وحدة دراسية مقترحة في الحركة الدورية والموجية قائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) لتنمية مهارات الجدل الرياضي والاستدلال العلمي لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي.

إعداد

م.د. شادى ميلاد غالى عبد السيد
مدرس المناهج وطرق تدريس الرياضيات
كلية التربية- جامعة حلوان

م.د. مينا عبد المسيح حنا عبد الملاك
مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم
كلية التربية- جامعة حلوان

مستخلص البحث:

هدف البحث إلي الكشف عن فاعلية الوحدة الدراسية المقترحة في الحركة الدورية والموجية القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في تنمية مهارات الجدل الرياضي والاستدلال العلمي لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي. تحددت مجموعة البحث من (23) تلميذ وتلميذة من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وتضمنت أدوات البحث والمواد المعالجة الآتي: اختبار مهارات الجدل الرياضي واختبار مهارات الاستدلال العلمي كما تضمن البحث إعداد كل من كتاب التلميذ ودليل المُعلم. وأسفرت نتائج البحث عن فاعلية الوحدة الدراسية المقترحة في الحركة الدورية والموجية القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في تنمية مهارات الجدل الرياضي والاستدلال العلمي لدى التلاميذ مجموعة البحث. وقدَّم البحثُ عددًا مِن التوصيات، والبحوث المقترحة.

الكلمات المفتاحية:

وحدة مقترحة، المدخل التكاملي متعدد التخصصات، الجدل الرياضي، الاستدلال العلمي، تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي.

A proposed Unit in periodic and wave motion Based on STEM approach for developing Mathematical argumentation and scientific reasoning skills for the second cycle of basic education pupils.

Abstract:

A proposed Unit in periodic and wave motion Based on STEM approach for developing Mathematical argumentation and scientific reasoning skills for the second cycle of basic education pupils. The research aimed at investigating the effectiveness of a proposed unit in periodic and wave motion Based on STEM approach for developing Mathematical argumentation and scientific reasoning for the second cycle of basic education pupils. The experimental group of the study Consisted of (23) pupils. The research tools included mathematical argumentation skills' test and scientific reasoning skills' test. The research also included pupil's book and teacher's guide. The results of the study confirmed the effectiveness of the proposed unit in periodic motion Based on STEM approach for developing Mathematical argumentation and scientific reasoning for the second cycle of basic education pupils. Based on the research findings, a number of recommendations and areas for further study were presented.

Key Words:

Proposed Unit, STEM approach, Mathematical argumentation, Scientific reasoning, Second cycle of basic education pupils.

وحدة دراسية مقترحة في الحركة الدورية والموجية قائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) لتنمية مهارات الجدل الرياضي والاستدلال العلمي لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي.

إعداد

م.د. شادى ميلاد غالى عبد السيد
مدرس المناهج وطرق تدريس الرياضيات
كلية التربية- جامعة حلوان

م.د. مينا عبد المسيح حنا عبد الملاك
مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم
كلية التربية- جامعة حلوان

مقدمة:

يشهد العصر الحالي تطورات علمية هائلة شملت جميع مناحي الحياة، حيث طرأت عديد من التغيرات في فروع وفلسفة العلوم المختلفة فظهرت العلوم البينية وزالت الفواصل بين التخصصات، وهو الأمر الذي أدى إلى تطور النظرة المتعلقة بإعداد التلاميذ من أجل الانخراط في هذا العصر، فظهرت الحاجة إلى ضرورة اكساب التلاميذ أساليب التفكير السليمة واتباع التفكير العلمي في معالجة ودراسة القضايا والمشكلات، وأصبح التركيز على قدرة التلميذ على توظيف معارفه ومهاراته في حل ما يوجهه من مشكلات مستخدمًا مهاراته اللغوية والعلمية والرياضية والتكنولوجية بشكل متكامل، وذلك تماشيًا مع طبيعة ما يواجه التلميذ من مشكلات، فلا توجد مشكلة تعتمد في حلها على أحد مجالات العلوم دون غيرها، بل يتم استخدام جميع ما لدى التلميذ من معارف ومهارات بالتوازي، الأمر الذي دفع التربويين إلى البحث عن مداخل جديدة تقوم على تكامل المعرفة ووحدتها.

ويمثل المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) أحد المداخل التي تقوم على تكامل المعرفة وإزالة الحدود والفواصل بينها وكذلك تسعى إلى توضيح الدور الوظيفي لتلك المعارف والمهارات، فيشير Roehrig et.al, (2021, 1) إلى أنه عند تطبيق المدخل التكاملي متعدد التخصصات يكون التركيز على تكامل المعرفة في سياق بيني عوضًا عن تدريس المواد (العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات) بشكل منفصل، كما حظى هذا المدخل بكثير من الاهتمام عالميًا ودوليًا.

كما يشير Xu & Ouyang (2022, 59) إلى أن المدخل التكاملي متعدد التخصصات يهدف إلى تنمية معارف التلاميذ البينية وقدرتهم على البحث فضلًا عن إدراك

تطبيقات تلك المعارف، الأمر الذي ينعكس إيجابيًا على تنمية مهارات التفكير العليا لديهم ومنها التفكير الناقد والإبداعي. وهو الأمر الذي يتفق معه دراسة كلًا من Hacıoğlu & Gülhan 2021, 141) ;(Gao et al, 2020, 1 حيث توضح أن مصطلح (STEM) (العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات) أصبح مصطلحًا شائعًا في التعليم في جميع أنحاء العالم، ومن المُسلّم به أن هناك حاجة إلى قوى عاملة تتمتع بالمعرفة والمهارات الكافية في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) لمواجهة التحديات في المستقبل.

وانطلاقًا من كون التربية تهدف إلى إعداد الأفراد ليكونوا أعضاء فاعلين في المجتمع ويمتلكون المهارات والمعارف اللازمة لمواجهة تحديات المستقبل، وكذلك يساهموا في إثراء المجتمعات وتطويرها في عصر يعتمد اقتصاده على مقدار ما ينتجه أفراده من معارف وكفاءة توظيفها والاستفادة منها، فقد أكدت العديد من الدراسات ومنها (الغامدي والقرني، ٢٠٢٣، ١٦١٤؛ عبدالله، ٢٠٢٤، ٥٧) على أهمية الانتقال في عملية تعليم وتعلم الرياضيات والعلوم من الأساليب التي تعتمد على الحفظ والتلقين إلى الاهتمام باكتساب المهارات وأساليب التفكير والتي تُعد جميعها ضمن مهارات القرن الحادي والعشرين، كما أوصت الهيئة القومية لمعلمى الرياضيات NCTM (2018) على أهمية دعم تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) ضمن برامج الرياضيات، وإتاحة الفرص لدمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة بطرق مفيدة تساعد التلاميذ على معالجة المشكلات المتعلقة بالرياضيات في سياقات مختلفة.

أما فيما يتعلق بالجدل الرياضي فيُعد ضمن المهارات الأساسية لمادة الرياضيات، حيث أشار Campbell et al, (2020, 754) إلى اهتمام المناهج الحديثة بتنمية مهارات الجدل الرياضي بدءًا من المراحل الأولى في التعليم قبل الجامعي، وكذلك تركيز المناهج على المحتوى وما تنطوي عليه من أنشطة ومفاهيم تسعى إلى تنمية مهارات الجدل الرياضي لدى التلاميذ، الأمر الذي يتفق معه Francisco (2022, 147) حيث يشير إلى أن حركات

الإصلاح في تعليم وتعلم الرياضيات تؤكد على أهمية الجدل الرياضي في جميع المراحل الدراسية، ويضيف أن معلمي الرياضيات يواجهون صعوبة في دعم تنمية مهارات الجدل الرياضي، فيجب أن يعمل المُعلم على توفير بيئة صفية تساعد التلاميذ على البحث وصياغة الفروض والتأكد من صحتها وتقديم الحجج والأدلة الداعمة لما توصلوا إليه من نتائج للمشكلات موضع الدراسة.

كما يشير Tristanti (2022, 277-278) إلى أن أهمية الجدل الرياضي تنبع من الدور الذي يقوم به في تقديم الحجج والأدلة المنطقية الداعمة للبرهان الرياضي، فمن خلال الجدل الرياضي يستطيع التلميذ تقديم الأدلة والتفسيرات التي تدعم أو تستبعد حل رياضي معين.

ويضيف Hähkiöniemi (2022, 145) أن الجدل الرياضي يشير إلى قدرة التلميذ على تقديم الادعاءات وطرح الفروض الرياضية واختبارها وتقديم الأدلة الداعمة على مدى صحة الحلول التي تم التوصل إليها، وللجدل الرياضي أنماط مختلفة، ومنها الجدل الاستقرائي أو الاستنباطي متمثلاً في قدرة التلميذ على بناء البرهان الرياضي، كما أشار Indrawatiningsih et al, (2020, 1208) إلى أن الجدل الرياضي يمثل ترابط معرفي منطقي بين الأفكار الرياضية، فيتم استخدام الجدل الرياضي في صياغة وبناء البرهان الرياضي أو حل المشكلات الرياضية وتقديم الأدلة الداعمة، فالجدل الرياضي يتسق مع تقديم الاستدلالات الرياضية المنطقية، كما أنه في منظوره العام يُعد أحد العناصر الأساسية في تعلم الرياضيات.

كما يشير Ramesh (2018) إلى تركيز الاتجاهات التربوية الحديثة على أهمية دور التلميذ في تحمل مسئولية تعلمه من أجل تنمية مهارات التفكير المختلفة، لذا اتفق علماء التربية على كون الهدف الأساسي للمدرسة كمؤسسة تعليمية وتربوية في العصر الحالي هو تكوين فرد قادر على التفكير في عالم متعدد الثقافات والتغييرات، وبالتالي تجعل هذه التحديات التلميذ في حاجة إلى اكتساب وتنمية مهارات التفكير المختلفة. ويوضح الحجازين (٢٠١١) أن التفكير الاستدلالي والذي يُعد من أهم العمليات العقلية قد حظى باهتمام

التربويين خاصة في العقد الأخير من القرن العشرين وذلك باعتباره أحد أنماط التفكير التي تحتاج إلى تنمية وتدريب مستمر.

ويشير Göhner & Krell, (2022, 395) إلى أن تطوير مهارات الاستدلال العلمي يُعد هدفًا أساسيًا لتعليم العلوم. فينطوي الاستدلال العلمي على العديد من العمليات العقلية المركبة ومنها النمذجة، ومن أجل فهم طبيعة الاستدلال العلمي يجب دراسة العلاقات بين تلك العمليات.

وفي نفس السياق يوضح كل من (Golumbic et al, 2023, 40; Holmes & Bonn, 2013) أن هدف الاستدلال هو وصول التلميذ إلى المعلومات الجديدة من السابقة المتاحة لديه، وذلك من أجل إصدار حكم منطقي على المشكلات التي يواجهها، وبالتالي يحتاج التلميذ إلى القدرة على فصل الحقائق عن الآراء، ومن ثم فحص الأشياء قبل قبولها والاعتماد عليها، بالإضافة إلى التساؤل الذاتي والقيام بربط ما تم جمعه من المعلومات بناءً على معايير محددة بهدف التوصل إلى المنتج الذي يُعرف بالاستنتاج.

كما يوضح الأشقر (٢٠١١) أن الاستدلال يُعد نوع من التفكير العلائقي، حيث يربط بين السبب والنتيجة، وتساعد مهاراته في عملية التمييز والتعميم، ولذلك يتضمن تدخل العمليات العقلية العليا مثل: الاستبصار، التجريد، التخطيط، التمييز، التحليل، والنقد. ويضيف كلًا من (She & Liao, 2010) أن ما يقوم التلميذ بممارسته من عمليات متعلقة بالاستدلال العلمي ترتبط بعمليات التفكير العليا، ومن تلك المهارات: التوضيح، وتحديد وصياغة التساؤلات، وتحليل العناصر، بالإضافة إلى تحديد المصطلحات، فضلًا عن مهارات القواعد الأساسية التي تتضمن التمييز بين الحقائق والآراء، ومهارات الاستنتاج سواء الاستقراء أو الاستنباط، ومهارات التقويم أي استخدام المعايير المحددة للحكم على ملاءمة الحل للمشكلة المطروحة.

من خلال ما سبق تتضح أهمية تنمية مهارات كلاً من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي باعتبارهم أحد الأهداف الرئيسة التي يجب العمل على اكسابها وتنميتها لدى التلاميذ

من أجل إعدادهم للحياة في القرن الحادي والعشرين، وكذلك تماشيًا مع الاتجاهات التربوية الحديثة، فضلًا عن تقديم المحتوى العلمي ككُلّ مُتكامل ووحدة واحدة تتكامل فيها المعارف والمهارات العلمية، وإبراز دورها الوظيفي الذي يساعد التلاميذ على اكتساب مقومات التفكير العلمي والمنطقي السليم في معالجة ودراسة ما يتعرضون له من مشكلات.

الإحساس بالمشكلة:

لقد نبع الإحساس بالمشكلة من خلال المصادر التالية:

أولًا: الدراسات والبحوث السابقة

أظهرت عديد من الدراسات والبحوث أهمية استخدام المدخل التكاملي متعدد التخصصات في مجال تعليم وتعلم العلوم والرياضيات وذلك تماشيًا مع الاتجاهات العالمية الحديثة واتساقًا مع متطلبات القرن الحادي والعشرين، فقد أظهرت دراسة (رسلان وهنداوي، ٢٠٢١، ٦٩٥؛ عبد الحليم وآخران، ٢٠٢٣، ٢٠٩) أنه يوجد قصور في استخدام معلمي الرياضيات والعلوم بمراحل التعليم قبل الجامعي للممارسات التدريسية وفق المدخل التكاملي ومتطلبات التوجه نحو اقتصاد المعرفة، كما أشاروا إلى أن الدراسات السابقة لم تحدد البيانات الكمية المتعلقة بهذا القصور ولم تقدم تصورات مقترحة للتغلب عليه، كذلك التركيز على عرض المعلومات بطريقة تقليدية لا يتيح الفرص للتلاميذ لتنمية مهارات التفكير وإدراك القيمة الوظيفية لما يتعلموه من موضوعات داخل المدرسة.

أيضًا يشير عصر (٢٠١٨) إلى تراجع مستوى مصر في تدريس الرياضيات والعلوم الأمر الذي يستوجب مزيدًا من الاهتمام بتطوير تعليم وتعلم الرياضيات باستخدام مداخل حديثة مثل المدخل التكاملي متعدد التخصصات، كما أوصت العديد من المؤتمرات على أهمية استخدام المدخل التكاملي متعدد التخصصات ومنها مؤتمر الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات (٢٠٢٣، ١١) حيث أكد على تشجيع استخدام المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في تدريس الرياضيات المدرسية والتعمق في تصميم مشاريع الرياضيات من أجل تنمية أساليب التفكير لدى التلاميذ.

كما أشارت عديد من البحوث إلى ضعف مهارات الجدل الرياضي لدى المتعلمين في المراحل الدراسية المختلفة، فيشير Tristanti (2022, 278) إلى ضعف مهارات التلاميذ

في الجدل الرياضي، حيث يُظهر التلاميذ قصورًا في تقديم الحجج المنطقية وكذلك ضعف قدرتهم على تمثيلها رياضيًا أثناء حل ما يقومون بدراسته من مشكلات.

كما يشير Sipos & Kutzschebauch (2023, 189) إلى أن ضعف مهارات الجدل الرياضي يعد مشكلة شائعة في مراحل التعليم المختلفة، حيث تمثل أحد المعوقات التي تحول دون فهم المتعلمين لمادة الرياضيات وطبيعتها وسياقات استخدامها والهدف منها، وهو الأمر الذي يتفق معه عبد العال (٢٠٢٣،١٧) حيث أظهرت نتائج دراسته وجود قصور في مهارات الجدل الرياضي لدى التلاميذ، كما أوصى على أهمية التدخل بأنشطة وبرامج ومداخل تساعد على تنمية مهارات الجدل الرياضي لدى المتعلمين في المراحل الدراسية المختلفة.

أما فيما يتعلق بالاستدلال العلمي فقد أظهرت العديد من الدراسات ومنها دراسة (لطف الله، ٢٠١٢؛ الإبراهيم، ٢٠١٦؛ خليل، ٢٠١٧؛ يوسف، ٢٠١٨؛ سعيد، ٢٠٢١)؛ (Yanto et al, 2019) قصور مهارات الاستدلال العلمي لدى التلاميذ، نتيجة ضعف الطريقة التقليدية في تنميتها، لأن التركيز يكون قائم على الحفظ والاستظهار، وبالتالي إهمال اكساب التلميذ مهارات التفكير المتعددة بشكل عام والاستدلال العلمي على وجه الخصوص.

ثانيًا: الخبرة الشخصية

وذلك من خلال مشاركة الباحثين في الإشراف على التدريب الميداني في المراحل الدراسية المختلفة حيث اتضح لدى الباحثين أن ممارسات المعلمين التدريسية تقوم على عرض المحتوى العلمي في شكل وحدات معرفية صغيرة ومنفصلة لا تراعى إبراز العلاقة الوثيقة بين المجالات العلمية المختلفة، الأمر الذي يترتب عليه تكوين صورة محدودة للرياضيات والعلوم وتطبيقاتهما وعلاقتهما البينية.

أيضًا اتضح التركيز على اتباع الطريقة التقليدية المعتادة في عرض المحتوى العلمي، والاهتمام بإكساب التلاميذ المعارف والمعلومات اللازمة لحل المشكلات والإجابة عن التساؤلات موضع الدراسة عن طريق الاعتماد على حفظ واستظهار المعلومات والخوارزميات

وتطبيقها بشكل آلي، مع تهميش الطرق التي تعتمد على استثارة حب استطلاع التلاميذ وإجراء المناقشات الصفية التي تساهم في تنمية مهاراتهم على التفكير وتقديم الحجج والبراهين واختبار صحة أفكارهم والبحث عن المعلومات اللازمة لحل المشكلات، كما لاحظ الباحثان تركيز التلاميذ على الجانب التحصيلي فحسب، حيث اظهرت ممارسات التلاميذ اعتمادهم على الحفظ والاستظهار في دراسة مادتي الرياضيات والعلوم، وقصور فهمهم للعلاقات التي تربط تلك العلوم وتطبيقاتها الحياتية المختلفة.

ثالثًا: الدراسة الاستطلاعية

- **الدراسة الاستطلاعية الأولى (مهارات الجدل الرياض)**

حيث قام الباحثان بتطبيق اختبار لمهارات الجدل الرياضي الرئيسية كما هو موضح بالملحق (٢) على (١٩) تلميذًا من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بمدرسة المعادي القديمة الإعدادية بنين التابعة لإدارة المعادي التعليمية، وقد أسفرت نتائج التطبيق عن النقاط التالية:

- بلغ متوسط درجات العينة الاستطلاعية (٤.١٠٥) وهو ما يعادل (٢٧.٣٦٪) من الدرجة الكلية للاختبار (١٥ درجة).
- كان مستوى أداء التلاميذ عينة الدراسة الاستطلاعية أقل من المتوسط.
- أظهرت استجابات التلاميذ انخفاض في كل من مهارة بناء الحجج والادعاء وتقديم الأدلة الداعمة والتبرير.

- **الدراسة الاستطلاعية الثانية (مهارات الاستدلال العلمي)**

حيث قام الباحثان بتطبيق اختبار لمهارات الاستدلال العلمي الرئيسية كما هو موضح بالملحق (٣) على (٢١) تلميذًا من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بمدرسة المعادي القديمة الإعدادية بنين التابعة لإدارة المعادي التعليمية، وقد أسفرت نتائج التطبيق عن النقاط التالية:

- بلغ متوسط درجات العينة الاستطلاعية (٢.٥٧) وهو ما يعادل (١٧.١٤٪) من الدرجة الكلية للاختبار (١٥ درجة).
- كان مستوى أداء التلاميذ عينة الدراسة الاستطلاعية أقل من المتوسط.

- أظهرت استجابات التلاميذ انخفاض في كل من مهارة الاستنباط والاستقراء والاستنتاج.

مشكلة البحث:

من خلال ما سبق تتضح مشكلة البحث فيما يلى:

ضعف مستوى مهارات الجدل الرياضي والاستدلال العلمي لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي.

