الجمعية الأردنية للعلوم التربوية، المجلة التربوية الأردنية، المجلد العاشر، العدد الأول، ملحق (2)، 2025
DOI: https://doi.org/10.46515/jaes.v10i1.1399

The Effect of Using an Educational Program Based on the STEAM Approach in Teaching Mathematics on the Ability of Solving Mathematical Problem of Basic School Stage Students in Jordan

Ruba Ziad Al-Tarawneh*
Prof. Khaled Mohammad Abu Loum**

Received 3/6/2023 Accepted 15/7/2023

Abstract:

This study aimed to investigate the effect of using an educational program based on the STEAM approach on the ability of solving mathematical problems among the basic school stage students in Jordan. The study sample consisted of (47) students from grade (9), selected from a private school in Amman. The study sample was divided randomly into two groups: an experimental group of (24) students who studied by using the educational program based on STEAM, and the control group of (23) students, who studied through using the conventional studying method. To achieve the objective of the study, the researchers built the study instrument which consisted of solving mathematical problems test, the validity and reliability of the instrument were verified. The results showed that using an educational program based on STEAM approach in teaching mathematics improved the students' ability of solving mathematical problems.

Keywords: STEAM, Educational Program, Mathematical Problem Solving.

* Jordan\ rzt92@yahoo.com
https://orcid.org/0009-0007-3040-7214 **
School of Educational Sciences\ The University of Jordan\ Jordan\kabuloum@ju.edu.jo

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

أثر برنامج تعليمي قائم على المنحى التكاملي STEAM في تدريس الرياضيات في المقدرة على حلّ المسألة الرياضية لدى طلبة المرحلة الأساسية في الأردن

ربى زياد الطراونه*

أ.د. خالد محمد أبو لوم**

ملخص:

هدفت الدراسة إلى تقصّي أثر برنامج تعليمي قائم على المنحى التكاملي STEAM في تدريس الرياضيات في المقدرة على حلّ المسألة الرياضية لدى طلبة المرحلة الأساسية في الأردن، وتكونت عينة الدراسة من (47) طالبًا وطالبة من طلبة الصف التاسع الأساسي في البرنامج الوطني، تم اختيارهم بطريقة قصدية من إحدى المدارس الخاصة في عمان، ووزّعت الشعب عشوائيًا في مجموعتين: مجموعة تجريبية تكونت من (24) طالبًا وطالبة، درسوا باستخدام برنامج تعليمي قائم على المنحى التكاملي STEAM، ومجموعة ضابطة تكونت من (23) طالبًا وطالبة درسوا بالطريقة الاعتيادية، واتبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي ذي التصميم التجريبي. ولتحقيق هدف الدراسة تم بناء اختبار حلّ المسألة الرياضية، والتحقق من صدقه وثباته، وأظهرت نتائج الدراسة أنّ التدريس باستخدام المنحى التكاملي STEAM أدّى إلى تحسين مقدرة الطلبة على حلّ المسألة الرياضية.

الكلمات المفتاحية: المنحى التكاملي STEAM، حلّ المسألة الرياضية، برنامج تعليمي.

* الأردن/ rzt92@yahoo.com

** كلية العلوم التربوية/ الجامعة الأردنية/ الأردن/ kabuloum@ju.edu.jo

المقدمة:

مضت بضع أعوام على جائحة كوفيد –19 وقد غيرت التّحديات التي فرضتها ملامح الحياة، فانعكست آثار العقبات والصعوبات التي خلّفتها الجائحة على شتى مناحي الحياة ومختلف ميادينها في سباق مع الزمن لتفادي أضرارها على المدى القريب والبعيد، ولم يكن الميدان التربوي بنظمه القائمة بمنأى عن تلك الأحداث، بل لعله من أكثر الميادين تأثرًا وأشدّها حاجة للتغيير ومواكبة التحديات التي فرضت دون سابق إنذار، فقد دعت الجائحة العالم إلى التفكير بأهداف النظم التربوية وكيفية تحقيقها مهما اختلفت الظروف، وطبيعة الأدوار المنوطة بالمعنيين بهذه النظم، كما وتجلّت عديد من المهارات التي كان يفضّل إكسابها للطلبة سابقًا لتصبح مهارات ضرورية ولازمة لنمو تعلّمهم ومواكبة مختلف التحدّيات.

وفي خضمّ تلك التحدّيات، برزت عديد من الاتجاهات الحديثة في سباق الإصلاح التربوي وإعادة هيكلة نظمه الحالية لتصبح أكثر كفاءة وفاعلية في إعداد الأجيال للمستقبل، ولعل أحد أبرز هذه التوجهات الوصول إلى نهج تكاملي للمعرفة متعدد التخصصات ضمن إطار الحياة الواقعية، مثل منحى "Science, Technology, Engineering, Math" STEM الذي يقوم على تداخل مناهج العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات وتكاملها (Brown, Reardon & Merrill, 2011)، وطوّر منه منحى STEAM اختصارا لـ "Science, Technology, Engineering, Art, Math" بإضافة مجال الفنون والعلوم الإنسانية في العام2007، فقد رأى القائمون على تطويره أن هذه الإضافة تجعل المنحى أكثر صلة بالحياة الواقعية ويغطي اهتمامات أوسع (Kim, 2012) .

وطوّر هذا المنحى بهدف إعداد طلبة المراحل الابتدائية والأساسية والثانوية للدراسات الجامعية والدراسات العليا، في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، والهدف الأساسي منه تدعيم عملية الاستفسار والتحقق والتفكير المنطقي ومهارات التعاون والعمل بروح الفريق، ومعالجة جوانب القصور في المناهج التعليمية وتحقيق جودة تعليم نوعية (Abdulsalam & Al-Mukhtar, 2016).

ولتحقيق أعلى درجات توظيف الرياضيات وإبراز طبيعتها، رأى عبد السلام والمختار (Abdulsalam & Al- Mukhtar, 2016) أن إظهار ملامح التكامل والتداخل والترابط بين الرياضيات والمواد الدراسية الأخرى يساعد في علاج الفجوة بين المعارف، وهذا ما دعت إليه

وثيقة المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات في الولايات المتحدة (NCTM) " National Council of Teachers of Mathematics" ضمن معايير تدريس الرياضيات المدرسية تحت معيار العلاقات والروابط، إذ أكّد هذا المعيار على أن الرياضيات كل متكامل مترابط وتتداخل في تطبيقاتها مع سياقات خارج نطاق الرياضيات، وعلى المعلمين إبراز هذا الجانب للطلبة (Abu Zaina, 2010)، وهذا التداخل يمكن إبرازه بصورة نوعية من خلال تطبيق منحى STEAM.

واستأثرت مهارة حلّ المسألة على اهتمام الخبراء في جميع مستويات الرياضيات المدرسية نظرا لأهمّيتها، ولهذا أكدّ المجلس الوطني لمشرفي الرياضيات (The National Council of Supervisors of Mathematics, NCSM) أن تعلّم حلّ المسائل هو الأساس لدراسة الرياضيات، وقد شددّت وثيقة (NCTM, 2000) على عدّ حلّ المسائل هدفًا لتعلّم الرياضيات وأداة من أدواتها الأساسية، إذ تضيف أهمية محسوسة للرياضيات التي يدرسها الطلبة، مما قد يحسّن من أدائهم فيها بشكل كبير، فحلّ المسائل الرياضية يعدّ الأساس لأي برنامج رياضي تدريسي ناجح (Al-Zuhairi, 2017).

وتعّد مهارة حل المسألة وسيلة تكتسب من خلالها المفاهيم العلمية معنى ووضوحًا لدى المتعلم، وعن طريقها يتم تطبيق القوانين والتعميمات في مواقف جديدة، كما وتؤدي إلى تنمية أنماط التفكير لدى الطلبة والتي يمكن أن تنتقل إلى مواقف أخرى، فضلًا عن كونها وسيلة لإثارة الفضول الفكري وحب الاستطلاع (Abu Zaina, 2010).

