

فاعلية وحدة مقترحة في رياضيات الروبوت قائمة على مدخل STEM على تنمية البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي لدى طلاب المرحلة الثانوية

د. أحمد على إبراهيم على خطاب*

المستخلص

هدفت البحث تعرف فاعلية وحدة مقترحة في رياضيات الروبوت قائمة على مدخل STEM على تنمية البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي لدى طلاب المرحلة الثانوية. وقد أعد الباحث وحدة مقترحة في " رياضيات الروبوت " وفق مدخل STEM ودليل لتدريسها ، كما أعد اختباراً للبراعة الرياضية ومقياساً للتفكير المستقبلي وتكونت عينة البحث من (١٦) طالباً من طلاب الصف الأول الثانوي بمحافظة الفيوم كمجموعة تجريبية، ثم تم تطبيق أدوات البحث بعدياً. وتوصل البحث إلى: تفوق طلاب المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي على التطبيق القبلي لاختبار البراعة الرياضية ككل ومكوناته الفرعية ومقياس التفكير المستقبلي ككل ومهاراته الفرعية ، وقد أرجع الباحث ذلك إلى أن الوحدة المقترحة في رياضيات الروبوت القائمة على مدخل STEM وأساليب تدريسها قد ساعدت على تنمية مكونات البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي. كما توصلت إلى وجود ارتباط طردي دال عند مستوى (٠,٠١) بين درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لاختبار البراعة الرياضية ودرجاتهم في مقياس التفكير المستقبلي. وأوصى البحث بتدريس الوحدة المقترحة باستخدام مدخل STEM لطلاب الصف الأول الثانوي العام، وكذلك استخدام مجموعة من الأساليب التدريسية التي تساعد الطالب على استخدام مكونات البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي .

الكلمات المفتاحية: وحدة مقترحة ، رياضيات الروبوت ، مدخل STEM ، البراعة الرياضية ، التفكير المستقبلي.

مقدمة :

يشهد العصر الحالي تطوراً علمياً وتكنولوجياً سريعاً، الأمر الذي أدى إلى كثير من التغيرات والتحديات المعرفية في جميع جوانب الحياة، وأصبح التعليم مطالباً بالبحث عن أساليب ونماذج تعليمية جديدة لمواجهة هذه التحديات. ولمواكبة هذا التغير لابد من تطوير طرائق التدريس والمناهج الدراسية، بما يحقق وحدة المعرفة، وفي القلب منها تكامل المناهج الدراسية.

وقد أدرك التربويون أن مشكلات العالم الحقيقي ليست منفصلة أو مقسمة إلى فروع منعزلة، وأن الأفراد يحتاجون في حياتهم إلى مهارات عبر فروع المعرفة المختلفة، بالإضافة إلى أن التعلم ذا المعنى يحدث عندما يربط الطالب بين فروع المعرفة المختلفة في سياق حقيقي ذي معنى، فنقل في تحقيقه المواد المنفصلة، ومن ثم جاءت فكرة التكامل.

* أستاذ المناهج وطرق تدريس الرياضيات المساعد - كلية التربية - جامعة الفيوم - جمهورية مصر العربية
البريد الإلكتروني: aai01@fayoum.edu.eg

ويسهم التعليم بالمدخل التدريسي متعدد التخصصات (STEM) في تنمية قدرات الطلاب، ونقلهم إلى آفاق جديدة نحو الاستكشاف والتجربة العملية والاستقصاء (السعيد، ٢٠١٨، ١٠-١١) * ويرتبط تعليم STEM بالقدرة على استخدام عمليات الاستقصاء العلمي، من خلال الربط بين مجالات المعرفة الأربعة: العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات؛ لتصميم نماذج مختلفة تساعد في حل مشكلات العالم الواقعي (الباز، ٢٠١٨، ٤).

ويعد مدخل تكامل مناهج "العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا Science Technology Engineering and Mathematics (STEM) من أهم الاتجاهات والمداخل العالمية في تصميم المناهج الآن، وتتكامل في بناء هذا المدخل فروع العلوم والرياضيات والتكنولوجيا والهندسة، ويعتمد على التعلم من خلال تطبيق الأنشطة العلمية التطبيقية، وأنشطة التكنولوجيا الرقمية والكمبيوترية، وأنشطة متمركزة حول الخبرة عن طريق الاكتشاف والتحري، وأنشطة الخبرة اليدوية، وأنشطة التفكير العلمي والمنطقي واتخاذ القرار، وتتمثل مكوناته فيما يلي (غانم، ٢٠١١، ١٢٩) (العمرى، ٢٠١٩، ٦٦-٦٨) (National Governors Association(NGA),2010, 13):

- 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، تطبيقاً حكيماً؛ لتطوير طرق الاستفادة من هذه المواد، وعوامل الطبيعة اقتصادياً لصالح البشرية، من خلال 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.

ويعد مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات(STEM) مدخلاً بينياً يزيل الحواجز بين فروع المعرفة الأربعة: العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات ويكامل بينها، إذ يقدم للطلاب خبرات تعلم من مواقف الحياة الواقعية أكثر من كونه يقدم حقائق منفصلة مفككة، وهو طريقة ابتكارية في التدريس تؤثر على التعلم بطريقة إيجابية (8, 2014, Fan & Ritz).

والمنتبع لمناهج المرحلة الثانوية الحالية في مصر يجد قصوراً في تقديم تعليم فعال يحقق أهداف المدرسة والمجتمع وسوق العمل، لذا لابد من إيجاد الطرق المناسبة التي يتم بها تصميم مناهج حديثة متطورة، وفقاً لمداخل أكثر فاعلية تواكب احتياجات ومتطلبات العصر الذي يعيشه الطلاب في المجتمع المتنافس على فرص العمل الإنتاجية الملحة، من خلال تصميم المنهج في ضوء STEM (غانم، ٢٠١١، ١٣٠).

ومن الاتجاهات الحديثة في مجال تعليم وتعلم الرياضيات البراعة الرياضية، وهي منهجية مفيدة تقوم على فهم الرياضيات والقدرة على تطبيق الرياضيات في حل المشكلات؛ ولذا اهتمت الهيئات والمنظمات العالمية والدول المتقدمة بتعليم الرياضيات اهتماماً خاصاً، وحظيت مناهج الرياضيات فيها

* يتم التوثيق على النحو التالي: (اسم المؤلف أو الباحث، يليه سنة النشر، ثم رقم الصفحة أو الصفحات التي تم الرجوع إليها).

بمكانة عالية. والدليل على ذلك حرصها على المشاركة في الاختبارات الدولية التي تزودها بمعلومات حول تحصيل طلابها في الرياضيات، ومقارنتهم بنظرائهم في بقية دول العالم، كالبرنامج الدولي لتقييم الطلبة [PISA] "Programme for International Student Assessment" الذي يركز على مجالات القراءة والرياضيات والعلوم، ودراسة التوجهات الدولية في الرياضيات والعلوم [TIMSS] "Trends in International Mathematics and Science Study" (المعتم والمونوفي، ٢٠١٤، ٢) (الملّوحي، والأحمدي، ٢٠٢٠، ١٩٥).

وتعد البراعة الرياضية توجهاً حديثاً وشاملاً، ومقوماً من مقومات النجاح في القرن الحالي، لذا من المهم مراعاته في أثناء الحصة الدراسية، والاستناد إليه في بناء استراتيجيات ونماذج تدريسية متنوعة تسهم في تنمية التحصيل الرياضي بشكل عام، وتحقيق التنافسية في المسابقات الدولية المختلفة، حيث تشير النتائج في جميع المسابقات للاختبارات الدولية إلى ضعف مستوى التحصيل في الدول العربية بشكل عام، ومصر بوجه خاص (الجندي، وخلييل، ٢٠١٩، ٧١).

والملاحظ أن واقع المدارس والتعلم فيها لا يلتفت للحاضر، ولا يلقي بالا للمستقبل، لذلك وجب الاهتمام بالمناهج ليكون لها نصيب من دراسة الحاضر لتصل إلى مستقبل مناسب، وإعداد الطلاب إعداداً فكرياً ليقدّم وجهة نظره السليمة بإرشاد من معلميه، ومن ثم رسم مستقبلهم على أساس علمي، وليس على أساس خيالات وأمنيات شخصية لا يمكن اعتمادها في المخططات الحياتية السليمة، لذلك وجب الاهتمام بتنمية مهارات التفكير المستقبلي لدى الطالب؛ حتى يستطيع مواصلة حياته بخطط مدروسة ومخطط لها مسبقاً بقدر المستطاع حتى تكون الفائدة مناسبة.

ويعد التفكير المستقبلي أحد أنماط التفكير الذي يتطلب معالجة المعلومات التي سبق تعلمها من أجل استشراق آفاق المستقبل. ولما كان التفكير المستقبلي هو "العملية التي يتم من خلالها رصد وتتبع مسار المشكلات الحاضرة واقتراح بدائل متعددة لما ستكون عليه المشكلة في المستقبل مع التركيز على رسم الصور والحلول البديلة المتوقعة، ووضع حلول غير مألوفة لها" (الدرابكة، ١٠١٨، ٦١)؛ فإن الرياضيات تتطلب وضع العناصر أو الأجزاء معاً في صورة جيدة لإنتاج شيء جديد مبتكر ومتفرد أحياناً بالنسبة للطالب، بما يساعد على اكتشاف طرق جديدة في أداء الأنشطة والمهام الرياضية، وهذه هي الغاية الأهم في تدريس الرياضيات؛ لذا فإنه يصعب تحديد نتائج بعض المهام أو عرض بدائل وخيارات للحلول أو حتى تخمينها وتوقعها في أنشطة الرياضيات إلا من خلال استخدام مهارات التفكير المستقبلي، التي قد تساعد أيضاً في تشجيع الطلاب في أثناء دراسة الرياضيات.

في ضوء ما سبق، يتضح أن تنمية مكونات البراعة الرياضية من أهم الأهداف المرجوة من تعليم وتعلم الرياضيات، وأن تنمية التفكير المستقبلي من الممارسات التي يجب السعي إلى تنميتها لدى الطلاب؛ لما لها من دور فعال في أداء الطلاب مهامهم الحياتية، كما يتضح أن مدخل STEM يقوم على التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

الإحساس بالمشكلة:

لاحظ الباحث من خلال لقاءاته مع عدد من معلمي الرياضيات، وحضور عدد من حصص الرياضيات مع بعض المعلمين - أن المعلمين يميلون إلى التركيز على الجانب المعرفي؛ وقلة الاهتمام

بتنمية مكونات البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي ، ونتيجة لذلك يوجد ضعف في مستوى البراعة الرياضية لديهم، وضعف قدرتهم على ممارسة التفكير المستقبلي.

وعلى الرغم من أهمية تنمية البراعة الرياضية لدى الطلاب، إلا أنه يتضح من الدراسات السابقة ضعف مستوى الطلاب في البراعة الرياضية، حيث أوضحت نتائج دراسة كل من: (السعيد ، ٢٠١٨)، (الجندي، و خليل ، ٢٠١٩)، (الملّوحي، والأحمدي ، ٢٠٢٠) إلى وجود ضعف لدى طلاب المرحلة الثانوية في مكونات البراعة الرياضية. وفيما يخص التفكير المستقبلي؛ فقد أوصت دراسات (متولي ، ٢٠١١)، (زنقور ، ٢٠١٥) (الدرايكة ، ٢٠١٨) بضرورة تنمية التفكير المستقبلي لدى الطلاب، والاهتمام بدمج التفكير المستقبلي في أثناء التخطيط للتدريس.

وأكدت ذلك، أيضاً، نتائج الدراسة الاستطلاعية: التي أجراها الباحث على عينة قوامها (١٥) طالباً من طلاب الصف الأول الثانوي، وذلك بتطبيق اختبار للبراعة الرياضية؛ حيث بلغ متوسط الدرجات (٢١,٢٦) درجة في حين كانت الدرجة الكلية (٦٦) درجة بنسبة ٣٢,٢١٪ وانحراف معياري (٤,١٢) ، وأظهرت نتائج الدراسة ضعف مستوى البراعة الرياضية لدى الطلاب، وتبين من خلال طرح بعض الاسئلة التي تقيس التفكير المستقبلي واستشراف المستقبل لتعرف مدى ممارسة الطلاب لها، ضعف مستوى التفكير المستقبلي لديهم. ويمكن أن يرجع ذلك إلى حاجة الطلاب إلى أن يتعلموا وفق مداخل حديثة؛ مما يؤكد ضرورة استخدام مداخل حديثة تساهم في الارتقاء بمستوى البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي لديهم.

ويرى الباحث أنه وفق ما أكدته الدراسات السابقة، وما يلاحظ في الواقع من ضعف في مهارات البراعة الرياضية وضعف مهارات التفكير المستقبلي لدى طلاب المرحلة الثانوية، فإن هذا الضعف يرجع إلى استخدام مداخل تدريسية غير فعالة، الأمر الذي جعل الرياضيات مصدر قلق للطلاب وأولياء الأمور والمعلمين، خاصة وأن البناء الرياضي بناء تراكمي، وأن الضعف في موضوع ما يؤثر على الطالب في موضوعات أخرى. ولمعالجة ذلك الضعف يتطلب الأمر البحث عن أساليب وإستراتيجيات مناسبة تتغلب على الصعوبات التي تواجه الطلاب في أثناء تعلمهم.

وبناءً على ما سبق، فإن الاهتمام بتنمية مكونات البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي لدى طلاب المرحلة الثانوية يعد أمراً ضرورياً؛ وذلك لأهميتها في الحياة اليومية للطلاب، وكذلك لضعف مستوى عدد كبير من الطلاب في هذه المهارات، وهذا ما أكدته الدراسات التي تم عرضها، والدراسة الاستطلاعية التي قام بها الباحث.

مشكلة البحث :

تحددت مشكلة البحث في: ضعف مستوى البراعة الرياضية لدى طلاب المرحلة الثانوية المتمثل في ضعف قدرتهم على استخدام مكونات البراعة الرياضية، وضعف قدرتهم على استخدام التفكير المستقبلي، ومن ثم: حاول هذا البحث تحديد فاعلية وحدة مقترحة في رياضيات الروبوت قائمة على مدخل STEM في تنمية مكونات البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي.

وذلك من خلال الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:

ما فاعلية وحدة مقترحة في رياضيات الروبوت قائمة على مدخل STEM على تنمية البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

وتفرع من هذا التساؤل الرئيس الأسئلة الآتية:

١- ما صورة الوحدة المقترحة في رياضيات الروبوت قائمة على مدخل STEM لطلاب المرحلة الثانوية؟

٢- ما فاعلية وحدة مقترحة في رياضيات الروبوت قائمة على مدخل STEM على تنمية البراعة الرياضية لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

٣- ما فاعلية وحدة مقترحة في رياضيات الروبوت قائمة على مدخل STEM على تنمية مهارات التفكير المستقبلي لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

٤- ما العلاقة بين البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

أهداف البحث:

هدف البحث إلى:

- ١- بناء وحدة مقترحة في رياضيات الروبوت قائمة على مدخل STEM لطلاب المرحلة الثانوية .
- ٢- تحديد فاعلية وحدة مقترحة في رياضيات الروبوت قائمة على مدخل STEM في تنمية البراعة الرياضية لدى طلاب المرحلة الثانوية.
- ٣- تحديد فاعلية وحدة مقترحة في رياضيات الروبوت قائمة على مدخل STEM في تنمية مهارات التفكير المستقبلي لدى طلاب المرحلة الثانوية .
- ٤- تحديد العلاقة بين تنمية البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي لدى طلاب المرحلة الثانوية .

أهمية البحث:

ترجع أهمية البحث إلى أنها قد تفيد:

- ١- المعلمين في كيفية استخدام مدخل STEM لتحسين قدرة طلابهم في البراعة الرياضية واستخدام التفكير المستقبلي.
- ٢- مخططي ومطوري مناهج الرياضيات في تصميم أنشطة في رياضيات الروبوت وفق مدخل STEM في إعداد مناهج الرياضيات.
- ٣- مخططي ومطوري مناهج الرياضيات في مراعاة مكونات البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي في إعداد مناهج الرياضيات.
- ٤- الباحثين في الاستفادة من أدوات البحث التي أعدها الباحث والمتمثلة في: الوحدة المقترحة ، واختبار البراعة الرياضية، ومقياس التفكير المستقبلي.

حدود البحث :

اقتصر البحث على الحدود الآتية:

١. عينة من طلاب الصف الأول الثانوي من مدرسة جمال عبدالناصر الثانوية بإدارة شرق الفيوم التعليمية بمحافظة الفيوم، المقيدون بالفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ٢٠٢٠ / ٢٠٢١ .
٢. بعض مكونات البراعة الرياضية: والتي حددتها مجموعة من الدراسات والكتابات التربوية في مستوى طلاب الصف الأول الثانوي. والمتمثلة في المهارات الآتية: الاستيعاب المفاهيمي، والطلاقة الإجرائية، والكفاءة الاستراتيجية، والتبرير أو الاستدلال التكيفي، والنزعة المنتجة.
٣. بعض مهارات التفكير المستقبلي التي يمكن أن يستخدمها الطلاب من أجل تخطيط حياتهم المستقبلية، والتي حددتها مجموعة من الدراسات والكتابات التربوية، والمتمثلة في المهارات الآتية: التخطيط المستقبلي، والتفكير الإيجابي في المستقبل، والتنبؤ المستقبلي، والتخيل المستقبلي، وتطوير السيناريو المستقبلي، وتقييم المنظور المستقبلي.

فروض البحث :

حاول البحث التحقق من صحة الفروض الآتية:

- ١- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار البراعة الرياضية لصالح التطبيق البعدي.
- ٢- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس التفكير المستقبلي لصالح التطبيق البعدي.
- ٣- توجد علاقة ارتباطية موجبة دالة إحصائياً بين درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لكل من اختبار البراعة الرياضية ومقياس التفكير المستقبلي.

مصطلحات البحث :

التزم البحث بالتعريفات الآتية لمصطلحات الدراسة:

١. رياضيات الروبوت:

يعرف الباحث رياضيات الروبوت بأنها: مجموعة من المفاهيم والتعميمات والمهارات الرياضية ذات الصلة ببناء وتركيب وحركة الروبوت وأنظمة التحكم فيه.

٢. مدخل STEM:

يعرف الباحث مدخل STEM بأنه: نظام تعليمي يدمج مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات معاً، بحيث تتكامل المفاهيم الأكاديمية معاً لعالم الواقعي، ويدرس الطلاب من خلال عمليات الاستقصاء العلمي؛ بهدف إنتاج معرفة جديدة تساهم في حل مشكلات العالم من حولها.

٣. البراعة الرياضية Mathematical Proficiency

يعرف الباحث البراعة الرياضية بأنها: عملية عقلية يقوم بها الطالب عندما يتعرض لموقف رياضى أو مشكلة رياضية يظهر فيها استيعابه للمفاهيم والعمليات الرياضية والمهارة في تنفيذ الإجراءات بمرونة ودقة عالية، في أثناء صياغة وتمثيل وحل المشكلات الرياضية، حتى يصل لرؤية الرياضيات كمادة مفيدة، ويقاس من خلال اختبار البراعة الرياضية الذي أعده الباحث لهذا الغرض".

٤. التفكير المستقبلي: Future Thinking

يعرف الباحث التفكير المستقبلي بأنه: القدرة الفرد على استحضار الماضي لوضع رؤية مستقبلية للاستفادة منها لفهم المستقبل ، والتخطيط لحياته المستقبلية ، وينشط عند التفكير في المشكلات المستقبلية ، ويقاس باستخدام مقياس التفكير المستقبلي المعد لهذا الغرض.

الإطار النظري والدراسات السابقة:

أولاً : مدخل STEM :

١-١ نشأة مدخل STEM :

إن 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، وأرجع ذلك لضعف إدراك الطلاب للارتباطات بين ما يدرسونه وتطبيقاته، الأمر الذي تطلب زيادة كفاءتهم في ضوء مدخل STEM. وبدأت المؤسسة الوطنية للعلوم (The National Science Foundation (NSF باستخدام مصطلح STEM ليستخدم هذا المصطلح كمدخل متكامل لإزالة الحدود بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وإدارتها كعلم واحد. (Thomasian , 2011 , 32) (Morrison & Bartlett, Raymond , 2009 , 2).

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 بها. (Fan & Ritz 2014 , 11).

ويعد التعليم باستخدام مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) أحد المداخل العالمية المهمة والواعدة في إعداد المناهج الدراسية وبنائها، وتم تبنيه خلال العقود الثلاثة الماضية عند تطبيقه في عدد من الدول كالمملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية وكوريا الجنوبية وجنوب إفريقيا. (Straw, 2014 ,8).

٢-١ مفهوم مدخل STEM :

يعرف (السعيد ، ٢٠١٨ ، ١٥) مدخل STEM بأنه: أحد مداخل التدريس التي تستند إلى نظرية التكامل بين المعرفة المكتسبة من تخصصات الرياضيات والعلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسي، وتحقق

فيها فلسفة التكامل وأسس التربية أو الفلسفة التربوية، التي تستخدم في تعليم الرياضيات عمليًا؛ من أجل تكامل المعلومات من التخصصات الأربعة لتحقيق هدف معين وحل مشكلة ما، وابتكار شئ جديد ومفيد.

ويعرفه (Vasquez, Sneider, & Comer, 2013, 59) بأنه: مدخل بيني للتعلم يزيل الحواجز التقليدية التي تفصل بين الفروع الأربعة (العلوم – التكنولوجيا – الهندسة – الرياضيات) ويكامل بينها في خبرات تعلم مناسبة وواقعية واضحة وطريقة مقصودة لتنظيم وتدريب الفروع المعرفية الأربعة معًا، والهندسة والتكنولوجيا لا تضاف كمواد دراسية لباقي مواد المنهج بل تدمج ممارسات الهندسة والتكنولوجيا مع دروس العلوم والرياضيات، لتساعد الطلاب على اكتساب مهارات القرن الحادي والعشرين.

ويعرف (همام ، ٢٠١٨ ، ٢٦) مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) بأنه: مجموعة من الأنشطة والممارسات التعليمية التي تعتمد على التكامل والدمج بين التخصصات الأربعة: العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، بهدف تحقيق تواصل بين المدرسة والمجتمع، عن طريق تصميم وتنفيذ نماذج تسهم في حل مشكلاتهم الحياتية.

ويعرف (National Research Council, 2011, 16) مدخل (STEM) بأنه: تمكين الطالب منذ بداية تعليمه في المرحلة الابتدائية بهذه العلوم وبيان الترابط والتداخل بينها، من خلال الأنشطة والخبرات المباشرة سواء داخل المدرسة أو خارجها، مع التأكيد على تنمية مهارات الاتصال والعمل الجماعي ومهارات التفكير النقدي والإبداعي.

ويرى (Gonzales & Kuenzi, 2012, 3) أن STEM نظام تعليم وتعلم للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، من خلال تضمين الأنشطة التعليمية وتوظيفها في جميع المراحل التعليمية سواء بشكل مقصود ومنظم داخل الفصل الدراسي أو بشكل غير رسمي خارج أسوار المدرسة.

ويعرفه (Moore & et al, 2014, 38) بأنه: أسلوب تعلم قائم على حل المشكلة من خلال التطبيق العملي لتدريس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، ويستخدم المنهج متعدد التخصصات لتطوير مهارات التفكير النقدي وحل المشكلات وتسهيل الابتكار، ويستخدم تطبيقات من العالم الحقيقي كأساس للأنشطة المستخدمة؛ حيث يتعلم الطلاب كيف أن مهارات حل المشكلة والإجراءات العلمية تنطبق على مواقف الحياة اليومية؛ بهدف جعلهم يستمتعون في مجالات STEM ويحسنون من كفاءتهم في هذه المجالات.

وتعرف (أحمد ، ٢٠١٦ ، ١٣٠-١٣١) مدخل STEM بأنه: مجموعة من الأنشطة والمشروعات والممارسات التعليمية التي تعتمد على التكامل والدمج بين التخصصات الأربعة العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، بهدف مساعدة الطلاب على تحقيق تواصل بين المدرسة والمجتمع وسوق العمل، من خلال نقل وتطبيق المفاهيم الأكاديمية والمهارات في سياق العالم الحقيقي، بما يمكنهم من حل ما يواجههم من مشكلات وتكوين اتجاه إيجابي نحو المادة".

ويعرف الباحث مدخل STEM بأنه: نظام تعليمي يدمج مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات معًا، بحيث تتكامل المفاهيم الأكاديمية معًا للعالم الواقعي، ويدرس الطلاب من خلال عمليات الاستقصاء العلمي؛ بهدف إنتاج معرفة جديدة تسهم في حل مشكلات العالم من حولها.

