استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تدريس العلوم لتنمية الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية

د. سمية عيسى عيسى الشرقاوي
مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم
كلية التربية- جامعة دمياط

استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تدريس العلوم لتنمية الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية

د/سمية عيسى عيسى الشرقاوي

الملخص:

هدفت الدراسة إلى قياس فاعلية استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تدريس العلوم لتنمية الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، وقد تكونت مجموعة الدراسة من (٦٠) تلميذًا من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بإدراة دمياط التعليمية بمحافظة دمياط، ولتحقيق هدف الدراسة استخدمت الباحثة المنهج التجريبي ذي التصميم شبه التجريبي للمجموعتين (التجريبية- الضابطة)، حيث درست المجموعة التجريبية وحدة "الصوت والضوء" المقررة بمنهج العلوم للفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي (٢٠٢٤- ٢٠٢٥م) باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في حين درست المجموعة الضابطة الوحدة ذاتها باستخدام الطريقة المعتادة، وقد توصَّلت نتائج الدراسة إلى وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى ≤ ٠.٠٥ بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعتي الدراسة في التطبيق البعدي لاختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية وبطاقة الملاحظة المعدَّة لهذا الغرض لصالح المجموعة التجريبية، كما حقق تدريس الوحدة باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل درجة كبيرة من الفاعلية في تنمية الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم لدى تلميذات المجموعة التجريبية باستخدام نسبة الكسب المعدَّل لبليك بلغت (١,٤٨٣).

الكلمات المفتاحية: الاستقصاء القائم على الجدل- الممارسات العلمية والهندسية- معايير العلوم للجيل القادم.

Using the argument-driven inquiry model in teaching science to develop science and engineering practices according to the Next Generation Science Standards (NGSS) among preparatory stage pupils.

By
Dr. Somaya Eissa Eissa El-Sharkawy
Lecturer of Curriculum and Science Teaching Methods
Faculty of Education – Damietta University

Abstract:
The study aimed to measure the effectiveness of using the argument-driven inquiry model in teaching science to develop scientific and engineering practices according to the Next Generation Science Standards (NGSS) among preparatory stage pupils. The study group consisted of (60) second-year preparatory stage pupils in Damietta Education Administration in Damietta Governorate. To achieve the study objective, the researcher used the experimental method with a quasi-experimental design for the two groups (experimental - control). The experimental group studied the "Sound and Light" unit prescribed in the science curriculum for the second semester of the academic year (2024-2025) using the argument-driven inquiry model (ADI), while the control group studied the same unit using the traditional method. The study results showed a statistically significant difference at the level of ≤ 0.05 between the average scores of the students of the two study groups in the post-application of the cognitive aspect test of scientific and engineering practices and the observation card prepared for this purpose in favor of the experimental group. Teaching the unit using the argument-driven inquiry model also achieved a high degree of effectiveness in developing scientific and engineering practices according to the Next Generation Science Standards among the experimental group pupils achieved a score of (1.483) using Black's adjusted gain ratio.

Key words: Argument-driven inquiry "ADI" -Scientific and Engineering Practices "SEP" - Next Generation Science Standards "NGSS".

مقدمة:

شهدت الساحة التربوية سلسلة متتالية من التغييرات والمبادرات التي حدثت في مجال تدريس العلوم قادتها الولايات المتحدة الأمريكية، لعل من أبرزها "وثيقة تعليم العلوم للجيل القادم" The next generation science standards التي أصدرتها لجنة من المتخصصين في الأكاديمية الوطنية للعلوم والهندسة والطب عام (٢٠١٢)، حيث تُقدِّم هذه الوثيقة إطارًا شاملًا لتعليم العلوم في جميع الصفوف الدراسية بمراحل التعليم الأساسي والثانوي على أساس التكامل بين ثلاثة أبعاد رئيسة تتمثل في الممارسات العلمية والهندسية والمفاهيم المتكاملة والأفكار المحورية التخصصية لفروع المعرفة العلمية بما في ذلك المعايير التابعة لكل بُعد في كل من المناهج واستراتيجيات تدريسها وتقويمها *(National Research Council, 2012a).

كما أن معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) تتضمن مؤشرات لكيفية تدريس العلوم التي تصف توقعات الأداء المطلوبة من المتعلم في غرفة الصف وما ينبغي أن يعرفه ويكون قادرًا على عمله فيما يتعلق بمجالات العلوم المختلفة (العلوم الفيزيائية- علوم الحياة- علوم الأرض والفضاء- التصميم الهندسي- التكنولوجيا وتطبيقات العلم) بدءًا من رياض الأطفال حتى نهاية المرحلة الثانوية؛ وذلك من أجل بناء جيل قادر على تلبية متطلبات المجتمع وإشباع حاجاته ومواكبة التطورات والمستحدثات العلمية والتكنولوجية المعاصرة في شتى مجالات الحياة اليومية (Next Generation Sience Standards: For States, By States, 2013).

ونظرًا لأهمية تضمين معايير تعليم العلوم للجيل القادم "NGSS" بمنهج العلوم للمرحلة الإعدادية، فقد هدفت دراسة نهلة جاد الحق (٢٠٢١) إلى تنمية مهارات التفكير عالي الرتبة ومتعة التعلم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية من خلال برنامج مقترح قائم على معايير العلوم الجيل القادم (NGSS)، حيث تكونت مجموعة الدراسة من (٤٢) تلميذًا من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بإحدى مدارس محافظة الشرقية، ولتحقيق أهداف الدراسة أعدَّت الباحثة برنامج مقترح في مجال علوم الأرض والفضاء بعنوان "أنظمة الأرض والأنشطة البشرية"، ودليل معلم لتوضيح كيفية تدريس البرنامج، واختبار مهارات التفكير عالي الرتبة، ومقياس متعة التعلم في

* يسير التوثيق في هذه الدراسة على النحو التالي: (اسم المؤلف، وسنة النشر، ورقم الصفحة).

العلوم، وتم استخدام المنهج التجريبي ذي التصميم شبه التجريبي للمجموعة التجريبية الواحدة وأظهرت نتائج الدراسة وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير عالي الرتبة في العلوم، ومقياس متعة التعلم لصالح التطبيق البعدي، **وقد أوصت الدراسة في ضوء نتائجها بضرورة تطوير مناهج العلوم بالمرحلة الإعدادية وفقًا لمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS"، والاهتمام بتدريب التلاميذ على توظيف الممارسات العلمية والهندسية في أثناء دراستهم لمادة العلوم.**

وتعد الممارسات العلمية والهندسية Science and Engineering Practice أحد أبعاد مشروع معايير العلوم للجيل القادم "NGSS" التي تركز على تعميق فهم التلاميذ لطبيعة العلم والهندسة من خلال الدمج بين ثمان ممارسات تشتمل في مضمونها على الأنشطة التي ينبغي أن يمارسها التلاميذ في أثناء عمليتي التعليم والتعلم، والتي تبدأ بطرح الأسئلة التي تساعدهم على تحديد المشكلات ذات الصلة بمجالات العلوم المختلفة، وتخطيط وتنفيذ الاستقصاءات عند دراسة الظواهر العلمية أو حل ما يعترضهم من مشكلات، ومن ثم يحصلون على بيانات تتطلب معالجتها ممارسات تتمثل في استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي، وتطوير واستخدام النماذج وتحليل البيانات وتفسيرها، وتصميم الحلول، وللتأكد من فهمهم لتلك البيانات فإنهم يوظفون الممارسات المتعلقة بتقديم أدلة علمية مقنعة تدعم تفسيراتهم وحلولهم، والحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها (National Research Council, 2012b, 50– 53)

وقد حددت المؤسسة الوطنية لتعليم العلوم National science teaching association (2025) الممارسات العلمية والهندسية (SEP) بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" التي تصف توقعات الأداء المطلوبة من التلاميذ بمراحل التعليم المختلفة على النحو الآتي:

١- طرح الأسئلة (العلوم) وتحديد المشكلات (الهندسة) Asking questions and defining problems

٢- تطوير واستخدام النماذج Developing and using models

٣- تخطيط وتنفيذ الاستقصاءات Planning and carrying out investigations

٤- تحليل البيانات وتفسيرها Analyzing interpreting data

٥- استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي Using mathematics and computational thinking

٦- بناء التفسيرات (العلوم) وتصميم الحلول (الهندسة) Constructing explanations and designing solutions

٧- المشاركة في الحجج القائمة على الأدلة Engaging in argument from evidence

٨- الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها Obtaining, evaluating, and communicating information

وقد اهتمت عديد من البحوث والدراسات السابقة بتضمين الممارسات العلمية والهندسية (SEP) بمناهج العلوم وتنميتها لدى المتعلمين بجميع المراحل الدراسية، نذكر منها دراسة مروة الباز (٢٠١٧) التي استهدفت تطوير منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء مجال التصميم الهندسي لمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) وأثره في تنمية التحصيل والممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب، ولتحقيق أهداف البحث أعدَّت الباحثة قائمة معايير مجال التصميم الهندسي التي ينبغي تضمينها في منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي، وقائمة بالممارسات العلمية والهندسية التي ينبغي تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال تدريس الكيمياء، ثم قامت بتحليل محتوى منهج الكيمياء لتعرف مدى تضمينه لتلك المعايير بما تتضمنه من مفاهيم وأفكار وممارسات علمية وهندسية، حيث أشارت نتائج التحليل إلى ضعف مستوى تناول منهج الكيمياء لمعايير مجال التصميم الهندسي، ومن ثم وضع تصور مقترح لتطوير محتوى منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء معايير مجال التصميم الهندسي ولقياس أثره تم إعداد وحدة مقترحة بعنوان "التصميم الهندسي في الكيمياء"، واختبار تحصيل في الوحدة المقترحة، وبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية لدى طلاب الصف الأول الثانوي في مادة الكيمياء، وتم تطبيق الوحدة المقترحة، كما طُبقت أدوات الدراسة قبليًا وبعديًا على مجموعة الدراسة، وأشارت نتائجها إلى فاعلية الوحدة المقترحة في تنمية التحصيل والممارسات العلمية والهندسية (SEP) لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

كما استهدفت دراسة محمد خليفة وآخرون (٢٠٢١) تطوير منهج العلوم في ضوء الممارسات العلمية والهندسية (SEP) وأثره في تنمية الفهم العميق لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية حيث تكونت مجموعة الدراسة من (٣٠) تلميذة من تلميذات الصف الثالث الإعدادي بإحدى المدارس الإعدادية بنات بمدينة دسوق، وتمثَّلت مادة الدراسة وأدواتها في المنهج المطور على ضوء الممارسات العلمية والهندسية (SEP)، واختبار لقياس مهارات الفهم العميق، ومقياس الكفاءة الذاتية الأكاديمية، واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، والمنهج التجريبي بتصميمه شبه التجريبي ذي المجموعة الواحدة، وقد أظهرت النتائج وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (≤٠.٠٥) بين متوسطي درجات تلميذات المجموعة التجريبية للتطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الفهم العميق ومقياس الكفاءة الذاتية الأكاديمية لصالح التطبيق البعدي؛ يُعزى لاستخدام المنهج المطور في ضوء الممارسات العلمية والهندسية.

ويعد الاستقصاء القائم على الجدل Argument driven inquiry أحد نماذج التدريس الحديثة التي تتماشى مع معايير تعليم العلوم للجيل القادم "NGSS" حيث يركز على استخدام التلاميذ الأفكار التخصصية والمفاهيم المتكاملة والممارسات العلمية والهندسية لاستكشاف الظواهر في العالم من حولهم؛ مما يسهم في تعميق فهمهم لطبيعة المعرفة العلمية بالإضافة لدمج المتعلمين في الجدل العلمي القائم على الحوار والمناقشة لمشاركة أفكارهم مع الآخرين والانخراط في سلسلة من الأنشطة الاستكشافية التي تؤدي إلى بناء معارفهم من خلال خبرات أكثر واقعية، وذلك في سياق اجتماعي يسير وفق سبع مراحل تتمثل في تحديد المهمة وتوجيه الأسئلة، وتصميم منهجية لجمع البيانات وتحليلها، وإنتاج الحجج العلمية، والمشاركة في جلسة مناقشة جدلية، وكتابة تقرير بحثي، ومراجعة ثنائية للأقران وتعديل التقرير البحثي في ضوء مراجعة الأقران تمهيدًا لتقديمه للمعلم لإجراء التقييم النهائي (Walker et al, 2012, 82).

كما حدِّد Anas et al (2023, 7) مراحل التدريس باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) على النحو الآتي:

١- تحديد المهمة Task identification

٢- جمع البيانات Data collection

٣- إنتاج الحجج التجريبية Productions of tentative arguments

٤- المشاركة في جلسة مناقشة جدلية Argumentation session

٥- كتابة تقرير البحث compilations of written investigation reports

٦- مراجعة التقرير review the report

٧- تعديل التقرير في ضوء نتائج المراجعة revision based on review results

٨- مناقشة تأملية reflective discussion

وفي ضوء ما تقدَّم؛ يمكننا القول بأن تدريس العلوم باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) يسهم في مساعدة المتعلمين على بناء تفسيراتهم الخاصة حول العالم الطبيعي وتعزيز تفسيراتهم بمزيد من البيانات والأدلة، والمشاركة بشكل منتج في ممارسات ومناقشات المجتمع العلمي بما يتسق مع أهداف تدريس العلوم للجيل القادم (NGSS)، كما في دراسة Ross (2019) التي استهدفت تطوير مهارات التلاميذ في توليد الحجج العلمية القائمة على الأدلة لدى مجموعة من تلاميذ الصف الثامن في مادة العلوم باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI)، وقد أظهرت الدراسة فاعلية النموذج في تحسين مهارات التفكير الناقد وعمق المفاهيم العلمية لدى التلاميذ، في حين هدفت دراسة Gultepe and Kilic (2015) إلى قياس فاعلية نموذج تدريسي مقترح قائم على الجدل العلمي في تنمية الممارسات العلمية لدى مجموعة من طلاب الصف الحادي عشر في مادة الكيمياء بإحدى المدارس الثانوية بتركيا وقد كشفت النتائج عن فاعلية النموذج المقترح في اكتساب طلاب المجموعة التجريبية الممارسات العلمية التي تمثَّلت في (تصميم التجارب- تنظيم البيانات وتحليلها- إنشاء رسوم بيانية وتفسيرها- ضبط المتغيرات- فرض الفروض) مقارنةً بالطريقة المعتادة في التدريس، كما اتفقت دراسة Belga (2022) مع دراسة Gultepe and Kilic (2015) في فاعلية استخدام نموذج تدريسي قائم على الجدل في تنمية الممارسات العلمية لدى طلاب المرحلة الثانوية، كما أظهر الطلاب مستويات أداء مرتفعة لمهارات التفكير الاستدلالي في معمل العلوم.

