Educational Research & Innovation Journal
Issued by Education Strategy Administration
Ain Shams University

مجلة بحوث التعليم والابتكار
تصدر عن ادارة تطوير التعليم
جامعة عين شمس

برنامج إثرائي مقترح قائم على المدخل التكاملي STEM في تنمية التفكير التوليدي في الرياضيات لدى الطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية

The Effectiveness of Suggested Enrichment Program Based on The Integrated Approach (STEM) for Developing Generative Thinking in Mathematics for The Talent Students in Secondary Stage

ساره موسى أحمد شرف[1]

[1] مدرس مساعد – تخصص مناهج وطرق تدريس رياضيات – كلية البنات – جامعة عين شمس

تحت إشراف

أ.د/ محبات محمود حافظ أبو عميرة[2]

[2] أستاذ المناهج وتعليم الرياضيات – كلية البنات – جامعة عين شمس

أ.د/ مكة عبد المنعم محمد البنا[3]

[3] أستاذ المناهج وتعليم الرياضيات– كلية البنات – جامعة عين شمس

المستخلص:

هدف البحث إلى الكشف عن" فاعلية برنامج إثرائي مقترح قائم على المدخل التكاملي STEM في تنمية التفكير التوليدي في الرياضيات لدى الطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية"، واستخدم البحث التصميم ذا المجموعة الواحدة مع قياس قبلي – بعدي، وتكونت مجموعة البحث من (28) طالباً من الطلاب المتفوقين بالصف الأول الثانوي بمدرسة المتفوقين الثانوية بنين بعين شمس بالقاهرة للعام الدراسي 2022/2021م، وتمثلت أدوات البحث في) البرنامج الإثرائي المقترح القائم على المدخل التكاملي STEM ، اختبار التفكير التوليدي في الرياضيات(، وقد تم تطبيق أداة البحث تطبيقا قبليًا وبعدياً على مجموعة البحث، ثم معالجة البيانات إحصائياً .

وقد أسفرت نتائج البحث عن وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة (0,01) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير التوليدي لصالح التطبيق البعدي، كما أظهرت النتائج فاعلية كبيرة لوحدتين من البرنامج الإثرائي المقترح في تنمية مهارات التفكير التوليدي لدى طلاب مجموعة البحث، وأوصى البحث بضرورة إعادة النظر في مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية؛ بحيث تبنى في ضوء المدخل التكاملي STEM؛ لما لذلك من دور للمساعدة في إدراك أهمية الرياضيات، وأهمية تكاملها مع العلوم الأخرى، والدخول في برامج التنافسية العالمية في الرياضيات.

الكلمات المفتاحية: المدخل التكاملي STEM، التفكير التوليدي، الطلاب المتفوقون بالمرحلة الثانوية.

Abstract:

The aim of the research is to reveal "The Effectiveness of Suggested Enrichment Program Based on The Integrated Approach (STEM) for Developing Generative Thinking in Mathematics for The Talent Students in Secondary Stage". The research used the experimental design based on one group with measurement (before - after), and the research group consisted of (32) Talent Students in the first grade of secondary in Talent Secondary School for Boys in Ain Shams in Cairo. The Suggested Enrichment program based on The Integrated Approach STEM, Generative Thinking test in Mathematics, and the research tool was applied before and after on the research group, then statistically processing the data.

The results of the research concluded that there is a statistically significant difference at the level of significance (0.01) between the average scores of the students of the research group in the two applications, pre and post, to test the Generative Thinking skills in favor of the post application. The results showed the effectiveness of two units of the suggested enrichment program in developing the generative thinking skills of the students of the research group. The research recommended the need to reconsider the mathematics curricula at the secondary stage; To be built in the light of the integrative STEM approach; Because of this role to help realize the importance of mathematics, and the importance of its integration with other sciences, and to enter the global competitiveness programs in mathematics.

Keywords: The Integrated Approach STEM, the Generative Thinking, Talent Students in Secondary stage.

مقدمة:

يُعد التغير السريع والتوجه الدائم نحو التقدم والازدهار في مناحي الحياة كافة خاصةً العلمية، والتكنولوجية، والثقافية، والاقتصادية هو سمة العصر الذي نعيشه الآن، الأمر الذي جعل المجتمعات تتسابق وتتصارع فيما بينها؛ من أجل تحقيق ذلك التقدم الذي يضمن لها الريادة، وذلك من خلال استثمار جميع طاقات العقل البشري لأبنائها الاستثمار الأمثل، واستغلال كل ما يمتلكون من مواهب وقدرات عقلية يمكن النهوض بها.

ولأن عِلم الرياضيات من العلوم المهمة التي تُسهم في تحقيق التقدم والازدهار؛ دأبت الدول والمنظمات والمؤسسات التربوية المحلية منها والعالمية على البحث عن الطرق التي يمكن أن تُسهم في تحقيق نمو علمي متكامل لأبنائها.

ولهذا شهدت مناهج الرياضيات بمراحل التعليم العام في السنوات القلائل الأخيرة تطورات عديدة عالمياً ومحلياً، حيث بدأت معظم دول العالم المتقدم في مراجعة برامج تدريس الرياضيات، والبحث عن كل ما هو جديد، وذلك بغرض تطويرها حتى تواكب متطلبات القرن الحادي والعشرين، وأسفر عن ذلك التطوير ظهور عدة مشاريع، ومداخل عالمية لتطوير تدريس الرياضيات منها: المدخل التكاملي STEM*.

يعتبر مدخل STEM والذي عرف في بدايته بمدخلSET (العلوم – التكنولوجيا – التصميم الهندسي) ثم أضيفت الرياضيات بعد ذلك ليصبح STEM (العلوم – التكنولوجيا – التصميم الهندسي– الرياضيات) أحد مداخل التربية التكنولوجية الذي نشأ نتيجة واقع الأزمة الاقتصادية العالمية في الدول الصناعية الكبرى في العقود الأخيرة. وقد ظهرت برامج تربوية عديدة في العديد من الدول المتقدمة في هذا المجال، من حيث إعداد مناهج مدعمة بموضوعات هذا المدخل، وكذلك إعداد برامج تدريسية للمعلمين، وأخيراً تدعيم المجال التربوي بالتسهيلات اللازمة لتطبيق هذا النوع من التعلم. (تفيدة غانم، 2012، 7).

ويعرف المجلس المحلي الأمريكي للتنافس الاقتصادي مدخل STEM على أنه "مدخل تدريسي عالمي قائم على تكامل المواد الدراسية وهي: العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، من خلال توفير بيئة تعلم تركز على تعليم الطلاب الاستكشاف، والاختراع، واستخدام مشكلات الحياة اليومية والمواقف الحياتية وتشجيع الطلاب على الابتكار من خلال تكامل المواد الدراسية؛ مما يساعد الطلاب على عمل ترابطات بين المواد المختلفة والتوصل لابتكارات جديدة" (Council on Competitiveness,2005,2).

ويعتمد مدخل STEM على تحويل التعلم التقليدي إلى تعلم ابتكاري بنيته الأساسية طلاب قادرون على الاستكشاف، والاستقصاء، يقودهم في ذلك دافعيتهم للتعلم، ومواجهة التحديات بقدر عالٍ من المرونة الفكرية (Reeve,2015,5). كما يعتمد على التعلم بالمشروع**PBL، حيث يعطي الطلاب الفرصة ليشاركوا في وضع المشكلة وحلها، واتخاذ القرارات المناسبة حولها (Barak,2014,26).

وقد توجهت العديد من بلدان العالم نحو التركيز على مستويات مختلفة في تجربة تعليم STEM، كل حسب الهدف الذي تسعى إليه الدولة المطبقة لمثل هذا النوع من التعليم، وما تأمل تحقيقه. وقد حققت العديد من الدول تقدماً في هذا النوع من التعليم، وتوسعت النظم التعليمية بها في مدارس STEM، حيث قطعت الولايات المتحدة، وبريطانيا، وأستراليا، وكوريا الجنوبية، وتايوان، والصين، وسنغافورة، شوطاً كبيراً في زيادة أعداد هذه المدارس، وأعداد طلابها، وتطوير مناهجها، وتحقيق أهدافها. واستناداً لذلك؛ فإنه يجب الاستفادة من تلك التجارب الناجحة في بناء وتطوير برامج تعليم المتفوقين في مصر؛ مما يجعل لها الريادة علمياً، واقتصادياً، وتقنياً.