أسئلة البحث:

حاول البحث الإجابة عن الأسئلة التالية:

١. ما مهارات الجدل الرياضي التي يجب تنميتها لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي؟
٢. ما مهارات الاستدلال العلمي التي يجب تنميتها لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي؟
٣. ما التصور المقترح لوحدة في الحركة الدورية والموجية القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في تنمية مهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي؟
٤. ما فاعلية الوحدة المقترحة في الحركة الدورية والموجية القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في تنمية مهارات الجدل الرياضي لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي؟
٥. ما فاعلية الوحدة المقترحة في الحركة الدورية والموجية القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في تنمية مهارات الاستدلال العلمي لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي؟
٦. ما العلاقة الارتباطية بين مهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي؟

فروض البحث:

حاول البحث التحقق من صحة الفروض التالية:

١. يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى أقل من أو يساوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات الجدل الرياضي ككل لصالح التطبيق البعدي.

٢. يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى أقل من أو يساوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الاستدلال العلمي ككل لصالح التطبيق البعدي.

٣. توجد علاقة ارتباطية موجبة بين درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في اختبار الجدل الرياضي ودرجاتهم في اختبار الاستدلال العلمي.

أهداف البحث:

١. تنمية مهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي من خلال الوحدة المقترحة في الحركة الدورية والموجية القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM).

٢. التوصل إلى دليل علمي يثبت فاعلية استخدام المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في تنمية مهارات الجدل الرياضي لدى تلاميذ المرحلة الثانية من التعليم الأساسي.

٣. التوصل إلى دليل علمي يثبت فاعلية استخدام المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في تنمية مهارات الاستدلال العلمي لدى تلاميذ المرحلة الثانية من التعليم الأساسي.

٤. التوصل إلى دليل علمي يوضح طبيعة العلاقة الارتباطية بين كلًا من مهارات الجدل الرياضي والاستدلال العلمي لدى تلاميذ المرحلة الثانية من التعليم الأساسي.

أهمية البحث:

ترجع أهمية هذا البحث إلى أنه قد يسهم فيما يلى:

١. **بالنسبة لبرامج إعداد المعلمين بكليات التربية:** قد يساهم البحث في تقديم إطار فكرى يوضح أهمية استخدام المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في تنمية المهارات الرياضية والعلمية، وإبراز العلاقة بين العلوم المختلفة والتأكيد على وحدة المعرفة، فضلًا عن تمكين الطلاب المعلمين من مهارات التدريس المتماشية مع فلسفة التربية في القرن الحادي والعشرين وما تقوم عليه من إزالة الفواصل والحدود بين مجالات المعرفة المختلفة سعيًا إلى تحقيق النمو الشامل والمتكامل للمتعلمين في المراحل الدراسية المختلفة وتمهيدًا لإعدادهم للانخراط بفاعلية في الحياة العملية.

٢. **بالنسبة لبرامج تدريب معلمي الرياضيات والعلوم أثناء الخدمة:** قد يساهم البحث في توجيه النظر إلى أهمية اكساب المعلمين المعارف والمهارات اللازمة لتدريس المحتوى العلمي في عصر يتسم بالتطور المعرفي المتسارع ووحدة المعرفة وكذلك تماشيًا مع الاتجاهات الحديثة في المناهج التي لا يقتصر دور المعلم فيها على تلقين المعلومات بقدر ما يهتم بتوجيه المتعلمين ويساعدهم على اكتساب وتنمية المهارات اللازمة للحياة العملية، فضلًا عن إعداد المتعلمين للدراسة الجامعية التي باتت تتوجه نحو استحداث تخصصات بينية تتكامل فيها المعارف بدون فواصل أو حدود، كذلك اكتساب المعارف اللازمة لتنمية مهارات الجدل الرياضي والاستدلال العلمي لدى المتعلمين في المراحل الدراسية المختلفة.

٣. **بالنسبة لمخططي ومطوري المناهج الدراسية:** قد يساهم البحث في توجيه النظر إلى أهمية التركيز على تنمية الجدل الرياضي وما يتضمنه من مهارات هامة وكذلك الاستدلال العلمي، وتوفير الأنشطة التي تساعد المتعلمين على توظيف تلك المهارات مع مراعاة اظهار تكامل الرياضيات والعلوم في معالجة ودراسة الظواهر بأسلوب علمي سليم، والبعد عن التركيز على استظهار الحقائق أو الخوارزميات الرياضية، بل معالجة المشكلات من خلال توظيف جميع ما لدى المتعلم من

معارف ومهارات من أجل التوصل إلى حلول علمية أصيلة مدعومة بالحجج والبراهين.

٤. **بالنسبة للباحثين في مجال مناهج وطرق تدريس:** قد يساهم البحث في زيادة الاهتمام بتصميم ودراسة مداخل مختلفة تهدف إلى تنمية مهارات الجدل الرياضي والاستدلال العلمي في مادتي الرياضيات والعلوم وتعرُّف أفضلها مع مراعاة طبيعة المادة الدراسية وكذلك خصائص وسمات واحتياجات المتعلمين في المراحل الدراسية المختلفة.

حدود البحث:

- مهارات الجدل الرياضي التى يجب تنميتها لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي وذلك وفقًا لقائمة مهارات الجدل الرياضي التى تم إعدادها في هذا البحث وتتمثل فى مهارات الادعاء وإقامة الدليل والتبرير.
- مهارات الاستدلال العلمي التى يجب تنميتها لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي وذلك وفقًا لقائمة مهارات الاستدلال العلمي التى تم إعدادها في هذا البحث وتتمثل فى مهارات الاستقراء والاستنباط والاستنتاج.
- من حيث العينة: مجموعة من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في العام الدراسي ٢٠٢٤/٢٠٢٥م.
- من حيث المكان: مدرسة المعادي القديمة الإعدادية بنين التابعة لإدارة المعادي التعليمية، محافظة القاهرة.

منهج البحث:

أتبع البحث الحالي:

- **أولًا: المنهـج الوصفي:** حيث يستخدم في الجزء الخاص بالفحص والدراسة النظرية للأدبيات التربوية والبحوث والدراسات السابقة التي تناولت مجموعة المحاور العلمية التي يتضمنها البحث وتعرّف مفهوم كل من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي ومهاراتهما، وأيضًا تم إتباع هذا المنهج أثناء إعداد أداتي البحث.

- **ثانيًا: المنهـج التجريبي:** حيث تم استخدامه عند اختيار مجموعة البحث وتطبيق أداتى البحث قبليًا وبعديًا، وكذلك تطبيق تجربــة البحث.

أداتا البحث:

١. اختبار الجدل الرياضي (من إعداد الباحث).
٢. اختبار الاستدلال العلمي (من إعداد الباحث).

مصطلحات البحث:

يلتزم البحث بالتعريفات الإجرائية التالية:

١. **المدخل التكاملي متعدد التخصصات** (STEM): هو مدخل تدريسي يقوم على دمج وتكامل مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في وحدة واحدة من أجل تحقيق التعلم الشامل والمترابط لموضوع الحركة الدورية والموجية لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي.
٢. **الجدل الرياضي:** هو قدرة التلميذ على دراسة المشكلات والظواهر من خلال تقديم الادعاءات وفرض الفروض واختبارها والتوصل إلى استنتاجات معززة بالأدلة التي تدعم صحتها من خلال توظيف مهارات الادعاء وإقامة الدليل والتبرير، ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في اختبار الجدل الرياضي المُعد لذلك.
٣. **الاستدلال العلمي:** قدرة التلميذ على مواجهة الظواهر والمشكلات والمواقف المختلفة سواء التعليمية أو الحياتية مستخدمًا ما لديه من معارف ومعلومات وخبرات سابقة بالاعتماد على استخدام حواسه في ملاحظة تلك الظواهر والانتقال بتفكيره من الجزء إلى الكل (الاستقراء) أو من العام إلى الخاص (الاستنباط) بهدف إصدار حكم يُفسر تلك الملاحظات (الاستنتاج) ويستدل على تنميته من خلال الدرجة التي يحصل عليها التلميذ في اختبار الاستدلال العلمي المُعد لذلك.

الإطار النظري للبحث

المحور الأول: المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM)

أولًا: طبيعة المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM):

يمثل المدخل التكاملي متعدد التخصصات أحد الاتجاهات العالمية الحديثة في التربية، ويهدف إلى تزويد التلاميذ بالمهارات الأساسية للتعايش في مجتمعات تعتمد اعتمادًا أساسيًا على إنتاج المعرفة وتوظيفها من أجل رقى الإنسان، فيشير بوزغاية وشنة (٢٠٢٢، ٦٢٦) إلى أنه أصبح هناك ضرورة لإعداد الأفراد بما يتناسب مع الثورة المعرفية التي ولدت العديد من التحديات أمام النظم التربوية، وقد انعكس ذلك على الاتجاهات التربوية فأصبح هناك اهتمام من الباحثين والمعنيين بمجال التربية بالمدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) القائم على الدمج بين المواد الأربعة الأساسية وهى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وكذلك التعلم التعاوني والنشط الذي يهتم بتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين.

كما يوضح Malçok, & Ceylan (2020, 23) أن المدخل التكاملي متعدد التخصصات يمثل دمج وتكامل المجالات العلمية من أجل تزويد التلاميذ بمهارات ومعارف عليا، كما يضيف أنه يعبر عن نهج يمكن من خلاله إظهار التكامل بين أثنين على الأقل من فروع المعرفة الأساسية التي تتضمن العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

كما يرى Tezer et al, (2021, 182) أن المدخل التكاملي متعدد التخصصات يهدف إلى تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين بدلًا من تعلم وتطبيق التخصصات المختلفة عن طريق الفصل بينها، مما يوفر تنمية المهارات العملية، من خلال استخدام أنشطة تعليمية حديثة تقوم على التطبيق والفهم العميق للمحتوى العلمي موضع الدراسة وإدراك الترابطات البينية فيه.

ويؤكد Nguyen et al, (2020, 3) أن المدخل التكاملي متعدد التخصصات يمثل نهجًا أكاديميًا صارمًا، تقترن فيه المفاهيم العلمية موضع الدراسة بالعالم الواقعي من خلال

توفير الأنشطة التي تربط بين المدرسة والمجتمع والعمل والعالم، بما يساهم في تقديم أفراد يتمتعون بالتنافسية العالمية.

ومن خلال ما سبق يمكن استخلاص أن المدخل التكاملي متعدد التخصصات يقوم على إزالة الفواصل والحدود بين التخصصات المختلفة موضحًا العلاقات بينها ومرسخًا لمبدأ وحدة المعرفة، كما يسعى إلى ربط النظرية بالتطبيق من خلال توفير الأنشطة العلمية التي تقوم على البحث والتقصي وفرض الفروض واختبارها وتقديم الأدلة الداعمة على صحتها في إطار علمي منطقي، الأمر الذي ينعكس إيجابيًا على إدراك التلاميذ للجانب التطبيقي للمعرفة وأهميتها في إحداث التقدم والازدهار للمجتمعات من خلال ما تنتجه من معارف جديدة وابتكارات، فلا تقوم العملية التعليمية على عرض المعلومات فحسب بل تمتد لتشمل جوانبها التطبيقية والوظيفية.

ثانياً: خصائص المدخل التكاملي متعدد التخصصات

يتميز المدخل التكاملي متعدد التخصصات بالعديد من الخصائص التي تتضمن الأنشطة التعليمية وطبيعتها ومميزاتها وأساليب التقويم، وقد أشار كلًا من (Azhar et al, 2023, 43; Koocharoenpisal, 2023, 213) إلى الخصائص التي يجب أن تتوافر في الخبرات التعليمية التي يكتسبها التلميذ في المدخل التكاملي متعدد التخصصات وفيما يلى عرضًا لها:

- اتساق الأنشطة التعليمية مع أهداف المنهج.
- اتساق الأنشطة التعليمية مع أسس وطبيعة المدخل التكاملي متعدد التخصصات.
- اتسام الأنشطة التعليمية بالحداثة والابتكار وكذلك تثير فضول واهتمام التلاميذ.
- إثارة دافعية التلاميذ نحو الانخراط في النشاط التعليمي بفاعلية.
- مساعدة التلاميذ على تحقيق التكامل المعرفي بين العلوم والهندسة والتكنولوجيا والرياضيات.
- مساعدة التلاميذ على تنمية مهارات العمل التعاوني.

- توفير الفرص التي تمكن التلاميذ من توظيف مهارات التفكير الإبداعي والناقد.
- توفير الفرص التي تمكن التلاميذ من تنمية مهارات حل المشكلات.
- مساعدة التلاميذ على تنمية مهاراتهم التقنية واستخدام التكنولوجيا بفاعلية.
- دراسة مشكلات ومواقف وظواهر واقعية حياتية.

وفيما يتعلق بأساليب التقييم والتقويم فيشير Sungur-Gul& Tasar (2023, 96) إلى أن المدخل التكاملي متعدد التخصصات يتضمن كل من التقويم التكويني والختامي، حيث يركز التقويم على نتائج التعلم متعددة الأبعاد أو بصيغة أخرى المعرفة التكاملية، ويتطلب استخدام أدوات وأساليب وتقنيات مختلفة أثناء عمليتي التعليم والتعلم.

ويضيف Ayeni et al, (2024, 1804-1805) أن أساليب وأدوات التقييم يجب أن تمتد لتشمل أكثر من الجوانب المعرفية التقليدية للمادة، فيجب أن تتضمن معرفة التلميذ الكلية ومستوى الاستيعاب والفهم، كما تقدم صورة صحيحة عن مقدار التقدم الذي حققه، ويمكن أن تتضمن أساليب التقويم الالغاز والاختبارات القصيرة والمناقشات وتقييم الأقران مع تزويد التلاميذ بالتغذية الراجعة المناسبة، بحيث يتم تعديل مسار التدريس بما يتلاءم مع احتياجات التلاميذ، كما يمكن استخدام ملف الإنجاز (Portfolio) في تجميع أعمال التلاميذ، الأمر الذي يساهم في تكوين صور أوضح وأكثر تفصيلًا عن أدائهم ومهاراتهم وتحصيلهم الدراسي، كما أن استخدام تقييم الأقران والتقييم الذاتي يساعد التلاميذ على مراجعة وتأمل أعمالهم بالإضافة إلى تقييم استيعابهم للمفاهيم وفق سياق المدخل التكاملي متعدد التخصصات.

ثالثًا: أهمية المدخل التكاملي متعدد التخصصات

تتضح أهمية المدخل التكاملي متعدد التخصصات من نتائج الدراسات التي تم إجرائها في هذا المجال، حيث يشير Li et al, (2022, 9) إلى أن تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) لا يزال يكتسب مزيدًا من الاهتمام والزخم، حيث يزداد عدد الدراسات التجريبية عالية التأثير المنشورة في مجال المدخل التكاملي في مختلف تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، كما يتزايد الاهتمام بالبحوث العلمية التي تهتم بدراسة طبيعة المدخل التكاملي متعدد التخصصات وسُبل الاستفادة منه.

ويضيف Takeuchi et al, (2020, 213) أنه على الصعيد العالمي، أصبح تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات مرتبطًا ارتباطًا وثيقًا بالقيمة النفعية والوظيفية التي تساهم في النمو الاقتصادي والإنتاج للمجتمعات، كما يرتبط المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) ارتباطًا وثيقًا بالابتكار في التخصصات العلمية والتقنية والرياضية.

وقد أظهرت العديد من الدراسات ومنها على سبيل المثال لا الحصر دراسة كلًا من (Tuong et al, 2023, 88; Chisom et al, 2023, 615; Pranata, 2023, 424; Al Hamad et al, 2024, 247) أهمية استخدام المدخل التكاملي متعدد التخصصات في تنمية العديد من المهارات التي تمثل متطلبات أساسية للحياة والعمل في القرن الحادي والعشرين واعتباره أحد التوجهات الحديثة في مجال التربية، وفيما يلى عرضًا لأهم توصيات ونتائج تلك الدراسات:

- التأكيد على أن تدريب المعلمين على استخدام الاستراتيجيات والمداخل الحديثة ومنها المدخل التكاملي متعدد التخصصات يساهم في تنمية مهارات التلاميذ في مجال التفكير الناقد والأداء الأكاديمي وزيادة مشاركتهم وفاعليتهم في العملية التعليمية.
- الإشارة إلى أن تعزيز التعاون متعدد التخصصات بين المعلمين في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات المختلفة يمكن أن يعزز تبادل الممارسات التدريسية الفعالة ووجهات النظر المتنوعة، وبالتالي إثراء عملية التعليم والتعلم.
- التأكيد على ضرورة العمل على القيام بخطوات تهدف إلى تطوير منظور التربية التقليدية، والتركيز على تدريب المعلمين وتطوير المناهج الدراسية ومحتواها العلمي، فضلًا عن دمج التكنولوجيا الحديثة من أجل تفعيل المدخل التكاملي متعدد التخصصات، سعيًا وراء اكساب التلاميذ مهارات تتسق مع احتياجات سوق العمل.
- ساهم استخدام المدخل التكاملي متعدد التخصصات في تطوير الممارسات التدريسية لمعلمي الرياضيات مما كان له أثر إيجابي في اكساب وتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لدى التلاميذ، فضلًا عن تنمية مهاراتهم على حل المشكلات

الرياضية الحياتية، فلم تقتصر عملية التعلم على اكتساب وفهم المعلومات المتعلقة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، بل امتدت لتشمل إدراك التلاميذ لطرق التكامل بين تلك المجالات، فضلًا عن توفير الفرص التي تمكنهم من توظيف مهارات التفكير الناقد والاستدلال والعمل التعاوني والتواصل الرياضي وإدارة الذات وحل المشكلات.

- كما ساهم استخدام المدخل التكاملي متعدد التخصصات في تنمية المعرفة العلمية لدى التلاميذ، حيث يساعد التكامل بين المجالات المختلفة في تكوين فهم واضح للمفاهيم العلمية، كذلك تنمية قدرة التلاميذ على حل المشكلات الحياتية وتحقيق الأهداف المنشودة.

رابعًا: أدوار كل من العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في سياق المدخل التكاملي متعدد التخصصات

يتضمن المدخل التكاملي متعدد التخصصات مجالات العلوم والهندسة والتكنولوجيا والرياضيات، ومن أجل تكوين تصور واضح عن العلاقة البينية بين تلك التخصصات، يجب تحديد الأدوار التي تَخُص كل مجال من مجالات المدخل التكاملي، وفيما يلى عرضًا لها:

- **العلوم:** حيث تساهم بدور كبير في دراسة الظواهر الطبيعية وتحليلها، فيشير Dare et al, (2021) إلى أن مجال العلوم يساعد في تصميم مواقف علمية تُحاكى الظواهر الطبيعية ووضعها في سياق عملي يمكن توظيفه في البيئة الصفية، وكذلك يوضح الجوانب التطبيقية لما يدرسه التلميذ داخل المدرسة والحياة الواقعية، فضلًا عن اكساب التلميذ مهارات هامة ومنها صياغة الفروض واختبارها وإجراء التجارب التي تهدف إلى فهم الظواهر موضع الدراسة.
- **التكنولوجيا:** يمكن تحديد الأدوار الأساسية لاستخدام التكنولوجيا في المدخل التكاملي متعدد التخصصات كما حددها Hıdıroğlu & Karakaş, (2022, 280) على النحو التالي:
  - تحديد المهام التي سوف تقوم بها التكنولوجيا والتقنية الحديثة في مجال التخطيط للتدريس وتحقيق التكامل.

- تحديد الأساليب والاستراتيجيات التدريسية القائمة على استخدام التكنولوجيا.
- تهيئة البيئة الفيزيقية الداعمة لاستخدام التكنولوجيا.
- توفير الدعم والتوجيه.
- مراعاة أن تلبى التقنيات الحديثة والتكنولوجيا احتياجات التلاميذ وأن تراعى الفروق الفردية بينهم.
- تزويد التلاميذ بالتغذية الراجعة.

- **الهندسة:** ويمكن تلخيص عملية التصميم الهندسي كما حددها كلًا من Okulu & Oguz-Unver, (2021, 5) على النحو التالي:
  - الخطوة الأولى ("اسأل")، حيث يحدد المشاركون المشكلة الهندسية، وكذلك تحديد متطلباتها ومعوقاتها، وجمع المعرفة العلمية اللازمة لحلها.
  - الخطوة الثانية ("تخيل")، وفيها يتم التعبير عن أفكار المشاركين لحل المشكلة ومناقشتها، كما يتم اختيار الحل الذي يُلبي المتطلبات على أفضل وجه.
  - الخطوة الثالثة ('الخطة')، وتتضمن رسم التصميم وتحديد المواد المطلوبة لصنع النموذج الأولي.
  - الخطوة الرابعة (الإنشاء)، وفيها يتم بناء واختبار النموذج الأولى.
  - في الخطوة الخامسة ("التحسين")، يتم إعادة تصميم النموذج الأولي وإعادة بناءه وفقًا لنتائج الاختبار. وينتهي هذا عندما يلبي النموذج الأولي المتطلبات.