٣-١ أهداف مدخل STEM :

يعد من أهم الأهداف التي يسعى STEM (William & Dugger, 2013, p. 9) (National Research Council, 2011, pp.4-5) (PCAST, 2010, pp. 15-16) (علاالله ، ٢٠١٩ ، ٢٣٤) إلى تحقيقها فيما يلي:

- تحسين التحصيل العلمي والإنجاز الأكاديمي للطلاب، والعمل على تبني الدول لمبادرات الإصلاح التعليمي خاصة في ضوء نتائج الاختبارات الدولية.
- توفير الفرص لتنمية الممارسات الخاصة بمجالات STEM التي تعد أساسية في جميع المهن في القرن الحادي والعشرين.
- تشجيع الطلاب على الاستكشاف والتقصي وفهم عالمهم.
- إثارة دافعية الطلاب وتعزيز ثقتهم في الرياضيات والعلوم، من خلال استخدام التكنولوجيا والابتكار والتصميم؛ مما يجعل المدرسة مليئة بالتجارب المفيدة والمسلية.
- اكتساب الطلاب أنماط التفكير، كالتفكير العلمي والنقدي والإبداعي والفراغي.
- الزيادة في عدد الطلاب الطامحين في الحصول على درجات علمية متقدمة ووظائف في مجالات STEM.
- زيادة القوى العاملة المؤهلة وفق مدخل STEM.
- اكتساب الطلاب المفاهيم العلمية في تكاملها مع تطبيقاتها التكنولوجية.
- اكتساب الطلاب مهارات البحث، وحل المشكلات، واتخاذ القرار.
- اكتساب الطلاب مهارات الرياضيات الأساسية، وحل المشكلات الرياضية.
- تنمية قدرات الطلاب على أداء الأنشطة ذات الصلة بالتطبيقات الهندسية.
- تفعيل التكنولوجيا والهندسة في البرامج الدراسية.

٤-١ أهمية مدخل STEM:

- حدد (Morrison, 2007 , 63) (أحمد ، ٢٠١٦ ، ١٤٤) (همام ، ٢٠١٨ ، ٢٨) مجموعة من المزايا للتعلم القائم على توجهات الـ STEM تتمثل في أنه:
- يوفر للطلاب الفرصة للتعلم من خلال أنشطة وخبرات من الواقع الحقيقي، مما يساهم في تنمية المهارات الأكاديمية والتكنولوجية والاجتماعية.
 - يوظف المعرفة العلمية والمهارات التي يكتسبها الطلاب في حل المشكلات الموجودة في العالم الذي يعيشون فيه.
 - ينمي القدرة على تحديد المشكلة وكيفية جمع المعلومات والبيانات وتنظيمها، والوصول إلى الاستنتاجات والتعبير عنها، كما يساعد الطالب على تطبيق المعرفة في مواقف أخرى جديدة.
 - ينمي مهارات التفكير العليا لدى الطالب، والاحتفاظ بالمعرفة العلمية لوقت أطول.

- ينمي قيمة المشاركة والتعلم التعاوني لدى الطلاب؛ من خلال قيامهم ببعض التجارب والمشروعات التي تحاكي عمل المتخصصين أو أصحاب المهن؛ مما يزيد من دافعيتهم لإنجاز المهام.
- يجعل الطلاب أكثر قدرة على الإبداع، من خلال توظيف مفاهيم ومبادئ العلوم والتكنولوجيا والرياضيات في التصميم الهندسي، الأمر الذي يولد أفكارًا جديدة وثقة بالنفس.
- ينمي مهارات كثيرة مفيدة في حياتهم اليومية لدى الطلاب، ومنها مهارة حل المشكلات (المهارة التي نحتاجها بشكل يومي، سواء على المستوى الشخصي أو المهني).
- ينمي مهارة التحليل والبحث العلمي، والتي يحتاج إليها الطلاب للارتقاء بتفكيرهم واستمرار تعلمهم خلال جميع مراحل حياتهم، حتى بعد الحصول على شهادة دراسية.
- ينمي الميول والاهتمامات في المجالات المختلفة، مثل المجالات العلمية والفنية والتي من الممكن أن تساعد فيما بعد في اختيار المستقبل المهني.
- ينمي حب الاستطلاع والتساؤل، بحيث يكون ينشأ شخص محب لمعرفة المزيد ودائم التطلع.
- يساعد على تحديد ميول الطلاب المهنية لافتقار نظمنا التعليمية لأي توجيه أو دعم، كما تساعد على اتخاذ قرارات مرتبطة بهذه الميول المهنية أو حتى عن احتياجاتهم في سوق العمل.

١-٥ مكونات مدخل STEM:

يتم تدريس المواد الأربعة: العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بشكل منفرد، وكل منها على حدة على مدار السنوات الماضية، ولكن من خلال تبني فلسفة مدخل (STEM) يصبح الأمر مختلفاً، حيث تشكل هذه المواد فروع (STEM) الرئيسية، وتؤدي دوراً أساسياً في تشكيل الحصص الدراسية بشكل متكامل، يتم من خلالها دمج المواد مع بعضها البعض لتشكل منظومة تعليمية متكاملة، وتمهد للطلاب تطبيقات عملية لما يحدث في الحياة الحقيقية، حيث يحتوي كل فرع من الفروع الأربعة لمدخل (STEM) على مجموعة من المكونات الرئيسة، كما حددتها الأكاديمية الوطنية للهندسة والمجلس الوطني للبحوث (National Academy of Engineering and National Research Council, 2009)، والفروع الأربعة لمدخل (STEM) كما يلي (همام، ٢٠١٨، ٢٨-٣٢) (أحمد، ٢٠١٦، ١٣٠-١٣١):

١- العلوم:

تتضمن المعارف، والمهارات، وطرائق التفكير، وحل المشكلات. ويقصد بها الجوانب المعرفية العلمية التي تركز على دراسة العلوم الطبيعية، بما تشمله من قوانين الطبيعة المرتبطة بالفيزياء والكيمياء وعلم الأحياء، وكذلك الحقائق والمبادئ والمفاهيم وتطبيقاتها في جميع التخصصات.

٢- التكنولوجيا:

تتضمن تطبيق وتوظيف المعرفة العلمية في مواقف جديدة، باستخدام الأدوات والأجهزة المختلفة، ويقصد بالتكنولوجيا نظام متكامل يتكون من الأشخاص والمعارف والعمليات والأجهزة

والأدوات التي تدخل في إنتاج الوسائل التكنولوجية التي تلبى احتياجات ورغبات الأشخاص، أي أنها نتاج تطبيق العلوم والهندسة في كل المجالات.

٣- الهندسة:

تتضمن التطبيق المنهجي لمبادئ العلوم والرياضيات بطريقة فاعلة واقتصادية كنتاج لتطبيق المعرفة، ويعد هذا التخصص هيكل المعرفة، فمن خلالها يتم التطبيق المنهجي لمبادئ العلوم والرياضيات بطريقة عملية عبر التصميم والتصنيع، وتشغيل بعض الآلات والمنتجات بطريقة فاعلة واقتصادية كنتاج لتطبيق المعرفة.

٤- الرياضيات:

تتضمن دراسة الأنماط والعلاقات بين الأرقام والكميات وتوظيف الرياضيات في دراسة العلوم والهندسة والتكنولوجيا؛ مما يطور قدرة الطالب على التحليل والتفسير وتوصيل الأفكار بشكل مناسب.

٦-١ فلسفة ومبادئ مدخل STEM:

يقوم التعلم القائم على مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) على فلسفة مؤداها توفير أنشطة ومشروعات تعليمية تقوم على التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، من أجل مساعدة الطالب على إثارة التفكير واكتساب المعرفة العلمية، وتطبيقها في مواقف أخرى في العالم الحقيقي، بهدف حل ما يواجهه من مشكلات في العالم الحقيقي، وتحقيق اتصال بين المدرسة والمجتمع وسوق العمل، بينما يقتصر دور المعلم على التوجيه والإرشاد؛ فهو يعمل مع الطلاب على تحديد الأسئلة، وتحديد المهام، وتدريبهم على إنتاج المعرفة العلمية، وتطوير المهارات الاجتماعية، كما يتيح الفرصة ليقوم الطلاب أنفسهم (Gonzalez & Kuenzi, 2012) (David, 2008, 80) (أحمد ، ٢٠١٦ ، ١٣٠-١٣١) .

كما يقوم مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) على مبدأ وحدة المعرفة وطرق توظيفها في المواقف المختلفة، ويعني ذلك أن تتضمن الخبرات التعليمية التي يقدمها المنهج أنشطة تعليمية لا توجد حواجز فاصلة بين كل من: العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، بل يجب أن تقدم مواقف تعليمية توظف تلك المعرفة في الحياة، وتوضح الروابط المعرفية بين تلك المواد الأكاديمية الأربعة. (همام ، ٢٠١٨ ، ٣٢) .

وتتحدد هذه المبادئ في النقاط التالية: التنور العلمي، والدمج بين الاستقصاء العلمي والتصميم التكنولوجي، وتوظيف الهندسة في حل المشكلات، والتكامل بين فروع العلم، والتواصل (أحمد ، ٢٠١٦ ، ١٣٠-١٣١) .

٧-١ طبيعة عمليتي التعليم والتعلم وفق مدخل STEM :

يرى (Marshall, 2009) (Stohlmann, Moore, and Roehrig, 2012) (همام ، ٢٠١٨) أن عمليتي التعليم والتعلم في ضوء مدخل (STEM) تؤكد:

- مشاركة الطلاب بنشاط في التجارب التي تحدد، مع تطوير شغفهم بعملية التعلم، واستغلال الإمكانيات الفريدة التي لديهم.
- إبراز الترابطات والعلاقات بين مجالات (STEM) والاعتماد على طريقتي حل المشكلات والتعلم التعاوني، والاهتمام بفهم التصورات الخطأ لدى الطلاب ومحاولة تصويبها، والبناء على معارفهم السابقة.
- إضفاء الطابع الشخصي على سياق التعلم، ذلك بإرشاد الطلاب لاكتشاف اتجاهاتهم الخاصة ومشاعرهم واستراتيجيات التعلم المناسبة، من أجل تنمية قدراتهم ومهارات تفكيرهم.
- تصميم بيئة تعلم شمولية وحقيقية، بحيث تركز على المشكلات والتطبيقات التي صاغتها المعرفة السابقة لدى الطالب في العالم الحقيقي، والاستفادة من المجتمع المحلي في تحقيق أهداف التعلم، ومعايشة التجربة الواقعية في ظل الاحتياجات الحقيقية للمجتمع.

وفيما يلي نعرض بعض الدراسات والبحوث السابقة التي تناولت استخدام مدخل STEM في تدريس الرياضيات من أجل تنمية نواتج تعلم متعددة، توصلت دراسة (السعيد ، ٢٠١٨) إلى فاعلية استخدام مدخل متعدد التخصصات (STEM) في تنمية التميز الرياضي ومهارات القرن الحادي والعشرين لدى طلاب المرحلة الإعدادية، وتوصلت دراسة (علاالله ، ٢٠١٩) إلى فاعلية استخدام مدخل STEM في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى طالبات الصف الثاني متوسط، ودراسة (Arsad , Osman & Soh, 2015) التي قدمت إطاراً مقترحاً لإعداد مناهج البيولوجيا في ضوء مدخل STEM في ماليزيا، حيث تم التركيز على مفاهيم مجال العلوم البيولوجية كمحور تتكامل حوله المجالات الأخرى، ويتم دمج مجال التصميم الهندسي والتكنولوجيا والرياضيات كعمليات في مجال العلوم البيولوجية، وأكدت الاستقصاء وحل المشكلات ونموذج الأيدي والعقول والتدريب العملي للتصميم الهندسي، وفي دراسة (غانم ، ٢٠١٣) ترى أن تصميم مناهج STEM يعتمد على تنظيم المفاهيم والمهارات والتطبيقات بطريقة بيئية للمجالات الأربعة، وتقدم موضوعات المنهج من خلال مشكلات وخبرات تكاملية، ويعتمد تحديد المشكلات على تحديد المفاهيم العلمية، وتدعيم المنهج برامج حاسوبية، واستخدام عملية التصميم الهندسي لحل المشكلات، وتقديم أنشطة تعتمد على الاستقصاء والبحث، وأعدت منهجاً مقترحاً في نظام الأرض في ضوء مدخل STEM لتنمية مهارات التفكير في الأنظمة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

٨-١ معايير تصميم وحدات دراسية وفق مدخل STEM :

أشار كل من (Sanders, Kwon, Park, & Lee, 2011 , 14) إلى أن هناك سبعة معايير يجب توافرها عند تصميم وحدات دراسية في ضوء مدخل (STEM)، وهي:

- ١- احترام خصوصية كل موضوع والهدف من تدريسه.
- ٢- استخدام نفس العمليات والمحتوى بين الموضوعات المتداخلة.
- ٣- أن تعكس الوحدات الدراسية رؤية بنائية للتعلم.
- ٤- تصميم مهمات ذات أهداف محددة، لإشراك وزيادة دافعية الطلاب للتعلم.

٥- سماح هذه الوحدات الدراسية للطلاب باستخدام التعلم من العلوم والرياضيات في التكنولوجيا ويقدر كاف، لتحسين تعلم الفروع الأربعة.

٦- استخدام التعلم من منهجي العلوم والرياضيات لتحسين تعلم الطلاب.

٧- يجب أن يقابل محتوى الوحدة متطلبات محددة ثابتة من الإجراءات والعمليات، أثناء القيام بالمشروعات والتجارب والأنشطة الطلابية.

٩-١ الإطار العام لتصميم الدرس القائم على مدخل STEM :

إن الإطار العام لدرس STEM يتكون من العناصر التالية (علاالله ، ٢٠١٩ ، ٢٣٥) :

١- الأهداف: تصاغ أهداف الدرس في ضوء مدخل STEM على شكل توقعات أداء تصف المعرفة أو المهارة المكتسبة أو المنتج النهائي (NRC,2011,218).

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، 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 والأنشطة.

٣- الأنشطة التعليمية:

تتنوع الأنشطة التعليمية 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.
- هـ. أنشطة تعكس رؤية بنائية توظيفية للتعلم؛ 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 إبداعية للمشكلات العلمية.
- ح. أنشطة تنمي مهارات الحل الإبداعي 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 الأخرى 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 الآلي وأنشطة تكنولوجية يدوية يستخدم فيها المواد والأدوات، لتصنيع نماذج كتصميم المجسمات ثلاثية الأبعاد.
 - ٤- **مصادر ووسائل التعلم:** تستخدم مصادر ووسائل تعليمية متعددة مثل الكتب، والتطبيقات التعليمية، والأجهزة التقنية والبرامج المحوسبة، ومواد وخامات وغيرها.
 - ٥- **التقويم:** يعد التقويم مرتكزاً مهماً للطلاب يتعرفون من خلاله ما تم إنجازه من الأهداف حسب إرشادات المعلم الذي يقودهم نحو تحقيقها، من خلال التغذية الراجعة المستمرة، واستخدام أدوات تقويم متعددة تقيس الطالب من جميع الجوانب المعرفية والمهارية والميول والتفكير وغيرها.
- وحددت (Jolly, 2016, 93) مجموعة خطوات لإعداد وتنفيذ الدروس القائمة على STEM وهي:

- ١- ربط موضوع الدرس بمشكلة حقيقية.
- ٢- تحديد ما الذي يجب أن يكون عليه شكل النجاح (حل المشكلة).
- ٣- استخدام عمليات التصميم الهندسي محور التصميم.
- ٤- مساعدة الطلاب في تعرف التحديات.
- ٥- إشراك الطلاب في البحث عن المحتوى العلمي.
- ٦- جعل الطلاب يعملون في مجموعات من أجل تطوير أفكارهم والبحث عن حل للمشكلة.
- ٧- توجيه الطلاب نحو معايير اختيار أفضل الحلول والتصميمات.
- ٨- تقييم التصميم في ضوء معايير، وحل المشكلة.
- ٩- توجيه الطلاب إلى أن يعملوا في مجموعات ويتواصلوا ليستخلصوا نتائجهم.

١٠-١ الروبوت ومدخل STEM :

شهدت السنوات الأخيرة نموًا متسارعًا في تقدم التكنولوجيا وانتشارها، ومنها على سبيل المثال البرمجيات المفتوحة كالروبوتات، حيث تستعد الروبوتات للتأثير على الحياة والمجتمعات بشكل كبير؛ ولذا من الأهمية بمكان أن يقدم لجميع الطلاب خبرات تعليمية عالية الجودة في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM حتى يصبحوا مصممين ومبدعين لمستقبلنا الغني بالتكنولوجيا، بدلاً من أن يكونوا مستهلكين للمنتجات التكنولوجية؛ ولذا فإن العديد من البرامج التعليمية تسعى إلى دمج وإدخال عدد من التقنيات في تعليم وتعلم STEM ومنها الروبوتات، حيث أظهرت الأبحاث الحديثة أن الروبوتات يمكن أن تكون أداة تعليمية فعالة في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة

والرياضيات؛ لأن من شأنها أن تعزز مشاركة الطلاب في محتوى STEM (Rahman & et al,2017) (حسن ، ٢٠٢٠ ، ١٠) .

وبالنسبة للعديد من الطلاب الذين يميلون إلى مجال الهندسة والتكنولوجيا، فقد تكون الروبوتات ميزة إضافية، فتعلم البرمجة في هذا العالم المتقدم، يجعل من المهم تعلم كيفية فهم الآلة؛ فالطبيب الذي يعرف معداته الإلكترونية أفضل دائماً من الطبيب الذي لا يعرف ذلك؛ وهذا يجعل الروبوتات في مدخل STEM مهمة على جميع مستويات التعليم من المرحلة الابتدائية وحتى الجامعية؛ حيث يمكن للطلاب تعلم أساسيات الإلكترونيات والبرمجة والروبوتات (Colucci-Gray & et al,2019). (حسن ، ٢٠٢٠ ، ١١-١٢) .

واحتلت الروبوتات والإلكترونيات مكانة مركزية مهمة في ممارسات تعليم STEM منذ بداية ظهوره، ويمكن القول إن أحد أفضل المجالات التي يمكن أن تكون تداخلاً للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات هي الروبوتات، وفي البداية قبل أن تقفز إلى الأذهان الروبوتات بمفهومها وتركيبها المعقد، نحتاج إلى فهم ما نطاق الروبوتات التي يتم الحديث عنها في مدخل STEM، حيث يشار هنا إلى الروبوتات على أنها النهج التبسيطي لتطبيق الإلكترونيات التي يمكن للطلاب في المرحلة الابتدائية والثانوية التعامل معها. (حسن ، ٢٠٢٠ ، ١٣) .

ويتطلب الأمر الاستفادة من الإمكانيات الهائلة للروبوتات نتيجة دمجها على نطاق واسع في تعليم وتعلم STEM من المعلمين والطلاب على حد سواء ثقافة كافية في مجال الروبوتات، ويقصد بذلك الرغبة والإيمان بالحلول التي يمكن أن توفرها الروبوتات وكذلك فهمها وقبولها والاعتماد على مساهماتها في تعليم وتعلم STEM (Rahman & et al,2017)، كما أظهر نتائج دراسة (Ntemngwa & Oliver,2018) أن معلمي STEM يحتاجون إلى دعم مدرس تكنولوجيا خبير من أجل التنفيذ الناجح لفصول STEM.

وهدفت دراسة (السليمان، والعمرى ، ٢٠٢٠) تعرف أثر استخدام الروبوت التعليمي (Sphero) في رفع مستوى طلاب الصف الرابع الابتدائي في مهارة الاستدلال المكاني. واستخدمت الدراسة المنهج شبه التجريبي وتم إجراؤها على عينة (٦٠ طالبا) وهم عبارة عن مجموعتين: ضابطة، وتجريبية. تم استخدام الاختبار التحصيلي المقنن- لاختبار فروق المتوسطات- والملاحظة النوعية- لتحديد إمكانات ومعوقات تطبيق الاستخدام في الفصول الدراسية- كأدوات للدراسة. أظهرت نتائج الدراسة أن هناك دلالة إحصائية في فروق متوسطات المجموعتين التجريبية والضابطة لصالح المجموعة التجريبية التي استخدم الروبوت التعليمي في تدريسهم. وأوصت الدراسة بإقامة معامل متخصصة للروبوت في المدارس، وإدراج برمجة الروبوت ضمن مناهج التعليم العام، واستخدام الروبوت كوسيلة تعليمية في منهج الرياضيات.

ثانياً: البراعة الرياضية: Mathematical Proficiency

تم تناول البراعة الرياضية من حيث:

- ١-٢ مفهوم البراعة الرياضية.
- ٢-٢ أهمية البراعة الرياضية.
- ٣-٢ سمات الطالب ذي البراعة الرياضية.
- ٤-٢ مكونات البراعة الرياضية.

٥-٢ التدريس وفق مدخل STEM لتنمية مكونات البراعة الرياضية.

١-٢ مفهوم البراعة الرياضية:

تعددت تعريفات البراعة الرياضية من وجهة نظر الباحثين والمتخصصين:

فقد عرفها (الحنان ، ٢٠١٨ ، ٧٢١) بأنها: مجموعة من العمليات والمهارات العقلية التي تتضمن قدرة الطالب على استيعاب المفاهيم والقوانين والعلاقات الرياضية، وتنفيذ العمليات الرياضية بمرونة ودقة عالية، واستخدام أنسب الإجراءات للوصول إلى حل للمشكلات التي تواجهه، إضافة إلى تفسير تنفيذ الإجراءات المستخدمة والتحقق من صحة الحل، حتى يصل إلى رؤية الرياضيات كمادة مفيدة وذات قيمة ويكتسب الثقة في استخدامها.

وتعرف (الملّوحي، والأحمدي ، ٢٠٢٠ ، ١٩٦-١٩٧) البراعة الرياضية بأنها: إحدى نواتج تعلم الرياضيات تتضمن المفاهيم وتنفيذ الإجراءات بمرونة ودقة وقدرة على صياغة وتمثيل حل المشكلات، باستخدام استراتيجيات التفكير المنطقي والتبرير والتفسير ويرتبط بالفائدة.

وتعرف (عبدالفتاح ، ٢٠٢٠ ، ١٧٢) البراعة الرياضية بأنها: قدرة التلاميذ على تنفيذ الإجراءات الرياضية بمرونة، وكفاءة، ودقة عالية، وذلك بناء على استيعاب المفاهيم والمصطلحات والعمليات الرياضية، والتفكير المنطقي والتأملي والتفسير والتبرير وتمثيل وصياغة المشكلات الرياضية؛ لسهولة الوصول إلى الحل، ومن ثم الشعور بأن الرياضيات مادة مفيدة ولها قيمة ويمكن استخدامها بكفاءة عالية وبثقة تامة.

ويشير (Groves,2012 , 122) إلى أنها طريقة ناجحة لتعلم الرياضيات من خلال الفهم الشامل للمعادلات والمصطلحات الرياضية، وجعل هذه المعادلات والمصطلحات الرياضية جزءاً من الحياة اليومية للطالب وللخروج بعد ذلك؛ والبراعة الرياضية تشتمل عناصر خمسة: الاستيعاب المفاهيمي، والطلاقة الإجرائية، والكفاءة الاستراتيجية، والاستدلال التكميلي، والرغبة المنتجة.

وبالتالي فإن مصطلح البراعة الرياضية لا يركز على تعليم وتعلم الرياضيات كمجموعة من المعارف والمهارات المكتسبة، بل يهتم بفهم البنية الحسابية والرياضية، والتمكن من الإجراءات وتعلم الرياضيات بنجاح وتجسيد جميع جوانب الخبرة والكفاءة؛ مما يساعد الطلاب على حل المشكلات الرياضية والحياتية. (حناوى ، ٢٠١٨ ، ٣٨٠).

ويذكر (ملقي ، ٢٠١٦ ، ١٧٣) أن البراعة الرياضية تشير إلى "استيعاب المفاهيم والعمليات الرياضية، والمهارة في تنفيذ الإجراءات بمرونة ودقة عالية، وذلك أثناء صياغة وتمثيل وحل المشكلات الرياضية، حتى يصل الطالب لرؤية الرياضيات كمادة مفيدة".

ويعرفها (عبيدة ، ٢٠١٧ ، ٢٨) بأنها: "قدرة الطالب على توظيف الخبرات ومعالجتها لتشكيل بنائه المعرفي، ثم توظيفها في حل المشكلات، وإنتاج معرفة رياضية جديدة، وخلالها يقوم الطالب بعمليات رياضية، ويكتسب مهارات خريطة مكونات البراعة الرياضية".

ويعرفها (Freund, 2011 , 27) بأنها: مفهوم شامل لكل الأعمال الذهنية وغير الذهنية التي يتم من خلالها حل المسائل الرياضية بسرعة ودقة عالية .

ويعرف (الجندي، و خليل ، ٧٣، ٢٠١٩، ٧٤) البراعة الرياضية بأنها: مجموعة من العناصر المتشابكة والمترابطة الضرورية لتعليم وتعلم الرياضيات، والتي تشمل الاستيعاب المفاهيمي، والطلاقة الإجرائية، والكفاءة الاستراتيجية، والاستدلال التكميلي، والرغبة الرياضية المنتجة.

ويعرف الباحث البراعة الرياضية بأنها: عملية عقلية يقوم بها الإنسان عندما يتعرض لموقف رياضي أو مشكلة رياضية يظهر فيها استيعابه للمفاهيم والعمليات الرياضية والمهارة في تنفيذ الإجراءات بمرونة ودقة عالية، أثناء صياغة وتمثيل وحل المشكلات الرياضية، حتى يصل الطالب لرؤية الرياضيات كمادة مفيدة ، ويقاس من خلال اختبار البراعة الرياضية الذي أعده الباحث لهذا الغرض".