* STEM: Science، Technology، Engineering and Mathematics.

**PBL: Project Based Learning

وهناك العديد من الدراسات والأبحاث العربية والأجنبية التي اهتمت بتدريس الرياضيات والعلوم في ضوء المدخل التكاملي STEM، وذلك من خلال برامج تعليمية مختلفة تقدم مناهج تكاملية بين الرياضيات وفروع العلوم الأخرى، فقد أوصت دراسة (زينب صفوت، 2008) بتشجيع بناء المناهج المتكاملة، واقترحت بناء وإعداد وحدات قائمة على التكامل بين الرياضيات والمواد الدراسية الأخرى لطلاب المرحلة الثانوية، وقياس أثره في تنمية أنواع مختلفة من التفكير.

كما أوصت دراسة (أسامة محمد، 2015) بضرورة إظهار التكامل بين الرياضـــيات بتطبيقاتها وبين علوم أخرى كعلم الأحياء والجيولوجيا والطب والهندســـة والفلك، وذلك من خلال محتوى الرياضيات.

في حين كانت من توصيات دراسة (رضا السعيد ووسيم الغرقي، 2015) الاهتمام بتعليم الرياضيات والعلوم لما لها من فاعلية في تنمية الابتكار وتصميم المشروعات لدى الطلاب، وتطوير مدخل للتعليم والتعلم قائم على التكامل المعرفي بين التخصصات المختلفة.

وأوضحت دراسة (Akaygn&Asian,2016) أهمية استخدام مدخل STEM كمدخل تكاملي لتدريس موضوعات الرياضيات المختلفة. وأوصت دراسة كل من (عبد الله القثامي، 2017)، (مها الشمري،2018) بتطبيق مدخل STEM في تدريس الرياضيات؛ لما له من أهمية في تحقيق نواتج تعلم معرفية، مهارية، ووجدانية مرتبطة بتعليم وتعلم الرياضيات. وكشفت دراسة (بكر أبو عزيز، 2020) عن فاعلية منحى STEM في تنمية مهارات التفكير المنتج في الرياضيات لدى طلاب الصف العاشر الأساسي في وحدة الهندسة الإنشائية.

وتأسيساً على ما سبق، واستجابة لما جاءت به الدراسات السابقة من نتائج وأهداف وتوصيات، وما تنادي به مناهج STEM من ضـــرورة بنـاء مناهج تراعي التكامل بين الرياضـــيات وفروع العلوم الأخرى، فإنه لا بد للباحثين والتربويين الاســتفادة من هذا المدخل الدولي في تصـــميم مناهج دراسية تكاملية تتناول موضوعات رياضياتية حديثة متقدمة، وتربط بين الرياضيات وفروع العلوم الأخري.

وحيث إن هذا المدخل قائم على تخصصات متعددة منها الرياضيات، وقائم على الاستقصاء والمشروعات؛ فإنه يُناسب بالدرجة الأولى الطلاب ذوي المستويات العقلية العليا، وأن البحث في هذه الفئة سيحقق الفائدة المرجوة من وراء استخدام هذا المدخل.

ويلعب الطلاب المتفوقون دوراً هاماً في بناء تلك المجتمعات وتطويرها، لذلك يجب الاهتمام بهم وتقديم المساعدة والرعاية لهم بأقصى قدر ممكن، فالطلاب المتفوقون هم الثروة البشرية التي يجب اكتشافها وإطلاق طاقتها واستثمارها أفضل استثمار ممكن، ممثلاً في مدى الرعاية التربوية التي توجه لهؤلاء المتفوقين في مجالات الحياة كافة (محبات أبو عميرة، 1996، 15).

وفي هذا السياق، تشير دراسة (Dwyer, 2009) إلى مجموعة من المهارات والقدرات الخاصة التي لا بد أن يمتلكها الطالب المتفوق، منها رغبته القوية وامتلاكه القدرة على تحقيق مستوى تحصيلي مرتفع، وإدراك المفاهيم الرياضياتية المختلفة، وتطبيقاتها في حل المشكلات، والتفكير المجرد، والنظر إلى المشكلات بصورة غير تقليدية.

ويحتاج الطلاب المتفوقون في الرياضـــيات إلى رعاية تربوية خاصـــة تراعي خصـــائصـــهم العقلية والوجدانية والاجتماعية، وقد لخص كل من مشعل المنصوري وسلوى الظفيري (2016، 401)، وغادة شـــومان (2016، 75-77) الحاجات التربوية التي يجب مراعاتها وإشـــباعها للمتفوقين في الرياضـــيات عند إعداد أي برنامج تربوي لهم نذكر منها احتياج الطالب المتفوق إلى ما يلي:

- التزويد بمعلومات رياضية جديدة تتحدى قدراته.
- اكتساب مهارات التعلم الذاتي، مع العناية بمهارات البحث، والقيام بالمشروعات البحثية.
- تشجيعه على العمل الجماعي مع زملائه المتفوقين.
- تنمية روح المنافسة والتشجيع على الاشتراك في المسابقات العالمية والمحلية.

ويتضح مما سبق أن خصائص وحاجات الطالب المتفوق في الرياضيات هي الجانب الأهم والمحدد لطبيعة البرامج التعليمية التي يحتاجها؛ لذلك بات من الضرورة التربوية إشباع تلك الحاجات وتنمية تلك القدرات، وهذا يتطلب جهوداً كبيرة من حيث إعدادهم ورعايتهم، ودراسة استعداداتهم العقلية والنفسية ومراعاتها عند تصميم عناصر التعلم، حيث إن هذه الفئة من الطلاب لديها من الإمكانات والقابلية التعليمية ما يمكّنهم من امتلاك مهارات مختلفة وعديدة كمهارات توليد المعلومات الرياضياتية مقارنة بزملائهم من الطلاب العاديين.

وهناك العديد من الدراسات والأبحاث التي أكدت أهمية رعاية المتفوقين ومساعدتهم في امتلاك المهارات اللازمة لحل المشكلات الرياضياتية، وكذلك حل المشكلات التي تواجههم في حياتهم اليومية، وأيضاً ضرورة تقديم برامج تعليمية للمتفوقين من خلال أنشطة إثرائية مناسبة، حيث أجرت (محبات أبو عميرة، 1998) دراسة تقويمية لبرنامج تعليم الرياضيات للمتفوقين بفصول المرحلة الثانوية، وأظهرت نتائج الدراسة مدى احتياج هؤلاء الطلاب إلى برامج إثرائية لتنمية التفكير الرياضي والتفكير الإبداعي لديهم.

في حين سعت دراسة (Choi&Do,2008) إلى الكشف عن الفروق بين الطلاب المتفوقين في الرياضيات والطلاب العاديين في الإبداع الرياضي من خلال تطبيق اختبار التفكير الإبداعي لتورانس، وأظهرت الدراسة فرقاً ذا دلالة إحصائية بين متوسطي درجات الطلاب المتفوقين في الرياضيات والعاديين في كافة المهارات الفرعية المكونة للتفكير الإبداعي والاختبار ككل لصالح الطلاب المتفوقين.

وأشارت نتائج دراسة (El-Demerdash & Kortenkamp, 2009) إلى فاعلية برنامج إثرائي مقترح للطلاب المتفوقين للمرحلة الثانوية باستخدام برنامج كمبيوتر ديناميكي للهندسة في تنمية التفكير الإبداعي الهندسي بمهاراته الفرعية (الطلاقة – المرونة – الأصالة – الإفاضة). وأظهرت نتائج دراسة (هاني الأغا، 2016) فاعلية برنامج مقترح في ضوء المعايير الدولية لتنمية مهارات التفكير الإبداعي، وحل المشكلات الحياتية في الرياضيات، وأوصت الدراسة بضرورة تدريب الطلاب المتفوقين على توليد أكبر عدد ممكن من الحلول والأفكار المتنوعة واختيار الحل المناسب للمشكلة.