وانطلاقًا من أهمية استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تدريس العلوم، فقد هدفت دراسة شرين عبد الفتاح (٢٠٢٣) إلى الكشف عن فاعلية استخدام نموذج الاستقصاء

القائم على الجدل (ADI) في تنمية العمق المعرفي بالعلوم وتحقيق اللياقة العقلية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، حيث تكونت مجموعة الدراسة من (٦٠) تلميذًا من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بإحدى مدارس محافظة الوادي الجديد، تم تقسيمهم إلى مجموعتين، إحداهما تجريبية بلغ عددها (٣٠) تلميذًا درسوا باستخدام النموذج المقترح، والأخرى ضابطة بلغ عددها (٣٠) تلميذًا درسوا باستخدام الطريقة المعتادة، ولتحقيق أهداف الدراسة استخدمت الباحثة التصميم شبه التجريبي ذي المجموعتين لقياس أثر نموذج التدريس القائم على الجدل في تنمية العمق المعرفي بالعلوم واللياقة العقلية، وأعدَّت أداتين، هما مقياس اللياقة العقلية، واختبار العمق المعرفي بالعلوم، وقد أظهرت نتائج الدراسة وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة لمقياس اللياقة العقلية واختبار عمق المعرفة بالعلوم لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية التي درست باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI).

وبناءً على ما سبق يتضح للباحثة أنه يمكن استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تدريس العلوم لتنمية الممارسات العلمية والهندسية (SEP) بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

الإحساس بالمشكلة:

أولًا: الخبرة الميدانية للباحثة:

من خلال الإشراف على طلاب التدريب الميداني في مجموعة من مدارس المرحلة الإعدادية التابعة لإدارة دمياط التعليمية بمحافظة دمياط للعام الدراسي (٢٠٢٤/ ٢٠٢٥م)، منها مدرسة النيل الإعدادية الحديثة بنات، ومدرسة عباس العقاد الإعدادية بنات، ومدرسة دمياط الإعدادية بنين، ومدرسة الغاياتي الإعدادية بنات، لاحظت الباحثة وجود انخفاض ملحوظ في مستوى أداء تلاميذ الصف الثاني الإعدادي للممارسات العلمية والهندسية في أثناء تدريس موضوعات مادة العلوم، وقد أرجعت السبب إلى أنه لا يزال الاهتمام مُنصبًا في تدريس العلوم حول إكساب التلاميذ المعارف والمعلومات من دون التركيز على الممارسات العلمية ذات الصلة بها التي تتمثل في طرح الأسئلة وتحديد المشكلات، وتخطيط وتنفيذ الاستقصاءات

وتحليل البيانات وتفسيرها، وتقديم الأدلة العلمية التي تدعم صحة تفسيراتهم، واستخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي، والحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها، وذلك بالرغم من أن منهج العلوم للصف الثاني الإعدادي يعتبر مجالًا خصبًا لتنمية الممارسات العلمية والهندسية لما يتضمنه من مشكلات وظواهر علمية، مثل (تآكل طبقة الأوزون وارتفاع درجة حرارة الأرض وشذوذ بعض الخواص الطبيعية للماء، وانتقال الضوء خلال الأوساط المادية المختلفة) فضلًا عن عدم إلمام معلمي العلوم بالممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) وأساليب تنميتها لدى التلاميذ بهذه المرحلة الدراسية، وعدم تضمين منهج العلوم بالصف الثاني الإعدادي أهدافًا تتعلق بتنمية الممارسات العلمية والهندسية (SEP).

ثانياً: نتائج البحوث والدراسات السابقة ذات الصلة بتنمية الممارسات العلمية والهندسية

من خلال الاطلاع على عديد من البحوث والدراسات السابقة التي اهتمت بتنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى المتعلمين في جميع المراحل الدراسية، منها دراسة مروة الباز (٢٠١٧) التي استهدفت تطوير منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء مجال التصميم الهندسي لمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) وأثره في تنمية التحصيل والممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب، ودراسة سحر عز الدين (٢٠١٨) التي هدفت إلى تقديم أنشطة قائمة على معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) لتنمية الممارسات العلمية والهندسية والتفكير الناقد والميول العلمية لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي في مادة العلوم، ودراسة نجلاء عطية (٢٠٢٤) التي هدفت إلى استخدام استراتيجية مقترحة لتنمية الممارسات العلمية لتلاميذ الصف الأول الإعدادي.

ثالثاً: نتائج البحوث والدراسات السابقة ذات الصلة باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تدريس العلوم:

من خلال الاطلاع على عديد من البحوث والدراسات السابقة التي أوصت باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تدريس العلوم، نذكر منها دراسة منى الخطيب وسماح الأشقر (٢٠١٤) التي هدفت إلى قياس أثر استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تنمية مهارات التفكير العليا ومستوى الطموح لدى تلميذات الصف الثالث الإعدادي في مادة

العلوم، وقد أوصت الدراسة بضرورة استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تدريس العلوم لتنمية متغيرات أخرى مثل تصحيح التصورات العلمية الخاطئة وطبيعة العلم لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، والمفاهيم العلمية والرضا عن التعلم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، والتفكير الاستدلالي والفهم العميق والدافعية للإنجاز لدى طلاب المرحلة الثانوية، ودراسة سامية أحمد (٢٠٢١) التي استهدفت الكشف عن فاعلية تدريس العلوم باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل لتنمية التحصيل المعرفي ومهارات التفكير التفاعلي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وقد أوصت الدراسة في ضوء نتائجها بإعادة صياغة وتنظيم وحدات منهج العلوم بالمرحلة الإعدادية وفقًا لنموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI)، كما هدفت دراسة شرين عبد الفتاح (٢٠٢٣) إلى تعرف فاعلية استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل لتنمية العمق المعرفي بالعلوم وتحقيق اللياقة العقلية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

رابعاً: نتائج الدراسة الاستكشافية:

من خلال تطبيق اختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) (من إعداد الباحثة)* على مجموعة من تلميذات الصف الثاني الإعدادي بمدرسة عباس العقاد الإعدادية بنات التابعة لإدارة دمياط التعليمية بمحافظة دمياط بلغ عددهن (٤٤) تلميذة، حيث تضمن الاختبار (١٦) مفردة من نمط الاختيار من متعدد لقياس الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم، وكانت النسبة المئوية لمتوسط درجات التلميذات على الاختبار (٢٩.٩٣٪) مما يشير إلى وجود ضعف في مستوى الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم لدى أفراد الدراسة. جدول (١) يوضح ذلك.

* ملحق (١) الدراسة الاستكشافية لمشكلة البحث لدى تلميذات الصف الثاني الإعدادي.

جدول (١) نتائج تطبيق اختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية (من إعداد الباحثة)

الاختبار	عدد تلميذات أفراد الدراسة	الدرجة الكلية للاختبار	المتوسط الحسابي	النسبة المئوية
الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم	٤٤	١٦	٤.٧٩	٪٢٩.٩٣

مشكلة الدراسة:

في ضوء ما سبق تحدَّدت مشكلة الدراسة في ضعف مستوى أداء تلاميذ الصف الثاني الإعدادي للممارسات العلمية والهندسية خلال تدريس مادة العلوم؛ وللتغلب على هذه المشكلة تحاول الدراسة الحالية الإجابة عن السؤال الرئيس التالي: ما فاعلية استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تدريس العلوم لتنمية الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟ ويتفرع منه الأسئلة الآتية:

١- ما الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" التي ينبغي تنميتها لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي خلال تدريس مادة العلوم؟
٢- ما التصور المقترح لإعادة صياغة وحدة "الصوت والضوء" بمنهج العلوم للصف الثاني الإعدادي باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل؟
٣- ما التصور المقترح لتدريس وحدة "الصوت والضوء" بمنهج العلوم للصف الثاني الإعدادي باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل؟
٤- ما فاعلية تدريس وحدة "الصوت والضوء" باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟

مصطلحات الدراسة:

الممارسات العلمية والهندسية Science and Engineering Practices

يقصد بالممارسات العلمية والهندسية (SEP) أنها "مجموعة من التقنيات والأساليب التي يستخدمها العلماء والمهندسون لاكتشاف المعرفة وفهم الظوهر الطبيعية وإيجاد حلول مبتكرة

للمشكلات التي يتعرض لها الفرد في حياته اليومية من خلال المشاركة في ممارسة الاستقصاء العلمي وصياغة النظريات وتبادل الأفكار والنتائج مع الآخرين وتصميم وبناء النماذج والنظم التي تسهم في حل مشكلات العالم الواقعي وتقييم فاعليتها وتحسين أدائها" (National Research Council, 2012b, 78- 79)

وتُعرفها مروة الباز (٢٠١٧، ١١٦٨) بأنها "الممارسات العقلية والأدائية التي تستخدم لإنتاج نظام أو عملية أو منتج جديد يلبي حاجة معينة من مكونات بسيطة، مما يجعل المتعلمين قادرين على تقديم حلول مبتكرة لمشكلات العالم الوقعي مستقبلًا، ويمكن قياسها من خلال بطاقة الملاحظة المُعدة لهذا الغرض".

كما تعرفها سماح محمد (٢٠٢٢) بأنها "الممارسات التي تركز على تقوية الفهم لطبيعة العلم والهندسة والتي يحاكي فيها التلاميذ سلوك العلماء والمهندسين من خلال أدائهم لثمان ممارسات هي طرح الأسئلة وتحديد المشكلات، وتطوير واستخدام النماذج، وتخطيط وتنفيذ الاستقصاءات، وتحليل وتفسير البيانات، واستخدام الرياضيات والتفكير الحسابي، وبناء التفسيرات وتصميم الحلول، والانخراط في الحجة والدليل، والحصول على المعلومات وتقييمها في سياق دراستهم لمقرر العلوم، ويمكن قياسها من خلال بطاقة الملاحظة المُعدة لذلك".

ومن خلال ما سبق؛ فقد أمكن للباحثة تعريف الممارسات العلمية والهندسية إجرائيًا في الدراسة الحالية بأنها "مجموعة من الأداءات التي يستخدمها تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في أثناء دراسة موضوعات وحدة "الصوت والضوء" والتي تساعدهم على بناء النماذج والتحقق من النظريات والمشاركة في الجدل العلمي الذي يسهم في تعميق فهمهم للظواهر العلمية المرتبطة بها، وتتمثل في ثمان ممارسات رئيسة هي (طرح الأسئلة العلمية وتحديد المشكلات الهندسية تطوير واستخدام النماذج- تخطيط وتنفيذ الاستقصاءات- تحليل البيانات وتفسيرها- استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي- بناء التفسيرات وتصميم الحلول- المشاركة في الحجج المستندة إلى الأدلة- الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها)، ويمكن قياسها من خلال اختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية، وكذلك بطاقة الملاحظة المُعدَّة لذلك".

نموذج الاستقصاء القائم على الجدل Argumentation Driven Inquiry :

يقصد بنموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) أنه "نهج تعليمي يوفِّر فرصًا للتعلم بالاستقصاء من خلال مشاركتهم في خبرات أكثر واقعية، ويتضمن سبع مراحل أساسية تبدأ بتحديد المهمة وتوجيه الأسئلة، وتصميم منهجية لجمع البيانات وتحليلها، وتوليد الحجج، وجلسة مناقشة جدلية، وكتابة تقرير البحث، ومراجعة الأقران، وتعديل التقرير" (Walker et al, 2012, 83).

وتعرفه منى الخطيب وسماح الأشقر (٢٠١٤، ٨١) بأنه "سلسلة من الأنشطة الاستكشافية التي يشارك فيها التلاميذ بإيجابية من خلال ثلاث مراحل مرتبطة ومتكاملة تتمثل في مرحلة ما قبل الاستكشاف، ومرحلة الأنشطة الاستكشافية، ومرحلة ما بعد الاستكشاف".

ويمكن تعريف نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) إجرائيًا في الدراسة الحالية بأنه "مجموعة من الإجراءات والخطوات المنظمة التي يشارك فيها التلاميذ عند دراسة الظواهر العلمية المرتبطة بوحدة "الصوت والضوء" بمنهج العلوم للصف الثاني الإعدادي، وتتضمن سبع خطوات رئيسة هي تحديد المهمة، وتوليد الأفكار، وتقديم حجة تجريبية، والمشاركة في جلسة مناقشة جدلية، وإنشاء تقرير الاستقصاء، ومراجعة ثنائية للأقران ثم مناقشة تأملية".

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الحالية إلى تنمية الممارسات العلمية والهندسية (SEP) لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل من خلال:

١- وصف وتحديد الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" التي ينبغي تنميتها لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي من خلال تدريس منهج العلوم.

٢- الكشف عن فاعلية استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تدريس العلوم لتنمية الممارسات العلمية والهندسية (SEP) لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

٣- تفسير فاعلية استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تنمية الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

أهمية الدراسة:

تتحدد الأهمية التربوية للدراسة الحالية في الجوانب الآتية:

١- الاستجابة لتوصيات التربويين بضرورة الاهتمام بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) كأحد التوجهات الحديثة لتطوير مناهج العلوم بجميع المراحل التعليمية.

٢- توجيه اهتمام المسئولين عن تدريس العلوم إلى أهمية توظيف نماذج جديدة تتيح للمتعلم استخدام مهارات التفكير العلمي، مثل نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI).

٣- تقديم وحدة دراسية ودليل للمعلم وفق نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) يمكن الاسترشاد بهما من قِبل المعلمين والباحثين في مجال تدريس العلوم.

٤- بناء اختبار لقياس الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" يمكن الاستفاده منه عند إجراء بحوث أخرى في مجال المناهج وطرق التدريس.

٥- إعداد بطاقة ملاحظة لقياس مستوى أداء التلاميذ للممارسات العلمية والهندسية كأداة بحثية يمكن تطبيقها على مجموعات أخرى فيما بعد لتحقيق أغراض بحثية جديدة.

٦- مساعدة مصممي ومخططي المناهج الدراسية عند تطوير منهج العلوم للمرحلة الإعدادية في ضوء تضمين الممارسات العلمية والهندسية (SEP) كأحد معايير تعليم العلوم للجيل القادم (NGSS).

حدود الدراسة:

تقتصر الدراسة الحالية على ما يأتي:

١- مجموعة من تلميذات الصف الثاني الإعدادي بمدرسة عباس العقاد الإعدادية بنات التابعة لإدارة دمياط التعليمية بمحافظة دمياط بلغ عددهن (٣٠) تلميذة لتمثِّل المجموعة التجريبية التي درست الوحدة المقترحة باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) وأخرى ضابطة درست باستخدام الطريقة المعتادة بلغ عددها (٣٠) تلميذًا من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بمدرسة دمياط الإعدادية بنين التابعة لإدارة دمياط التعليمية بمحافظة دمياط.

٢- وحدة "الصوت والضوء" من منهج العلوم المقرر في الفصل الدراسي الثاني بالصف الثاني الإعدادي للعام الدراسي (٢٠٢٤- ٢٠٢٥م)؛ **وذلك لكونِها تتضمن عديد من الظواهر**

العلمية المرتبطة بها، مثل (انتقال الموجات الصوتية- انعكاس وانكسار الضوء- سلوك الضوء في الأوساط المادية المختلفة) التي يمكن توظيفها في تنمية الممارسات العلمية والهندسية (SEP) لدى التلاميذ باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI).

٣- الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" المناسب تنميتها لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي التي تحدَّدت فيما يلي: (طرح الأسئلة وتحديد المشكلات تطوير واستخدام النماذج- تخطيط وإجراء الاستقصاءات- تحليل البيانات وتفسيرها- استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي- بناء التفسيرات وتصميم الحلول- المشاركة في الحجج المستندة إلى الأدلة- الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها).