٢-٢ أهمية البراعة الرياضية:

يشير (السعيد ، ٢٠١٨) إلى أن بذل الجهد لتنمية البراعة الرياضية ليس فقط جديرا بالاهتمام، ولكنه ضروري أيضا للارتقاء بتدريس الرياضيات من خلال :

١. التعلم الفعال للمفاهيم والإجراءات الرياضية الجديدة.
٢. بذل جهد أقل من أجل تذكر المعلومات الرياضية.
٣. زيادة الحفظ والاسترجاع والتحصيل في الرياضيات.
٤. تعزيز قدرات حل المشكلات والمسائل الرياضية.
٥. تحسين الاتجاهات والميول والمعتقدات نحو الرياضيات.

وتتمثل أهمية تنمية البراعة الرياضية لدى الطلاب في أنها ترجمة لمبادئ ومعايير الرياضيات المدرسية، وأنها تبرز طبيعة المفاهيم والمهارات والأنشطة والعمليات والمطلوب من الطالب التمكن منها للنجاح في الرياضيات.

٢-٣ مكونات البراعة الرياضية:

ويمكن تناول أبعاد البراعة الرياضية بجزء من التفصيل فيما يلي (عبدالفتاح ، ٢٠٢٠ ، ١٧٢-١٧٩) (السعيد ، ٢٠١٨ ، ٣-١٠) (المُلُوحِي ، و الأحمدي ، ٢٠٢٠ ، ١٩٦-١٩٧):

١- الاستيعاب المفاهيمي. (Conceptual Understanding):

وهو استيعاب الأفكار الرياضية الأساسية من مفاهيم، ومصطلحات، وتعميمات، والربط بين هذه الأفكار الرياضية بحيث يتمكن الطالب من معرفة المضمون الذي تستخدم فيه الفكرة الرياضية (عبدالنعيم ، ٢٠١٢ ، ٦).

كما يتضمن القدرة على تمثيل المفهوم والأفكار الرياضية بأكثر من طريقة وتوظيفها في حل المشكلات الرياضية والحياتية، وعلاقة ذلك بفهم الإجراءات الرياضية المختلفة؛ حيث يتكون الفهم المفاهيمي لدى الطالب عندما يكون قادرًا على بناء الروابط والتمثيلات المختلفة، التي تسمح له برؤية مفاهيم الرياضيات المجردة بطرق متنوعة. (Awofala , 2017 , 489).

ويمكن الاستدلال على الفهم المفاهيمي بمجموعة من المؤشرات منها: استيعاب معنى المفهوم الرياضي، وخصائصه، ورموزه، والعمليات المرتبطة به، وكيفية تطبيقه في الحياة اليومية، واستنتاج العمليات الرياضية المرتبطة به. (حناوى ، ٢٠١٨ ، ٣٨١).

يتضح مما سبق أن المعرفة التي يتم تعلمها بفهم توفر أساسا لتوليد المعرفة الجديدة ولحل المشكلات الجديدة غير المألوفة؛ حيث إن الاستيعاب المفاهيمي يسمح للطلاب ببناء معرفة جديدة بناءً على الروابط بينها وبين المعرفة السابقة التي تعلمها، وهذه الطريقة أفضل وأكثر فائدة من حفظ الحقائق والإجراءات التي يقوم بها.

٢- الطلاقة الإجرائية (Procedural Fluency):

تشير إلى تنفيذ العمليات الإجرائية من خوارزميات ومهارات رياضية بمرونة، ودقة، وكفاءة، ومعرفة متى وكيف يتم استخدامها بشكل مناسب لحل المشكلات الرياضية. (Awofala , 2017 , 489).

وبالتالي تتضمن الطلاقة الإجرائية المهارة في تنفيذ الإجراءات والعمليات الرياضية بشكل ملائم، ومعرفة متى وكيف تستخدم هذه الإجراءات والعمليات في حل المشكلات الرياضية بشكل مناسب، والقدرة على تذكر خطوات الإجراءات وتنفيذها بدقة، وبسرعة، وبكفاءة. (الحنان، ٢٠١٨ ، ٧٣٠). كما ترتبط الطلاقة الإجرائية بفهم المفاهيم؛ فالفهم يجعل تعلم المهارات أكثر سهولة، وأقل عرضه للأخطاء، كما أن مهارات الطلاقة الإجرائية تدعم الفهم المفاهيمي. (Klein, 2012 , 411). وعدم وجود طلاقة إجرائية كافية يؤدي إلى صعوبة في فهم الأفكار أو حل المشكلات الرياضية (أبو الرايات ، ٢٠١٤ ، ٦٩).

لذا لا بد من توافر مستوى معين من الطلاقة الإجرائية؛ لتعلم واستيعاب المفاهيم والأفكار الرياضية، ولتحفيز الطلاب على استخدام الرياضيات لحل المشكلات الرياضية والحياتية بثقة وبطريقة صحيحة، كما أن استيعاب المفاهيم الرياضية يزيد من مستوى الطلاقة الإجرائية لدى الطالب.

٣- الكفاءة الاستراتيجية (Strategic Competence):

تشير إلى القدرة على صياغة وتمثيل وحل المشكلات الرياضية، واكتشاف علاقات رياضية، واستنباط طرق واستراتيجيات جديدة للحل، كما تشمل كيفية تكوين الصور العقلية لحل المشكلات. (Schoenfeld, 2007 , 64)

حيث يظهر الطالب قدرته على الكفاءة الإستراتيجية من خلال تميزه في صياغة وتمثيل وحل المشكلات الرياضية بمهارة، وفاعلية في استخدام إستراتيجيات الحل. (جودة ، ٢٠١٩ ، ٢٦٥). في ضوء ذلك نجد أن الكفاءة الإستراتيجية تتطلب من الطالب القدرة على بناء تمثيلات رياضية مختلفة لإعادة صياغة المشكلة الرياضية؛ مما يسهل عملية حلها، كما تتطلب أيضاً المرونة في التعامل مع المشكلة، من خلال توسيع نطاق المعرفة المطلوبة لحل المشكلة؛ حيث ترتبط الكفاءة الإستراتيجية بكل من الفهم المفاهيمي والطلاقة الإجرائية، فعند تطوير إستراتيجية لحل مشكلة غير نمطية فإن ذلك يعتمد على فهم المعلومات المعطاة والأفكار المتضمنة في المشكلة، بجانب الطلاقة في حل المشكلات النمطية.

٤- التبرير أو الاستدلال التكيفي (Adaptive Reasoning):

يعد وسيلة من وسائل إقناع الآخرين بالأفكار الرياضية، وحلول المشكلات؛ ليتضح للجميع أن الرياضيات مادة يمكن فهمها بسهولة، ولها معنى، ويمكن تنفيذ خطواتها. (رضوان ، ٢٠١٦ ، ٢١). ويشير الاستدلال التكيفي إلى القدرة على التفكير المنطقي والتأمل والتفسير والتبرير الملائم للعلاقات والمواقف ، وبالتالي فالاستدلال التكيفي يمكن الطالب من استخدام التفكير المنطقي لاستيعاب المفاهيم، والعلاقات، والأفكار المرتبطة بالموضوع، وتفسير وتبرير الحلول للمشكلات والمواقف الرياضية (الحنان ، ٢٠١٨ ، ٧٣٤)، كما يمكن الطالب من استخدام الأنماط والنماذج الرياضية والأمثلة

والحالات الخاصة لاستنتاج الخصائص، والقوانين، والتعميمات المرتبطة بالمفهوم الرياضي، بالإضافة إلى إجراء الخوارزميات والإجراءات الرياضية بشكل متسلسل ومترابط، مع تقدير معقولة الإجراءات المستخدمة لحل الموقف الرياضي (عبدالحاميد، ٢٠١٧، ٥٨).

في ضوء ذلك يتضح أن الاستدلال التكييفي يستخدم لفهم العلاقات والروابط بين جوانب المشكلة بطريقة كلية، وتحديد الإجراءات المناسبة للحل، ولكي يتمكن الطالب من الاستدلال التكييفي يجب أن يمتلك قاعدة وخلفية معرفية سابقة وكافية تجعله قادرًا على تحليل المشكله، وتأملها، وشرحها للآخرين، وتقدير النتائج، وتفسيرها؛ لذا يجب أن يتفاعل الاستدلال التكييفي مع مكونات البراعة الرياضية الأخرى أثناء حل المشكلة الرياضية، فالكفاءة الإستراتيجية تساعد الطلاب على صياغة وتمثيل المشكلة، أما الاستدلال التكييفي فيساعد في تحديد الإجراءات المناسبة للحل، والفهم المفاهيمي يوفر المعلومات والمعطيات التي تساعد على الاستدلال التكييفي.

٥- النزعة المنتجة (أو الميل المنتج) (Productive Disposition):

تعد النزعة المنتجة الهدف الذي نريد تحقيقه من دراسة الرياضيات، وذلك بالنظر إلى الرياضيات على أنها واقعية ومفيدة ومجدية، وأنها مجال يعتمد على الحس، ويقترن ذلك بجد الشخص واجتهاده وكفاءته (Schoenfeld, 2007, 68)؛ أي شعور الطالب بأنه فعال في الرياضيات، وأن الجهد المبذول والمستمر في دراسة الرياضيات يؤتي ثماره. (عبدالنعيم، ٢٠١٢، ٢٤).

وقد أشارت معايير المجلس القومي لمعلمي الرياضيات (NCTM) إلى أهمية تنمية النزعة الرياضية المنتجة لدى الطلاب، وتشير تلك المعايير إلى أن هذه النزعة الوجدانية تتضمن ما يلي: (عبيد، ٢٠٠٤، ٧٨)

- الثقة في استخدام الرياضيات عند حل المشكلات الرياضية، والتبرير وإقامة الدليل.
- الرغبة في التخطيط المستقبلي عند محاولة حل المشكلة الرياضية.
- المرونة في طرح واستكشاف الأفكار الرياضية ومحاولة إيجاد حلول بديلة للمشكلة.
- التأمل فيما يفكر فيه الطالب ومراقبة تفكيره وأفعاله.
- تنمية حب الاستطلاع والابتكار لدى الطالب عند القيام بعمل رياضي.
- تثمين دور الرياضيات في ثقافة المجتمع وحضارته.
- تثمين تطبيق الرياضيات في حل مواقف وخبرات حياتية متنوعة.

مما سبق يتضح أن البراعة الرياضية مفهوم شامل له أبعاده التي يجب تنميتها بشكل مترابط ومتشابك؛ حيث ينبغي أن تعكس الممارسات التدريسية داخل الفصول الدراسية أبعاد البراعة الرياضية كلها؛ للتغلب على القصور والضعف الذي يعانيه الطلاب في فهم واستيعاب الأفكار والمفاهيم الرياضية، ومعرفة الإجراءات المناسبة لحل المشكلات الرياضية والحياتية؛ للوصول بالطلاب لمستوى الكفاءة في إجراء العمليات الحسابية والرياضية المختلفة، وتنمية اتجاهاتهم الإيجابية نحو مادة الرياضيات ورؤيتهم لها على أنها مادة واقعية ومفيدة وذات معنى، ولا بد من بذل الجهد لتعلمها ودراساتها.

ومن الدراسات السابقة التي تناولت مكونات البراعة الرياضية: توصلت دراسة (المؤحي، والأحمدي، ٢٠٢٠) إلى أن مستوى تلميذات الصف الأول الثانوى العام، منخفض في الاستيعاب المفاهيمي، والطلاقة الإجرائية، والكفاءة الاستراتيجية، والاستدلال التكييفي، ومتوسط في الرغبة المنتجة، وتوصلت دراسة (عبدالفتاح، ٢٠٢٠) تنمية البراعة الرياضية لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي باستخدام استراتيجية مقترحة في تدريس الرياضيات قائمة على قبعات التفكير الست، وأظهرت النتائج أن الاستراتيجية المقترحة القائمة على قبعات التفكير الست لها فاعلية في تنمية مكونات البراعة الرياضية

المتتملة في (الاستيعاب المفاهيمي – الطلاقة الإجرائية – الكفاءة الاستراتيجية – الاستدلال التكميلي)، وفي تنمية البعد الخامس من أبعاد البراعة الرياضية (النزعة الرياضية المنتجة) لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي، في حين دلت نتائج دراسة كل من (راشد، وحسين، ٢٠١٩) على فاعلية وحدات التعلم الرقمية القائمة على التمثيلات الرياضية في تنمية البراعة الرياضية بمكوناتها الخمسة لدى طالبات المرحلة الثانوية بمدينة الرياض، وبينت دراسة (التونسي، ٢٠١٩) فاعلية نموذج الفورمات (4MAT) لمكاري في تنمية البراعة الرياضية لدى تلاميذ الصف الأول الثانوي العام، بينما توصلت دراسة (مرسال، ٢٠١٩) إلى تنمية البراعة الرياضياتية باستخدام استراتيجية تولى قائمة على التساؤل الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، ودراسة (حناوي، ٢٠١٨) التي كشفت فاعلية استراتيجية سوم (SWOM) في تدريس الرياضيات لتنمية مكونات البراعة الرياضية لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي بمدينة أسبوت، بينما استخدمت دراسة (Groth, 2017) الكتابة الرياضية في تحسين مستوى البراعة الرياضية لدى طلاب مرحلة ما بعد التعليم الثانوي، وأثبتت فاعليتها، كما أثبتت دراسة (Chang, et al, 2015) ، التأثير الكبير للألعاب التعليمية على تنمية البراعة الرياضية لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة (الصف السادس والسابع والثامن) في المدارس الريفية في ولاية فرجينيا الغربية، ودراسة (Groves, 2012) التي أعدت برنامجاً في الكسور لتنمية البراعة الرياضية لدى الطلاب الموهوبين بالصف السادس والسابع، وأوضحت النتائج فاعلية البرنامج، كما توصلت دراسة (Kim & Chango, 2010) إلى فاعلية التعلم المقلوب في تنمية البراعة الرياضية، وخاصة بعد الطلاقة الإجرائية مقارنةً بالأبعاد الأخرى

٢-٤ خصائص وسمات الطالب ذي البراعة الرياضية:

حدد كل من (عبدالفتاح، ٢٠٢٠، ١٧٢-١٧٩) (الملّوحي، والأحمدي، ٢٠٢٠، ١٩٨-٢٠٣) خصائص وسمات الطالب ذي البراعة الرياضية في الآتي:

- ١- الاستيعاب المفاهيمي: يظهر الطالب فهمه المفاهيمي من خلال:
 - استيعاب المفاهيم الرياضية، والعلاقات، والعمليات.
 - تطبيق المفاهيم الرياضية في المواقف الحياتية.
 - استنتاج التعميمات الرياضية المرتبطة بالمفاهيم الرياضية.
 - دمج، وتكامل الأفكار الرياضية.
 - استنتاج وتقييم علاقات رياضية بطريقة صحيحة، ومعقولة.
- ٢- الطلاقة الإجرائية: يظهر الطالب مهاراته في الطلاقة الإجرائية من خلال:
 - اختيار العمليات الرياضية المناسبة لحل المشكلة.
 - تنفيذ الإجراءات بمرونة، ودقة، وكفاءة، وبشكل ملائم.
 - معرفة الإجراءات ومعرفة متى وكيف يستخدمهم بشكل ملائم أثناء الحل.
 - تذكر تطورات الإجراءات وتنفيذها بدقة وبسرعة.
 - التحقق من نتائج الإجراءات.
- ٣- الكفاءة الاستراتيجية: يظهر الطالب قدرته على الكفاءة الاستراتيجية من خلال:
 - صياغة وتمثيل وحل المشكلات الرياضية.
 - استخدام صيغ معروفة واشتقاق صيغ جديدة وحل مشكلات رياضية غير تقليدية.
 - الإبداع والمرونة في استخدام إستراتيجيات حل المشكلة.

- البحث عن المسائل المتشابهة في حلها وصياغتها.
 - تحديد المعلومات الرياضية المهمة والتغاضي عن المعلومات الزائدة.
 - ٤- الاستدلال التكيفي: يظهر الطالب قدرته على الاستدلال التكيفي من خلال:
 - التفكير المنطقي والتأملي والتفسير والشرح والتبرير.
 - التفكير بشكل رسمي القائم على قواعد المنطق والبرهان، والتفكير بشكل غير رسمي القائم على الابتكار والفهم.
 - التكيف مع التغيرات في الفرضيات.
 - ٥- النزعة المنتجة: يظهر الطالب قدرته على تلك النزعة من خلال :
 - رؤية الرياضيات كمادة مفيدة وجديرة بالاهتمام، إلى جانب الاجتهاد والكفاءة الذاتية.
 - تطبيق المبادئ الرياضية في المواقف خارج الفصول الدراسية
 - التحفز لرؤية المشكلة حتى نهايتها حتى لو استغرقت وقتا طويلا لإحراز تقدم بها.
- ٢-٥ التدریس وفق مدخل STEM لتنمية مكونات البراعة الرياضية:

أشار (علاالله ، ٢٠١٩ ، ٢٢٨) إلى أن مدخل STEM يمكنه تغيير تعليم وتعلم الرياضيات في مختلف مراحل التعليم؛ 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، واستخدام الأدوات المناسبة والنماذج الواقعية والتمثيلات الرياضية، وتسجيل النتائج وتطبيق المفاهيم والمهارات الرياضية في حل المشكلات الأصيلة، ويتعرف الطرق المختلفة للحل في الرياضيات التطبيقية، كما يتعلم أن الفكرة الأساسية لتعلم الرياضيات هي اكتشاف وإنتاج 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.

ومما لا شك فيه أنه توجد علاقة تأثير وتأثر بين مدخل STEM وتنمية البراعة 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 والتصميمات الهندسية والعلاقات التفاعلية بينهم القائمة على مدخل STEM؛ قد يؤدي لرفع مستوى مهارات الحل الإبداعي للمشكلات ويسهم في تنميتها.

ويشير كل من (علاالله ، ٢٠١٩) (Akgunduz, 2016) (Robelen,2011)

(Bybee,2013) إلى وجود علاقة تأثير وتأثر بين مدخل STEM وتنمية البراعة الرياضية فيما يلي:

- ١- أن الرياضيات كأحد مكونات مدخل STEM تعد مجالاً خصباً وغنياً لتنمية أنماط التفكير، ومنها التفكير النقدي والإبداعي وحل المشكلات، وتدفع الطلاب نحو التفكير، فالإبداع في الرياضيات يرتبط بالقدرة على التفكير بصورة تباعدية تتمثل في التعامل مع المشكلات غير النمطية بالنظر إليها من عدة زوايا مختلفة وصولاً إلى إنتاج متنوع.
- ٢- أن مدخل STEM يسهم تنمية قدرات الطلاب في فهم تكامل هذه التخصصات، مما ينعكس على جودة المخرجات التعليمية، ويشجع على اكتساب الطلاب المعارف والمهارات التي تهيئهم للاقتصاد المعرفي، ويدعم تنمية مهارات حل المشكلات في العديد من التخصصات الدراسية، وينمي الإبداع لديهم باكتشاف آفاق أكبر من خلال ممارسات STEM التعليمية.

- ٣- إن تعليم الرياضيات وفق مدخل STEM يساعد الطلاب على تنمية تفكيرهم، ويعزز معرفتهم ومهاراتهم في مجالات التكنولوجيا، والتصميم، والتفكير الاستقرائي، وحل المشكلات، كما يساعدهم على فهم العالم الحقيقي والقدرة على تطبيق العلم لتحسين التكنولوجيا.
- 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.
- ٥- يوفر مدخل STEM فرصة كبيرة لتعلم الابتكار والإبداع ويسمح للطلاب باستكشاف آفاق أكبر، من خلال استخدام مهارات حل المشكلات ليصبحوا قادة الغد، ويمنحهم الفرصة للتجربة والحوار والمناقشة والاكتشاف والتصميم والإنشاء والبناء.
- ٦- أن مدخل STEM يزيد من قدرة الطلاب على تعلم الرياضيات، وينمي لديهم التفكير النقدي، لارتباطهم بالعالم الحقيقي في التعليم، والحاجة لتطبيق المفاهيم الرياضية.
- 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 بالمسؤولية والإنجاز، ليكون في النهاية مبادراً في عمله ومؤهلاً لمواجهة ما يقابله من مشكلات في الحياة والمستقبل.
- ٨- التعليم القائم على مدخل STEM يوجه الطلاب للتفكير مثل الخبراء لدراسة نطاق واسع من المعلومات في تخصصات عدة، ويتعرفون الأنماط ويقومون بتلخيص الكم الهائل من المعلومات للوصول إلى حل يتطلب معرفة كيفية ارتباط المفاهيم ببعضها، وتشمل هذه المهارة توليدهم حلولاً جديدة ومبتكرة .

دور معلم الرياضيات في تنمية البراعة الرياضية:

هناك مجموعة من الممارسات التدريسية والمبادئ التي يجب أن يراعيها معلم الرياضيات عند تدريس الرياضيات لتنمية مكونات البراعة الرياضية، أهمها: (المعثم و المنوفي ، ٢٠١٤ ، ١٨-٢٣)، (عبيدة ، ٢٠١٧ ، ٣٤) (عبدالفتاح ، ٢٠٢٠ ، ١٧٩-١٨٠) :

- البناء على المعرفة السابقة.
- توفير فرص للتعلم وهي الظروف التي يسمح فيها للطلاب بالانخراط في مهام التعلم مثل: العمل مع المشكلات، وجمع بيانات، واستكشاف مواقف، والاستماع إلى شروح، وقراءة نصوص رياضية.
- تيسير مناقشات هادفة في الفصول الدراسية، والسماح للطلاب بقيادة الحوار والمشاركة بفاعلية وتشجيعهم على التفكير الرياضي وحل المشكلات.
- اختيار مهام رياضية إبداعية تنمي مهارات ومعارف الطلاب في الرياضيات، وتحفيزهم على مجابهة كل مهمة رياضية من الزاوية الخاصة بكل منهم.
- التخطيط المدروس لأنشطة الدرس وتنفيذها بعناية والتحسين المستمر.
- توظيف روح الدعابة الرياضية داخل الفصول الدراسية.
- نمذجة وتمثيل المواقف الرياضية بشكل هادف لتنمية الطلاقة الإجرائية والفهم المفاهيمي.
- الدافعية والتحفيز المستمر للطلاب، وغرس الثقة فيهم بشكل مستمر للإنجاز بنجاح في مواجهة تحديات الرياضيات، ومساعدتهم على تقدير قيمة ما تعلموه.

- تكوين مجتمعات تعلم داخل قاعات الدروس بدلاً من كونها تجمع من الأفراد المعزولين.
- تشخيص ومناقشة المفاهيم الخطأ.
- توظيف اليديات التكنولوجية بطريقة مناسبة، وتوظيف المهام الإثرائية، بالإضافة إلى توظيف استراتيجيات حل المشكلة، والاستدلال، والتواصل، والترابط، والتمثيلات الرياضية.
- استخدام التقييم بفاعلية.

ونظرًا لأهمية البراعة الرياضية؛ باعتبارها أحد أهم المخرجات التعليمية في برامج تعلم الرياضيات في القرن الحادي والعشرين؛ فقد اتجهت العديد من الدراسات إلى تنميتها لدى الطلاب في المراحل الدراسية المختلفة والتي منها: وتوصلت دراسة (الجندي، وخليخ، ٢٠١٩) إلى استقصاء أثر استخدام استراتيجيات تدريسية قائمة على البراعة الرياضية في تنمية التحصيل الدراسي وفقًا للاختبارات الدولية (TIMSS) وتقدير الذات الرياضي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، كما هدفت دراسة (حمادة، ٢٠١٩) تنمية البراعة الرياضية ومهارات التفاوض المعرفي لتلاميذ الصف الأول الإعدادي من خلال التفاعل بين استراتيجيات التعلم المنظم ذاتيًا وأنماط التغذية الراجعة. وأعدت دراسة (الحنان، ٢٠١٨) برنامجًا قائمًا على البراعة الرياضية لتنمية مهارات الترابط الرياضي والميل نحو الرياضيات لدى تلاميذ الصف الأول الثانوي العام، ودراسة (Wofala, 2017) التي هدفت تقييم البراعة الرياضية لدى ١٠ طلاب من المدارس الثانوية العليا في ولاية لاجوس بنيجيريا، وأظهر طلاب المدارس الثانوية مستوى عاليًا من الكفاءة الرياضية مع اختلاف بسيط بين الجنسين. كما هدفت دراسة (Tsai & Li, 2017) تنمية البراعة الرياضية لدى الطلاب في أثناء تعلم الكسور، وتعرف الصعوبات التي يواجهونها في أثناء التعلم، بجانب مساعدة المعلمين أيضًا على تنمية براعتهم الرياضية أثناء التدريس، وأثبتت دراسة (عبد الحميد، ٢٠١٧) فاعلية استخدام استراتيجيات الرحلات المعرفية عبر الويب (الويب كوست) في تدريس الهندسة لتنمية البراعة الرياضية لطلاب الصف الأول المتوسط بالزلفي، ودراسة (عبيدة، ٢٠١٧) التي استخدمت نموذجًا تدريسيًا قائمًا على أنشطة برنامج التقييم الدولي للطلبة (PISA) لتنمية مكونات البراعة الرياضية والثقة الرياضية لدى طلبة الصف الأول الثانوي، وأثبتت النتائج فاعلية النموذج في تنمية مكونات البراعة الرياضية، وفي تنمية مكونات الثقة الرياضية لدى الطلاب، ودراسة (عزيز، ٢٠١٧) التي استخدمت استراتيجيات التعلم بالدماغ ذي الجانبين لتنمية البراعة الرياضية لدى طلاب الصف السادس الأساسي بغزة، كما هدفت دراسة (رضوان، ٢٠١٦) تفصي أثر برنامج تعليمي قائم على البراعة الرياضية في التحصيل والتفكير الرياضي لدى طلبة الصف السابع الأساسي في محافظة قلقيلية، دراسة (ملقي، ٢٠١٦) استخدمت نموذج أبعاد التعلم لمارزانو لتنمية أبعاد البراعة الرياضية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، وأعدت دراسة (حسن، ٢٠١٦) برنامجًا قائمًا على استراتيجيات التدريس المتميز لتنمية البراعة الرياضية لدى طلاب المرحلة الثانوية، ودراسة (Cragga & Gilmore, 2014) التي هدفت معرفة أثر المهارات الوظيفية التنفيذية المتمثلة في مراقبة ومعالجة المعلومات في الذهن (الذاكرة العاملة)، وقمع المعلومات المشتتة والاستجابات غير المرغوب فيها (التثبيط)، والتفكير المرن على تطوير البراعة في الرياضيات، وأشارت نتائجها إلى الدور الحاسم الذي تقوم به تلك المهارات في تطوير البراعة الرياضية واكتساب المعرفة الرياضية الجديدة.