  ويتم تنظيم الأنشطة بشكل فردي أو في ورش عمل جماعية باستخدام مواد بسيطة وغير مُكلفة، فالهدف من تلك الأنشطة هو مساعدة المشاركين على تطوير مهاراتهم في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات واكتساب الثقة بالنفس من خلال تصميم الأعمال الفنية والعلمية التطبيقية.
- **الرياضيات:** يمكن تلخيص أهم الأدوار التي يمكن أن يقوم بها علم الرياضيات في سياق المدخل التكاملي متعدد التخصصات من خلال ما أشارت إليه دراسة كلًا من (Just &

Siller, 2022; Dominguez et al, 2023; Kristensen et al, 2024, 416)
على النحو التالي:

- ترجمة المواقف والمشكلات الواقعية إلى صيغ رياضية.
- استخدام أساليب المعالجة الرياضية في تفسير المواقف والمشكلات موضع الدراسة.
- تقديم الأدلة التوضيحية والتمثيلات الرياضية ومنها الرسومات البيانية والأشكال والرموز والأعداد وغيرها من التعبيرات الرياضية واستخدامها في مناقشة وتحليل المواقف موضع الدراسة.
- اتباع أسلوب النمذجة الرياضية في تمثيل المواقف والمشكلات موضع الدراسة واختبار الفروض المنطقية والتوصل إلى نتائج وحلول إبداعية.
- توضيح العلاقات بين المتغيرات والعوامل المؤثرة في الموقف أو المشكلة موضع الدراسة بشكل مجرد باستخدام التعبيرات الرياضية.
- تفسير المعادلات وتقديم الاقتراحات والتنبؤ بسلوك الظواهر موضع الدراسة.
- يمثل المدخل التكاملي متعدد التخصصات بيئة خصبة لتعلم الرياضيات، في حين تساعد الرياضيات على استيعاب المفاهيم العلمية المتضمنة في أنشطة المدخل التكاملي.

المحور الثاني: الجدل الرياضي (Mathematical argumentation)

أولًا: طبيعة الجدل الرياضي

تُعد الرياضيات أحد مجالات العلوم الرئيسة على مَرّ العصور، فكانت الرياضيات واحدة من أهم العوامل التي ساعدت في تقدم المجتمعات اجتماعيًا وصناعيًا واقتصاديًا، حيث ساعدت الرياضيات على التواصل بين الشعوب انطلاقًا من كونها لغة عالمية، كما ساهمت بشكل كبير في فهم الظواهر المحيطة وتحديد أنماطها ودراستها والتنبؤ بسلوكها.

فتعرف الرياضيات بأنها لغة تقوم على استخدام التعبيرات الرياضية، كما تمثل علم دراسة الكم، وفي سياقات أخرى يمكن أن تعرف بأنها لغة الطبيعة أو الكون، فيشير كلًا من(Gokalp, 2020, 18; Suryawati 2024, 272) إلى الرياضيات بأنها علم المنطق المتعلق بدراسة الأشكال والعلاقات والكم والمفاهيم التي تجمعها علاقات يمكن تمثيلها رياضيًا، ويمكن القول

أن الرياضيات علم طور نفسه من أجل تلبية احتياجات مختلف العلوم الأخرى، وبالتالي فإن إتقان الرياضيات والمهارات الرياضية يُعد عامل أساسي في تطوير المجتمعات وزيادة قدراتها على مواجهة مشكلات العصر الحالي من التطور المعرفي والتقني.

أما McCallum (2023, 513) فيشير إلى أن تعلم الرياضيات لم يعد مقتصرًا على معرفة وإتقان المعارف والمهارات والخوارزميات الرياضية، بل يجب النظر إلى الرياضيات على أنها مصدرًا للمعارف والإجراءات والأساليب التي تساعد في حل المشكلات، فتعليم وتعلم الرياضيات يرتبط بتكوين وبناء الحس واستخدام المنطق والتفكير.

ويوضح Aristidou (2020, 99) أن المنطق في الرياضيات أو ما يطلق عليه المنطق الرياضي يعمل على شحذ المهارات التحليلية للتلاميذ انطلاقًا من كونها أداة ضرورية للفهم وتعلم البراهين الرياضية، ويضيف Rahmat, (2020, 2) أن المنطق الرياضي يشمل العديد من التمثيلات الرياضية ومنها التمثيل الرمزي والكمي وغيرها من التمثيلات، ويتضمن المنطق الرياضي قدرة التلاميذ على العدّ والاستدلال المنطقي وحل المشكلات.

وانطلاقًا من كون الرياضيات تمثل بناء استدلالي يهتم بدراسة الظواهر والعلاقات واستخدام المنطق في اختبار وحل المشكلات والتنبؤ، يظهر الدور المهم للجدل الرياضي في تعليم وتعلم الرياضيات. فيشير Kartika et al, (2024) إلى أن الجدل الرياضي يمثل القدرة على توليد حُجج جديدة، وتوضيح تلك الموجودة، وفهم الحجج المقدمة، وتنطوي هذه المهارة على تقييم وفهم الحجج من خلال تطبيق قواعد الاستدلال الصحيحة، والبديهيات، والتعريفات والاستنتاجات المثبتة، فتظهر مهارات التلاميذ على الجدل الرياضي من خلال تقييم مدى صحة الحجج، كما تتضمن الأنشطة التعليمية القائمة على الجدل الرياضي العديد من الإجراءات ومنها بناء البراهين الرياضية والتعاون مع الأقران والتصميم والشرح وحل المشكلات الرياضية، وإصدار الأحكام على العبارات الرياضية الشرطية، وتقديم الافتراضات

والتخمينات الرياضية واختبار صحتها، وتفسير وتحليل المفاهيم الرياضية في سياق دراسة ظواهر طبيعية.

ومن خلال ما سبق يتضح أن الجدل الرياضي يُنظر إليه من منظورين، الأول باعتباره مهارة رياضية وأحد الأهداف الأساسية لتعليم وتعلم الرياضيات، أما المنظور الثاني فيراه على أنه مجموعة من الأنشطة التعليمية التي تطبق أثناء علميتي التعليم والتعلم، وبالتالى يمكن استنتاج أن الجدل الرياضي يتضمن توظيف مجموعة من المهارات الذهنية التي تقوم على الاستدلال وإصدار الأحكام وتقدير مدى صحة الحجج والعبارات الرياضية في مواقف مختلفة، بحيث يمكن أن تتضمن حل المشكلات أو دراسة الظواهر الطبيعية أو أثناء المناقشات الصفية العلمية.

ثانيًا: أنماط الجدل الرياضي

للجدل الرياضي أنماط متعددة فقد حدد Firdaus et al, (2023) أنماط الجدل الرياضي على النحو التالي:

- **الجدل الاستقرائي** (Inductive argumentation): ويتم فيه تقديم العديد من الأمثلة الداعمة للتخمين أو الفرض المقترح. ويضيف(Wirilander (2021, 29 أن الجدل الاستقرائي يعبر عن القدرة على استخدام المعلومات التفصيلية في تأسيس الاستنتاجات والتعميمات بناءً على البيانات التي تم التوصل إليها من خلال البحث.
- **الجدل الاستنباطي**(Deductive argumentation): وأحيانًا يُطلق عليه في علم الرياضيات القياس المنطقي (Logical Analogy) ويتمثل في تقديم الأمثلة والحالات الخاصة التي تؤدى إلى تعميم مجرد (Tang, L., & Ishikawa, 2023). ويضيف كلًا من (Zhang et al, 2023; Zahran, 2024, 16) أنه يستخدم في التحقق من صحة أسلوب أو تعميم رياضي معين.
- **الجدل الجبري** (Algebraic mathematical argumentation): ويتم فيه التعبير عن الحجج الجبرية أو الرياضية بناءً على سياق أو أسلوب التمثيل الرمزي لها، ثم يعاد تمثيلها في صور مختلفة لدعم التخمين أو الافكار المقترحة.

- **الجدل الرياضي المصور** (Pictorial mathematical argumentation): أو الجدل الرياضي المعتمد على الأشكال والرسوم، حيث يتم تقديم الحجج في هيئة رسوم بيانية وصور وأشكال لتوضيح نقطة ما أو شرح الأدلة، ويضيف Fortes & De Macêdo, (2020, 38) أن الجدل البصـــري أو المصـــور هو وسيلة للإقنـــاع عندما يتم استخدام صورًا لتجسيد مواقف محددة ويهدف إلى تعزيز أو دحض وجهة نظر ما، كما يوضح Cappelli (2020, 327) أن الفرق بين الجدل اللفظي والبصري يتمثل في الطريقة المختلفة التي يتم بها قراءة وفهم الحجة المصورة عن تلك المستخدمة مع الكلمات، حيث يمكن أن تكون الكلمات ضمنية أو دلالية أو مجردة أو محاطة بتراكيب نحوية تؤدى إلى تقديم العديد من التفسيرات المحتملة، في حين لا تتصف الصور بهذا التنوع في المعنى.
- **الجدل الرياضي الإدراكي** (Perceptual mathematical argumentation): ويتمثل في شرح وتفسر المشكلات والحجج ذات الصلة بها، وتقديم الأدلة التي تدعمها وتأكيدها بعدة تفسيرات.

ثالثًا: مهارات الجدل الرياضي

يتضمن الجدل الرياضي العديد من المهارات الهامة، فيشير Yulianing et al, (2023, 96) إلى أن مهارات الجدل الرياضي تعكس نمط التفكير الذي يتبناه التلميذ في الحصول على المعارف وتقديم الادعاءات المدعومة بأدلة والمعززة بالمنطق عند دراسة ظاهرة معينة، كما يفسر Agustiningsih & Effendi-Hasibuan, (2021, 251) مهارات الجدل الرياضي في ضوء ما حدده توليمين (Toulimin) حيث يشير إلى أن مهارات الجدل الرياضي تتضمن القدرة على صياغة الادعاءات وتقديم الأدلة والمبررات والدعم والوصف والدحض أو النقد، كما أشار إلى الدور الكبير الذي تقوم به مهارات الجدل الرياضي في تنميــة قدرة التلاميذ على التفكير الناقد وتعميق الفهم للمحتوى العلمي للمادة، كما تناول Rohmania et al, (2022, 40) في دراستهم مهارات الجدل وتضمنت تقديم

الادعاءات وتقديم الأدلة الداعمة لتلك الادعاءات، والاستدلال من خلال تقديم التفسيرات التي توضح العلاقة بين الادعاءات والأدلة .

في حين أشارت دراسة عبد العال (٢٠٢٣، ٣١) إلى أن مهارات الجدل الرياضي تتضمن ما يلى:

- **مهارة الادعـــاء:** وتمثل قدرة التلميذ على التوصل إلى استنتاجات من المعطيات من خلال فكرة تمثل فرض أو حل مُحتمل.
- **مهارة إقامة الدليل:** وتتمثل في قدرة التلميذ على توظيف واستخدام البيانات المقدمة لدعم ما توصل إليه من حلول أو نتائج.
- **مهارة التبريـــر:** وتتمثل في قدرة التلميذ على تقديم تفسيرات للعلاقة بين الادعاءات والأدلة.

رابعًا: كيفية تنمية مهارات الجدل الرياضي

تمثل مهارات الجدل الرياضي أحد الجوانب الهامة في تعليم وتعلم مادة الرياضيات، نظرًا لما تقوم به من أدوار هامة وضرورية في اكساب التلاميذ القدرة على التعبير عن أفكارهم بشكل منطقي مع تدعيمها بالأدلة، فضلًا عن تعميق فهمهم للمادة العلمية وسياقاتها المختلفة مما يساعد على تكوين تصور صحيح لمادة الرياضيات وأهميتها.

ويوضح Akhmedov et al, (2023, 380) أن الجدل هو عملية بناء وتقديم الحجج لإقناع الآخرين أو التأثير عليهم، وتنطوي على استخدام الأدلة، والتفكير، والنقد في دعم ادعاء معين، كما أن مهارات الجدل ضرورية للنجاح في الأوساط الأكاديمية والمهنية لأنها تسمح للأفراد بتقديم أفكارهم بفعالية، والانخراط في حوار بناء، وحل المشاكل بشكل تعاوني، ويضيف أنه تأسيسًا على ما ورد في البحوث والدراسات التي تضمنها البحث وجود العديد من المداخل التي يمكن اتباعها في تنمية مهارات الجدل، ومنها القيام بمهام تعليمية تقوم على مراجعة الأدبيات والبحوث العلمية، وتحليل البيانات والقيام بالتجارب العلمية، بالإضافة إلى القيام بالبحوث الجماعية، وهو الأمر الذي يساعد التلاميذ على تنمية مهارات التفكير والتواصل وكذلك اكتساب وتعميق المعرفة العلمية.

كما أشار كلًا من (Erita, 2023; Kundariati et al, 2021, 11) إلى أنه يمكن تنمية مهارات الجدل الرياضي من خلال تقديم أنشطة تعليمية تعتمد على التعلم القائم على المشكلة، والتركيز على توفير العديد من الفرص التي تسمح للتلاميذ بعقد مناقشات جماعية تهدف إلى دراسة وتحليل المشكلات وتقديم الادعاءات والأدلة وإعمال مهارات الاستدلال.

كما أظهرت دراسات فاعلية وجدوى استخدام التكنولوجيا والتقنية الحديثة في تنمية مهارات الجدل ومنها دراسة كلًا من (Ucar-Longord et al, 2024; Khasanah, 2023) والتي أسفرت نتائجها عن فاعلية استخدام مداخل تكنولوجية حديثة مثل استخدام الكتب الإلكترونية والسقالات التعليمية الإلكترونية في تنمية مهارات الجدل العلمي. أيضًا أظهرت بعض الدراسات ومنها دراسة Putra et al, (2023) فاعلية استخدام أداة مُصممة وفق عملية التصميم الهندسي (Engineering process design) في تنمية مهارات الجدل العلمي.

ومن خلال ما سبق يمكن تلخيص أهم المداخل التي تساعد في تنمية مهارات الجدل العلمي بصفة عامة والجدل الرياضي بصفة خاصة على النحو التالي:

- استخدام أنشطة تعليمية تقوم على مشكلات واقعية تتصف بقدر مناسب من التعقيد، الأمر الذي يدفع التلاميذ إلى دراستها وتجميع المعلومات عنها وعقد مناقشات صفية لعرض ما توصلوا إليه من معلومات وفروض وأدلة داعمة وتوضيح العلاقة بينهم.
- توظيف التقنيات الحديثة في عمليتي التعليم والتعلم بما ييسر من اكساب التلاميذ لمهارات الجدل الرياضي، على أن تشمل تلك العمليات البحث وكتابة التقارير واستخدم التطبيقات الرياضية وإنشاء التمثيلات الرياضية الإلكترونية من رسوم بيانية وأشكال وتمثيلات جبرية وغيرها.
- توظيف خطوات عملية التصميم الهندسي بحيث يتم تطبيقها بشكل متكامل مع الأنشطة التعليمية التطبيقية والبحث، وذلك من أجل تصميم نماذج تدعم ما توصل إليه المتعلمون من استنتاجات وحلول.
- التركيز على الدور الإيجابي للتلميذ والإرشادي التوجيهي للمعلم.

المحور الثالث: الاستدلال العلمي (Scientific reasoning)

أولًا: مفهوم الاستدلال العلمي

تعددت التعريفات التي تناولت الاستدلال العلمي في الكثير من الأدبيات والبحوث التربوية، حيث تم تناوله كعملية عقلية أو نمط من أنماط التفكير، أو كسلوك موجه نحو حل المشكلات، ومن أمثلة الدراسات التي تناولت الاستدلال العلمي كأحد أنماط التفكير دراسة كلًا من النجدي، راشد، وسعودي (٢٠٠٥) حيث عُرِّفَ الاستدلال العلمي بأنه: نمط من أنماط التفكير الذي يستهدف حل مشكلة أو اتخاذ قرار، وذلك عن طريق الوصول إلى نتيجة من مقدمات معلومة. وعرفه سعيد (٢٠١١) بأنه: عملية عقلية منطقية تتضمن مهارتي الاستقراء والاستنباط، حيث يصل بها الفرد من حقائق ومعلومات مُسلم بصحتها إلى نتائج مبنية على تلك الحقائق التي كانت معروفة مسبقًا. كما عرفه فهمى (٢٠١٢) بأنه: عملية عقلية يقوم بها التلميذ عند مواجهة مشكلة ما، ويتم خلالها التوصل إلى نتائج من مقدمات معروفة، ويمارس خلالها أنماط متعددة من المهارات العقلية منها: الاستدلال الاحتمالي، التمثيلي، الاستنتاجي، التناسبي، وضبط المتغيرات، والاستدلال التوافيقي.

وفي نفس السياق عرفه كلًا من She & Chen (2015) بأنه: نمط من التفكير المنطقي يتم خلاله عملية الاستقصاء العلمي التي تمكن التلميذ من اقتراح علاقات بين الظواهر، واختبار الفروض، وذلك لتحديد كل البدائل المتاحة والنتائج الممكنة، لدراسة الاحتمالات وتقييم البرهان والتبرير والاستنتاج. ويذكر كلًا من Malloy et al, (2016,63) التفكير الاستدلالي بأنه: أحد أنماط التفكير الذي يهدف إلى حل مشكلة واتخاذ قرار عن طريق الرموز وهو عملية تتضمن الوصول إلى نتيجة من مقدمات معلومة ويقتضى تدخل العمليات العقلية العليا كالتخيل والاستبصار والتجريد والتعميم والاستنتاج والتمييز والتعليل والنقد وأنه وثيق الصلة بالذكاء.

ومن أمثلة الدراسات والأدبيات العلمية التي تناولت الاستدلال العلمي كمجموعة من العمليات العقلية والمعرفية التي يقوم بها التلميذ في مواقف مختلفة، دراسة لطف الله (٢٠١٢) حيث يشير إلى الاستدلال العلمي كمجموعة من العمليات التي يمارسها التلميذ للوصول إلى استنتاجات ونتائج من معلومات معروفة ومُسلم بصحتها ويتمثل في الاستدلال الاحتفاظي،

الاحتمالي، التناسبي، وضبط المتغيرات. كما يشير Nodzyńska & Baprowska (2021, 10) أن الاستدلال العلمي يتضمن استخدام التجريدات والرموز لتمثيل ووصف الظواهر باستخدام المتغيرات والأبعاد. ويعتمد بشكل أساسي على الحجج، مما يتطلب تنظيم البيانات والحقائق، وإجراء عمليات منطقية متنوعة، وإيجاد علاقات سببية بين المتغيرات قيد الملاحظة. ويوضح Maghfiroh & Shofiyah, (2023, 137) أن الاستدلال العلمي يمثل القدرات المعرفية للتلميذ في خمسة أبعاد: الشمول التصنيفي ويتمثل في القدرة على تصنيف البيانات، والترتيب التسلسلي ويتضمن القدرة على فرز مجموعات البيانات، والاستدلال النظري ويمثل القدرة على تفسير البيانات بناءً على النظريات ذات الصلة، والاستدلال الوظيفي والتناسبي ويتمثل في القدرة على تحليل علاقة وظيفية رياضيًا، وأخيرًا التحكم في المتغيرات ويقصد به القدرة على تحديد المتغيرات والتحكم فيها.

وانطلاقًا من التعريفات السابقة يتضح أن الاستدلال العلمي يتميز بكونه نمط من أنماط التفكير الهادف، كما أنه يتضمن العديد من العمليات العقلية والمعرفية المعقدة التي يقوم بها التلميذ منفردة أو مجتمعة أو بتراكيب متنوعة بهدف دراسة وتحليل المواقف والمشكلات والظواهر الطبيعية التي يقوم بدراستها، وتتأثر تلك التراكيب بطبيعة تلك المواقف والمشكلات، كما تتأثر بخبرات التلميذ.

وانطلاقًا مما سبق يمكن تعريف الاستدلال العلمي إجرائيًا بأنه: قدرة التلميذ على مواجهة الظواهر والمشكلات والمواقف المختلفة سواء التعليمية أو الحياتية مستخدمًا ما لديه من معارف ومعلومات وخبرات سابقة بالاعتماد على استخدام حواسه في ملاحظة تلك الظواهر والانتقال بتفكيره من الجزء إلى الكل (الاستقراء) أو من العام إلى الخاص (الاستنباط) بهدف إصدار حكم يُفسر تلك الملاحظات (الاستنتاج) ويستدل على تنميته من خلال الدرجة التي يحصل عليها التلميذ في اختبار الاستدلال العلمي المُعد لذلك.