أدوات الدراسة ومواده:

للتحقق من صحة فروض الدراسة والإجابة عن أسئلتها، تم استخدام ما يأتي:

١- اختبار قياس الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

٢- بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

٣- وحدة "الصوت والضوء" بمنهج علوم الصف الثاني الإعدادي بالفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي (٢٠٢٤- ٢٠٢٥م) بعد إعادة صياغتها باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI).

٤- دليل معلم في وحدة "الصوت والضوء" بمنهج علوم الصف الثاني الإعدادي بالفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي (٢٠٢٤- ٢٠٢٥م) باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI).

منهج الدراسة:

استخدمت الدراسة المنهج التجريبي ذي التصميم شبه التجريبي للمجموعتين التجريبية والضابطة؛ بهدف الكشف عن فاعلية استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تدريس العلوم لتنمية الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" لدى

تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، ولتحقيق هدف الدراسة والإجابة عن أسئلتها، اتبعت الباحثة الإجراءات الآتية:

١- الاطلاع على الأدبيات والدراسات السابقة التي تناولت نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) والممارسات العلمية والهندسية (SEP) في السياقين المحلي والعالمي.

٢- إعداد قائمة بالممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" وعدد من المؤشرات الفرعية ذات الصلة بها التي ينبغي تنميتها لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي ثم عرضها على مجموعة من الخبراء والمتخصصين في مجال المناهج وطرق تدريس العلوم لإبداء الرأي في مدى مناسبتها وأهميتها لدى التلاميذ.

٣- إعادة صياغة وحدة "الصوت والضوء" بمنهج علوم الصف الثاني الإعدادي بالفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي (٢٠٢٤- ٢٠٥م) وفق نموذج الاستقصاء القائم على الجدل.

٤- إعداد دليل للمعلم في وحدة "الصوت والضوء" بمنهج علوم الصف الثاني الإعدادي باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI).

٥- إعداد اختبار لقياس الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي ثم عمل الضبط العلمي اللازم له.

٦- إعداد بطاقة ملاحظة لقياس مستوى أداء تلاميذ الصف الثاني الإعدادي للممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" ثم عمل الضبط العلمي اللازم لها.

٧- اختيار مجموعة الدراسة من بين تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وتقسيمها إلى مجموعتين إحداهما تمثل المجموعة التجريبية التي تدرس وفق نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) والأخرى تمثل المجموعة الضابطة التي تدرس بالطريقة المعتادة.

٨- تطبيق أدوات الدراسة قبليًا على مجموعتي الدراسة (التجريبية- الضابطة).

٩- تدريس وحدة "الصوت والضوء" لتلاميذ المجموعة التجريبية باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في حين يتم تدريس الوحدة لتلاميذ المجموعة الضابطة باستخدام الطريقة المعتادة.

١٠- تطبيق أدوات الدراسة بعديًا على مجموعتي الدراسة (التجريبية- الضابطة).

١١- إجراء المعالجة الإحصائية للنتائج وتحليلها وتفسيرها، والإجابة عن أسئلة الدراسة، والتحقق من صحة فروضها.

١٢- تقديم التوصيات والمقترحات المناسبة في ضوء نتائج الدراسة.

الإطار النظري والدراسات السابقة:

يتضمن الإطار النظري للدراسة الحالية محورين أساسيين، هما:

- الممارسات العلمية والهندسية (SEP).
- نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI).

المحور الأول: الممارسات العلمية والهندسية Science and engineering practices

تعد الممارسات العلمية والهندسية (SEP) أحد أبعاد معايير العلوم للجيل القادم "NGSS" التي أصدرها المجلس القومي للبحوث بأمريكا عام (٢٠١٢) والتي تمثِّل إطارًا عامًا لتعليم العلوم يعتمد على ثلاثة مرتكزات أساسية، هي: الأفكار المحورية التخصصية، والمفاهيم المتكاملة (المتقاطعة)، والممارسات العلمية الهندسية كما يوضحها جدول (٢)، وتشتمل الممارسات العلمية والهندسية على ثمان ممارسات رئيسة يتفرع منها عدد من مؤشرات الأداء المتوقع تحقيقها من المتعلم بدءًا من مرحلة رياض الأطفال حتى المرحلة الثانوية، وترجع أهمية تلك الممارسات إلى أنها تركز على تكامل المعرفة العلمية والتصميمات الهندسية للوصول إلى حلول عملية للمشكلات الواقعية، أي ربط النظرية بالتطبيق العملي لها، وهذا هو الهدف الرئيس الذي تسعى إليه معايير تعليم العلوم للجيل القادم (NGSS Lead States, 2013).

جدول (٢) الأبعاد الرئيسة والفرعية لمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS)

البعد الأول: الأفكار المحورية التخصصية Displinary Core Ideas	البعد الثاني: المفاهيم المتقاطعة (المتكاملة) Cross Cutting Concepts	البعد الثالث: الممارسات العلمية والهندسية Sience and Engineering Practices
العلوم البيولوجية العلوم الفيزيائية علوم الأرض والفضاء تطبيقات العلوم والهندسة والتكنولوجيا	الأنمـاط السبب والنتيجة القياس والنسبة والكمية نمذجة النظام الطاقة والمادة التركيب والوظيفة الثبات والتغير	طرح الأسئلة وتحديد المشكلات تطوير واستخدام النماذج تخطيط وتنفيذ الاستقصاءات تحليل البيانات وتفسيرها استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي بناء التفسيرات وتصميم الحلول المشاركة في المناقشات القائمة على الأدلة الحصول على المعلومات وتقييمها وتبادلها

وتعرِّف تفيده غانم (٢٠١٨) الممارسات العلمية والهندسية (SEP) في دراستها التي استهدفت بناء استراتيجية مقترحة في تدريس الجيولوجيا قائمة على التفاعل بين ممارسات معايير العلوم (العلمية والهندسية) وبعض أنماط التعلم لهيرمان في تنمية المفاهيم الجيولوجية ومهارات التفكير العليا لدى طلاب المرحلة الثانوية بأنها "أنشطة علمية استقصائية يقوم فيها الطلاب بأداءات معرفية واجتماعية ومهارية تمكِّنهم من بناء المفاهيم والأفكار حول نظام الأرض، وتطبيق المعرفة في إطار تكامل الأفكار الأساسية لعلم الجيولوجيا والمفاهيم المتقاطعة مع العلوم الأخرى من خلال طرح الأسئلة وتحديد المشكلات واستخدام النماذج وتطويرها، وتخطيط الاستقصاءات وتنفيذها، وتحليل البيانات وتفسيرها، واستخدام التفكير الرياضي

والحاسوبي، وبناء التفسيرات وتصميم الحلول، والانخراط في المناقشات المستمدة من الأدلة، والحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها، وبما يرتبط بظواهر العلوم الجيولوجية المتعلقة بفهم التوازن في الحركة بين الماء والهواء واليابس وتأثيرها على تغير سطح الأرض المستمر؛ بحيث يمكن للطلاب أن يسلكوا مسار الممارسات العلمية لتفسير الظواهر الطبيعية مثل العلماء أو يسلكوا مسار الممارسات الهندسية لبناء وتصميم النظم مثل المهندسين"، وقد أظهرت نتائج الدراسة فاعلية الاستراتيجية المقترحة في اكتساب الطلاب المفاهيم الجيولوجية وتنمية مهارات التفكير العليا.

بينما يُعرِّفها معن الشياب (٢٠٢٠) في دراسته التي هدفت إلى قياس أثر توظيف الممارسات العلمية والهندسية في تنمية فهم طبيعة العلم والتحصيل الدراسي في مادة العلوم لدى طلاب الصف الثالث المتوسط بالمملكة العربية السعودية بأنها "مجموعة من الممارسات التي حددها مشروع معايير تعليم العلوم للجيل القادم "NGSS" بحيث يتم توظيفها خلال تدريس مناهج العلوم، وتشمل تلك الممارسات طرح الأسئلة وتحديد المشكلات، وتطوير واستخدام النماذج واستخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي، وتخطيط وتنفيذ الاستقصاءات، وتحليل وتفسير البيانات، والمشاركة في الحجج القائمة على الأدلة، وبناء التفسيرات وتصميم الحلول، والحصول على المعلومات وتقييمها وتبادلها" وقد أظهرت نتائج الدراسة وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (≤٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار فهم طبيعة العلم والتحصيل الدراسي لصالح طلاب المجموعة التجريبية؛ يُعزى لتوظيف الممارسات العلمية والهندسية (SEP).

وفي ضوء الاطلاع على عديد من الكتابات والدراسات العربية والأجنبية التي تناولت الممارسات العلمية والهندسية (SEP)، منها National research council (2012a), Next generation science standards: for ststes, by states (2013)، ومروة الباز (٢٠١٧)، وتفيده غانم (٢٠١٨)، وسحر عز الدين (٢٠١٨)، ومعن الشياب (٢٠٢٠)، ومحمود الوهر (٢٠٢٠)، وسماح محمد (٢٠٢٢)، ومحمد زكي (٢٠٢٢)، ونجلاء عطية (٢٠٢٤) والمؤسسة الوطنية لتعليم العلوم National science teaching association

(2025) **فقد عرَّفتها الباحثة بما يتفق وطبيعة الدراسة الحالية بأنها** "مجموعة من الأداءات التي يستخدمها تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في أثناء دراسة موضوعات وحدة "الصوت والضوء" والتي تساعدهم على بناء النماذج والتحقق من النظريات والمشاركة في الجدل العلمي الذي يسهم في تعميق فهمهم للظواهر العلمية المرتبطة بها، وتتمثل في ثمان ممارسات رئيسة هي (طرح الأسئلة العلمية وتحديد المشكلات الهندسية- تطوير واستخدام النماذج- تخطيط وتنفيذ الاستقصاءات تحليل البيانات وتفسيرها- استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي- بناء التفسيرات وتصميم الحلول- المشاركة في الحجج المستندة إلى الأدلة- الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها)، ويمكن قياسها من خلال اختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية وكذلك بطاقة الملاحظة المُعدَّة لهذا الغرض" وفيما يأتي تفصيلًا لتلك الممارسات:

١- **طرح الأسئلة (العلمية) وتحديد المشكلات (الهندسية) Asking questions and defining problems:** تتضمن هذه الممارسة تدريب التلاميذ على صياغة الأسئلة التي تساعد على وصف وتفسير الظواهر التي تحدث في العالم الطبيعي ويمكن التحقق منها عن طريق الملاحظة أو التجريب (العلوم) وتوضيح المشكلات التي يتعين حلها من خلال تصميم نماذج أو تطوير منتجات أو إنتاج حلول تلبي حاجات معينة (الهندسة) مثل تصميم أنظمة نقل أقل تلويثًا للبيئة أو أجهزة توليد طاقة بديلة للوقود الأحفوري، ومن أمثلة هذه الأسئلة ما يلي: كيف ينتقل الضوء خلال الأوساط المادية المختلفة؟ كيف يحدث البرق؟ كيف تؤثر مشكلة طول النظر على رؤية الأشياء؟ كيف يمكن علاج مشكلات الإبصار؟ كيف يمكن حماية الأحياء البرية؟ ما العوامل المؤثرة على شدة الصـوت؟ كيف يمكن التقليل من غازات الاحتباس الحراري؟ كيف تَشكَّل النظام الشمسي؟

٢- **تطوير واستخدام النماذج Developing and using models:** تتضمن هذه الممارسة تدريب التلاميذ على بناء النماذج وتصميم الأدوات التي تساعد على تمثيل العلاقات المجردة وتوضيح التفسيرات والاستنتاجات التي يتم التوصل إليها خلال إجراء التحقيقات المطلوبة (العلوم) والتوصل إلى حلول عملية للمشكلات الواقعية (الهندسة)،

مثل: الرسوم التوضيحية والجداول والتمثيلات البيانية والمخططات ونماذج المحاكاة المادية والحاسوبية والعلاقات الرياضية.

٣- **تخطيط وتنفيذ الاستقصاءات Planning and carrying out investigations**

تتضمن هذه الممارسة تدريب التلاميذ على تصميم منهجية لحل مشكلة معينة أو استقصاء ظاهرة ما (العلوم) أو اختبار كفاءة نموذج (الهندسة) في الميدان أو المختبر بشكل جماعي أو فردي وتشتمل على سلسلة من الخطوات المنظمة التي تبدأ بطرح سؤال بحثي، وصياغة فروض تستند إلى ملاحظات للتنبؤ بنتائج معينة، وتحديد البيانات التي يتعين جمعها والمتغيرات التي ينبغي التحكم فيها، والأدوات اللازمة لجمع البيانات وتحليلها، وتقييم النتائج بناءً على الفروض الأولية ومن ثم الوصول إلى استنتاجات وتطوير نظريات أو تعديلها واكتشاف أنماط وعلاقات جديدة بين المتغيرات المختلفة أو التحقق من كفاءة نموذج معين.

٤- **تحليل البيانات وتفسيرها Analyzing interpreting data:** تتضمن هذه الممارسة تدريب التلاميذ على تنظيم البيانات التي يتم جمعها خلال الملاحظات والاستقصاءات في جداول أو قوائم حتى يسهل التعامل معها، وينبغي للمعلمين مساعدة تلاميذهم في أثناء تسجيل الملاحظات باستخدام الرسوم أو الكلمات أو الأرقام، ثم تحليلها باستخدام الأدوات المناسبة (تحليلًا وصفيًا أو كميًا) للوصول إلى تفسيرات واستنتاجات تسهم في فهم الظواهر التي يتم دراستها (العلوم) أو تحديد عيوب التصميم في نظام ما وكيفية تحسينها (الهندسة) ثم تمثيل البيانات باستخدام رسوم بيانية أو نماذج توضيحية من شأنها أن تسهم في فهم الأنماط والعلاقات التي تسمح بمشاركة النتائج مع الآخرين، ويمكن إدخال الأجهزة الحاسوبية والأدوات الرقمية كوسائل لتمكين هذه الممارسة.

٥- **استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي Using mathematics and computational thinking:** تتضمن هذه الممارسة تدريب التلاميذ على تطبيق العلاقات الرياضية والتفكير المنطقي في حل مشكلات معقدة وتصميم حلول يمكن تنفيذها بواسطة برامج حاسوبية، مثل تصميم تطبيقات لحل مشكلات يومية أو برمجة روبوتات لأداء مهام محددة أو استخلاص نتائج من كمية كبيرة من البيانات (تحليل البيانات) أو تصميم نماذج ثلاثية الأبعاد لتمثيل الظواهر العلمية باستخدام تقنيات رقمية مثل برنامج

(Zapworks) من خلال سلسلة من الإجراءات المنظمة التي تتمثل في تحليل المشكلة وفهم أبعادها المختلفة، ووضع خطوات لحل المشكلة، وتمثيل البيانات بواسطة جداول ورسوم بيانية للمساعدة في تحديد الأنماط والعلاقات، وتنفيذ الحل بشكل متكرر باستخدام الحاسوب.