ثالثاً: التفكير المستقبلي:

تناول الباحث التفكير المستقبلي من حيث:

- ١-٣ مفهوم التفكير المستقبلي.
- ٢-٣ أهمية التفكير المستقبلي.
- ٣-٣ مبادئ التفكير المستقبلي.
- ٤-٣ سمات الأفراد ذوي التفكير المستقبلي.
- ٥-٣ خطوات التفكير المستقبلي.
- ٦-٣ مهارات التفكير المستقبلي.
- ٧-٣ دور المعلم والطالب في تنمية التفكير المستقبلي.
- ٨-٣ معوقات التفكير المستقبلي.
- ٩-٣ تدريس الرياضيات والتفكير المستقبلي .
- ١٠-٣ التدريس وفق مدخل STEM لتنمية التفكير المستقبلي.

١-٣ مفهوم التفكير المستقبلي:

تعرف (أبو موسي ، ٢٠١٧ ، ٦٨ - ٨٠) التفكير المستقبلي بأنه: نوع من أنواع التفكير التي تستخدم فيه خطط وسيناريوهات لإعطاء توقعات قد تحدث في المستقبل في فترة زمنية معينة.

كما يعرفه (حافظ ، ٢٠١٥ ، ٤٨٢) بأنه: "القدرة على صياغة فرضيات جديدة، والتوصل إلى ارتباطات جديدة باستخدام المعلومات المتوفرة، والبحث عن حلول جديدة وتعديل الفرضيات وإعادة صياغتها عند اللزوم، ورسم البدائل المقترحة ثم صياغة النتائج".

كما يعرفه (Jones & et.al, 2012 , 688) بأنه : "استكشاف منظم للمستقبل، وهو يشجع على التحليل والنقد والتخيل والتقييم وتصور حلول لمستقبل أفضل".

وترى كل من (الشافوري ، وعمر ، ٢٠١٣ ، ٤٦) أن التفكير المستقبلي عبارة عن: "العملية التي تقوم على فهم وإدراك تطور الأحداث من الماضي مروراً بالحاضر إلى امتداد زمني مستقبلي لمعرفة اتجاه وطبيعة التغيير اعتماداً على استخدام معلومات متنوعة عن الحاضر وتحليلها والاستفادة منها لفهم المستقبل".

ويعرفه (المنتصر ، ٢٠١٣ ، ٤٤) بأنه: "العملية الذهنية التي ينظم بها العقل خبرات ومعلومات الإنسان؛ من أجل اتخاذ قرار معين إزاء مشكلة، أو موضوع محدد يستفيد منه بالمستقبل".

وتعرفه (حسانين ، ٢٠١٤ ، ٧٤) بأنه: "مجموعة من العمليات العقلية ومهارات التفكير القائمة على الفهم، والتفسير، والتحليل، والتركيب... إلى غير ذلك، والتي تهدف إلى إدراك المشكلات ، والتحويلات المستقبلية، وصياغة فرضيات جديدة، والبحث عن حلول غير مألوفة، واقتراح أفكار مستقبلية محتملة؛ ويتطلب ذلك قدرة الطالب على إدراك معلومات الماضي، والحاضر، واختيار البدائل المرغوبة للتوصل إلى معرفة المستقبل وأحداثه".

ومما سبق يتضح أن التفكير المستقبلي:

- أحد أنماط التفكير المرتبطة بعملية استشراف المستقبل.
- جهد علمي منظم يعتمد على عدد من العمليات العقلية العليا تنطوي على مجموعة من القدرات المتصلة ذات العلاقات المتبادلة من خلال تحليل بنيته من الداخل.
- نشاط عقلي يتضمن تقديم عدد من الرؤى، والتصورات البديلة المحتملة والتي تساعد في توقع أحداث المستقبل ومواجهه تحدياته.
- يساعد الطالب على التكيف مع عالمه الخارجي والتنبؤ بالحلول الممكنة للكثير من المشكلات التي تقابله وتخفيف مشاعر القلق التي قد تحيط به مستقبلاً.
- تفكير متصل يمر بمراحل مثل: التنبؤ، والتصور، والتخطيط، واتخاذ القرار.
- يوظف قوة الإبداع والخيال للتنبؤ بالمستقبل.
- نشاط يقوم به العقل في ضوء فهم الأسباب، والمسببات التي من خلالها يمكن توقع حدث مستقبلي، أو أكثر في شكل توقعات مستقبلية لا تخرج عن نطاق المؤلف.

ويعرف الباحث التفكير المستقبلي بأنه: القدرة الفرد على استحضار الماضي لوضع رؤية مستقبلية للاستفادة منها لفهم المستقبل ، والتخطيط لحياته المستقبلية ، وينشط عند التفكير في المشكلات المستقبلية ، ويقاس باستخدام مقياس التفكير المستقبلي المعد لهذا الغرض.

٢-٣ أهمية التفكير المستقبلي:

يؤكد (Volk,2008, 20-35) أن الطلاب يظهرون اهتماما نحو القضايا المستقبلية ، وأن لديهم حساسية زائدة نحوها، وهذه القدرة ينبغي تطويرها إلى أقصى طاقاتها باستخدام البرامج اللازمة ، ولأهمية التفكير المستقبلي استحدث علم جديد سمي "علم المستقبليات" أو "الدراسات المستقبلية" .

ومن خلال بعض الدراسات والأدبيات تتمثل أهمية التفكير المستقبلي في التالي (زنقور ، ٢٠١٥ ، ٦٦-٧٥) (الشافوري ، وعمر ، ٢٠١٣ ، ٥٣) (أبو موسى ، ٢٠١٧ ، ٦٨ - ٨٠) ،

- يتمكن الفرد من توقع التهديدات والأزمات وإدراكها قبل حدوثها أحيانا.
- المساعدة في عملية صنع القرار عن طريق: توفير الأطر المفيدة لصنع القرار، تمييز الأخطار والفرص المواتية ، اقتراح مجموعة متنوعة من الطرق لحل مشكلة، المساعدة في تقديم بدائل جيدة إعانة الفرد على رؤية جدية وجديدة للواقع، زيادة درجة الاختيار، وضع أهداف وابتكار بدائل لبلوغها.
- يعد التفكير المستقبلي مهما في توكيد دور الطالب في مدرسة المستقبل ، وهو أكثر أهمية من التفكير فيما وراء المعرفة .
- التصدي للتحديات العالمية والمشاكل التي يواجهها التعليم نتيجة العولمة مما يدفع بالتفكير المستقبلي في بناء رؤية جديدة ومستقبلية للتعليم.
- يسهم في رسم خريطة شاملة سواء للواقع أو للمستقبل في ضوء مجموعة من التأملات.
- دراسة صور المستقبل ؛ والبحث في طبيعة المواقف والمشكلات وتحليلها ودراسة أسبابها وتقييم نتائجها.
- تبني صورة مستقبلية مفضلة والترويج لها ؛ واعتبار ذلك خطة ضرورية نحو تحويل هذه الصورة المستقبلية إلى واقع.

- إعمال الفكر والخيال في دراسة قضايا مستقبلية ممكنة ، بغض النظر عما إذا كان احتمال وقوعها كبيراً أو صغيراً، وهذا ما يؤدي إلى توسيع نطاق الخيارات والبدائل حول القضايا أو المشكلات الواقعة فعلاً.
- يعطي قدراً من الخيال والقدرة الذاتية على التصور المسبق لما هو غير معروف من النتائج .

وتأكيداً لما سبق ، أوضحت العديد من الدراسات أهمية تنمية التفكير المستقبلي لدى الطلاب، ومن هذه الدراسات: دراسة (Paxton, 2008) ، ودراسة (Jones & Others, 2012) ودراسة (Chiu, 2012) والتي أكدت أهمية تنمية التفكير المستقبلي لدى طلبة المرحلة الثانوية للتقليل من شعورهم بالاتجاهات السلبية ، ودعم هؤلاء الطلبة لتعلم القضايا العلمية والاجتماعية، وتنمية مهارات التفكير الإبداعي والابتكاري لديهم.

٣-٣ مبادئ التفكير المستقبلي:

يستند التفكير المستقبلي إلى جملة من المسلمات والمبادئ التي ينطلق منها أي بحث أو تفكير نحو المستقبل، وقد لخصها (عبدالرحيم ، ٢٠١٥ ، ١٢) (أبو موسي ، ٢٠١٧ ، ٦٨ - ٨٠) فيما يلي:

١- لا توجد هناك حتمية مستقبلية حيث إن المستقبل لم يعد احتمالاً، بل أصبح صوراً وأشكالاً يمكن دراستها، ومن ثم اختيار الأنسب منها حيث يتم التعامل مع المستقبل بأنه توقعات، أو تكهنات متفاوتة مشروطة يمكن من خلالها الاستعداد لإحداث المستقبل.

٢- يمكن صناعة المستقبل رغم أنه مجهول لا نعرف عنه شيئاً، وذلك من خلال الملاحظة أو التجربة المباشرة في الحاضر، من خلال تفاعل الأفراد مع بعضهم البعض، وتبادل الفهم فيما بينهم، ويمكنهم التوصل لتنبؤات مستقبلية تقترب من الدقة.

٣- يبدأ التخطيط للمستقبل ابتداءً بالحاضر، وذلك من خلال الاستراتيجيات والأساليب المتبعة في الوقت الراهن، مع الأخذ بعين الاعتبار التغيرات المستقبلية التي يتوقع حدوثها.

ويري الباحث أنه يجب وضع تصورات مستقبلية لمواجهة المشكلات، والربط بين ما يحدث في الوقت الحاضر وما يمكن التنبؤ به مستقبلاً، من أجل تحليل الأوضاع القائمة ووضع استنتاجات منطقية، فالعالم المستقبلي ينظر إلى الماضي ويربطه بالحاضر لينطلق إلى المستقبل.

٣-٤ سمات الأفراد ذوي التفكير المستقبلي:

يعد من أهم سمات الأفراد ذوي التفكير المستقبلي (عمار ، ٢٠١٥ ، ٥٤) (حسن وآخرون ، ٢٠٠٥ ، ١٨ - ٢٠) (حافظ ، ٢٠٠٩ ، ٦٢) ما يلي:

١. **الانفتاح للتجربة:** يبدو المستقبليون أنهم منفتحون انفتاحاً مشهوداً لأنماط التفكير جميعها، والحقيقة أنهم يبدأون يبحثون باستمرار عن معلومات جديدة عن العالم، ويشعرون بسعادة لا توصف فيها سعادة أخرى ؛ حيث يعيشون على فكرة مثيرة أصيلة، وهم باستمرار يتلاعبون بالأفكار، ويبدو أن لا فكرة جديدة تقلق المستقبلي فهو يفكر بهدوء ودون انفعال عن المستقبل، وكيفية الاستعداد له.

٢. **النظرة الكونية:** يفكر المستقبليون ضمن شروط وأحوال كونية لا وطنية والحقيقة أن المتطور وفي حالات كثيرة يبدو وقد أصبح متجاوزاً الحدود المحلية إن لم يكن كونياً.
٣. **المنظور الزمني المديد:** المستقبليون وبالتحديد يتوجهون نحو المستقبل ؛ لذا فهم يتمتعون بمنظور زمني يمتد بشكل أبعد للمستقبل.
٤. **العقلانية:** يرفض المستقبليون رغم انفتاحهم للتجربة الأفكار التي تفنقر إلى أسس عقلانية أو علمية مناسبة .
٥. **الشعور بالهدف والغاية:** يبدو المستقبليون أناساً مجدين جداً يمتلكهم الشعور بالرسالة فهم يحسون أن ما يفعلونه مهماً ، وسوف يساعد على إيجاد عالم أفضل.

٣-٥ خطوات التفكير المستقبلي:

يتضمن التفكير المستقبلي عدة مراحل يجب أن يقوم بها الفرد ليحقق أهدافه المنشودة، وقد وضحتها (زنقور ، ٢٠١٥ ، ٧١) في النقاط التالية:

١- الاستطلاع Looking Around:

وهي أولى مراحل التفكير المستقبلي، ومن خلالها يتم الفرد محاولة فهم وتحليل العوامل، وفهم كل ما يحيط بالمشكلة أو الموضوع المراد حله.

٢- التأمل looking Ahead:

وخلالها يتمكن الفرد من وضع البدائل الممكنة لمشكلة ما، ورسم الصورة المستقبلية ووضع السيناريو الممكن للسير وفقه مستقبلاً.

٣- التخطيط Planning:

ويتم إعداد مخطط لتحديد الفجوة بين الواقع الحالي والمستقبل المأمول، ووضع صورة مستقبلية أفضل قدر المستطاع في محاولة لتحقيقها.

٤- التنفيذ Acting:

يتم تنفيذ الخطوات السابقة والإستراتيجيات المتوقعة، مع وضع مؤشرات للتقييم، وتحديد نقاط الضعف والقوة وتعديل المسار.

يتضح مما سبق خطوات استخدام التفكير المستقبلي، المتمثلة في تحديد الأسباب والعوامل وراء المشكلات، والكشف عن المعوقات لتحقيق تنبؤات مستقبلية لمشكلة متوقعة، ووضع بدائل وخيارات لمواجهة المشكلة.

٣-٦ مهارات التفكير المستقبلي:

من خلال بعض الدراسات والأدبيات المرتبطة حدد الباحث مهارات التفكير المستقبلي كما يلي: (صالح ، ٢٠٠٩ ، ٣-١)، (متولي ، ٢٠١١ ، ٦٤-٦٥)، (Fortunato & Furey) (2011, PP.20-24)، (زنقور ، ٢٠١٥ ، ٦٦-٧٥) (حافظ ، ٢٠١٥ ، ١٢٥) :

١- التخطيط المستقبلي: وهو المهارة التي يستخدمها الفرد للتكهن بنتائج الأفعال، وظهور الأشياء، وتشكيل الصورة لمجري ونتيجة الأحداث المقبلة على أساس الخبرة الماضية وبالنسبة للطلاب فهي تمثل التفكير فيما سيقع في المستقبل، ويندرج تحتها عدة مهارات وهي: التخطيط المستقبلي الاستكشافي، التخطيط المستقبلي المعياري، التخطيط المستقبلي المحسوب.

٢- التفكير الإيجابي في المستقبل: هي المهارة التي تستخدم من جانب شخص ما يفكر فيما سيحدث في المستقبل، ويندرج تحتها عدد من المهارات وهي: مهارة عمل الخيارات الشخصية، مهارة طرح الفرضيات، مهارة التمييز بين الافتراضات، مهارة التحقق من التناسق أو عدمه.

٣- التنبؤ المستقبلي: هي العملية التي يتم من خلالها تكوين صور متكاملة للأحداث في فترة مستقبلية، وتتأثر بعوامل الابتكار، الخيال العلمي في محاولة لتصوير هذا التصوير المستقبلي، ويندرج تحتها العديد من المهارات وهي كما يلي: مهارة تحديد الأولويات، مهارة تعرف وجهات النظر، مهارة تحليل المجادلات، مهارة طرح الأسئلة.

٤- التخيل المستقبلي: وهي تلك المهارة التي تستخدم لتحليل ووضع استراتيجيات تهدف إلى حل سؤال صعب أو موقف معقد أو مشكلة تعيق التقدم في جانب من جوانب الحياة، ويندرج تحتها مهارات فرعية وهي: مهارة الوصول إلى المعلومات، مهارة تدوين الملاحظات، مهارة وضع المعايير، مهارة تحديد وتطبيق الإجراءات، مهارة تقييم البدائل، مهارة إصدار الأحكام.

٣-٧ دور المعلم والطالب في تنمية التفكير المستقبلي:

يتمثل دور كل من المعلم والطالب في تنمية مهارات التفكير المستقبلي في النقاط التالية (أبو موسي، ٢٠١٧، ٦٨ - ٨٠):

أولاً: دور المعلم:

- ١- تجنب النقد والتجريح عند تقويم الإجابات الخطأ أو الناقصة.
- ٢- استخدام عبارات مرتبطة بمهارات التفكير كأن يطرح أسئلة تقود للمناقشة وحل المشكلات واتخاذ القرارات.
- ٣- تهيئة فرصة للطلاب بأن يفكروا بصوت عالٍ لشرح أفكارهم.
- ٤- منح الطلاب فرصة لاختيار أنشطتهم التي يفضلونها.
- ٥- الإصغاء باهتمام إلى أفكار الطلاب وإجاباتهم وتعزيزها بالألفاظ المناسبة.
- ٦- إعطاء كل طالب حقه في التعبير عن رأيه بحرية.
- ٧- إعطاء الطلاب الفترة الزمنية الكافية للتفكير قبل المطالبة بالإجابة عن الأسئلة المطروحة.
- ٨- تهيئة البيئة الصفية المناسبة الغنية بمصادر التعلم والتعلم لإعمال العقل بشكل جيد.
- ٩- التنوع في أساليب وطرق ووسائل التدريس والتي تساعد على مراعاة الفروق الفردية بين الطلاب.
- ١٠- التنوع في أساليب التقويم وعدم اقتصارها على الامتحانات التي تقيس مستوى التذكر والاسترجاع، بل استخدام أساليب تقويم تقيس القدرة على التفكير والتغير الحاصل في السلوك.

ثانياً: دور الطالب:

- ١- يدرس آراء زملائه من أجل التخطيط لمستقبله .
- ٢- يعمل بشكل جماعي في التصورات المستقبلية .
- ٣- لا يخجل من السؤال عن شيء لا يعرفه من أجل مستقبله .
- ٤- الرغبة والتخطيط المستقبلي في البحث عن أسباب المشكلة المستقبلية المطروحة وتوقع حلول لها.
- ٥- يبني علاقات اجتماعية جيدة مع أقرانه مخططين لمستقبلهم .

٨-٣ معوقات التفكير المستقبلي:

حتى يكتب النجاح لعملية تنمية مهارات التفكير المستقبلي فإنه لا بد من توافر عدد من العناصر، التي تتمثل في: المعلم المؤهل، والبيئة التعليمية الصفية والمدرسية، وأساليب التقويم كما أن هناك مجموعة من معوقات تنمية مهارات التفكير المستقبلي في التعليم الواردة في (الدرابكة، ٢٠١٨، ٦٢) التي تتمثل فيما يلي:

- اعتقاد الكثيرين بأن المعلم صاحب الكلمة الأولى والأخيرة داخل الغرفة الصفية، وأن الكتاب المدرسي المقرر هو المرجع الوحيد للطلبة والمعلم في آن واحد.
- اعتماد الكثير من المعلمين على السبورة فقط في غالب الأحيان لتوضيح جوانب الدرس.
- اقتصار الكثير من المعلمين في توجيه الأسئلة وتلقي الأجوبة من عدد محدود من الطلاب النشطين أو المتفوقين، ما يحرم غالب الطلاب من طرح الآراء والأفكار أو الاستفسارات.
- تمسك الكثير من المعلمين بوجهات نظرهم وعدم تقبل أفكار الطلاب التي تتعارض مع أفكارهم.
- تركيز العديد من المعلمين على الأسئلة التي لا تقيس سوي مهارات التفكير الدنيا، لاسيما الحفظ منها.
- ندرة تقبل المعلم لمعلومات أو أسئلة تخرج عن موضوع الدرس، مما يحد من التفكير لدى الطلاب.
- مكافأة الطلاب الذين يتصفون بالهدوء والطاعة، من قبل المعلم مما يسهم في تنشئة جيل يميل إلى الرضوخ للأوامر وقبول الأفكار ووجهات النظر على علنها دون مناقشتها.

٩-٣ تدريس الرياضيات والتفكير المستقبلي:

لما كان التفكير المستقبلي - هو العملية التي يتم من خلالها رصد وتتبع مسار المشكلات الحاضرة، واقتراح بدائل متعددة لما ستكون عليه المشكلة في المستقبل مع التركيز على رسم الصور والحلول البديلة المتوقعة، ووضع حلول غير مألوفة لها، والرياضيات تتطلب وضع العناصر أو الأجزاء معاً في صورة جيدة لإنتاج شيء جديد مبتكر، واكتشاف طرق جديدة في أداء الأنشطة والمهام الرياضية وهي الغاية الأهم في تدريس الرياضيات- فإنه يصعب تحديد نتائج بعض المهام أو عرض بدائل وخيارات للحلول أو حتى تخمينها وتوقعها في أنشطة الرياضيات إلا من خلال استخدام مهارات التفكير المستقبلي، والتي قد تساعد أيضاً في تشجيع الطلاب في أثناء دراسة الرياضيات على:

- ابتكار حلول غير مألوفة وتوليد العديد من الأفكار.
- تقديم حلول ممكنة أو بناءة لحل بعض الأنشطة والمهام المتنوعة من خلال سرعة ربطها ببنية الطالب المعرفية.
- الاجتهاد عندما لا تتوفر المعلومات الكافية لحل مشكلة أو مسألة ما.
- المناقشة والحوارية ، واتخاذ القرارات الدقيقة بناء على القياس من مشكلات ومواقف مشابهة.
- التدرب على التخطيط والتنبؤ والتوقع وإبداء الرأي بدقة.
- إطلاق العنان للأفكار دون النظر لارتباطها منطقيا بالمشكلات المعروضة كنوع من تشجيع المبادرة .

١٠-٣ التدریس وفق مدخل STEM لتنمية التفكير المستقبلي:

تؤكد 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 إمكانية الحصول على فرص العمل المستقبلية.

ويشير (همام ، ٢٠١٨ ، ٥٤) إلى أن مدخل STEM يساعد على تنمية الميول والاهتمامات في المجالات المختلفة، مثل المجالات العلمية والفنية والتي قد تساعد فيما بعد في اختيار المستقبل المهني.

ومن الدراسات التي أكدت ضرورة تنمية التفكير المستقبلي والسعي نحو استخدام استراتيجيات ومداخل تدريسية تسهم في تنميتها : دراسة (الدرابكة ، ٢٠١٨) التي توصلت إلى أن مستوى مهارات التفكير المستقبلي لدى الطلبة الموهوبين كان مرتفعا، في حين كان متوسطا لدى الطلبة غير الموهوبين، كما أشارت النتائج إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية في مستوى مهارات التفكير المستقبلي بين الموهوبين وغير الموهوبين لصالح الموهوبين، وتوصلت دراسة (أبو موسي ، ٢٠١٧) إلى فاعلية بيئة تعليمية إلكترونية توظف استراتيجيات التعلم النشط في تنمية مهارات التفكير المستقبلي في التكنولوجيا لدى طالبات الصف السابع الأساسي، وتوصلت دراسة (زنقور ، ٢٠١٥) إلى معرفة أثر الاختلاف بين نمطي التحكم (تحكم الطالب – تحكم البرنامج) ببرمجية الوسائط الفائقة على أنماط التعلم المفضلة ومهارات معالجة المعلومات ومستويات تجهيزها والتفكير المستقبلي في الرياضيات لدى طلاب المرحلة المتوسطة، وتوصلت دراسة (عمار ، ٢٠١٥) إلى فاعلية البرنامج المقترح في تدريس القضايا المعاصرة باستخدام التعلم الخدمي في تنمية مهارات التفكير المستقبلي للطلاب المعلمين شعبة التاريخ وتنمية وعيهم بهذه القضايا ، وتوصلت (متولي ، ٢٠١١) إلى فاعلية حقيبة تعليمية إلكترونية قائمة على المدخل الوقائي في تنمية مهارات التفكير المستقبلي في الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية ، وتوصلت دراسة (Smith , 2008) إلى أثر برنامج تدريبي قائم على نموذج بارنز لحل المشكلات الإبداعي بخطواته الخمس: إيجاد البيانات، وإيجاد المشكلة، وإيجاد الأفكار، وإيجاد الحلول، وقبول الحل في تنمية وعي إيجابي بالقضايا المستقبلية لدى عينة عشوائية من طلبة الصفوف الحادي عشر والثاني عشر، وتوصلت دراسة (Hartje, 2008) إلى فاعلية حقيبة تعليمية في الوسائل التعليمية المتعددة في تشجيع الطلاب على استخدام مهارات التخيل المستقبلي، ومن أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين لصالح المجموعة التجريبية في تحسين مهارات التخيل

المستقبلي، وعدم وجود فروق بين المجموعتين من الذكور والإناث، وتوصلت دراسة (Eisenclas & Trevaskes, 2005) إلى فاعلية برنامج تدريبي مبني على الاستراتيجيات المعرفية للتعلم في تنمية مهارات التفكير التنبؤي لدى طلبة جامعة وسكنسن.