ثانيًا: أهمية تنمية الاستدلال العلمي

أشارت العديد من البحوث التي أهتمت بمجال الاستدلال العلمي إلى أهمية تنميته لدى التلاميذ في المراحـــل الدراسيـــة المختلفـــة، حيث أكد كلًا من (الحضرمية، وأمبو سعيدي ٢٠١٢؛ درويش وشحادة، ٢٠١٢؛ لطف الله، ٢٠١٢)؛ (Sadler, 2004; Chen & She, 2015; Giordano, 2015; Singh & Marshman, 2015; Grol et al, 2016):على أهمية تنمية الاستدلال العلمي في تدريس العلوم، انطلاقًا من كونه أحد المهارات الأساسية التي يحتاجها التلميذ للنجاح في حياته الدراسية والعملية، ويمكن تحديد أهمية تنمية الاستدلال العلمي في النقاط التالية:

- يُعد أحد أهداف تدريس العلوم، حيث يصل التلميذ للاستنتاج من خلال الملاحظات الدقيقة والتي تساعده على اتخاذ القرار السليم تجاه المواقف التعليمية المختلفة.
- يُعد الاستدلال تسلسل منطقي، بمعنى أن التلميذ يحتاج لاستخدام كلًا من الاستقراء والاستنباط في تعلمه للموضوعات الدراسية المتنوعة.
- يستخدم لإثراء التعليم والتعلم، ومن ثم تنمية التفكير لدى التلاميذ.
- يُعد من أفضل العوامل في التنبؤ بالتحصيل وحل المشكلات، كما أن الاستدلال العلمي يُعد نمط من أنماط التفكير الناقد والإبداعي.
- يزيد من قدرة التلميذ على تحديد العلاقة السببية وصياغة الفرضيات للمتغيرات، وتقديم تفسيرات منطقية للأحداث والأشياء.
- يعزز من قدرة التلميذ على التعامل مع المفاهيم المجردة، ويشجعه على توظيف الخبرات السابقة ومهارات البحث والتحليل والتأمل والاستنتاج.
- يساعد التلميذ على حل المشكلات التي تواجهه سواء كانت تعليمية أو حياتية، ومن ثم ينمى لديه الاتجاهات العلمية والاجتماعية.
- يساعد التلميذ على التمييز بين المعلومات التي لها علاقة بالموقف واستبعاد المعلومات الأخرى التي ليست لها صلة، وكذلك بناء الفروض وصياغة البدائل المحتملة واختبارها، وبالتالي اشتقاق الاستنتاجات السليمة من خلال البيانات المتوفرة لديه.

- ينمى قدرة التلميذ على تقديم تفسيرات علمية والتوصل إلى السببية، ويساعده على التوصل إلى نتائج جديدة من خلال الملاحظات الدقيقة والقيام بالتجارب العلمية.
- يساعد التلميذ على تعديل التصورات الخطأ حول المفاهيم، وينمى لديه القدرة على إدراك العلاقات بين الأشياء والأحداث والظواهر، مما يزيد من

ثالثًا: أنماط الاستدلال العلمي

تناولت العديد من الدراسات أنماط الاستدلال العلمي، حيث حدد lawson ستة أنماط للاستدلال العلمي في المقياس الذي قام بإعداده حيث تضمن: حفظ الكتلة والحجم، الاستدلال التناسبي، ضبط المتغيرات، الاستدلال الاحتمالي، الاستدلال الارتباطي، والاستدلال الفرضي – الاستنباطي (Kaygisiz et al, 2018; Manwaring et al, 2018) ويُلاحظ أن الأنماط الستة التي قدمها Lawson تُمثل الأساس في وضع الاستدلال العلمي داخل ثلاثة مستويات متمثلة في: الاستدلال المادي، الاستدلال الانتقالي، والاستدلال الشكلي (Khoirina et al, 2018)، ومن ثم يرتبط كلًا من ضبط المتغيرات والاستدلال الارتباطي بالاستدلال السببي، أما الاستدلال الاحتمالي والتناسبي فهما رياضيان (Kalinowski & Willoughby, 2019)

ويمكن تحديد أنماط الاستدلال العلمي من خلال ما أشارت إلى دراسة كلًا من (النجدي، راشد، وسعودي، ٢٠٠٥؛ محمد، ٢٠٠٨؛ حسين، ٢٠١٠؛ لطف الله، ٢٠١٢؛ يوسف، ٢٠١٨)؛ (Nieminen et al, 2013, 1138; Ding, 2018, 1479)، وفيما يلى عرضًا لها:

- **الاستدلال الارتباطي** (Correlation Reasoning): ويعنى الإدراك العقلي للمدى الذي يرتبط به ظهور صفة أو وقوع حدث معين بظهور صفة أو وقوع حدث آخر، أي يصل التلميذ إلى نتيجة يشتقها من علاقات وترابطات بين عدة متغيرات أو عوامل.
- **الاستدلال التناسبي** (Proportional Reasoning): ويقصد به الإدراك العقلي لعلاقات النسبة والتناسب بين الصفات أو الكميات الفيزيقية.

- **الاستدلال الاحتمالي** (Probabilistic Reasoning): ويعنى الإدراك العقلي لإمكانية أو احتمال وقوع حدث أو صفة من بين بدائل أخرى ممكنة، أي التنبؤ بما يمكن حدوثه بناء على المعرفة.
- **الاستدلال الاستنتاجي** (Deductive Reasoning): ويقصد به القدرة على استخلاص معلومات جديدة من حقائق تم ملاحظتها أو افتراضها، أي التوصل إلى النتائج بناءً على المعطيات أو المقدمات من خلال التفكير من المعلوم إلى المجهول.
- **الاستدلال الاستنباطي** (Inductive Reasoning): ويعنى القدرة على إدراك علاقات بين كلمات أو أشكال قياسًا على علاقة، أي استخلاص حالات خاصة من حالات عامة.
- **الاستدلال التوافيقي** (Combinatorial Reasoning): الإدراك العقلي للتوافيقات المختلفة الممكنة بين عناصر الموقف، أي القدرة على اكتشاف كل العلاقات والتركيبات المُحتملة التي يمكن عن طريقها الوصول إلى حكم أو قاعدة.

شكل (١) أنماط الاستدلال العلمي

يتضح من الشكل (١) أن هناك علاقة بين أنماط الاستدلال العلمي، كما يمكن اشتقاق أنماط أخرى من تلك الأنماط، بالإضافة إلى امكانية استخدام تراكيب مختلفة من تلك الأنماط لحل المشكلات ودراسة الظواهر المختلفة، حيث تتداخل تلك الأنماط في تقديم الحلول والتوصل إلى نتائج وتفسيرات للظواهر والمشكلات التي يقوم التلاميذ بدراستها.

رابعًا: خصائص الاستدلال العلمي:

يتصف الاستدلال العلمي بالعديد من الخصائص، كما حددها كلًا من (جروان، ٢٠١٦)؛ (Osman & Stavy, 2006; Sladek et al, 2010; Carrier, 2014) والتي يمكن عرضها في النقاط التالية:

- يعتمد الاستدلال العلمي على وجود معطيات ومقدمات ومعلومات سابقة مخزونة في البنية المعرفية لدي التلاميذ.
- ينتقل التلميذ في تعلمه للموضوعات العلمية المختلفة من المعلوم إلى المجهول، وهذا مماثل عند استخدامه العمليات المنطقية.
- يُعد أداة علمية تساعد التلميذ في حل المشكلات التي تواجهه.
- يحتاج التلميذ عند استخدام الاستدلال العلمي إلى التفكير العلائقي، والذي يربط بين الأسباب والنتائج.
- يحتاج التلميذ للتحقق من صدق المقدمات والمعطيات، ومن ثم يترتب عليها التوصل إلى نتائج صحيحة وسليمة علميًا.
- يُعد الاستدلال العلمي من أرقى مظاهر النشاط العقلي، وبالتالي فهو ضروري لعمليات التمييز والتعميم والابداع والابتكار.
- يحدث عندما يواجه التلميذ موقفًا يتطلب اكتشاف العلاقات بين المعلومات أو تطبيقها في إنتاج معلومات جديدة.
- يمتاز الاستدلال بالدقة في تحديد كافة المصطلحات والألفاظ التي تتضمنها المقدمات.

- يتسم الاستدلال العلمي بالإنتاجية المستمرة، حيث يتمثل في كون النتائج تتضمن معلومات جديدة.

خامسًا: مهارات الاستدلال العلمي:

تعددت مهارات الاستدلال العلمي، حيث صنفتها دراسة العمودي (٢٠١١) إلى مهارات الاستقراء، الاستنباط، التناسب، التبادل، والاحتمال، كما أشارت دراسة Fischer et al, (2014) إلى ثماني مهارات للاستدلال العلمي والتي يمكن عرضها في النقاط التالية:

- **تحديد المشكلة:** وتُعنى تمييز عدم التوافق بين مشكلة ما وتفسيراتها القائمة وتحليل الموقف، وبناء تمثيل للمشكلة.
- **التساؤل:** وهو تحديد سؤال واحد أو أكثر ضروري لعملية الاستدلال.
- **فرض الفروض:** حيث يُعد بناء اجابات محتملة عن السؤال أو الأسئلة المطروحة، وذلك وفق معايير علمية تستند إلى نماذج وأدلة معرفية.
- **بناء وإعادة تصميم أدوات اصطناعية:** بمعنى بناء نموذج أولى اصطناعي ثم اختبار تلك النموذج، حيث يمكن التعديل في ضوء نتائج الاختبار.
- **توليد أدلة:** وذلك من خلال التجارب والأنشطة التعليمية، والدراسات القائمة على الملاحظة والاستدلال الاستنباطي.
- **تقييم الأدلة:** وتُعنى تحليل الأدلة المختلفة ذات الصلة بادعاء أو نظرية.
- **استخلاص الاستنتاجات:** وهو الوصول إلى استنتاج من خلال تقييم ارتباط أجزاء الدليل المختلفة؛ بغرض الوصول إلى ادعاء أولى.
- **التواصل والتدقيق:** حيث عرض طرق الاستدلال العلمي ومناقشة نتائجها داخل الفريق والمجتمع العلمي.

ومن خلال ما سبق يمكن استنتاج أن للاستدلال العلمي ثلاث مهارات أساسية هي (الاستقراء، الاستنباط، والاستنتاج) وفيما يلى عرضًا لها:

- **مهارة الاستقراء:** وتتمثل في قدرة التلميذ على استخدام تفكيره في المواقف التعليمية بالانتقال من المثال إلى القاعدة أو المفهوم مستعينًا بحواسه والمواد الأدوات المتاحة.

- **مهارة الاستنباط:** وتتمثل في قدرة التلميذ على استخدام تفكيره في المواقف التعليمية بالانتقال من العام إلى الخاص أو من الكل إلى الجزء أو من القاعدة (المفهوم) إلى المثال.
- **مهارة الاستنتاج:** وتتمثل في قدرة التلميذ على ربط الملاحظات بالمعلومات السابقة لديه عن ظاهرة معينة، ثم يُصدر حُكم من خلاله يُفسر تلك الملاحظات.

إعداد مواد المعالجة التجريبية

أولًا: إعداد قائمة مهارات الجدل الرياضي

من أجل التوصل إلى قائمة مهارات الجدل الرياضي التي يجب تنميتها لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي، قام الباحث بإعداد قائمة مبدئية لمهارات الجدل الرياضي، وذلك على النحو التالي:

أ. تحديد الهدف من القائمة: هدفت القائمة إلى تحديد مهارات الجدل الرياضي التي يجب تنميتها لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي، وذلك بما يتناسب مع خصائص وسمات التلاميذ وكذلك طبيعة المادة.

ب. الاطلاع على الأدبيات ذات الصلة بمفهوم الجدل الرياضي ومهاراته:

حيث تم الاطلاع على الأدبيات المرتبطة بالجدل العلمي بصفة عامة والجدل الرياضي على وجه الخصوص، وفيما يلى عرضًا للمصادر التي استعان بها الباحث أثناء قيامه بإعداد قائمة المهارات:

- الدراسات والبحوث والأدبيات العلمية المتصلة بمجال الجدل الرياضي.
- معايير المجلس القومي لمعلمي الرياضيات (NCTM).
- استشارة بعض الخبراء التربويين المتخصصين في مناهج وطرق تدريس مادة الرياضيات كما هو موضح بالملحق (١).

جـ. تحديد محتوى القائمة:

بعد إطلاع الباحث على ما سبق، تم حصر مهارات الجدل الرياضي الواجب تنميتها لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي بحيث تتضمن (٣) مهارات

رئيسية و(١٥) مهارة فرعية، حيث تضم كل مهارة رئيسية خمس مهارات فرعية، وقد تم استخدام مقياس شطب ثنائي الأبعاد (تنتمى – لا تنتمى) في تحديد مدى انتماء المهارات لمفهوم الجدل الرياضي الذي تبناه الباحث، وفي تحديد مدى مناسبة المهارات لتلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي، بالإضافة إلى تحديد مدى وضوح الصياغة اللغوية للمهارات (واضحة– غير واضحة).

د. صدق قائمة مهارات الجدل الرياضي:

للتأكد من صدق القائمة قام الباحث بعرضها على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مجال المناهج وطرق تدريس الرياضيات كما هو موضح بالملحق (١)، حيث طلب إليهم إبداء رأيهم في القائمة من حيث مدى انتماء المهارات لمفهوم الجدل الرياضي الذي تبناه الباحث، بالإضافة إلى تحديد مدى مناسبة المهارات لتلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي، ومدى وضوح صياغتها اللغوية، ومن الملاحظات التي أبداها السادة المحكمين إضافة عبارة "قدرة تلميذ المرحلة الاعدادية على" في بداية كل مهارة من المهارات الفرعية.

هـ. ثبات قائمة مهارات الجدل الرياضي:

للتحقق من ثبات قائمة المهارات قام الباحث باستخدام معادلة كوبر (Cooper) لحساب نسبة الاتفاق بين المحكمين، وبهذا يكون الباحث قد تحقق من ثبات القائمة، حيث كان متوسط نسب الاتفاق بين المحكمين (٨٢.٧١٢ %)، وهى نسبة اتفاق عالية تدل على ثبات القائمة، وبذلك أصبحت قائمة المهارات في صورتها النهائية كما هو موضح بالملحق (٤).

وبذلك يكون الباحثان قد أجابا عن السؤال الأول من أسئلة البحث والذي نصه "ما مهارات الجدل الرياضي التي يجب تنميتها لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي؟"

ثانياً: إعداد قائمة مهارات الاستدلال العلمي

من أجل التوصل إلى قائمة مهارات الاستدلال العلمي التي يجب تنميتها لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي، قام الباحث بإعداد قائمة مبدئية لمهارات الاستدلال العلمي، وذلك على النحو التالي:

أ. تحديد الهدف من القائمة: هدفت القائمة إلى تحديد مهارات الاستدلال العلمي التي يجب تنميتها لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي، وذلك بما يتناسب مع خصائص وسمات التلاميذ وكذلك طبيعة المادة.

ب. الاطلاع على الأدبيات ذات الصلة بمفهوم الاستدلال العلمي ومهاراته:

حيث تم الاطلاع على الأدبيات المرتبطة بالاستدلال العلمي، وفيما يلى عرضًا للمصادر التي استعان بها الباحث أثناء قيامه بإعداد قائمة المهارات:

- الدراسات والبحوث والأدبيات العلمية المتصلة بمجال الاستدلال العلمي.
- استشارة بعض الخبراء التربويين المتخصصين في مناهج وطرق تدريس مادة العلوم كما هو موضح بالملحق (١).

جـ. تحديد محتوى القائمة:

بعد إطلاع الباحث على ما سبق، تم حصر مهارات الاستدلال العلمي الواجب تنميتها لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي، وعمل قائمة مبدئية بها تضم (٣) مهارات رئيسية و(١٢) مهارة فرعية، حيث تضم المهارة الرئيسية الأولى (الاستقراء) ثلاث مهارات فرعية، ومهارة الاستنباط أربع مهارات فرعية، ومهارة الاستنتاج خمس مهارات فرعية، وقد تم استخدام مقياس شطب ثنائي الأبعاد (تنتمى – لا تنتمى) في تحديد مدى انتماء المهارات لمفهوم الاستدلال العلمي الذي تبناه الباحث، وفي تحديد مدى مناسبة المهارات لتلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي، بالإضافة إلى تحديد مدى وضوح الصياغة اللغوية للمهارات (واضحة– غير واضحة).

د. صدق قائمة مهارات الاستدلال العلمي:

للتأكد من صدق القائمة قام الباحث بعرضها على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مجال المناهج وطرق تدريس العلوم، حيث طلب الباحث إبداء رأيهم في القائمة من حيث مدى انتماء المهارات لمفهوم الاستدلال العلمي الذي تبناه

الباحث، بالإضافة إلى تحديد مدى مناسبة المهارات لتلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي، ومدى وضوح صياغتها اللغوية، ومن الملاحظات التي أبداها السادة المحكمين تعديل صياغة الفعل في أول كل مهارة فرعية ليصبح فعل مضارع.

هـ. ثبات قائمة مهارات الاستدلال العلمي:

للتحقق من ثبات قائمة المهارات قام الباحث باستخدام معادلة كوبر (Cooper) لحساب نسبة الاتفاق بين المحكمين، وبهذا يكون الباحث قد تحقق من ثبات القائمة، حيث كان متوسط نسب الاتفاق بين المحكمين (٨١.٤٤٢ %)، وهى نسبة اتفاق عالية تدل على ثبات القائمة، وبذلك أصبحت قائمة المهارات في صورتها النهائية كما هو موضح بالملحق (٥).

وبذلك يكون الباحثان قد أجابا عن السؤال الثاني من أسئلة البحث والذي نصه "ما مهارات الاستدلال العلمي التي يجب تنميتها لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي؟"

ثالثًا: إعداد الوحدة المقترحة في الحركة الدورية والموجية وفق مدخل التدريس التكاملي متعدد التخصصات (STEM)

تضمنت الوحدة المقترحة إعداد دليلًا للمعلم وكتابًا للتلميذ، وقد تضمن دليل المعلم عرضًا للمحتوى العلمي وما يحتويه من أنشطة وكذلك المادة العلمية التكاملية الخاصة بكل درس من دروس الوحدة، كما تضمن كتاب التلميذ أوراق العمل الخاصة بالأنشطة والمادة العلمية، وقد تم بناء الوحدة المقترحة باستخدام مدخل التدريس التكاملي متعدد التخصصات وفق الخطوات التالية:

أ. تحديد أسس الوحدة المقترحة :

وقد تم ذلك في ضوء البحوث والدراسات السابقة المرتبطة بموضوع البحث والتي سبق عرضها في الإطار النظري للبحث، والدراسة النظرية لكلًا من المدخل التكاملي متعدد التخصصات ومبادئه وأسسه وخطواته، وكذلك مهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي.

ب. تحديد الهدف العام من الوحدة:

تحدد الهدف العام من الوحدة المقترحة في تنمية مهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي (مجموعة البحث).

جـ. إعداد محتوى الوحدة المقترحة:

وقد تم وفقًا للخطوات التالية:

١. اختيار الموضوعات:

قام الباحثان باختيار موضوعات الوحدة، بحيث تتضمن جميع الجوانب المعرفية مفاهيم ونظريات ومبادئ، وكذلك الخبرات والمهارات سواء (عقلية، عملية، اجتماعية)، والتي من المتوقع أن يكتسبها التلميذ؛ والتي تتصل بمهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي، مع مراعاة الأسس والمبادئ الخاصة بالمدخل التكاملي متعدد التخصصات، وقد تم مراعاة الخصائص التالية في تلك الموضوعات:

- استخدام لغة بسيطة وسهلة في عرض المحتوى.
- شمول الوحدة المقترحة على عرض المدخل التكاملي متعدد التخصصات ومكوناته وخطواته، وكذلك مهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي، وذلك من أجل توفير الخلفية النظرية للمحتوى المعرفي للوحدة وتوضيح المفاهيم والمصطلحات ذات الصلة.
- شمول الوحدة المقترحة على مجموعة من الدروس التي تتناول المعارف والمفاهيم والمهارات المتعلقة بالحركة الدورية والموجية مع مراعاة تناولها وعرضها بأسلوب تكاملي تتلاشى فيه الفواصل بين المجالات الاربعة العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وتراعى مبدأ وحدة المعرفة، كما تركز على الجانب العملي والتطبيقي لتلك المعارف والمهارات.

