فاعلية استخدام مدخل STEM في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى طالبات الصف الثاني المتوسط

إعداد
أ.منى علي طاهر علاالله

إشراف
أ.د / رجب السيد عبد الحميد الميهي
أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم بجامعة بيشة

المستخلص:
هدف هذا البحث إلى تعرف فاعلية استخدام مدخل STEM في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى طالبات الصف الثاني متوسط، ولتحقيق هذا الهدف تبنى هذا البحث المنهج شبة التجريبي المعتمد على التصميم التجريبي المعروف بتصميم المجموعة الضابطة ذو الاختبار القبلي والبعدي (the pretest-posttest control GroupDesign) والذي ينتمي إلى التصميمات شبة التجريبية Guasi E xperimental Design)، وقد تكونت عينة البحث من (٤٢) طالبة من طالبات الصف الثاني متوسط، قسمت عشوائياً إلى مجموعتين، إحداها تجريبية قوامها (٢١) طالبة والأخرى ضابطة قوامها (٢١) طالبة، وتمثلت مواد وأدوات البحث في دليل للمعلمة وآخر للطالبة وفق مدخل STEM، واختباراً في مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، وفي نهاية التجربة تم تطبيق الاختبار بعدياً على المجموعتين، وقد أسفرت نتائج البحث عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لصالح المجموعة التجريبية، في كل من مهارة فهم المشكلة، ومهارة إيجاد الأفكار ومهارة التحضير للحل، وفي مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية ككل، مما يدل على فاعلية استخدام مدخل STEM في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية.
الكلمات المفتاحية: مدخل STEM – مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية.

Abstract:
This research aims at knowing the effectiveness of using STEM approach in developing the skills of creative solution for mathematical problems among second grade Intermediate female students. To achieve this aim, the research adopted the Quasi-experimental approach based on experimental design with pre and post tests, which belongs to the Quasi-experimental designs. The research sample consisted of (42) female students from the second grade Intermediate, divided randomly into two groups, one experimental group with (21) students, and the other control group (21) students. The research materials and instruments are represented in the teacher's and student's guide according to the STEM Approch, and a test in the skills of creative solution for mathematical problems. At the end of the experiment, the test was applied later on both groups. The results revealed that, there were statistically significant differences at the level (0,05) between the means scores of the experimental and control groups in the post test for the skills of creative solution of mathematical problems for the benefit of the experimental group, in problem understanding skill, finding ideas skill, preparing for the solution skill, and in creative solution skills of mathematical problems as a whole, which indicates the effectiveness of using the STEM approach in developing creative solution skills for mathematical problems.
Keywords: STEM Approach, Skills of Creative Solution for Mathematics Problem.

الإطار العام للبحث

مقدمة البحث:

إن التحديات والتغيرات على المستويين العالمي والوطني، وما يتصف به العصر الحالي من تقدم سريع في المعطيات المعرفية والتكنولوجية، وما نتج عنه من إحداث تغيرات وتطورات مهمة في الحياة وظهور تحديات متعددة، في شتى المجالات ولاسيما مجال التربية التي هي الأكثر تأثراً وتأثيراً بها؛ فهي الأساس لنهوض المجتمع ومُسايرته لركب التقدم ، الأمر الذي يفرض على التعليم ضرورة إدراك هذه التغيرات العالمية السريعة ومواكبتها، ولعل أهم ما يجب الاهتمام به لمواجهة هذه التحديات هي الثروة البشرية، فأقوى الدول هي التي تحسن استثمار الطاقات الإبداعية لأبنائها، وما لديهم من قدرات، بما يعود عليهم وعلى وطنهم بالنفع، حيث تزداد الحاجة إلى من يستطيع أن يقدم حلولاً إبداعية لما تعانيه الدول من مشكلات وفكراً جديداً يساعد على تطوير الحياة في هذا العصر المعلوماتي.

من هذا المنطلق ظهرت توجهات عالمية في مجال التعليم تدعو إلى الانتقال من مرحلة التلقين والحفظ والتركيز على المحتوى باعتباره الغاية إلى مقابلة التغير ومواكبته لإعداد متعلمين يمتلكون قدرات إبداعية لحل المشكلات ومواجهة تحديات العولمة والاقتصاد المعرفي لعالم اليوم والمستقبل؛ لذا أصبح لزامًا على التّربويّين، ومنهم المختّصون في طرق تدريس الرّياضيّات الإفادة من توجهات ومداخل التعليم الحديثة، وتحقيق التّكامل مع العلوم الأخرى.

وانطلاقاً من أن مناهج الرياضيات تعد من المناهج الفعالة، بل والحاكمة فيما يجري من تغيرات على المستوى التربوي، بل عنصراً حاكماً فيما هو متوقع من مستحدثات علمية وتكنولوجية، فإن ذلك يتطلب أن تتجاوب مناهج الرياضيات وتربوياتها مع معطيات التطور الحادث، وذلك من خلال استخدام استراتيجيات ومداخل تدريس لتنمية قدرات المتعلمين ومساعدتهم على اكتساب المعارف، والمهارات اللازمة للحياة ومنها مهارات الحل الإبداعي للمشكلات(متولي،2005)، لذلك أكدت وثيقة مبادئ ومعايير الرياضيات المدرسية الصادرة عن المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات بالولايات المتحدة الأمريكية (NCTM , 2000) أن تنمية الحل الإبداعي للمشكلات من أهم أهداف تدريس الرياضيات لجميع المراحل الدراسية.

وإذا ما وضع في الحسبان أن علم الرياضيات يعد أساس العلوم الطبيعية، والتي تؤكد ضمن أهدافها على ضرورة تنمية قدرات المتعلمين على حل المشكلات، وأن تعليم الرياضيات مرتبط بالقدرة على إيجاد طرق إبداعية وحلول غير مألوفة للمشكلات، فإن تنمية الحل الإبداعي للمشكلات من خلال مناهج الرياضيات يعد أمراً في غاية الأهمية (النذير وآخرون، 2012).

ومن مظاهر الاهتمام بالحل الإبداعي للمشكلات ومهارته، قيام بعض المؤتمرات ومن هذه المؤتمرات؛ المؤتمر الدولي لتعليم العلوم والرياضيات الذي أقيم بالتعاون بين جامعة فيليبينز ومؤسسة اليونسكو (UNESCO, 2008)، والمؤتمر السنوي للحل الإبداعي للمشكلات بالولايات المتحدة الامريكية تحت رعاية معهد الحل الإبداعي للمشكلات***(Creative Problem Solving Institute)*** (CPSI,2013)، وكذلك (CPSI,2014) والمؤتمر الدولي المنعقد بإيطاليا والمهتم بالحل الإبداعي للمشكلات (CREA Conference,2014)، ومن مظاهر الاهتمام ايضاً وجود منظمة في ولاية تكساس (Texas Creative Problem Solving Organization) والتي تقيم سنويا مسابقات في الحل الإبداعي للمشكلات علي مستوي الولاية (Texas Creative Problem Solving Organization, Inc2008)، ومؤتمر الجبيل العالمي تحت شعار الموهبة وتنمية التفكير المنعقد ٢٠١١م.

واهتمت العديد من الدراسات بتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات؛ كدراسة (عامر، ٢٠٠٨) التي توصلت إلى فاعلية برنامج تدريبي مستند إلى نظرية تريز في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات، ودراسة (عطيه،٢٠١٠) التي أشارت نتائجها إلى فاعلية استراتيجية حل المشكلات مفتوحة النهاية في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات، ودراسة (البنا،٢٠١٣) التي اهتمت بالبحث عن نماذج تدريسية لتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات، وأشارت نتائجها إلى فاعلية برنامج مقترح قائم على الحل الإبداعي للمشكلات في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية والحياتية، ودراسة (التونسي، ٢٠١٦) التي توصلت إلى فاعلية برنامج قائم على عادات العقل في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية.

وانطلاقاً من توصيات هذه المؤتمرات والدراسات بأهمية تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات، واستخدام مداخل تدريسية لتحقيق ذلك، فقد وقع اختيار الباحثة على مدخل تدريس يمكن من خلاله تحقيق تكامل جوانب المعرفة وممارسات العلوم التطبيقية، وتنمية التفكير لاسيما التفكير الناقد والإبداعي، والتدريب على التصميم الهندسي الذي يسهم في تمكن الطلاب من تنمية مهاراتهم بما يتيح لهم فهم وادراك العلوم المختلفة بطريقة تكاملية وأسلوب ممتع، هذا المدخل هو المدخل المعروف بمدخل STEM (Gonzalez & Kuenzi, 2012).

STEM (Science, Technology ,Engineering, and Mathematics) وهو اختصار لأربعة علوم معرفية يدرسها الطالب في المدرسة لتحقيق أهداف تعليمية معينة وهذه العلوم، هي:

- **العلوم Science(S):** وتهدف إلى التعامل مع العالم الطبيعي، والسعي إلى فهمه من خلال المعرفة العلمية.

- **التكنولوجيا Technology (T)**: وتهدف إلى استخدام التكنولوجيا وإدراكها وتقييمها، وتكوين المهارات اللازمة لتحليل تأثير التكنولوجيا على الفرد والمجتمع.
- **الهندسة Engineering (E):** وتهدف إلى تطبيق المعارف، والعلوم الرياضية، والطبيعية المكتسبة من خلال الدراسة، والخبرة، والممارسة، تطبيقا حكيما؛ لتطوير طرق الاستفادة من هذه المواد، وعوامل الطبيعة اقتصاديا لصالح البشرية، بإنتاج تصاميم هندسية لحل المشكلات الواقعية.
- **الرياضيات Mathematics (M):** وتهدف إلى تنمية قدرة الطلاب على تحليل، وإدراك الأفكار بشكل فعال ،من خلال تدريس قاعدة عريضة من أساسيات الرياضيات، وحل المشكلات الرياضية. (National Governors Association(NGA),2009,P13)

ويعد STEM من أهم المداخل التعليمية الحديثة، باعتباره مدخلاً مهماً لإعادة هيكلة، وتطوير تعليم العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات، بما يتناسب مع تحديات الاقتصاد العالمي، واحتياجات سوق العمل، وكذلك احتياجات المتعلمين لمواجهة التحديات والمشكلات، التي تواجههم في حياتهم اليومية، بارسلون (Barcelon, 2014)

وقد أصدر المجلس الوطني (National Research Council(NRC), 2012) دليلاً حول ما ينبغي على الطلاب معرفته وامتلاك القدرة لعمله، حيث أشار أن على الطلاب معرفة كيفية تطبيق ما تعلموه في المواقف العلمية، من خلال مداخل تعليمية مختلفة، وفي مقدمتها مدخلSTEM الذي يمكن الطلاب من استخدام الرياضيات والتفكير وتصميم الحلول والإبداع، والتوصل إلى المعلومات بأنفسهم، من خلال التكامل مع العلوم الاخرى، وتوفير تعليم يربط المتعلم ببيئته وحياته ويساعده ويؤهله للعمل المستقبلي والمنافسة في سوق العمل والمشاركة في التنمية المستدامة في المجتمع، لاسيما أن علم الرياضيات يعد أساس العلوم الطبيعية التي يحتاجها المتعلم في شتى أمور حياته.

ومما يدعم أهمية تبني مدخل STEM لتعرف فاعليته في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى طالبات الصف الثاني متوسط، ما اشارات إليه نتائج بعض الدراسات السابقة في هذا المجال فقد أشارت نتائج دراسة (أمبوسعيدي والحارثي والشحيمية،٢٠١٥) أن الطلاب الذين يدرسون وفق مدخل STEMيمتازون بمهارات التفكير الاستنباطي والاستقرائي، ومهارات التفكير الناقد والإبداعي، والقدرة على حل المشكلات، ونتائج دراسة (القثامي،٢٠١٦) التي أشارت إلى فاعلية مدخل STEM في تنمية التحصيل الدراسي ومهارات التفكير، ودراسة(الزبيدي،٢٠١٧)التي توصلت إلى فاعلية استراتيجية مقترحة قائمة على مدخل STEMفي تنمية مهارات التفكير عالي الرتبة لطلاب الصف الثالث متوسط،

حيث يعتمد مدخل STEM على أسلوب حل المشكلة الذي نادى به جون ديوي ذلك أنه يرى لحل أي مشكلة لابد أن تتكامل مجموعة من العلوم والمعارف والمهارات من مختلف العلوم لحل تلك المشكلة والتوصل إلى أحسن الحلول المناسبة.

ونظراً لقلة الدراسات العربية وخاصة بالمملكة العربية السعودية -في حدود علم الباحثة- التي تهتم بتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية بصفة عامة، وللمرحلة المتوسطة بصفة خاصة نبعت فكرة البحث الحالي بهدف تقصي فعالية مدخل STEM في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لطالبات الصف الثاني المتوسط.