الطريقة والإجراءات:

(١) متغيرات البحث :

اشتمل البحث على المتغيرات الآتية:

أ- المتغير المستقل: وتمثل في وحدة مقترحة في رياضيات الروبوت قائمة على مدخل STEM.

ب- المتغيرات التابعة: تتمثل المتغيرات التابعة في هذه الدراسة فيما يلي:

• مكونات البراعة الرياضية، وهي:

- (١) الاستيعاب المفاهيمي.
- (٢) الطلاقة الإجرائية.
- (٣) الكفاءة الاستراتيجية.
- (٤) التبرير أو الاستدلال التكيفي.
- (٥) النزعة المنتجة.

• مهارات التفكير المستقبلي، وهي:

- (١) التخطيط المستقبلي.
- (٢) التفكير الإيجابي في المستقبل.
- (٣) التنبؤ المستقبلي.
- (٤) التخيل المستقبلي.
- (٥) تطوير السيناريو المستقبلي.
- (٦) تقييم المنظور المستقبلي.

(٢) منهج البحث :

اعتمد الباحث على المنهج شبه التجريبي: تمثل في اختيار عينة من طلاب الصف الأول الثانوي العام، وتم تطبيق أدوات القياس (اختبار البراعة الرياضية، ومقياس التفكير المستقبلي) قبلًا وبعد الانتهاء من التجربة - تدريس وحدة مقترحة في رياضيات الروبوت قائمة على مدخل STEM للمجموعة التجريبية - تم تطبيق أدوات القياس بعديا، وتم اختبار دلالة الفروق بين متوسطي رتب درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي.

(٣) بناء أدوات البحث :

أولاً : إعداد الأدوات التجريبية :

١- إعداد الوحدة المقترحة (كتاب الطالب) في ضوء مدخل (STEM)

أعد الباحث كتاب الطالب لتعلم الوحدة المقترحة "رياضيات الروبوت" لطلاب الصف الأول الثانوي العام في ضوء مدخل (STEM)، بهدف تنمية مكونات البراعة الرياضية ومهارات التفكير المستقبلي وقد وقع الاختيار على هذه الوحدة وفق الخطوات التالية :

أ- مبررات اختيار موضوع الوحدة المقترحة:

تم اختيار موضوع "رياضيات الروبوت" ليمت بناء وحدة دراسية حولها لطلاب الصف الأول الثانوي العام وذلك لعدة أسباب منها أن:

- الموضوع يتناسب مع مدخل (STEM)، الذي يمكن من خلاله تقديم أنشطة، وتجارب عملية، وخبرات تعليمية، تعتمد على البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي.
- موضوع رياضيات الروبوت يحتوى على العديد من المفاهيم العلمية الحيوية والأساسية، التي يجب أن يلم بها الطلاب، وتؤسس لفهم عميق للرياضيات والإنسان الآلى.
- موضوع رياضيات الروبوت يتيح الفرصة للطلاب لاستخدام بعض الأدوات والأجهزة البسيطة من البيئة المحيطة بهم التي تستخدم في بحث هذه الموضوعات.
- احتوى موضوع رياضيات الروبوت العديد من الموضوعات التي تثير التساؤلات لدى الطلاب، مما يشجعهم على التفكير، وتصميم وتنفيذ تلك الأفكار.
- يمثل موضوع الوحدة مجالا خصبا لتنمية عدد من مخرجات التعلم المرغوبة بصفة عامة، وتنمية البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي بصفة خاصة.
- تضمن موضوع رياضيات الروبوت العديد من المفاهيم الرياضية (نظام التحكم، حركة الذراع الآلية، الإحداثيات، القائض، مصفوفة الدوران، الانسحابات، التحويل، المؤثرات، المواصفات الفراغية، الوصلات في الذراع الآلية، الحركة الأساسية) التي يحتاج الطالب إلى معرفتها بصورة سليمة لفتح مجالات جديدة للطلاب.

ب- أسس بناء الوحدة المقترحة "رياضيات الروبوت" لطلاب الصف الأول الثانوي العام:

- في ضوء ما تم عرضه في الإطار النظري، توصل الباحث إلى مجموعة من الأسس العامة، التي تم بناء وحدة "رياضيات الروبوت" في ضوءها، وقد تمثلت هذه الأسس فيما يلي:
- اكتساب معرفة علمية متعمقة ووظيفية، من خلال الاستقصاء وفهم التطبيقات العلمية بما يمكن الطلاب من استخدامها وتطبيقها في حياتهم اليومية والمهنية في المستقبل.
 - تعلم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في إطار متكامل، عن طريق ممارسة الطلاب للأنشطة التي تظهر وتوضح التكامل بين تلك التخصصات.
 - تزويد الطلاب بالمعلومات والمهارات والمعارف الرياضية، من خلال سياق قائم على بعض المشكلات، مما يسمح لهم بتوظيف المعرفة الرياضية في حل المشكلات المحددة سابقا في السياق المراد دراسته، وهذا يساهم في الاحتفاظ بها، وتطبيقها في مواقف أخرى جديدة في المستقبل.

- تأكيد إيجابية الطالب عن طريق المشاركة الفعالة في أداء المهام والأنشطة، التي تسهم في بلوغ الهدف النهائي المراد تحقيقه.

ج- تحديد الأهداف العامة للوحدة:

تحدد الأهداف العامة للوحدة فيما يلي:

المجال الأول : التحكم الرقمي

- ١ يتعرف مراحل تطوير الأجهزة .
- ٢ يعرّف الأجهزة المدمجة تعريفاً صحيحاً.
- ٣ يعرّف الأجهزة الذكية تعريفاً صحيحاً.
- ٤ يفرق بين الأجهزة المدمجة والأجهزة الذكية.
- ٥ يشرح أنظمة التحكم في الروبوت.
- ٦ يعدد المكونات الرئيسة في الروبوت.

المجال الثاني: الروبوت

- ١ يعرّف الروبوت تعريفاً علمياً صحيحاً.
- ٢ يذكر تاريخ نشأة الروبوت.
- ٣ يعدد تطبيقات الروبوت في حياتنا اليومية ومجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات .
- ٤ يصنف الروبوتات من حيث الاستخدام في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات .
- ٥ يعرّف الروبوت التعليمي تعريفاً صحيحاً.
- ٦ يعدد مسابقات الروبوتات المحلية والعالمية .
- ٧ يحدد مواقع منصات مسابقات الروبوتات وتطبيقاته في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

المجال الثالث : رياضيات الحركة في الروبوت:

- ١ يطبق دراسة حركية لإحداثيات الاجسام باستخدام الذراع الآلية.
- ٢ يحدد إحداثيات الأجسام بالذراع الآلية.
- ٣ يحدد وضعية جسم صلب.
- ٤ يفرق بين أنواع مختلفة من الأذرع الروبوتية.
- ٥ يحسب بارامترات الأوضاع للمؤثرات الطرفية.
- ٦ يحدد المواصفات الفراغية بالذراع الآلية.

د- نواتج التعلم للوحدة :

قام الباحث بتحديد الأهداف الإجرائية والأداءات المتوقعة التي تهدف الوحدة إلى تحقيقها لدى الطلاب، وهذا موضح بدليل المعلم^(١).

هـ محتوى الوحدة المقترحة:

في ضوء نواتج التعلم التي صيغت للوحدة المقترحة، قام الباحث بإعداد المحتوى لها، وتكونت الوحدة المقترحة بعنوان "رياضيات الروبوت" من ثلاثة موضوعات ويتضمن كل موضوع مجموعة من الدروس في ضوء مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM).

وبناء على ما سبق نُظِم المحتوى، ورتبت خبرات التعلم في صورة موضوعات في "رياضيات الروبوت"، وهي:

| | | | | | |
|----|--|----|---|----|-----------------------------|
| ١ | مقدمة في تطوير الأجهزة. | ١١ | المكونات الرئيسية للروبوت | ٢١ | الوصلات في الذراع الآلية |
| ٢ | الأجهزة المدمجة. | ١٢ | رياضيات حركة الذراع الآلية. | ٢٢ | بارامترات دينيفيت هيرتنبرغ. |
| ٣ | الأجهزة الذكية. | ١٣ | بارامترات الوضعية للذراع الآلية والمؤثر الطرفي. | ٢٣ | الذراع RRR |
| ٤ | الروبوت - تعريفه وتاريخ نشأته. | ١٤ | الإحداثيات . | ٢٤ | الدراسة الحركية الأمامية. |
| ٥ | الروبوتات في العالم الحقيقي. | ١٥ | الفائض ووضعية الجسم. | ٢٥ | ذراع شينمن. |
| ٦ | تصنيف الروبوتات. | ١٦ | مصفوفة الدوران. | | |
| ٧ | الروبوتات التعليمية. | ١٧ | الانسحابات. | | |
| ٨ | المسابقة المحلية والعالمية في مجال الروبوتات | ١٨ | التحويل | | |
| ٩ | منصات مسابقات الروبوت | ١٩ | المؤثرات | | |
| ١٠ | نظام التحكم | ٢٠ | المواصفات الفراغية | | |

و- الأنشطة التعليمية المتضمنة في الوحدة:

في ضوء نواتج التعلم والمحتوى، صممت مجموعة من الأنشطة الخاصة بكل موضوع من الموضوعات، حيث يقوم الطلاب بإجراء الأنشطة بأنفسهم (تحت إشراف المعلم) ويسجلون الملاحظات والاستنتاجات والتفسيرات المناسبة للتجارب التي يقومون بإجرائها.

ز- الوسائل والأدوات التعليمية:

استعان الباحث في إعداد أنشطة الوحدة بعدد من الوسائل والمواد التعليمية، اشتملت على أدوات وخامات من بيئة الطلاب مثل: (كرتون مقوي - خيط - غطاء زجاجة - مسطرة)، أما الوسائل والأجهزة فقد تضمنت بعض برامج الوسائط المتعددة، مثل أجهزة الحاسب الآلي، وأجهزة العرض، والفيديو، وشرائح العروض التقديمية Power Point المصاحبة للوحدة.

(١) ملحق (٢) دليل المعلم في تدريس وحدة رياضيات الروبوت قائمة على مدخل STEM لطلاب الصف الأول الثانوي العام

ح- ضبط الوحدة المقترحة (كتاب الطالب) في ضوء مدخل (STEM):

للتأكد من صدق محتوى الوحدة المقترحة (كتاب الطالب) وصلاحيته للتطبيق، قام الباحث بعرض الوحدة على مجموعة من الخبراء في مجال المناهج وطرق تدريس الرياضيات^(٢)، لإبداء الرأي حول الوحدة من حيث:

- مناسبة الصياغة العلمية لموضوعات الوحدة.
- مناسبة هذا المحتوى لطلاب الصف الأول الثانوي العام.
- تحقيق المحتوى للأهداف الموضوعية.
- مناسبة الأنشطة المقترحة لطلاب الصف الأول الثانوي العام.
- إضافة أو حذف أو تعديل ما يراه المحكمون مناسباً.

أسفرت هذه الخطوة عن:

- أشاد معظم المحكمين بالوحدة المقدمة من حيث مجالها، تنظيم موضوعاتها، وكذلك ما تحتويه من أنشطة وتدريبات، وأكدوا مناسبتها لطلاب الصف الأول الثانوي العام.
- اقترح المحكمون وضع الأنشطة وأوراق العمل ضمن كتاب الطالب، لكي يبدو موضوع الدراسة متكاملًا.
- قام المحكمون بتعديل بعض الصياغات اللغوية لموضوعات الوحدة.

ط الصورة النهائية للوحدة المقترحة:

بعد إجراء التعديلات التي أشار إليها المحكمون، ثم وضع الوحدة المقترحة (كتاب الطالب) في صورتها النهائية^(٣) التي شملت عدداً من الموضوعات الرئيسية وصلت إلى (٣) موضوعات رئيسية، وبالتالي أصبحت الوحدة صالحة للتجريب الميداني.

ي- المراجع:

بعد عرض جميع الدروس، تم تزويد الوحدة المقترحة بقائمة من المراجع مثل (الخطيب ، ٢٠١٩) (السليمان ، والعمرى ، ٢٠٢٠) التي يمكن للطلاب استخدامها لإثراء معلوماته وتعرف بعض الأنشطة والتطبيقات التي يمكن الاستفادة منها.

٢- إعداد دليل المعلم في ضوء مدخل (STEM)

تم إعداد دليل المعلم^(٤)، ليسترشده به في أثناء تدريس الوحدة المقترحة "رياضيات الروبوت" حيث إن الدليل حلقة الوصل بين المخطط والمنفذ، إذ يعرض ما يتصوره المخطط سبيلاً لتحقيق أهداف الوحدة، وقد صيغت موضوعات الدليل في ضوء توجهات مدخل (STEM) التي سبق التوصل إليها.

وقد اشتمل دليل المعلم على العناصر التالية:

(٢) ملحق (٧) قائمة بأسماء المحكمين.

(٣) ملحق (١) كراسة الطالب في وحدة رياضيات الروبوت قائمة على مدخل STEM لطلاب الصف الأول الثانوي العام

(٤) ملحق (٢) دليل المعلم في تدريس وحدة رياضيات الروبوت قائمة على مدخل STEM لطلاب الصف الأول الثانوي العام

أ- مقدمة الدليل:

توضح الفكرة العامة للدليل، وأهميته للمعلم.

ب- نبذة عن مدخل (STEM):

يعرض فيها الفلسفة التي يقوم عليها الدليل بشكل مختصر.

ج- مكونات البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي:

حددت الدراسات والكتابات التربوية مكونات البراعة الرياضية في أنها تتمثل في: الاستيعاب المفاهيمي، والطلاقة الإجرائية، والكفاءة الاستراتيجية، والتبرير أو الاستدلال التكيفي، والنزعة المنتجة كما تمثلت مهارات التفكير المستقبلي في: التخطيط المستقبلي، والتفكير الإيجابي في المستقبل، والتنبؤ المستقبلي، والتخيل المستقبلي، وتطوير السيناريو المستقبلي، وتقييم المنظور المستقبلي.

د- توجيهات عامة للمعلم عند التدريس:

تم عرض مجموعة من الإرشادات والنصائح العامة، التي يجب أن يتبعها المعلم وفق مدخل (STEM)، لكي يصل إلى المستوى الأمثل في تحقيق نواتج التعلم المرجوة.

هـ- الأهداف العامة للوحدة:

تحددت الأهداف العامة للوحدة بما تتناسب مع تعليم وتعلم رياضيات الروبوت في الوحدة المقترحة.

و- الجدول الزمني لتدريس الوحدة:

استغرق تدريس الوحدة المقترحة شهرين من بداية شهر نوفمبر ٢٠٢٠م حتى نهاية شهر ديسمبر ٢٠٢٠م.

ز- طرق واستراتيجيات التدريس:

تم الاستعانة بالطرق والأساليب المناسبة عند تنفيذ دروس الوحدة، والتي تهدف تنمية مكونات البراعة الرياضية ككل (ومكوناتها الفرعية) والتفكير المستقبلي للطلاب، وقد تم اختيارها طبيعة الموقف التعليمي، وأهمها:

- المناقشة.
- العروض العملية.
- العصف الذهني.
- التعلم التعاوني.
- حل المشكلات
- التعلم بالاكتشاف.
- طريقة المشروعات .
- طريقة الاستقصاء العلمي .

ح- تحديد الوسائل التعليمية:

تتضمن الأدوات والمواد التعليمية التي يستخدمها المعلم لتحقيق أهداف الدرس، وتتنوع المواد التعليمية حسب طبيعة الموضوع، ومنها: (المقروءة والمسموعة والإلكترونية أو الخامات من البيئة المحيطة).

ط- عرض دروس الوحدة:

ويشمل كل درس من هذه الدروس على جميع الإرشادات، تشمل كل ما ينبغي أن يقوم به المعلم قبل التدريس وأثنائه، مستعينا بالوسائل والأنشطة التعليمية التي تم إعدادها، ويتضمن عرض كل درس على عدد من النقاط التالية:

- رقم الدرس.
- عنوان الدرس.
- عدد الحصص اللازمة لتدريسه.
- أهداف الدرس.
- المفردات الجديدة.
- الوسائل التعليمية.
- الاستراتيجيات المستخدمة.
- خطوات السير في الدرس (تنفيذ الدرس).
- التقويم.

ي- التقويم:

تحتوي خطة كل درس على طريقة تقويم الدرس، لبيان مدى تحقيق أهداف الدرس، وتعرف نقاط القوة لتدعيمها ونقاط الضعف للتغلب عليها، واعتمد تقويم الوحدة على اختبار البراعة الرياضية ومقياس التفكير المستقبلي.

ك- المراجع:

زود دليل المعلم في نهايته بقائمة من المراجع، يمكن للمعلم استخدامها لإثراء معلوماته حول مدخل (STEM) والأنشطة والمشاريع المختلفة التي يمكن الاستفادة منها.

بعد الانتهاء من تصميم دليل المعلم، تم عرضه على مجموعة من المحكمين، بهدف التحقق من صلاحيته من حيث: سلامة الأهداف – خطوات تنفيذ الدروس – الوسائل والأنشطة التعليمية – أساليب التقويم، وقد أجريت التعديلات اللازمة في ضوء الآراء المناسبة لملاحظات المحكمين، وبذلك أصبحت مواد المعالجة التجريبية في صورتها النهائية صالحة للتطبيق.

ثانياً : إعداد أدوات القياس:

١- إعداد اختبار البراعة الرياضية:

تم إعداد اختبار البراعة الرياضية وفق ثلاث مراحل هي:

المرحلة الأولى: التخطيط وإعداد الاختبار:

أ. تحديد الهدف من الاختبار. ج. إعداد الصورة الأولية للاختبار.

ب. تحديد مكونات البراعة الرياضية التي يقيسها د. تحديد طريقة تصحيح الاختبار.

الاختبار.

المرحلة الثانية: ضبط الاختبار:

أ. التأكد من صدق ب. التأكد من ثبات الاختبار. ج. حساب زمن الاختبار.
الاختبار.

المرحلة الثالثة: إعداد الصورة النهائية للاختبار.

وفيما يلي تفصيل ذلك:

المرحلة الأولى : التخطيط وإعداد الاختبار:

تمت وفق الخطوات التالية:

أ. تحديد الهدف من الاختبار:

يهدف هذا الاختبار إلى قياس مكونات البراعة الرياضية في وحدة " رياضيات الروبوت " المقررة على طلاب الصف الأول الثانوي بالفصل الدراسي الثاني.

ب. تحديد مكونات البراعة الرياضية التي يقيسها الاختبار:

من خلال الرجوع إلى الدراسات والأدبيات التربوية (السعيد ، ٢٠١٨) (المعتم والمنوفي ، ٢٠١٤) (ملقي ، ٢٠١٦) (عبدالفتاح ، ٢٠٢٠) التي تناولت مكونات البراعة الرياضية والإطار النظري وبعض اختبارات البراعة الرياضية، ومن خلال تحليل محتوى وحدة " رياضيات الروبوت " لتحديد مكونات البراعة الرياضية المتضمنة فيها ، توصل الباحث إلى مجموعة من المكونات للبراعة الرياضية يجب أن يتمكن منها طلاب الصف الأول الثانوي والتي يقيسها اختبار البراعة الرياضية، وتتمثل فيما يلي:

١- **الاستيعاب المفاهيمي:** تعنى استيعاب الأفكار الرياضية الأساسية من مفاهيم ومصطلحات وتعميمات، والربط بين هذه الأفكار الرياضية؛ بحيث يتمكن الطالب من معرفة المضمون الذي تستخدم فيه الفكرة الرياضية.

٢- **الطلاقة الإجرائية:** تعني القدرة على تنفيذ العمليات الإجرائية من خوارزميات ومهارات رياضية بمرونة، ودقة، وكفاءة، ومعرفة متى وكيف يتم استخدامها بشكل مناسب لحل المشكلات الرياضية.

٣- **الكفاءة الاستراتيجية:** تعني القدرة على صياغة وتمثيل وحل المشكلات الرياضية، واكتشاف علاقات رياضية، واستنباط طرق واستراتيجيات جديدة للحل، كما تشمل كيفية تكوين الصور العقلية لحل المشكلات.

٤- **التبرير أو الاستدلال التكيفي:** تعني القدرة على التفكير المنطقي والتأمل والتفسير والتبرير الملائم للعلاقات والمواقف.

٥- **النزعة المنتجة:** تعني شعور الطالب بأنه فعال في الرياضيات، وأن الجهد المبذول والمستمر في دراسة الرياضيات يؤتي ثماره.

ج. إعداد الصورة الأولية للاختبار:

قام الباحث بإعداد مجموعة من الأسئلة فى وحدة " رياضيات الروبوت " تتطلب استخدام مكونات البراعة الرياضية التى توصل إليها الباحث من الإطار النظري والدراسات السابقة فى مستوى طلاب الصف الأول الثانوي؛ لكي تقيس البراعة الرياضية، وتم إعداد الصورة الأولية للاختبار، والتى روعي فيها ما يلي:

من حيث الشكل:

- ◆ مناسبة الأسئلة لمستوى طلاب الصف الأول الثانوي.
- ◆ وضوح الأسئلة والمطلوب منها بالضبط.
- ◆ مناسبة الأسئلة لتعريف البراعة الرياضية ومهاراته.
- ◆ **صياغة تعليمات الاختبار:** أعد الباحث صفحة في مقدمة الاختبار تتناول التعليمات الموجهة للطلاب، واستهدفت توضيح طبيعة الاختبار، وكيفية الإجابة عنه، وقد راعى الباحث أن تكون هذه التعليمات واضحة ودقيقة؛ بحيث يستطيع الطلاب من خلالها القيام بما هو مطلوب منهم دون غموض أو لبس.

من حيث المضمون :

في ضوء الأدبيات والدراسات التربوية التى تناولت البراعة الرياضية، فقد روعي أن يتضمن الاختبار أسئلة تتطلب استخدام مكونات البراعة الرياضية (الاستيعاب المفاهيمي – الطلاقة الإجرائية – الكفاءة الاستراتيجية – التبرير أو الاستدلال التكيفي – النزعة المنتجة) . ويوضح ذلك جدول مواصفات اختبار البراعة الرياضية^(١) .

(١) ملحق (٦) : جدول مواصفات اختبار البراعة الرياضية ، ولمقياس التفكير المستقبلي .

د. تحديد طريقة تصحيح الاختبار:

يعطى لكل سؤال درجة واحدة إذا كانت الإجابة صحيحة، وصفر إذا كانت الإجابة غير صحيحة بالنسبة لمكون الاستيعاب المفاهيمي ومكون الطلاقة الإجرائية، أما بالنسبة لمسائل مكون الكفاءة الاستراتيجية ومكون التبرير أو الاستدلال التكيفي فتم تقييم الإجابة عنها من درجتين لتضمنها خطوات للحل، وبالنسبة لمكون النزعة المنتجة فتم تقييمه وفق مقياس لايكارت الخماسي، وبعد ذلك يتم تفرغ درجات كل طالب في استمارة تفرغ درجات اختبار البراعة الرياضية تحت كل مكون من مكونات البراعة الرياضية.

المرحلة الثانية: ضبط الاختبار:

بعد صياغة مفردات الاختبار، وتعليماته، وتحديد طريقة تصحيحه، تم ضبط الاختبار من خلال:

(أ) التأكد من صدق الاختبار:**١. صدق المحكمين:**

للتحقق من صدق الاختبار تم عرضه مع جدول المواصفات، وطريقة تصحيحه على مجموعة من المحكمين وذلك لتعرف:

◆ وضوح ودقة تعليمات الاختبار.

◆ مناسبة الأسئلة لقياس قدرة طلاب الصف الأول الثانوي على البراعة الرياضية.

◆ مناسبة الصياغة اللغوية لمستوى طلاب الصف الأول الثانوي.

◆ إضافة أو حذف أو تعديل ما يروونه من الأسئلة التي تضمنها الاختبار.

وقد أجرى الباحث التعديلات اللازمة في ضوء آراء المحكمين، وبذلك أصبح الاختبار صادقاً منطقيًا ومن حيث المحتوى.