وبما أنّ المسألة الرياضية موقف تعليمي حياتي يحتاج فيه الطالب إلى استخدام مهارات التفكير المختلفة ومهارات ربط للمعرفة للوصول إلى حلول وتنفيذها، فقد جاءت هذه الدراسة لبحث **أثر** برنامج تعليمي قائم على المنحى التكاملي STEAM – والذي يقتضي تكامل المعرفة من مجالات مختلفة – في تدريس الرياضيات في المقدرة على حلّ المسألة الرياضية لدى طلبة المرحلة الأساسية في الأردن.

مشكلة الدراسة وسؤالها

أظهرت تقارير المركز الوطني لتنمية الموارد البشرية حول الدراسة الدولية للرياضيات والعلوم لعام 2019 ونتائج اختبارات دراسة التوجهات الدولية للرياضيات والعلوم (Trends in International Mathematics and Science Study, TIMSS) – بما تتضمنه هذه

الاختبارات من مهارات تفكير مختلفة وحلّ للمشكلات– في الفترة الواقعة بين 2011 و2019 تدني أداء طلبة صفوف المرحلة الأساسية في الرياضيات والعلوم، وتراجع ترتيب الأردن بين الدول المشاركة في الاختبار على مستوى العالم، على الرغم من التحسّن الطفيف في مستوى طلبة الأردن مقارنة في الأعوام قبل 2019، إلا أن النتائج لا تزال دون المتوسط الدولي (IEA, 2019; Qublan, 2018; National Center for Human Resources Development, 2019).

وهذا ما أكدته نتائج اختبارات البرنامج الدولي لتقييم الطلبة (Programme for International Student Assessment ,PISA) للعام 2018، من تحقيق طلبة الأردن لنتائج دون مستوى المتوسط العالمي في القراءة والعلوم والرياضيات، على الرغم من التحسن الطفيف مقارنة بالأعوام السابقة (OECD, 2018)

وبما أن حلّ المسألة نشاط أساسي في قمة هرم النتاجات التعليمية، وهدف رئيس من أهداف تدريس الرياضيات، فقد أشار عديد من التربويين إلى أن الطلبة يواجهون صعوبات في حلّ المسألة الرياضية، ويرجع ذلك لعديد من الأسباب منها ضعف المقدرة على تحليل المسألة وقصور استراتيجيات التدريس في تقديم المسألة الرياضية (Afaneh, Al-Ser, Ahmad & Al-Khazendar, 2012).

واعتمادًا على ما تقدّم، تحدّدت مشكلة الدراسة في محاولة الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:

ما أثر برنامج تعليمي قائم على المنحى التكاملي STEAM في تدريس الرياضيات في المقدرة على حلّ المسألة الرياضية لدى طلبة المرحلة الأساسية في الأردن؟

فرضية الدراسة

في ضوء سؤال الدراسة، صيغت الفرضية الصفرية الآتية "لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha = 0.05$) بين متوسطي علامات طلبة المجموعة التجريبية (الذين درسوا باستخدام برنامج تعليمي قائم على المنحى التكاملي STEAM) وعلامات طلبة المجموعة الضابطة (الذين درسوا بالطريقة الاعتيادية) في اختبار حلّ المسألة الرياضية".

أهمّية الدراسة

تكمن أهمّية الدراسة في تقصّيها أثر تدريس الرياضيات باستخدام برنامج تعليمي قائم على المنحى التكاملي STEAM في الحدّ من الصعوبات التي تواجه الطلبة عند حلّ المسألة

الرياضية، إذ تحتاج مهارة حلّ المسألة الرياضية إلى تطبيق المفاهيم والتعميمات في سياقات خارج نطاق الرياضيات، وإدراك طبيعة الروابط والعلاقات بين المفاهيم الرياضية والمفاهيم العلمية الأخرى في مواقف حياتية معقدة.

وتكمن أهمية الدراسة في بحثها أثر المنحى التكاملي STEAM الذي يمثّل تكامل المعرفة في تخصصات العلوم والهندسة والتكنولوجيا والفنون والتي ترتبط بالرياضيات، مما يعطي للمعرفة الرياضية معنى لدى الطالب، ويبرز جوانب الرياضيات التطبيقية في الحياة العملية.

وقامت الدراسة ضمن اجراءاتها بإعداد برنامج تعليمي قائم على المنحى التكاملي STEAM ودليل استخدامه لمعلمي الرياضيات وتعريفهم بميزات منحى STEAM التكاملي وكيفية توظيفه في تدريس الرياضيات، فضلًا عن إمكانية اسهامها في تشجيع القائمين على تطوير مناهج الرياضيات والعلوم في الأردن على اتباع منحى STEAM كأحد التوجهات التربوية الحديثة في تطوير المناهج.

حدود الدراسة ومحدداتها

تحدّدت نتائج هذه الدراسة بما يأتي:

- اقتصرت الدراسة في تطبيقها على طلبة الصف التاسع الأساسي في البرنامج الوطني في إحدى المدارس الخاصة في عمان خلال الفصل الدراسي الأول للعام الدراسي 2022 /2023.
- اقتصرت الدراسة على وحدة العلاقات والاقترانات من منهاج الرياضيات للصف التاسع في البرنامج الوطني في الأردن.
- اعتمدت الدراسة في إجرائها على أداة كمية هي اختبار حلّ المسألة الرياضية من إعداد الباحثة، وتمّ فحص دلالات صدقه وثباته بالطرق الإحصائية المناسبة.
- تم اختيار أفراد الدراسة من مدرسة خاصة في عمان اختيرت قصديا، نظرا لطبيعة عمل الباحثة فيها، ووزعوا عشوائيا في مجموعتين ضابطة وتجريبية.

مصطلحات الدراسة وتعريفاتها الإجرائية: تتضمن الدراسة المصطلحات الآتية:

المنحى التكاملي STEAM:

مدخل تعليمي يحتوي على أنشطة متكاملة رياضيا وعلميا وهندسيا وتكنولوجيا وفنيا، يؤديها المتعلم تحت إشراف المعلم لإنجاز مهمات ذات أهداف تربوية تخدم أغراض المنهاج المدرسي، إذ

تتمركز أنشطة هذا المنحى حول الخبرة عن طريق البحث والاكتشاف والتفكير العلمي والمنطقي (Azzam, Al-Zua'bi & Jawarneh, 2020).

حلّ المسألة الرياضية:

هي موقف تعليمي جديد يواجه المتعلم وليس له حلّ جاهز في ذهنه، ويتطلب هذا الموقف من المتعلم توظيف ما تعلّمه سابقًا وإعادة تنظيمه وتطبيقه على الموقف الجديد (Abu Zaina, 2010).

ويعرّف حل المسألة الرياضية إجرائيا: بأنه مقدرة الطالب على فهم المسألة، وتنظيم حلّها من خلال تحديد المعطيات، والمطلوب، وتصميم خطة الحلّ وتنفيذها، والتّحقق من صحة الحل. وتم قياسه بالدرجة التي حصل عليها الطالب في اختبار حل المسألة الرياضية المعدّ لأغراض الدراسة.