وكذلك أوصت دراسة (كريمة علام، 2017) بضرورة استخدام برامج تربوية حديثة للمتفوقين بالمرحلة الثانوية لما أظهرته نتائج هذا البحث من تقدم لمناهج الرياضيات واستراتيجيات تدريسها.

ونظراً لأن الطلاب المتفوقين كما يرى رضا السعيد وهويدا الحسيني (2013، 346-347) يميلون إلى قراءة كتب الرياضيات من خارج المنهج المدرسي للحصول على المزيد من المعلومات في الرياضيات، فإنه لا بد من ضرورة إثراء تلك المناهج بمجموعة من الأنشطة الإثرائية لموضوعات الرياضيات المختلفة، من خلال تقديم أنشطة إثرائية في الأشكال والفراغ وغيرها.

وتأسيساً على ما سبق؛ فإنه يجب أن تُوجّه البرامج التعليمية كافة في الرياضيات نحو تنمية المهارات المختلفة لدى الطلاب المتفوقين؛ وذلك لأنهم يتمتعون بقدر كبير من سمات التفكير التوليدي الذي يسمح لهم بتعلم كيفية توليد المعلومات والشعور بأهمية ما ينتجه العقل، وكذلك استمرارية التعلم مدى الحياة.

وقد اتفق كل من روبرت مارزانو وآخرون (2004، 219)، Chin&Brown (2000، 119) على أن التفكير التوليدي يعني القدرة على توليد إجابات واستخدام الأفكار السابقة لتوليد أفكار جديدة عندما لا يكون هناك حل جاهز للمشكلة، فهو عملية بنائية يتم فيها الربط بين الأفكار الجديدة والمعرفة السابقة.

ويتضمن التفكير التوليدي بعدين أو جانبين: أحدهما البعد الاستكشافي (الاكتشافي)، والآخر البعد التوليدي (الإبداع). ويصف كل من (فتحي الزيات، 2001)، و(نايفة قطامي، 2001) هذين البعدين بأنهما يتيحان الاستمرارية لنشاط المتعلم وتفاعله في الخبرات التي يواجهها، بحيث يصبح مولداً للمعرفة.

وتُعد تنمية مهارات التفكير عامة والتفكير التوليدي خاصة من أهم الأهداف التي يجب تحقيقها من خلال تدريس رياضيات، كونها مادة غنية بالمواقف المشكلة التي تثير تفكير الطلاب لإيجاد حلول لها متعددة ومتنوعة وجديدة. كما أنها تنمي مهارة النقد الموضوعي لدى الطلاب للمواقف، وبالنظر إلى تلك المكونات نجد أنها تمثل بعض القدرات الأساسية للتفكير التوليدي (محمد المفتي، 1995).

وهناك العديد من الدراسات والأبحاث التي أكدت أهمية تنمية التفكير التوليدي لدى الطلاب في جميع المراحل التعليمية، خاصة في الرياضيات، والسعي نحو استخدام استراتيجيات ومداخل تدريسية تسهم في تنمية التفكير التوليدي. فقد أثبتت دراسة (Geoffrey,2010) فاعلية استخدام الألعاب القائمة على المشكلات في تنمية التفكير التوليدي لخطوط الأعداد الصحية في مادة الرياضيات بالمرحلة الابتدائية.

في حين كشفت دراسة (منصور الصعيدي، 2014) عن فاعلية السقالات التعليمية "مدعومة إلكترونياً" في تدريس الرياضيات في تنمية التفكير التوليدي ببعديه الأساسيين لدى التلاميذ ذوي صعوبات التعلم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية، وأوصت الدراسة بضرورة التركيز على طرق وأساليب ومداخل تدريسية حديثة، وتوفير بيئة تعليمية مناسبة تعمل على تحقيق الإبداع وتنميته في الرياضيات.

كما توصلت نتائج دراسة (حشمت أحمد، 2017) إلى فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية التواصلية باستخدام التعلم الالكتروني التشاركي، في تنمية التفكير التوليدي لدى الطلاب الفائقين في الرياضيات بالصف الأول الثانوي، بينما أوصت دراسة (بدرية الغامدي، 2019) بالعمل على تصميم وتطوير المقررات التعليمية في مناهج ومقررات الرياضيا،ت وتزويدها بمهارات توليد المعلومات وبطرق التدريس الحديثة كالتعلم المزيج.

وكشفت نتائج دراسة (يسري محمد، 2021) عن فاعلية وحدة من التصور المقترح لمناهج الرياضيات بالمرحلة الابتدائية وفق المناهج القائمة على التميز في تنمية مهارات الفهم العميق المتمثلة في (الطلاقة، المرونة، التنبؤ في ضوء المعطيات، الكشف عن المغالطات، طرح الأسئلة، التفسير، اتخاذ القرار).

يتضح من خلال ماسبق أهمية تنمية التفكير التوليدي لدى الطلاب في الرياضيات؛ حيث إن استخدام الطالب لمهارات التفكير التوليدي وتوظيفها في الرياضيات بشكل ناجح وفعّال، يعمل على تحسين أداء الطالب وتنمية قدراته العقلية الذهنية في التعامل مع مختلف مشكلات الرياضيات التي تواجهه، مما يدفعه للبحث عن طرق تفكير جديدة تساعده في إنتاج وتوليد حلول مناسبة وإبداعية للصعوبات والمشكلات التي تواجهه ذات الأهمية الحيوية والعملية في حياته، واختيار أفضل البدائل المتاحة.

وبناءً عليه، واستجابة لما خرجت به الدراسات والأبحاث السابقة من توصيات ونتائج؛ فإنه لا بد من الاهتمام بتنمية مهارات التفكير التوليدي في الرياضيات، وترى الباحثة أن مدخل (STEM) يتلاءم مع مهارات التفكير التوليدي، إذ إن المدخل يهدف إلى توليد وإنتاج الطالب للأفكار، والبحث حول المفاهيم الرياضياتية، وإنشاء علاقات وروابط داخلية وخارجية لهذه المفاهيم.

الإحساس بمشكلة البحث:

نبع الإحساس والشعور بمشكلة البحث من خلال ما يلي:

1- نتائج العديد من الدراسات والبحوث التربوية التي أكدت ضرورة تقديم برامج تعليمية إثرائية للمتفوقين في جميع المراحل التعليمية خاصة المرحلة الثانوية، والتعرف على مدى فاعليتها في تنمية أنواع مختلفة من التفكير، أمثال دراسة كلٍ من (محبات أبو عميرة، 1996)، (Choi&Do,2008)، و(غادة شومان، 2016)، و(كريمة علام، 2017)، و(El-Demerdash&Kortenkamp,2009. بالإضافة إلى توصيات العديد من المؤتمرات التربوية التي اهتمت بالطلاب المتفوقين من حيث البرامج التعليمية المقدمة لهم لرعايتهم وبناء مناهج تناسب خصائصهم وقدراتهم باعتبارهم أحد أهم الاتجاهات التربوية المعاصرة أمثال:

مؤتمر نحو بيئة محفزة للإبداع وثقافة تعززه(2010)، والمؤتمر العلمي العربي الثامن لرعاية الموهوبين والمتفوقين "الموهبة والإبداع": منعطفات هامة في حياة الشعوب(2011)، ومؤتمر رعاية الموهوبين والمتفوقين "مسئولية وطنية "(2014)، ومؤتمر نحو استراتيجية لرعاية المبتكرين (2015).

2- نتائج العديد من الدراسات والبحوث التربوية التي أكدت أهمية تنمية مهارات التفكير التوليدي لدى الطلاب بمراحل التعليم المختلفة أمثال دراسة كل من: (يسري عثمان، 2008)، (2010و، Geoffrey&et.al)، و(منى الخطيب، سماح الأشقر،2013)، و(علي عبد الجليل، 2009)، و(رشا رمزي، 2011)، و(منصور الصعيدي، 2014)، و(ماهر زنقور، 2015)، و(رضا دياب، 2016)، و(بدرية الغامدي، 2019)، و(يسري محمد، 2021).