- توظيف العديد من التطبيقات التكنولوجية التي تساعد التلاميذ على تنمية مهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي، بالإضافة إلى ترسيخ مبدأ التكامل بين عناصر وموضوعات المحتوى العلمي.
- التنوع في الأنشطة التعليمية بحيث تناسب جميع التلاميذ وتراعى الفروق الفردية بينهم، بحيث يجد التلميذ بطيء التعلم أنشطة علاجية، والتلميذ سريع التعلم أنشطة إثرائية.
- مرونة الوحدة المقترحة بحيث يمكن تعديلها وتطويرها حسب الحاجة.
- التدرج في الموضوعات التي تتضمنها الوحدة المقترحة.
- التنوع في أساليب التقويم التي يتم استخدامها.
- تقسيم محتوى الوحدة إلى موضوعات مصحوبة بورش للعمل.
- توفير وقت كافٍ للتطبيق العملي.

٢. **تصميم الأنشطة التعليمية للوحدة المقترحة:**

من خلال إطلاع الباحثان على الأدبيات ذات الصلة بمهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي، ومتطلبات تدريس الموضوعات وفق المدخل التكاملي متعدد التخصصات ومكوناته الواردة في الإطار النظري للبحث، قام الباحثان بتصميم مجموعة من الأنشطة التعليمية (١٥ نشاطًا تعليميًا) تتفق مع احتياجات التلاميذ مجموعة البحث، وكذلك الجوانب المعرفية والمهارية والأدائية التي تتضمنها الوحدة المقترحة موضع التجريب، وقد راعى الباحثان أن يشمل كل نشاط على ما يلى:

- الأهداف التعليمية المتوقع تحقيقها من خلال النشاط.
- الزمن اللازم لتنفيذ كل نشاط من الأنشطة التعليمية بالوحدة.
- الأدوات المستخدمة في النشاط.
- خطوات تنفيذ النشاط.
- دور كلًا من المعلم والتلميذ في تنفيذه.

- أساليب تقييم التلاميذ للوقوف على مدى تحقق الأهداف التعليمية المنشودة من تطبيق النشاط.

هذا كما راعى الباحثان أن تكون الأنشطة التعليمية وثيقة الصلة بموضوعات "الحركة الدورية والموجية" مع توضيح تطبيقاتها، وأيضًا تقديم التجارب العلمية عليها وتناولها من منظور المدخل التكاملي متعدد التخصصات، وكذلك تقديم نموذج لكيفية استخدام المدخل التكاملي متعدد التخصصات في عملية التخطيط والتنفيذ والتقويم لها.

٣. **التقويم:** حرص الباحثان على استخدام التقويم بنوعيه التكويني بهدف تحديد مدى تقدم التلاميذ (مجموعة البحث) نحو الأهداف التعليمية المنشودة، والنهائي بهدف معرفة مقدار ما تم تحقيقه من الأهداف التعليمية المرجوة؛ حيث اشتملت كل فترة على مجموعة من الأسئلة والمناقشات التي تتم أثناء وبعد كل نشاط لتعرف مدى تحقق من الأهداف التي يسعى النشاط إلى تحقيقها والواردة في دليل المعلم، كذلك تعرف مدى ملائمة النشاط التعليمي المستخدم، وقد راعى الباحثان التركيز على قياس مهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي في كل فترة.

٤. **إعداد دليل المعلم، وعرضه على مجموعة من المحكمين:**

قام الباحثان بإعداد دليل المعلم، وتضمن العناصر التالية:

أولًا: المقدمة: وقد تناولت المقدمة عرضًا للخلفية النظرية، والتي اشتملت على العناصر التالية: الهدف العام من الدليل؛ مفهوم ومهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي، بالإضافة إلى مدخل التدريس التكاملي متعدد التخصصات (STEM)؛ وأيضًا الأهداف العامة للوحدة المقترحة.

ثانيًا: الحصص الدراسية وما تتضمنه من موضوعات وأنشطة ومادة علمية والتي روعي فيها وضوح الأهداف ودقة صياغتها، وعرض الأدوات والمواد التعليمية المستخدمة في كل فترة زمنية، واستخدام لغة سهلة وبسيطة في عرض المحتوى؛

كذلك التنوع في الأنشطة التعليمية المستخدمة؛ وتوضيح خطوات كل نشاط والهدف منه؛ والتركيز على الدور الإيجابي والفعّال للتلميذ؛ فضلًا عن التركيز على الدور الإرشادي والتوجيهي للمعلم؛ واستخدام مدخل التدريس التكاملي متعدد التخصصات في التخطيط والتنفيذ والتقويم لمحتوى الوحدة المقترحة؛ والتركيز على تنمية مهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي؛ وطرح العديد من الأسئلة المتنوعة، وذلك لتحديد مستوى التلاميذ (مجموعة البحث) بصورة مستمرة.

وبعد الانتهاء من إعداد دليل المعلم، قام الباحثان بعرضه على مجموعة من السادة المحكمين كما هو موضح بالملحق (١)؛ للوصول إلى صورته النهائية كما هو موضح بالملحق (٦).

٥. **إعداد كتاب التلميذ وعرضه على مجموعة من المحكمين:** وقد تضمن كتاب التلميذ أوراق العمل الخاصة بالأنشطة التعليمية والمادة العلمية، وقد راعى الباحثان في إعداده ما يلى:

- عرض الأهداف العامة داخل كتاب التلميذ وكذلك الأهداف الخاصة بكل درس من دروس الوحدة المقترحة.
- عرض الأنشطة التعليمية المستخدمة في كل درس، مع توضيح أهدافها وخطوات تنفيذها، وكذلك أدوار التلميذ عند القيام بها.
- عرض المادة العلمية للموضوعات بشكل متدرج من البسيط إلى المركب ومن السهل للصعب.
- تنوع أساليب التقويم.

وبعد الانتهاء من إعداد كتاب التلميذ، قام الباحثان بعرضه على مجموعة من السادة المحكمين كما هو موضح بالملحق (١)؛ للوصول إلى صورته النهائية كما هو موضح بالملحق (٧).

٦. **زمن التنفيذ:** تحددت مدة تنفيذ الوحدة المقترحة القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات في أربعة أسابيع، بواقع فترتان أسبوعيًا بمعدل أربع حصص، مدة

الفترة الواحدة (٦٠) دقيقة، وقد بدأ التطبيق في الأسبوع الثالث من الدراسة بالفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠٢٤/٢٠٢٥م.

وبذلك يكون الباحثان قد أجابا عن السؤال الثالث من أسئلة البحث والذي نصه: " ما التصور المقترح لوحدة في الحركة الدورية والموجية القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات في تنمية مهارات كلاً من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي؟"

رابعاً: إعداد اختبار الجدل الرياضي:

إن اختبار الجدل الرياضي هو الأداة التي يتم من خلالها تحديد مستوى مهارات الجدل الرياضي لدى التلاميذ (مجموعة البحث)، وقد اتبع الباحث الخطوات التالية في إعداده:

أ. تحديد الهدف من الاختبار:

يهدف الاختبار إلى تعرف مستوى مهارات الجدل الرياضي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي (مجموعة البحث).

ب. تحديد المهارات التي يقيسها الاختبار:

حيث اشتمل الاختبار على (١٥) سؤال، مقسم على النحو التالي:

- مهارة بناء الحجة أو الادعاء (٥ أسئلة).
- مهارة تقديم الأدلة الداعمة (٥ أسئلة).
- مهارة التبرير (٥ أسئلة).

جـ. تحديد محتوى الاختبار:

نظرًا لأن أحد أهداف البحث الحالي هو تنمية مهارات الجدل الرياضي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي من خلال تدريس الوحدة المقترحة في الحركة الدورية والموجية القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM)، لذا فإن محتوى الاختبار ارتبط بمحتوى وموضوعات الوحدة المقترحة.

د. تحديد نوع مفردات الاختبار:

أشتمل الاختبار على مفردات الاختيار من متعدد، وذلك بهدف تيسير عملية التطبيق والتصحيح، بالإضافة إلى إمكانية الإجابة عن مفردات الاختبار في نفس الورقة.

هـ. صياغة مفردات الاختبار:

قد راعى الباحث عند كتابة مفردات الاختبار ما يلى:

- أن تكون الصياغة اللغوية للمفردات بسيطة وواضحة.
- تدرج المفردات من حيث مستوى الصعوبة.

و. كتابة تعليمات الاختبار:

وقد راعى الباحث في كتابة تعليمات الاختبار ما يلى:

- توضيح الهدف من الاختبار.
- تحديد طريقة الإجابة عن أسئلة الاختبار.
- عدد مفردات الاختبار.

كما راعى الباحث أن تكون كتابة التعليمات بلغة واضحة وبسيطة، مما يسهل على التلميذ فهمها.

ذ. صدق الاختبار:

بعد إعداد الصورة الأولية للاختبار، قام الباحث بعرضها على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مجال مناهج وطرق تدريس الرياضيات كما هو موضح بالملحق (١)؛ وذلك بهدف التأكد من صدقها، وقد استخدم الباحث أنواع الصدق التالية:

- **الصدق الظاهري:** وقد راعى الباحث العناصر التالية:
  - وضوح التعليمات الخاصة بالاختبار.
  - صلاحية الأسئلة لقياس مهارات الجدل الرياضي.
  - إمكانية طبع الاختبار وتطبيقه وتفسير نتائجه بسهولة ويسر.

- **صدق المحكمين:** حيث عرض الباحث الاختبار على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مجال مناهج وطرق تدريس الرياضيات؛ بهدف التأكد من صدقه، وقد اتفق المحكمون على أن أسئلة الاختبار مناسبة لقياس ما وضعت لقياسه (مهارات الجدل الرياضي)، كما أشاروا إلى بعض التعديلات ومنها: تعديل الرسم البياني للمفردة رقم (٦) بالاختبار لتتسق مع متن السؤال، تعديل الصياغة اللغوية للمفردة رقم (٨).

حـ. ثبات الاختبار:

حيث تم تطبيق الاختبار على مجموعة من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في الأسبوع الأول من الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠٢٤/٢٠٢٥م، بمدرسة المعادي القديمة الإعدادية بنين التابعة لإدارة المعادي التعليمية بمحافظة القاهرة، ثم تمت إعادة التطبيق بفارق زمنى قدره (١٥) يومًا على ذات العينة، ثم تم حساب معامل ثبات الاختبار عن طريق حساب معامل الارتباط البسيط لبيرسون، وقد بلغ (٠.٨٣٧) وهو معامل ثبات مقبول، ويدل على أن (٨٣.٧٪) من التباين المشاهد (درجات التلاميذ) هو تباين حقيقي.

ط. زمن الاختبار:

تم حساب زمن الاختبار من خلال حساب متوسط الزمن الذي استغرقه التلاميذ في الإجابة عن أسئلة الاختبار، وبلغ زمن الاختبار (٣٠ دقيقة).

ى. إعداد الصورة النهائية للاختبار:

بعد حساب ثبات الاختبار، يكون الاختبار قد تم إعداده في الصورة النهائية له كما هو موضح بالملحق (٨) وقد تضمنت (١٥ سؤالاً)، وفيما يلي عرضًا لتوزيع مفردات الاختبار:

جدول (١): جدول مواصفات اختبار مهارات الجدل الرياضي

المهارة الرئيسية		المهارة الفرعية	المفردة
أولاً: مهارة الادعاء: وتمثل قدرة التلميذ على التوصل إلى استنتاجات من المعطيات من خلال فكرة تمثل فرض أو حل محتمل، وتتضمن قدرة التلميذ على أن:	١	يحلل المشكلات الرياضية موضح الدراسة لتحديد المعطيات.	٥
	٢	يحدد العلاقات الرياضية والمنطقية بين المعطيات.	٦
	٣	يقدم صيغ رياضية توضح طبيعة العلاقات المنطقية والرياضية فى المشكلة موضع الدراسة.	١٥
	٤	يميز بين الأفكار الصحيحة وغير الصحيحة.	٣
	٥	يميز بين الادعاءات والافكار والحقائق.	١٢
ثانياً: مهارة إقامة الدليل: وتتمثل فى قدرة التلميذ على توظيف واستخدام البيانات المقدمة لدعم ما توصل إليه من حلول أو نتائج، وتتضمن قدرة التلميذ على أن:	١	يستخلص البيانات والأدلة من مشكلة رياضية.	٧
	٢	يحدد العلاقة السببية بين مجموعة من المعطيات والنتائج المحتملة.	١
	٣	يبنى براهين منطقية ورياضية اعتماداً على البيانات والأدلة.	١٤
	٤	يقدم الحجج الداعمة للحل المقترح أو الادعاء.	١٣
	٥	يقييم مدى صحة الادعاءات والحلول المقترحة.	٨
ثالثاً: مهارة التبرير: وتتمثل فى قدرة التلميذ على تقديم تفسيرات للعلاقة بين الادعاءات والأدلة، وتتضمن قدرة التلميذ على أن:	١	يتوصل إلى استنتاجات عامة من خلال دراسة حالات خاصة.	٩
	٢	يحدد الحالات الخاصة التى تندرج تحت قانون عام.	١٠
	٣	يبرر اختيار الاساليب الرياضية فى حل المشكلة موضع الدراسة.	٢
	٤	يبرر الإجراءات الرياضية اللازمة لحل المشكلة موضع الدراسة.	٤
	٥	يفسر ما تم التوصل إليه من حلول للمشكلة موضع الدراسة.	١١

خامساً: إعداد اختبار الاستدلال العلمي:

إن اختبار الاستدلال العلمي هو الأداة التي يتم من خلالها تحديد مستوى مهارات الاستدلال العلمي لدى التلاميذ (مجموعة البحث)، وقد اتبع الباحث الخطوات التالية في إعداده:

أ. تحديد الهدف من الاختبار:

يهدف الاختبار إلى تعرف مستوى مهارات الاستدلال العلمي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي (مجموعة البحث).

ب. تحديد المهارات التي يقيسها الاختبار:

حيث اشتمل الاختبار على (١٢) سؤال، مقسم على النحو التالي:

- مهارة الاستقراء (٣ أسئلة).
- مهارة الاستنباط (٤ أسئلة).
- مهارة الاستنتاج (٥ أسئلة).

جـ. تحديد محتوى الاختبار:

نظرًا لأن أحد أهداف البحث الحالي هو تنمية مهارات الاستدلال العلمي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي من خلال تدريس الوحدة المقترحة في الحركة الدورية والموجية القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM)، لذا فإن محتوى الاختبار ارتبط بمحتوى وموضوعات الوحدة المقترحة.

د. تحديد نوع مفردات الاختبار:

أشتمل الاختبار على مفردات الاختيار من متعدد، وذلك بهدف تيسير عملية التطبيق والتصحيح، بالإضافة إلى إمكانية الإجابة عن مفردات الاختبار في ورقة الإجابة المُعد لهذا الغرض كما هو موضح بالملحق (١٠).

هـ. صياغة مفردات الاختبار:

قد راعى الباحث عند كتابة مفردات الاختبار ما يلى:

- أن تكون الصياغة اللغوية للمفردات بسيطة وواضحة.
- تدرج المفردات من حيث مستوى الصعوبة.

و. كتابة تعليمات الاختبار:

وقد راعى الباحث في كتابة تعليمات الاختبار ما يلى:

- توضيح الهدف من الاختبار.
- تحديد طريقة الإجابة عن أسئلة الاختبار.
- إعطاء مثال توضيحي محلول يأخذ به التلميذ عند الإجابة.

كما راعى الباحث أن تكون كتابة التعليمات بلغة واضحة وبسيطة، مما يسهل على التلميذ فهمها.

ذ. صدق الاختبار:

بعد إعداد الصورة الأولية للاختبار، قام الباحث بعرضها على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مجال المناهج وطرق تدريس العلوم كما هو موضح بالملحق (١)؛ وذلك بهدف التأكد من صدقها، وقد استخدم الباحث أنواع الصدق التالية:

- **الصدق الظاهري:** وقد راعى الباحث العناصر التالية:
  - وضوح التعليمات الخاصة بالاختبار.
  - صلاحية الأسئلة لقياس مهارات الاستدلال العلمي.
  - إمكانية طبع الاختبار وتطبيقه وتفسير نتائجه بسهولة ويسر.
- **صدق المحكمين:** حيث عرض الباحث الاختبار على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مجال المناهج وطرق تدريس العلوم؛ بهدف التأكد من صدقه، وقد اتفق المحكمون على أن أسئلة الاختبار مناسبة لقياس ما وضعت لقياسه (مهارات الاستدلال العلمي)، كما أشاروا إلى بعض التعديلات ومنها: تعديل الصياغة اللغوية

للمفردة رقم (٩) بحذف تكرار الكلمات من البدائل ووضعها مرة واحدة في مقدمة السؤال، والتي كانت عبارة عن (متر / ثانية)، وكذلك المفردة رقم (١٠) أيضًا بوضع كلمة (صوت) مرة واحدة في مقدمة السؤال.

حـ. ثبات الاختبار:

حيث تم تطبيق الاختبار على مجموعة من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في الأسبوع الأول من الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠٢٤/٢٠٢٥م، بمدرسة المعادي القديمة الإعدادية بنين التابعة لإدارة المعادي التعليمية بمحافظة القاهرة، ثم تمت إعادة التطبيق بفارق زمنى قدره (١٥) يومًا على ذات العينة، ثم تم حساب معامل ثبات الاختبار عن طريق حساب معامل الارتباط البسيط لبيرسون، وقد بلغ (٠.٨٨٠) وهو معامل ثبات مقبول، ويدل على أن (٨٨.٠٪) من التباين المشاهد (درجات التلاميذ) هو تباين حقيقي.

ط. زمن الاختبار:

تم حساب زمن الاختبار من خلال حساب متوسط الزمن الذي استغرقه التلاميذ في الإجابة عن أسئلة الاختبار، وبلغ زمن الاختبار (٣٥ دقيقة).

ي. إعداد الصورة النهائية للاختبار:

بعد حساب ثبات الاختبار، يكون الاختبار قد تم إعداده في الصورة النهائية له كما هو موضح بالملحق (٩) وقد تضمنت (١٢ سؤالاً)، وفيما يلي عرضًا لتوزيع مفردات الاختبار:

جدول (٢): جدول مواصفات اختبار مهارات الاستدلال العلمي

المهارة الرئيسية		المهارة الفرعية	المفردة
أولاً: مهارة الاستقراء: وتتمثل في قدرة التلميذ على استخدام تفكيره في المواقف التعليمية بالانتقال من المثال إلى القاعدة أو المفهوم مستعينًا بحواسه والمواد الأدوات المتاحة.	١	يتوصل إلى تعميمات تتنبأ بسلوك الظواهر.	١٢
	٢	يفسر ما تم تقديمه من تعميمات حول الظواهر العلمية.	٦
	٣	يقييم مدى صحة التعميمات التي تم التوصل إليها.	٧
ثانياً: مهارة الاستنباط: وتتمثل فى قدرة التلميذ على استخدام تفكيره في المواقف التعليمية بالانتقال من العام إلى الخاص أو من الكل إلى الجزء أو من القاعدة (المفهوم) إلى المثال.	١	يستخدم الحواس بفعالية لجمع المعلومات حول الظاهرة.	٨
	٢	يتحقق من صحة الاستنتاجات التي تفسر الظواهر العلمية.	٣
	٣	يحلل التفاصيل الدقيقة بالتركيز على العناصر الصغيرة المؤثرة في تفسير الظاهرة.	١٠
	٤	يعطى أمثلة على التعميمات التي تفسر الظواهر.	٤
ثالثاً: مهارة الاستنتاج: وتتمثل فى قدرة التلميذ على ربط الملاحظات بالمعلومات السابقة لديه عن ظاهرة معينة، ثم يُصدر حُكم من خلاله يُفسر تلك الملاحظات.	١	يصيغ استنتاجات منطقية بناءً على الأدلة المتوفرة.	١
	٢	يوظف الأدوات لتحسين دقة الملاحظات والتوصل لنتيجة	٥
	٣	يقدم استنتاجات مبنية على القوانين التي تفسر الظواهر.	١١
	٤	يتعرف الأنماط في سلوك الظواهر العلمية.	٩
	٥	يكتشف العلاقات من خلال ملاحظة التغيرات والروابط بين عناصر الظاهرة.	٢

التجربة الميدانية

بعد أن انتهى الباحثان من تحديد قائمة مهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي الواجب تنميتها لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي، وإعداد وضبط أداتي البحث، ومواد المعالجة التجريبية، قام الباحثان بالتطبيق على عينة البحث وفقًا للإجراءات التالية:

١. تحديد الهدف من تجربة البحث.
٢. تحديد التصميم التجريبي للبحث.
٣. اختيار مجموعة البحث.
٤. تنفيذ تجربة البحث.

