://dx.doi.org/10.1080/00368121.2016.1211079

Lederman, N. (2007). Nature of science: past, present, and future. In Abell, S. & Lederman, N. (Editors), *Handbook of research on science education* (pp. 831-880). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Retrieved April 6, 2018, from http://msed.iit.edu /ids/curriculum /chemistry /articles/NOS_Lederman_ 2006. pdf

Lederman, 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.

McComas, W. & Nouri, N. (2016). The Nature of Science and the Next Generation Science Standards: Analysis and Critique. *Journal of Science Teacher Education, 27*,555–576. DOI 10.1007/s10972-016-9474-3

Miranda, R. & Hermann, R. (2013). Integrating science and engineering practices in an inquiry-based lesson wind-powered cars. *Science Scope, 36*(6), 54–60.

National Research Council [NRC]. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: The National Academies Press

National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for K-12 Science Education, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The Academies Press.

National Research Council [NRC]. (2015). *Guide to Implementing the Next Generation Science Standards. Committee on Guidance on Implementing the Next Generation Science Standards*. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education, Washington, DC: The National Academies Press.

Next Generation Science Standards [NGSS]. (2016). *9 things you need to know about the NGSS this month*. Retrieved from https://www.nextgenscience.org/sites/default/files/news/files/NGSSNowSept2016.pdf

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states.* Washington, DC: The National Academies Press. Retrieved from http://www.nextgenscience.org/nextgeneration-science-standards

Olivarez, N. (2012). *The Impact of a STEM Program on Academic Achievement of Eighth Grade Students in a South Texas Middle School*. (Doctoral Dissertation), Available from ProQuest Dissertations And Theses, Full Text (3549798)

Pratt, H. (2012) *The NSTA Reader's Guide to A Framework for K–12 Science Education Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Arlington, Virginia; NSTA Press.

Pruitt, S.(2014). The Next Generation Science Standards: The Features and Challenges. Journal of Science Teacher Education, 25,145–156. DOI 10.1007/s10972-014-9385-0

Reiser, B., Berland, L. & Kenyon, L. (2012). Engaging students in the scientific practices of explanation and argumentation. *Science Scope, 35*(8), 6–11

Roseman,J., Herrmann-Abell, C. & 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

Rowland, R. (2014), *Effects of incorporating selected next generation science standard practices on student motivation and understanding of biology content*. (Master Thesis), Montana State University, https://scholarworks.montana.edu/xmlui/bitstream/handle/1/3588/RowlandR0814.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Samara, N. (2015). Understanding of the 'Nature of Science' among undergraduate Students at Mutah University in Jordan. *European Scientific Journal, 11*(8), 290 - 302

Schwarz, C., Passmore, C., & Reiser, B. (2017). *Helping students make sense of the world using next generation science and engineering practices*. Arlington, VA: NSTA Press.

Shapiro, L. (2018). *High School Science Teachers' Receptivity to the Next Generation Science Standards an Examination of Discipline Specific Factors*. (Doctoral Dissertation), Available from ProQuest Dissertations And Theses, Full Text (10751507).

Sneider, C., Stephenson, C., Schafer, B., & Flick, L. (2014). Computational thinking in high school science classrooms. *Science Teacher, 81*(5), 53–59.

Stefanova, Y., Minevska, M., & Evtimova, S.(2010). Scientific Literacy: Problems of Science Education in Bulgarian School. *Problems of Education in the 21st Centrury,19*, 113- 118. Retrieved from http://www.scientiasocialis.lt/pec/files/pdf/vol19/113-118.Stefanova_Vol.19.pdf

Taber, K. & Akpan, B. (2017). *Science Education An International Course Companion*. AW Rotterdam, The Netherlands; Sense Publishers.