مشكلة البحث:

أشارت نتائج بعض الدراسات والبحوث السابقة التي أجريت حول القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية ومنها دراسة لين (lin,2010)، ورؤيت (Rohaeti,2010) و (البنا، 2013)، و (حسن، 2014)، و (شويهي،2016)، (التونسي، 2016)، (اللعبون،2018) إلى أن الطلاب لديهم صعوبة في المسائل الرياضية التي تحتاج إلى حلول غير نمطية، وضعف في تقديم حلول إبداعية للمشكلات الرياضية في كافة مراحل التعليم، وهوما لاحظته الباحثة من خلال خبرتها في التدريس، والإشراف التربوي، ويؤكد ذلك أيضا تراجع مستوى طلبة المرحلة المتوسطة بالمملكة العربية السعودية وحصولهم في نتائج اختبارات TIMS (2015) على المركز الأخير من أصل (39) دولة شاركت في تلك الاختبارات، (الهيئة الدولية لتقييم التحصيل التربوي ،2015)، وقد قامت الباحثة بدراسة استطلاعية في الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي (١٤٣٩-١٤٤٠هـ)، حيث أعدت اختباراً في مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية مكوناً من (٤) مشكلات في فصل (القياس) من مقرر رياضيات الصف الثاني متوسط، وقد تم تطبيقه على عينة مكونة من (٢٥) طالبة من طالبات الصف الثاني متوسط بمدرسة المتوسطة السابعة بإدارة تعليم بيشة، وقد أشارت نتائج تلك الدراسة الاستطلاعية إلى تدني مستوى مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى طالبات الصف الثاني المتوسط، حيث بلغت نسبة من حصلت على مستوى ضعيف في اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات (٩٠ ٪) من طالبات العينة.

وبناءً على ما سبق، فقد تحددت مشكلة البحث في تدني مستوى مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى طالبات الصف الثاني متوسط؛ لذلك حاول هذا البحث تقصي فاعلية مدخل STEM في تدريس الرياضيات لتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى طالبات الصف الثاني متوسط.

أسئلة البحث :

حاول هذا البحث الإجابة عن الأسئلة الآتية:

١-ما مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية الملائمة لطالبات الصف الثاني متوسط ؟

٢-ما صورة فصل (القياس: المساحة والحجم) المقرر على طالبات الصف الثاني متوسط في مقرر الرياضيات بعد إعادة صياغته وفق مدخل STEM؟

٣-ما فاعلية مدخل STEM في تدريس فصل(القياس: المساحة والحجم) لتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لطالبات الصف الثاني متوسط ؟

هدف البحث:

تعرف فاعلية استخدام مدخل STEM في تدريس فصل (القياس: المساحة والحجم) لتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لطالبات الصف الثاني متوسط.

أهمية البحث:

١- تنبع أهمية البحث الحالي من حداثة الموضوع، حيث تساير الفكرة الرئيسة له الفكر العالمي ومتغيرات العصر.

٢- مواكبة البحث مشروع الملك عبدالله لتطوير مناهج الرياضيات، وبرنامج التحول الوطني، الذي أكد أهمية استخدام مداخل التدريس الحديثة الهادفة.

٣- مساندة مبادرة STEM في استراتيجية تطوير التعليم العام في المملكة العربية السعودية لتحسين أداء الطلاب في العلوم والهندسة والتكنولوجيا والرياضيات.

٤- قد تفيد نتائج هذا البحث العاملين في الحقل التربوي، في كيفية التعليم وفق مدخل STEM وبعض المهارات التي ينميها لدى المتعلمين مثل حل المشكلات.

٥- قد تفيد نتائج هذا البحث معلمي ومعلمات الرياضيات في كيفية تدريس محتوى منهج الرياضيات باستخدام مدخل STEM.

٦- قد تفيد نتائج هذا البحث القائمين على تخطيط وتصميم مناهج الرياضيات في كيفية تطوير مناهج الرياضيات في ضوء مدخل STEM.

حدود البحث:

اقتصر هذا البحث على الحدود التالية:

١- الحدود المكانية: إدارة التعليم بمحافظة بيشة.

٢- الحدود البشرية : عينة من طالبات الصف الثاني متوسط بمدرسة المتوسطة الثالثة بمدارس التعليم العام بمحافظة بيشة.

٣- الحدود الموضوعية: اقتصر الجزء التطبيقي في هذا البحث على فصل(القياس: المساحة والحجم) من مقرر الرياضيات للصف الثاني متوسط طبعة ١٤٤٠ه، حيث يمكن من خلال محتوى هذا الفصل تناول المجالات الأربعة؛ العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

٤- الحدود الزمانية: تم تطبيق تجربة هذا البحث خلال الفصل الدراسي الثاني من العام ١٤٣٩- ١٤٤٠ه، حيث يدرس الفصل موضع التجريب في هذا البحث .

مصطلحات البحث:

مدخل STEM:

عرفته المؤسسة التربوية بولاية ماريلاند بالولايات المتحدة الأمريكية(2012): بأنه مدخل للتدريس والتعليم، يتضمن تكامل محتوى ومهارات العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات، وذلك من خلال مجموعة من المعايير المرتبطة بالأنشطة المتكاملة بمدخل STEM ؛ لتحقيق أهداف معينة للوصول بالطلبة إلى الإبداع في فروع المواد الدراسية الأربعة.

وتعرفه الباحثة إجرائياً على أنه مدخل تعليم وتعلم يقدم فيه المحتوى الرياضي لفصل القياس: المساحة والحجم من مقرر رياضيات الصف الثاني متوسط في نمط وظيفي يجمع الخبرة المفاهمية المتكاملة التي تربط بين الرياضيات والعلوم والتكنولوجيا والهندسة، من أجل تطبيق المفاهيم الرياضية في سياقات واقعية، بما يمكن طالبات الصف الثاني متوسط عينة البحث من الإبداع في حل ما يواجههم من مشكلات رياضية وتوظيفها في مجالات الحياة .

الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية:

عرف (عامر ، 2007) الحل الإبداعي للمشكلات على أنه القدرة على استشفاف المشكلات التي ينطوي عليها الموقف المشكل ، مع القدرة على الوصول إلى عدد من الأفكار أو الحلول التي تتسم بالملاءمة ، والجدة والتنوع للإجابة عن الأسئلة التي تثيرها المشكلة محل الاهتمام ، بما يعكس توظيفاً جيدا من قبل الأفراد لقدرات التفكير الإبداعي (من قبيل الطلاقة ، والمرونة ، والأصالة) أثناء المرور بمختلف مراحل تناول المشكلة (فهمها ،وحلها ، والتخطيط لتنفيذ الحل) .

وتعرف الباحثة الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية إجرائيا في هذا البحث: بأنه نشاط عقلي يظهر قدرة طالبات الصف الثاني متوسط عينة البحث على التوصل إلي حلول إبداعية للمشكلات الرياضية ضعيفة البناء أو مفتوحة النهاية المتضمنة في فصل (القياس: المساحة والحجم) من مقرر رياضيات الصف الثاني متوسط، وذلك من خلال فهم التحديات، وإيجاد الحلول، وكذلك التحضير للحل، ويقاس بالدرجة التي تحصل عليها الطالبة في الاختبار المعد لهذا الغرض.

الإطار النظري للبحث

تم تناول الإطار النظري للبحث في محوريين؛ هما: مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM ، ومهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، وفيما تفصيل ذلك:

يعد مدخل STEM مطلب تعليمي مناسب لمتطلبات القرن الحادي والعشرين للوصول بالعنصر البشري لأقصى درجات الاستعداد ولضمان حصة كبيرة من العاملين في تخصصات STEM مستقبلاً، ذلك أن هذه التخصصات هي التي تحرك اقتصاد المعرفة بالإضافة إلى كون عدد العاملين في هذه التخصصات دائماً ما يعتبر مؤشر لقدرة وقوة الدولة معرفياً واقتصادياً، حيث إن هذا المدخل يعمل على تطوير امكانات الفرد المعرفية والعملية والعقلية والشخصية لتصنع شخصاً مؤهلاً لمواجهة المستقبل وقادراً على الانتاج والتطوير(كوارع ،٢٠١٧).

أولاً: نشأة وفلسفة التعليم القائم على مدخل STEM

أشار توموسون (Thomasain,2011) إلى أن مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM ظهر في الولايات المتحدة الأمريكية، عقب ظهور نتائج الاختبارات الدولية الموحدة للطلاب(TIMSS)، والتي تخلفت فيها الولايات المتحدة الأمريكية عن منافسيها الدوليين، وأُرجع ذلك لضعف إدراك الطلاب للارتباطات بين ما يدرسونه وتطبيقاته، الأمر الذي تطلب زيادة كفاءة جميع الطلاب في ضوء مدخل STEM .وبدأت المؤسسة الوطنية للعلوم The National Science Foundation (NSF) باستخدام مصطلح SMET ليستخدم هذا المصطلح كمدخل متكامل لإزالة الحدود بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وإدارتها كعلم واحد (Morrison& Bartlett,2009).

وقد أكد بن سوتر رئيس قسم الأبحاث في هيئة التصنيف الجامعي العالمي (University Rankings World QS) أن مجموعة تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM disciplines ،أصبحت تمثل موضع التركيز الرئيس للمنافسة العالمية، وأن هناك قوى دولية جديدة ظهرت مؤخراً تتبنى ذلك المدخل مثل سنغافورة وهونغ كونغ والصين وكوريا، لتنافس بذلك القوى التقليدية على غرار الولايات المتحدة وبريطانيا(الغمراوي،٢٠١٣).

وقد ازداد الاهتمام بمدخل تكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM خلال العقد الأول من القرن الحادي والعشرين بصورة كبيرة وخاصة في ظل التوجه نحو الاقتصاد القائم على المعرفة، والتركيز على المهارات التي يجب أن يلم بها العاملون، والتي تغيرت بشكل كبير بسبب الثورة التكنولوجية والعلمية، حيث لم تعد نظم التعليم التقليدية تفي بهذه الاحتياجات (Fan & Ritz, 2014)، وتزامن ذلك مع

ظهور حركة إ صلاحية دعا إليها القادة السياسيون ورجال الأعمال على مستوى العالم؛ لعلاج الأثار الناجمة عن الركود في القطاع الاقتصادي، الذي أُرجع إلى الاعتقاد بأن وجود الطلاب الدارسين لتخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وإعدادهم للمستقبل سيسهم بشكل كبير في إنتاج الأفكار المبتكرة والتي تؤدي بدورها إلى التنمية الاقتصادية، وهذا سيؤدي إلى مزيد من الابتكارات العلمية. (Fan& Rits,2017).

ثانياً: أهداف التعلم المبني على مدخل STEM

يمكن إجمال أهم الأهداف التي يسعى STEM إلى تحقيقها فيما يلي (Conner, NRC, 2011, pp.4-) (William, 2013, p. 9) (Bybee, 2013, 2013, (PCAST, 2010, pp. 15-16) (5

١. تحسين التحصيل العلمي والإنجاز الأكاديمي للطلاب، والعمل على تبني الدول لمبادرات الاصلاح التعليمي خاصة في ضوء نتائج الاختبارات الدولية.
٢. توفير الفرص لتنمية الممارسات الخاصة بمجالات STEM التي تعد أساسية في جميع المهن في القرن الحادي والعشرين.
٣. تخريج قوى عاملة في مجال التطوير والبحث العلمي المتقدم الذي يركز على الابتكار.
٤. تشجيع المتعلمين للاستكشاف والتقصي وفهم عالمهم.
٥. إثارة دافعية المتعلمين وتعزيز ثقتهم في الرياضيات والعلوم من خلال استخدام التكنولوجيا والابتكار والتصميم؛ مما يجعل المدرسة مليئة بالتجارب المفيدة والمسلية.
٦. اكتساب المتعلمين أنماط التفكير، كالتفكير العلمي والناقد والإبداعي والفراغي.
٧. الزيادة في عدد المتعلمين الطامحين في الحصول على درجات علمية متقدمة ووظائف في مجالات STEM.
٨. زيادة القُوَى العاملة المؤهَّلة وفق مدخل STEM.
٩. زيادة معارف جميع المتعلمين في مجالات STEM، بمن فيهم أولئك الذين لا يريدون الحصول على وظائف تتعلق بمجالات STEM أو دراسة إضافية فيها.