٦- **بناء التفسيرات (العلمية) وتصميم الحلول (الهندسية) Constructing explanations and designing solutions:** تتضمن هذه الممارسة تدريب التلاميذ على بناء النظريات التي تقدم تفسيرات منطقية قائمة على أدلة تجريبية حول الظواهر العلمية وتطبيق التفسيرات العلمية في تصميم حلول عملية لمشكلات واقعية، حيث يعتبر "التفسير" هو الناتج النهائي للعلم، في حين تعتبر "الحلول" هي الناتج النهائي للهندسة، فالتصميم الهندسي هو عملية منظمة لحل المشكلات تتضمن تحديد معايير التصميم "محكات للتقييم"، ووضع خطة تصميم، وإنتاج نماذج أولية، واختبار النماذج، وإدخال تحسينات على عملية التصميم ولمزيد من التوضيح حول هذه الممارسة، فقد رصد أحد علماء البيئة انخفاض أعداد أسماك شياطين البحر بشكل ملحوظ في المياه الإندونيسية (تحديد المشكلة) وبعد جمع البيانات وتحليلها بمساعدة سياح الغوص الذين يتوافدون بأعداد هائلة كل عام للاستجمام على الشوطيء الإندونيسية فقد استخدموا كاميراتهم لمراقبة سلوك أسماك "شياطين البحر" من خلال التقاط عديد من الصور توصل إلى نتيجة أفادت بأنه عند هجرة الأسماك لمسافات كبيرة يتم اصطيادها من قبل بعض الصيادين مما يفسِّر انخفاض أعدادها (التفسير)؛ لذا أعلنت الحكومة في إندونيسيا عن إنشاء أكبر محمية في العالم لأسماك "شياطين البحر" على مساحة ستة ملايين كيلو متر مربع (تصميم الحلول).

٧- **المشاركة في الحجج المستندة إلى الأدلة Engaging in argument from evidence:** تتضمن هذه الممارسة تدريب التلاميذ على الدفاع عن كفاءة تصميماتهم وطرح أفكارهم وإثبات صحة تفسيراتهم حول الظواهر العلمية التي يدرسونها وتنقيح حجج زملائهم من خلال تحديد نقاط الضعف فيها بالاعتماد على مجموعة من الأسباب أو الأدلة العلمية بحيث تكون حججهم أكثر إقناعًا وتطورًا؛ مما يساعد على اتخاذ قرارات مدروسة

مبنية على معلومات صحيحة تسهم في حل المشكلات بطريقة أكثر فاعلية فضلًا عن بناء علاقات قوية مع الآخرين.

٨- **الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها Obtaining, evaluating, and communicating information:** تتضمن هذه الممارسة تدريب التلاميذ على قراءة النصوص العلمية التي يتم تخصيصها للاستخدام في الصفوف الدراسية وتحليلها لتحديد الأفكار المحورية فيها، والمشاركة في التواصل العلمي خاصةً فيما يتعلق بالملاحظات والاستقصاءات التي ينفذونها، ويمكن أن يتم عرض المعلومات والأفكار بطرق متعددة منها استخدام الجداول والرسوم البيانية ونماذج المحاكاة المادية والحاسوبية والمعادلات والمخططات أو إعداد تقارير وملصقات تعرض تصميماتهم أو العروض الشفوية من خلال المناقشات العلمية، ويمكن توظيف أدوات الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence) لتمكين هذه الممارسة، ومن تطبيقاتها روبوتات الدردشة مثل (Chat gpt)، (Gemini) (DeepSeek) التي تتيح الوصول إلى عشرات الآلاف من الكتب والمقالات والأوراق البحثية في مختلف المجالات الأكاديمية وتحليلها واستخلاص الأفكار والمعلومات منها.

ويرى مخططو مشروع إطار تعليم العلوم للجيل القادم "NGSS" تصنيف تلك الممارسات إلى ممارسات استكشافية، وممارسات بناء المعنى، وممارسات نقدية (محمود الوهر، ٢٠٢٠ ٥٠) كما يوضحها الجدول الآتي (جدول ٣).

جدول (٣) فئات الممارسات العلمية والهندسية (SEP) بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS)

ممارسات استكشافية	ممارسات بناء المعنى	ممارسات نقدية
طرح الأسئلة وتحديد المشكلات تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها استخدام التفكير الرياضي والحاسوبي	تطوير النماذج واستخدامها تحليل البيانات وتفسيرها بناء التفسيرات وتصميم الحلول	المشاركة في الحجج المستندة إلى الأدلة الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها

وإجمالًا لما سبق؛ يرى Huff and Yager (2016, 10) أنه لكي يتم توظيف الممارسات العلمية والهندسية (SEP) لابد أن يلاحظ التلاميذ ظاهرة طبيعية أو تتم مواجهتهم

بمشكلات حقيقية أو نصوص علمية تتضمن قضايا مثيرة للاهتمام تدفعهم إلى طرح الأسئلة العلمية وتحديد المشكلات الهندسية، واستخدام أدوات لجمع المعلومات اللازمة التي يتم تحليلها فيما بعد لاستخلاص النتائج واكتشاف أنماط وعلاقات جديدة بين المتغيرات المختلفة ومن ثم يشرعون في صياغة أدلة تستند إلى مزيد من البيانات والحقائق للدفاع عن أفكارهم وتصميماتهم، ثم ينخرطون في مناقشة علمية من أجل بناء تفسيرات متسقة لهذه الظاهرة بناءً على ملاحظاتهم أو تحديد معايير لحلول أكثر فاعلية وكفاءة.

ونظرًا لأهمية تدريب التلاميذ على الممارسات العلمية والهندسية، فقد استهدفت دراسة رحاب عبد العال وأماني حسانين (٢٠٢١) الكشف عن فاعلية وحدة مطورة في مادة العلوم قائمة على معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) لتنمية الممارسات العلمية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية ولتحقيق هدف الدراسة استخدمت الباحثتان المنهج التجريبي ذي تصميم المجموعة الواحدة وتكونت مجموعة الدراسة من (٤٠) تلميذة من تلميذات الصف الأول الإعدادي بإحدى المدارس التابعة لإدارة حلوان التعليمية بمحافظة القاهرة، وتحدَّدت مواد وأدوات الدراسة في وحدة مطورة قائمة على معايير العلوم للجيل القادم (NGSS)، وبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية وتوصَّلت نتائج الدراسة إلى وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات تلميذات مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية لصالح التطبيق البعدي، **وقد أوصت الدراسة في ضوء نتائجها بضرورة تطوير مناهج العلوم للمرحلة الإعدادية وفق معايير العلوم للجيل القادم وتدريب معلمي العلوم على كيفية تنمية الممارسات العلمية لدى التلاميذ.**

كما هدفت دراسة سماح محمد (٢٠٢٢) إلى تعرف أثر استخدام التعليم القائم على الظواهر في تدريس العلوم لتنمية عمق المعرفة العلمية والممارسات العلمية والهندسية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية؛ ولتحقيق أهداف الدراسة استخدمت الباحثة التصميم شبه التجريبي ذي المجموعتين (الضابطة– التجريبية)، وتكونت مجموعة الدراسة من (٦٠) تلميذًا من تلاميذ الصف الرابع الابتدائي بإحدى مدارس إدارة أسيوط التعليمية، تم تقسيمهم إلى مجموعتين، إحداهما تجريبية بلغ عددها (٣٠) تلميذًا درسوا الوحدة المقترحة باستخدام استراتيجية التعليم

القائم على الظواهر والأخرى ضابطة بلغ عددها (٣٠) تلميذًا درسوا باستخدام الطريقة المعتادة، وتحدَّدت مواد وأدوات الدراسة في كتاب التلميذ ودليل المعلم في وحدة "الحركـة" من مادة العلوم بالفصل الدراسي الأول وفقًا لاستراتيجية التعليم القائم على الظواهر، واختبار عمق المعرفة العلمية، وبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية وتوصَّلت نتائج الدراسة إلى وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعتي الدراسة في التطبيق البعدي لاختبار عمق المعرفة العلمية وبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية، **وقد أوصت الدراسة في ضوء نتائجها بضرورة تدريب المعلمين على منهجية وفلسفة بناء مناهج العلوم الجديدة وعلاقتها بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS).**

واستهدفت دراسة محمد زكي (٢٠٢٢) تعرف أثر استخدام مدخل (STEAM) في تدريس العلوم على تنمية الممارسات العلمية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي؛ ولتحقيق هدف الدراسة استخدم الباحث المنهج التجريبي (تصميم المجموعة الواحدة)، وتكونت مجموعة الدراسة من (٤٠) تلميذًا من تلاميذ الصف الأول الإعدادي بإحدى مدارس محافظة القاهرة، وتحدَّدت مواد وأدوات الدراسة في قائمة بالممارسات العلمية، ودليلًا للتلميذ والمعلم وفق مدخل (STEAM) وبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية، وأظهرت نتائج الدراسة وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية لصالح التطبيق البعدي، **وقد أوصت الدراسة في ضوء نتائجها بضرورة تطوير مناهج العلوم للمرحلة الإعدادية في ضوء تضمين الممارسات العلمية بمعايير تعليم العلوم للجيل القادم (NGSS).**

كما هدفت دراسة نجلاء عطية (٢٠٢٤) استخدام استراتيجية مقترحة وفق نموذج هيرمان للتفكير لتنمية الممارسات العلمية لتلاميذ الصف الأول الإعدادي؛ ولتحقيق هدف الدراسة استخدمت الباحثة المنهج التجريبي ذي المجموعتين (التجريبية- الضابطة) وتكونت مجموعة الدراسة من (١٠٠) تلميذ من تلاميذ الصف الأول الإعدادي بإحدى مدارس محافظة دمياط، تم تقسيمهم إلى مجموعتين، إحداهما تجريبية بلغ عددها (٥٠) تلميذًا درسوا باستخدام الاستراتيجية

المقترحة وفق نموذج هيرمان للتفكير، والأخرى ضابطة بلغ عددها (٥٠) تلميذًا درسوا باستخدام الطريقة المعتادة، وتوصَّلت نتائج الدراسة إلى وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس الجانب المعرفي والأدائي للممارسات العلمية لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية، **وقد أوصت الدراسة في ضوء نتائجها بضرورة توظيف نماذج وتقنيات تعليمية حديثة في تدريس العلوم تسهم في تنمية الممارسات العلمية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.**

بينما هدفت دراسة إبراهيم آل فرحان وعاصم إبراهيم (٢٠٢٤) إلى تعرف درجة استخدام الممارسات العلمية والهندسية في تدريس العلوم من وجهة نظر معلمي العلوم في التعليم العام ولتحقيق هدف الدراسة استخدم الباحثان المنهج الوصفي التحليلي، وأعدَّ قائمة بالممارسات العلمية والهندسية المستخدمة في التدريس، وتطوير مقياس تقييم ذاتي لقياس مستوى هذه الممارسات لدى معلمي العلوم، وتم تطبيق المقياس على مجموعة الدراسة التي بلغ عددها (٥١٥) معلمًا ومعلمةً للعلوم في مراحل التعليم العام بالمملكة العربية السعودية؛ وقد كشفت النتائج عن ارتفاع مستوى الممارسات العلمية والهندسية في التدريس لدى مجموعة الدراسة، إلا أن هذا المستوى المرتفع لم يصل إلى حد الكفاية في الأداء (٨٠ %).

ومن خلال العرض السابق لعدد من البحوث والدراسات السابقة التي اهتمت بتنمية الممارسات العلمية والهندسية (SEP)، فقد اتضح للباحثة ما يأتي:

١- اتفقت عديد من الدراسات السابقة على ضرورة تطوير مناهج العلوم بالمرحلة الإعدادية في ضوء تضمين الممارسات العلمية بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) منها دراسة رحاب عبد العال وأماني حسانين (٢٠٢١)، ودراسة محمد زكي (٢٠٢٢).

٢- أوصت دراسة نجلاء عطية (٢٠٢٤) بضرورة توظيف نماذج وتقنيات تعليمية حديثة في تدريس العلوم تسهم في تنمية الممارسات العلمية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

٣- استخدمت بعض الدراسات بطاقة ملاحظة لقياس الممارسات العلمية والهندسية، منها دراسة رحاب عبد العال وأماني حسانين (٢٠٢١)، ودراسة محمد زكي (٢٠٢٢)، ودراسة سماح

محمد (٢٠٢٢) في حين جمعت نجلاء عطية (٢٠٢٤) في دراستها بين استخدام اختبار لقياس الجانب المعرفي وبطاقة ملاحظة الجوانب الأدائية للممارسات العلمية.

٤- هدفت دراسة سماح محمد (٢٠٢٢) إلى تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، في حين هدفت دراسة رحاب عبد العال وأماني حسانين (٢٠٢١) ودراسة محمد زكي (٢٠٢٢)، ودراسة نجلاء عطية (٢٠٢٤) إلى تنمية الممارسات العلمية بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS)، فالممارسات العلمية هي التي يستخدمها العلماء في بناء النظريات والتفسيرات حول العالم الطبيعي، في حين يستخدم المهندسون الممارسات الهندسية في تصميم حلول للمشكلات الهندسية (National Research Council, 2012b, 52) .

٥- هدفت دراسة إبراهيم آل فرحان وعاصم إبراهيم (٢٠٢٤) إلى قياس درجة استخدام معلمي العلوم بالتعليم العام في المملكة العربية السعودية للممارسات العلمية والهندسية (SEP) بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS).

٦- استخدمت دراسة سماح محمد (٢٠٢٢) استراتيجية التعليم القائم على الظواهر لتنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، في حين استخدمت دراسة محمد ذكي (٢٠٢٢) مدخل (STEAM) في تدريس العلوم لتنمية الممارسات العلمية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، أما دراسة نجلاء عطية (٢٠٢٤) فقد استخدمت استراتيجية مقترحة وفق نموذج هيرمان للتفكير لتنمية الممارسات العلمية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

٧- هدفت دراسة سماح محمد (٢٠٢٢) إلى تنمية عمق المعرفة العلمية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية بجانب الممارسات العلمية والهندسية (SEP).

٨- استخدمت دراسة رحاب عبد العال وأماني حسانين (٢٠٢١)، ودراسة محمد زكي (٢٠٢٢) تصميم المجموعة الواحدة (قبلي- بعدي) في حين استخدمت دراسة سماح محمد (٢٠٢٢) ودراسة نجلاء عطية (٢٠٢٤) تصميم المجموعتين (التجريبية- الضابطة).

٩- اتفقت دراسة رحاب عبد العال وأماني حسانين (٢٠٢١)، ودراسة سماح محمد (٢٠٢٢) ودراسة إبراهيم آل فرحان وعاصم إبراهيم (٢٠٢٤) على ضرورة تدريب معلمي العلوم على تنمية الممارسات العلمية والهندسية (SEP) لدى التلاميذ بالمراحل الدراسية المختلفة.