الإطار النظري والدراسات السابقة

أولاً: الإطار النظري

تعدّ مشكلة عدم اهتمام الطلبة وانفصالهم عن التفاعل مع ما يتعلمونه داخل مدارسهم إحدى المشكلات الرئيسة التي تواجه التعليم اليوم، بينما يتطور العالم بوتيرة سريعة بحيث يمكن الحصول على كل المعرفة تقريبًا من خلال بحث سريع عبر الانترنت على الهاتف الذكي، ويبدو أن عديدًا من المدارس لازالت تتبع الأساليب ذاتها التي كانت عليها منذ 100 عام. وقد أصبح جليّا أكثر من أي وقت مضى أنه في القرن الحادي والعشرين من غير المجدي مطالبة الطلبة بالبقاء في مواقعهم لساعات والاستماع إلى معلّم يتحدث. وعلى الرغم من أن عديدًا من الطلبة قادرون على حفظ المعرفة واجتياز الاختبارات، إلّا أنه بعد فترة قصيرة من الزمن، ينسى معظمهم ما تعلّموه أو يكونوا غير قادرين على نقله إلى مواقف أخرى، ومن هنا يحتاج الطلبة إلى التحفيز لتطوير مهارات أساسية معينة تجعلهم مرنين ومبدعين وناجحين في أي مستقبل يسعون إليه (Doran, Tsourlidaki, Mentxaka,Vicente, Gomes & Doran, 2021).

ونتيجة لتبعات الأزمة الاقتصادية العالمية في الدول الصناعية الكبرى في العقود الماضية، وما رافقها من عقبات وحاجات مهنية وتربوية؛ خاصة أهمية التوسّع في الاطلاع على مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في ظلّ التطوّر الحاصل في سباق الابتكارات العلمية والتقنية، تسابقت القطاعات في السعي إلى تطوير مهارات القوى العاملة في القرن الحادي

والعشرين (Hasan, 2021).

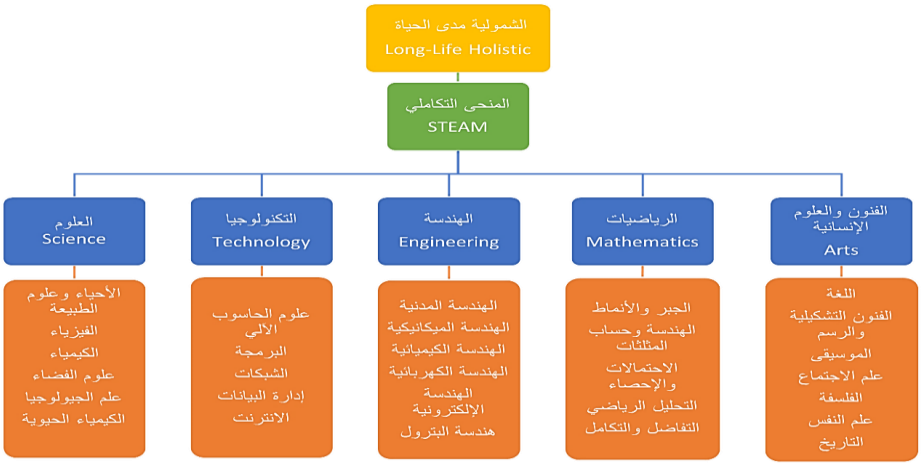
منحى STEAM

انطلق توجه (STEM Education) في التسعينيات تحت مظلة مؤسسة العلوم الوطنية (National Science Foundation NSF) إذ شمل هذا التوجه تكامل عناصر العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات ومكوناتها وتداخل معارفهم بصورة متماسكة (Bybee, 2013). ويوصف هذا التوجه بالتعلّم متعدد التخصصات؛ إذ يربط المفاهيم العلمية بالظواهر الطبيعية، وتطبيق العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في سياقات تربط المدرسة بالحياة الواقعية والعمل، مما يجعل التعلّم ذا فاعلية ويعطي الطلبة المقدرة على التنافس في ميدان الاقتصاد العالمي (Gerlach, 2012).

ومع مرور الوقت والتطورات الحاصلة في الميدان التربوي، رأى الخبراء إمكانية تطوير منحى STEM بشكل أكثر فاعلية وإضفاء آفاق جديدة والتي تمثلت في الفنون (Art)، ليصبح المنحى الجديد STEAM (Bequette & Bequette, 2015).

وقد أشار عديد من خبراء التعليم أن توجه STEAM يساعد في الخروج من نمطية التفكير، ويولّد أجواء تعزز إبداع الطلبة في دمج العلوم والرياضيات والهندسة بالفنون عن طريق التكنولوجيا، إذ يعزز الفن التفكير الإبداعي والخيال والتصوّر، فيما تقدّم المجالات الأخرى البنى المنطقية والمبادئ العلمية (Park, 2012). فقد رأى ثورلي (Thurley, 2016) أن المنحى التكاملي STEAM في عالم القرن الحادي والعشرين يعزز المقدرة على الاستفادة من الحلول الإبداعية للمشاكلات التي تواجه الأفراد، إذ أن إضافة الفن إلى المنحى يعدّ وسيلة ضرورية لربط المفاهيم معا بصورة إبداعية، كما أنّ الإبداع المتمثّل في مجال الفنون (Arts) يمنح الفرد فرصة تغيير الطريقة التي يرى بها المشكلات الحرجة التي تواجهه.

ويمكن تعريف المنحى التكاملي STEAM بأنه نهج تعليمي يربط بين خمسة مجالات وهي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات من خلال التركيز على مجالين أو أكثر من تلك المجالات عن طريق أنشطة يشترك فيها الطلبة لحل مشكلة من الحياة الواقعية (Kim, Chung, Woo & Lee, 2012). ويوضّح الشكل (1) المجالات الرئيسة والفرعية التابعة للمنحى التكاملي STEAM.



الشكل (1). مجالات المنحى التكاملي STEAM

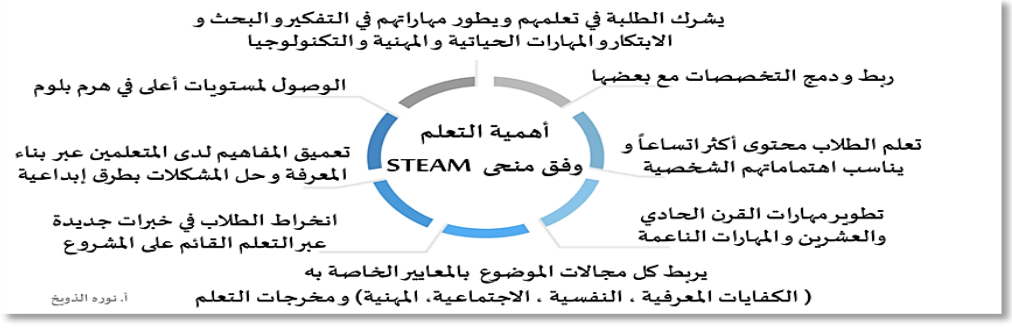
وأرسى عديد من الباحثين مبادئ منحى STEM التي يجب على المعلمين والقائمين على تطوير المناهج الإلمام بها، إذ أن هذه المبادئ تنطبق في الوقت ذاته على المنحى المطوّر STEAM، وتتمثل في تكامل المعرفة بين التخصصات الدراسية، بالجمع بين تخصصين أو أكثر بما يتيح للطلبة استيعاب المفاهيم المترابطة، التي تسهم بدورها في توليد أفكار وحلول مبتكرة، والتفكير بصورة أكثر شمولية، وبناء صلات ذات معنى بحياة المتعلمين بما يحقق انتقال أثر التعلّم في حياتهم اليومية، وإبراز دور المعرفة وقوتها في الحياة العملية، وتحويل المفاهيم العلمية المجرّدة إلى تطبيقات محسوسة بصورة عملية وترسيخ تلك المفاهيم بصورة ممتعة وشيقة، وتزويد المتعلمين بمهارات القرن الواحد والعشرين وإعدادهم للمستقبل، مثل: حلّ المشكلات، والتفكير الناقد، واتخاذ القرار، والتفكير الإبداعي، والتواصل الفعّال، والعمل التعاوني، وتنمية مهارات البحث العلمي وتشجيع الطلبة على التجريب والتعلّم الذاتي، وتنمية المقدرة على التعلّم مدى الحياة، والابتكار والاختراع، وصنع التحديات، لجعل الطلبة أكثر تفاعلا مع أنشطة التعلم، وتنويع المسار التعليمي عن طريق تحقيق مجموعة متنوعة من المخرجات التعليمية (Vasques , Sneider & Comer, 2013; Bybee, 2013; Wang, 2013; Asunda, 2012).