ثالثاً: أهمية تعليم الرياضيات وتعلمها بمدخل STEM لطلاب المرحلة المتوسطة

المرحلة المتوسطة مرحلة تتيح المزيد من الفرص لتنمية قدرات واستعدادات الطلاب بما يعدهم للاختيار التعليمي او المهني في المراحل التالية، فهذه المرحلة تمثل البداية الحقيقية لعملية التنمية الشاملة، ويحتاج الطلاب في هذه المرحلة إلى تعلم المعارف والمهارات بشكل متكامل ليتمكنوا من استخدام تلك المهارات في حياتهم اليومية وفي المهن المستقبلية. وعليه فإن أي إصلاح أو تطوير لا بد أن يطول هذه المرحلة؛ وحيث إن التعليم في ضوء مدخل STEM من أهم الاتجاهات والمداخل العالمية

الحديثة في مجال التربية العلمية التي تعين على ذلك، فقد تبنت الولايات المتحدة الأمريكية رؤية تربوية لتدريس مناهج STEM لجميع طلاب المرحلة المتوسطة وذلك بتدريس الرياضيات مع دراسة مكثفة للتكنولوجيا عن طريق معامل المحاكاة والتجريب والتصنيع والفنون؛ وقد تبنت مؤسسة العلوم القومية (NSF) National Science Founation هذا المشروع في المدرسة المتوسطة ؛حيث إن مشروع الرياضيات خلال مناهج المدرسة المتوسطة(MSTP) Mathematics across the Middle School Curriculum Projectيركز على إدماج الرياضيات في التربية التكنولوجية من خلال تضمين مشكلات التصميم الهندسي، ويتركز التدريس على تطبيق دروس Mathematics –infused design. (أحمد،٢٠١٦).

ومما يؤكد أهمية تبني مدخل STEM في التعليم لطلاب المرحلة المتوسطة؛ ما أشارت إليه نتائج عديد من الدراسات السابقة مثل دراسة (Ricks,2006)، (Tran,2011)، (القثامي،٢٠١٦)،(الزبيدي،٢٠١٧)، (الداود٢٠١٧)،(كوارع، ٢٠١٧)، (الشمري،٢٠١٨) والتي أشارت جميعها إلى فاعلية مدخل STEM على كثير من المخرجات التعليمية، مثل التحصيل والميول والاتجاهات ومهارات التفكير في الرياضيات والعلوم.

كما أشار وودز (Woods,R.,2016,P2) إلى أن مدخل STEM يمكنه تغيير تعليم وتعلم الرياضيات في مختلف مراحل التعليم، ومنها المرحلة المتوسطة، لأنه يمكن طالب الرياضيات من تنمية المهارات التي تمكنه من الوصول إلى الإبداع فيها، فالطالب في حاجة إلى تنمية الفهم والاستيعاب الرياضي من خلال التعلم الفردي والجماعي متمثلاً في مهارات الحل الابداعي للمشكلات، واستخدام الأدوات المناسبة والنماذج الواقعية والتمثيلات الرياضية، وتسجيل النتائج وتطبيق المفاهيم والمهارات الرياضية في حل المشكلات الأصيلة، ويتعرف على الطرق المختلفة للحل في الرياضيات التطبيقية، كما يتعلم أن الفكرة الأساسية لتعلم الرياضيات هي اكتشاف وانتاج المعرفة وفهم كيف تقاد الأشياء بواسطة الاستدلال بدون تخزين المعلومات إلى معرفته كحقائق منفصلة، ويحتاج الطالب في الرياضيات إلى عمل الترابطات المنطقية التي تجعل الرياضيات ذات معنى.

وتؤيد بعض المنظمات مثل: المجلس القومي لمعلمي الرياضيات National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)، وشراكة مهارات القرن الحادي والعشرين 21st Century Community Learning Centers أهمية مدخل STEM ؛ لتعزيز القدرات الإبداعية والقدرة على حل المشكلات لدى الطلاب، والتي يُعتقد بأنها قدرات تتكامل بشدة مع امكانية الحصول على فرص العمل المستقبلية(الداودوالقثامي،٢٠١٩).

مما سبق يتبين أن التعلم بمدخل STEM قد يسهم بشكل كبير وفعال في تنمية التحصيل الدراسي وقدرات طلاب المرحلة المتوسطة، ومهاراتهم، وينقل الطلاب إلى آفاق جديدة نحو الاستكشاف والتجربة العلمية والاستقصاء؛ وينمي الاتجاه الايجابي نحو مادة الرياضيات ومهارات القرن الواحد والعشرين ومهارات التعلم لدى الطلاب ليواكبوا التعليم العالمي.

رابعاً: الإطار العام لتصميم الدرس القائم على مدخل STEM

إن الإطار العام لدرس STEM يتكون من العناصر التالية:

١- **الأهداف:** تصاغ أهداف الدرس في ضوء مدخل STEM على شكل توقعات أداء تصف المعرفة أو المهارة المكتسبة أو المنتج النهائي (NRC,2011,P218).

٢- **المحتوى:** يعتمد محتوى الدرس في ضوء مدخل STEM على التركيز على تكامل العلوم المختلفة كما هي في الواقع الذي يعيشه الطلاب، وتعزيز المهارات الحياتية وذلك من خلال:

أ. مساعدة الطلاب على تكوين صلات وارتباطات بين المحتوى المعرفي لمواد STEM المختلفة، وتطوير فهمهم.
ب. التأكيد على مهارات القرن الحادي والعشرين.
ج. توفير مهام تثير تحدي واهتمام الطلاب وقدراتهم.
د. التنوع في المهام والانشطة.

٣- الأنشطة التعليمية:

تتنوع الأنشطة التعليمة التي يجب أن يمارسها الطلاب خلال درس STEM لتشمل (NRC,2011):

أ. أنشطة قائمة على التكامل بين العلوم الأربعة، لتنمية التفكير والفهم العميق للمفاهيم والمهارات العلمية متعددة التخصصات؛ مع مراعاة خصوصية كل مجال.
ب. أنشطة توظف المشكلات الرياضية والهندسية من واقع حياة الطلاب قابلة للتطبيق.
ج. أنشطة قائمة على النمذجة الرياضية وهي أنشطة مفتوحة النهايات وتترك مجالاً للحلول المتعددة، ينفذها الطلاب في مجموعات.
د. أنشطة تقدم تفسيرات منطقية للمفاهيم المتعلقة بفروع STEM التي يقومون بدراستها.
ه. أنشطة تعكس رؤية بنائية توظيفية للتعليم؛ لتوليد معرفة جديدة.
و. أنشطة تمكن الطلاب من ممارسة مهام تعليمية هندسية وتكنولوجية تزيد من فاعلية مشاركتهم بعملية التدريس.
ز. أنشطة تمكنهم من تصميم حلول ابداعية للمشكلات العلمية.

ح. أنشطة تنمي مهارات الحل الابداعي للمشكلات لدى الطلاب(السعيد،٢٠١٨) من خلال:

- أنشطة الاستقصاء الموجه: وهي التي تمكن الطالب من البحث عن المعرفة بنفسه واكتشاف القواعد الرياضية والعلمية والنظريات من خلال سلسلة من الخطوات ويقوم بتسجيل استنتاجاته واختبار صحتها والتوصل إلى استنتاج صحيح.
- أنشطة علمية تجريبية: وهي أنشطة تربط بين الرياضيات والتخصصات الاخرى كتجربة عملية يتم تنفيذها في مجموعات تعاونية، ثم يقوم الطلاب بالملاحظة والاستنتاج.
- أنشطة التصميمات الهندسية: وهي تصميمات يطلب من الطلاب تنفيذها لتدريبهم على التخطيط والرسم الهندسي للنماذج والمشروعات الصغيرة قبل تنفيذها.
- أنشطة وتطبيقات تكنولوجية: تتعلق باستخدام البرامج التطبيقية وبرامج الحاسب الالي وأنشطة تكنولوجية يدوية يستخدم فيها المواد والأدوات، لتصميم وتصنيع نماذج كتصميم المجسمات ثلاثية الابعاد.

٧- **مصادر ووسائل التعلم:** تستخدم مصادر ووسائل تعليمية متعددة مثل الكتب، تطبيقات تعليمية - الاجهزة التقنية والبرامج المحوسبة – مواد وخامات وغيرها .

٨- **التقويم :**ويعد التقويم مرتكزاً مهما للطلاب يتعرفوا من خلاله ما تم إنجازه من الأهداف حسب إرشادات المعلم الذي يقود الطلاب نحو تحقيقها، من خلال التغذية الراجعة المستمرة، واستخدام أدوات تقويمية متعددة تقيس الطالب من جميع الجوانب المعرفية والمهارية والميول والتفكير وغيرها. ويشير كيم وشوزوم (Kim&choiseom,2014) أن التقويم في ضوء STEM يعتمد على المراجعة، والتغذية الراجعة، التقويم الواقعي، الملاحظة وتقويم الأداء، والتقويم المستمر.

المحور الثاني: مهارات الحل الابداعي للمشكلات الرياضية

أولاً: مهارات الحل الإبداعي للمشكلات Creative Problem Solving:

تؤكد (محمد، ٢٠١١) أنه لا يتم الوصول إلى مستوى الحل الابداعي للمشكلات دون تنمية مهاراته، لذا فإن تنمية هذه المهارات لدى الطلاب وتدريبهم على استخدامها يمكن من خلاله الوصول بهم لمستوى الحل الإبداعي للمشكلات، لذك فمعرفة المهارات الأساسية للحل الإبداعي للمشكلات أمر ضروري حتى يتم توظيفها بصورة

عملية في التدريس، وقد أسهبت بعض الأدبيات والدراسات السابقة في تحديد مهارات الحل الإبداعي للمشكلات.

وقد تناولت الكثير من الدراسات مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية كدراسة (وفي دراسات كلاً من (محمد،٢٠١١)، و(أحمد، ٢٠١١)، و(حسن، ٢٠١٤)، و(التونسي، ٢٠١٦)، و(توفيق، ٢٠١٧)، ودراسة(البنا، ٢٠١٣)، في ضوء المصادر السابقة تم التوصل لمهارات الحل الإبداعي للمشكلات؛ المناسبة لطالبات المرحلة المتوسطة، وكذلك لطبيعة مادة الرياضيات؛ والتي ضمنتها الباحثة في هذا البحث، وهي :

١- مهارة فهم المشكلة أو التحديات Understanding The Challenges: هي قدرة المتعلم على مواجهة التحديات التي تتضمنها مشكلات ضعيفة البناء أو مفتوحة النهاية في الرياضيات وتحتاج الى توضيح، ويتركز الاهتمام في هذه المهارة على تحسين فهم المشكلة أو الموقف الراهن أو تحديد المسار للمستقبل المنشود؛ ووضوح الهدف و العلاقات بين متغيرات المشكلة وفهم المطلوب والمعلومات المتاحة وتتضمن ثلاث مهارات فرعية وهي:

أ- تشكل الفرص: انتاج العديد من الأهداف المراد تحقيقها وتحديد الأولويات منها.

ب- اكتشاف البيانات: جمع البيانات اللازمة لتحقيق تلك الأهداف ثم تحديد أهم هذه البيانات.

ت- تحديد المشكلة: إن الفرد القادر على أداء مهارة تحديد المشكلة بدقة هو الذي يستطيع تحديد المشكلات الفرعية التي تنتج عن المشكلة الرئيسة، وتصنيف هذه المشكلات الفرعية إلى محاور واختيار الأهم منها، كذلك يجب صياغة المشكلة صياغة جيدة محددة، بطريقة التوصل لصياغة المشكلة بطريقة جيدة محددة، واختيار الصياغة المناسبة التي تقود إلى التفكير في العديد من الأفكار الجديدة والمثيرة(سالم،٢٠١٠).

٢- مهارة ايجاد الأفكار Generating Ideas: في هذه المهارة يتم انتاج العديد من الأفكار المتنوعة والجديدة والغير مألوفة لحل المشكلة وتتضمن ما يلى :

أ- القدرة على إنتاج بدائل متعددة (الطلاقة) .

ب- القدرة على إنتاج بدائل متنوعة (المرونة) .

ت- القدرة على إنتاج بدائل جديدة (الأصالة).

٣-مهارة التحضير للحل Preparing for Action: تساعد هذه المهارة الطالب على اختيار أفضل حل من بين مجموعة الحلول الصحيحة، بهدف تطويره وتعديله، لوضعه موضع التنفيذ، وتتضمن مايلي:

أ- إيجاد الحل: يتضح في اقتراح أكثر من طريقة للوصول إلى الحل ومن ثم تنقية الحلول التي تم الحصول عليها لتحديد أفضلها، واستبعاد غير الجيد منها، وفق مجموعة من المعايير، مثل: التكلفة، الجدوى، صعوبة التطبيق، القبول من الآخرين(جودة، ٢٠١٠).

ب- التحقق من صحة الحل: الوصول للحل بعدة طرق أخرى كلما أمكن ذلك وتحديد أفضل الحلول.