المحور الثاني: نموذج الاستقصاء القائم على الجدل Argument driven inquiry

يستند نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) الذي صمَّمه كلًا من Sampson, Groom and Walker من جامعة فلوريدا عام (٢٠٠٩) إلى النظرية البنائية الاجتماعية التي تُنسب إلى "فيجوتسكي" والتي تؤكد على أهمية التفاعل الاجتماعي في بناء المعرفة، حيث يوفِّر النموذج للمتعلمين خبرات تعليمية أكثر واقعية تمكِّنهم من استكشاف الظواهر العلمية وبناء تفسيراتهم الخاصة وتطوير استنتاجاتهم حول العالم الطبيعي ثم ينخرطون في جلسات مناقشة جدلية قائمة على أدلة تجريبية تتضمن ملاحظات وقياسات للدفاع عن وجهة نظرهم ودحض الادعاءات غير المقنعة علميًا ومشاركة أفكارهم مع الآخرين ودعم صحة تفسيراتهم وتبريراتهم حول الظواهر التي يدرسونها من خلال سبع خطوات رئيسة تتحدد في النقاط الآتية (Walker et al, 2012, 82- 85):

١- تحديد المهمة وتوجيه السؤال البحثي من خلال المعلم وبمشاركة تلاميذه.

٢- توليد المعرفة عن طريق الملاحظة المنظمة (مثل: لون المحلول، وجود راسب، حجم المادة) أو التجريب من خلال مجموعات تعاونية صغيرة من التلاميذ.

٣- إنتاج الحجة التجريبية (Argument) التي تتكون من الادعاء (Claim) والدليل (Evidence) والتي تقدم تفسيرًا عميقًا للظاهرة موضوع الدراسة.

٤- إجراء جلسة مناقشة جدلية، حيث تشارك كل مجموعة بحجتها الأولية أمام المجموعات الآخرى لتقييمها ومراجعتها، وتوضيح نقاط الضعف في الادعاءات المقدمة من كل مجموعة وذلك لتحديد أي التفسيرات أكثر إقناعًا وتفسيرًا للظاهرة.

٥- كتابة تقرير استكشافي من قِبل كل مجموعة حول ما تم إنجازه وصولًا إلى النتائج النهائية.

٦- مرجعة التقارير التي كتبتها كل مجموعة من قِبل مجموعة أخرى للتحقق من مدى جودتها وفق معايير محددة تستخدم لتقييم جودة التقرير.

٧- مراجعة التقارير النهائية من قِبل المعلم مع تقديم تغذية راجعة لتوجيه التلاميذ إلى خبرات أكثر إنتاجية في المستقبل.

وتُعرِّف سامية أحمد (٢٠٢١) نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في دراستها التي هدفت إلى تقصي فاعلية نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تدريس العلوم لتنمية التحصيل المعرفي ومهارات التفكير التفاعلي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بأنه "سلسلة من الأنشطة الاستقصائية يشارك فيها تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في خبرات أكثر واقعية أثناء تدريس وحدة "الغلاف الجوي وحماية كوكب الأرض" من خلال مجموعة من الخطوات التي تتمثل في تحديد المهمة أو السؤال البحثي، وتوليد الأفكار، وتقديم حجة تجريبية، ومناقشة جدلية وتقديم تقرير مكتوب، ومراجعة التقرير، ومراجعة ثنائية للأقران، يمكن من خلالها تنمية التحصيل المعرفي ومهارات التفكير التفاعلي لدى التلاميذ أثناء دراستهم للوحدة المختارة"، وقد أظهرت نتائج الدراسة وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التحصيل المعرفي ومقياس مهارات التفكير التفاعلي لصالح المجموعة التجريبية.

واتفقت شرين عبد الفتاح (٢٠٢٣) في دراستها التي استهدفت تعرف فاعلية استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تنمية العمق المعرفي بالعلوم وتحقيق اللياقة العقلية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي مع الدراسة السابقة بأنه "سلسلة من الأنشطة الاستقصائية يشارك فيها تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في خبرات أكثر واقعية أثناء تدريس وحدة "الغلاف الجوي وحماية كوكب الأرض" من خلال مجموعة من الخطوات التي تتمثل في تحديد المهمة أو السؤال البحثي، وتوليد الأفكار، وتقديم حجة تجريبية، ومناقشة جدلية، وتقديم تقرير مكتوب ومراجعة التقرير، ومراجعة ثنائية للأقران، يمكن من خلالها تنمية العمق المعرفي وتحقيق اللياقة العقلية" وقد كشفت نتائج الدراسة وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار العمق المعرفي بالعلوم ومقياس اللياقة العقلية لصالح المجموعة التجريبية؛ يرجع سبب ذلك لاستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI).

وفي ضوء الاطلاع على عديد من الأدبيات والبحوث والدراسات السابقة التي تناولت نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تدريس العلوم، منها Walker et al (2012)، ومنى الخطيب وسماح الأشقر (٢٠١٤)، Ross (2019)، وسامية أحمد (٢٠٢١)، Belga (2022)، وشرين عبد الفتاح (٢٠٢٣) فقد أمكن للباحثة تعريفه بما يتفق وطبيعة الدراسة الحالية بأنه "مجموعة من الإجراءات والخطوات المنظمة التي يشارك فيها التلاميذ عند دراسة الظواهر العلمية المرتبطة بوحدة "الصوت والضوء" بمنهج العلوم للصف الثاني الإعدادي، وتتضمن سبع خطوات رئيسة تتمثل في تحديد المهمة وتوجيه السؤال البحثي، وتوليد الأفكار، وتقديم حجة تجريبية، والمشاركة في جلسة مناقشة جدلية، وإنشاء تقرير الاستقصاء، ومراجعة ثنائية للأقران ثم مناقشة تأملية"، وفيما يأتي عرضًا تفصيليًا لتلك الخطوات:

١- تحديد المهمة وتوجيه السؤال البحثي Identification of the task and question research

تتضمن هذه الخطوة عرض مقدمة نظرية تتضمن وصفًا دقيقًا للظاهرة المحيِّرة أو المشكلة التي تُمثِّل المهمة التي سيتعين على المتعلمين تنفيذها من خلال الإجابة عن السؤال البحثي بصورة تجذب انتباه المتعلمين وتثير اهتمامهم نحو دراسة الظاهرة وإجراء عملية الاستقصاء.

٢- توليد الأفكار Generation of data

يعمل التلاميذ خلال هذه الخطوة على وضع خطة الاستقصاء التي تتيح لهم التفاعل المباشر مع العالم الطبيعي باستخدام الأدوات المناسبة، وتصميم منهجية لجمع وتحليل البيانات اللازمة للإجابة عن السؤال البحثي وفق مجموعات تعاونية صغيرة (Collaborative groups) تعمل معًا من أجل تحقيق أهداف مشتركة.

٣- تقديم حجة تجريبية Production of a tentative argument

يُقدِّم التلاميذ في هذه الخطوة الحجة الأولية التي تتعلق بموضوع الاستقصاء بناءً على فهمهم للبيانات التي جمعوها في المرحلة السابقة من النموذج وتحليلها، وتتكون الحجة العلمية (Argument) من الادعاء (Claim) والدليل (Evidence)، ويُعرَف الادعاء بأنه استنتاج أو تفسير أو إجابة للسؤال البحثي أما الدليل فيشير إلى القياسات أو الملاحظات التي استخدمت لتدعيم صحة الادعاءات حول الظواهر العلمية.

٤- المشاركة في جلسة مناقشة جدلية Argumentation session

تُقدِّم هذه الخطوة فرصًا متعددة للتلاميذ لمشاركة أفكارهم مع المجموعات الأخرى وتقييمها ومراجعتها، وذلك عن طريق عرضها في مكان مناسب يسمح للجميع برؤيتها، ونقد حجج الآخرين من خلال تحديد نقاط الضعف فيها ودحض الادعاءات غير المقنعة علميًا بالإضافة إلى تطوير استنتاجاتهم حول الظواهر العلمية، وتحسين أفكارهم الأولية التي تتعلق بالظاهرة المدروسة والتوصل إلى المعرفة الصحيحة بناءً على ما تعلموه من خلال التفاوض مع زملائهم.

٥- إنشاء تقرير الاستقصاء Creation an investigation report

تتضمن هذه الخطوة تقديم كل مجموعة تقريرًا استكشافيًا مكتوبًا يسمح بمشاركة ما توصلوا إليه من نتائج مع الآخرين، حيث يتضمن التقرير الإجابة عن الأسئلة الآتية:

- ما الهدف المرجو تحقيقه من خلال الاستقصاء؟
- ما الإجراءات المناسبة لتحقيق هذا الهدف؟
- ما تفسيرك العلمي؟ وما الأدلة المستخدمة؟

ويمكن أن ينظم التلاميذ إجابتهم عن هذه الأسئلة باستخدام الجداول أو النصوص العلمية أو الرسوم التوضيحية والبيانية أو الأشكال التخطيطية أو المعادلات.

٦- مراجعة ثنائية للأقران Double– blind peer review

تتضمن هذه الخطوة مراجعة التقارير التي قدَّمتها كل مجموعة؛ للتحقق من مدى جودتها من قِبل مجموعة أخرى مع تقديم اقتراحات لتحسين التقرير، ويتم ذلك وفقًا لمعايير محددة تستخدم لتقييم جودة التقارير، وهي:

- هل تضَمَّن التقرير السؤال البحثي والهدف من الاستقصاء بوضوح؟
- هل أوضح التقرير الإجراءات المناسبة للإجابة عن السؤال البحثي؟
- هل استخدمت المجموعة الدليل لتدعيم التفسيرات والادعاءات؟
- هل تضَمَّن التقرير أدلة كافية ومناسبة لتدعيم صحة التفسيرات؟

٧- مناقشة تأملية Reflection

تتضمن هذه الخطوة مراجعة التقارير النهائية لكل مجموعة من قِبل المعلم؛ وذلك لتقديم التغذية الراجعة للتلاميذ الذين أوضحوا قصورًا في الكتابة ومن ثم إعادة كتابة التقرير في ضوء مراجعة المعلم تمهيدًا لتوجيه التلاميذ نحو مناقشة الأفكار الجديدة المكتسبة وكيفية توظيفها في حياتهم اليومية مع تقديم قضايا ومشكلات أخرى مرتبطة بموضوع الاستقصاء، وتعتبر نتائج هذه المناقشة الهدف المرجو تحقيقه بعد الانتهاء من عملية الاستقصاء وهو ربط ما يدرسه المتعلم داخل الصف بمشكلات الحياة الواقعية والإسهام في إيجاد حلول عملية لها، مما يحقق فاعلية الفرد كعضو نشط في المجتمع الذي يعيش فيه.

وفي ضوء ما تقدَّم؛ ترى الباحثة أنه يمكن تضمين الممارسات العلمية والهندسية (SEP) في أثناء تطبيق نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تدريس العلوم وفقًا للجدول الآتي جدول (٤):

جدول (٤) الممارسات العلمية والهندسية (SEP) التي يستخدمها التلاميذ عند تطبيق نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI)

المرحلة	رقم الممارسة	الممارسات العلمية والهندسية
تحديد المهمة وتوجيه السؤال البحثي Identification of the task and question research.	١	طرح الأسئلة وتحديد المشكلات
	٨	الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها
توليد الأفكـــار Generation of data	٣	تخطيط وتنفيذ الاستقصاءات
	٢	تطوير واستخدام النماذج
	٤	تحليل وتفسير البيانات
	٥	استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي
	٦	بناء التفسيرات وتصميم الحلول
	٨	الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها

المرحلة	رقم الممارسة	الممارسات العلمية والهندسية
تقديم حجة تجريبية Produotion of a tentative argument	٦	بناء التفسيرات وتصميم الحلول
	٨	الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها
	١	طرح الأسئلة وتحديد المشكلات
المشاركة في جلسة مناقشة جدلية Argumentation session	٧	الانخراط في الحجج المستندة إلى الأدلة
	٨	الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها
	١	طرح الأسئلة وتحديد المشكلات
إنشاء تقرير الاستقصاء Creation an investigation report	٣	تخطيط وتنفيذ الاستقصاءات
	٨	الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها
مراجعة ثنائية للأقران Double- blind peer review	١	طرح الأسئلة وتحديد المشكلات
	٧	الانخراط في الحجج المستندة إلى الأدلة
	٨	الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها
مناقشة تأملية Reflection	٣	تخطيط وتنفيذ الاستقصاءات

وانطلاقًا من أهمية استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تدريس العلوم فقد استهدفت دراسة أحمد عمر (٢٠١٧) تعرف أثر استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تنمية مهارات التفكير الناقد وحب الاستطلاع العلمي لدى طلاب المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية، وقد تكونت مجموعة الدراسة من (٧٢) طالبًا من طلاب الصف الثالث الثانوي بمنطقة الرياض، تم تقسيمهم إلى مجموعتين، إحداهما تجريبية بلغ عددها (٣٦) طالبًا درسوا وحدة "التنوع الحيوي والمحافظة عليه" من مقرر الأحياء باستخدام نموذج

الاستقصاء القائم على الجدل، والأخرى ضابطة بلغ عددها (٣٦) طالبًا درسوا الوحدة نفسها باستخدام الطريقة المعتادة وتحدَّدت أدوات الدراسة في مقياس حب الاستطلاع العلمي، واختبار "واطسون وجلاسر" للتفكير الناقد طُبقا قبليًا وبعديًا على مجموعتي الدراسة، وقد أظهرت النتائج وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات مجموعتي الدراسة في التطبيق البعدي لمقياس حب الاستطلاع العلمي واختبار التفكير الناقد لصالح طلاب المجموعة التجريبية؛ يُعزى لاستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تدريس موضوعات الوحدة.

وهدفت دراسة Salsabila et al (2019) إلى تقصي فاعلية استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تعزيز تعلم الطلاب لمفهوم الاحتباس الحراري، ولتحقيق هدف الدراسة استخدام الباحثون التصميم شبه التجريبي، وتكونت مجموعة الدراسة من (٥٢) طالبًا من طلاب الصف السابع بإحدى المدارس الثانوية في إندونيسيا، تم تقسيمهم إلى مجموعتين إحداهما تجريبية بلغ عددها (٢٦) طالبًا درسوا مفهوم "الاحتباس الحراري" باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل، والأخرى ضابطة بلغ عددها (٢٦) طالبًا درسوا المفهوم نفسه باستخدام الطريقة المعتادة، وقد أشارت نتائج الدراسة أن استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) أسهم بشكل كبير في تحسين مستوى إتقان الطلاب لمفهوم الاحتباس الحراري.

كما هدفت دراسة Kacar and Balim (2021) إلى الكشف عن فاعلية نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في اكتساب المفاهيم العلمية لدى طلاب المرحلة الثانوية في صفوف العلوم، ولتحقيق هدف الدراسة استخدم الباحثان المنهج المختلط (النوعي- الكمي) وتكونت مجموعة الدراسة من (٦٤) طالبًا من طلاب الصف السابع بإحدى المدارس الحكومية في تركيا، تم تقسيمهم إلى مجموعتين، إحداهما تجريبية بلغ عددها (٣١) طالبًا درسوا وحدة "الطاقة الكهربية" باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI)، والأخرى ضابطة بلغ عددها (٣٣) طالبًا درسوا الوحدة نفسها باستخدام الطريقة المعتادة، وتحدَّدت أدوات الدراسة في اختبار المفاهيم العلمية، وملاحظة أداءات الطلاب اليومية فيما يتعلق بتعلم المفاهيم العلمية وتحليلها، وقد أشارت نتائج الدراسة إلى أن استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في

تدريس العلوم أسهم بدرجة كبيرة في تحسين مستوى استيعاب الطلاب للمفاهيم العلمية، يرجع السبب في ذلك إلى أن النموذج يوفر للطلاب فرصًا لاستكشاف العلاقات بين المفاهيم، ومناقشة أفكارهم مع زملائهم وتنظيمها.