٢. صدق الاتساق الداخلي للاختبار:

تم تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية قوامها (٢٠) طالبا من طلاب الصف الأول الثانوي بمدرسة جمال عبدالناصر الثانوية بإدارة شرق الفيوم التعليمية بمحافظة الفيوم، في بداية العام الدراسي ٢٠٢٠/٢٠٢١، وتم التأكد من صدق الاتساق الداخلي، من خلال حساب معامل الارتباط بين درجات مكونات البراعة الرياضية بدرجة البراعة الرياضية الكلية التي تم الحصول عليها من الدراسة الاستطلاعية، وقد استخدم الباحث في إيجاد معاملات الارتباط برنامج (SPSS) إصدار (٢١) وكانت معاملات الارتباط كما يوضحها الجدول التالي:

جدول (٢)

مصفوفة الارتباط بين مكونات البراعة الرياضية بالدرجة الكلية للبراعة الرياضية

| معامل الارتباط بالدرجة الكلية | مكونات البراعة الرياضية |
|-------------------------------|-------------------------------|
| **٠,٧١ | الاستيعاب المفاهيمي. |
| **٠,٩٣ | الطلاقة الإجرائية. |
| **٠,٩١ | الكفاءة الاستراتيجية. |
| **٠,٩٧ | التبرير أو الاستدلال التكيفي. |
| **٠,٩٢ | النزعة المنتجة. |

العلامة (***) تدل على أن المهارة دالة عند مستوى ٠,٠١

يتضح من الجدول (٢) أنه تراوحت معاملات اتساق مكونات البراعة الرياضية مع الدرجة الكلية للبراعة الرياضية ما بين (٠,٧١ ، ٠,٩٧) وجميعها معاملات ارتباط دالة إحصائياً عند مستوى ٠,٠١ ، وهي معاملات مرتفعة؛ مما يشير إلى إمكانية النظر إلى الاختبار بمكوناته الخمسة كوحدة كلية مع إمكانية التعامل بالدرجة الكلية له. أي أن الاختبار يتصف باتساق داخلي جيد؛ مما يدل على صدق الاختبار.

(ب) التأكد من ثبات الاختبار:

تم التحقق من ثبات الاختبار من خلال التجربة الاستطلاعية، عن طريق حساب "معامل ألفا - كرونباخ" لمكونات الاختبار الخمسة والاختبار ككل، وقد وُجد أن معامل ألفا - كرونباخ للاختبار ككل يساوي (٠,٩٣) ، وأن قيمة هذه المعاملات تراوحت ما بين (٠,٧٢ ، ٠,٩٤) وهي قيم تشير إلى تمتع الاختبار بمكوناته الخمسة بدرجة عالية من الثبات، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول (٣)

معاملات ثبات اختبار البراعة الرياضية بمكوناته الخمسة باستخدام معامل "ألفا - كرونباخ"

| المهارات | الاستيعاب المفاهيمي | الطلاقة الإجرائية | الكفاءة الاستراتيجية | التبرير أو الاستدلال التكيفي | النزعة المنتجة | الاختبار ككل |
|--------------|---------------------|-------------------|----------------------|------------------------------|----------------|--------------|
| معامل الثبات | **٠,٨٣ | **٠,٩٤ | **٠,٩٤ | **٠,٧٢ | **٠,٩٠ | **٠,٩٣ |

** تدل على أن قيمة معامل الثبات دالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠١)

(ج) حساب زمن الاختبار:

قام الباحث باستخدام طريقة التسجيل التتابعي للزمن الذي استغرقه كل طالب في الإجابة عن اختبار البراعة الرياضية في الرياضيات، ثم حساب المتوسط لهذه الأزمنة. وقد توصل الباحث إلى أن زمن الاختبار بالتقريب (٩٠) دقيقة.

المرحلة الثالثة: الصورة النهائية للاختبار:

بعد أن قام الباحث بإعداد الاختبار، وعرضه على المحكمين، قام بتعديله في ضوء مقترحاتهم، وتحديد زمنه، والتأكد من صدقه وثباته، وبذلك أصبح الاختبار صالحًا للتطبيق، وتم تجربته في صورته النهائية^(١)، ووضع التعليمات الخاصة به، وقد اشتمل الاختبار على (٦٩) مفردة، وتحدد الزمن اللازم للإجابة عن أسئلة الاختبار، وهو (٩٠) دقيقة.

٣- إعداد مقياس التفكير المستقبلي:

تم إعداد مقياس التفكير المستقبلي وفق ثلاث مراحل هي:

المرحلة الأولى: التخطيط وإعداد المقياس:

- أ. تحديد الهدف من المقياس.
- ب. تحديد التفكير المستقبلي التي يقيسها المقياس.
- ج. إعداد الصورة الأولية للمقياس.
- د. تحديد طريقة تصحيح المقياس.

المرحلة الثانية: ضبط المقياس:

- أ. التأكد من صدق المقياس .
- ب. التأكد من ثبات المقياس.
- ج. حساب زمن المقياس.

المرحلة الثالثة: إعداد الصورة النهائية للمقياس.**وفيما يلي تفصيل ذلك:****المرحلة الأولى : التخطيط وإعداد المقياس:**

تمت وفق الخطوات التالية:

أ. تحديد الهدف من المقياس:

يهدف هذا المقياس قياس قدرة طلاب الصف الأول الثانوي على استخدام مهارات التفكير المستقبلي.

ب. تحديد التفكير المستقبلي التي يقيسها المقياس:

من خلال الرجوع إلى الدراسات والأدبيات التربوية التي تناولت التفكير المستقبلي والإطار النظري، وبعض مقاييس التفكير المستقبلي (زنفور ، ٢٠١٥) (أبو موسي ، ٢٠١٧) (عمار ، ٢٠١٥) لتحديد التفكير المستقبلي المتضمنة فيها، توصل الباحث إلى مجموعة من مهارات التفكير المستقبلي المناسبة لطلاب الصف الأول الثانوي، وتتمثل في: التخطيط المستقبلي، والتفكير الإيجابي في المستقبل، والتنبؤ المستقبلي، والتخيل المستقبلي، تطوير السيناريو المستقبلي، تقييم المنظور المستقبلي، وتم صياغة مجموعة من المهارات الفرعية تحت كل مهارة رئيسية.

(١) ملحق (٣) : الصورة النهائية لاختبار البراعة الرياضية في وحدة "رياضيات الروبوت" لطلاب الصف الأول الثانوي العام.

ج. إعداد الصورة الأولية للمقياس:

قام الباحث بصياغة مجموعة من البنود تتطلب استخدام مهارات التفكير المستقبلي فيها؛ حيث كانت في مستوى طلاب الصف الأول الثانوي لكي تقيس تفكيرهم المستقبلي، وتم إعداد الصورة الأولية للمقياس، والتي روعي فيها:

من حيث الشكل:

- ◆ مناسبة المهارات لمستوى طلاب الصف الأول الثانوي.
- ◆ وضوح البنود والمطلوب منها بالضبط.
- ◆ مناسبة البنود لتعريف التفكير المستقبلي ومهاراته.
- ◆ **صياغة تعليمات المقياس:** قام الباحث بإعداد صفحة في مقدمة المقياس تتناول التعليمات الموجهة للطلاب، استهدفت توضيح طبيعة المقياس، وكيفية الإجابة عنه، وقد راعى الباحث أن تكون هذه التعليمات واضحة ودقيقة؛ بحيث يستطيع الطالب من خلالها القيام بما هو مطلوب منه دون غموض أو لبس.

من حيث المضمون:

في ضوء الأدبيات والدراسات التربوية التي تناولت التفكير المستقبلي، روعي أن يتضمن المقياس بنودا تتطلب استخدام التفكير المستقبلي. ويوضح ذلك جدول مواصفات مقياس التفكير المستقبلي^(١). ويتضح منه أن عدد مفردات المقياس (٣٨) مفردة.

د. تحديد طريقة تصحيح المقياس:

لا توجد إجابة صحيحة وأخرى خطأ، ولكن الصحيح هو ما يعبر فعلاً عن ممارسة الطالب لهذه الأداءات وتعطى الدرجة وفق ما يلي:

- إذا وجدت أن العبارة يقوم بها الطالب بدرجة كبيرة جداً ومستمرة تضع علامة (✓) في خانة دائماً.
- إذا وجدت أن العبارة يقوم بها الطالب بدرجة كبيرة وفي معظم الوقت تضع علامة (✓) في خانة غالباً
- إذا وجدت أن العبارة يقوم بها الطالب بدرجة متوسطة تضع علامة (✓) في خانة أحياناً.
- إذا وجدت أن العبارة يقوم بها الطالب بدرجة قليلة تضع علامة (✓) في خانة نادراً.
- إذا وجدت أن العبارة لا يقوم بها الطالب تضع علامة (✓) في خانة أبداً.

المرحلة الثانية: ضبط المقياس:

بعد صياغة مفردات المقياس، وتعليماته، وتحديد طريقة تصحيحه، تم ضبط المقياس من خلال:

(أ) التأكد من صدق المقياس:

(١) ملحق (٦) : جدول مواصفات اختبار البراعة الرياضية ، ووجود مواصفات اختبار التفكير المستقبلي .

١. صدق المحكمين:

للتحقق من صدق المقياس تم عرضه، وطريقة تصحيحه على مجموعة من المحكمين؛ وذلك لتعرف:

- ◆ وضوح ودقة تعليمات المقياس.
- ◆ مناسبة البنود لقياس قدرة طلاب الصف الأول الثانوي على استخدام التفكير المستقبلي.
- ◆ مناسبة الصياغة اللغوية.
- ◆ إضافة، أو حذف، أو تعديل ما يروونه من مهارات التي تضمنها المقياس.

وقد أجرى الباحث التعديلات اللازمة في ضوء آراء المحكمين، وبذلك أصبح المقياس صادقاً من حيث المحتوى.

٢. صدق الاتساق الداخلي للمقياس:

تم تطبيق المقياس على عينة استطلاعية قوامها (٢٠) طالباً من طلاب الصف الأول الثانوي بمدرسة جمال عبدالناصر الثانوية بإدارة شرق الفيوم التعليمية بمحافظة الفيوم، في بداية العام الدراسي ٢٠٢٠/٢٠٢١، وتم التأكد من صدق الاتساق الداخلي؛ من خلال حساب معامل الارتباط بين درجات كل مهارة من مهارات التفكير المستقبلي بدرجة التفكير المستقبلي الكلية التي تم الحصول عليها من الدراسة الاستطلاعية، وقد استخدم الباحث في إيجاد معاملات الارتباط برنامج (SPSS) إصدار (٢١)، وكانت معاملات الارتباط كما يوضحها الجدول الآتي:

جدول (٤)

مصفوفة الارتباط بين مهارات التفكير المستقبلي بالدرجة الكلية لمقياس التفكير المستقبلي

| مهارات التفكير المستقبلي. | معامل الارتباط بالدرجة الكلية |
|-------------------------------|-------------------------------|
| التخطيط المستقبلي. | **٠,٨٥ |
| التفكير الإيجابي في المستقبل. | **٠,٩٤ |
| التنبؤ المستقبلي. | **٠,٩٣ |
| التخيل المستقبلي. | **٠,٨٩ |
| تطوير السيناريو المستقبلي. | **٠,٨٩ |
| تقييم المنظور المستقبلي. | **٠,٨٣ |

العلامة (***) تدل على أن المهارة دالة عند مستوى ٠,٠١

يتضح من الجدول (٤) أن معاملات اتساق التفكير المستقبلي تراوحت مع الدرجة الكلية لمقياس التفكير المستقبلي ما بين (٠,٨٣، ٠,٩٤)، وجميعها دالة إحصائياً عند مستوى ٠,٠١، وهي معاملات مرتفعة، مما يشير إلى إمكانية النظر إلى المقياس بأبعاده الستة كوحدة كلية مع إمكانية التعامل بالدرجة الكلية له. أي إن المقياس يتصف باتساق داخلي جيد، وهذا يدل على صدق المقياس.

(ب) التأكد من ثبات المقياس:

تم التحقق من ثبات المقياس من خلال التجربة الاستطلاعية عن طريق حساب "معامل ألفا - كرونباخ" بأبعاد المقياس الستة والمقياس ككل، وقد وُجد أن "معامل ألفا - كرونباخ" للمقياس ككل يساوي (٠,٩٦)، وقيمة هذه المعاملات تراوحت ما بين (٠,٦٥، ٠,٩١) وهي قيم تشير إلى تمتع المقياس بأبعاده الستة بدرجة عالية من الثبات، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول (٥)

معاملات ثبات مقياس التفكير المستقبلي بأبعاده الست باستخدام معامل " ألفا - كرونباخ "

| المهارات | التخطيط المستقبلي | التفكير الإيجابي في المستقبل | التنبؤ المستقبلي | التخيل المستقبلي | تطوير السيناريو المستقبلي | تقييم المنظور المستقبلي | المقياس ككل |
|--------------|----------------------|------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------|
| معامل الثبات | **٠,٨٩ | **٠,٨٠ | **٠,٧٣ | **٠,٦٥ | **٠,٨٦ | **٠,٩١ | **٠,٩٦ |

** تدل على أن قيمة معامل الثبات دالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠١)

(ج) حساب زمن المقياس:

استخدم الباحث طريقة التسجيل التتابعي للزمن الذي استغرقه كل طالب في الإجابة عن مقياس التفكير المستقبلي، وحسب المتوسط لهذه الأزمنة. وتوصل إلى أن زمن المقياس بالتقريب (٢٠) دقيقة.

المرحلة الثالثة: الصورة النهائية للمقياس:

بعد أن تم إعداد المقياس، وعرضه على المحكمين، تم تعديله في ضوء مقترحاتهم، وتحديد زمنه والتأكد من صدقه وثباته، أصبح المقياس صالحاً للتطبيق، وتم تجربته في صورته النهائية^(١)، ووضع الباحث التعليمات الخاصة به، وقد اشتمل المقياس على (٣٨) مفردة، والدرجة النهائية له (١٩٠) درجة، وتم تحديد الزمن اللازم للإجابة عن بنود المقياس، وهو (٢٠) دقيقة.

(٤) عينة البحث :

تم اختيار فصل بالصف الأول الثانوي العام بمدرسة جمال عبدالناصر الثانوية، بإدارة شرق الفيوم التعليمية بمحافظة الفيوم بطريقة عشوائية، وتكونت عينة البحث من (١٦) طالبا كالمجموعة التجريبية، وتم تطبيق أدوات البحث عليهم في الفصل الدراسي الأول، من العام الدراسي ٢٠٢٠ / ٢٠٢١.

(٥) ضبط المتغيرات الوسيطة:

١- العمر الزمني: بلغ متوسط أعمار الطلاب عينة البحث ما بين ١٤، ١٥ عاماً.

٢- المستوى الاجتماعي والاقتصادي: المجموعة التجريبية من مدرسة واحدة أي من بيئة اقتصادية واجتماعية تكاد تكون متقاربة.

(٦) تنفيذ تجربة البحث:

تم تطبيق أدوات القياس قبلياً والمتمثلة في اختبار البراعة الرياضية، ومقياس التفكير المستقبلي على المجموعة التجريبية قبلياً، ثم تم تدريس وحدة " رياضيات الروبوت " وفق مدخل STEM لطلاب المجموعة التجريبية من قبل معلم الفصل، وذلك بعد عقد عدة لقاءات بين معلم الفصل والباحث، وأوضح الباحث له كيفية تدريس الوحدة وفق مدخل STEM، وكذلك مكونات البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي المراد تنميتها، وقام الباحث بحضور عدة حصص مع المعلم؛ للتأكد من سير التدريس وفق مدخل STEM، وقد استغرق تدريس الوحدة (٢٠) حصة؛ وبعد الانتهاء من تدريس الوحدة، تم تطبيق اختبار البراعة الرياضية ومقياس التفكير المستقبلي بعدئذا على الطلاب عينة البحث.

(١) ملحق (٥) : الصورة النهائية لمقياس التفكير المستقبلي لطلاب الصف الأول الثانوي العام .

(٧) الصعوبات والمشكلات أثناء التجربة:

من الصعوبات التي واجهت الباحث في أثناء تطبيق تجربة البحث ما يلي:

- تضمن الوحدة المقترحة مفاهيم جديدة على الطلاب، وقد تغلب الباحث على هذه المشكلة من خلال تبسيط هذه المفاهيم وربطها بالحياة والاستخدامات اليومية.
 - عدم مشاركة بعض الطلاب بفاعلية في بداية التطبيق، وتغلب الباحث عليها من خلال إعطاء تعزيزات لهم تجذبهم لعملية التدريس .
 - عدم توفير بعض المعينات التعليمية مثل: جهاز عرض المعلومات Data Show والتي يحتاجها المعلم عند عرض الدرس على برنامج Power Point وقد تغلب الباحث على هذه المشكلة من خلال طباعة الصور بالألوان في لوحة كبيرة.
 - صعوبة إدراك الطلاب لعملية التكامل بين مجالات الـ STEM ، وقد تغلب الباحث عليها من خلال تنوع الأنشطة المقدمة وربطها بالمجالات الأربعة لـ STEM .
 - طول الوحدة المستخدمة، وقد تغلب الباحث على هذه المشكلة من خلال تضمين أنشطة ترويحية في أثناء التدريس للتغلب على الملل الذي قد يصيب الطلاب في أثناء تدريس الوحدة.
- وقام الباحث بمعالجة تلك الصعوبات؛ من أجل تحقيق الغرض المطلوب من تجربة البحث، ثم جمع البيانات، ومن ثم تحليلها والوصول إلى النتائج.

(٨) المعالجة الإحصائية:

بعد تطبيق أدوات القياس قبليًا وبعديًا على الطلاب - مجموعة البحث - تم تصحيح أوراقهم في أدوات القياس، ثم رصد النتائج في جداول؛ تمهيدًا لمعالجتها إحصائيًا وتحليلها وتفسيرها، والتحقق من صحة فروض البحث، ومن ثم الإجابة عن تساؤلاتها، وقد تم تحليل البيانات باستخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (Statistical Package for Social Sciences) (SPSS) إصدار (٢١) في إجراء المعالجات الإحصائية.

نتائج البحث وتحليلها وتفسيرها

هدف هذا المحور عرض النتائج التي أسفرت عنها البحث، والتحقق من صحة فروضها وتحليلها وتفسيرها، وتقديم التوصيات والبحوث المقترحة.

أولاً- اختبار صحة فروض البحث:**١- اختبار صحة الفرض الأول:**

بالنسبة للفرض الأول من فروض البحث والذي ينص على ما يلي: " يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار البراعة الرياضية لصالح التطبيق البعدي " .
للتحقق من صحة الفرض تم استخدام قيمة " Z " لاختبار ويلكوكسون Wilcoxon ودلالاتها الإحصائية بين متوسطي رتب درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار البراعة الرياضية ، ويتضح ذلك من جدول (٦) :

جدول (٦)

قيمة " Z " لاختبار ويلكوسون Wilcoxon ودلالاتها الإحصائية بين متوسطي رتب درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار البراعة الرياضية ككل

| الرتب | العدد | مجموع الرتب | متوسط الرتب | درجة الحرية | قيمة (Z) الجدولية | | قيمة (Z) المحسوبة | مستوى الدلالة الإحصائية | قوة العلاقة لاختبار ويلكوسون (Tق) | دلالة قوة العلاقة |
|---------------------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------------|------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| | | | | | ٠,٠١ | ٠,٠٥ | | | | |
| الرتب ذات الإشارة السالبة | ٠ | ٠ | ٠ | ١٥ | | | ٣,٥١٧ | ٠,٠١ | ١ | كبيرة |
| الرتب ذات الإشارة الموجبة | ١٦ | ١٣٦ | ٨,٥٠ | | ١,٩٦ | ٢,٥٨ | | | | |
| الرتب المتعادلة | ٠ | | | | | | | | | |

يتضح من جدول (٦) أن قيمة (Z) المحسوبة (٣,٥١٧) وقيمة (Z) الجدولية تساوي (١,٩٦) عند مستوى ثقة ٠,٠٥ وتساوي (٢,٥٨) عند مستوى ثقة ٠,٠١ عند درجة حرية (١٥).

مما سبق يتضح أن قيمة (Z) المحسوبة أكبر من قيمة (Z) الجدولية؛ مما يدل على وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار البراعة الرياضية لصالح التطبيق البعدي. وبذلك تم التحقق من صحة الفرض الأول من فروض البحث.

كما تم حساب حجم تأثير البرنامج المقترح باستخدام معادلة قوة العلاقة لاختبار ويلكوسون واتضح أن دلالة قوة العلاقة بين المتغير المستقل والتابع كبيرة؛ حيث إنها تساوي واحدا صحيحا.

وتم حساب قيمة (Z) للمقارنة بين متوسطي رتب درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار البراعة الرياضية، وذلك في كل مكون من مكوناته على حدة كما يلي:

جدول (٧)

قيمة " Z " لاختبار ويلكوسون Wilcoxon ودلالاتها الإحصائية بين متوسطي رتب درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار البراعة الرياضية في كل مكون من مكوناته

| المهارات | الرتب | العدد | مجموع الرتب | متوسط الرتب | درجة الحرية | قيمة (Z) الجدولية | | قيمة (Z) المحسوبة | مستوى الدلالة الإحصائية | قوة العلاقة لاختبار ويلكوسون (Tق) | دلالة قوة العلاقة |
|----------------------|---------------------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------------|------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| | | | | | | ٠,٠١ | ٠,٠٥ | | | | |
| الاستيعاب المفاهيمي | الرتب ذات الإشارة السالبة | ٠ | ٠ | ٠ | ١٥ | | | ٣,٥٢٩ | ٠,٠١ | ١ | كبيرة |
| | الرتب ذات الإشارة الموجبة | ١٦ | ١٣٦ | ٨,٥٠ | | ١,٩٦ | ٢,٥٨ | | | | |
| | الرتب المتعادلة | ٠ | | | | | | | | | |
| الطلاقة الإجرائية | الرتب ذات الإشارة السالبة | ٠ | ٠ | ٠ | ١٥ | | | ٣,٤١٤ | ٠,٠١ | ٠,٧٧ | كبيرة |
| | الرتب ذات الإشارة الموجبة | ١٥ | ١٢٠ | ٨,٠٠ | | ١,٩٦ | ٢,٥٨ | | | | |
| | الرتب المتعادلة | ١ | | | | | | | | | |
| الكفاءة الاستراتيجية | الرتب ذات الإشارة السالبة | ٠ | ٠ | ٠ | ١٥ | | | ٣,٥٢٧ | ٠,٠١ | ١ | كبيرة |
| | الرتب ذات الإشارة الموجبة | ١٦ | ١٣٦ | ٨,٥٠ | | ١,٩٦ | ٢,٥٨ | | | | |

| المهارات | الرتب | العدد | مجموع الرتب | متوسط الرتب | درجة الحرية | قيمة (Z) الجدولية | | قيمة (Z) المحسوبة | مستوى الدلالة الإحصائية | قوة العلاقة لاختبار ويلكوسون (Tق) | دلالة قوة العلاقة |
|-------------------------------|---------------------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------------|------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| | | | | | | ٠,٠١ | ٠,٠٥ | | | | |
| التبرير أو الاستدلال التكميلي | الرتب ذات الإشارة السالبة | ٠ | ٠ | ٠ | ١٥ | ١,٩٦ | ٢,٥٨ | ٣,٥٢٤ | ٠,٠١ | ١ | كبيرة |
| | الرتب ذات الإشارة الموجبة | ١٦ | ١٣٦ | ٨,٥٠ | | | | | | | |
| | الرتب المتعادلة | ٠ | | | | | | | | | |
| النزعة المنتجة | الرتب ذات الإشارة السالبة | ٠ | ٠ | ٠ | ١٥ | ١,٩٦ | ٢,٥٨ | ٣,٥٥٠ | ٠,٠١ | ١ | كبيرة |
| | الرتب ذات الإشارة الموجبة | ١٦ | ١٣٦ | ٨,٥٠ | | | | | | | |
| | الرتب المتعادلة | ٠ | | | | | | | | | |

مما سبق يتضح أن قيمة (Z) المحسوبة أكبر من قيمة (Z) الجدولية عند مستوى دلالة (٠,٠١) لكل مهارة من البراعة الرياضية، مما يدل على وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار البراعة الرياضية لصالح التطبيق البعدي، في كل مكون من مكوناته، وكذلك قوة العلاقة لاختبار ويلكوسون بين المتغير المستقل والمتغير التابع كبيرة؛ حيث إنها أكبر من (٠,٦٠) لكل مكون من مكوناته.

٢- اختبار صحة الفرض الثاني:

بالنسبة للفرض الثاني من فروض البحث والذي ينص على ما يلي: " يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس التفكير المستقبلي لصالح التطبيق البعدي ".

للتحقق من صحة الفرض تم استخدام قيمة " Z " لاختبار ويلكوسون Wilcoxon ودالاتها الإحصائية بين متوسطي رتب درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس التفكير المستقبلي، ويتضح ذلك من جدول (٨) :

جدول (٨)

قيمة " Z " لاختبار ويلكوسون Wilcoxon ودالاتها الإحصائية بين متوسطي رتب درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس التفكير المستقبلي لكل

| الرتب | العدد | مجموع الرتب | متوسط الرتب | درجة الحرية | قيمة (Z) الجدولية | | قيمة (Z) المحسوبة | مستوى الدلالة الإحصائية | قوة العلاقة لاختبار ويلكوسون (Tق) | دلالة قوة العلاقة |
|---------------------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------------|------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| | | | | | ٠,٠١ | ٠,٠٥ | | | | |
| الرتب ذات الإشارة السالبة | ٠ | ٠ | ٠ | ١٥ | ١,٩٦ | ٢,٥٨ | ٣,٥١٧ | ٠,٠١ | ١ | كبيرة |
| الرتب ذات الإشارة الموجبة | ١٦ | ١٣٦ | ٨,٥٠ | | | | | | | |
| الرتب المتعادلة | ٠ | | | | | | | | | |

يتضح من جدول (٨) أن قيمة (Z) المحسوبة (٣,٥١٧) وقيمة (Z) الجدولية تساوي (١,٩٦) عند مستوى ثقة ٠,٠٥ وتساوي (٢,٥٨) عند مستوى ثقة ٠,٠١ عند درجة حرية (١٥).