ويقوم منحى STEAM على عديد من الأسس والتي تتمثل في: تكامل المعرفة وإكساب الطلبة المعارف بصورة شاملة، وتكامل شخصية المتعلم، ومراعاة ميول المتعلمين ورغباتهم، وجعلها أساسًا في تخطيط المنهاج واختيار المحتوى وفق STEAM، وتنوّع الأنشطة التي تثير الحواس وتزيد دافعية الطلبة وتراعي الفروق الفردية بينهم، والتعاون والعمل الجماعي، والإبداع

والابتكار وتحفيز التفكير والاكتشاف (Christensen & Knezek, 2015).

وتكمن أهمّية تكامل التخصصات مثل منحى STEAM في تعزيز مقدرات الأفراد في مواجهة المشكلات الواقعية، وتقليل عبء المواد الدراسية التي تدرّس بشكل منفصل إذ يمكن دراستها بشكل متكامل دون تكرار للمفاهيم، فضلًا عن جعله التعلّم ممتعا أكثر وعمليًا من خلال انخراط الطلبة بأنشطة في سياق الحياة الواقعية، ويمنح التكامل بين المواد الدراسية الفرصة للطلبة لإجراء تجاربهم العلمية الشخصية وبناء الروابط مع الحياة الواقعية، ويعدّ نهج التكامل بين المواد الدراسية فعّالًا في تعزيز الإبداع ومهارات التفكير والتعاون في مختلف المراحل (Darke & Burns, 2004).

وقد شرحت الذويخ (Al-Thwakh,2019) أهمية التعلّم وفق منحى STEAM بالشكل (2) (https://educationmag.net/2019/09/15/steam/):



الشكل (2). أهمية التعلّم وفق منحى STAM

المسألة الرياضية

المسألة – بصورة عامة – في الرياضيات هي موقف جديد يواجه المتعلم وليس له حل جاهز في وقته، ويحتاج من الطالب أن يفكر فيه ويحلّله ومن ثم يستخدم ما تعلّمه سابقاً، ليبني العلاقات والروابط اللازمة لحلّه (Abu Zaina,2010). فالمسألة أو المشكلة تمثّل حالة تسبب الحيرة لدى الطلبة، فينشطون في التفكير والتأمّل لإيجاد حل لها وإزالة الغموض حولها، لذا يتطلب الوصول إلى حلول المسألة إلى إعمال الفكر والبحث والدراسة والتحليل لغرض الوصول إلى الحلّ الأمثل، وعندما ينشط الفرد في حلّ مشكلة ما ويتوصّل إلى حلّ لها، فإنه سيكتسب مهارة وخبرة في حلّ مشكلات مماثلة مستقبلا (Ateyah, 2015).

وقد أشار عباس والعبسي (Abbas & Al-Absee, 2017) إلى أهميّة حلّ المسألة

الرياضية في تعليم الرياضيات وتعلّمها في كون حلّ المسائل يُعدّ وسيلة فعّالة لتوضيح المفاهيم وتطبيق التعميمات والمهارات في مواقف جديدة وإكسابها معنى، ويؤدي إلى تعلّم مفردات ومعارف رياضية جديدة، ويُنمّي أنماط التفكير لدى الطلبة والتي يمكن أن ينتقل أثرها إلى مواقف أخرى، ويعدّ وسيلة لإثارة الفضول الفكري وحب الاستطلاع والتحدّي لدى الطلبة، ويساعد الطلبة على حلّ المشكلات التي تواجههم في الحياة الواقعية، كما يؤدي حلّ المسائل إلى تحفيز الطلبة على التعلّم وإثارة دافعيتهم ونشاطهم نحو تعلّم معارف جديدة.

أمّا فيما يتعلّق في خطوات حلّ المسألة، فقد كان جورج بوليا (Polya, 1975) من أوائل الباحثين في حلّ المسألة الرياضية، وقد حدّد أربع خطوات أساسية لحلّها في كتابه "البحث عن الحلّ"، وقد أشار أبو زينة (Abu Zaina, 2010) وعفانة وآخرون (Afaneh et al., 2012) إليها، إذ تعدّ عملية فهم المسألة أهم خطوات حلّ المسألة وأولها، وهنا تتحدد عناصر المسألة الأساسية من معطيات ومطلوب وشروط، وتصاغ بلغة المتعلّم الخاصّة، وتليها خطوة تصميم خطّة الحلّ، والتي تعتمد على الوصول إلى فكرة الحلّ وتحليل مداخل المسألة، من خلال ربط المعطيات بالمطلوب، وتحديد ما يلزم من معلومات وكيفية استخدامها ووضع فرضيات لمواجهة المسألة، وبعدها تأتي خطوة تنفيذ خطّة الحلّ، وتتم بتجريب الفرضيات التي وضعت في الخطوة السابقة، عن طريق مهارات الإدراك الصحيح والواعي لخطّة الحلّ، وصياغة بدائل الحلول وتكوين العلاقات، وأخيرا خطوة مراجعة الحلّ، والتحقق من صحته ومعقوليته بعدة طرق مثل التعويض، أو السير بخطوات الحلّ بشكل عكسي وغيرها.

وتؤثر الطريقة التي تعرض بها المسألة في فهمها وبالتالي في حلّها، وقد اتفق عدد من الباحثين على مجموعة من الصعوبات التي تواجه الطلبة في حلّ المسألة والتي يجب على المعلم أن يدركها حتى يتمكّن من مساعدة طلبته، فمثلا يؤدي الإخفاق في الخطوة الأولى من خطوات حلّ المسألة، وهي فهم المسألة واستيعابها، إلى عدم المقدرة على تحليل المسألة إلى عناصرها، بسبب ضعف المقدرة على تمييز الحقائق الكمية والعلاقات المتضمنة في المسألة وتفسيرها، كما يؤدي ضعف المقدرة إلى استذكار المعلومات الأساسية اللازمة واختيار الأساليب المناسبة لحل المسألة، وضعف المقدرة على التفكير الاستدلالي والتسلسل في خطوات الحل إلى عدم تمكّن الطلبة من حلّ المسألة، وتؤثر درجة مقروئية المسألة والتعقيد اللغوي فيها فضلًا عن ضعف الحصيلة اللغوية لدى الطالب وضعف مهارة القراءة لديه إلى صعوبات في فهم المسألة وبالتالي

عدم الوصول إلى حلّها (Afaneh et al., 2012; Abu Zaina, 2010; Badawi, 2019; Abu Aqeel, 2014).

ونظرا لتلك العقبات والتأثير المباشر لاستراتيجيات التدريس في مقدرة الطلبة على حلّ المسألة الرياضية الذي يتطلب الوصول إليه استدعاء المعرفة السابقة وربطها وتوظيفها بشكل متكامل في سياقات خارج الرياضيات وربطها بالحياة العملية، جاءت هذه الدراسة لبحث أثر استخدام المنحى التكاملي STEAM في مقدرة الطلبة على حلّ المسألة الرياضية.

ثانياً: الدراسات السابقة

هدفت دراسة صيام (Seyam, 2020) إلى تقصّي فاعلية منحى STEAM في بناء المفاهيم العلمية وتنمية مهارات حل المشكلات لدى طالبات الصف الرابع الأساسي في قطاع غزة، وتكونت عينة الدراسة من (60) طالبة تم اختيارهن بالطريقة القصدية وتوزيعهن في شعبتين تجريبية وضابطة بطريقة عشوائية، فقد اتبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي، وتم بناء اختبار المفاهيم العلمية واختبار حل المشكلات كأداتين للدراسة، وأظهرت نتائج الدراسة وجود فروق دالة إحصائيا عند مستوى الدلالة (α= 0.01) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في اختباري المفاهيم العلمية وحل المشكلات لصالح المجموعة التجريبية التي درست باستخدام منحى STEAM.