وفيما يلى عرضًا للإجراءات السابقة:

الهدف من تجربة البحث:

تهدف التجربة الميدانية إلى تجريب الوحدة الدراسية المقترحة القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM)، على تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بالفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠٢٤/٢٠٢٥م، وقياس فاعليتها في تنمية مهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي لدى تلاميذ (مجموعة البحث).

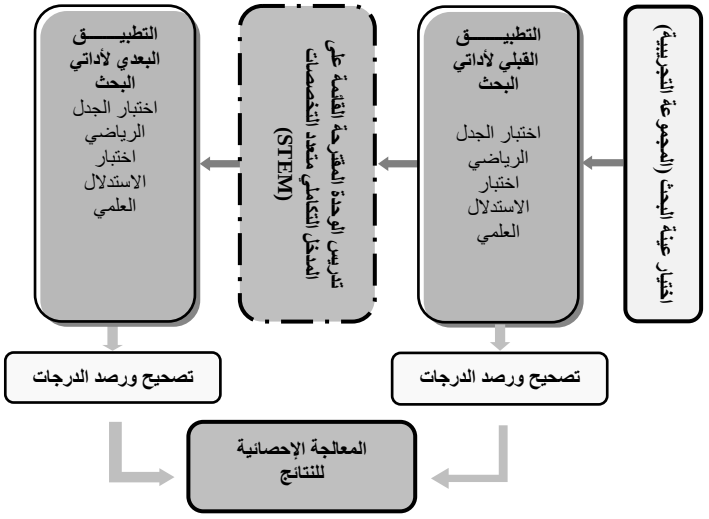
التصميم التجريبي للبحث:

استخدم الباحثان التصميم التجريبي (تصميم المجموعة التجريبية الواحدة)، مع استخدام القياس القبلي والبعدي لكلًا من مهارات الجدل الرياضي والاستدلال العلمي، ويمكن حصر متغيرات البحث فيما يلى:

- **المتغير المستقل (التجريبي):** الوحدة الدراسية المقترحة في الحركة الدورية والموجية القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM).
- **المتغيران التـابعان:** مهارات الجدل الرياضي والاستدلال العلمي.

- **في حين تمثلت مجموعة البحث:** في مجموعة من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

ويوضح الشكل التالي التصميم التجريبي للبحث:



شكل (٢): التصميم التجريبى للبحث

١. اختيار مجموعة البحث:

يرجع اختيار مجموعة البحث من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي للأسباب التالية: قيام تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بدراسة العديد من الموضوعات التي تتطلب تكوين بنية معرفية تجمع بين المعرفة الرياضية والعلمية، ومنها دراسة الحركة الدورية والموجية ونمذجتها رياضياً وتمثيلها بيانياً بأكثر من صورة، فضلاً عن امكانية استخدام العديد من التطبيقات التكنولوجية مثل تطبيقات المحاكاة والمعامل الافتراضية التي تبرز العلاقة الوثيقة بين الرياضيات والعلوم في دراسة تلك الموضوعات، كما تناسب تلك المرحلة العمرية طبيعة العديد من استراتيجيات التدريس مثل التعلم القائم على المشروعات والتقصي وغيرها من الاستراتيجيات التي تستخدم في سياق المدخل التكاملي متعدد التخصصات.

وقد تم اختيار مجموعة البحث من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وقد شملت مجموعة البحث على (٢٣) تلميذًا من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وذلك بعد استبعاد (٥) تلاميذ منهم لعدم حضورهم في إحدى مرات التطبيق (قبليًا / بعديًا).

٢. تنفيذ تجربة البحث (الدراسة الميدانية):

أ. التطبيق القبلي لأدوات البحث:

تم تطبيق أداتي البحث قبليًا على مجموعة البحث (المجموعة التجريبية)، وقد تم تصحيحها وتحليل نتائجها ومعالجتها إحصائيًا؛ وذلك بهدف تحديد مستوى تلاميذ المجموعة التجريبية في كلًا من مهارات الجدل الرياضي والاستدلال العلمي قبل تطبيق الوحدة الدراسية المقترحة.

ب. تطبيق الوحدة الدراسية المقترحة:

بعد الانتهاء من التطبيق القبلي لأداتي البحث (اختبار الجدل الرياضي، واختبار الاستدلال العلمي)، قام الباحثان بتطبيق الوحدة الدراسية المقترحة القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) على تلاميذ مجموعة البحث (المجموعة التجريبية)، وقد استغرق تطبيقها مدة أربعة أسابيع، بواقع فترتين أسبوعيًا بمعدل أربع حصص، مدة الفترة الواحدة (٦٠) دقيقة.

جـ. التطبيق البعدي لأداتي البحث:

بعد الانتهاء من تدريس الوحدة المقترحة تم تطبيق أداتي البحث بعديًا على مجموعة البحث (المجموعة التجريبية)، وقد تم تصحيحها وتحليل نتائجها ومعالجتها إحصائيًا؛ وذلك بهدف تحديد مستوى تلاميذ المجموعة التجريبية في كلًا من مهارات الجدل الرياضي والاستدلال العلمي.

نتائج البحث وتفسيرها ومناقشتها

أولًا: النتائج الخاصة بمهارات الجدل الرياضي

تم حساب نتائج اختبار مهارات الجدل الرياضي؛ وذلك بحساب قيمة "ت" باستخدام اختبار (ت) لمتوسطين مرتبطين، وذلك بهدف التعرف على دلالة الفرق بين متوسطي

درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في مهارات الجدل الرياضي، والتي اقتصر عليها البحث في التطبيقين (القبلي والبعدي)، وذلك من أجل استخلاص الأدلة العلمية التي تدعم فاعلية الوحدة الدراسية المقترحة وقياس حجم تأثيرها على تنمية مهارات الجدل الرياضي لدى التلاميذ (مجموعة البحث).

وقد تم تناول تلك النتائج من خلال التحقق من صحة الفروض التالية:

التحقق من صحة الفرض الأول:

والذي ينص على أنه: " **يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى أقل من أو يساوى ٠.٠٥ بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات الجدل الرياضي ككل لصالح التطبيق البعدي** "

ولاختبار صحة الفرض الأول، تم حساب قيمة "ت" لمتوسطين مرتبطين باستخدام برنامج الحزم الاحصائية SPSS الإصدار رقم (٢٢)، وذلك كما يوضحه جدول (٣) التالي:

جدول (٣): قيمة (ت) ومستوى دلالتها الإحصائية بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات الجدل الرياضي ككل

المجموعة التجريبية	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	الفرق بين المتوسطين	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة الإحصائية
التطبيق القبلي	٢٣	٤,٠٤	١,٦٠٧	٦,٢٦	٣١,١٥٥	دال عند مستوى (٠,٠١)
التطبيق البعدي		١٠,٣٠	١,٣٦٤			

ويتضح من الجدول السابق ما يلى:

- ارتفاع متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية، والتي درست الوحدة المقترحة القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في التطبيق البعدي عن متوسط درجاتهم في التطبيق القبلي لاختبار الجدل الرياضي ككل.

- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين (القبلي والبعدي) لاختبار الجدل الرياضي ككل لصالح التطبيق البعدي.
- تشير النتائج إلى أنه قد حدث نمو واضح ودال إحصائيًا في مهارات الجدل الرياضي لدى التلاميذ (مجموعة البحث).

كما يوضح جدول (٤) التالي قيمة (ت) ومستوى دلالتها الإحصائية لكل مهارة من مهارات الجدل الرياضي على حدى:

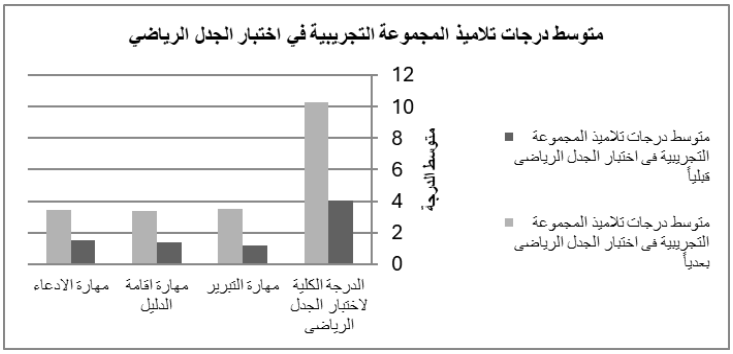
جدول (٤): قيمة (ت) ومستوى دلالتها الإحصائية بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الجدل الرياضي كل مهارة على حدى

المجموعة التجريبية	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	الفرق بين المتوسطين	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة الإحصائية
أولًا: مهارة الادعاء						
التطبيق القبلي	٢٣	١,٥٢١	٠,٩٤٧	١,٩١٧	٨,٨١٦	دال عند مستوى (٠,٠١)
التطبيق البعدي		٣,٤٣٨	٠,٧٨٧			
ثانيًا: مهارة إقامة الدليل						
التطبيق القبلي	٢٣	١,٣٤٧	٠,٩٣٤	٢,٠٤٤	٩,٢٠١	دال عند مستوى (٠,٠١)
التطبيق البعدي		٣,٣٩١	٠,٧٢٢			
ثالثًا: مهارة التبرير						
التطبيق القبلي	٢٣	١,١٧٣	١,٠٧٢	٢,٣٠٥	٩,٠٤١	دال عند مستوى (٠,٠١)
التطبيق البعدي		٣,٤٧٨	٠,٩٩٤			

ويتضح من الجدول السابق ما يلى:

- ارتفاع متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية، والتي درست الوحدة المقترحة القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في التطبيق البعدي عن متوسط درجاتهم في التطبيق القبلي لاختبار مهارات الجدل الرياضي كل على حدى.

ويوضح الرسم البياني التالي متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في اختبار مهارات الجدل الرياضي ككل ومهاراته كل على حدى في التطبيقين القبلي والبعدي:



شكل (٣): يوضح متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في اختبار مهارات الجدل الرياضي ككل ومهاراته كل على حدى في التطبيقين القبلي والبعدي

- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين (القبلي والبعدي) لاختبار الجدل الرياضي لكل مهارة على حدى لصالح التطبيق البعدي.
- تشير النتائج إلى أنه قد حدث نمو واضح ودال إحصائيًا في جميع مهارات الجدل الرياضي لدى التلاميذ (مجموعة البحث).

وبذلك تتحقق صحة الفرض الأول من فروض البحث.

قياس حجم تأثير الوحدة الدراسية المقترحة على تنمية مهارات الجدل الرياضي:

من أجل قياس حجم تأثير تدريس الوحدة المقترحة على تنمية مهارات الجدل الرياضي، تم حساب حجم التأثير باستخدام معادلة مربع إيتا (η^2)، وذلك بالاعتماد على قيمة (ت) الناتجة عن مقارنة متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين (القبلي والبعدي) للاختبار الجدل الرياضي، ويوضح جدول (٥) التالي حجم تأثير الوحدة المقترحة على تنمية مهارات الجدل الرياضي:

جدول (٥): حجم تأثير الوحدة المقترحة على تنمية مهارات الجدل الرياضي

البيانات / المهارة	درجة الحرية	قيمة (ت)	قيمة (η^2)	حجم التأثير
مهارات الادعاء	٢٢	٨,٨١٦	٠,٧٧٩	كبير
مهارة إقامة الدليل		٩,٢٠١	٠,٧٩٣	كبير
مهارة التبرير		٩,٠٤١	٠,٧٨٧	كبير
مهارات الجدل الرياضي ككل		٣١,١٥٥	٠,٩٧٧	كبير

ويتضح من الجدول السابق ما يلى:

قيمة مربع إيتا (η^2) لاختبار مهارات الجدل الرياضي قد بلغـت (٠.٩٧٧)، وهذا يعنى أن (٩٧.٧٪) من التباين الكلى في مهارات الجدل الرياضي يرجع إلى تأثير المتغير المستقل (الوحدة الدراسية المقترحة القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات)، مما يدل عن حجم تأثير كبير للمتغير المستقل، وذلك لأن قيمة (η^2) أكبر من (٠.٥)، ويشير هذا إلى فاعلية الوحدة المقترحة في تنمية مهارات الجدل الرياضي لدى التلاميذ (مجموعة البحث).

تفسير النتائج الخاصة بتطبيق اختبار الجدل الرياضي ومناقشتها:

التخصصات (STEM) في تنمية مهارات الجدل الرياضي لدى التلاميذ (مجموعة البحث)، الأمر الذي قد يرجع إلى الأسباب التالية:

- استخدام المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في عرض موضوعات الوحدة الدراسية المقترحة مع توضيح التكامل البيني في محتواها وأنشطتها، وما يتضمنه من مفاهيم ومهارات ومشكلات، ومن ثم إتاحة الفرص التي تمكن التلاميذ من صياغة الفروض واختبارها وتقييمها وتقديم الحجج والبراهين الكيفية والكمية، والتي تُدعم ما توصلوا إليه من أفكار وحلول، وكذلك ربط مفاهيم الرياضيات بمجالات أخرى وتمثيلها

ونمذجة المواقف رياضيًا وتأمل المشكلات موضع الدراسة، الأمر الذي أدى إلى تنمية مهارات الجدل الرياضي لديهم.

- توفير الفرص التي تمكن التلاميذ من مناقشة أفكارهم، وكذلك الحلول التي يطرحها زملائهم اعتمادًا على البراهين والأدلة العلمية والمنطقية تحت توجيه معلم الفصل.
- التركيز على تصميم مواقف وأنشطة تعليمية تقوم على دراسة مشكلات حياتية وواقعية أدى إلى تعلم التلاميذ للمفاهيم الرياضية في سياق واقعى وإدراك تكامل ووحدة المعرفة، وكذلك توفير الوقت الكافي لمناقشة العلاقات بين ما يدرسه التلميذ من مفاهيم وخوارزميات رياضية ومواضع استخدامها لمعالجة وحل وتفسير المشكلات والمواقف المختلفة موضع الدراسة.
- تنويع الأنشطة التعليمية حيث تضمنت استخدام العديد من التطبيقات التكنولوجية مثل تطبيقات المحاكاة العلمية والرياضية، وكذلك استخدام أدوات الرياضيات التفاعلية ساعد على تنمية قدرة التلاميذ على تكوين أسس ومعايير دقيقة لاختيار وتكوين الأدلة الداعمة لما توصلوا إليه من حلول، فضلًا عن تعميق فهمهم للمفاهيم الرياضية.
- توفير الفرص التي تمكن التلاميذ من استخدام أساليب متنوعة لحل المشكلات ودراسة المواقف الواقعية من خلال استخدام النمذجة الرياضية وخطوات التصميم الهندسي والتمثيل البياني، الأمر الذي ساهم في تنمية قدرة التلاميذ على مقارنة الأساليب الرياضية المختلفة واختيار أفضلها وفقًا لطبيعة المشكلة أو الموقف موضع الدراسة، كذلك تكوين رؤية واضحة حول تطبيقات الرياضيات الحياتية وعلاقتها بفروع المعرفة المختلفة.

كما اتفقت النتائج التي تم التوصل إليها مع الاتجاه العام لنتائج بعض الدراسات ومنها على سبيل المثال لا الحصر دراسة كلًا من (Kundariati et al, 2021; Akhmedov et al, 2023; Erita, 2023; Putra et al, 2023) حيث أظهرت دراساتهم أن استخدام المواقف والتطبيقات الحياتية يساعد التلاميذ على تنمية مهاراتهم الرياضية وتعميق الاستيعاب للمفاهيم الرياضية وعلاقتها ببنائهم المعرفي وما يتضمنه من معلومات في فروع المعرفة المختلفة، فضلًا عن استخدام عملية التصميم الهندسي التي يتضمنها المدخل التكاملي متعدد

التخصصات (STEM)، مما يساعد علي تنمية مهارات الجدل الرياضي وتقديم الحجج والبراهين الرياضية والأدلة الداعمة مع عرض تفسيرات لها، بالإضافة إلى توفير الفرص التي تمكن التلاميذ من تمثيل المواقف والمشكلات المتنوعة ومنها التمثيل البياني والجبري وترجمة تلك المشكلات والمواقف إلى صور رياضية يساعد على تنمية مهاراتهم الرياضية وأدائهم الرياضي بشكل عام.

ومما سبق يمكن استخلاص فاعلية الوحدة الدراسية المقترحة القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في تنمية مهارات الجدل الرياضي لدى التلاميذ (مجموعة البحث).

ثانياً: النتائج الخاصة بمهارات الاستدلال العلمي

تم حساب نتائج اختبار مهارات الاستدلال العلمي؛ وذلك بحساب قيمة "ت" باستخدام اختبار (ت) لمتوسطين مرتبطين، وذلك بهدف التعرف على دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في مهارات الاستدلال العلمي، والتي اقتصر عليها البحث في التطبيقين (القبلي والبعدي)، وذلك من أجل استخلاص الأدلة العلمية التي تدعم فاعلية الوحدة الدراسية المقترحة وقياس حجم تأثيرها على تنمية مهارات الاستدلال العلمي لدى التلاميذ (مجموعة البحث).

وقد تم تناول تلك النتائج من خلال التحقق من صحة الفروض التالية:

التحقق من صحة الفرض الثاني

والذي ينص على أنه: " **يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى أقل من أو يساوى ٠.٠٥ بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الاستدلال العلمي ككل لصالح التطبيق البعدي** "

ولاختبار صحة الفرض الثاني، تم حساب قيمة "ت" لمتوسطين مرتبطين باستخدام برنامج الحزم الإحصائية SPSS الإصدار رقم (٢٢)، وذلك كما يوضحه جدول (٦) التالي:

جدول (٦): قيمة (ت) ومستوى دلالتها الإحصائية بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات الاستدلال العلمي ككل

المجموعة التجريبية	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	الفرق بين المتوسطين	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة الإحصائية
التطبيق القبلي	٢٣	٣,٥٦٥	١,١٦٠	٥,٢٦١	١٥,٢٢٣	دال عند مستوى (٠,٠١)
التطبيق البعدي		٨,٨٢٦	١,١٩٢			

ويتضح من الجدول السابق ما يلى:

- ارتفاع متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية التي درست الوحدة المقترحة في التطبيق البعدي عن متوسط درجاتهم في التطبيق القبلي لاختبار الاستدلال العلمي.
- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين (القبلي والبعدي) لاختبار الاستدلال العلمي ككل لصالح التطبيق البعدي.
- تشير النتائج إلى أنه قد حدث نمو واضح ودال إحصائيًا في مهارات الاستدلال العلمي لدى التلاميذ (مجموعة البحث).

كما يوضح جدول (٧) التالي قيمة (ت) ومستوى دلالتها الإحصائية لكل مهارة من مهارات الاستدلال العلمي على حدى:

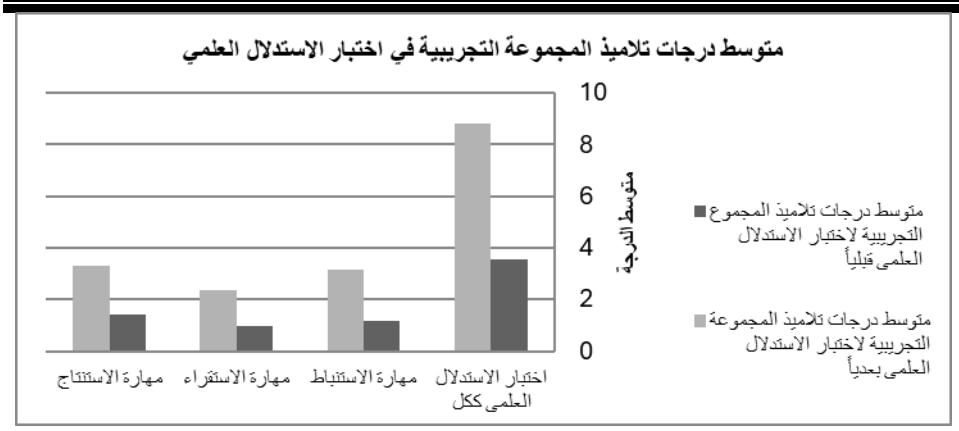
جدول (٧): قيمة (ت) ومستوى دلالتها الإحصائية بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الاستدلال العلمي كل مهارة على حدى

المجموعة التجريبية	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	الفرق بين المتوسطين	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة الإحصائية
أولًا: مهارة الاستقراء						
التطبيق القبلي	٢٣	٠,٩٥٦	٠,٥٦٢	١,٣٩١	٨,٥٢٥	دال عند مستوى (٠,٠١)
التطبيق البعدي		٢,٣٤٧	٠,٤٨٦			
ثانيًا: مهارة الاستنباط						
التطبيق القبلي	٢٣	١,١٧٣	٠,٧١٦	٢	٩,١٨٣	دال عند مستوى (٠,٠١)
التطبيق البعدي		٣,١٧٣	٠,٨٣٤			
ثالثًا: مهارة الاستنتاج						
التطبيق القبلي	٢٣	١,٤٣٤	٠,٥٨٩	١,٨٧	١٠,٣١٩	دال عند مستوى (٠,٠١)
التطبيق البعدي		٣,٣٠٤	٠,٥٥٨			

ويتضح من الجدول السابق ما يلى:

- ارتفاع متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية، والتي درست الوحدة المقترحة القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في التطبيق البعدي عن متوسط درجاتهم في التطبيق القبلي لاختبار مهارات الاستدلال العلمي كل على حدى.