بينما هدفت دراسة Somparn et al (2022) إلى تعرف أثر استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تدريس الأحياء لتنمية التفكير العلمي لدى طلاب المرحلة الثانوية ولتحقيق هدف الدراسة استخدم الباحثون المنهج المختلط (النوعي- الكمي)، وتكونت مجموعة الدراسة من (٣٢) طالبًا من طلاب الصف العاشر بإحدى المدارس الثانوية بمدينة بانكوك وتحدَّدت أدوات الدراسة في اختبار التفكير العلمي، وتسجيلات فيديو للحصص الدراسية، وأوراق عمل الطلاب وتحليلها باستخدام التحليل الاستقرائي، وقد أشارت نتائج الدراسة إلى أن استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تدريس الأحياء أسهم بشكل ملحوظ في تطوير قدرة الطلاب على التفكير العلمي.

وهدفت دراسة عزه الزهراني وهالة العمودي (٢٠٢٤) إلى التحقق من فاعلية استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تدريس الأحياء لتنمية الفهم العميق لدى طالبات المرحلة الثانوية، ولتحقيق هدف الدراسة استخدمت الباحثتان التصميم شبه التجريبي ذي المجموعتين (التجريبية- الضابطة)، وتكونت مجموعة الدراسة من (٦٠) طالبة من طالبات الصف الثالث الثانوي بإحدى المدارس الثانوية بمكة المكرمة، تم تقسيمهن إلى مجموعتين إحداهما تجريبية بلغ عددها (٣٠) طالبة درسن الفصول المختارة من مقرر الأحياء باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل، والأخرى ضابطة بلغ عددها (٣٠) طالبة درسن باستخدام الطريقة المعتادة، وأظهرت نتائج الدراسة فاعلية استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تنمية الفهم العميق لدى طالبات المجموعة التجريبية حيث بلغ مستوى الفاعلية لبليك (١.٢٧) وهي قيمة مرتفعة تؤكد وجود فاعلية، **وقد أوصت الدراسة في ضوء نتائجها بضرورة تطوير بعض وحدات مناهج العلوم وفق نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI).**

ومن خلال العرض السابق لعدد من البحوث والدراسات السابقة التي استخدمت نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تدريس العلوم، فقد تبَّين للباحثة ما يأتي:

١- اتفقت جميع الدراسات السابقة على فاعلية استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تدريس العلوم لتنمية عديد من المتغيرات، منها مهارات التفكير الناقد وحب الاستطلاع العلمي كما في دراسة أحمد عمر (٢٠١٧)، وإتقان المفاهيم العلمية كما في دراسة Salsabila (2019)، ودراسة Kacar and Balim (2021)، ودراسة عزه الزهراني وهالة العمودي (٢٠٢٤)، والتفكير العلمي كما في دراسة Somparn et al (2022).

٢- اختارت جميع الدراسات السابقة عينتها من طلاب المرحلة الثانوية.

٣- استخدمت دراسة أحمد عمر (٢٠١٧)، ودراسة Salsabila (2019)، ودراسة Kacar and Balim (2021)، ودراسة عزه الزهراني وهالة العمودي (٢٠٢٤) تصميم المجموعتين (تجريبية- ضابطة) في حين استخدمت دراسة Somparn et al (2022) تصميم المجموعة الواحدة (قبلي- بعدي).

٤- أوصت جميع الدراسات السابقة بضرورة تصميم وحدات في العلوم وفق نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) لما له من أهمية كبيرة في تنمية الفهم العميق لدى الطلاب بطبيعة المعرفة العلمية وفروعها المختلفة.

فروض الدراسة:

في ضوء ما سبق عرضه من إطار نظري ودراسات سابقة مرتبطة بمجال الدراسة الحالية فقد أمكن صياغة فروض الدراسة على النحو الآتي:

١- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ≤ ٠.٠٥ بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" لصالح المجموعة التجريبية.

٢- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ≤ ٠.٠٥ بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" لصالح المجموعة التجريبية.

٣- يحقق تدريس وحدة "الصوت والضوء" باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل درجة كبيرة من الفاعلية في تنمية الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" لدى تلميذات المجموعة التجريبية باستخدام معادلة نسبة الكسب المعدَّل لبليك.

إجراءات الدراسة:

للإجابة عن أسئلة الدراسة والتحقق من صحة فروضها، اتبعت الباحثة الخطوات الآتية:

أولًا: إعداد قائمة بالممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" التي ينبغي تنميتها لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في ضوء ما يأتي:

١- الاطلاع على وثيقة معايير العلوم للجيل القادم "NGSS" وعدد من الكتابات والبحوث والدراسات السابقة العربية والأجنبية في مجال تدريس العلوم.

٢- إعداد تصور مبدئي لقائمة الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" التي ينبغي تنميتها لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي ثم عرضها على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مجال المناهج وطرق تدريس العلوم، وقد أكد المحكِّمون على أهمية الممارسات المتضمنة بالقائمة ومناسبتها لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي مع إجراء بعض التعديلات بناءً على آرائهم ومقترحاتهم.

٣- تعديل القائمة في ضوء آراء المحكمين وإعادة صياغتها في صورتها النهائية، حيث أصبحت قائمة الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" التي ينبغي تنميتها لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في صورتها النهائية* تشتمل على (٨) ممارسات رئيسة تتضمن تعريفًا دقيقًا لكل منها، وعدد من مؤشرات الأداء ذات الصلة بلغ عددها (٤٥) مؤشرًا، كما يتضح من خلال الجدول الآتي جدول (٥):

* ملحق (٢) قائمة الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" التي ينبغي تنميتها لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

جدول (٥) الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" التي ينبغي تنميتها لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي

م	الممارسات العلمية والهندسية	عدد مؤشرات الأداء
١	طرح الأسئلة العلمية وتحديد المشكلات الهندسية	٧
٢	تطوير واستخدام النماذج	٥
٣	تخطيط وتنفيذ الاستقصاءات	٨
٤	تحليل البيانات وتفسيرها	٤
٥	استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي	٥
٦	بناء التفسيرات وتصميم الحلول	٦
٧	المشاركة في الحجج المستندة إلى الأدلة	٥
٨	الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها	٥
المجموع		٤٥

وبذلك تكون الباحثة قد أجابت عن السؤال الأول من أسئلة الدراسة الذي ينص على: ما الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" التي ينبغي تنميتها لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي خلال تدريس مادة العلوم؟

ثانيًا: إعادة صياغة وحدة "الصوت والضوء" بمنهج العلوم للصف الثاني الإعدادي باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل وفقًا للخطوات الآتية:

١- تحديد وحدة "الصوت والضوء" من منهج علوم الصف الثاني الإعدادي بالفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي (٢٠٢٤/ ٢٠٢٥م)؛ وذلك لاحتوائها على عديد من الظواهر العلمية ذات الصلة بها التي يمكن توظيفها في تنمية الممارسات العلمية والهندسية (SEP) بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) حيث تضمنت الوحدة الموضوعات التالية (خصائص الموجات الصوتية – الطبيعة الموجية للضوء انعكاس وانكسار الضوء).

٢- إعادة صياغة وحدة الصوت والضوء لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) ثم عرضها على مجموعة من المحكمين

المتخصصين في مجال المناهج وطرق تدريس العلوم وتعديلها في ضوء آرائهم وملاحظاتهم ثم وضعها في صورتها النهائية* **وبذلك تكون الباحثة قد أجابت عن السؤال الثاني من أسئلة الدراسة الذي ينص على: ما التصور المقترح لإعادة صياغة وحدة "الصوت والضوء" بمنهج العلوم للصف الثاني الإعدادي باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل؟**

ثالثًا: إعداد دليل المعلم في وحدة "الصوت والضوء" بمنهج علوم الفصل الدراسي الثاني لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) متضمنًا العناصر الآتية:

١- مقدمة الدليل التي تضمنت الهدف من الدليل وفكرة عامة عن نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) وعلاقته بتنمية الممارسات العلمية والهندسية (SEP) بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) لدى التلاميذ.

٢- إرشادات وتوجيهات للمعلم عند استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تدريس وحدة الصوت والضوء بمنهج علوم الصف الثاني الإعدادي.

٣- الخطة الزمنية المقترحة لتدريس وحدة "الصوت والضوء"، حيث تم تدريس موضوعات الوحدة المتمثلة في (خصائص الموجات الصوتية- الطبيعة الموجية للضوء- انعكاس وانكسار الضوء) المعاد صياغتهم باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) لمجموعة الدراسة وفقًا للخطة الزمنية الموضحة بالجدول الآتي جدول (٦):

* ملحق (٣) وحدة الصوت والضوء بمنهج العلوم للصف الثاني الإعدادي بعد إعادة الصياغة باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل.

جدول (٦) الخطة الزمنية المقترحة لتدريس وحدة "الصوت والضوء"

الوحدة الدراسية	دروس الوحدة	عدد الحصص
الصوت والضوء	خصائص الموجات الصوتية	٣
	الطبيعة الموجية للضوء	٣
	انعكاس وانكسار الضوء	٣
الإجمـالي		٩

٤- الأهداف العامة لوحدة "الصوت والضوء".

٥- جوانب التعلم المتضمنة في وحدة "الصوت والضوء".

٦- إجراءات التدريس المستخدمة في الوحدة، وتتحدَّد في استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) الذي يُقصد به مجموعة من الإجراءات والخطوات المنظمة التي يشارك فيها التلاميذ عند دراسة الظواهر العلمية المرتبطة بوحدة "الصوت والضوء" بمنهج العلوم للصف الثاني الإعدادي، وتتضمن سبع خطوات رئيسة هي تحديد المهمة أو توجيه السؤال البحثي وتوليد الأفكار، وتقديم حجة تجريبية، والمشاركة في جلسة مناقشة جدلية، وإنشاء تقرير الاستقصاء، ومراجعة ثنائية للأقران ثم مناقشة تأملية"

٧- أدوات وتقنيات التعليم المستخدمة في تدريس الوحدة.

كما تضمن دليل المعلم للوحدة ثلاثة موضوعات دراسية (خصائص الموجات الصوتية الطبيعة الموجية للضوء – انعكاس وانكسار الضوء) وقد اشتمل كل موضوع منهم على العناصر التالية (عنوان الموضوع – نواتج التعلم – أدوات وتقنيات التعليم المستخدمة – الممارسات العلمية والهندسية المستهدف تنميتها – خطة السير في الدرس – أساليب التقويم).

وبعد الانتهاء من إعداد دليل المعلم تم عرضه على مجموعة من المحكِّمين المتخصصين في مجال المناهج وطرق تدريس العلوم، وقد أشار المحكمون بمناسبة دليل المعلم*، وارتباطه

* ملحق (٤) دليل المعلم في وحدة "الصوت والضوء" بمنهج العلوم للصف الثاني الإعدادي بعد إعادة الصياغة باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل.

بنواتج التعلم والأنشطة التعليمية بالوحدة، كما أن ما يتضمنه من تعليمات وتوجيهات واضحة وكافية للمعلم، **وبذلك تكون الباحثة قد أجابت عن السؤال الثالث من أسئلة الدراسة الذي ينص على: ما التصور المقترح لتدريس وحدة "الصوت والضوء" من منهج علوم الصف الثاني الإعدادي باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل؟**

رابعًا: إعداد اختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية (SEP) بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي من خلال اتباع الخطوات الآتية:

١- تحديد الهدف من الاختبار الذي تمثَّل في قياس الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية (SEP) بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

٢- صياغة مفردات الاختبار في صورة أسئلة اختيار من متعدد موزعة على (٨) ممارسات رئيسة تتحدد فيما يلي (طرح الأسئلة وتحديد المشكلات- تطوير واستخدام النماذج- تخطيط وإجراء الاستقصاءات- تحليل البيانات وتفسيرها- استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي بناء التفسيرات وتصميم الحلول- المشاركة في الحجج المستندة إلى الأدلة- الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها).

٣- إعداد جدول مواصفات الاختبار.

٤- إجراء الدراسة الاستطلاعية للاختبار.

ولحساب معامل الصدق والثبات والسهولة والصعوبة والتمييز، وتحديد زمن الإجابة عن أسئلة الاختبار ومدى وضوح تعليماته، فقد تم اتباع الخطوات الآتية:

(١) حساب معامل الصدق، باستخدام الطرق الآتية:

١- **صدق المحكمين:** من خلال عرض الاختبار على مجموعة من الخبراء والمتخصصين في مجال المناهج وطرق تدريس العلوم وإجراء التعديلات بناءً على آرائهم، وقد بلغ عدد مفردات الاختبار (٢٤) مفردة من نمط الاختيار من متعدد*، كما تم إعداد مفتاح تصحيح

* ملحق (٥) اختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

الاختبار** حيث تُقدَّر الإجابة الصحيحة بدرجة واحدة، أما الإجابة الخاطئة فتُقدَّر بصفر، وبناءً عليه تُقدَّر الدرجة الكلية للاختبار بـ (٢٤) درجة.

٢- **صدق الاتساق الداخلي:** وتم ذلك من خلال حساب معامل الارتباط بين كل مفردة من مفردات الاختبار والدرجة الكلية بعد تطبيقه على مجموعة من تلاميذ الصف الثالث الإعدادي بمحافظة دمياط بلغ عددهم (٤٠) تلميذًا، وجدول (٧) يوضح ذلك.

جدول (٧) معامل الارتباط بين كل مفردة من مفردات الاختبار والدرجة الكلية

رقم المفردة	معامل الارتباط (ر)	مستوى الدلالة	رقم المفردة	معامل الارتباط (ر)	مستوى الدلالة
١	٠.٦٤٦	٠.٠١	١٣	٠.٥٧٧	٠.٠١
٢	٠.٥٢٢	٠.٠١	١٤	٠.٤٧٦	٠.٠١
٣	٠.٥٥٥	٠.٠١	١٥	٠.٥٥٩	٠.٠١
٤	٠.٣٧٥	٠.٠٥	١٦	٠.٤٥٤	٠.٠١
٥	٠.٤٤٢	٠.٠١	١٧	٠.٣٥٧	٠.٠٥
٦	٠.٣١٩	٠.٠٥	١٨	٠.٦٤٠	٠.٠١
٧	٠.٦٧٩	٠.٠١	١٩	٠.٣٣٩	٠.٠٥
٨	٠.٤٩٣	٠.٠١	٢٠	٠.٤٤١	٠.٠١
٩	٠.٣٥٣	٠.٠٥	٢١	٠.٥٥٥	٠.٠١
١٠	٠.٣٧٧	٠.٠٥	٢٢	٠.٦٣٦	٠.٠١
١١	٠.٥٦١	٠.٠١	٢٣	٠.٥٦٦	٠.٠١
١٢	٠.٤١٣	٠.٠١	٢٤	٠.٥٣٦	٠.٠١

** ملحق (٦) مفتاح تصحيح اختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

ويتضح من جدول (٧) أن معاملات الارتباط بين كل مفردة من مفردات الاختبار والدرجة الكلية دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) فيما عدا المفردات (٤- ٦- ٩- ١٠- ١٧- ١٩) دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠٥) وهذا يؤكد أن الاختبار يتمتع بدرجة عالية من الاتساق الداخلي وبذلك يكون الاختبار صادقًا ويقيس ما وُضِع لقياسه.