ثانياً: أهمية تنمية مهارات الحل الابداعي للمشكلات الرياضية لطلاب المرحلة المتوسطة:

أشارت كثير من الأدبيات والدراسات السابقة (موافي، ٢٠١٣)، و(حسن، ٢٠١٤)، و(التونسي، ٢٠١٦) إلى أن أهمية تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية تتمثل فيما يلي:

١. تساعد الطلاب على التعرف على الفرص المتاحة والاستفادة منها ومواجهة التحديات والتغلب على الصعاب.
٢. تتوائم مع النشاط التلقائي للمخ في حل المشكلات وبالتالي يسهم في رفع كفاءة العمليات المعرفية.
٣. تجعل الطلاب يثقون بأنفسهم عند حل المشكلات بصورة مستقلة أو بمساعدة أقرانهم في حجرة الدراسة.
٤. تنمى العديد من المهارات مثل الملاحظة وبناء الأفكار والتحليل والتركيب والتقويم.
٥. تشجع المعلمين على فتح الطرق للعديد من الاحتمالات واحتمالية وجود أكثر من إجابة صحيحة ، وتقديم أنواع متعددة من الأنشطة وكذلك تصميم المداخل الفعالة والشيقة التي تنمى الاتجاهات الإيجابية للطلاب نحو التعليم.
٦. تجعل الطلاب قادرون على حل المشكلات الحياتية المليئة بالتحديات.
٧. تعمل على الاتزان الدينامي لكلاً من التفكير التقاربي والتباعدي.
٨. تساعد الطلاب على القيام بعمليات عقلية عليا مثل التخيل للوصول إلى حل المشكلات ابتكارياً.
٩. تساعد الطلاب على توليد بدائل وحلول غير مألوفة تتسم بالجدة والأصالة.

ثالثاً: دور معلم الرياضيات في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات

حدد دي هان (De Haan,2009) دور المعلم في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات فيما يلي:

١- التشجيع المستمر للطلاب على توليد الأفكار والحلول في بيئة حرة خالية من الانتقادات الهدامة.

٢- القيام بعملية تنقيح للأفكار كلما أمكن ذلك، وتجنب دراسة المواد بشكل منفصل وكأنها صناديق مغلقة؛ حيث أن معظم الأفكار و الرؤى الخلاقة والإبداعية غالباً ما تنجم عن دمج المواد عبر المواضيع المختلفة.

٣- بناء الفاعلية الذاتية، فكل الطلاب لديهم القدرة على ابتكار أفكار جديدة، ولكن لابد من مساعدتهم على الاقتناع بقدرتهم على الابتكار.

كما أورد التونسي(٢٠١٦) دور المعلم في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية كمايلي:

١. تخطيط دروس الرياضيات تخطيطاً دقيقاً ومتأنياً يسمح بتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى الطلاب.
٢. تنظيم المناخ والبيئة الصفية المناسبة من خلال تنظيم أماكن جلوس الطلاب بالشكل الذي يتناسب مع المهمة المكلفون بها، وتوفير الأدوات وغيرها من الوسائل التي تساعد في تنفيذ الأنشطة التعليمية.
٣. اختيار نوعية المشكلات الرياضية التي يتم تقديمها للطلاب، حيث يقوم بإعادة صياغة المحتوى في صورة مشكلات رياضية مفتوحة النهاية، أو مشكلات رياضية ضعيفة البناء.
٤. يشجع الطلاب على التفاعل والتعاون مع بعضهم البعض داخل المجموعات ويحثهم على الوصول لأكبر عدد ممكن الحلول للمشكلات الرياضية المطروحة عليهم، والخروج عن الحلول المألوفة والمعتادة كلما أمكن ذلك.
٥. يشجع الطلاب على تحديد وصياغة المشكلة الرياضية المطروحة عليهم بشكل دقيق مما يساعدهم على حلها، ويقدم لهم المساعدة والعون كلما تطلب الموقف ذلك.
٦. حث الطلاب على التحقق من صحة الحلول التي توصلوا إليها كلما ذلك من خلال الوصول لنفس الناتج بطرق أخرى أو بتطبيق قانون أخر، أو من خلال تطبيق الناتج النهائي في المشكلة المطروحة.

رابعاً: التعليم القائم على STEM ودوره في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية:

مما لاشك فيه أنه توجد علاقة تأثير وتأثر بين مدخلSTEM وتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، حيث إن تبني مدخل STEM في التعليم يتيح للطلاب النظر في المشكلات والبدائل المقترحة لها، عبر عمليات تنتهي باتخاذ قرارات من قبل الطلاب، كما أن التكامل بين المفاهيم العلمية والتكنولوجية والحلول الرياضية والتصاميم الهندسية والعلاقات التفاعلية بينهم القائمة على مدخل STEM؛ قد يؤدي لرفع مستوى مهارات الحل الإبداعي للمشكلات ويسهم في تنميتها.

ومما يؤكد وجود هذه العلاقة ما يلي:

١-أن الرياضيات كأحد مكونات مدخل STEM تعد مجالاً خصباً وغنياً لتنمية أنماط التفكير، ومنها التفكير الناقد والإبداعي وحل المشكلات، وتدفع الطلاب نحو التفكير، فالإبداع في الرياضيات يرتبط بالقدرة على التفكير بصورة تباعديه تتمثل في التعامل مع المشكلات غير النمطية بالنظر إليها من عدة زوايا مختلفة وصولاً إلى نتاج متنوع.

٢-أن مدخل STEM يسهم تنمية قدرات الطلاب في فهم تكامل هذه التخصصات، مما ينعكس على جودة المخرجات التعليمية، ويعمل ويشجع على اكتساب الطلاب للمعارف والمهارات التي تهيئهم للاقتصاد المعرفي، ويدعم تنمية مهارات حل المشكلات في العديد من التخصصات الدراسية، وينمي الإبداع لدى الطلاب باستكشاف آفاق أكبر من خلال ممارسات STEM التعليمية(Akgunduz, 2016).

٣-إن تعليم الرياضيات وفق مدخل STEM يساعد الطلاب على تنمية تفكيرهم، ويعزز لديهم المعرفة والمهارات في مجالات التكنولوجيا، والتصميم، والتفكير الاستقرائي، وحل المشكلات، كما يساعدهم على فهم العالم الحقيقي والقدرة على تطبيق العلم لتحسن التكنولوجيا(Omole,2013).

٤-أن مدخل STEM يعد من المداخل التعليمية الحديثة التي تساعد الطلاب داخل قاعات الدراسة على اكتساب مهارات التفكير الإبداعي والمنطقي وتجعلهم قادرين على تطبيق عمليات التفكير في الرياضيات والعلوم والهندسة (Morrison,2006).

٥-يوفر مدخل STEM فرصة كبيرة لتعلم الابتكار والإبداع ويسمح للطلاب باستكشاف آفاق أكبر، من خلال استخدام مهارات حل المشكلات ليصبحوا قادة الغد، ويمنح الطلاب الفرصة للتجربة والحوار والمناقشة والاكتشاف والتصميم والانشاء والبناء(الخبتي،٢٠١٦).

٦-أن مدخل STEM يزيد من قدرة الطلاب على تعلم الرياضيات وينمي لديهم التفكير الناقد وذلك لارتباطهم بالعالم الحقيقي في التعليم، والحاجة لتطبيق المفاهيم الرياضية(Robelen,2011).

٧-التعليم القائم على STEM يساعد الطلاب على بناء معنى لما يتعلمونه، فالتعليم ليس مجرد فهم مادة معينة والقدرة على استرجاعها، بل يتضمن توسيع الخبرة وامتدادها وتمحيصها وتنمية قدرة الطالب على التفكير وبناء وتنمية مهاراته، والشعور بالمسئولية والإنجاز، ليكون في النهاية مبادراً في عمله ومؤهلاً لمواجهة ما يقابله من مشكلات في الحياة والمستقبل(أحمد،٢٠١٦).

٨- التعليم القائم على مدخل STEM يوجه الطلاب للتفكير مثل الخبراء لدراسة نطاق واسع من المعلومات في تخصصات عدة، ويتعرفون إلى الأنماط ويقومون بتلخيص الكم الهائل من المعلومات للوصول إلى حل يتطلب معرفة كيفية ارتباط المفاهيم ببعضها، وتشمل هذه المهارة توليد الطلاب حلولاً جديدة ومبتكرة (Bybee,2013).

فرضيات البحث:

حاول هذا البحث التحقق من صحة الفرضيات الآتية:

١- يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية في مهارة فهم المشكلة لصالح درجات المجموعة التجريبية.

٢- يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية في مهارة ايجاد الأفكار لصالح درجات المجموعة التجريبية.

٣- يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية في مهارة التحضير للحل لصالح درجات المجموعة التجريبية.

٤- توجد فرق دال إحصائياً عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية ككل لصالح درجات المجموعة التجريبية.

إجراءات البحث ومنهجيته

سوف يتم فيما يلي عرض للخطواتِ الإجرائية التي اتبعت للإجابة عن أسئلة البحث والتحقق من صحة الفروض؛ من حيث منهج البحث، ومجتمعه، وعينته، وإعداد مواد البحث المتمثلة في دليل المعلمة ودليل الطالبة، وأدوات البحث المتمثلة في اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، بالإضافة إلى تطبيق تجربة البحث، وفيما يلي عرض مفصل لذلك:

أولاً: منهج البحث:

عند اعتبار أهداف البحث وأسئلة من جهة، وطبيعة مناهج البحث العلمي من جهة أخرى، فقد تبنى هذا البحث المنهج شبه التجريبي لتعرف فاعلية استخدام مدخل

STEM في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى طالبات الصف الثاني متوسط، وذلك لأن هذا المنهج يعد من أكثر مناهج البحث مناسبة لدراسة مشكلة البحث والتحقق من صحة فرضياته.

ثانياً: التصميم التجريبي:

تبنى هذا البحث التصميم التجريبي المعروف بتصميم المجموعة الضابطة ذو الاختبار القبلي والبعدي ((The pretest-posttest control GroupDesign) والذي ينتمي إلى التصميمات شبة التجريبية((Guasi E xperimental Design)

ثالثاً: متغيّرات البحث:

ضمّت متغيرات البحث ما يلي:

١) المتغيّر المستقلّ: وتمثّل في طريقة التدريس، وله مستويان؛ هما:

- التدريس بمدخل STEM، للمجموعة التجريبية.
- التدريس بالطريقة المعتادة، للمجموعة الضابطة.

٢) المتغيّرات التّابعة:

تمثل المتغير التابع في هذا البحث في مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية.

رابعاً: مجتمع البحث:

تكوّن مجتمع البحث من جميع طالبات الصف الثاني المتوسط، المنتظمات بمدارس التعليم العام، بمحافظة بيشة، خلال الفصل الدراسي الثاني، للعام الدراسي (١٤٣٩-١٤٤٠هـ).

خامساً: عينة البحث:

تكونت عينة البحث من (٤٢) طالبة من طالبات الصف الثاني متوسط بمدرسة المتوسطة الثالثة؛ من مدارس محافظة بيشة التعليمية وتم اختيارها بالطريقة العشوائية البسيطة، وتم تقسيمها عشوائياً إلى مجموعتين: إحداهما تجريبية بلغت(٢١) طالبة، والأخرى ضابطة بلغت(٢١) طالبة.

إجراءات البحث وخطواته:

للإجابة عن أسئلة البحث تم اتباع الخطوات التالية:

١- تحديد مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية الملائمة لطالبات الصف الثاني متوسط من خلال:

- الاطلاع على الأدبيات والدراسات والبحوث السابقة التي تناولت تلك المهارات.
- مراجعة آراء المحكمين حول أكثر المهارات المناسبة للطالبات.

وتضمنت القائمة ثلاث مهارات رئيسية تتضمن ثماني مهارات فرعية؛ وهي:

أ. مهارة فهم المشكلة أو التحديات وتتضمن: (تشكل الفرص، اكتشاف البيانات، تحديد المشكلة)
ب. مهارة ايجاد الأفكار وتتضمن: (الطلاقة، المرونة، الأصالة).
ج. مهارة التحضير للحل وتتضمن: (إيجاد الحل، التحقق من صحة الحل).

٢- مواد البحث:

ضمّت موادّ البحث، ما يلي:

١) دليل المعلّمة، لتدريس فصل (القياس: المساحة والحجم) المقرّر على طالبات الصّفّ الثاني متوسّط (الفصل الدّراسي الثّاني)، للعام الدّراسيّ ١٤٣٩هـ/١٤٤٠هـ، وفق مدخل STEM.
٢) كراس نشاط الطالبة، لفصل "القياس: المساحة والحجم "، المقرّر على طالبات الصّفّ الثاني المتوسّط (الفصل الدّراسيّ الثّاني).