3- نتائج العديد من الدراسات والبحوث التربوية التي اهتمت بمدخل التكامل (متعدد التخصصات)، ونادت بالتكامل بين الرياضيات والتخصصات الأخرى، وأكدت ضرورة الحاجة إلى مناهج تكاملي بين فروع STEM، أمثال دراسات (رياض الشرع، 2019)، و(عبد الله القثامي،2017)، و(مها الشمري،2018)، و(Lou&et.al,2013)، و(إبراهيم هاشم وخلود الجزائري،2014)، و(Vidergor,2010)، و(رشا محمد، 2018)، و(رضا السعيد، 2015)، (Wanget&et.al,2011)، و(رضا السعيد، 2010)، و(تفيدة غانم، 2012)، و(زينب صفوت، 2008)، و(Fan & Ritz,2014)، و(عبد الله زيد، 2015)، و(Akaygn&Asian,2016)، و(ميرفت محمد، 2015).

4- توصيات العديد من المؤتمرات التربوية الخاصة بتعليم وتعلم الرياضيات التي نادت بالتكامل بين الرياضيات والعلوم الأخرى، وأوصت بضرورة استخدام وتطبيق مدخل STEM في تدريس الرياضيات، وضرورة نشر الوعي حول أهمية مدخل STEM، أمثال مؤتمر STEM (2013)، ومؤتمر التميز الأول في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات STEM (2015)، ومؤتمر مهارات القرن الحادي والعشرين (2016)، ومؤتمر الخليج العربي للرياضيات التطبيقية (2013).

5- توصيات المعايير المحلية والعالمية في تعليم وتعلم الرياضيات التي أوصت بضرورة تقديم المنهج للمفاهيم الكبرى ذات الطبيعة البينية والمتداخلة بين أساسيات العلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسي والرياضيات، وضرورة التعامل مع موضوعات الرياضيات ليس بشكل منفصل وبمعزل عن العلوم الأخرى، بل بشكل مترابط بحيث يجسد محتوى مجموعة متنوعة المواد، ومنها:(NCTM,2000,140-143)، و STEM (Maryland,2012)، و(معايير تعليم الرياضيات بوزارة التربية والتعليم المصرية،2003، 1- 181)، و(معايير الهيئة القومية لضمان الجودة والاعتماد التربوي في مصر (2011، الإصدار الثالث، 28-33).

6- من خلال مراجعة مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية، تبيّن أنها "تقدم مادة علمية بصورة منفصلة، وتركز على معلومات معرفية دون ربط هذا العلم بالعلوم الأخرى، أو تنمية المهارات الرياضية والهندسية والتكنولوجية، أو تنمية مهارات التفكير العليا، ويوضح ذلك إهمال تطبيق الاتجاهات الحديثة في تصميم المناهج التي تعتمد على دمج العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات".

7- نتائج المقابلة الشخصية مع مجموعة من معلمي الرياضيات ومديريها (5 معلمين، 3 مديرين) في عدد من مدارس المتفوقين للعلوم والتكنولوجيا بجمهورية مصر العربية، حيث كانت آراء المديرين والمعلمين حول النقاط المطروحة إيجابية وداعمة لبرامج رعاية الطلاب المتفوقين؛ كونها تسمح لهم بالتدريب على مهارات البحث والتقصي والتصميم، وتوظيف كل ما تعلموه من خلال الرياضيات وتخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة في تصميم أحد المشروعات

وإنتاجها من أجل مواجهة المشكلات التي تمر بها مصر، وقد أبدى المديرون والمعلمون رغبتهم ودعمهم لإجراء المزيد من الدراسات، وإعداد محتوى تكاملي في الرياضيات، يتضمن أنشطة إثرائية ومشروعات تعليمية متعددة ومتنوعة، ويتناسب مع خصائص وحاجات متفوقي المرحلة الثانوية في الرياضيات.

مشكلة البحث وأسئلته:

انطلاقاً مما سبق؛ تتحدد مشكلة البحث في الآتي:

"قصور مناهج الرياضيات للمتفوقين بالمرحلة الثانوية في تضمين مهارات التفكير التوليدي، بصورة وظيفية، وتضمين مداخل بينية تكاملية متمركزة حول البحث، والاستقصاء، والتحري، وحل المشكلات، واتخاذ القرار، وعدم تلقي الطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية لبرامج ومناهج تلبي احتياجاتهم، وتناسب قدراتهم الإبداعية. الأمر الذي يدعو إلى الحاجة لبناء برنامج إثرائي مقترح يعالج القصور في برامج ومناهج المتفوقين الحالية، ويقوم على المدخل التكاملي STEM، ويسهم في تنمية مهارات التفكير التوليدي في الرياضيات لدى الطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية".

في ضوء ما سبق؛ يمكن صياغة مشكلة البحث في السؤال الرئيس التالي:

"ما فاعلية برنامج إثرائي مقترح قائم على المدخل التكاملي (STEM) في تنمية التفكير التوليدي في الرياضيات لدى الطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية؟".

ويتفرع من هذا السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية التالية:

1. ما صورة البرنامج الإثرائي المقترح القائم على المدخل التكاملي (STEM) في تنمية التفكير التوليدي في الرياضيات لدى الطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية؟
2. ما فاعلية وحدتين من البرنامج الإثرائي المقترح القائم على المدخل التكاملي (STEM) في تنمية مهارات التفكير التوليدي في الرياضيات لدى الطلاب المتفوقين بالصف الأول من المرحلة الثانوية؟

فروض البحث:

للإجابة عن أسئلة البحث الحالي؛ فقد حاولت الباحثة التحقق من صحة الفروض الآتية:

1. يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (0,01) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث من المتفوقين بالصف الأول الثانوي في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التفكير التوليدي في الرياضيات، وذلك لصالح التطبيق البعدي.
2. يتحقق تأثير مقبول لوحدتين من البرنامج الإثرائي المقترح في تنمية مهارات التفكير التوليدي في الرياضيات لدى طلاب مجموعة البحث من المتفوقين بالصف الأول الثانوي.
3. تتحقق فاعلية مقبولة لوحدتين من البرنامج الإثرائي المقترح في تنمية مهارات التفكير التوليدي في الرياضيات لدى طلاب مجموعة البحث من المتفوقين بالصف الأول الثانوي.

أهمية البحث:

تتمثل أهمية البحث الحالي في أنه قد يفيد في الآتي:

1. مسايرة الاتجاهات الحديثة في تعليم وتعلم الرياضيات من خلال تقديم محتوى جديد في الرياضيات لدى الطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية.
2. تقديم البرنامج المقترح في ضوء مدخل (STEM) قد يكون له أثر كبير في مجال تطوير الرياضيات بمختلف المراحل في المدارس التعليمية كافة.
3. تقديم دليل عملي لكيفية تدريس محتوي مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية عبر مدخل STEM.

4. تقديم دليل إرشـــادي لكيفية تنفيذ مشـــروعات STEM المقترحـة ضـــمن البرنـامج الإثرائي المقترح للطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية.
5. مســـاعدة الموجهين في مجال الرياضـــيات والمختصـــين في إعداد ورش عمل للمعلمين وتدريبهم على طرق واســـتراتيجيات حديثة في تعليم المتفوقين والتعامل معهم ســواء في مدارس المتفوقين أو مـدارس العلوم والتكنولوجيـا (STEM).
6. مســـاعدة الدولة في تنفيذ ما تهدف إليه الخطة الاســـتراتيجيـة للتعليم قبـل الجـامعي 2014-2030م، واســتراتيجية التنمية المســتدامة: رؤية مصر 2030.
7. تزويد معلمي المتفوقين بـالمرحلـة الثـانويـة بـأداة موضـــوعيـة لقياس مهارات التفكير التوليدي، يمكن الاستفادة منها في تقويم تعليم الرياضيات في تلك المرحلة.