(٢) حساب معامل الثبات

تم حساب معامل ثبات اختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية باستخدام معادلة ألفا كرونباخ، وجدول (٨) يوضح ذلك.

جدول (٨) نتائج حساب معاملات ثبات اختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية

م	الممارسات العلمية والهندسية	عدد المفردات	معامل ألفا كرونباخ
١	طرح الأسئلة وتحديد المشكلات	٣	٠.٥٤٨
٢	تطوير واستخدام النماذج	٣	٠.٧٣٩
٣	تخطيط وإجراء الاستقصاءات	٣	٠.٦٠٠
٤	تحليل البيانات وتفسيرها	٣	٠.٧٣٣
٥	استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي	٣	٠.٨٠٠
٦	بناء التفسيرات وتصميم الحلول	٣	٠.٧٨٧
٧	المشاركة في الحجج المستندة إلى الأدلة	٣	٠.٦٩٣
٨	الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها	٣	٠.٨٢٦
	اختبار الممارسات العلمية والهندسية	٢٤	٠.٧١٥

ويتضح من جدول (٨) أن معاملات الثبات لاختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية تراوحت بين (٠.٥٤٨- ٠.٨٢٦) وبلغت للاختبار ككل (٠.٧١٥) مما يشير إلى أن الاختبار يتمتع بدرجة عالية من الثبات.

(٣) حساب معامل السهولة والصعوبة والتمييز

تراوحت معاملات السهولة والتمييز لمفردات الاختبار بين (٠.٣- ٠.٧)* ومعاملات التمييز بين (٠.٣٦- ٠.٧٢).

* ملحق (٧) معاملات السهولة والصعوبة والتمييز لمفردات اختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

(٤) تحديد زمن الاختبار

تم تحديد زمن الاختبار من خلال حساب متوسط الزمن بين متوسطي زمن الأفراد الذين يمثلون الإرباعي الأقل زمنًا والأفراد الذين يمثلون الإرباعي الأعلى زمنًا، **وجدول (٩) يوضح ذلك.**

جدول (٩) حساب زمن اختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية معايير العلوم للجيل القادم

متوسط زمن الطلاب الذين يمثلون الإرباعي الأقل زمنًا	متوسط زمن الطلاب الذين يمثلون الإرباعي الأعلى زمنًا	متوسط الزمن
٢٥	٣٥	٣٠

خامسًا: إعداد بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي من خلال اتباع الخطوات الآتية:

١- تحديد الهدف من بطاقة الملاحظة

هدفت بطاقة الملاحظة إلى قياس مستوى أداء تلاميذ الصف الثاني الإعدادي للممارسات العلمية والهندسية (SEP) بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS).

٢- تحديد أبعاد بطاقة الملاحظة وصياغة مفرداتها

تمثَّلت أبعاد بطاقة الملاحظة في ثمان ممارسات رئيسة تضمنت كل ممارسة مجموعة من مؤشرات الأداء المتوقع تحقيقها من التلاميذ حيث تم صياغتها في صورة إجرائية حتى يسهل قياسها وملاحظتها، كما تم تحديد أربعة مستويات لكل ممارسة فرعية تُمثِّل درجة تحقيق الأداء مُقدَّرة تقديرًا كميًا على النحو التالي (أربع درجات إذا حقق التلميذ أداء الممارسة بدرجة كبيرة وثلاث درجات إذا حقق التلميذ أداء الممارسة بدرجة متوسطة، ودرجتان إذا حقق التلميذ أداء الممارسة بدرجة قليلة، ودرجة واحدة إذا حقق التلميذ أداء الممارسة بدرجة قليلة جدًا)، وبذلك تُقدَّر الدرجة الكلية لبطاقة الملاحظة (١٢٨) درجة، فإذا حصل التلميذ على ٨٠ % فأكثر فإنه يعتبر ذات أداء مرتفع للممارسات العلمية والهندسية، وجدول (١٠) يوضح ذلك:

جدول (١٠) توزيع عبارات بطاقة الملاحظة على الأبعاد الرئيسة للممارسات العلمية والهندسية

الأبعاد الرئيسة للممارسات العلمية والهندسية	أرقام المفردات	عدد المفردات	النسبة المئوية
طرح الأسئلة وتحديد المشكلات	١، ٢، ٣، ٤	٤	١٢.٥٪
تطوير واستخدام النماذج	٥، ٦، ٧، ٨	٤	١٢,٥٪
تخطيط وتنفيذ الاستقصاءات	٩، ١٠، ١١، ١٢	٤	١٢.٥٪
تحليل البيانات وتفسيرها	١٣، ١٤، ١٥، ١٦	٤	١٢.٥٪
استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي	١٧، ١٨، ١٩، ٢٠	٤	١٢.٥٪
بناء التفسيرات وتصميم الحلول	٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤	٤	١٢.٥٪
المشاركة في الحجج المستندة إلى الأدلة	٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨	٤	١٢.٥٪
الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها	٢٩، ٣٠، ٣١، ٣٢	٤	١٢.٥٪
المجموع	**٣٢**	**٣٢**	**١٠٠٪**

ويتم تطبيق بطاقة الملاحظة بوضع علامة (√) أمام مستوى إتقان التلميذ لمؤشرات الأداء المطلوبة (متوفر بدرجة كبيرة- متوفر بدرجة متوسطة- متوفر بدرجة قليلة- متوفر بدرجة قليلة جدًا) من خلال تنفيذ الأنشطة المتضمنة بوحدة "الصوت والضوء" باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) وعددها (٨) أنشطة، وفيما يأتي بيان بعدد الأنشطة المتضمنة بالوحدة والممارسات العلمية والهندسية (SEP) المتوقع تحقيقها من التلاميذ (جدول ١١).

جدول (١١) الأنشطة المتضمنة بوحدة "الصوت والضوء" والممارسات العلمية والهندسية المتوقع تحقيقها

الوحدة الدراسية	اسم الموضوع	الأنشطة المتضمنة بكل موضوع	الممارسات العلمية والهندسية
الصوت والضوء	خصائص الموجات الصوتية	- نشاط يوضح الخصائص الموجية للصوت. - نشاط افتراضي باستخدام برنامج المحاكاة التفاعلية (PhET) يوضح العلاقة بين تردد الصوت وسعة الموجة وتأثيرهما على شكل الموجة وشدة الصوت.	- طرح الأسئلة وتحديد المشكلات - استخدام وتطوير النماذج. - تخطيط وتنفيذ الاستقصاءات. - بناء التفسيرات وتصميم الحلول. - المشاركة في الحجج المستندة إلى الأدلة. - الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها.
	الطبيعة الموجية للضوء	- نشاط يوضح طبيعة الضوء وكيفية رؤية الأشياء. - نشاط يوضح سلوك الضوء في الأوساط المادية المختلفة.	- طرح الأسئلة وتحديد المشكلات. - استخدام وتطوير النماذج. - تخطيط وتنفيذ الاستقصاءات. - تحليل البيانات وتفسيرها. - بناء التفسيرات وتصميم الحلول. - المشاركة في الحجج المستندة إلى الأدلة. - الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها.

	انعكاس وانكسار الضوء	- نشاط افتراضي باستخدام برنامج المحاكاة التفاعلية (PhET) يوضح ظاهرة انعكاس الضوء. - نشاط يوضح ظاهرة انكسار الضوء. - نشاط لتفسير أسباب حدوث مشكلات الإبصار.	- طرح الأسئلة وتحديد المشكلات. - استخدام وتطوير النماذج. - تخطيط وتنفيذ الاستقصاءات. - بناء التفسيرات وتصميم الحلول. - المشاركة في الحجج المستندة إلى الأدلة. - استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي. - تحليل البيانات وتفسيرها. - الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها.

٣- **صدق بطاقة الملاحظة:** من خلال عرضها على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مجال المناهج وطرق تدريس العلوم، وقد أكَّد المحكمون على سلامة العبارات ومناسبتها لقياس الممارسات العلمية والهندسية لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

٤- **حساب معامل ثبات بطاقة الملاحظة:** تم التأكد من ثبات عبارات بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية (SEP)، وعددها (٣٢) عبارة عندما قامت الباحثة بتطبيق البطاقة على مجموعة مكونة من أربعة تلاميذ، ثم استعانت بإحدى الزميلات في التخصص لتطبيق البطاقة مرة أخرى على نفس المجموعة من التلاميذ بعد تعريفها بمحتوى البطاقة وتعليمات استخدامها، ثم حساب نسب الاتفاق بين النتائج التي توصلت إليها الباحثة وتلك التي توصلت إليها الزميلة، وذلك باستخدام معادلة كوبر Cooper لحساب نسبة الثبات معامل الاتفاق= نقاط الاتفاق/ (نقاط الاتفاق+ نقاط الاختلاف) × ١٠٠، جدول (١٢) يوضح ذلك.

جدول (١٢) ثبات بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية

التلميذ	عدد عبارات بطاقة الملاحظة	معامل الاتفاق		نسبة الثبات
الأول	٣٢	نقاط الاتفاق	٢٩	٩٠.٦٣٪
		نقاط الاختلاف	٣	
الثاني	٣٢	نقاط الاتفاق	٣٠	٩٣.٧٥٪
		نقاط الاختلاف	٢	
الثالث	٣٢	نقاط الاتفاق	٢٧	٨٤.٣٨٪
		نقاط الاختلاف	٥	
الرابع	٣٢	نقاط الاتفاق	٢٨	٨٧.٥٪
		نقاط الاختلاف	٤	

ويتضح من جدول (١٢) أن متوسط معامل اتفاق الملاحظين لأداء التلاميذ الأربعة للممارسات العلمية والهندسية يساوي (٨٩.٠٦٥٪) مما يدل على أن بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية* تتمتع بدرجة عالية من الثبات وتصبح صالحة كأداة للقياس.

سادساً: إجراءات الدراسة التجريبية

تم تطبيق أدوات ومواد الدراسة على مجموعة مكونة من (٦٠) تلميذًا من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بالفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي (٢٠٢٤/ ٢٠٢٥م) تم تقسيمهم إلى مجموعتين، إحداهما تُمثِّل المجموعة التجريبية التي درست وحدة "الصوت والضوء" باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) بلغ عددها (٣٠) تلميذة من تلميذات الصف الثاني الإعدادي بمدرسة عباس العقاد الإعدادية بنات التابعة لإدارة دمياط التعليمية، والأخرى تُمثِّل المجموعة الضابطة التي درست الوحدة ذاتها باستخدام الطريقة المعتادة بلغ عددها (٣٠) تلميذًا

* ملحق (٨) بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بمدرسة دمياط الإعدادية بنين، وذلك في الفترة من (٢/ ٣/ ٢٠٢٥م إلى ٢٠/ ٣/ ٢٠٢٥م) وفقًا للخطة الزمنية الواردة بدليل المعلم المُعَد لذلك وبواقع ثلاث حصص أسبوعيًا** ثم رصد النتائج ومعالجتها إحصائيًا ومناقشتها وتفسيرها.

نتائج الدراسة ومناقشتها وتفسيرها

(١)اختبار صحة الفرض الأول: جدول (١٣) يوضح ذلك.

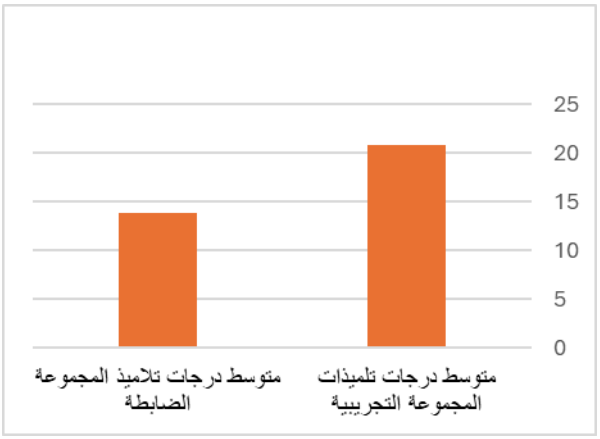
جدول (١٣) نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعتي الدراسة في التطبيق البعدي لاختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية الدرجة الكلية (٢٤)

المجموعة	عدد التلاميذ	المتوسط	الانحراف المعياري	الفرق بين المتوسطين	قيمة "ت" المحسوبة	درجات الحرية	مستوى الدلالة
التجريبية	٣٠	٢٠.٨٣	١.٩٦٧	٦.٩٣٣	١٢.٢٤٦	٥٨	٠.٠٠١
الضابطة	٣٠	١٣.٩٠	٢.٣٩٨				

يتضح من جدول (١٣) ما يأتي:

١- متوسط درجات تلميذات المجموعة التجريبية أعلى من متوسط درجات تلاميذ المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية، حيث بلغ متوسط درجات تلميذات المجموعة التجريبية (٢٠.٨٣) في حين بلغ متوسط درجات تلاميذ المجموعة الضابطة (١٣.٩٠) شكل (١) يوضح ذلك.

** ملحق (٩) صور التلميذات في أثناء تدريس وحدة "الصوت والضوء" باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل.



شكل (١) متوسطا درجات تلاميذ مجموعتي الدراسة في التطبيق البعدي لاختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية

٢- قيمة"ت"تساوي(١٢.٢٤٦) عند درجة حرية (٥٨) ومستوى دلالة (٠.٠٠١)، **وعليه يتم قبول الفرض البحثي الأول الذي ينص على: يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ≤٠.٠٥ بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" لصالح تلميذات المجموعة التجريبية.**

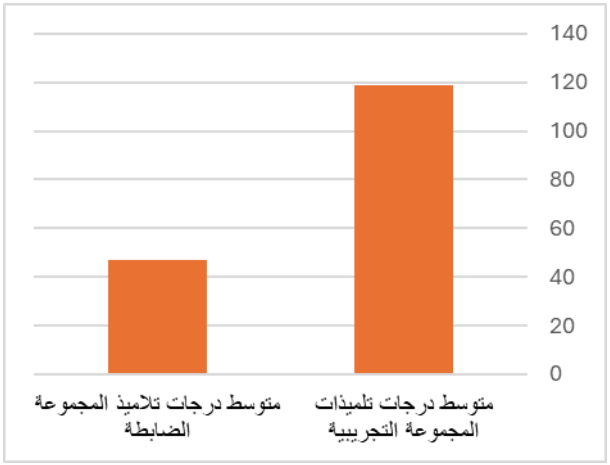
(٢)اختبار صحة الفرض الثاني: جدول (١٤) يوضح ذلك.