٣-أدوات البحث (اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية):

تمثلت أداة البحث، في اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، وقد قامت الباحثة بإعداد اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية بما يتناسب مع محتوى مقرر الرياضيات في فصل (القياس: المساحة والحجم) ومستوى طالبات الصف الثاني المتوسط وذلك بإتباع الخطوات التالية:

أ. تحديد الهدف من الاختبار:

هدف هذا الاختبار إلى قياس مستوى مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية ،لدى طالبات الصف الثاني متوسط في فصل (القياس: المساحة والحجم) من مقرر رياضيات الصف الثاني المتوسط.

ب. صياغة مشكلات الاختبار:

تضمن الاختبار عشر مشكلات، مرتبطة بالمعرفة التي درستها الطالبات في فصل (القياس: المساحة والحجم) من مقرر الرياضيات للصف الثاني متوسط، الفصل الدراسي الثاني، هي: (مساحة الاشكال المركبة، الاشكال ثلاثية الابعاد، حجم المنشور والأسطوانة، حجم الهرم، مساحة سطح المنشور والأسطوانة، مساحة سطح الهرم).
وقد تم الاعتماد في بناء مشكلات الاختبار بالاستناد لبنية المشكلات المقدمة في اختبار الحل الابداعي للمشكلات لجونسون وتريفنجر(Jonson & Trefinger, 1979)؛ حيث إن كل مشكلة تبدأ بمفردة عن موقف معين، ويليها عدد من الأسئلة المرتبطة بالمفردة المقدمة، والتي يتم من خلالها قياس مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية الرئيسية والفرعية(التونسي،٢٠١٧).

ج-إعداد الصورة الاولية للاختبار:

وقد تكون الاختبار في صورته الأولية من (١٠) مشكلات، مرتبطة ب (٢٧) مفردة، موزعة على ثلاث مهارات رئيسة، هي: (فهم المشكلة، وإيجاد الأفكار، والتحضير

للحل)، حيث اشتملت مهارة فهم المشكلة على (٩) مفردات، ومهارة إيجاد الأفكار على (٨) مفردات، ومهارة التحضير للحل على (١٠) مفردات.

د-صياغة تعليمات الاختبار:

حددت التعليمات الهدف من الاختبار ودعت الطالبات إلى تسجيل البيانات الأساسية، وقراءة الأسئلة جيداً ومحاولة الإجابة عن جميع الأسئلة خلال الزمن المخصص.

٥- صدق الاختبار:

تم التحقق من صدق الاختبار عن طريق عرضه في صورته الأولية على مجموعة من المحكمين المتخصصين في المناهج وطرق تدريس الرياضيات، المناهج وطرق تدريس العلوم وعلم النفس، وتقنيات التعلم ومشرفات الرياضيات وبعض أخصائي STEM، وذلك للتعرف على آرائهم حول مدى مناسبة الاختبار لقياس ما وضع لقياسه، ووضوح تعليمات الاختبار، والصحة العلمية واللغوية لمحتوى الاختبار، ومدى مناسبة المفردات للمهارات التي تقيسها، وملائمة الاختبار لمستوى الطالبات، وإضافة أو تعديل ما يرونه مناسباً وقد أبدى المحكمون ملاحظاتهم، وتم إجراء بعض التعديلات في صياغة بعض المفردات وفق آراء المحكمين .

و-التجربة الاستطلاعية للاختبار:

تم تطبيق اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية في صورته الأولية على عينة استطلاعية (من غير عينة البحث) من طالبات الصف الثاني متوسط، في الفصل الدراسي الثاني لعام ١٤٣٩-١٤٤٠هـ، وقد بلغ عددها (٤٠) طالبة، وذلك بهدف:

- **التأكد من وضوح تعليمات الاختبار وسلامة اللغة:** من خلال التطبيق الاستطلاعي تأكد للباحثة وضوح تعليمات الاختبار وسلامة صياغته اللغوية.
- **تحديد الزمن المناسب للإجابة عن الاختبار:** تم حساب الزمن المناسب للإجابة على الاختبار، بحساب متوسط الزمن الذي استغرقته جميع الطالبات للإجابة عن الاختبار، وقد بلغ متوسط زمن الإجابة عن الاختبار(٦٠) دقيقة.
- **حساب معامل الثبات للاختبار:** تم حساب ثبات الاختبار من خلال: معامل ألفاكرونباخ، حيث تم استخراج معاملات ثبات ألفاكرونباخ (Cronbach's Alpha) لكل مهارة من مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، وقد كانت قيم ألفا كرونباخ، لكل مهارة من مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية كما هو في الجدول التالي:

جدول (١) معاملات ثبات الاختبار بطريقة ألفا كرونباخ

البعد	معامل ألفا كرونباخ
فهم المشكلة	٠.٨١
إيجاد الأفكار	٠.٩٢
التحضير للحل	٠.٧٦
الثبات الكلي للاختبار	٠.٩٣

يتضح من الجدول(١) أن قيمة معامل ألفا كرونباخ لإجمالي المهارات قد بلغت (٠.٩٣)، وهي قيمة مرتفعة يمكن الوثوق بها، وتدل على أن اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية يتسم بدرجة عالية من الثبات.

ز-الصورة النهائية للاختبار: بعد التطبيق الاستطلاعي للاختبار وتصحيح إجابات الطالبات ورصد الدرجات وحساب الزمن اللازم للإجابة عن جميع الأسئلة (المفردات) أصبح الاختبار في صورته النهائية مكوناً من (١٠) مشكلات متضمنة (٢٧) مفردة موزعة على المهارات الرئيسية الثلاث للحل الابداعي للمشكلات الرياضية.

سابعاً: تنفيذ تجربة البحث:

مر تنفيذ تجربة البحث بالمراحل التالية:

١- التطبيق القبلي لأدوات البحث حيث قامت الباحثة بتطبيق اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية على طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة، قبل دراستهن لفصل " القياس: المساحة والحجم" موضع التجريب.

٢- التدريس للمجموعتين التجريبية والضابطة:

قامت الباحثة بتدريس طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة لفصل" القياس: المساحة والحجم"، حسب الخطة الدراسية المعتمدة من وزارة التعليم؛ حيث تم تدريس المجموعة التجريبية باستخدام مدخل STEM ، أما المجموعة الضابطة فتم تدريسها بالطريقة المعتادة، وتم ذلك أيضاً وفقاً للخطة الدراسية المعتمدة.

٣-التطبيق البعدي لأدوات البحث: بعد انتهاء طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة من دراسة فصل" القياس: المساحة والحجم"، تم تطبيق اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية على طالبات المجموعتين وتم تصحيح الاختبار، ورصد درجات طالبات المجموعتين تمهيداً لإجراء المعالجات الإحصائية المناسبة.

نتائج البحث وتفسيرها:

أولاً: النتائج المتعلقة بالفرضية الأولى والتي تنص على أنه:

" يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية في مهارة فهم المشكلة لصالح درجات المجموعة التجريبية ".

وللتحقق من صحة هذه الفرضية، تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (ت) للعينات المستقلة ودلالتها الإحصائية للفرق بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين الضابطة والتجريبية في التطبيق البعدي لاختبار

مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية في مهارة فهم المشكلة، كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول (١٤): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (ت) للعينات المستقلة ودلالتها الإحصائية للفرق بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين الضابطة والتجريبية في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية مهارة فهم المشكلة لصالح درجات المجموعة التجريبية

المجموعة	عدد العينة	المتوسط	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة(ت) المحسوبة	مستوى الدلالة
الضابطة	٢١	١١.٦١	٣.٤٥	٤٠	٩.٨٨	*٠.٠٥
التجريبية	٢١	٢٤.٦٢	٤.٩٣			

*** دالة عند مستوى (٠.٠٥) .**

يتضح من الجدول (١٤) وجود فرق ذو دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لمهارة فهم المشكلة، مما يدل على فعالية مدخل (STEM) في تنمية مهارة فهم المشكلة لدى طالبات الصف الثاني متوسط "عينة البحث".

ولمعرفة حجم أثر استخدام مدخل (STEM) في تنمية مهارة فهم المشكلة، استخدمت الباحثة معامل كوهين، لإيجاد حجم الأثر بدلالة قيمة اختبار (ت) للعينات المستقلة، ويبين الجدول (١٥) معامل كوهين لحجم أثر المتغير المستقل الذي يمثله مدخل (STEM)، في المتغير التابع الذي تمثله مهارة فهم المشكلة.

الجدول (١٥): معامل كوهين لقياس حجم أثر مدخل (STEM) في تنمية مهارة فهم المشكلة

المجموعة	عدد العينة	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل كوهين	حجم الأثر
الضابطة	٢١	١١.٦١	٣.٤٥	٣.٠٥	عالٍ
التجريبية	٢١	٢٤.٦٢	٤.٩٣		

يتبين من الجدول (١٥) أن قيمة معامل كوهين بلغت (٣.٠٥) وهو معامل تأثير عالٍ(Sawilowsky, 2009)،وعلى ذلك يمكن قبول الفرضية الأولى، من فرضيات البحث، والتي تشير إلى وجود فرق دال إحصائيًّا عند مستوى الدّلالة $\alpha \leq 0.05$ بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين التجريبية، والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، في مهارة فهم المشكلة.

وقد ترجع هذه النتيجة إلى أن التدريس باستخدام مدخل STEM الذي يكامل بين تخصصاتSTEM مع خبرات من واقع حياة الطالبة، المتمثلة في إثارة انتباه الطالبة إلى مشكلات مثل (الجفاف – السكن – الهزات الأرضية...)، ومحاولة إيجاد حلول إبداعية لها، قد ساهم في تفوق طالبات المجموعة التجريبية على طالبات المجموعة الضابطة.

كما قد ترجع هذه النتيجة إلى أن استخدام استراتيجيات مناسبة (كالتصميم الهندسي، والتعليم القائم على المشكلة) والتي كانت تشجع الطالبات على طرح التساؤلات

والنظر للمشكلة من زوايا متعددة ومن ثم تشكيل الفرص بتوليد العديد من الأهداف والتوصل للمعلومات وانتاج العديد من الصياغات المناسبة للمشكلة واختيارا الصيغة الأفضل للمشكلة، بالإضافة إلي تشجيع الطالبات دائماً إلي النظر للمشكلات على أنها تحديات يجب التصدي لها وعدم النظرة لها على أنها عقبة تعيق الفرد عن التفكير في الحل، والتغلب على تعقد موقف المشكلة بتقسيمه وتجزئته إلي عدد من المشكلات وطرح عدد من الصياغات المختلفة لموقف المشكلة، ثم اختيار المشكلة المناسبة للموقف، كل هذا قد يكون أدى إلى تنمية مهارة فهم المشكلة لدى طالبات المجموعة التجريبية، وهذا يتفق مع ما أو رده ك (السعيد،٢٠١٨) حول أهمية مرحلة فهم المشكلة وإعادة صياغتها.

ثانياً: النتائج المتعلقة بالفرضية الثانية والتي تنص على أنه:

" يوجد فرق ذا دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠٥ ≥ α) بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية في مهارة إيجاد الأفكار لصالح درجات المجموعة التجريبية ".

وللتحقق من صحة هذه الفرضية، تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (ت) للعينات المستقلة ودلالتها الإحصائية للفرق بين متوسطي درجات المجموعتين الضابطة والتجريبية في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، في مهارة إيجاد الأفكار، كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول (١٦): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (ت) للعينات المستقلة ودلالتها الإحصائية للفرق بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين الضابطة والتجريبية في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية في مهارة إيجاد الأفكار

المجموعة	عدد العينة	المتوسط	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة
الضابطة	٢١	٤٢.٢٣	٨.٢٣	٤٠	٩.١٠	*٠.٠٥
التجريبية	٢١	٧٤.٧١	١٤.١٢			

*** دالة عند مستوى (٠.٠٥) .**

يتضح من الجدول (١٦) وجود فرق ذو دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لمهارة إيجاد الأفكار، مما يدل على فعالية مدخل (STEM) في تنمية مهارة إيجاد الأفكار لدى طالبات الصف الثاني متوسط "عينة البحث".

ولمعرفة حجم أثر استخدام مدخل (STEM) في تنمية مهارة إيجاد الأفكار، استخدمت الباحثة معامل كوهين، لإيجاد حجم الأثر بدلالة قيمة اختبار (ت) للعينات

المستقلة، ويبين الجدول (١٩) معامل كوهين لحجم أثر المتغير المستقل الذي يمثله مدخل (STEM)، في المتغير التابع الذي تمثله مهارة إيجاد الأفكار.