منهج البحث:

لما كان البحث الحالي يســـعى إلى الكشـــف عن فاعلية برنامج إثرائي مقترح قائم على المدخل التكاملي (STEM) في تنمية التفكير التوليدي في الرياضـــيات لدى الطلاب المتفوقين بـالمرحلـة الثـانويـة، فقد تم إجراؤه وفقاً لمنهجين هما:

أ- **المنهج الوصفي التحليلي:** وذلك فيما يتعلق بمراجعة الأدبيات والدراسات التربوية السابقة التي تتناول متغيرات البحث الحالي (المدخل التكاملي – التفكير التوليدي في الرياضيات- المتفوقون)، وإعداد البرنامج الإثرائي وأدوات البحث في ضوء المدخل التكاملي.

ب- **المنهج التجريبي:** وذلك فيما يتعلق بتجربة البحث، حيث تم الاستعانة بالتصميم شبه التجريبي ذي المجموعة الواحدة مع قياس قبلي وبعدي، وذلك للكشف عن فاعلية البرنامج الإثرائي المقترح في تنمية التفكير التوليدي وحل المشكلات لدى الطلاب المتفوقين في الرياضيات.

حدود البحث:

اقتصـــر البحث الحالي على مجموعة من طلاب الصـــف الأول الثانوي بإحدى مدارس المتفوقين، وهي مدرســـة المتفوقين الثانوية بعين شمس "القاهرة".

أدوات البحث:

اعتمد البحث على الأدوات التالية:

1. البرنـامج الإثرائي المقترح في الريـاضـــيـات. (إعداد الباحثة)
2. دليل المعلم لتدريس موضوعات البرنامج الإثرائي وتنفيذ مشروعاته. (إعداد الباحثة)
3. اختبـار التفكير التوليـدي في الريـاضـــيـات. (إعداد الباحثة)

إجراءات البحث:

للإجابة عن أســـئلة البحث الحالي والتحقق من صـــحة فروضه، فقد تم اتباع الخطوات التالية:

1. الاطلاع على الأدبيات والدراسـات السـابقة التي تتناول متغيرات البحث الحالي: (المدخل التكاملي – التفكير التوليدي في الرياضيات – المتفوقين)، وذلك للاستفادة منها في جميع مراحل البحث.
2. بناء البرنـامج الإثرائي المقترح للطلاب المتفوقين بالصـــف الأول الثانوي في ضـــوء مدخل الـ (STEM).
3. إعـداد دليـل المعلم لتـدريس البرنـامج الإثرائي المقترح، وتنفيذ مشـــروعاته في ضـــوء مدخل الـ (STEM)، ثم عرضـــه على مجموعـة من المحكمين والمختصـــين في مجـال تعليم الرياضيات، وإجراء التعديلات المناسبة في ضوء آرائهم وتوجيهاتهم للتوصل للصورة النهائية لدليل المعلم لتدريس وحدات البرنامج الإثرائي.

4. إعداد أداة القياس وهي: اختبار التفكير التوليدي في الرياضيات في وحدتي البرنامج المقترح، ثم عرضهما على مجموعة من المحكمين والمختصين في مجال تعليم الرياضيات، وإجراء التعديلات المناسبة في ضوء آرائهم وتوجيهاتهم للتوصل للصورة النهائية لكلا الاختبارين والتأكد من صلاحيتهما للتطبيق.
5. التأكد من صدق أداة القياس وثباتها إحصائياً باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة لذلك.
6. اختيار مجموعة البحث التي سوف يتم تطبيق أدوات البحث التجريبية عليها.
7. تطبيق أداة القياس قبلياً على مجموعة البحث.
8. تدريس وحدتين من البرنامج الإثرائي المقترح لطلاب مجموعة البحث.
9. تطبيق أداة القياس بعدياً على مجموعة البحث.
10. رصد النتائج والبيانات وتحليلها، وإجراء المعالجة الإحصائية لها، ومن ثم تفسيرها ومناقشتها.
11. تقديم التوصيات والمقترحات في ضوء ما أسفر عنه البحث من نتائج.

مصطلحات البحث:

تعرف الباحثة مصطلحات البحث إجرائياً كما يلي:

البرنامج الإثرائي Enrichment Program: يُعرف إجرائياً في هذا البحث على أنه: "مجموعة المعارف والخبرات والأنشطة الإثرائية الرياضية المختلفة والشيقة التي يتم تقديمها للطلاب المتفوقين، وتنظيمها بحيث تثري الثقافة الرياضياتية لديهم، وتعمق خبراتهم الإبداعية ليس فقط في الرياضيات إنما في المجالات العلمية والهندسية والتكنولوجية أيضاً، وذلك بهدف تنمية مهارات التفكير التوليدي في الرياضيات لديهم بصورة وظيفية".

مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM: يُعرف إجرائياً بأنه: "مدخل تدريسي يسعى إلى تكوين رؤية شاملة لتحقيق ترابط وتكامل بين مجالات الرياضيات، العلوم، الهندسة، والتكنولوجيا، من خلال التنسيق بينها، حيث يتم المزج بين محتوى مجالي الرياضيات والعلوم من خلال مفاهيم وعلاقات مرتبطة يتم تناولها من منظور رياضياتي فيزيائي يبرز العلاقة الوثيقة بين الرياضيات والفيزياء، ويحقق الفهم المتبادل لكل مادة من خلال الأخرى، حيث يتمكن الطالب من توظيف المعرفة الجديدة من أجل تنفيذ عدد من الأنشطة الإثرائية والمشروعات العملية المقترحة مع توظيف التكنولوجيا لخدمة ذلك، مع الاعتماد على استراتيجيات مناسبة لذلك، بما يضمن تنمية مهارات التفكير التوليدي لدى الطلاب، وتوظيفها في توليد حلول إبداعية للمشكلات والتحديات التي يواجهها عالم اليوم والغد".

التفكير التوليدي Generative Thinking: يُعرف إجرائياً بأنه: "قدرة الطالب المتفوق على إعادة تدوير المعلومات والأفكار الرياضية السابقة ذات الصلة بالمشكلة الرياضية، والانطلاق بها إلى معلومات وأفكار أخري، مع القيام بوضع الفروض لحل تلك المشكلة، والتنبؤ بنتائجها في ضوء المعطيات المقدمة، والتعرف على الأخطاء والمغالطات بها إن وجدت، وذلك من أجل توليد معلومات وأفكار وبدائل رياضية، وتصميم نماذج ومنتجات تتميز بالإبداعية، يتم توظيفها في حل المشكلات الرياضية والحياتية". ويقاس التفكير التوليدي في الرياضيات في هذا البحث بالدرجة التي يحصل عليها طالب الصف الأول الثانوي المتفوق في اختبار التفكير التوليدي في الرياضيات.

الطالب المتفوق Talent Student: يُعرف إجرائياً بأنه: "طالب مدارس المتفوقين بالمرحلة الثانوية الذي تم اختياره وانتقائه من قبل وزارة التربية والتعليم، وفقاً لمجموعة من الشروط والمعايير الموضوعة لذلك، وهو من طلاب الصف الأول الثانوي".

الإطار النظري للبحث

يتضمن الإطار النظري للبحث الحالي المحاور التالية:

- المدخل التكاملي STEM.
- التفكير التوليدي في الرياضيات.
- المتفوقون في الرياضيات.

المحور الأول: المدخل التكاملي STEM:

يُعد مدخل STEM (العلوم – التكنولوجيا – التصميم الهندسي – الرياضيات) أحد أهم المداخل العالمية الواعدة والحديثة في مجال تربويات الرياضيات، والعلوم، والتقنية، وفي مجال تصميم وبناء المناهج الآن، حيث تقوم على فكرة التحول من عصر المعلوماتية إلى عصر التقنية (التكنولوجيا) والأقمار الصناعية والاختراعات. وقد نشأ هذا المدخل نتيجة واقع الأزمة الاقتصادية العالمية في الدول الصناعية الكبرى في العقود الثلاث الأخيرة، والتي دعت إلى الحاجة لإنتاج عقول تتمتع بالعديد من المهارت العلمية والعملية، وتكون قادرة على المنافسة في سوق العمل والاقتصاد العالمي.