وجاءت دراسة عزام والزعبي وجوارنة (Azzam, Al-Zua'bi & Jawarneh,2020) لتقصّي أثر التدريس وفق المنحى التكاملي STEAM في تنمية التحصيل والتفكير الرياضي لدى طالبات الصف الثامن الأساسي في الأردن، واتبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي، إذ طبّقت الدراسة على (34) طالبة على النحو الآتي: (16) طالبة في المجموعة التجريبية، و(17) طالبة في المجموعة الضابطة، واشتملت أدوات الدراسة على اختبار للتفكير الرياضي واختبار تحصيلي، وأظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائيا عند مستوى الدلالة (α = 0.05) في اختباري التفكير الرياضي والتحصيل لصالح المجموعة التجريبية.

وقام اجبارة وخندقجي والعيسى (Ejbara, Khandakji & Al-Issa, 2020) بدراسة أثر استخدام برنامج تدريسي قائم على منحى التعلم الجذعي STEM في تدريس الرياضيات على مهارات التفكير الناقد لدى طلبة المرحلة الثانوية في منطقة الرياض التعليمية في المملكة العربية السعودية، واتبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي، وتكونت عينة الدراسة من 88 طالبا وطالبة تم

توزيعهم على مجموعتين: مجموعة تجريبية تكونت من 45 طالبا وطالبة، ومجموعة ضابطة تكونت من 43 طالبا وطالبة، وتم إعداد اختبار للتفكير الناقد كأداة للدراسة، وأظهرت نتائج الدراسة وجود فرق دال إحصائيا في نتائج اختبار التفكير الناقد لصالح المجموعة التجريبية.

وهدفت دراسة الغصون (Al-Ghosoun, 2019) إلى بحث فاعلية وحدة دراسية في الرياضيات قائمة على أنموذج (STEM) في تنمية مهارات التفكير الرياضي وحل المسألة الرياضية والدافعية نحو تعلّم الرياضيات في الأردن، وقد اتبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي على عينة مكونة من (53) طالبة، وزعت في مجموعتين: تجريبية، تكونت من (27) طالبة درسن وفق منحى STEM، ومجموعة ضابطة تكونت من (26) طالبة درسن بالطريقة الاعتيادية. ولتحقيق هدف الدراسة تم بناء وحدة تعليمية في الرياضيات وفق منحى STEM، واختبارين: اختبار في مهارات التفكير الرياضي واختبار في حلّ المسألة الرياضية، ومقياسا للدافعية نحو تعلّم الرياضيات والتحقق من صدقها وثباتها، وأظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية في اختباري مهارات التفكير الرياضي وحلّ المسألة ومقياس الدافعية نحو تعلّم الرياضيات، لصالح طالبات المجموعة التجريبية.

وتقصّت دراسة زيادة (Zeyada,2019) أثر برنامج قائم على منحى STEM وفق معايير CCSSM في تنمية مهارات التفكير الناقد في الرياضيات لدى طالبات الصف الحادي عشر علمي بغزة، وقد اتبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي، وأجريت على (86) طالبة تم تقسيمهن إلى مجموعتين: مجموعة تجريبية تكونت من (43) طالبة، ومجموعة ضابطة تكونت من (43) طالبة، وتكونت أداة الدراسة من اختبار لمهارات التفكير الناقد، وأظهرت نتائج الدراسة وجود فرق دال إحصائيا عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.01$) في اختبار التفكير الناقد لصالح المجموعة التجريبية.

وسعت دراسة الغامدي (Al-Ghamedi, 2019) إلى بحث أثر مدخل STEM في تنمية مهارات التفكير الرياضي لدى طلبة الصف الخامس الابتدائي في السعودية، واتبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي، واشتملت عينة الدراسة على (42) طالبا وزعوا في مجموعتين: مجموعة تجريبية تكونت من (21) طالبا ومجموعة ضابطة تكونت من 21 طالبا، وتكونت أداة الدراسة من اختبار لمهارات التفكير الرياضي، وأظهرت نتائج الدراسة فرقًا دالًا إحصائيا عند مستوى الدلالة ($\alpha= 0.01$) في اختبار التفكير الرياضي لصالح المجموعة التجريبية.

وهدفت دراسة صالحة وأبو سارة (Salha & Abu Sarah, 2019) إلى بحث فاعلية

استخدام منحى STEM في التحصيل طلبة الصف العاشر في الرياضيات في فلسطين، واتبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي، وتكونت عينة الدراسة من (45) طالبًا تم تقسيمهم في مجموعتين: مجموعة تجريبية تكونت من (23) طالبًا، ومجموعة ضابطة تكونت من (22) طالبًا، وتكونت أداة الدراسة من اختبار تحصيلي في وحدة المنطق من منهاج الرياضيات للصف العاشر، وأظهرت نتائج الدراسة وجود فرق دال إحصائيا في اختبار التحصيل لصالح المجموعة التجريبية التي درست باستخدام المنحى STEM.

وجاءت دراسة كوارع (Kaware'a, 2017) لبحث أثر استخدام منحى STEM في تنمية الاستيعاب المفاهيمي والتفكير الإبداعي في الرياضيات لدى طلاب الصف التاسع الأساسي في قطاع غزة، واتبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي، وتكونت عينة الدراسة من (65) طالبا تم توزيعهم في مجموعتين: مجموعة ضابطة تكونت من (31) طالبا، ومجموعة تجريبية تكونت من (34) طالبا، وتكونت أدوات الدراسة من اختبار للاستيعاب المفاهيمي وآخر للتفكير الإبداعي في الرياضيات، وأظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائيا في اختباري الاستيعاب المفاهيمي والتفكير الإبداعي لصالح المجموعة التجريبية.

تعقيب على الدراسات السابقة

بعد عرض نماذج للدراسات السابقة التي تناولت منحى STEM/ STEAM نلاحظ تقاطع نتائج الدراسات حول فاعلية وأثر تطبيق المنحى التكاملي في تدريس الرياضيات على عدة متغيرات منها التحصيل وحل المشكلات ومهارات التفكير المختلفة من تفكير رياضي وإبداعي وناقد، فقد أظهرت الأثر الإيجابي في تنمية المتغيرات قيد الدراسة وتحسينها بوجه عام باختلاف المراحل الدراسية، كما وأجمعت تفسيرات النتائج في الدراسات السابقة على الأثر الإيجابي لتوظيف منحى STEM أو STEAM في التعليم.

وقد اختلفت الدراسة الحالية عن دراسة الغصون (Al-Ghosoun, 2019) في اعتمادها المنحى التكاملي المطور STEAM والذي أضيف إليه بُعد الفنون والعلوم الإنسانية والاجتماعية إلى جانب العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، فقد اعتقد الباحثون أن إضافة هذا البعد يساعد في تحسين المخرجات التعليمية في المجالات الأخرى وتدعم الابتكار، وعلى الرغم من تشابه المتغيرات التابعة في الدراستين، إلا أن الدراسة الحالية اختلفت في الموضوع الرياضي الذي درّس باستخدام منحى STEAM وهو الاقترانات، إذ اعتمدت دراسة الغصون وحدة الدائرة، فضلًا

عن اختلاف طبيعة العينة في الدراسة الحالية.

وقد اشتركت الدراسة الحالية مع دراسة كل من صيام (Seyam, 2020) وعزام والزعبي وجوارنة (Azzam, Al-Zua'bi & Jawarneh,2020) بتوظيفها برنامج تعليمي قائم على منحى STEAM في تدريس الرياضيات، مع بعض الاختلاف في طبيعة المتغيرات المتبعة، وتشابهت منهجية الدراسة الحالية مع منهجيات الدراسات السابقة باتباعها المنهج شبه التجريبي. واستفادت الدراسة الحالية من الدراسات السابقة في تصميم البرنامج التعليمي القائم على منحى STEAM وإعداد أداة الدراسة وتصميم الدراسة.