الجدول (١٧): معامل كوهين لقياس حجم أثر مدخل (STEM) في تنمية مهارة إيجاد الأفكار

المجموعة	عدد العينة	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل كوهين	حجم الأثر
الضابطة	٢١	٤٢.٢٣	٨.٢٣	٢.٨١	عالٍ
التجريبية	٢١	٧٤.٧١	١٤.١٢		

يتبين من الجدول (١٧) أن قيمة معامل كوهين بلغت (٢.٨١) وهو معامل تأثير عالٍ (Sawilowsky, 2009)، وعلى ذلك يتم قبول الفرضية الثانية من فرضيات البحث، والتي تشير إلى وجود فرق دال إحصائيًّا عند مستوى الدّلالة $\alpha \leq 0.05$ بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين التجريبية، والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، في مهارة إيجاد الأفكار.

وقد ترجع هذه النتيجة إلى كون التدريس باستخدام مدخل STEM والذي يظهر المحتوى الرياضي بصورة تكاملية قد عمل على توسيع مدارك الطالبات وساعدهن على الاستدعاء الفكري والعصف الذهني وإثارة الأفكار والتساؤلات، ودربهن على عملية التصميم الهندسي، التي تضم خطواته (أسال- تخيل- خطط- أنشئ- طور) والتي يمكن استخدامها من قبل الطالبات أثناء حل المشكلات، لطرح حلول تتسم بالطلاقة والمرونة والأصالة، فضلاً عن إدراكهن لضرورة توافر تلك المهارات عند طرح أفكار لحل مشكلة ما، كل هذا قد يكون أدى إلى تفوق طالبات المجموعة التجريبية على طالبات المجموعة الضابطة في مهارة إيجاد الأفكار، وهذا يتفق مع ما أسفرت عنه نتائج بعض الدراسات السابقة عن وجود فاعلية لاستخدام مدخل STEM في تنمية مهارات التفكير الإبداعي، والتفكير التأملي، كما في دراسة كل من (كوارع، ٢٠١٧؛الزبيدي،٢٠١٨؛Peltier، ٢٠١١)،إضافة إلى دراسة (Thuneberga, Salmia, & Bogner, 2018) ، التي توصلت إلى فعالية مدخل (STEAM) في تنمية مهارات التفكير الإبداعي.

ثالثاً: النتائج المتعلقة بالفرضية الثالثة والتي تنص على أنه:

" يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (α ≤ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية في مهارة التحضير للحل لصالح درجات المجموعة التجريبية ". وللتحقق من صحة هذه الفرضية تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (ت) للعينات المستقلة ودلالتها الإحصائية للفرق بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين الضابطة والتجريبية في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية في مهارة التحضير للحل.

جدول (١٨): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (ت) للعينات المستقلة ودلالتها الإحصائية للفرق بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين الضابطة والتجريبية في التطبيق البعدي في مهارة التحضير للحل

المجموعة	عدد العينة	المتوسط	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة
الضابطة	٢١	٩.٢٣	٢.٨٧	٤٠	٨.١٢	*٠.٠٥
التجريبية	٢١	١٨.٣٣	٤.٢٤			

*** دالة عند مستوى (٠.٠٥).**

يتضح من الجدول (١٨) وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لمهارة التحضير للحل، مما يدل على فعالية مدخل (STEM) في تنمية مهارة التحضير للحل لدى طالبات الصف الثاني متوسط "عينة البحث".

ولمعرفة حجم أثر استخدام مدخل (STEM) في تنمية مهارة التحضير للحل لدى الطالبات في المجموعة التجريبية والضابطة، استخدمت الباحثة معامل كوهين، لإيجاد حجم الأثر بدلالة قيمة اختبار (ت) للعينات المستقلة، ويبين الجدول (١٩) معامل كوهين لحجم أثر المتغير المستقل الذي يمثله مدخل (STEM)، في المتغير التابع الذي تمثله مهارة التحضير للحل.

الجدول (١٩): معامل كوهين لقياس حجم أثر مدخل (STEM) في تنمية مهارة التحضير للحل

المجموعة	عدد العينة	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل كوهين	حجم الأثر
الضابطة	٢١	٩.٢٣	٢.٨٧	٢.٥٢	عالٍ
التجريبية	٢١	١٨.٣٣	٤.٢٤		

يتبين من الجدول (١٩) أن قيمة معامل كوهين بلغت (٢.٥٢) وهو معامل تأثير عالٍ (Sawilowsky, 2009).

وعلى ذلك يتم قبول الفرضية الثالثة من فرضيات البحث، والتي تشير إلى وجود فرق دال إحصائيًّا عند مستوى الدّلالة $\alpha \leq 0.05$ بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين التجريبية، والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، في مهارة التحضير للحل.

وقد ترجع هذه النتيجة، إلى أن التدريس باستخدام مدخل STEM يتيح للطالبة تجريب حلول مختلفة عمليا عن طريق التصاميم المختلفة البسيطة للمشكلة الواحدة، مما يفتق ذهن الطالبة على بدائل متعددة لتختار من بينها الأفضل من حيث مدى إسهامها في حل المشكلة، وإمكانية تطبيقها، و تحول الأفكار إلي حلول واقعية قابلة للتنفيذ، والتوصل في النهاية إلي آلية لتنفيذ الحل؛ والتحقق منه، وهذا ما أشار إليه (Treffinger et al. 2006)حيث أوضح أن التحضير للحل يعمل على تحويل الحلول إلى واقع عملي وبالتالي إدراك الوصول للحل الإبداعي للمشكلات.

رابعًا: النتائج المتعلقة بالفرضية الرابعة التي تنص على أنه:
" يوجد فروق دال إحصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية ككل لصالح درجات المجموعة التجريبية ". وللتحقق من صحة هذه الفرضية، تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (ت) للعينات المستقلة ودلالتها الإحصائية للفرق بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين الضابطة والتجريبية في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية ككل.

جدول (٢٠): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (ت) للعينات المستقلة ودلالتها الإحصائية للفرق بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين الضابطة والتجريبية في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية

المجموعة	عدد العينة	المتوسط	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة
الضابطة	٢١	٦٣.٠٩	١٣.٥٩	٤٠	٩.٤٣	*٠.٠٥
التجريبية	٢١	١١٧.٦٦	٢٢.٧٦			

*** دالة عند مستوى الدلالة (٠.٠٥) أو أقل منه.**

يتضح من الجدول (٢٠) وجود فروق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، مما يدل على فعالية مدخل (STEM) في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى طالبات الصف الثاني متوسط "عينة البحث".

ولمعرفة حجم أثر استخدام مدخل (STEM) في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، استخدمت الباحثة معامل كوهين، لإيجاد حجم الأثر بدلالة قيمة اختبار (ت) للعينات المستقلة، ويبين الجدول (٢١) معامل كوهين لحجم أثر المتغير المستقل الذي يمثله مدخل (STEM)، في المتغير التابع الذي تمثله مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية.

الجدول (٢١): معامل كوهين لقياس حجم أثر مدخل (STEM) في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية

المجموعة	عدد العينة	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل كوهين	حجم الأثر
الضابطة	٢١	٦٣.٠٩	١٣.٥٩	٢.٩١	عالٍ
التجريبية	٢١	١١٧.٦٦	٢٢.٧٦		

يتبين من الجدول (٢١) أن قيمة معامل كوهين بلغت (٢.٩١) وهو معامل تأثير عالٍ (Sawilowsky, 2009).

وعلى ذلك يتم قبول الفرضية الرابعة من فرضيات البحث، والتي تشير إلى وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى $\alpha \leq 0.05$ بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين التجريبية، والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية ككل، وقد ترجع هذه النتيجة إلى أن:

- احتواء مدخل STEM على مهارات التصميم الهندسي (أسال- تخيل- خطط- أنشئ- طور)، ومشكلات ومهمات حقيقية تثير تفكير الطالبات، تتناسب مع مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، قد يكون أتاح للطالبات ممارسة مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، وزاد من تمكنهن من المادة العلمية التي يدرسونها، ومن ثم نمت لديهن القدرة على فهم المشكلة، وتوليد الأفكار والحلول الإبداعية للمشكلة، والتحضير للحل؛ مما أدى إلى تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لديهن، وهذا يتنفق ما أكدته نتائج دراسة كيلي وآخرون(Kelly,et al,2010) من أن دراسة التصميم الهندسي يزيد من قدرة الطالبات على حل المشكلات وتنمية مهاراتهم.
- طبيعة التدريس وفق مدخل STEM؛ وبيئته التعليمية الثرية بمصادر التعلم المختلفة، قد يكون له دور في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى الطالبات من خلال البحث في مصادر التعلم المتعددة، وتنوع تلك المصادر التي تتطلب من الطالبات البحث والقراءة، والملاحظة والاستنتاج؛ مما أدى إلى تنمية مهارة التوصل إلى المعلومات التي تعد من أهم مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية المستهدفة في هذا البحث، ويتفق هذا مع ما أشارت إليه جاد الحق (٢٠١٤) في أن الوصول إلى الحلول الإبداعية للمشكلات يعتمد بشكل أساسي على توافر المصادر الضرورية التي يعد وجودها حاسماً في تحديد الحلول المناسبة وتطبيقها.
- التدريس وفق مدخل STEM قد يكون أتاح المزيد من التفاعل بين الطالبات فيما بينهن وبين الباحثة، و تبادل وجهات النظر مما أعطى الطالبات أفكاراً ناضجة وقدرة على استفسارات أعمق، وأتاحت لهن النظر، والتعبير عن آرائهن وأفكارهن بحرية دون خوف، ودفعهن للتفكير والمشاركة النشطة في العملية التعليمية، في بيئة تفاعلية، وممارسة الأنشطة التي لها اتصال بواقعهن والتي تمتزج بالأفكار الجديدة والإبداعية بطريقة محببة وممتعة من خلال المشكلات التي تضمنها فصل(القياس: المساحة والحجم)؛ كل ذلك قد يكون كون لدى الطالبة مهارات متعددة ساهمت في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية..

- ربط القضايا والمشكلات البيئية والمحلية التي تم عرضها من خلال فصل (القياس: المساحة والحجم) بحياة الطالبات ومجتمعهن ومناقشتها ومحاولة حلها؛ مثل مشكلة جفاف مزارع النخيل، قد يكون أسهم في توسيع البنى المعرفية لديهن، وزيادة خبرتهن، ومهد لهن الطريق لعدم الاكتفاء بالحلول السطحية للمشكلات، ومحاولة الخروج عن الأطر التقليدية في حل المشكلات؛ مما ساعد في تنمية مهارات الحل الإبداعي لمشكلات لديهن؛ وخاصة إذا ما وضع في الحسبان أن التعلم المبني على المشكلات يعد استراتيجية تنظيمية، تحث الطالبات على النشاط من خلال إشراكهم في مشكلات غير محددة، كالحالات التي تواجههن في حياتهن اليومية، والتي لها أكثر من حل وغالباً ما يتطلب حل المشكلات معرفة ومهارات من أكثر من تخصص وهذا ما أكده جوهنسون وآخرون Johnson et) (al,2016أن التعلم المبني على المشكلات إذا قدم من خلال استراتيجية متناسبة مع مدخل STEM؛ فإن ذلك يساعد في إحداث التكامل المميز بين عملية التعلم وتنمية مهارات الحل لإبداعي للمشكلات لدى الطالبات.

توصيات البحث:

في ضوء ما أسفرت عنه نتائج هذا البحث، فإن البحث يوصي بما يلي:

١- استخدام مدخل STEM لتدريس الرياضيات؛ لما ثبت من فاعليته في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية.

٢- موائمة مناهج الرياضيات و العلوم والتكنولوجيا والهندسة مع متطلبات واحتياجات سوق العمل المحلي، مع ضرورة اهتمام وزارة التعليم ممثلة في مخططي ومصممي مناهج الرياضيات؛ بصياغة وإعادة تنظيم محتوى مناهج الرياضيات في ضوء مدخل STEM.

٣- تطوير أداء معلمات الرياضيات في مجال STEM من خلال تفعيل الشراكات المجتمعية مع المراكز العلمية، ومراكز أبحاث الرياضيات والجامعات، وبيوت الخبرة في مجال STEM وعقد دورات تدريبية لمشرفات ومعلمات الرياضيات تحت إشراف مدربين مؤهلين.

٤- تزويد الطالبات الملتحقات ببرنامج إعداد معلم الرياضيات، بمهارات توظيف STEM، في عملية تعليم الرياضيات.

٥- صياغة محتوى المقررات الدراسية لمادة الرياضيات في صورة مشكلات مفتوحة النهاية ومشكلات غير مكتملة البناء مرتبطة باهتمامات الطالبات، بدل من تقديمها بصورة مباشرة.