وتعتمد فكرة STEM على تصميم المناهج البينية أو المتكاملة، غير أن فكرة المناهج المتكاملة ليست بفكرة جديدة، حيث ظهرت كجزء من المدرسة التقدمية عام 1920م، بهدف جعل التعليم الدراسي أكثر ملاءمة لخبرات الحياة اليومية التي يواجهها الطلاب في حياتهم، حيث تسمح تلك المناهج بتوضيح العلاقات داخل المادة الدراسية وبين المواد الدراسية وبعضها البعض، وبالتالي لا يؤثر في تحسين أداء الطلاب في العلوم أو الرياضيات فقط، بل يؤثر أيضاً في نمو الثقافة العلمية والتكنولوجية الضرورية لمواطن القرن الحادي والعشرين (Herschbach,2011,96-99).

ونظراً لحداثة مصطلح STEM نسبياً فقد تنوعت المصطلحات المستخدمة له وكذلك المفاهيم المرتبطة به، حيث تناولته الأدبيات من وجهة نظر مختلفة، فهناك من تناوله كمدخل بيني (تكاملي) للتعلم، وهناك من يتناوله على أنه منحى، وآخرون ينظرون إليه على أنه توجُه، والبعض الآخر ينظر إليه على أنه منهجية أو نهج، وآخر يتناوله على أنه ثقافة (STEM Literacy)، ومنهم من ينظر إليه على أنه برنامج تعليمي، وآخرين ينظرون إليه على أنه نظام تعليمي، وغيرهم ينظر إليه على أنه حركة إصلاح وتطوير، ومنهم من ينظر إليه على أنه مشروع.

وعلى الرغم من أن كثيراً من الباحثين اقتربوا من مفهوم تعليم STEM فإنه لا يوجد تعريف واحد لتعليم STEM، فالكثير ليس لديه فهم متعدد التخصصات لتعليم STEM (Breiner et.al,2012,6)، إلا أنه تم تناوله في البحث الحالي كمدخل بيني تكاملي متعدد التخصصات.

تعريف مدخل STEM:

وردت عدة تعريفات لتعليم STEM بمصطلحاته المتنوعة كالآتي:

1. نهج (منهجية للتعلم) متعدد التخصصات تقترن فيه المفاهيم العلمية بالظواهر الطبيعية، ويتمكن فيه الطلاب من تطبيق العلوم والتقنية، والهندسة والرياضيات في السياقات التي تجعل الاتصال بين المدرسة والمجتمع والعمل اتصالاً فعالاً، مما يتيح اكتساب الثقافة العلمية والقدرة على التنافس في الاقتصاد العالمي (Gerlach,2012,3).
2. بناء معرفي متكامل لمجالات العلوم، والرياضيات، والتصميم الهندسي مع تطبيقاتها التكنولوجية، ويحقق تكامل جوانب المعرفة العلمية، والمهارات العملية التطبيقية مع التدريب على التصميم الهندسي (تفيدة غانم، 2012، 12).
3. تعليم يتضمن تكامل محتوى وممارسات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات من خلال أنشطة تكاملية لتحقيق أهداف معينة للوصول بالمتعلمين إلى الإبداع في مجالات المواد الدراسية الأربعة.(Marquart & et. Al,2012,4)
4. مدخل للتدريس والتعليم يتضمن تكامل محتوى ومهارات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات

من خلال مجموعة من المعايير المرتبطة بالأنشطة التكاملية بـ STEM، لتحقيق أهداف معينة للوصول بالطالب إلى الإبداع في مجالات المواد الدراسية الأربعة، وإعداد الطلاب لمرحلة دراسية بعد المرحلة الثانوية وتدريبهم لحاجة سوق العمل في القرن الحادي والعشرين STEM). (Maryland,2012,4)

5. مدخل للمناهج المتكاملة لدراسة التحديات الكبيرة المرتبطة بالعصر من خلال اكتساب الأفراد للفهم المفاهيمي والمهارات والقدرات الإجرائية العملية لمواجهة القضايا العالمية والاجتماعية والشخصية المرتبطة بفروع المعرفة (STEM) كمواطنين مهتمين وفاعلين وبنائين (Bybee,2010,31).
6. أحد المداخل التدريسية المتعددة التخصصات التي تقوم على التكامل بين مادة الرياضيات كمادة أساسية ومحورية ودمجها من خلال تطبيقاتها مع مواد العلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسي في محتوى جديد يمارس فيه التعليم بطريقة عملية، عن طريق تصميم المشروعات البسيطة القائمة على التكامل بين المعرفة من أجل حل مشكلات المجتمع (رضا السعيد، 2018، 15).
7. البرامج التي يقصد بها أساساً توفير الدعم للعلوم أو تعزيز العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في المرحلة الابتدائية والثانوية، من خلال المستويات العليا بما في ذلك تعليم الكبار .(Ministry of Education,2010,7)
8. نظام تعليمي يجمع فيه الطالب بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، ويمارس فيه التعليم بطريقة عملية عن طريق التجربة العلمية بالاعتماد على منهج البحث العلمي الصحيح (التربويين الجدد، 2014).

وباستقراء التعريفات السابقة؛ نجدها اتفقت على أن كلمة STEM هي اختصار لتكامل أربع مجالات وهي العلوم، والتقنية، والهندسة، والتكنولوجيا Science, Technology, Engineering, Mathematics، حيث يتم النظر إليها والتعامل معها كعلم واحد قائم على ترابط وثيق، يربط بين تلك التخصصات وتطبيقاتها المشتركة، وليست علومًا منفصلة عن بعضها، ولكل منها خصوصيته. فهو أكثر من تفكيك المجالات إلى S.T.E.M ليتم تعليم كل واحدة على حدة. بل إنها حقل معقد متعدد التخصصات في المجالات العلمية العملية. وبالتالي إزالة الحواجز بين التخصصات الأربعة.

ويُعرف مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في هذا البحث إجرائياً بأنه "مدخل تدريسي يسعى إلى التنسيق بين مجالات الرياضيات، والعلوم، والهندسة، والتكنولوجيا، حيث يتم المزج بين محتوى مجالي الرياضيات والعلوم من خلال مفاهيم وعلاقات مرتبطة، يتم تناولها من منظور رياضياتي فيزيائي يبرز العلاقة الوثيقة بين الرياضيات والفيزياء، ويحقق الفهم المتبادل لكل مادة من خلال الأخرى، حيث يتمكن الطالب من توظيف المعرفة الجديدة من أجل تنفيذ عدد من الأنشطة الإثرائية والمشروعات العملية المقترحة مع توظيف التكنولوجيا لخدمة ذلك، مع الاعتماد على استراتيجيات تدريسية مناسبة لذلك، بما يضمن تنمية مهارات التفكير التوليدي لدى الطلاب وتوظيفها في توليد حلول إبداعية للمشكلات والتحديات التي يواجهها عالم اليوم والغد".

فلسفة تكامل STEM:

تعتمد فلسفة STEM على تعليم متمركز على المشاريع (PBL) (*) يعطي الطلاب الفرصة للمشاركة في وضع المشكلة وحلها، واتخاذ القرارات المناسبة، مما يساعد في الانتقال من تعليم تقليدي قائم على التلقين إلى تعليم يعتمد

(*) PBL: Project Based Learning.

على النظرية البنائية، وبالتالي يصبح الطالب محوراً للعلمية التعليمية وأساسها (Barak,2014,5).

وبالتالي، فإن فلسفة (STEM) تقوم على مبدأ وحدة المعرفة والنظرة الكلية لها، من خلال التكامل بين التخصصات الأربع، والدمج بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في نسيج واحد، والخروج بمنهج تكاملي عام متعدد التخصصات، مع إبراز الأنشطة التعليمية الإثرائية والمشاريع العلمية المختلفة، بحيث يتم توظيفها في حل مشكلات وتحديات العالم الواقعي. وحيث إن المشكلات في الواقع لا تتجزأ إلى تخصصات منفصلة، كذلك فإن دراسة الطلاب للمقررات بصورة منفصلة قد تمكنهم من إتقان المحتوى، لكنهم لم يتمكنوا من توظيفها في حياتهم؛ كونها لا تساعدهم على فهم طبيعة المشكلة، ودراستها، والذي يعد إحدى خطوات حل المشكلات، لذلك فإن التعامل مع تلك المشكلات يتطلب توظيف مفاهيم ومهارات وأنشطة من تخصصات أخرى.