الطريقة والإجراءات

منهجية الدراسة

اتّبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي ذي التصميم التجريبي، إذ تم اختيار أفراد الدراسة قصديًا وتوزيعهم في مجموعتين تجريبية وضابطة بالطريقة العشوائية.

أفراد الدراسة

تكوّن مجتمع الدراسة من جميع طلبة الصف التاسع الأساسي في البرنامج الوطني في الأردن، وتمّ اختيار أفراد الدراسة من طلبة الصف التاسع الأساسي في إحدى المدارس الخاصة في عمان والتي اختيرت قصديا؛ بسبب طبيعة عمل الباحثة فيها، مّما سهّل إجراءات تطبيق الدراسة وجمع بياناتها. إذ تمّ اختيار شعبتين وتحديد الشعبة التجريبية بالطريقة العشوائية (القرعة) والتي درست وحدة العلاقات والاقترانات باستخدام برنامج تعليمي قائم على منحى STEAM، إذ بلغ عددهم (24) طالبا وطالبة، والشعبة الضابطة التي درست الرياضيات بالطريقة الاعتيادية، وبلغ عددهم (23) طالبا وطالبة.

محتوى المادة التعليمية والخطة الزمنية لها

اعتمدت هذه الدراسة وحدة العلاقات والاقترانات من منهاج الرياضيات للصف التاسع الأساسي في البرنامج الوطني، والتي احتوت على الدُروس الآتية:

- الاقترانات.
- تفسير التمثيلات البيانيّة للعلاقات.
- الاقتران التربيعي.
- التحويلات الهندسية للاقتران التربيعي.

وتمّ إعادة تنظيم محتوى تلك الموضوعات وتدريسها بالاعتماد على منحى STEAM، مع الحرص على عدم الإخلال بالمحتوى الوارد في منهاج الرياضيات من حيث الأهداف وعدد الحصص المخصصة لكل موضوع، إذ بلغ عدد الحصص المخصصة للوحدة المختارة (36) حصة صفية ومدة كل حصة 50 دقيقة. وتمّ إعداد دليل للمعلم لتدريس هذه الموضوعات باستخدام المنحى التكاملي STEAM، تضمّن على خطط للدروس باستخدام منحى STEAM، والبرمجيات المستخدمة، والأنشطة التكاملية المناسبة لكل درس.

أداة الدراسة

اختبار حلّ المسألة الرياضية

لتحقيق هدف الدراسة، تمّ تحليل وحدة العلاقات والاقترانات من كتاب الصف التاسع الأساسي من أجل الاطلاع على المسائل الرياضية المطروحة في تلك الوحدة. وتمّ صياغة فقرات اختبار حلّ المسألة المقالي، إذ تكوّن الاختبار بصورته الأوليّة من أربع فقرات رئيسة تحوي كل فقرة عدة فروع، تهدف إلى قياس مقدرة الطالب على حل المسألة في وحدة العلاقات والاقترانات.

صدق اختبار حلّ المسألة الرياضيّة

للتحقّق من صدق اختبار حلّ المسألة الرياضية تم الرجوع إلى ثمانية محكّمين مختصّين في تدريس الرياضيات من أساتذة جامعيين ومشرفين تربويين ومعلّمين ذوي خبرة، للاسترشاد بآرائهم والاستفادة من ملاحظاتهم فيما يتعلق بمناسبة فقرات الاختبار لمستوى طلبة الصف التاسع، وسلامة مفرداتها من الناحية العلمية والصياغة اللغوية، وملاءمة مفتاح تصحيح الاختبار (الإجابة الأنموذجية للاختبار وتوزيع الدرجات). وتمّ الأخذ بآرائهم وحذف بعض الفقرات وتعديل غيرها وإعادة توزيع الدرجات، وإضافة تحديد المعطيات والمطلوب وطريقة الحل لكل فقرة وإعطاء كل منها جزء من درجة الفقرة، ليتكون الاختبار بصورته النهائية من أربع مسائل رئيسة وسبعة فروع، وتفاوتت الدرجات المخصّصة لكل فقرة لتكون الدرجة الكلّية للاختبار 35 درجة.

ثبات اختبار حلّ المسألة الرياضّية

لقياس ثبات الاختبار تمّ تطبيق اختبار المسألة الرياضيّة على عينة استطلاعية من طلبة الصف التاسع الأساسي في إحدى المدارس الخاصة بلغ عددهم (32) طالبا وطالبة من خارج عينة الدراسة، وتمّ استخدام معادلة كرونباخ- ألفا (Cronbach Alpha) لحساب الثبات، وقياس مدى الاتساق الداخلي للفقرات، إذ بلغت قيمته (0.824) والتي تعدّ قيمة مقبولة إحصائيا لأغراض

الدراسة.

وللتحقّق من ثبات تصحيح الاختبار وضمان موضوعية التصحيح، صحّح الاختبار البعدي من قبل الباحثة ومعلم رياضيات آخر اعتمادا على مفتاح التصحيح المعدّ مسبقًا، ثم حسب تكافؤ التصحيح باستخدام معامل ارتباط بيرسون بين درجات الباحثة ومعلم الرياضيات، إذ بلغ معامل ثبات التصحيح (0.891) وهذا يعدّ معامل ثبات قوي.

تحديد الزمن المناسب لاختبار حلّ المسألة الرياضيّة

لتحديد زمن اختبار حلّ المسألة الرياضيّة، تم تطبيق المعادلة اللآتية على العينة الاستطلاعية:

$$\text{الزمن المناسب لاختبار حلّ المسألة الرياضيّة} = \frac{\text{مدّة انتهاء الطالب الأول من الامتحان + مدّة انتهاء الطالب الأخير من الامتحان}}{2}$$

وقد جاء ذلك كالآتي: $\frac{50+65}{2}$، وبالتالي يكون الزمن المناسب لاختبار المسألة الرياضيّة تقريبا = 60 دقيقة

متغيرات الدراسة: تتضمن الدراسة المتغيرات الآتية:

أولاً: المتغير المستقل، والمتمثل في طريقة التدريس وله مستويان:

- تدريس الرياضيات لأفراد المجموعة التجريبية باستخدام برنامج تعليمي قائم على منحى STEAM.
- تدريس الرياضيات لأفراد المجموعة الضابطة بالطريقة الاعتيادية

ثانيًا: المتغير التابع، والمتمثّل بحلّ المسألة الرياضية

تصميم الدراسة

تّم توظيف المنهج شبه التجريبي ذي التصميم التجريبي لمجموعتين: تجريبية وضابطة كما يأتي:

EG: O × O
CG: O O

حيث :

(EG) : المجموعة التجريبية.

(CG) : المجموعة الضابطة.

(O) : اختبار حل المسألة الرياضية.

(×) : المعالجة التجريبية بتوظيف برنامج تعليمي قائم على منحى STEAM.