جدول (١٤) نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعتي الدراسة في التطبيق البعدي لبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية الدرجة الكلية (١٢٨)

المجموعة	عدد التلاميذ	المتوسط	الانحراف المعياري	الفرق بين المتوسطين	قيمة "ت" المحسوبة	درجات الحرية	مستوى الدلالة
التجريبية	٣٠	١١٨.٨٧	٩.١٨٧	٧١.٨٣٣	١٢.٧٢١	٥٨	٠.٠٠١
الضابطة	٣٠	٤٧.٠٣	٢٩.٥٣٤				

يتضح من جدول (١٤) ما يأتي:

١- متوسط درجات تلميذات المجموعة التجريبية أعلى من متوسط درجات تلاميذ المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية، حيث بلغ متوسط درجات تلميذات المجموعة التجريبية (١١٨.٨٧) في حين بلغ متوسط درجات تلاميذ المجموعة الضابطة (٤٧.٠٣) شكل (٢) يوضح ذلك.



شكل (٢) متوسطا درجات تلاميذ مجموعتي الدراسة في التطبيق البعدي لاختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية

٢- قيمة "ت" تساوي (١٢.٧٢١) عند درجة حرية (٥٨) ومستوى دلالة (٠.٠٠١)، **وعليه يتم قبول الفرض البحثي الثاني الذي ينص على: يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ≤٠.٠٥ بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" لصالح تلميذات المجموعة التجريبية.**

(٣) اختبار صحة الفرض الثالث: جدول (١٥)، (١٦) يوضحان ذلك.

جدول (١٥) نتائج نسبة الكسب المعدَّل لبليك لاختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية لتلميذات المجموعة التجريبية

متوسط التطبيق القبلي	متوسط التطبيق البعدي	الدرجة الكلية	نسبة الكسب المعدَّل لبليك
١٠.٠٣	٢٠.٨٣	٢٤	١.٢٢٣

ويتضح من جدول (١٥) أن متوسط درجات تلميذات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي لاختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية بلغ (١٠.٠٣) في حين بلغ متوسط درجات تلميذات المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي (٢٠.٨٣) وبلغت الدرجة الكلية للاختبار (٢٤)، كما بلغت نسبة الكسب المعدل لبليك (١.٢٢٣)، وحيث إن بليك قد اقترح أن الحد الفاصل يساوي (١.٢)، بمعنى أن الوحدة التي تكون فاعليتها (١.٢) فأكثر تعتبر ذات فاعلية، وبالتالي فإن الوحدة موضع التجريب ذات فاعلية في تنمية الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية لدى تلميذات المجموعة التجريبية.

جدول (١٦) نتائج نسبة الكسب المعدَّل لبليك لبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية لتلميذات المجموعة التجريبية

متوسط التطبيق القبلي	متوسط التطبيق البعدي	الدرجة الكلية	نسبة الكسب المعدَّل لبليك
٤٢.٣٧	١١٨.٨٧	١٢٨	١.٤٨٣

ويتضح من جدول (١٦) أن متوسط درجات تلميذات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي لبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية بلغ (٤٢.٣٧) في حين بلغ متوسط درجات تلميذات المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي (١١٨.٨٧) وبلغت الدرجة الكلية لبطاقة الملاحظة (١٢٨)، كما بلغت نسبة الكسب المعدل لبليك (١.٤٨٣)، مما يدل على أن الوحدة موضع التجريب ذات فاعلية في تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى تلميذات المجموعة التجريبية، **وعليه يتم قبول الفرض الثالث الذي ينص على: يحقق تدريس وحدة "الصوت والضوء" باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل درجة كبيرة من الفاعلية في تنمية الممارسات العلمية والهندسية بمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" لدى تلميذات المجموعة التجريبية باستخدام معادلة نسبة الكسب المعدَّل لبليك.**

وترجع الباحثة هذه النتيجة إلى أن تدريس وحدة "الصوت والضوء" باستخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) قد أتاح الفرصة لتلاميذ المجموعة التجريبية للمشاركة بفاعلية في استكشاف الظواهر العلمية المرتبطة بموضوعات الوحدة وبناء تفسيرات منطقية لها تعتمد على أدلة تجريبية وملاحظات، وذلك من خلال طرح الأسئلة حول الطبيعة الموجية للصوت، والتخطيط لاستقصاءات لدراسة الخصائص الموجية للصوت، وتصميم حلول لبعض المشكلات المرتبطة بمجال الصوت، وبناء تفسيرات علمية حول بعض الظواهر الطبيعية مثل (الرعد- صدى الصوت- السراب- الشفق القطبي- انحراف الضوء الأبيض) ومشاركة تفسيراتهم مع الآخرين باستخدام الجداول والرسوم التوضيحية والبيانية والمعادلات ونماذج المحاكاة المادية والعروض التقديمية والنصوص العلمية، وتوظيف مصادر التعلم المتعددة وتطبيقات الذكاء الاصطناعي في الحصول على معلومات عن الطبيعة الموجية للضوء وتقييمها ومشاركتها واستخدام التفكير الرياضي لحل بعض المشكلات التي واجهتهم مثل حساب المسافة التي يقطعها الضوء في الفراغ، بالإضافة إلى بناء نماذج حاسوبية لتوضيح ظاهرتي انعكاس وانكسار الضوء مما انعكس ذلك إيجابيًا على أداء التلاميذ في التطبيق البعدي لاختبار الجانب المعرفي للممارسات العلمية والهندسية وبطاقة الملاحظة المُعدة لهذا الغرض بأبعادها المختلفة التي تتضمن (طرح الأسئلة وتحديد المشكلات- تخطيط وتنفيذ الاستقصاءات- تطوير واستخدام النماذج- بناء التفسيرات وتصميم الحلول- استخدام الرياضيات والتفكير الحاسوبي- تحليل البيانات وتفسيرها- المشاركة في الحجج المستندة إلى الأدلة- الحصول على المعلومات وتقييمها وتوصيلها)، **وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة منى الخطيب وسماح الأشقر (٢٠١٤) ودراسة Gultepe and Kilic (2015)، ودراسة Ross (2019)، ودراسة Salsabila (2019)، ودراسة سامية أحمد (٢٠٢١)، ودراسة Kacar and Balim (2021)، ودراسة Somparn et al (2022)، ودراسة شرين عبد الفتاح (٢٠٢٣).**

التوصيات والبحوث المقترحة

في ضوء حدود الدراسة الحالية والنتائج التي توصَّلت إليها، فقد أمكن للباحثة تقديم التوصيات الآتية:

١- عقد دورات وورش عمل للمعلمين للتدريب على استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) في تدريس موضوعات مادة العلوم.

٢- تطوير مناهج العلوم بالمرحلة الإعدادية في ضوء الممارسات العلمية والهندسية (SEP) بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS).

البحوث المقترحة

١- استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تدريس العلوم لتصويب المفاهيم الخاطئة لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.

٢- استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تدريس العلوم لتنمية مهارات التواصل العلمي ومتعة التعلم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

٣- استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تدريس العلوم لتنمية مهارات التفكير المنتج لدى طلاب المرحلة الثانوية بمدارس (STEM).

٤- استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تدريس العلوم المتكاملة لتنمية مستويات عمق المعرفة العلمية والكفاءة الذاتية لدى طلاب المرحلة الثانوية.

المراجع

أولًا: المراجع العربية

١. إبراهيم أحمد آل فرحان، عاصم محمد إبراهيم (٢٠٢٤). درجة استخدام الممارسات العلمية والهندسية في تدريس العلوم من وجهة نظر معلمي التعليم العام بالمملكة العربية السعودية وعلاقته ببعض المتغيرات، *مجلة العلوم التربوية والدراسات الإنسانية*، (٣٧)، ٥٥٥- ٥٨٠.

٢. أحمد عمر محمد (٢٠١٧). استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تدريس الأحياء لتنمية مهارات التفكير الناقد وحب الاستطلاع العلمي لدى طلاب الصف الثالث الثانوي، *مجلة البحث في التربية وعلم النفس*، (١)، ٣٤٩- ٤٢٥.

٣. تفيده سيد غانم (٢٠١٨). استراتيجية مقترحة قائمة على التفاعل بين ممارسات معايير العلوم وأنماط التعلم لهيرمان في تنمية المفاهيم الجيولوجية ومهارات التفكير العليا لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة، دراسات في المناهج وطرق التدريس، (٢٣٦)، ١٤٢- ١٩١.

٤. رحاب محمد عبد العال، أماني أحمد حسانين (٢٠٢١). فاعلية وحدة مطورة في مادة العلوم في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) لتنمية الممارسات العلمية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، *مجلة كلية التربية*، (٢٧)، ١٦٨- ١٩٣.

٥. سامية جمال أحمد (٢٠٢١). فاعلية نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تدريس العلوم لتنمية التحصيل المعرفي ومهارات التفكير التفاعلي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي *مجلة كلية التربية*، (٤٥)، ٣١٧- ٣٥٦.

٦. سحر محمد عز الدين (٢٠١٨). أنشطة قائمة على معايير العلوم للجيل القادم "NGSS" لتنمية الممارسات العلمية والهندسية والتفكير الناقد والميول العلمية في العلوم لدى طالبات المرحلة الابتدائية بالسعودية، *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ١١(١٠)، ٥٩- ١٠٧.

٧. سماح أحمد محمد (٢٠٢٢). استخدام التعليم القائم على الظواهر في تدريس العلوم لتنمية مستويات عمق المعرفة العلمية والممارسات العلمية والهندسية لتلاميذ المرحلة الابتدائية *مجلة كلية التربية*، ٣٨(٩)، ٢- ٥٠.

٨. شرين شحاته عبد الفتاح (٢٠٢٣). استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) لتنمية العمق المعرفي بالعلوم وتحقيق اللياقة العقلية (ميمليتيكس) لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ٢٦(٣)، ٢- ٥٤.

٩. عزة بنت صالح الزهراني، هالة بنت سعيد العمودي (٢٠٢٤). فاعلية استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) لتدريس الأحياء في تنمية الفهم العميق لدى طالبات المرحلة الثانوية، *مجلة كلية التربية*، (٢٠١)، ٢٧٨- ٣٣٢.

١٠. محمد رجب زكي (٢٠٢٢). أثر استخدام مدخل STEAM في مادة العلوم على تنمية الممارسات العلمية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، *مجلة كلية التربية*، ٤٦، ٢٥٣- ٢٨٤.

١١. محمد عبد الموجود خليفة، منى عبد الصبور شهاب، سحر محمد عبد الكريم، آيات حسن صالح (٢٠٢١). تطوير منهج العلوم في ضوء الممارسات العلمية والهندسية وأثره في تنمية الفهم العميق لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، *مجلة بحوث جامعة عين شمس*، ٥(١)، ٢٤٥- ٢٩١.

١٢. محمود طاهر الوهر (٢٠٢٠). *توجهات جديدة في تدريس العلوم: الممارسات العلمية والهندسية* https://www.researchgate.net/publication/341788285

١٣. مروة محمد الباز (٢٠١٧). تطوير منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي في ضوء مجال التصميم الهندسي لمعايير العلوم للجيل القادم "NGSS" وأثره في تنمية الممارسات العلمية والهندسية *مجلة كلية التربية*، (٢٢)، ١١٦١- ١٢٠٦.

١٤. معن قاسم الشياب (٢٠٢٠). أثر توظيف الممارسات العلمية والهندسية في تنمية فهم طبيعة العلم وتحسين مستوى التحصيل الدراسي لدى طلبة الصف الثالث المتوسط في مادة العلوم *مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية*، ٢٨(٢)، ٢٢٣- ٢٥٠.

١٥. منى فيصل الخطيب، سماح فاروق الأشقر (٢٠١٤). أثر استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تنمية مهارات التفكير العليا ومستوى الطموح لدى تلميذات الصف الثالث الإعدادي في مادة العلوم، *مجلة التربية العلمية*، ١٧(٤)، ٧٣- ١٢٠.

١٦. نجلاء حمدي عطية (٢٠٢٤). تدريس العلوم في ضوء نموذج هيرمان للتفكير لتنمية الممارسات العلمية لتلاميذ الصف الأول الإعدادي، *مجلة كلية التربية*، ٣٩(٩١)، ١٢٠- ١٦٤.

١٧. نهلة عبد المعطى جاد الحق (٢٠٢١). برنامج مقترح قائم على معايير العلوم للجيل القادم "NGSS" لتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة ومتعة التعلم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية *مجلة كلية التربية*، (٤٥)، ٢٠٣- ٢٧٢.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

1. Anas, M., Zulistiani, Kurnia, I., Daniati, E., Muslih, B., & Yanti, N. (2023). Developing critical thinking achievement in macroeconomics course trough ADI learning based, *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 17(8), 1-13.
2. Belga, J. (2022). Improving students` science process skills using argument driven inquiry (ADI) laboratory method, *Asian Journal of Physical and Chemical Sciences,* 10(2), 42- 49.
3. Gultepe, N., & Kilic, Z. (2015). Effect of scientific argumentation on the development of scientific process skills in the context of teaching chemistry, *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 111- 132, http://www.ijese.net/makale/151.html
4. Huff, K., & Yager, R. (2016). The four strands of science learning and the next Generation Science Standards. Science Scope, 40(2), 10–13.
5. Kacar, S., & Balim, A. (2021). Investigating the effects of argument-driven inquiry method in science course on secondary school students levels of conceptual understanding, *Journal of Turkish Science Education*, 18(4), 816- 845, https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1339469.pdf
6. National Research Council. (2012a). a framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC: National Academies Press.

https://nap.nationalacademies.org/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts

7. National Research Council. (2012b). a framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press. https://nap.nationalacademies.org/read/13165/chapter/4
8. National science teaching association. (2025). Science and Engineering Practices. https://my.nsta.org/ngss/PracticesFull.aspx
9. Next Generation Science Standards: For States, by States. (2013): Science Education in the 21st Century Why K–12 Science Standards Matter and why the time is right to develop Next Generation Science Standards. http://www.nextgenscience.org/sites/default/files/Why%20K12%20Standards%20Matter%20-%20FINAL.pdf
10. NGSS Lead States. (2013). Next Generation Science Standards: For states, by states. National Academies Press. https://nap.nationalacademies.org/catalog/18290/next-generation-science-standards-for-states-by-states
11. Ross, L. (2019). Using an argument driven inquiry model to develop scientific proficiency in the middle school classroom, https://scholarcommons.sc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=6463&context=etd
12. Salsabila, R., Wijaya, A., Winarno, N., & Hanif, S. (2019). Using argument-driven inquiry to promote students' concept mastery in learning global warming. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(3), 1- 7, https://www.researchgate.net/publication/337444043_Using_argumentdriven_inquiry_to_promote_students'_concept_mastery_in_learning_global_warming
13. Somparn, I., Kongsema, M., & Ketsing, J. (2022). The development of tenth graders` scientific reasoning ability through argument-driven inquiry in biology course, *Journal of Rangsit University: Teaching & Learning*, 33- 49, https://www.researchgate.net/publication/358125643_The_Development_of_Tenth_Graders'_Scientific_Reasoning_Ability_through_Argument-Driven_Inquiry_in_Biology_Course

14. Walker, J., Sampson, V., Grooms, J., Anderson, B., & Zimmerman, C. (2012). Argument-Driven Inquiry in undergraduate chemistry labs: The impact on students' conceptual understanding, argument skills, and attitudes toward science, *Journal of College Science Teaching*, 41(4), 82- 86.