ويوضح الرسم البياني التالي متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في اختبار الاستدلال العلمي ككل ومهاراته كل على حدى في التطبيقين القبلي والبعدي:



شكل (٤): يوضح متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في اختبار الاستدلال العلمي ككل ومهاراته كل على حدى في التطبيقين القبلي والبعدي

- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين (القبلي والبعدي) لاختبار الاستدلال العلمي لكل مهارة على حدى لصالح التطبيق البعدي.
- تشير النتائج إلى أنه قد حدث نمو واضح ودال إحصائيًا في جميع مهارات الاستدلال العلمي لدى التلاميذ (مجموعة البحث).

وبذلك تتحقق صحة الفرض الثاني من فروض البحث.

قياس حجم تأثير الوحدة التدريسية المقترحة على تنمية مهارات الاستدلال العلمي:

من أجل قياس حجم تأثير تدريس الوحدة المقترحة على تنمية مهارات الاستدلال العلمي، تم حساب حجم التأثير باستخدام معادلة مربع إيتا (η^2)، وذلك بالاعتماد على قيمة (ت) الناتجة عن مقارنة متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين (القبلي والبعدي) لاختبار الاستدلال العلمي ، ويوضح جدول (٨) التالي حجم تأثير الوحدة المقترحة على تنمية مهارات الاستدلال العلمي:

جدول (٨): حجم تأثير الوحدة المقترحة على تنمية مهارات الاستدلال العلمي

البيانات / المهارة	درجة الحرية	قيمة (ت)	قيمة (η^2)	حجم التأثير
مهارة الاستقراء	٢٢	٨,٥٢٥	٠,٧٦٧	كبير
مهارة الاستنباط		٩,١٨٣	٠,٧٩٣	كبير
مهارات الاستنتاج		١٠,٣١٩	٠,٨٢٨	كبير
مهارات الاستدلال العلمي ككل		١٥,٢٢٣	٠,٩١٣	كبير

ويتضح من الجدول السابق ما يلى:

قيمة مربع إيتا (η^2) لاختبار مهارات الاستدلال العلمي قد بلغـت (٠.٩١٣)، وهذا يعنى أن (٩١.٣٪) من التباين الكلى في مهارات الاستدلال العلمي يرجع إلى تأثير المتغير المستقل (الوحدة الدراسية المقترحة القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات)، مما يدل عن حجم تأثير كبير للمتغير المستقل، وذلك لأن قيمة (η^2) أكبر من (٠.٥)، ويشير هذا إلى فاعلية الوحدة المقترحة في تنمية مهارات الاستدلال العلمي لدى التلاميذ (مجموعة البحث).

وبذلك تتحقق صحة الفرض الثاني من فروض البحث.

تفسير النتائج الخاصة بتطبيق اختبار الاستدلال العلمي ومناقشتها:

تشير النتائج التي تم التوصل إليها والمتعلقة باختبار مهارات الاستدلال العلمي إلى فاعلية الوحدة الدراسية المقترحة القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في تنمية مهارات الاستدلال العلمي لدى التلاميذ (مجموعة البحث)، الأمر الذي قد يرجع إلى الأسباب التالية:

- ساعد استخدام المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في تحويل المواقف التعليمية إلى أنشطة متنوعة، جعلت التلاميذ يواجهون مشكلات حقيقية وأسئلة عديدة،

ومن ثم البحث عن حلول لها باستخدام المواد والأدوات التي كان لها الدور في تنمية مهارات الاستدلال العلمي الثلاث (الاستقراء، الاستنباط، والاستنتاج).

- تدريس الوحدة المقترحة "الحركة الدورية والموجية" باستخدام المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM)، جعل التلاميذ إيجابيين مشاركين في العملية التعليمية، حيث يطرحون ما يدور بأذهانهم من آراء وأفكار واستفسارات، وبالتالي يتنقل تفكير التلميذ في دراسته لموضوعات الوحدة من المثال إلى القاعدة أو المفهوم المطلوب تعلمه؛ مستخدمًا في ذلك حواسه لملاحظة وفحص المواد والأدوات، ومن ثم المرور بالخبرات المباشرة عند القيام بالأنشطة التعليمية المتنوعة، مما ساعد على نمو مهارة الاستقراء ضمن مهارات الاستدلال العلمي، التي تمكن التلاميذ من استخدام أساليب متنوعة لحل المشكلات ودراسة المواقف الواقعية من خلال إعطاء الفرص أمام التلاميذ للعمل في صورة مجموعات تعاونية عند تنفيذ الأنشطة التعليمية والقيام بالمشروعات الخاصة بالوحدة المقترحة "الحركة الدورية والموجية" القائمة على المدخل التكاملي (STEM)، ساهمت تلك المشاريع والأنشطة نمو مهارة الاستنباط بمعرفة التلميذ للموضوعات المراد تعلمها واستخدام تفكيره في التوصل إلى الأمثلة الخاصة بتلك الموضوعات.
- اعتماد المدخل التكاملي عند تدريس موضوعات الوحدة المقترحة "الحركة الدورية والموجية" على استخدام طريقة المناقشة بين المعلم وتلاميذه، وبين التلاميذ بعضهم البعض، حيث بناء المعارف والخبرات الجديدة على المعارف السابقة لدى التلاميذ، ومن ثم ربط تلك المعلومات والمعارف بالملاحظات أثناء قيامهم بالتجارب والأنشطة التعليمية، وبالتالي كتابة التقارير المُفسرة لتلك الملاحظات؛ ساعد في نمو مهارة الاستنتاج ضمن مهارات الاستدلال العلمي.

كما اتفقت النتائج التي تم التوصل إليها مع الاتجاه العام لنتائج العديد من الدراسات التي استخدمت المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في مجال العلوم، ومنها على سبيل المثال لا الحصر دراسة كلًا من: (عبد الفتاح، ٢٠١٦؛ على، ٢٠١٧؛ محمد، ٢٠١٩؛ عبد الحميد، ٢٠٢٢؛ أحمد، ٢٠٢٤) حيث أظهرت نتائج تلك الدراسات فاعلية

استخدام المدخل التكاملي متعدد التخصصات في تنمية مهارات التلاميذ العلمية وقدرتهم على اتباع أساليب التفكير العلمي السليم في دراسة وتحليل ما يواجهون من مشكلات، من خلال تقديم استنتاجات مدعومة بحقائق علمية واتباع أساليب المنطق في إثبات صحتها ومناقشتها، الأمر الذي انعكس على زيادة أدائهم الأكاديمي والتحصيلي في مادة العلوم بشكل عام.

ومما سبق يمكن استخلاص فاعلية الوحدة الدراسية المقترحة القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في تنمية مهارات الاستدلال العلمي لدى التلاميذ (مجموعة البحث).

ثالثًا: النتائج الخاصة بتحديد العلاقة الارتباطية بين مهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي

التحقق من صحة الفرض الثالث:

والذي ينص على أنه: "**توجد علاقة ارتباطية موجبة بين درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في اختبار الجدل الرياضي ودرجاتهم في اختبار الاستدلال العلمي**"

ولاختبار صحة الفرض الثالث تم حساب قيمة "معامل ارتباط بيرسون" بين درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في اختبار الجدل الرياضي ودرجاتهم في اختبار الاستدلال العلمي الذي تم تطبيقه بعديًا، وذلك كما يوضحه جدول (٩) التالي:

جدول (٩): قيمة "معامل ارتباط بيرسون" بين درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في اختبار الجدل الرياضي ودرجاتهم في اختبار الاستدلال العلمي الذي طُبق بعديًا

المتغيرات		العدد	قيمة معامل الارتباط	مستوى الدلالة الاحصائية
مهارات الجدل الرياضي	مهارات الاستدلال العلمي	٢٣	٠,٧١٦	دال عند مستوى (٠,٠١)

و يتضح من الجدول السابق ما يلى:

وجود علاقة ارتباطية موجبة (٠.٧١٦) ودالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في اختبار الجدل الرياضي ودرجاتهم في اختبار الاستدلال العلمي الذي طُبق بعديًا.

وبذلك تتحقق صحة الفرض الثالث من فروض البحث.

تلخيص نتائج البحث

من خلال ما سبق، يمكن إيجاز نتائج البحث في النقاط التالية:

١. يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات الجدل الرياضي ككل لصالح التطبيق البعدي.
٢. يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الاستدلال العلمي ككل لصالح التطبيق البعدي.
٣. توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) موجبة بين درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في اختبار الجدل الرياضي ودرجاتهم في اختبار الاستدلال العلمي.

خامسًا: ماذا أضاف البحث؟

١. قدم إطارًا نظريًا اشتمل على كلًا من المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) ومهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي.
٢. قدم وحدة دراسية مقترحة في الحركة الدورية والموجية تقوم على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) وتهدف إلى تنمية مهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي لدى تلاميذ المرحلة الاعدادية.

٣. قدم دليلًا للمعلم وكتابًا للتلميذ، يوضحان كيفية استخدام المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في تنمية مهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي.
٤. قدم مجموعة متنوعة من الأنشطة التعليمية تهدف إلى تنمية مهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي في صورة وحدة تدريسية قائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM).
٥. قدم أثنين من الاختبارات احدهما لمهارات الجدل الرياضي والآخر لمهارات الاستدلال العلمي.
٦. أسفرت نتائج هذا البحث عن فاعلية الوحدة الدراسية المقترحة القائمة على المدخل التكاملي متعدد التخصصات في تنمية مهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي لدى التلاميذ (مجموعة البحث).

التوصيات

بناءً على ما توصل إليه هذا البحث يمكن تقديم التوصيات التالية:

أولاً: بالنسبة للقائمين على برامج الإعداد المهني للطلاب/المعلمين تخصص الرياضيات والعلوم بكليات التربية

١. توفير عدد من المقررات الدراسية مُدمجة ببرنامج إعداد الطالب/ المعلم تخصص معلم الرياضيات والعلوم لمراحل التعليم الابتدائي والإعدادي والثانوي تركز على استخدام المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM)، ومن ثم تدريب الطلاب/ المعلمين على استخدام المدخل، تماشيًا مع الاتجاهات العلمية والتربوية الحديثة.
٢. توفير عدد من المقررات الدراسية تُركز على دراسة موضوعات مادتي الرياضيات والعلوم بشكل مُتكامل، ومن ثم الابتعاد عن فصل المجالات المعرفية التي يدرسها

المتعلمون في المراحل الدراسية المختلفة، بالإضافة إلى طرق تدريسها وفق المدخل التكاملي متعدد التخصصات.

ثانيًا: بالنسبة للقائمين على التنمية المهنية لمعلمي الرياضيات والعلوم

١. تنظيم دورات تدريبية لمعلمي الرياضيات والعلوم أثناء الخدمة بهدف تزويدهم بالمعارف والمهارات اللازمة لاستخدام وتوظيف المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM) في المراحل الدراسية المختلفة.
٢. تنظيم دورات تدريبية وورش عمل لمعلمي مادتي الرياضيات والعلوم أثناء الخدمة تهدف إلى تدريبهم على طرق تصميم الأنشطة التعليمية القائمة على مداخل تربوية حديثة مثل المدخل التكاملي متعدد التخصصات (STEM)، وكيفية توظيف تلك المداخل في تعليم وتعلم موضوعات مادتي العلوم والرياضيات بصورة متكاملة.
٣. تنظيم دورات تدريبية وورش عمل تهدف إلى تدريب المعلمين على مهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي وطرق تنميتها وتقيمها وتقويمها.

ثالثًا: بالنسبة للقائمين على تخطيط وتصميم وتنفيذ مناهج الرياضيات والعلوم

١. الاهتمام بتقديم المحتوى العلمي لكل من العلوم والتكنلوجيا والهندسة والرياضيات ككل متكامل دون فواصل من أجل تكوين بناء معرفي متجانس لدى التلاميذ في المراحل الدراسية المختلفة.
٢. التركيز على مبدأ وحدة المعرفة من خلال تضمنين المناهج الدراسية عديد من الأنشطة التعليمية التي توضح العلاقات بين مجالات المعرفة المختلفة.
٣. الاهتمام بتنمية كلًا من مهارات الجدل الرياضي والاستدلال العلمي من مراحل التعليم الأولى واعتبارها أحد الأهداف الرئيسية للمناهج الدراسية في عصر يقوم اقتصاده على المعرفة وانتاجها.

البحوث المقترحة

يرى الباحثان أن البحث العلمي يُعد مجموعة من الحلقات المتعاقبة الواحدة تلو الأخرى، وفي ضوء النتائج التي تم التوصل إليها في هذا البحث، تتضح الحاجة إلى إجراء دراسات أخرى مثل:

١. تقويم مناهج الرياضيات والعلوم في ضوء أسس التكامل المعرفي ومقومات تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين.
٢. تطوير منهج الرياضيات والعلوم في ضوء أسس المدخل التكاملي متعدد التخصصات وقياس فاعليته في تنمية مهارات التفكير الإبداعي والناقد لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي .
٣. فاعلية بعض المداخل والأساليب والاستراتيجيات الأخرى في تنمية مهارات كلًا من الجدل الرياضي والاستدلال العلمي لدى المتعلمين في مراحل دراسية مختلفة.
٤. برنامج تدريبي قائم على المدخل التكاملي متعدد التخصصات لتنمية مهارات التفكير التصميمي والحس العددي للطلاب المعلمين في كليات التربية نحو المقررات التربوية بالشعب العلمية وقياس فاعليته.

قائمة المراجع

الإبراهيم، افتكار عبد الله (٢٠١٦): أثر استخدام الخرائط الذهنية الإلكترونية في التحصيل النحوي وتنمية مهارات التفكير الاستدلالي لدى طالبات جامعة المجمعة فرع الزلفي في المملكة العربية السعودية، **المجلة التربوية بسوهاج**، ٤٥، يوليو، ٤٤-٧٢.

أبو جحجوح، يحيى محمد (٢٠١٤): فاعلية استراتيجية ما وراء المعرفة في تنمية الاستدلال العلمي والكفاءة الذاتية ومهارة اتخاذ القرار في تدريس العلوم لدى الطلبة/المعلمين، **مجلة الدراسات التربوية والنفسية**، جامعة السلطان قابوس، سلطنة عمان، ٨(١)، يناير، ١٩٢-٢١٣.

أبو عقيل، إبراهيم (٢٠١٣): أثر استخدام الخرائط المفاهيمية في تدريس التفاضل وتنمية التفكير الاستدلالي لدى طلبة الثانوية العامة (الفرع العلمي)، **مجلة اتحاد الجامعات العربية للتربية وعلم النفس**، جامعة دمشق، ١١(٣)، ٩٨-١٢١.

أحمد، صفاء رفعت (٢٠٢٤): برنامج قائم على المدخل التكاملي STEAM لتنمية مهارات التدريس الإبداعي والاتجاه نحو العمل الجماعي لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء بكلية التربية، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، ٢٧(١)، يناير، ٤٩-١١٠.

الأشقر، فارس راتب (٢٠١١): **فلسفة التفكير ونظريات في التعلم والتعليم**، المملكة الأردنية الهاشمية، دار زهران للنشر والتوزيع.

بوزغاية، كوثر وشنة، زكية (٢٠٢٢). التحليل البعدي لنتائج بعض الدراسات التي استخدمت المدخل التكاملي (العلوم- التكنولوجيا- الهندسة- الرياضيات) STEM في تنمية مهارات التفكير. **مجلة المقدمة للدراسات الانسانية والاجتماعية**، ٧(١)، ٦٢٥-٦٥٢.

جروان، فتحي عبد الرحمن (٢٠١٦): **تعليم التفكير مفاهيم وتطبيقات**، ط٩، عمان، دار الكتاب الجامعي.

الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات (٢٠٢٣). توصيات المؤتمر الدولي الرابع بعنوان: تعليم الرياضيات وتعلمها رؤى فلسفية ونماذج تطبيقية (٦-٧ آب ٢٠٢٣)، **الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات**، ٥ (٢٦)، ١٠-١٣.

الحجازين، نايل (٢٠١١): **التفكير الاستدلالي**، عمان، دار جليس الزمان.

حسين، ليلى عبد الله (٢٠١٠): تصحيح التصورات البديلة في موضوع الكهربية وعلاقته بالاستدلال العلمي لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي، **مجلة دراسات في المناهج وطرق التدريس**، (١٥٩)، ٩٤-١٤٤.

الحضرمية، أسماء؛ وأمبو سعيدي، عبد الله بن خميس (٢٠١٢): العلاقة بين مستوى التفكير المنطقي لدى طلبة الصف الثاني عشر في محافظة الداخلية بسلطنة عمان وفهمهم للمفاهيم الوراثية، **مجلة جامعة النجاح للأبحاث**، جامعة النجاح الونية، ٢٦(٤)، ٩٥٩-٩٩٦.

خليل، رضوان خليل (٢٠١٧): فاعلية برنامج تعلم ذاتي في التغذية العلاجية الوقائية لتنمية مهارات التفكير الاستدلالي والاتجاهات العلمية لدى معلمي العلوم قبل الخدمة، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، ٢٠(٩)، سبتمبر، ١-٦١.

درويش، عطا حسن؛ وشحادة، ريم يحيى (٢٠١٢): الأثر بعيد المدى لبرامج التسريع المعرفي في العلوم على مستوى التفكير الاستدلالي في فلسطين -دراسة طولية-، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، ١٥(٣)، ١٢٣-١٤٥.

رسلان، محمد محمود وهنداوي، عماد محمد (٢٠٢١). تصور مقترح لبرنامج تدريبي لتطوير الممارسات التدريسية وفق المدخل التكاملي ومتطلبات التوجه نحو اقتصاد المعرفة لدى معلمي العلوم والرياضيات بمراحل التعليم ما قبل الجامعي. **المجلة الدولية للتعليم الإلكتروني**، ٤(١)، ٦٨٣-٧٨٩.

سعيد، سميحة محمد (٢٠١١): القدرة على التفكير الاستدلالي وعلاقتها بالتحصيل الدراسي في مقرر العلوم لطالبات الصف الأول الإعدادي بمحافظة الطائف، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، ١٤(٢)، ٢٥١-٢٧٤.

سعيد، شيماء سعيد (٢٠٢١): برنامج قائم على نظرية البنتاجرام لتنمية الاستدلال العلمي المجتمعي وشخصية المواطن العالمي لدى الطلاب معلمي العلوم بكلية التربية – جامعة الإسكندرية، **المجلة التربوية بسوهاج**، ٩١(٢)، نوفمبر، الجزء الثاني، ٣٢٤٨-٣٣٣١.

عبد الحليم، أحمد محمد؛ وعيسوي، شعبان حفني؛ زين العابدين، جيهان محمود. (٢٠٢٣). فاعلية وحدة تعليمية قائمة على المدخل التكاملي (STEAM) في تنمية بعض مهارات التفكير

الابتكاري في الرياضيات لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي بالمدارس الرسمية للغات. **مجلة كلية التربية بالإسماعيلية**، ٥٥(٣)، ٢٠٥-٢٤٤.

عبد الحميد، نيفين حلمي (٢٠٢٢): برنامج قائم على مدخل STEAM لتنمية المفاهيم المتضمنة في بعض القضايا العلمية المجتمعية المعاصرة وتخطيطها بينيًا ودافع تعلم العلوم لدى الطالبات معلمات شعبة الطفولة، **المجلة التربوية بسوهاج**، ٩٤(٢)، فبراير، ١٢٤٤-١٣١٤.