إجراءات الدراسة

لتحقيق هدف الدراسة، تمّ القيام بالإجراءات الآتية:

- مراجعة الأدب التربوي المتعلق بالمنحى التكاملي STEAM، وحلّ المسألة الرياضية، بهدف إعداد خطط الدروس وتصميم أداة الدراسة.
- إعداد المادة التعليمية، إذ تم إعادة صياغة وحدة العلاقات والاقترانات وإعداد خطط وأنشطة لدروسها تتناسب مع المنحى التكاملي STEAM.
- إعداد أداة الدراسة التي تكونت من اختبار حلّ المسألة الرياضية، الذي تكوّن من أربع مسائل مقالية، تحتوي كل مسألة على عدة فروع، وتباينت الدرجات على كل مسألة، لتكون الدرجة الكلية للاختبار 35.
- التحقق من صدق اختبار حلّ المسألة بعرضه على مجموعة من المحكمين من ذوي الخبرة، والتحقق من ثبات الاختبار بقياس مدى الاتساق الداخلي لفقراته عن طريق معادلة كرونباخ–ألفا.
- اختيار أفراد الدراسة بطريقة قصدية، وتوزيعهم في مجموعتين: تجريبية وضابطة.
- تدريب المعلمة التي قامت بتدريس وحدة العلاقات والاقترانات باستخدام المنحى التكاملي STEAM.
- التطبيق القبلي لاختبار حلّ المسألة الرياضية على المجموعتين التجريبية والضابطة.
- تدريس وحدة العلاقات والاقترانات للمجموعة التجريبية باستخدام البرنامج التعليمي القائم على منحى STEAM، وتدريس المجموعة الضابطة وَفق الطريقة الاعتيادية.
- التطبيق البعدي لاختبار حلّ المسألة الرياضية على المجموعتين التجريبية والضابطة بعد الانتهاء من تدريس وحدة العلاقات والاقترانات.
- جمع البيانات بعد تصحيح اختبار حلّ المسألة الرياضية القبلي والبعدي.
- إجراء التحليلات الإحصائية المناسبة لاستجابات أفراد الدراسة، واستخراج النتائج ومناقشتها.

المعالجة الإحصائية

تمّ توظيف إحصاءات وصفية تمثّلت في المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية؛ لوصف أداء أفراد المجموعتين: التجريبية والضابطة. كما تمّ توظيف الإحصاء الاستدلالي متمثلاً في تحليل التباين المصاحب (ANCOVA) لفحص وجود فرق بين متوسطات درجات

المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار حل المسألة الرياضية.

نتائج الدراسة ومناقشتها

للإجابة عن سؤال الدراسة المتمثل في: " ما أثر برنامج تعليمي قائم على المنحى التكاملي STEAM في تدريس الرياضيات في المقدرة على حلّ المسألة الرياضية لدى طلبة المرحلة الأساسية في الأردن؟"

تم استخراج المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والمتوسطات المعدّلة لأداء طلبة الصف التاسع الأساسي على اختبار حل المسألة الرياضية تبعًا لمتغير طريقة التدريس (التدريس باستخدام برنامج تعليمي قائم على المنحى التكاملي STEAM، الطريقة الاعتيادية)، والجدول (1) يوضح ذلك:

الجدول(1). المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والمتوسطات الحسابية المعدلة لأداء طلبة الصف التاسع الأساسي على اختبار حلّ المسألة الرياضية تبعا لطريقة التدريس

طريقة التدريس	القبلي		البعدي		المتوسط المعدل	العدد
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري		
STEAM	3.417	2.165	22.458	6.838	23.166	24
الاعتيادية	3.826	2.552	13.957	2.884	13.610	23
المجموع						47

ويبين الجدول (1) وجود فرق ظاهري في المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والمتوسطات المعدّلة لأداء طلبة الصف التاسع الأساسي في اختبار حلّ المسألة الرياضية بسبب اختلاف فئات متغير طريقة التدريس (برنامج تعليمي قائم على منحى STEAM، الطريقة الاعتيادية)، ولبيان دلالة الفرق الإحصائي بين المتوسطات الحسابية تم استخدام تحليل التباين المصاحب (ANCOVA)، والجدول (2) يوضح ذلك:

الجدول (2). تحليل التباين المصاحب (ANCOVA) لأثر طريقة التدريس في الدرجة الكلية لاختبار حل المسألة الرياضية

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة	حجم الأثر (η2)
الاختبار القبلي (المصاحب)	690.722	1	690.722	53.547	0.00*	
الطريقة	1064.105	1	1064.105	82.493	0.00*	0.652
الخطأ	567.568	44	12.899			
الكلي المعدل	2183.745	46				

* ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$)

تبين من الجدول (2) وجود فرق دال إحصائيا عند مستوى الدلالة الإحصائية (α=0.05) يعزى لأثر طريقة التدريس، إذ بلغت قيمة ف (82.493) وبدلالة إحصائية (0.00)، وجاء هذا الفرق لصالح طريقة التدريس باستخدام البرنامج التعليمي القائم على المنحى التكاملي STEAM. وبذلك تم رفض الفرضية الصفرية التي تنص على أنه " لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha = 0.05$) بين متوسطي علامات طلبة المجموعة التجريبية (الذين درسوا باستخدام برنامج تعليمي قائم على المنحى التكاملي STEAM) وعلامات طلبة المجموعة الضابطة (الذين درسوا بالطريقة الاعتيادية) في اختبار حلّ المسألة الرياضية". ومن أجل الكشف عن حجم الأثر لطريقة التدريس باستخدام المنحى التكاملي STEAM في المقدرة على حلّ المسالة الرياضية لدى طلبة الصف التاسع الأساسي، تم إيجاد مربع إيتا ($\eta 2$) لقياس حجم الأثر، إذ بلغت قيمته (0.652)، وهذا يعني أن 65.2% من التباين في أداء الطلبة يرجع لطريقة التدريس باستخدام البرنامج التعليمي القائم على المنحى التكاملي STEAM، بينما يرجع المتبقي لعوامل أخرى غير متحكم بها، مما يعني أن استخدام المنحى التكاملي STEAM كان له أثر إيجابي في تحسين أداء الطلبة في اختبار حلّ المسألة الرياضية.

وقد تعزى هذه النتائج إلى أن طلبة المجموعة التجريبية اكتسبوا مهارات من تدريسهم باستخدام البرنامج التعليمي القائم على المنحى التكاملي STEAM واستفادوا من الأنشطة التعليمية فيه، إذ وفّرت لهم بيئة تفاعلية وربطت المعرفة الرياضية بالمعارف الأخرى، وساعدتهم في تحويل المفاهيم الرياضية إلى مفاهيم محسوسة، ووظّفت التكنولوجيا في بيان تلك الروابط، مما ساعد في توسيع مداركهم في معالجة معلومات المسألة ونقل أثر تلك المعرفة وتطبيقها في مواقف جديدة.

كما وقد تعود هذه النتائج إلى بنية المعرفة التكاملية وفق المنحى التكاملي STEAM، وتوظيف الفنون في تدريس وحدة العلاقات والاقترانات بالتكامل مع المجالات الأخرى الذي أسهم في كسر الصورة النمطية لتصورات الطلبة عن جمود الرياضيات، وإثارة فضولهم وتفكيرهم، كما اتبع الطلبة في تعلّمهم لوحدة العلاقات والاقترانات باستخدام المنحى التكاملي STEAM عدة طرق من التعلّم النشط مثل: التعلّم التعاوني، والعصف الذهني، والاستقصاء، وحلّ المشكلات، وتوظيف التكنولوجيا والتي تتوافق جميعها مع توجهات منحى STEAM، مما أدى إلى جعل

الطلبة باحثين عن المعرفة لا متلقّين لها، ومتفاعلين في تعلّمهم، وكل تلك العوامل أسهمت بشكل أو بآخر في مقدرة الطلبة على تحليل المسائل الرياضية وفهمها وبالتالي الوصول إلى حلّها.

من هنا نرى أن نتائج الدراسة اتفقت مع نتائج دراسة كل من صيام (Seyam, 2020) وعزام والزعبي وجوارنة (Azzam, Al-Zua'bi & Jawarneh,2020) واجبارة وخندقجي والعيسى (Ejbara, Khandakji & Al-Issa, 2020) والغصون (Al-Ghosoun, 2019) وزيادة (Zeyada, 2019) و الغامدي (Al-Ghamedi, 2019) في الأثر الإيجابي الذي يحدثه التدريس باستخدام المنحى التكاملي STEM/ STEAM في مختلف مهارات التفكير وحل المشكلات لدى الطلبة في مختلف المراحل الدراسية، والتي يمكن إسنادها إلى طبيعة الأنشطة في هذا المنحى التي ساعدت الطلبة على البحث والابتكار واستخدام مهارات تفكير عليا.