مما سبق يتضح أن قيمة (Z) المحسوبة أكبر من قيمة (Z) الجدولية؛ مما يدل على وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس التفكير المستقبلي لصالح التطبيق البعدي. وبذلك تم التحقق من صحة الفرض الثاني من فروض البحث.

كما تم حساب حجم تأثير البرنامج المقترح باستخدام معادلة قوة العلاقة لاختبار ويلكوكسون واتضح أن دلالة قوة العلاقة بين المتغير المستقل والتابع كبيرة؛ حيث إنها تساوي الواحد الصحيح.

وتم حساب قيمة (Z) للمقارنة بين متوسطي رتب درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس التفكير المستقبلي، وذلك في كل بعد من أبعاده كما يلي:

جدول (٩)

قيمة " Z " لاختبار ويلكوكسون Wilcoxon ودالاتها الإحصائية بين متوسطي رتب درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس التفكير المستقبلي في كل بعد من أبعاده

| المهارات | الرتب | العدد | مجموع الرتب | متوسط الرتب | درجة الحرية | قيمة (Z) الجدولية | | قيمة (Z) المحسوبة | مستوى الدلالة الإحصائية | قوة العلاقة لاختبار ويلكوكسون (Tq) | دلالة قوة العلاقة |
|------------------------------|---------------------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------------|------|-------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------|
| | | | | | | ٠,٠١ | ٠,٠٥ | | | | |
| التخطيط المستقبلي | الرتب ذات الإشارة السالبة | ٠ | ٠ | ٠ | ١٥ | ٢,٥٨ | ١,٩٦ | ٣,٥٢٤ | ٠,٠١ | ١ | كبيرة |
| | الرتب ذات الإشارة الموجبة | ١٦ | ١٣٦ | ٨,٥٠ | | | | | | | |
| | الرتب المتعادلة | ٠ | | | | | | | | | |
| التفكير الإيجابي في المستقبل | الرتب ذات الإشارة السالبة | ٠ | ٠ | ٠ | ١٥ | ٢,٥٨ | ١,٩٦ | ٣,٥٢٣ | ٠,٠١ | ١ | كبيرة |
| | الرتب ذات الإشارة الموجبة | ١٦ | ١٣٦ | ٨,٥٠ | | | | | | | |
| | الرتب المتعادلة | ٠ | | | | | | | | | |
| التنبؤ المستقبلي | الرتب ذات الإشارة السالبة | ٠ | ٠ | ٠ | ١٥ | ٢,٥٨ | ١,٩٦ | ٣,٥٢٥ | ٠,٠١ | ١ | كبيرة |
| | الرتب ذات الإشارة الموجبة | ١٦ | ١٣٦ | ٨,٥٠ | | | | | | | |
| | الرتب المتعادلة | ٠ | | | | | | | | | |
| التخيل المستقبلي | الرتب ذات الإشارة السالبة | ٠ | ٠ | ٠ | ١٥ | ٢,٥٨ | ١,٩٦ | ٣,٥٢٦ | ٠,٠١ | ١ | كبيرة |
| | الرتب ذات الإشارة الموجبة | ١٦ | ١٣٦ | ٨,٥٠ | | | | | | | |
| | الرتب المتعادلة | ٠ | | | | | | | | | |
| تطوير السيناريو المستقبلي | الرتب ذات الإشارة السالبة | ٠ | ٠ | ٠ | ١٥ | ٢,٥٨ | ١,٩٦ | ٣,٥٢٢ | ٠,٠١ | ١ | كبيرة |
| | الرتب ذات الإشارة الموجبة | ١٦ | ١٣٦ | ٨,٥٠ | | | | | | | |
| | الرتب المتعادلة | ٠ | | | | | | | | | |
| تقييم المنظور المستقبلي | الرتب ذات الإشارة السالبة | ٠ | ٠ | ٠ | ١٥ | ٢,٥٨ | ١,٩٦ | ٣,٥٢٣ | ٠,٠١ | ١ | كبيرة |
| | الرتب ذات الإشارة الموجبة | ١٦ | ١٣٦ | ٨,٥٠ | | | | | | | |
| | الرتب المتعادلة | ٠ | | | | | | | | | |

مما سبق يتضح أن : قيمة (Z) المحسوبة أكبر من قيمة (Z) الجدولية؛ مما يدل على وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسطي رتب درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس التفكير المستقبلي لصالح التطبيق البعدي، وذلك في كل بعد من أبعاده، وكذلك قوة العلاقة

لاختبار ويلكوسون بين المتغير المستقل والمتغير التابع كبيرة؛ حيث إنها أكبر من (٠,٦٠) لكل بعد من أبعاده.

٣- اختبار صحة الفرض الثالث:

بالنسبة للفرض الثالث من فروض البحث الذي نص على ما يلي: " توجد علاقة ارتباطية موجبة دالة إحصائياً بين درجات عينة البحث في التطبيق البعدي لكل من اختبار البراعة الرياضية ومقياس التفكير المستقبلي".

للتحقق من صحة الفرض، تم حساب معامل الارتباط بين درجات عينة البحث في اختبار البراعة الرياضية ودرجاتهم في مقياس التفكير المستقبلي في التطبيق البعدي. كما قام بحساب معامل ارتباط بيرسون؛ حيث بلغت قيمة معامل الارتباط بينهما (٠,٩٣) وهو ارتباط دال عند مستوى (٠,٠١). مما يدل على أن العلاقة بين البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي علاقة ارتباطية طردية دالة عند مستوى (٠,٠١). ويوضح الجدول (١٠) العلاقة بين مكونات البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي.

جدول (١٠)

العلاقة بين المكونات الفرعية للبراعة الرياضية والمهارات الفرعية للتفكير المستقبلي

| التفكير المستقبلي ككل | تقييم المنظور المستقبلي | تطوير السيناريو المستقبلي | التخيل المستقبلي | التنبؤ المستقبلي | التفكير الإيجابي في المستقبل | التخطيط المستقبلي | التفكير المستقبلي البراعة الرياضية |
|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------|---|
| **٠,٧٧ | **٠,٨٠ | **٠,٧٨ | **٠,٧٣ | **٠,٧٦ | **٠,٧٣ | **٠,٧٥ | الاستيعاب المفاهيمي. |
| **٠,٨٩ | **٠,٨٧ | **٠,٨٧ | **٠,٨٧ | **٠,٨٩ | **٠,٨٩ | **٠,٨٩ | الطلاقة الإجرائية. |
| **٠,٨٧ | **٠,٨٥ | **٠,٨٦ | **٠,٨٤ | **٠,٨٩ | **٠,٨٦ | **٠,٨٦ | الكفاءة الاستراتيجية. |
| **٠,٨٨ | **٠,٩١ | **٠,٨٩ | **٠,٨٣ | **٠,٨٦ | **٠,٨٤ | **٠,٨٥ | التبرير أو الاستدلال التكيفي. |
| **٠,٨٩ | **٠,٩٣ | **٠,٨٩ | **٠,٨٣ | **٠,٨٨ | **٠,٨٦ | **٠,٨٦ | النزعة المنتجة. |
| **٠,٩٣ | **٠,٩٥ | **٠,٩٢ | **٠,٨٨ | **٠,٩٢ | **٠,٩٠ | **٠,٩٠ | البراعة الرياضية ككل |

يتضح من الجدول (١٠) أن تحسن مكونات البراعة الرياضية ساعد على تحسن التفكير المستقبلي لدى الطلاب عينة البحث والعكس. وهذا يرجع إلى فاعلية الوحدة المقترحة في رياضيات الروبوت قائمة على مدخل STEM في تنمية مكونات البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي لدى الطلاب عينة البحث.

ثانياً- تحليل نتائج البحث:

تم تحليل النتائج التي توصل إليها البحث؛ من خلال تحليل نتائج اختبار البراعة الرياضية وتحليل نتائج مقياس التفكير المستقبلي. وفيما يلي توضيح ذلك:

١- فاعلية البرنامج:

ولتحديد فاعلية البرنامج المقترح في تنمية البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي؛ قام الباحث بحساب النسبة المعدلة للكسب ودلالاتها في كل من اختبار البراعة الرياضية ومقياس التفكير المستقبلي وجدول (١١) يوضح ذلك:

جدول (١١)

النسب المعدلة للكسب لبلاك ودالاتها لاختبار البراعة الرياضية ومقياس التفكير المستقبلي

| الأداة | الدليل الإحصائي | متوسط درجات التطبيق القبلي | متوسط درجات التطبيق البعدي | النهاية العظمى | النسبة المعدلة للكسب | الدلالة الإحصائية |
|-------------------------|-----------------|----------------------------|----------------------------|----------------|----------------------|-------------------|
| اختبار البراعة الرياضية | ٣٣,٥٦ | ١١٣,٦٩ | ١٣٧ | ١,٣٦ | دالة إحصائية | |
| مقياس التفكير المستقبلي | ٩٢,٨١ | ١٧٢,٥٦ | ١٩٠ | ١,٢٢ | دالة إحصائية | |

من جدول (١١) يتضح أن النسبة المعدلة للكسب لاختبار البراعة الرياضية ومقياس التفكير المستقبلي أكبر من (١,٢٠)؛ مما يدل على فاعلية البرنامج المقترح في الجوانب التي يقيسها اختبار البراعة الرياضية ومقياس التفكير المستقبلي للطلاب عينة البحث.

٢- تحليل نتائج اختبار البراعة الرياضية:

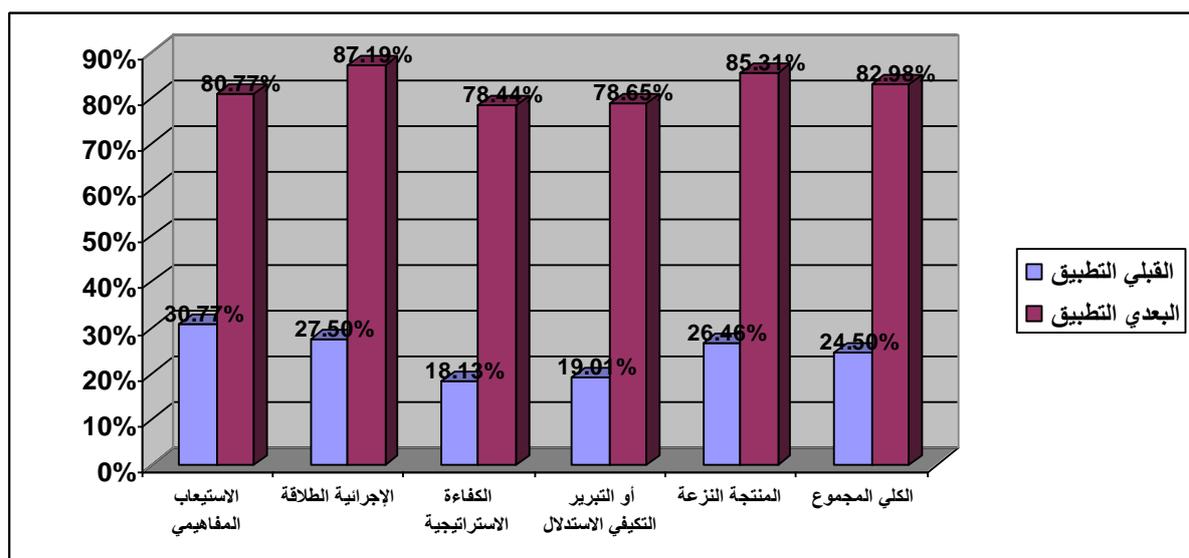
تم حساب متوسط درجات طلاب المجموعة التجريبية في كل مكون من مكونات البراعة الرياضية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار البراعة الرياضية، ثم إيجاد النسبة المئوية لكل مهارة والمجموع الكلي، و جدول (١٢) يوضح ذلك:

جدول (١٢)

النسبة المئوية لأداء طلاب المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار البراعة الرياضية

| الترتيب | نسبة التحسن | التطبيق البعدي | التطبيق القبلي | البراعة الرياضية |
|---------|-------------|----------------|----------------|-----------------------------------|
| ٥ | % ٥٠,٠٠ | % ٨٠,٧٧ | % ٣٠,٧٧ | (١) الاستيعاب المفاهيمي. |
| ٢ | % ٥٩,٦٩ | % ٨٧,١٩ | % ٢٧,٥٠ | (٢) الطلاقة الإجرائية. |
| ١ | % ٦٠,٣١ | % ٧٨,٤٤ | % ١٨,١٣ | (٣) الكفاءة الاستراتيجية. |
| ٣ | % ٥٩,٦٤ | % ٧٨,٦٥ | % ١٩,٠١ | (٤) التبرير أو الاستدلال التكيفي. |
| ٤ | % ٥٨,٨٥ | % ٨٥,٣١ | % ٢٦,٤٦ | (٥) النزعة المنتجة. |
| | % ٥٨,٤٩ | % ٨٢,٩٨ | % ٢٤,٥٠ | المجموع الكلي |

يتضح من جدول (١٢) تفوق أداء طلاب المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي على أدائهم في التطبيق القبلي لاختبار البراعة الرياضية والمجموع الكلي؛ حيث بلغت نسبة تحسن أداء المجموعة التجريبية (٥٨,٤٩%) في الاختبار ككل، وجاءت أعلى نسبة تحسن في مكون الكفاءة الاستراتيجية، تليها الطلاقة الإجرائية، يليها التبرير أو الاستدلال التكيفي، وتليها النزعة المنتجة، وشكل (١) يوضح ذلك:



شكل (١) : النسبة المئوية لأداء طلاب المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار البراعة الرياضية

٣- تحليل نتائج مقياس التفكير المستقبلي:

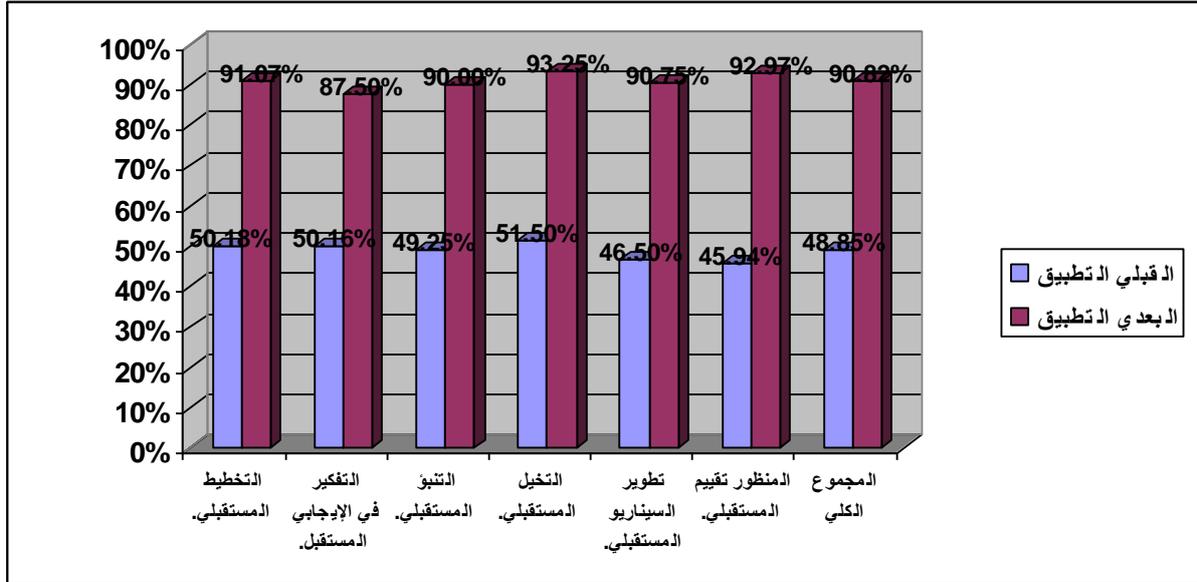
تم حساب متوسط درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي في كل بعد من أبعاد مقياس التفكير المستقبلي والمجموع الكلي، ثم إيجاد النسبة المئوية لكل بعد من الأبعاد والمجموع الكلي، والجدول (١٣) يوضح ذلك:

جدول (١٣)

النسبة المئوية لأداء طلاب المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس التفكير المستقبلي

| الترتيب | نسبة التحسن | التطبيق البعدي | التطبيق القبلي | التفكير المستقبلي |
|---------|-------------|----------------|----------------|-------------------------------|
| ٤ | % ٤٠,٨٩ | % ٩١,٠٧ | % ٥٠,١٨ | التخطيط المستقبلي. |
| ٦ | % ٣٧,٣٤ | % ٨٧,٥٠ | % ٥٠,١٦ | التفكير الإيجابي في المستقبل. |
| ٥ | % ٤٠,٧٥ | % ٩٠,٠٠ | % ٤٩,٢٥ | التنبؤ المستقبلي. |
| ٣ | % ٤١,٧٥ | % ٩٣,٢٥ | % ٥١,٥٠ | التخيل المستقبلي. |
| ٢ | % ٤٤,٢٥ | % ٩٠,٧٥ | % ٤٦,٥٠ | تطوير السيناريو المستقبلي. |
| ١ | % ٤٧,٠٣ | % ٩٢,٩٧ | % ٤٥,٩٤ | تقييم المنظور المستقبلي. |
| | % ٤١,٩٧ | % ٩٠,٨٢ | % ٤٨,٨٥ | المجموع الكلي |

يتضح من جدول (١٣) تفوق أداء طلاب المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي على أدائهم في التطبيق القبلي لمقياس التفكير المستقبلي والمجموع الكلي؛ حيث بلغت نسبة تحسن أداء المجموعة التجريبية (٤١,٩٧%) في المقياس ككل، وجاءت أعلى نسبة تحسن في مهارة تقييم المنظور المستقبلي يليها تطوير السيناريو المستقبلي، يليها التخيل المستقبلي، يليها التخطيط المستقبلي، يليها التنبؤ المستقبلي، يليها التفكير الإيجابي في المستقبل، وشكل (٢) يوضح ذلك:



شكل (٢) : النسبة المئوية لأداء تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس التفكير المستقبلي

ثالثا- تفسير نتائج البحث :

أ- تفسير نتائج اختبار البراعة الرياضية:

يرجع الباحث تفوق المجموعة التجريبية التي درست الوحدة المقترحة في رياضيات الروبوت قائمة على مدخل STEM في التطبيق البعدي على التطبيق القبلي لاختبار البراعة الرياضية إلى الأسباب الآتية:

١- أسهمت الوحدة المقترحة في أن تضع الطالب في موقف يحتوي على مشكلة تتحدى ما لديه من معرفة، وتثير لديه الدافع للبحث عن حل لها، ومن ثم ممارسته لمكونات البراعة الرياضية.

٢- ارتباط موضوعات الوحدة المقترحة بتوجهات حديثة متعلقة بالروبوت، حيث ساعدت الوحدة في تقديم المعرفة بصورة وظيفية تربط بين هذه المعارف وتطبيقاتها الحياتية؛ مما يسر عليهم اكتساب تلك المفاهيم والمبادئ، وبالتالي ساعد على توظيف تلك المفاهيم والمعلومات في حل بعض المشكلات بطريقة علمية.

٣- شعور الطلاب بالتحدي واشتراكهم معا في أنشطة الوحدة، أدى إلى شعورهم بالنجاح وتحمل المسؤولية والقدرة على القيام بالمهام وإنجازها.

٤- قد ترجع هذه النتيجة إلى كون التدريس باستخدام مدخل STEM - والذي يظهر المحتوى الرياضي بصورة تكاملية - قد أسهم في توسيع مدارك الطلاب وساعدهم على الاستدعاء الفكري والعصف الذهني وإثارة الأفكار والتساؤلات.

٥- طبيعة التدريس وفق مدخل STEM؛ وبيئته التعليمية الثرية بمصادر التعلم المختلفة، قد يكون له دور في تنمية البراعة الرياضية لدى الطلاب، من خلال البحث في مصادر التعلم المتعددة، وتنويع تلك المصادر التي تتطلب من الطلاب البحث والقراءة والملاحظة والاستنتاج.

٦- أتاح التدريس وفق مدخل STEM المزيد من التفاعل بين الطلاب فيما بينهم وبين الباحث، وتبادل وجهات النظر؛ مما أعطى الطلاب أفكارًا ناضجة وقدرة على استفسارات أعمق، وأتاح لهم التعبير عن آرائهم وأفكارهم بحرية دون خوف، ودفعهم للتفكير والمشاركة النشطة في العملية التعليمية في بيئة تفاعلية، وممارسة الأنشطة التي لها اتصال بواقعهم، والتي تمتزج بالأفكار الجديدة والإبداعية بطريقة محببة وممتعة من خلال المشكلات؛ مما قد أسهم في تنمية البراعة الرياضية.

٧- يمكن إرجاع تنمية مكونات البراعة الرياضية لطلاب مجموعة البحث التي درست بالوحدة المقترحة في ضوء STEM إلى أن وحدة (رياضيات الروبوت)، تم إعدادها وتنظيمها في ضوء تكامل المعرفة من الجوانب الأربعة العلوم والرياضيات والتكنولوجيا والهندسة، وبالتالي أصبح التعلم ذا معنى، كما تم تنظيم وعرض المادة العلمية وفق مشكلات حياتية ومشكلات علمية.

وتتفق نتائج هذا البحث مع ما جاء به كثير من الدراسات التي كشفت عن أن استخدام مدخل STEM له أثر إيجابي في جوانب التعلم المختلفة، في مواد دراسية مختلفة مثل: (همام، ٢٠١٨) (غانم، ٢٠١٣)، (علاالله، ٢٠١٩) (Robelen, 2011) (Rahman & et al, 2017) (حسن، ٢٠٢٠) (السليمان، والعمري، ٢٠٢٠) كما تتفق هذه النتيجة مع الدراسات التي أظهرت ضرورة استخدام مداخل تدريسية حديثة من أجل تنمية البراعة الرياضية، ومن هذه الدراسات: (التونسي، ٢٠١٩) (الحنان، ٢٠١٨) (الجندي، وخليل، ٢٠١٩) (عبد الحميد، ٢٠١٧) (حناوى، ٢٠١٨) (ملقي، ٢٠١٦) (Tsai, 2017) (& Li, 2014) (Cragga & Gilmore, 2014).

ب- تفسير نتائج مقياس التفكير المستقبلي:

يرجع الباحث تفوق التدريس وفق مدخل STEM في التطبيق البعدي على التطبيق القبلي لمقياس التفكير المستقبلي إلى الأسباب التالية:

١- ساعد مدخل STEM في زيادة فرص التفاعل بين المعلم والطلاب، وبين الطلاب بعضهم البعض في حجرة الدراسة حول الأنشطة الرياضية، وجعل كل طالب أكثر قدرة على التفاعل مع الآخرين دون خوف أو خجل.

٢- استخدم طلاب المجموعة التجريبية مهارات التفكير المستقبلي في حل الأنشطة الرياضية المطروحة.

٣- ساعد مدخل STEM على توفير البيئة التربوية المناسبة، التي يشعر الطالب فيها بالراحة عند التعامل مع الآخرين.

٤- زاد نشاط الطلاب داخل البيئة الصفية؛ من خلال توفير وأنشطة وسائل متعددة، تمكنهم الشعور بأهمية التعلم ودوره في تنمية التفكير المستقبلي، وتحمل المسؤولية في إنجاز المهام التعليمية المطلوبة منهم.

٥- اعتمد مدخل STEM على المشاركات والعمل الجماعي وتبادل الأفكار، وإتاحة الفرصة في تبادل الأفكار، والوصول لحلول متميزة وفريدة وبعيدة عن المألوف.

٦- أتاح الفرص للطلاب لكي يشرحوا، ويناقشوا، ويقيموا استخدامهم للتفكير المستقبلي.

٧- زود الطلاب بالتغذية الراجعة عن أدائهم، وساعد على تحسين أدائهم في التفكير المستقبلي التي يستخدمونها.

وبذلك تتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسات: (زنقور ، ٢٠١٥) (أبو موسي ، ٢٠١٧) (عمار ، ٢٠١٥) (متولى ، ٢٠١١) (الدرابكة ، ٢٠١٨) (أبو موسي ، ٢٠١٧) (Smith , 2008) (Hartje , 2008) (Eisenclas & Trevaskes, 2005) في ضرورة استخدام المداخل التدريسية الحديثة لتنمية التفكير المستقبلي، وتقديم الأنشطة التعليمية التي تنمي التفكير المستقبلي والتفاعل فيما بينهم.

رابعاً- توصيات البحث:

في ضوء نتائج البحث يوصى الباحث بما يلي:

- ١- استخدام مدخل STEM لتدريس الرياضيات؛ لما ثبت من فاعليته في تنمية البراعة الرياضية.
- ٢- جعل مناهج الرياضيات والعلوم والتكنولوجيا والهندسة موائمة 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- تزويد الطلاب المتحقين ببرنامج إعداد معلم الرياضيات، بمهارات توظيف STEM، في عملية تعليم وتعلم الرياضيات.
- ٤- إعداد برامج تدريبية لمعلمي الرياضيات على مدخل STEM وتوظيفها في تنمية البراعة الرياضية والتفكير المستقبلي.
- ٥- تطوير برامج إعداد معلمي الرياضيات بكليات التربية لتضمن برامج المناهج قائمة على STEM.
- ٦- تشجيع المعلمين على الاهتمام بالبراعة الرياضية في الرياضيات، واستخدام التفكير المستقبلي المناسبة.
- ٧- تضمين المناهج الدراسية أنشطة تعليمية وفق مدخل STEM، وصياغتها بصورة تساعد على البراعة الرياضية وممارسة التفكير المستقبلي.
- ٨- تشجيع المعلمين على استخدام مكونات البراعة الرياضية المختلفة والتفكير المستقبلي داخل حجرة الدراسة، وتدريب طلابهم على استخدامها بشكل فعال.