عبد العال، هبه محمد محمود. (٢٠٢٣). وحدة مقترحة في المنطق الرياضي وفاعليتها في تنمية مهارات الجدل الرياضي والثقة الرياضية لدى تلاميذ الحلقة الأولى من التعليم الأساسي. **مجلة تربويات الرياضيات**، ٢٦(٦)، ١٠-٥١.

عبد الفتاح، محمد عبد الرازق (٢٠١٦): برنامج STEM مقترح في العلوم للمرحلة الابتدائية لتنمية مهارات التصميم التكنولوجي والميول العلمية، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، ١٩(٦)، نوفمبر، ١-٢٨.

عبدالله، & صفاء رفعت احمد. (٢٠٢٤). برنامج قائم على المدخل التكاملي STEAM لتنمية مهارات التدريس الإبداعي والاتجاه نحو العمل الجماعي لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء بكلية التربية. **المجلة المصرية للتربية العلمية**، ٢٧(١)، ٤٩-١١٠.

عصر، رضا مسعد السعيد (٢٠١٨). STEM: مدخل تكاملي حديث متعدد التخصصات للتميز الدراسي ومهارات القرن الحادي والعشرين، **مجلة تربويات الرياضيات**، ٢١(٢)، ٦-٤٢.

على، حمدان محمد (٢٠١٧): أثر أنشطة إثرائية في الكيمياء قائمة على مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) في تنمية الوعى بالمهن العلمية والميول المهنية لطلاب المرحلة الثانوية ذوى استراتيجيات التعلم العميق والسطحي، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، ٢٠(٢)، فبراير، ١-٥٦.

العمودي، هالة (٢٠١١): فاعلية استراتيجية التفكير بصوت مرتفع في تنمية التفكير الاستدلالي والتحصيل في مادة العلوم والاتجاه نحو العمل التعاوني لدى تلميذات المرحلة المتوسطة بالمملكة العربية السعودية، **دراسات في المناهج والإشراف التربوي**، ٣(١)، ١٥٣-٢١٩.

الغامدي، بن غرم الله عبدالخالق؛ القرني، خفير مسفر. (٢٠٢٣). تحليل محتوى مقررات الفيزياء بكليات التقنية في ضوء متطلبات مدخل العلوم المتكاملة STEAM. **مجلة كلية التربية**. جامعة طنطا، ٨٩(٣)، ١٦٠٨-١٦٤٨.

فتح الله، أميرة محمد (٢٠٢٣): فاعلية استخدام نموذج فراير "Frayer" في تنمية استيعاب المفاهيم الكيميائية والاستدلال العلمي لدى طلاب المرحلة الثانوية، **مجلة كلية التربية**، جامعة بنى سويف، ٢٠(١١٦)، يناير، ٢٥١-٣١٧.

فهمى، نوال عبد الفتاح (٢٠١٢): أثر استخدام برنامج كورت في تحصيل العلوم وبقاء أثر التعلم وتنمية التفكير الاستدلالي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، ١٥(٢)، ٢٤٩-٢٨٤.

لطف الله، نادية سمعان (٢٠١٢): نموذج تدريسي مقترح في ضوء التعلم القائم على الدماغ لتنمية المعارف الأكاديمية والاستدلال العلمي والتنظيم الذاتي في العلوم لتلاميذ الصف الأول الإعدادي، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، ١٥(٣)، يوليو، ٢٢٩-٢٧٩.

محمد، أحمد عمر (٢٠٢٠): فاعلية استراتيجية مقترحة للتدريس القائم على النمذجة لتنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة، **مجلة كلية التربية في العلوم التربوية**، جامعة عين شمس، ٤٤(١)، ١٥-٩٢.

محمد، حنان محمود (٢٠١٩): أنشطة قائمة على مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) لتنمية مهارات التفكير الابتكاري وتحصيل العلوم لدى التلاميذ المكفوفين بالمرحلة الابتدائية، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، ٢٢(٥)، مايو، ١-٥٠.

محمد، يسرى طه (٢٠١٧): أثر استخدام الرحلات المعرفية عبر الويب (Web Quest) في تدريس الفيزياء على التحصيل وتنمية مهارات التفكير الاستدلالي لدى طالبات الصف الثاني الثانوى، **مجلة دراسات تربوية ونفسية**، كلية التربية، جامعة الزقازيق، (٩٧)، الجزء الثاني، ٢٥٧-٣١٥.

النجدي، أحمد عبد الرحمن؛ راشد، على محى الدين؛ وسعودي، منى عبد الهادي (٢٠٠٥): **تدريس العلوم في العالم المعاصر: اتجاهات حديثة لتعليم العلوم في ضوء المعايير العالمية وتنمية التفكير والنظرية البنائية**، سلسلة المراجع في التربية وعلم النفس، (الكتاب الثالث والثلاثون)، القاهرة، دار الفكر العربي.

يوسف، سحر محمد (٢٠١٨): استخدام نموذج الاستقصاء الموجة بالجدل (ADI) Argument-Driven Inquiry لتنمية الاستدلال العلمي وفعالية الذات الأكاديمية في الكيمياء لدى

طالبات المرحلة الثانوية بالسعودية، **مجلة كلية التربية**، جامعة بنها، ٢٩(١١٤)، ٤٧-٩٨.

Agustiningsih, N., & Effendi-Hasibuan, M. H. (2021). The Effectiveness of Modified Flip-Based Argumentation Learning in Improving Students' Argumentation Skills About Hydrocarbon. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 13(3), 250-260.

Akhmedov, N. N., Urisbaeva, A. A., & Kamal, E. B. (2023). To develop students' argumentation skills through methods of research. *МАТЕРИАЛДАР ЖИНАҒЫ*, 18, 379-383.

Al Hamad, N. M., Adewusi, O. E., Unachukwu, C. C., Osawaru, B., & Chisom, O. N. (2024). A review on the innovative approaches to STEM education. *International Journal of Science and Research Archive*, 11(1), 244-252.

Aristidou, M. (2020). Is Mathematical Logic Really Necessary in Teaching Mathematical Proofs?. *Athens Journal of Education*, 7(1), 99-121.

Ayeni, O. O., Unachukwu, C. C., Osawaru, B., Chisom, O. N., & Adewus, O. E. (2024). Innovations in STEM education for students with disabilities: A critical examination. *International Journal of Science and Research Archive*, 11(1), 1797-1809.

Azhar, M., Festiyed, F., Aswirna, P., & Sari, R. P. (2023). The Effect of STEM Approach on Students' Critical Thinking Skills. *In Proceeding of International Conference on Biology Education, Natural Science, and Technology*, Vol. 1, 42-51.

Campbell, T. G., Boyle, J. D., & King, S. (2020). Proof and argumentation in K-12 mathematics: A review of conceptions, content, and support. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(5), 754-774.

Cappelli, M. L. (2020). Black Lives Matter: The emotional and racial dynamics of the George Floyd protest graffiti. *Advances in Applied Sociology*, 9(10), 323-347.

Carrier, J. (2014). Student strategies suggesting emergence of mental structures supporting logical and abstract thinking: Multiplicative reasoning. *School science and mathematics*, 114(2), 87-96.

Chen, C. T., & She, H. C. (2015). The effectiveness of scientific inquiry with/without integration of scientific reasoning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 1-20.

Chisom, O. N., Unachukwu, C. C., & Osawaru, B. (2023). STEM education advancements in Nigeria: a comprehensive review. *International Journal of Applied Research in Social Sciences*, 5(10), 614-636.

Dare, E. A., Keratithamkul, K., Hiwatig, B. M., & Li, F. (2021). Beyond content: The role of STEM disciplines, real-world problems, 21st century skills, and STEM careers within science teachers' conceptions of integrated STEM education. *Education Sciences*, 11(11), 737.

Ding, L. (2018). Progression trend of scientific reasoning from elementary school to university: A large-scale cross-grade survey among Chinese students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(6), 1479–1498. https://doi.org/10.1007/s10763-017-9844-0.

Dominguez, A., De la Garza, J., Quezada-Espinoza, M., & Zavala, G. (2023). Integration of Physics and Mathematics in STEM Education: Use of Modeling. *Education Sciences*, 14(1), 1-16.

Erita, S. (2023). The Influence of Problem-Based Learning-Flipped Classroom (PBL-FC) on Mathematical Argumentation Skills. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 6(3), 395-404.

Firdaus, N., Supratman, S., Muhtadi, D., & Ratnaningsih, N. (2023). Learning trajectory peserta didik berdasarkan argumentasi matematis. *Journal of Authentic Research on Mathematics Education (JARME)*, 5(2), 164-176.

Fischer, F., Kollar, I., Ufer, S., Sodian, B., Hussmann, H., Pekrun, R., Neuhaus, B., Dorner, B., Pankofer, S., Fischer, M., Strijbos, J-W., Heene, M., & Eberle, J. (2014). Scientific reasoning and argumentation: Advancing an interdisciplinary research agenda in education. *Frontline Learning Research*, 5, 28–45. https://doi.org/10.14786/flr.v2i3.96.

Fortes, G., & de Macêdo, P. F. C. (2022). Prejudice in visual argument. *Revista Eletrônica de Estudos Integrados em Discurso e Argumentação*, 22(2), 35-55.

Francisco, J. M. (2022). Supporting Argumentation in Mathematics Classrooms: The Role of Teachers' Mathematical Knowledge. LUMAT: *International Journal on Math, Science and Technology Education*, 10(2), 147-170.

Gao, X., Li, P., Shen, J., & Sun, H. (2020). Reviewing assessment of student learning in interdisciplinary STEM education. *International Journal of STEM Education*, (7), 1-14.

Giordano, N. (2015). *College physics reasoning and relationships*. 2ed, Boston, USA.

Göhner, M., & Krell, M. (2022). Pre-service science teachers' strategies in scientific reasoning: the case of modeling. *Research in Science Education*, 52(2), 395-414.

Gokalp, N. D. (2020). Mathematics–How do students and teachers perceive it?. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 28(1). 1-28.

Golumbic, Y. N., Dalyot, K., Barel-Ben David, Y., & Keller, M. (2023). Establishing an everyday scientific reasoning scale to learn how non-scientists reason with science. Public *Understanding of Science*, 32(1), 40-55.

Grol, R., Sent, E. M., & De Vries, B. (2016). Effects of economic classroom experiments on economic knowledge and reasoning in secondary education. *Thinking Skills and Creativity*, 22, 129-141.

Hacıoğlu, Y., & Gülhan, F. (2021). The effects of STEM education on the students' critical thinking skills and STEM perceptions. *Journal of Education in Science Environment and health*, 7(2), 139-155.

Hähkiöniemi, M. (2022). Argumentation in the context of high school mathematics: *Examining dialogic aspects of argumentation. In Conceptions and Consequences of Mathematical Argumentation*, Justification, and Proof (pp. 145-158). Cham: Springer International Publishing.

Hıdıroğlu, Ç. N., & Karakaş, A. (2022). Transdisciplinary role of technology in STEM education. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 10(4), 276-293.

Holmes, N., & Bonn, D. (2013). Doing science or doing a lab? Engaging students with scientific reasoning during physics lab experiments. *American association of physics teachers under a creative Commons attribution*, 185-188.

Indrawatiningsih, N., Purwanto, P., As'ari, A. R., & Sa'dijah, C. (2020). Argument Mapping to Improve Student's Mathematical Argumentation Skills. *TEM Journal*, 9(3), 1208-1212

Just, J., & Siller, H. S. (2022). The role of mathematics in STEM secondary classrooms: A systematic literature review. *Education Sciences*, 12(9), 1-18.

Kalinowski, S. T., & Willoughby, S. (2019). Development and validation of a scientific (formal) reasoning test for college students. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(9), 1–16.

Kartika, H., Warmi, A., Urayama, D., & Suprihatiningsih, S. (2024). Mathematical Argumentation in Higher Education: A Systematic Literature Review. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 21(07), 1-24.

Kaygisiz, G., Gürkan, B., & Akbaş, U. (2018). Adaptation of scientific reasoning scale into Turkish and examination of its psychometric properties. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 18(3), 737-757. https://doi.org/10.12738/estp.2018.3.0175.

Khasanah, M., Purwianingsih, W., & Supriatno, B. (2023). Development and Validation of E-Books Based on Socio-Scientific Issues to Improve The Argumentation Skills of High School Students. Jurnal Kependidikan: *Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran*, 9(2), 497-510.

Khoirina, M., Cari, C., & Sukarmin, S. (2018). Identify students' scientific reasoning ability at senior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097(1), 012024, 1-6. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012024.

Koocharoenpisal, N. (2023). Enhancing Competency in Designing Learning Activities Based on STEM Education of Pre-Service Science Teachers. *Anatolian Journal of Education*, 8(2), 207-224.

Kristensen, M. A., Larsen, D. M., Seidelin, L., & Svabo, C. (2024). The Role of Mathematics in STEM Activities: Syntheses and a Framework from a Literature Review. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 12(2), 418-431.

Kundariati, M., Susilo, H., & Balqis, B. (2021). Teaching plant physiology to prospective biology teachers: How do we deal with Lesson Study-Problem based Learning (LS-PBL) to enhance scientific argumentation skill?. *Journal of Learning Improvement and Lesson Study*, 1(2), 6-14.

Li, Y., Xiao, Y., Wang, K., Zhang, N., Pang, Y., Wang, R., Qi, C., Yuan, Z., Xu, J., Nite, S.B. and Star, J.R., (2022). A systematic review of high impact empirical studies in STEM education. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 9-72.

Maghfiroh, L., & Shofiyah, N. (2023). Exploring the Influence of the Evidence-Based Reasoning Model in the Inquiry Approach to Enhancing Students' Scientific Reasoning. *IJIS Edu: Indonesian Journal of Integrated Science Education*, 5(2), 136-144.

Malçok, B. A., & Ceylan, R. (2020). Does STEM education have an impact on problem solving skill?. Kesit Akademi Dergisi, 6(25), 21-40.

Malloy, C. L., Lee, J. S., & Cawthon, S. W. (2016). Evaluative thinking: Using results-oriented reasoning to strengthen collaboration. *Odyssey: New directions in deaf education*, 17, 62-67.

Manwaring, K., Jensen, J., Gill, R., Sudweeks, R., Davies, R., & Bybee, S. (2018). Scientific reasoning ability does not predict scientific views on evolution among religious individuals. *Evolution: Education and Outreach*, 11(2), 1-9. https://doi.org/10.1186/s12052 018-0076-8.

Mateycik, F., Rebello, N. S., & Jonassen, D. H. (2009). Facilitating case-based reasoning in physics problem solving. *In National Association for Research in Science Teaching Annual Meeting*, 1-20.

McCallum, W. (2023). Making sense of mathematics and making mathematics make sense. *In Mathematics Curriculum Reforms Around the World: The 24th ICMI Study* (pp. 511-521). Cham: Springer International Publishing.

National council of teachers of mathematics (2018). Building STEM Education on a Sound Mathematical Foundation, *(NCTM)*, retrieved online: https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Position-Statements/Building-STEM-Education-on-a-Sound-Mathematical-Foundation.

Nguyen, T. P. L., Nguyen, T. H., & Tran, T. K. (2020). STEM education in secondary schools: Teachers' perspective towards sustainable development. *Sustainability*, 12(21),1 -16.

Nieminen, P., Savinainen, A., & Viiri, J. (2013). Gender differences in learning of the concept of force, representational consistency, and scientific reasoning. *International journal of science and mathematics education*, 11(5), 1137-1156.

Nodzyńska, M., & Baprowska, A (2021). Scientific reasoning in natural sciences-research. *Scientific thinking in science education*, 9, 9-40.

Okulu, H. Z., & Oguz-Unver, A. (2021). The Development and Evaluation of a Tool to Determine the Characteristics of STEM Activities. *European Journal of STEM Education*, 6(1), 1-14

Osman, M., & Stavy, R. (2006). Development of intuitive rules: Evaluating the application of the dual-system framework to understanding children's intuitive reasoning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13(6), 935-953.

Pranata, R. (2023). Stem Education in Science Learning: Systematic Literature Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 424-431.

Putra, P. D. A., Ahmad, N., Budiarso, A. S., Indrawati, & Lestari, E. A. (2023). Development of Argumentation Tools Based on the Engineering Design Process to Improve Students' Argumentation Skills. *The New Educational Review*, 71, 114-125.

Rahmat, T. (2020, February). The Level of Mathematical Logic Intelligence towards the Solving of Mathematical Problem Solving. *In Journal of Physics: Conference Series*, 1471(1),1-8. (IOP Publishing).

Ramesh, M. (2018). A study on status of inference skill in science among VIII standard students, *International journal for research in applied science & engineering technology (IJRASET)*, 6(1), 423-427.

Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ellis, J. A., & Ring-Whalen, E. (2021). Beyond the basics: A detailed conceptual framework of integrated STEM. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3, 1-18.

Rohmania, Q. N., Afifah, I. N., Fatnatin, F., Primandiri, P. R., Nurmilawati, M., & Santoso, A. M. (2022). Electronic module protist material based on ASICC learning strategies. *Research and Development in Education (RaDEn)*, 2(1), 40-50.

Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socio scientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.

She, H. C., & Liao, Y. W. (2010). Bridging scientific reasoning and conceptual change through adaptive web-based learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(1), 91-119.

Singh, C., & Marshman, E. (2015). Analogous patterns of student reasoning difficulties in introductory physics and upper-level quantum mechanics. *American association of physics teachers under a creative Commons attribution*, 46-49.

Sipos, K., Ionita, G. I., & Kutzschebauch, F. (2023). Online Self-Assessment in Mathematics at the University of Bern. *International journal of emerging technologies in learning: IJET*, 18(3), 185-191.

Sladek, R. M., Bond, M. J., & Phillips, P. A. (2010). Age and gender differences in preferences for rational and experiential thinking. *Personality and Individual Differences*, 49(8), 907-911.

Sungur-Gul, K., & Tasar, M. F. (2023). The design, implementation, and evaluation of a STEM education course for pre-service science teachers. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 9(2), 85-100.

Yanto, B. E., Subali, B., & Suyanto, S. (2019). Measurement instrument of scientific reasoning test for biology education students. *International Journal of Instruction*, 12(1), 1383- 1398.

Suryawati, I. (2024, March). The Use of Snakes and Ladder Game to Increase the Students' Interest in Learning Mathematics. *In Proceeding of International Conference on Multidisciplinary Research*, 6(2), 272-278.

Takeuchi, M. A., Sengupta, P., Shanahan, M. C., Adams, J. D., & Hachem, M. (2020). Transdisciplinarity in STEM education: A critical review. *Studies in Science Education*, 56(2), 213-253.

Tang, L., & Ishikawa, R. (2023, August). Audience Irrelevance in Strategic Argumentation Games. *In International Conference on Logic and Argumentation* (pp. 138-156). Cham: Springer Nature Switzerland.

Tezer, M., Orekhovskaya, N. A., Shaleeva, E. F., Knyazeva, S. A., & Krokhina, J. A. (2021). The Effectiveness of STEM Education Applied with a Distance Education Approach. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(19), 180-192.

Tristanti, L. B., & Nusantara, T. (2022). The Influence of Infusion Learning Strategy on Students' Mathematical Argumentation Skill. *International Journal of Instruction*, 15(2), 277-292.

Tuong, H. A., Nam, P. S., Hau, N. H., Tien, V. T. B., Lavicza, Z., & Hougton, T. (2023). Utilizing STEM-based practices to enhance mathematics teaching in Vietnam: Developing students' real-world problem solving and 21st century skills. *JOTSE: Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 73-91.

Ucar-Longford, B., Hosein, A., & Heron, M. (2024). The use of online scaffolding to develop argumentation skills: a scoping review. *Technology, Pedagogy and Education*, 1-17.

Wirilander, H. (2021). *The preservation of cultural heritage from emergency planning through to heritage recovery processes*. Finland: JYU dissertations.

Xu, W., & Ouyang, F. (2022). The application of AI technologies in STEM education: a systematic review from 2011 to 2021. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 59-79.

Yulianing, F. R., Suyono, S., Sukarmin, S., Thoriq, F. N., Auliya, N., & Fauziah, R. U. (2023). Are Argumentation Skills Can Describe Understanding Concepts?. *International Journal of Current Educational Research*, 2(2), 92-105.

Zahran, S. K. (2024). The Hypothetic Deductive Approach as a Proposed Method in Social Psychology. *Journal of Research in Social Science and Humanities*, 3(5), 15-17.

Zhang, S., Jian, Z., Zhan, W., Zheng, N., & Tomizuka, M. (2023, September). Time-Optimal Curvature Continuous Path to a Line for Robot Steering. *In 2023 IEEE 26th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC).IEEE*, 615-622.