أشكال التكامل بين مجالات STEM:

هناك أشكال مختلفة لتطبيق مدخل التكامل STEM، والتعلم القائم عليه، فقد حدد كل من (Barakos & et. al ، 2012)، (Strang & Barakos ، 2011,5)، و(Bybee ، 2013,19)،و عدة أشكال وأنماط وتصورات للكيفية التي يتم في ضوئها تطبيق مدخل STEM، ويمكن إجمالها فيما يلي:

1- **عدم وجود تكامل صريح:** حيث يتم تدريس محتوى المجالات الأربع على حدة بشكل منفصل، لكن الاتصالات قد تكون بين المجالات.
2- **المزج بين اثنين أو أكثر من المجالات الأربع:** كالمزج بين العلوم والرياضيات مع الإشارة إلى وجود التكنولوجيا والتصميم الهندسي، من أجل دعم الفهم على وجه العموم، أو من خلال برامج التكنولوجيا والهندسة باستخدام الأنشطة الإثرائية، لكن ما زال هناك فصل بين تخصصات الرياضيات والعلوم.
3- **اختيار أحد التخصصات كمادة محورية:** فمثلاً يتم تدريس محتوى الرياضيات كمادة محورية وأساسية مع الاستعانة بباقي تخصصات العلوم، والتكنولوجيا والهندسة كلما اقتضت الحاجة.
4- **التنسيق بين التخصصات:** حيث يتم المزج بين اثنين من التخصصات الأربع من خلال مفاهيم أو عمليات، مما يعني وجود علاقة وثيقة بين تلك التخصصات، وأن كل منها يعتمد على الآخر.
5- **التداخل المتكامل بين التخصصات الأربع:** حيث يكون التكامل تكاملاً تاماً بدمج جميع المناهج الدراسية للتخصصات الأربع سواء من خلال الوحدات أو الفصول أو الدروس، مما يسمح بالتركيز على خبرات التعلم.
6- **اعتبار STEM مقررًا أو برنامجًا متكاملًا:** حيث يتم دراسة قضايا رئيسية مثل تغير المناخ العالمي، والمشكلات الصحية، ومصادر الطاقة، وبالتالي إنتاج مقررات جديدة تجمع بين التخصصات الأربع ومعالجة التحديات المعاصرة.

نلاحظ مما سبق، تنوع أشكال وصور التكامل بين التخصصات الأربع، لكن أياً كان شكل هذا التكامل، فالمهم أنه يحقق الفكرة الأساسية في تعليم (STEM) وهي وحدة تكامل المعرفة، وبما يتناسب مع طبيعة الموضوعات والأنشطة المقدمة والمشروعات المقترحة.

وبناء عليه؛ تم الاعتماد في هذا البحث على تطبيق أحد أشكال التكامل القائم عليها مدخل STEM وهو التنسيق بين التخصصات، حيث يتم المزج بين محتوى مجالي الرياضيات والعلوم؛ من أجل توليد معرفة جديدة يتم توظيفها وترجمتها إلى مشروعات عملية، يتم تصميمها للخروج بمنتج علمي إبداعي، يحقق الهدف منه مع الاستعانة بالتكنولوجيا وتوظيفها في جميع مراحل التعلم.

أهمية مدخل (STEM) التكاملي:

من خلال الاطلاع على عدد من الأدبيات والأبحاث التربوية يمكن إبراز أهمية مدخل STEM في النقاط الآتية (رضا السعيد، 2010، 3)، و (Daugherty& et. al,2014,45-55) ،و (مها الشمري، 2018، 16-17) ،و(Cotabish & et. Al.,2013,220) ، و (Pitt,2009,42):

1. تطوير العملية التعليمية من حيث الأبعاد التالية: تطوير معايير التعلم، واستخدام تقنية تدريسية جديدة، ودراسة المزيد من الاتجاهات الفعالة في المناهج، وطرق التدريس، وتطبيق مداخل تزيد من التفاعل، والتكامل مع المجتمع.
2. الجمع بين تخصصات مختلفة في موضوع واحد متعدد التخصصات في المدارس.
3. تقديم أنشطة تعتمد على حل المشكلات البيئية كالموضوعات المتعلقة بموضوع الطاقة، وتصميم أجهزة لتحويل الطاقة من الشمس والرياح، والمخلفات البيئية.
4. تنمية مهارات التفكير العليا ومنها التفكير الإبداعي والفراغي وكذلك اتخاذ القرار.
5. تحسين مهارات الاتصال والعمل في فريق.
6. تعزيز استيعاب الطلاب للمفاهيم الأكاديمية المتنوعة، وزيادة قدرتهم على تطبيقها لحل المشكلات في العالم الحقيقي من خلال فهم متعدد عبر تخصصات مختلفة.
7. تشجيع الطلاب على التعرف على العالم الطبيعي من خلال التجارب المختلفة، وإجراء عمليات الاستكشاف والتحري، وحل المشكلات الواقعية باستخدام مهارات التفكير المتنوعة، مما يوفر للطالب فهم العالم الذي يعيشونه فهماً شاملاً متكاملاً.
8. تلبية احتياجات كل من الأفراد والمجتمع فيما يتعلق باتخاذ قرارات تتطلب أولاً فهماً واضحاً وجيداً لمجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بصورة تكاملية.
9. إتاحة فرص التعلم من خلال تطبيق الأنشطة المختلفة، والمتنوعة وبخاصة أنشطة التكنولوجيا الرقمية والكمبيوترية، وأنشطة التفكير العلمي والإبداعي والمنطقي، ومساعدتهم للاستمرار في المسار العلمي، وبناء اتجاهاتهم الإيجابية، نحو تخصصات STEM.
10. تحقيق مهارات التعلم مدى الحياة.
11. تيسير الاستعداد للعمل، وزيادة الوعي بالمهن، من خلال إتاحة الفرص المناسبة للطلاب لتطبيق الرياضيات والعلوم في أثناء حفز رغبتهم في تعلم متقدم لهما، وربط الطلاب بالمهنيين من مختلف مجالات العلوم والهندسة.

مناهج STEM:

يتم تصميم مناهج STEM في ضوء مدخل التكامل Integration Approach، وهو منهج مصحوب باستيعاب للمفاهيم من تخصصات متعددة، أي تخصصين أو أكثر، مع مراعاة تنظيم المعارف بشكل مدمج بدون فواصل للتخصصات. ويستعمل التطبيق الحقيقي وحل المشكلات لربط التعلم بالعالم الواقعي، حيث يتم الدمج من خلال أنشطة تكامل تدمج بين العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا (Marquart&et.al.,2012,6).

ويمكن تناول مناهج STEM بعدد من الطرق التي يتم تعليمها بها، والنابعة من أشكال التكامل التي تم توضيحها من قبل، حيث يمكن تدريس كل فرع من فروع STEM بصورة منفردة، أو تدريس الفروع الأربعة، ووضع تأكيد متزايد على فرع أو أكثر، ودمج محتوى الهندسة في مقررات العلوم والتكنولوجيا، والرياضيات، أو صهر الفروع الأربعة معاً وتدريسها كمقرر واحد.

بالإضافة إلى أنه يمكن تحقيق تعليم يستند على مدخل STEM بإحدى طريقتين هما:

1- صانع التعليم Maker Education: حيث تنطوي هذه الدروس على الكثير من الاستكشاف، والابتكار عندما تنفذ بشكل صحيح، حيث يقوم الطالب بحل مشكلة ما، أو بناء مشروع ما من خلال التصميم الهندسي للحصول بالنهاية على منتج تقني.
2- الروبوتات Robotics : حيث يعمل الطلاب في فرق أو مجموعات لبناء الروبوتات، مما يمكنهم من ابتكار روبوت معين. (مها الشمري، 2017، 33).