خامساً- البحوث المقترحة:

في ضوء ما توصل إليه البحث من نتائج يقترح الباحث القيام بإجراء الدراسات التالية:

- ١- فاعلية نماذج واستراتيجيات تدريسية أخرى في تنمية مكونات البراعة الرياضية لدى الطلاب في مراحل تعليمية مختلفة.
- ٢- تطوير مناهج الرياضيات في ضوء أبعاد البراعة الرياضية.

- ٣- تقويم مناهج الرياضيات بمراحل التعليم المختلفة في ضوء الاتجاهات العالمية المعاصرة بصفة عامة وفي ضوء الـ STEM بصفة خاصة.
- ٤- برنامج مقترح لتدريب معلمي الرياضيات على تدريس مناهج الرياضيات في ضوء الواجهات الـ STEM .
- ٥- إجراء دراسات عن استخدام مدخل STEM في تدريس الرياضيات لصفوف أخرى، ومقارنة نتائج تلك الدراسات، مع نتائج البحث الحالي، في البراعة الرياضية.
- ٦- إجراء بحث لتعرف فاعلية مدخل STEM لتنمية متغيرات تابعة أخرى.
- ٧- أثر التدريس وفق مدخل STEM في تنمية جوانب أخرى لدى الطلاب مثل:
- تنمية مهارات حل المشكلات.
 - تنمية مهارات التفكير النقدي والإبداعي.
 - تنمية مهارات الترابط الرياضي.

المراجع

أولاً : المراجع العربية :

- ١- أبو الرايات، علاء المرسي (٢٠١٤). فاعلية استخدام نموذج أبعاد التعلم لمارزانو في تدريس الرياضيات على تنمية الكفاءة الرياضية لدى طلاب المرحلة الإعدادية، مجلة تربويات الرياضيات، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ١٧(٤)، الجزء الثاني.، ص ص (٥٣ - ١٠٤).
- ٢- أبو موسى، إيمان (٢٠١٧). فاعلية بيئة تعليمية إلكترونية توظف استراتيجيات التعلم النشط في تنمية مهارات التفكير المستقبلي في التكنولوجيا لدى طالبات الصف السابع الأساسي، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية بغزة : كلية التربية.
- ٣- أحمد، هبة فؤاد (٢٠١٦). فاعلية تدريس وحدة في ضوء توجهات الـ STEM لتنمية مهارات حل المشكلات والاتجاه نحو دراسة العلوم لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، مجلة التربية العلمية، الجمعية المصرية للتربية العلمية، ١٩(٣)، مايو، ص ص (١٢٩ - ١٧٦).
- ٤- الباز، مروة محمد (٢٠١٨). فاعلية برنامج تدريبي في تعليم STEM لتنمية عمق المعرفة والممارسات التدريسية والتفكير التصميمي لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة، مجلة كلية التربية، جامعة أسيوط، ٣٤(١٢)، ديسمبر، ص ص (٤٦٠ - ٥١٠).
- ٥- التونسي، إبراهيم (٢٠١٩). فاعلية نموذج الفورمات (4MAT) في تدريس الرياضيات على تنمية البراعة الرياضية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. مجلة تربويات الرياضيات، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٢٢(٥)، الجزء الثاني. إبريل، ص ص (١٦ - ٧٨).

٦- الجندي ، حسن ، و خليل ، إبراهيم (٢٠١٩) . استخدام استراتيجية تدريسية قائمة على البراعة الرياضية في تنمية التحصيل الدراسي وفقا للاختبارات الدولية TIMSS وتقدير الذات الرياضي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية ، مجلة تربويات الرياضيات ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، ٢٢(١٢) ، أكتوبر ، ص ص (٦٧-١٣١) .

٧- الحنان ، أسامة (٢٠١٨) . برنامج قائم علي البراعة الرياضية لتنمية مهارات الترابط الرياضي والميل نحو الرياضيات لدي تلاميذ المرحلة الابتدائية ، مجلة كلية التربية، جامعة أسيوط، ٤٣(٢١)، ص ص(٧٨٤- ٧٠٩) .

٨- الخطيب ، اسامة (٢٠١٩) : مقدمة في علوم الروبوت ، جامعة ستانفورد ، متاح في :

<https://see.stanford.edu/Course/CS223A>

٩- الدرابكة ، محمد (٢٠١٨) . مهارات التفكير المستقبلي لدى الطلبة الموهوبين وغير الموهوبين – دراسة مقارنة ، مجلة جامعة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات التربوية والنفسية ، ٨(٢٣) ، ص ص (٥٧- ٦٧) .

١٠- السعيد ، رضا مسعد (٢٠١٨) . STEM : مدخل تكاملي حديث متعدد التخصصات للتميز الدراسي ومهارات القرن الحادي والعشرين ، مجلة تربويات الرياضيات ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، ٢١(٢) ، يناير ، ص ص (٤٢- ٦) .

١١- السعيد ، رضا مسعد (٢٠١٨) : البراعة الرياضية : مفهومها ومكوناتها وطرق تنميتها ، متاح في:

<http://staff.du.edu.eg/index.php?u=287&p=mdetails&c=3&d=7220>

١٢- السليمان ، بدر ، والعمري ، معيض (٢٠٢٠) . أثر استخدام الروبوت التعليمي (Educational Robot) في تنمية مهارة الاستدلال المكاني لطلاب الصف الرابع الابتدائي في منهج الرياضيات ، مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية ، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية ، ٥٧(١) ، ص ص (٢٩٤-٣٣٠) .

١٣- الصافوري ، إيمان ، وعمر ، زيزي (٢٠١٣) . فاعلية برنامج تدريسي مقترح لتنمية التفكير المستقبلي باستخدام استراتيجية التخيل من خلال الاقتصاد المنزلي للمرحلة الابتدائية ، مجلة دراسات في التربية وعلم النفس ، ٣٣(٤) ، ص ص (٧٢-٤٣) .

١٤- العمري ، ناعم (٢٠١٩) . فاعلية تدريس وحدات تعليمية مصممة وفق مدخل (STEM) في تنمية البراعة الرياضية لدى طلاب الصف الأول الثانوي ، مجلة تربويات الرياضيات ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، ٢٢(١٠) ، أكتوبر ، ص ص (٦٣-١٢٢) .

١٥- المعتم ، خالد ؛ والمنوفى ، سعيد (٢٠١٤) . تنمية البراعة الرياضية توجه جديد للنجاح في الرياضيات المدرسية. ورقة مقدمة إلى المؤتمر الرابع في تعليم وتعلم الرياضيات في التعليم العام. الرياض: جامعة الملك سعود، الجمعية السعودية للعلوم الرياضية.

- ١٦-الملّوحي ، اريج ، و الأحمدى ، سعاد (٢٠٢٠) . مستوى البراعة الرياضية لدى طالبات الصف السادس الابتدائي بمدينة الرياض ، مجلة تربويات الرياضيات ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٢٣(٣) ، ، أبريل ، ص ص (١٩٢ – ٢١٦) .
- ١٧-المنتصر ، رمضان (٢٠١٣) . وحدة مطورة لتنمية الحس التاريخي والتفكير المستقبلي لدى طلاب الصف الثاني الثانوي الأزهرى ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة طنطا : كلية التربية .
- ١٨-جودة ، سامية (٢٠١٩) . استخدام برنامج Geogebra في تدريس الهندسة والإستدلال المكاني في تنمية مكونات البراعة الرياضية ومهارات التعلم الذاتي لدى طالبات المرحلة المتوسطة ، المجلة التربوية ، كلية التربية. جامعة سوهاج ، ٦٤(١) ، يوليو ، ص ص (٢٤٥ – ٣٠٢) .
- ١٩-حافظ ، عماد (٢٠٠٩) . أثر التفاعل بين أساليب عرض المحتوى ونط الذكاء في تدريس الدراسات الاجتماعية على تنمية مهارات التفكير المستقبلي لدي تلاميذ المرحلة الثانية من التعليم الأساسي ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، جامعة حلوان : كلية التربية .
- ٢٠-حافظ ، عماد (٢٠١٥) . التفكير المستقبلي (المفهوم – المهارات – الاستراتيجيات) . القاهرة ، مصر : دار العلوم للنشر والتوزيع .
- ٢١-حسانين ، ماجدة (٢٠١٤) . فاعلية برنامج مقترح في علم الاجتماع قائم على البنائية الاجتماعية على تنمية مهارات التفكير المستقبلي والمفاهيم الاجتماعية لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، جامعة بني سويف : كلية التربية .
- ٢٢-حسن ، إبراهيم (٢٠٢٠) . تعليم STERM: دمج الروبوتات في مدخل تكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM ، مجلة تربويات الرياضيات ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٢٣(٣) ، أبريل ، ص ص (٧ – ٢٠) .
- ٢٣-حسن ، شيماء (٢٠١٦) . فاعلية برنامج قائم على استراتيجيات التدريس المتميز في تنمية الكفاءة الرياضية لدى طلاب المرحلة الثانوية ، مجلة تربويات الرياضيات ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ١٩(٥) ، ص ص (٥١ – ١٠٢) .
- ٢٤-حسن ، ميناى وآخرون (٢٠٠٥) . مدارس المستقبل ، استجابة الحاضر لتحولات المستقبل – المنهج وحتمية التغيير ، المؤتمر التربوي السنوي التاسع عشر ، وزارة التربية والتعليم ، البحرين .
- ٢٥-حمادة ، محمد (٢٠١٩) . التفاعل بين استراتيجيات التعلم المنظم ذاتيًا وأنماط التغذية الراجعة في تنمية البراعة الرياضية ومهارات التفاوض المعرفي لتلاميذ الصف الأول الإعدادي ، مجلة تربويات الرياضيات ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٢٢(٣) ، يناير ، ص ص (٧٠ – ١٢٦) .
- ٢٦-حناوي ، زكريا (٢٠١٨) . استخدام استراتيجيات سوم (SWOM) في تدريس الرياضيات لتنمية مكونات البراعة الرياضية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية ، المجلة التربوية ، كلية التربية ، جامعة سوهاج ، ٥٤(١) . أكتوبر. ص ص (٣٥٩-٤١٢) .

- ٢٧- راشد ، مها ، حسين ، عادل (٢٠١٩). فاعلية وحدات التعلم الرقمية القائمة على التمثيلات الرياضية في تنمية البراعة الرياضية لدى طالبات المرحلة الثانوية بمدينة الرياض. المؤتمر السادس لتعليم وتعلم الرياضيات. مستقبل تعليم الرياضيات في المملكة العربية السعودية في ضوء الاتجاهات الحديثة والتنافسية الدولية ، كلية التربية ، جامعة ام القرى، الفترة من ٢٦ إلى ٢٩ مارس ، ص (١١٣-١٤١).
- ٢٨- رضوان، إيناس (٢٠١٦). أثر برنامج تعليمي قائم على البراعة الرياضية في التحصيل والتفكير الرياضي لدى طلبة الصف السابع الأساسي في محافظة قلقيلية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة النجاح الوطنية في نابلس. فلسطين : كلية الدراسات العليا .
- ٢٩- زنفور ، ماهر (٢٠١٥) . الاختلاف بين نمطي التحكم [تحكم الطالب – تحكم البرنامج] ببرمجية وسائط فائقة وأثره على أنماط التعلم المفضلة ومهارات معالجة المعلومات ومستويات تجهيزها والتفكير المستقبلي في الرياضيات لدى طلاب المرحلة المتوسطة ، مجلة تربويات الرياضيات ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، ١٨ (٥) ، يوليو ، الجزء الأول ، ص ص (٦-١٥٤) .
- ٣٠- صالح ، محمد (٢٠٠٩) . سلسلة أوراق منهجية نبذة عن الدراسات المستقبلية ، القاهرة : رئاسة مجلس الوزراء المصري، مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار ، مركز الدراسات المستقبلية .
- ٣١- عبدالحميد ، رشا (٢٠١٧). فعالية استخدام استراتيجيات الرحلات المعرفية عبر الويب (الويب كوست) في تدريس الهندسة لتنمية البراعة الرياضية لدى طالبات المرحلة المتوسطة ، مجلة تربويات الرياضيات ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، ٢٠ (٣) ، أبريل ، ص ص (٣٢-٨٧) .
- ٣٢- عبدالرحيم ، محمد (٢٠١٥) . نموذج تدريسي مقترح في ضوء نظرية التعلم المستند إلى المخ لتنمية التفكير المستقبلي وإدارة الذات لدى طلاب المرحلة الثانوية الدارسين لعلم الاجتماع . مجلة الجمعية التربوية للدراسات الاجتماعية ، ٧٥ (١) ، ص ص (١-٥٧) .
- ٣٣- عبدالفتاح ، ابتسام (٢٠٢٠) . فاعلية استراتيجية مقترحة قائمة على قبعات التفكير الست في تدريس الرياضيات لتنمية البراعة الرياضية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية ، مجلة تربويات الرياضيات ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، ٢٣ (٢) ، يناير ، ص ص (١٦٢-٢٣٠).
- ٣٤- عبدالنعيم ، مها (٢٠١٢). أثر التدريس وفق استراتيجيات قائمة على الربط والتمثيل الرياضي في البراعة الرياضية لدى طلبة الصف السادس الأساسي، رسالة ماجستير غير منشورة ، الجامعة الهاشمية : كلية التربية .
- ٣٥- عبيد، وليم (٢٠٠٤). تعليم الرياضيات لجميع الأطفال في ضوء متطلبات المعايير وثقافة التفكير. عمان ، الأردن : دار المسيرة .
- ٣٦- عبيدة ، ناصر (٢٠١٧) . فاعلية نموذج تدريس قائم على أنشطة PISA في تنمية مكونات البراعة الرياضية والثقة الرياضية لدى طلبة الصف الأول الثانوي. مجلة دراسات في المناهج وطرق التدريس ، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس ، ٢١٩ (٢) ، فبراير، ص ص (١٦ – ٧٠)

٣٧- عزيز ، محمود (٢٠١٧). أثر استخدام استراتيجيات التعلم بالدماع ذي الجانبين على تنمية البراعة الرياضية لدى طلاب الصف السادس الأساسي بغزة. رسالة ماجستير غير منشورة ، الجامعة الإسلامية بغزة : كلية التربية .

٣٨- علاء الله ، منى (٢٠١٩) . فاعلية استخدام مدخل STEM في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى طالبات الصف الثاني المتوسط ، مجلة تربويات الرياضيات ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، ٢٢(١٢) ، أكتوبر ، ص ص (٢٦٦ – ٢٦٣) .

٣٩- عمار ، سلوى (٢٠١٥) . فاعلية برنامج مقترح قائم على التعلم الخدمي لتدريس القضايا المعاصرة لطلاب شعبة التاريخ بكليات التربية في تنمية مهارات التفكير المستقبلي والوعي بهذه القضايا ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، جامعة الفيوم : كلية التربية.

٤٠- غانم ، تفيدة (٢٠١١) . مناهج المدرسة الثانوية في ضوء مدخل العلوم – التكنولوجيا – الهندسة – الرياضيات STEM ، مجلة التربية العلمية ، المؤتمر العلمي الخامس ، التربية العلمية فكر جديد لواقع جديد" ، في الفترة من ٦ – ٧ سبتمبر ، ص ص (١٣٩ – ١٤١) .

٤١- غانم ، تفيدة (٢٠١٣). أبعاد تصميم مناهج STEM وأثر منهج مقترح في ضوءها لنظام الأرض في تنمية مهارات التفكير في الأنظمة System Thinking لدى طلاب المرحلة الثانوية، مجلة كلية التربية، جامعة بني سويف، ج(١) ، ديسمبر ، ص ص (١١٥ – ١٨٠) .

٤٢- متولي ، أحمد (٢٠١١) . فاعلية حقيبة تعليمية إلكترونية قائمة على المدخل الوقائي في التدريس في تنمية التفكير المستقبلي والتحصيل وبقاء أثر التعلم في الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، جامعة القاهرة : معهد البحوث والدراسات التربوية .

٤٣- مرسل ، إكرامي (٢٠١٩). تنمية البراعة الرياضية باستخدام استراتيجية توليفية قائمة على التساؤل الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. مجلة تربويات الرياضيات ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، ٢٢(٤) ، الجزء الأول. إبريل. ، ص ص (٢١٣ – ٢٨٥) .

٤٤- ملقي ، عماد (٢٠١٦). فاعلية استراتيجية مقترحة قائمة علي نموذج مارازانو لأبعاد التعلم في تنمية الكفاءة الرياضية وبعض عادات العقل في الرياضيات لدي تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، مجلة تربويات الرياضيات ، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات ، ١٩(٤) ، ص ص (١٧١ - ٢١٧) .

٤٥- همام ، أحمد (٢٠١٨) . فاعلية وحدة مقترحة في ضوء مدخل (STEM) لتنمية التفكير التصميمي في مادي العلوم لدى تلاميذ المدارس الرسمية للغات . رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة حلوان : كلية التربية .

ثانياً : المراجع الأجنبية:

46- Akgunduz, D. (2016). A Research about the placement of the top thousand students placed in stem fields in turkey between the years 2000 and 2014. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(5), 1365-1377.

-
- 47- Arsad, N. M., Osman, K., & Soh, T. M. T. (2011). Instrument development for 21st century skills in Biology. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15(1), 1470-1474.
- 48- Awofala, A. O. (2017). Assessing senior secondary school students' mathematical proficiency as related to gender and performance in mathematics in nigeria. *International Journal of Research in Education and Science*, 3(2), 488-502.
- 49- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press.
- 50- Chang, M., Evans, M. A., Kim, S., Norton, A., & Samur, Y. (2015). Differential effects of learning games on mathematics proficiency. *Educational Media International*, 52(1), 47-57.
- 51- Chiu, F. C. (2012). Fit between future thinking and future orientation on creative imagination. *Thinking Skills and Creativity*, 7(3), 234-244.
- 52- Colucci-Gray, L., Burnard, P., Gray, D., & Cooke, C. (2019). A critical review of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). In *Oxford Research Encyclopedia of Education*.
- 53- Cragg, L., & Gilmore, C. (2014). Skills underlying mathematics: The role of executive function in the development of mathematics proficiency. *Trends in neuroscience and education*, 3(2), 63-68.
- 54- David, J. L. (2008). Project-based learning. *Educational Leadership*, 65(5), 80.
- 55- Eisenclas, S. & Trevaskes, K. (2005). *Cognitive learning strategies programmed practices efficacy in Predictive & hypothetical thinking skills*. The University of Wisconsin, Madison, p213, Abstract Dissertation, Pro-Quest.
- 56- Fan, S. C. C., & Ritz, J. (2014). International views of STEM education. *PATT-28 Research into Technological and Engineering Literacy Core Connections*, 7-14.
- 57- Fortunato, V. J., & Furey, J. T. (2011). The theory of MindTime: The relationships between future, past, and present thinking and psychological well-being and distress. *Personality and Individual Differences*, 50(1), 20-24.
- 58- Freund, D. P. N. (2011). Opportunities to develop mathematical proficiency: how teachers structure participation in the elementary mathematics classroom. ProQuest LLC. 789 East Eisenhower Parkway, PO Box 1346, Ann Arbor, MI 48106.
- 59- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012, August). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. Washington, DC: Congressional Research Service, Library of Congress.
- 60- Groth, R. E. (2017). Classroom data analysis with the five strands of mathematical
-

- proficiency. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 90(3), 103-109.
- 61- Groves, S. (2012). Developing mathematical proficiency. *Journal of science and mathematics education in Southeast Asia*, 35(2), 119-145.
- 62- Hartje, D. (2008). *An examination of the process of implementing futuristic imagination programs in schools*. Fordham University, 208 pages, AAT 3210268, Abstract Dissertation, Pro-Quest.
- 63- Jolly, A. (2016). *STEM by design: Strategies and activities for grades 4-8*. Routledge.
- 64- Jones, A., Bunting, C., Hipkins, R., McKim, A., Conner, L., & Saunders, K. (2012). Developing students' futures thinking in science education. *Research in Science Education*, 42(4), 687-708.
- 65- Kim, S. & Chang, M. (2010). Does computer use promote the mathematical proficiency of all students ?. *Journal of Educational Computing Research*. 42 (3). 285 – 305.
- 66- Klein, M. (2012). Mathematical proficiency and the sustainability of participation: A New Ball Game through a Poststructuralist Lens. *Mathematics Education Research Group of Australasia*.
- 67- Marshall, S. P. (2009). Re-imagining specialized STEM academies: Igniting and nurturing decidedly different minds, by design. *Roepers Review*, 32(1), 48-60.
- 68- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices* (pp. 35-60). Purdue University Press.
- 69- Morrison, J., Bartlett, R., & Raymond, V. (2009). STEM as curriculum. *Education Week*, 23(19.03), 2017.
- 70- Morrison, G. S. (2007). *Early childhood education today*. Kevin M. Davis.
- 71- National Academy of Engineering and National Research Council. (2009). *Engineering in K-12 Education: Understanding the Status and Improving the Prospects*. Washington, DC: National Academies Press.
- 72- National Governors Association Center for Best Practices and Council of Chief State School Officers- [NGA Center and CCSSO]. (2010). Common core state standards for mathematics. common core state standards (college- and career-readiness standards and K–12 standards in english language arts and math). Washington, D.C.: NGA Center and CCSSO.
- 73- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. National

Academies Press.

- 74- Ntemngwa, C., & Oliver, S. (2018). The implementation of integrated science technology, engineering and mathematics (STEM) instruction using robotics in the middle school science classroom. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6(1), 12-40.
- 75- Paxton, M. J. (2008). *The role of positive future thinking in adolescent suicide risk*. ProQuest.
- 76- 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.
- 77- Rahman, S. M., Chacko, S. M., & Kapila, V. (2017, June). Building trust in robots in robotics-focused STEM education under TPACK framework in middle schools. In *Proc. of 2017 ASEE Annual Conference & Exposition* (pp. 25-28).
- 78- Robelen, E. (2011). New STEM schools target underrepresented groups. *Education Week*, 31(1), 18-19.
- 79- Sanders, M., Kwon, H. S., Park, K. S., & Lee, H. (2011). Integrative STEM (science, technology, engineering, and mathematics) education: contemporary trends and issues. *Secondary Education Research*, 59(3), 729-762.
- 80- Schoenfeld, A. H. (2007). What is mathematical proficiency and how can it be assessed?. *Assessing mathematical proficiency*, 53, 59.
- 81- Smith, W. (2008). Impact of the use of a training program based on the model of creative problem solving Barnes Bouktoath in the development of awareness of the issues to in the state of Georgia. *Educational Psychologist*, 64(3), 23-36
- 82- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 4.
- 83- Straw, S. (2014). *Consultation on Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) for the Education and Training Foundation*. National Foundation for Educational Research.
- 84- Thomasian, J. (2011). Building a science, technology, engineering, and math education agenda: an update of state actions. *NGA Center for Best Practices*.
- 85- Tsai, T. L., & Li, H. C. (2017). Towards a framework for developing students' fraction proficiency. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(2), 244-255.
- 86- Vasquez, J. A., Sneider, C. I., & Comer, M. W. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics* (pp. 58-76). Portsmouth, NH: Heinemann.
- 87- Volk, V. (2008). A global village is a small world. *Roeper Review*, 30(1), 39-44.
- 88- William E. & Dugger, Jr. (2013): Evolution of STEM in the United States. *International Technology and Engineering Educators Associatio*.

The Effect of Using a Proposed Module in Robotic Mathematics Based on STEM for The Development of Mathematical Proficiency and Future Thinking of Secondary School Students**Ahmed Ali Ibrahim Ali khttap**

Faculty of Education , Fayoum Unversity

Abstract :

The current research aimed at exploring the effect of a proposed unit in robotic mathematics based on STEM for the development of mathematical proficiency and future thinking of secondary school students. The researcher prepared a unit of "Robot Mathematics" according to STEM and a teacher booklet for teaching it. The researcher also prepared a test of mathematical proficiency and a questionnaire of future thinking. The sample of the research consisted of (16) students in the first-year secondary school in The Fayoum governorate as an experimental group, and then the pre administration of the research tools were applied. The results of the current research revealed the development of the experimental group students in the pre-test in the mathematical proficiency as a whole and its sub-components as well as the development of future thinking as a whole and its sub-skills. The researcher attributed the results to the fact that the proposed unit in the robotic mathematics based on the entrance of STEM and its teaching methods has helped to develop the components of mathematical proficiency and future thinking. The study also found a positive correlation, significant at (0.01) between the grades of the experimental group students in the pre-test of mathematical proficiency and the future thinking questionnaire. The research recommended teaching the proposed unit based on STEM for first-year secondary students as well as using a range of teaching methods that help the learner to use the components of mathematical proficiency and future thinking.

Keywords : Proposed Unit, Robot Mathematics, STEM, Mathematical Proficiency, Future Thinking