التوصيات

في ضوء نتائج الدراسة التي تم التّوصل إليها، توصي الدراسة بما يأتي :

- العمل على تضمين منحى STEAM في مناهج الرياضيات في مختلف المراحل وتوفير الإمكانات اللازمة لذلك في المدارس.
- تدريب المعلمين في الميدان على استخدام وبناء أنشطة STEAM في تدريس الرياضيات من خلال عقد الدورات والورش التدريبية.
- بحث أثر توظيف المنحى التكاملي STEAM في متغيرات أخرى على مراحل دراسية مختلفة.

References

Abbas, M. & Al-Absee, M. (2017). *Curricula and Methods of Teaching Mathematics for the Lower Primary School*. (3rd Ed.), Amman: Dar Al-Massira for Publishing and Distribution.

Abdulsalam, M.; Al- Mukhtar, E. (2016). *The Integrated Science: Concept, Approaches and Applications.* Cairo: Al-Assrya Library for Publishing and Distribution.

Abu- Aqeel, I. (2014). *Theories and Strategies in Teaching Mathematics*. (1st Ed.), Amman: Dar Osama for Publishing and Distribution.

Abu-Zaina, F. (2010). *Developing and Teaching School Mathematics Curricula.* Amman: Dar Wael.

Afaneh, Z; Al-Ser, K; Ahmad, M & Al-Khazindar, N. (2012). *Strategies of Teaching Mathematics in General Education*. **(**1st Ed.), Amman: Dar Al-Thaqafa.

Al-Ghamedi, R. (2019). The Effectiveness of STEM Learning Approach in Developing the Mathematical Thinking Skills of Fifth Primary Grade. *Journal of Faculty of Education-Assiut University, 35*(12), 464-502.

Al-Ghosoun, A. (2019). *The Impact of a Mathematical Unit Based on the STEM Model in Developing Mathematical Thinking Skills and Mathematical Problem Solving and Motivation towards Learning Mathematics*. [Unpublished Doctoral Dissertation, Al- Yarmouk University]. Irbid, Jordan.

Al-Thwakh, N. (2019, Sep. 15). *The Educational Approach STEAM*. Education Journal website. https://educationmag.net/2019/09/15/steam/.

Al-Zuhairi, I .(2017). *Mathematics: Its Curriculum and their Instruction.* Amman: Dar AL-Warraq.

Asunda, A. (2012). Standards of Technological Literacy and STEM Education Delivery through Career and Technical Education Programs. *Journal of Technology Education, 23*(2), 44-60.

Ateyah, M. (2015). *The Modern Curricula and Teaching Methods.* Amman: Dar Al- Manahej Publishers and Distributor.

Azzam, H.; Al-Zua'bi, A. & Jawarneh, T. (2020). Impact of Steam based activities on Jordanian eighth-grade student' achievement and mathematical thinking. *IUG Journal of Educational and Psychology Sciences, 28*(4), 395-415.

Badawi, R. (2019). *Strategies in Teaching and Evaluating Mathematics Learning for the First Grades.* (2nd Ed.), Amman: Dar Al-Fekr for Publishing and Distribution.

Bequette, J. W., & Bequette, M. B. (2015). A Place for Art and Design Education in the STEM Conversation. *Art Education, 65*(2), 40–47.

Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current Perceptions. *Technology and Engineering Teacher, 70*(6), 5-9.

Bybee ،R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities.* NSTA National Science Teachers Association.

Christensen, R. & Knezek, G. (2015**).** Active Learning Approaches to Integrating Technology into a Middle School Science Curriculum Based on 21st Century Skills. In: X. Ge, D. Ifenthaler & J.M. Spector (Eds.). *Emerging Technologies for STEAM Education: Full STEAM Ahead* (17-37). Springer.

Doran, P., Tsourlidaki, E., Mentxaka, I., Vicente, T., Gomes, M. & Doran, R. (2021). *Design Thinking in STEAM Education: A legacy from the Islands Diversity for Science Education project***.** Ellinogermaniki Agogi.

Drake, S. & Burns, R. (2004). *Meeting Standards through Integrated Curriculum.* ASCSD.

Ejbara, M.; Khandakji, M; Al-Issa, Y. (2020). The Effect of Using Instructional Program Based on the STEM (Science, Technology Engineering & Mathematics) Approach in Teaching Mathematics on the Critical Thinking Skills of High School Students in the Riyadh Educational District. *International Journal for Quality Assurance, 3*(2), 85-99.

Gerlach ،J. (2012, April). *STEM: Defying a simple definition*. NSTA WebNews Digest, NSTA Report https://www.nsta.org/publications/news/story.aspx?id=59305.

Hasan, I. (2021). Approach Integrated of Science, Technology, Engineering, and Mathematics– STEM. *International Journal of Research in Educational Sciences*, *4*(4), 99 -136.

IEA. (2019). *Implementing the TIMSS 2019 Scaling Methodology*. Boston College: MA. https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/methods/pdf/T19_MP_Ch12-scaling-implementation.pdf.

Kaware'a, A. (2017). *Impact of Using STEM on Developing Conceptual Understanding and Creative Thinking in Mathematics among Ninth Graders*. [Unpublished Master Thesis, the Islamic University of Gaza]. Gaza, Palestine.

Kim, S., Chung, Y., Woo, A. & Lee, H. (2012). Development of a Theoretical Model for STEAM Education. *Journal of the Korean Association for Science Education, 32*(2), 388–401

Kim, W. (2012). *STEAM Program Development and Application for Improving Creativity of the Gifted Elementary Student about Math Focused on 4D-Frame Teaching Aid Activity*. [Unpublished Master thesis, Korea National University of Education]. South Korea.

National Center for Human Resources Development. (2019). The *Jordanian National Report on TIMSS (2019)*. http://www.nchrd.gov.jo/TIMSS_Ar.aspx.

National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.

OECD. (2018). *The Programme for International Student Assessment (PISA) Results for Jordan*. https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_JOR.pdf.

Park, H. (2012). *A Study on analysis of Mathematical textbook based on STEAM Education*. [Unpublished Master thesis, Ewha Womans University]. South Korea.

Qublan, A. (2018). Reasons for Continuous Decline of Jordan's 8th Grade Science Students Academic Performance in TIMSS from Teachers and Supervisors Perspectives and Their Suggestions to Resolve Them. *Mu'tah Journal for Research and Studies: Humanities and Social Sciences Series, 33*(4), 123-154.

Salha, S. & Abu Sarah, A. (2019). The Effectiveness of Using Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach on the Achievement of Students of the Tenth Grade in Mathematics. *Journal of Al-Quds Open University for Educational & Psychological Research & Studies, 10*(28), 101-113.

Seyam, S. (2020). *The Effectiveness of STEAM Approach in Building Scientific Concepts and Developing Problem Solving Skills among Fourth-Graders*. [Unpublished Master Thesis. The Islamic University Of Gaza]. Gaza, Palestine.

Thurley, C. W. (2016). Infusing the arts into science and the sciences into the arts: An argument for interdisciplinary STEAM in higher education pathways. *The STEAM Journal, 2*(2), Article 18.

Vasquez, J.A., Sneider, C. & Comer, M. (2013). *STEM Lesson essentials*. (1st Ed.), London: Heinemann.

Wang, X. (2013). Modeling Entrance into STEM Fields of Study among Students Beginning at Community Colleges and Four-Year Institutions. *Research in Higher Education, 54*(6), 664–692

Zeyada, R. (2019)**.** *Effectiveness of a Program Based on STEM According to CCSSM in Developing Critical Thinking Skills in Mathematics among Eleventh Grade scientific students in Gaza*. [Unpublished Master Thesis. The Islamic University of Gaza]. Gaza, Palestine.