مقترحات البحث:

في ضوء الاطار النظري لهذا البحث والفاعلية التي حققها مدخل STEM في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى طالبات الصف الثاني متوسط، تقترح الباحثة ما يلي:

١- إجراء دراسات عن استخدام مدخل STEM في تدريس الرياضيات لصفوف أخرى، ومقارنة نتائج تلك الدراسات، مع نتائج الدراسة الحالية، في مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية.

٢- إجراء دراسة لتعرف فاعلية مدخل STEM لتنمية متغيرات تابعة أخرى.

٣- إعداد مصفوفة عبر المراحل التعليمية لمهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، تفيد الباحثين في معرفة المهارات الانسب تنمية لدى الطلاب في صف دراسي ما.

المراجع:

أوّلاً) المراجع العربيّة:

- أبو جادو، صالح محمد؛ نوفل، محمد بكر (٢٠٠٧م). **تعليم التفكير-النظرية والتطبيق**، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عَمَّان.
- أبو علام، رجاء محمود (٢٠١٠م). **مناهج البحث في العلوم النفسية والتربوية**، ط٥. القاهرة: دار النشر للجامعات.
- أحمد، محمد صلاح(٢٠١١م). أثر استخدام استراتجية قائمة على مبادئ تريزTRIZ في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى طلاب المرحلة الإعدادية. رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة بنها.
- أحمد، هبة .(٢٠١٦م). بناء وحدة مقترحة في ضوء STEM لتنمية مهارات حل المشكلات وفاعلية هذه الوحدة، في تنمية مهارات حل المشكلات والاتجاه نحو دراسة العلوم، رسالة ماجستير، جامعة القاهرة.
- الأعسر، صفاء يوسف (٢٠٠٧م).الإبداع في حل المشكلات. دار قباء، القاهرة.
- الأعسر، صفاء يوسف (٢٠٠٩م).الإبداع في حل المشكلات. دار قباء، القاهرة.
- آل عامر، حنان سالم (٢٠٠٨م). **نظرية الحل الإبداعي للمشكلات تريز (TRIZ)**، عَمَّان: مركز ديبونو للطباعة والنشر والتوزيع.
- آل عامر، حنان سالم (٢٠٠٩م). فاعلية برنامج تدريبي مستند إلى نظرية TRIZ في تنمية حل المشكلات الرياضية إبداعياً وبعض مهارات التفكير الإبداعي ومهارات التواصل الرياضي لمتفوقات الصف الثالث المتوسط. رسالة دكتوراه، كلية التربية للبنات بجده: جامعة الملك عبدالعزيز.
- أمبو سعيدي، عبد الله بن خميس؛ الحارثي، أمل بنت محمد؛ الشحيمية، أحلام بنت عامر (٢٠١٥م). معتقدات معلمي العلوم بسلطنة عمان نحو منحى العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM، **مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول "توجه**

العلوم والتنقية والهندسة والرياضيات STEM"، الرياض، ١٦-١٨ رجب ١٤٣٦هـ، ص ص٣٩١-٤٠٥.

- برنامج التحول الوطني ٢٠٢٠ (٢٠١٦م).
- البنا، مكة عبدالمنعم (٢٠١٣م). برنامج قائم على الحل الإبداعي للمشكلات في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية والحياتية لدى طلاب الصف الأول الثانوي. **مجلة تربويات الرياضيات.** ع(١)، إبريل، ص ص ١٨٠- ٢٤٧.
- توفيق، نجاه عدلي(٢٠٠٦). فعالية الاتجاه نحو العمل التعاوني على الحل الإبداعي للمشكلات لدى طلاب كلية التربية. **مجلة دراسات الطفولة.** جامعة عين شمس، المجلد التاسع، أكتوبر، ص ص ١-٢٨.
- التونسي، ابراهيم السيد حسين(٢٠١٦). فاعلية برنامج قائم على عادات العقل في تعلم الرياضيات لتنمية التحصيل ومهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية ، رسالة دكتوراه، كلية التربية، جامعة بنها.
- جاد الحق، نهلة عبد المصطفى (٢٠١٤م).برنامج قائم على نظرية الحل الإبداعي للمشكلات، لتنمية مهارات ما وراء المعرفة لدى طلاب كلية التربية بجامعة الزقازيق. مجلة التربية العلمية، مصر،١٧(٢)، ٥٥-٨٤.
- جروان، فتحي عبدالرحمن (٢٠٠٩م). الإبداع: مفهومة، معاييره، نظرياته، قياسه، تدريبه، مراحل العملية الإبداعية، عَمَّان: دار الفكر.
- جوده، جيهان محمود (٢٠١٠م). إبداعات المعلم العربي: الحل الإبداعي للمشكلات "مفاهيم وتدريبات". عَمَّان: دار الفكر.
- الحبشي، فوزي أحمد؛ جاد الحق، نهلة عبد المعطي(٢٠١٣م). التنظيم الذاتي في تدريس العلوم لتنمية الحل الإبداعي للمشكلات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، دراسات في المناهج وطرق التدريس، مصر، (١٩٢)، ١١٠ – ١٤٤ .
- حبيب، مجدي عبد الكريم(٢٠٠٩م). الإبداع ثلاثي الأبعاد نموذج بنائي متكامل حديث. القاهرة: دار الفكر العربي.
- حسن، إبراهيم محمد. (٢٠٠٧م). تصور مقترح لتطوير منظومة مناهج الرياضيات في ضوء مدخل تكامل الرياضيات والعلوم والتقنية. **مجلة كلية التربية ببورسعيد،** مصر، ١ (٢)، ١٨٢-٢٢٤.
- حسن، فايزه أحمد (٢٠١٤م). فاعلية تكامل نموذجي التصميم العكسي للمنهج وتنويع التدريس في تنمية الفهم الرياضي والحل الإبداعي للمشكلات لتلاميذ المرحلة الإعدادية وفقاً لأنماط تعلمهم. رسالة دكتوراه، كلية التربية: جامعة حلوان.
- الخبتي، عبير علي. (٢٠١٦م). فاعلية برنامج إثرائي مقترح قائم على مدخلي STEM والتربية من أجل التنمية المستدامة على تنمية مهارات حل المشكلات لدى موهوبات المرحلة الابتدائية بجدة، رسالة ماجستير، جامعة جدة، جدة.
- خواجي، محمد طاهر،(٢٠١٨) فاعلية: نموذج مقترح لتدريس العلوم قائم على مبادئ نظرية تريزTRIZ في تنمية الفهم العميق ومهارات التفكير التأملي والحل الإبداعي

للمشكلات لدى طلاب الصف السادس الابتدائي، رسالة دكتوراه، كلية التربية، جامعة الملك خالد.

- الداود، حصة محمد. (٢٠١٧م). برنامج تدريسي مقترح قائم على مدخل STEM في التعليم في مقرر العلوم وفاعليته في تنمية عادات العقل ومهارات اتخاذ القرار لدى متعلمات الصف الثالث المتوسط. رسالة دكتوراه، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
- الدوسري، هند مبارك (٢٠١٥م-أ). واقع تجربة المملكة العربية السعودية في تعليم STEM على ضوء التجارب الدولية، **مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول "توجه العلوم والتنقية والهندسة والرياضيات STEM"**، الرياض، ١٦-١٨ رجب ١٤٣٦ه، ص ص٥٩٩-٦٣٩.
- الدوسري، هند مبارك (٢٠١٥م-ب). تصور مقترح لدور الإدارة المدرسية في حوكمة توجه تكامل تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بالمدرسة الثانوية السعودية، **رسالة ماجستير غير منشورة**، كليات الشرق العربي للدراسات العليا، الرياض
- الزبيدي، محمد علي مرزوق .(٢٠١٧م). فاعلية استراتيجية مقترحة قائمة على مدخل التكامل STEM في تنمية مهارات التفكير عالي الرتبة والتحصيل لدى طلاب الصف الثالث المتوسط في مادة العلوم، رسالة دكتوراه، كلية التربية. جامعة أم القرى. مكة المكرمة.
- زيد، عبدالله صالح غايب. (٢٠١٥م). تصور مقترح لمنهج STEM في المرحلة الثانوية باليمن في ضوء معايير NGSS. مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات "توجه العلوم والتقنية والهندسة STEM". جامعة الملك سعود، الرياض. من الفترة ١٦-١٨ رجب ١٤٣٦هـ.
- السعيد، رضا مسعد، والغرقي، وسيم محمد. (٢٠١٥م). STEM مدخل قائم على المشروعات الإبداعية لتطوير تعليم الرياضيات في مصر والوطن العربي بحث مقدم لمؤتمر جمعية تربويات الرياضيات، كلية التربية، جامعة دمياط، مصر.
- سيفين، ملقي؛ محمد، إبراهيم. (٢٠١٠م). فاعلية استراتيجية قائمة على التفاعل بين الرياضيات والعلوم والتقنية لتنمية الثقافة والوعي التكنولوجي لدى المعلمين. **المؤتمر العلمي العاشر لكلية التربية بالفيوم "البحث التربوي في الوطن العربي. رؤى مستقبلية".** ص ص٢٩٤-٣٣١. مصر.
- الشحيمية، أحلام بنت عامر بن سلطان (٢٠١٥م). أثر استخدام منحى العام والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في تنمية التفكير الإبداعي وتحصيل العموم لدى طلاب الصف الثالث الأساسي، **رسالة ماجستير غير منشورة**، كلية التربية، جامعة السلطان قابوس، سلطنة عُمَان.
- الشمراني، صالح؛ الشمراني، سعيد؛ البرصان، إسماعيل، الدوراني، بيكيل (٢٠١٦م). إضاءات حول نتائج دول الخليج في دراسة التوجهات الدولية في العلوم والرياضيات TIMSS ٢٠١٥، الرياض: جامعة الملك سعود.

- الشمري، مها مسند. (٢٠١٨). بناء برنامج إثرائي مستند إلى منحنى STEM وفاعليته في تنمية مهارات القوة الرياضية لدى المتعلمات الموهوبات في المرحلة المتوسطة بمدينة حائل. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
- شواهين، خير سليمان. (٢٠١٦). **طرائق حديثة في التعليم**، برنامج STEM نماذج تطبيقية للعلوم والتقنية : الأردن ،، عالم الكتب الحديثة.
- شويهي، حاسر حسن محمد، برنامج إثرائي مقترح قائم على: نموذج حل المشكلات الإبداعي في تدريس الرياضيات واثره على تنمية مهارات التفكير التباعدي والدافعية العقلية لدى الطلاب الموهوبين بالصف الأول الثانوي. رسالة دكتوراه، كلية التربية، جامعة الملك خالد أبها.
- صالح، آيات حسن. (٢٠١٦م). وحدة مقترحة في ضوء مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وأثرها في تنمية الاتجاه نحو مهارات حل المشكلات لتلاميذ المرحلة الابتدائية. المجلة التربوية الدولية المتخصصة، المجلد الخامس، ع(٧)، تموز ١٨٦- ٢١٧.
- الصمادي، محارب علي (٢٠١٠م). الحل الإبداعي للمشكلات cps. عَمَّان: دار قنديل للنشر والتوزيع.
- الصمادي، محارب علي؛ والصمادي، يحي محمود (٢٠٠٩م). أثر برنامج تدريبي قائم على نموذج أوزبرون- بارنس: الحل الإبداعي للمشكلات في تنمية المهارات فوق المعرفية في الرياضيات لدى طالبات المرحلة الأساسية العليا في الأردن. **مجلة العلوم الإنسانية.** العدد الثاني والأربعون، يوليو.
- الصمادي، يحي محمود؛ وأبو لوم، خالد محمد (٢٠١١م).تقييم أثر برنامج تدريبي قائم على نموذج الحل الإبداعي للمشكلات في تنمية مهارات التفكير الإبداعي للمشكلات في تنمية مهارات التفكير الإبداعي في الرياضيات لدى طالبات الصف التاسع الأساسي في الأردن. **دراسات العلوم التربوية**. المجلد(٣٨)، ص ص ١٩٧-١٩١٨.
- عبد السميع، عزه محمد؛ ولاشين، سمر عبدالفتاح (٢٠١٣م). تنمية مهارات التواصل الرياضي والحل الإبداعي للمشكلات الرياضية في ضوء نظرية تريز للتعلم الإبداعي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. **دراسات عربية في التربية وعلم النفس.** العدد الثاني والأربعون، الجزء الثاني، أكتوبر، ص ص ٦٢-٨٨.
- عبدالهادي، إبراهيم؛ والأنصاري، سامية(٢٠٠٩م). **الإبداع في حل المشكلات باستخدام نظرية TRIZ.** القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.
- عطية، إبراهيم أحمد (٢٠١٠م). أثر التفاعل بين استراتيجية حل المشكلات مفتوحة النهاية والسعة العقلية على الحلول الابتكارية لمشكلات البرمجية التعليمة لدى طلاب الدبلوم المهنية. **دراسات تربوية ونفسية (مجلة كلية التربية بالزقايق).** العدد ٦٨، يوليو، ص ص ١-٥٨.
- عطية، رانيا محمد علي (٢٠١٣م): فاعلية برنامج تدريبي لتنمية بعض الذكاءات المتعددة وتأثيره على الحل الإبداعي للمشكلات لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي. رسالة دكتوراه، كلية التربية: جامعة الزقازيق.

- علام، صلاح الدين محمود (٢٠٠٠م). **القياس والتقويم التربوي والنفسي: أساسياته وتطبيقاته وتوجهاته المعاصرة.** القاهرة: دار الفكر العربي.
- العويشق، ناصر حمد (٢٠١٥م). إسهامات شركة تطوير للخدمات التعليمية في مجالات STEM، ورقة عمل مقدمة إلى **مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات "توجه العلوم والتقنية والهندسة STEM"**. جامعة الملك سعود، الرياض. من الفترة ١٦-١٨ رجب ١٤٣٦هـ.
- الغامدي، رضوان أحمد رضوان. (٢٠١٩م). فاعلية مدخل STEM في تنمية مهارات التفكير الرياضية لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الباحة.
- غانم، تفيدة سيد أحمد (٢٠١٢م). **تصميم مناهج المتفوقين في ضوء مدخل STEM (العلوم–التكنولوجيا–التصميم الهندسي–الرياضيات) في المرحلة الثانوية،** المركز القومي للبحوث التربوية والتنمية، القاهرة، يونيه ٢٠١٢م.
- غانم، تفيدة سيد أحمد (٢٠١٣م). أبعاد تصميم مناهج STEM وأثر منهج مقترح في ضوئها لنظام الأرض في تنمية مهارات التفكير في الأنظمة System Thinking لدى طلاب المرحلة الثانوية، **مجلة كلية التربية،** ج(١)، جامعة بني سويف، ديسمبر ٢٠١٣م.
- الغمراوي، أحمد (١٣مارس، ٢٠١٢م). هارفاد تتصدر جامعات العالم من حيث الدراسات، وكمبريدج تتفوق على أكسفورد، صحيفة الشرق الأوسط.
- القحطاني، حسين محمد مسعود؛ آل كحلان، ثابت سعيد. (٢٠١٧). معوقات تطبيق منحنى STEM في تدريس الرياضيات في المرحلة المتوسطة من وجهة نظر المعلمين والمشرفين بمنطقة عسير. **مجلة العلوم التربوية والنفسية،** ١(٩)، ٢٣-٤٢، المركز القومي للبحوث، فلسطين.
- قطيط، غسان يوسف (٢٠١٢م). **حل المشكلات إبداعياً**. عَمَّان: دار الثقافة للنشر والتوزيع.
- كوارع، أمجد حسين. (٢٠١٧) . اثر استخدام منحنى STEM في تنمية الاستيعاب والتفكير الإبداعي في الرياضيات لدى طلاب الصف التاسع الأساسي. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية، غزة.
- اللعبون، مدلج ابراهيم عبد المحسن. (٢٠١٨م). فاعلية برنامج إثرائي في ضوء مدخل حل المشكلات الرياضية المفتوحة في تنمية مهارات التفكير الرياضي والإبداعي لدى التلاميذ الموهوبين بالصف الخامس الابتدائي. رسالة دكتوراه، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الامام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
- ماكفارلين، برونوين. (٢٠١٧). **تصميم مناهج STEM للطلبة الموهوبين تصميم برمجة برمجة ستيم وتنفيذها، الرياض**: العبيكان للنشر.
- متولي، علاء الدين سعد (٢٠٠٥م). فعالية استخدام الأمثلة المضادة في تصويب الخطأ لبعض المفاهيم والتعميمات لدى الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات، **الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، المؤتمر العلمي الخامس،** القاهرة.

- محمد، إيمان عصمت (٢٠١١م). فعالية استخدام المدخل المنظومي في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية في مادة الهندسة لتلاميذ المرحلة الإعدادية. رسالة ماجستير، كلية التربية. جامعة حلوان.
- المحمدي، نجوى عطيان. (٢٠١٨). فاعلية التدريس وفق منهج(STEM) في تنمية قدرة متعلمات المرحلة الثانوية على حل المشكلات. **المجلة الدولية التربوية المتخصصة،**
- محمود، أشرف محمود أحمد. (٢٠١٧م). البرامج الداعمة للمدارس الثانوية للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في كلاً من الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا وإمكانية الإفادة منها في مصر، كلية التربية، الغردقة، جامعة جنوب الوادي.
- المحيسن، إبراهيم عبد الله؛ خجا، بارعة بهجت (٢٠١٥م). التطوير المهني لمعلمي العلوم في ضوء اتجاه تكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM، **مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول "توجه العلوم والتنقية والهندسة والرياضيات STEM"**، الرياض من الفترة ١٦-١٨ رجب ١٤٣٦هـ، ص ص١٣-٣٧.
- مشروع الملك عبد الله لتطوير التعليم (١٤٣١هـ). **مشروع الاستراتيجية الوطنية لتطوير التعليم العام**، شركة تطوير للخدمات التعليمية، المملكة العربية السعودية.
- المنصوري، نوره يوسف(١٩٩٩م). استخدام برنامج تدريبي لتنمية الإبداع لدى عينة من طالبات المدارس في المجتمع القطري في ضوء التربية السيكولوجية. رسالة دكتوراه، كلية التربية، جامعة عين شمس، مصر.
- موافي، سوسن محمد عزالدين (٢٠١٣م). فاعلية برنامج تدريبي بالحاسوب قائم على استراتيجية حل المشكلات إبداعياً في تنمية مهارات التدريس الإبداعي والتفكير الإبداعي لدى معلمات الرياضيات بالمرحلة المتوسطة بجدة. **مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية**. العدد ٢٧، ص ص : ٦٤- ١٠٢.
- نجار، فاتن فؤاد،(٢٠١٨م). فاعلية الحقائب التدريبية القائمة على منحنى STEM بالمراكز العلمية في تنمية التحصيل الدراسي وعادات العقل والاتجاهات نحو مادة العلوم لدى تلميذات الصف السادس الابتدائي بمحافظة جدة، رسالة دكتوراه، كلية التربية، جامعة المدينة العالمية.
- النذير، محمد عبدالله. (٢٠١٥م). التكاملية ووحدة المعرفة تعضد فلسفة STEM، **رسالة مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول "توجه العلوم والتنقية والهندسة والرياضيات STEM"**. جامعة الملك سعود، الرياض من الفترة ١٦-١٨ رجب ١٤٣٦هـ.
- النذير، محمد عبدالله؛ وخشان، خالد حلمي؛ السلولي؛ مسفر سعيد (٢٠١٢م).**استراتيجيات فاعلة في حل المشكلات الرياضية تطبيقات على مرحلة التعليم الأساسي**، الرياض: مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات بجامعة الملك سعود.
- همام، أحمد ياسر محمد. (٢٠١٨م). فاعلية وحدة مقترحة في ضوء مدخل STEM لتنمية التفكير التصميمي في مادة العلوم لدى تلاميذ المدارس الرسمية للغات. رسالة ماجستير، كلية التربية- جامعة حلوان.

- هيئة تقويم التعليم العام(٢٠١٦م). حقائق وأرقام الاختبارات الوطنية لعام ٢٠١٥م لتحصيل طلاب المرحلة المتوسطة
- الورهي، وجدان عبدالعزيز ناصر(٢٠١٨). تطوير وحده تعليمية في مقرر الرياضيات للصف الخامس الابتدائي في ضوء توجه STEM رسالة ماجستير، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية.
- وزارة التربية والتعليم (٢٠١٠م). **الاستراتيجية الوطنية لتطوير التعليم العام**.

ثانيًا) المراجع الأجنبيّة:

- Asunda, P. A. (2012). Standards for technological literacy and STEM education delivery through career and technical education programs. Journal of Technology Education,23(2).
- Barcelona, K. (2014): 21st Century Curriculum Change Initiative: A Focus on STEM Education as an Integrated Approach to Teching and Leaning. **American Journal of Educational Research**, 2(10), pp862-863.
- Barrett, B. S., Moran, A. L. & Woods, J. E. (2014): Meteorology meets engineering: aninterdisciplinary STEM module for moddle and early secondary school students. **International Journal of STEM Education**, 1 (6).
- Becker, K. & Park, K, (2011): Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematies (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. **Journal of STEM Education**, 12 (5), pp25-26.
- Bybee, R. W. (2010): Advancing STEM Education: A2020Vision, **Technology and Engineering Teacher**, September.
- ---------- (2013). **The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities**, NSTA Press**.**
- CPSI (2013): Creativity, Innovation & Change LeaderShip Conference, Buffalo , New York, June (20-23).
- CPSI (2014) : Creative Education Foundation's 60 International Conference, Buffalo , New York, June (18-22).
- CPSI (2015) : Creative Education Foundation's 61st International Conference, Buffalo , New York , June (17-21).
- CPSI (2016) : Creative Education Foundation's 62nd International Conference , Buffalo , New York , June (14-19).

- CREA (2014): The International Conference on Creativity and Innovation. Sestri Levante, Italy, April (9 – 13).
- Dickerson, L. D.; Eckhoff, A.; Stewart, O. C.; Chappell, S. & Hathcock, S. (2014): The Examination of a Pullout STEM Program for Urban Upper Elementary Students. **Research in Science Education**, 44 (3), pp483-506.
- Gonzalez, Heather B. & Kuenzi, Jeffrey J. (2012): Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer Specialist in Science and Technology Policy, **CRS Report for Congress Prepared for Members and Committees of Congress**, Retrieved on 22/1/2015, available from: http://www.fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf**.**
- Kelly, Todd R., Brenner, Daniel C: Pieper, Jon T. (2010). Two Approaches to Engineering Design: Observations in STEM Education. Journal of STEM Teacher Education. v47n2. Association for STEM Teacher Education Indiana.
- Morrison, J.(2006). Incorporation of STEM teaching and learning strategies into biology classroom.
- Omole, K. (2013). STEM education as a tool for achieving the millennium development goals (in Nigeria). Paper presented at the International conference on transnational collaboration in STEAM education 2013,Sarawak, Malaysia
- Peltier-Davis, C. (2011). Measuring the effectiveness of STEM system in developing the innovative thinking of the excel students in Virginia Preparatory students. London: Ashgate Publishing.
- Thomas, M. E. (2013). The effects of an integrated S.T.E.M. curriculum in fourth grade students' mathematics achievement and attitudes. 3565696 Ed.D., Trevecca Nazarene University, Ann Arbor .Retrievedfrom.
- Thomasian, J. (2011). Building a science, technology, engineering, and math education agenda: An update of state actions, National Governors association, Washington, DC: National Governors Association Centre for Best Practice.
- Tran, Debbie (2011). The use of STEM system in middle education in California. California state university, long Beach.
- ASEE (2011). The Engineering Design Process, (retrieved on May, 2014),eGFI http://teachers.egfi-k12.org/

- Lin, C.-Y. (2010): Analyses of Attribute Patterns of Creative Problem Solving Ability Among Upper Elementary Students in Taiwan. Doctor of Education: St.Tohn's University, New Yourk.
- NATIONAL STEM SCHOOL EDUCATION STRATEGY, DECEMBER (2015): A COMPREHENSIVE PLAN FOR SCIENCE, TECHNOLOGY, **ENGINEERING AND MATHEMATICS EDUCATION IN AUSTRALIA**, Retrieved om 14 May 2016, from: www.educationcouncil.edu.au
- NCTM- National Council of Teachers of Mathematics (2016): Report from the nation' premier math education event. **NCTM Annual Meeting and Exposition**, April 13-16-2016. San Francisco. 21 (3), pp132-134.
- NGA-National Governors Association (2009): **Building a science, technology engineering, and math agenda USA**. Retrieved on 27 Oct.2013, from: http://www.nga.org/files/live/sites/NGA/files/pdf/0702INNOVATIONSTEM.PDF
- NRC- National Research Council (2011): Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics. **Committee on Highly Successful Science Programs for K-12 Social Education. Board on Science Education and Board on Testing and Assessment**, Division of Behavioral and Social Sciences and Education Washington, DC: The National Academies Press.
- PCAST- President's Council for Science and Technology (2010): **Prepare and inspire: K-12 science, technology, engineering, and math (STEM) education for America's future**. Washington, DC: PCAST.
- William E. & Dugger, Jr. (2013): Evolution of STEM in the United States. **International Technology and Engineering Educators Association.**