وقد نبع تصميم محتوى البرنامج الإثرائي المقترح من شكل تكامل STEM المتبع في هذا البحث وهو "التنسيق بين التخصصات" الذي يعتمد على تقديم موضوعات مختلفة في المتجهات بشكل يركز على الخبرة المفاهيمية المتكاملة؛ حيث يتم استيعاب المفاهيم المرتبطة بالمتجهات من تخصصي الرياضيات والعلوم، والتنوع في تقديم أنشطة عملية، استقصائية، تجريبية، تكاملية، وحياتية، تصميمًا فرديًا وثنائيًا وفي مجموعات، مع التنوع في أدوات التقويم، والتركيز على مهارات التفكير التوليدي بشقيه الاستكشافي والإبداعي.

متطلبات تطبيق مناهج STEM:

تشير الأدبيات والبحوث التربوية إلى عدد من المتطلبات الواجب توافرها في المناهج القائمة على مدخل STEM، واللازمة للتغيير والانتقال من المنهج التقليدي إلى منهج بيني متكامل الخبرات، وبخاصة فيما يتعلق بعمليتي التعليم والتعلم التي تعد متطلبات مشتركة في مختلف الاستراتيجيات التعليمية المستخدمة في تنفيذ تلك المناهج ،وتتمثل في المحاور الآتية: (تفيدة غانم، 2012، 31-34)، (Corlu & و Capararo,2014,75)،و(NRC,2011,6-9)، (علي عبد الله، 2018، 283):

1- تغيير رؤية تدريس الرياضيات والعلوم، بحيث يصبح ما يتم تدريسه من الرياضيات والعلوم المدرسية مطابقاً لواقع الرياضيات والعلوم.
2- تغيير طريقة تدريس الرياضيات والعلوم في المدرسة، بحيث يتحول الطلاب إلى الانغماس في المعرفة العلمية، والمهارات، والعادات العقلية ليقوموا بفعل العلوم والبحث، والتحري، وحل المشكلات الإبداعية، والتفكير العلمي.
3- تغيير رؤية التعليم وأهدافه، بحيث تسعى إلى تحقيق فهم الرياضيات والعلوم وتطبيقاتهما التكنولوجية من قبل جميع أفراد الشعب وليس لفئة من الصفوة العلمية فقط.
4- تعلم الطلاب جوانب المحتوى من خلال المشاركة الإيجابية النشطة في عملية التعلم.
5- تعلم الطلاب التفكير في جوانب المعرفة والبنى القائمة عليها من خلال التصميم التعليمي، وكذلك في توجيه عملية التعلم وتعزيزها.
6- تعلم الطلاب التفاعل في الفصول الدراسية أو من خلال مجتمعات التعلم.
7- توفير معلمين متميزين في توظيف التغيرات في المعرفة والمهارات والمعتقدات بين تخصصات STEM.
8- توفير معامل وتجهيزات مادية وآلات وأجهزة كمبيوتر وشبكة إنترنت بالمدارس.
9- تفعيل التقويم التكويني والختامي بصورة قوية.
10- التوسع في إنشاء مدارس متخصصة تطبق فلسفة STEM أسوة بالدول المتقدمة.

بناء على ما تقدم؛ تم مراعاة توفير تلك المتطلبات في أثناء بناء محتوى البرنامج الإثرائي المقترح القائم على المدخل التكاملي STEM، واختيار الاستراتيجيات وطرق التدريس، وكذلك إعداد الأنشطة والمشروعات المختلفة بما يتناسب وطبيعة التكامل، وأيضاً خصائص المتفوقين وحاجاتهم.

مدخل (STEM) وتدريس الرياضيات:

يؤكد المجلس القومي لمعلمي الرياضيات بالولايات المتحدة الأمريكية NCTM عام 2000م أن هدف التعلم مع المنهج المتكامل يحرر الطلاب للاستدلال حول المشكلات المركبة وتحليل الحلول المتعددة، وتنمية المهارات الرياضية، وتوفير التطبيقات الرياضية المتكاملة، حيث يستخدم للطلاب في بناء التصميم الهندسي (خطط، صمم، فحص، شارك)، حيث يحتاج الطالب إلى الرياضيات لقياس الزوايا في أثناء التصميم الهندسي للعبة الليزر الضوئية، ويحتاج إلى معرفة وإتقان مفاهيم المسافة والزمن والسرعة في أثناء تصميم مركبة. كما يمكن المعلمين من تقويم فهم الطلاب للمفاهيم الرياضية والعلمية ومفاهيم التصميم.(NCTM,2015,424-426)

ويقترن كل من مجالي العلوم والرياضيات بطبيعتهما في المنهج، فعندما يقوم المتعلمون بإجراء تحقيقات في العلوم، أو بينما يختبرون الأشياء عن كثب في الطبيعة فإنهم غالباً ما يلاحظون عناصر رياضية مثل الأنماط والتماثل. وبهذه الطريقة يزداد التعلم في كل من العلوم والرياضيات، ويبدأ المتعلمون في فهم العلاقة الطبيعية بين المجالين .(Moomaw,2013,11-13)

وبناء على ذلك؛ فإن التعليم في ضوء مدخل STEM يؤثر في تحسين أداء الطلاب في كل من الرياضيات والعلوم، بالإضافة إلى إكساب الطلاب مهارات التصميم الهندسي، وتنمية الثقافة العلمية والتكنولوجية لديهم، والضرورية لمواطن القرن الحادي والعشرين، وأيضاً إكسابهم مهارات توليد المعلومات، والقدرة على حل المشكلات التي تواجههم سواء في حياتهم العلمية أو الواقع الذي يعيشونه، وتوليد حلول إبداعية لها، بالإضافة إلى القدرة على تصميم نماذج ومشروعات علمية تسهم في حل مشكلات وتحديات مجتمعية وبيئية معقدة، محلياً وعالمياً.

وترى الباحثة أن هناك عددًا من المتطلبات الواجب توافرها لاستخدام وتطبيق مدخل STEM في تدريس الرياضيات تتمثل في الدمج بين موضوعات الرياضيات وموضوعات العالم الحقيقي ومشكلاته، بناء وتصميم أنشطة تعليمية / إثرائية تتحدى عقول الطلاب، استخدام تقنيات تعليمية تتيح التواصل والبحث عن المعرفة.

استراتيجيات تدريس مناهج STEM:

هناك العديد من استراتيجيات وأساليب وطرق التدريس الفعالة في تنفيذ المناهج القائمة على مدخل STEM؛ وذلك ليحقق أهداف تعليم STEM، ويمكن حصرها من خلال الأدبيات التربوية أمثال دراسات: و(تفيدة غانم، 2016)، و(رضا السعيد، 2015)، و(عبد الله القثاني، 2016)، و(أحلام الشحيمية، 2015) ، و(مها الشمري، 2017)، و (Mann & et. al,2011) ، و(رضا السعيد، 2018) ، و(Capraro & et. al,2013) ، (Bruce – Davis,2014) ، و(مكة البنا، 2013) فيما يلي:

1- التعلم القائم على المشروعات.
2- التعلم التعاوني.
3- التعلم القائم على الاستقصاء.
4- دورة التعلم الخماسية E5.
5- استراتيجية المشروع البحثي.
6- التعلم القائم على المشكلات.
7- التعلم بالكمبيوتر والبرمجيات.
8- التعلم المتمايز (التعلم للتمييز).
9- العصف الذهني.
10- التعلم بالألعاب مثل اليدويات والروبوت Robotics STEM – LEGo.

التقويم في STEM:

في الرياضيات يمكن الاستعانة بمجموعة من الوسائل وأساليب التقويم التي يمكن تقييم الطلاب فيها خلال التعلم في ضوء مدخل STEM منها (رضا السعيد، 2018، 18-20):

1) **المعارف والمعلومات (أسئلة المستويات المعرفية العليا):** من خلال مجموعة من الأسئلة المقالية أو الاختيار من متعدد، ويتم توزيعها داخل كتاب الطالب على أسئلة للتقويم وأسئلة الواجب المنزلي.

2) **الإنتاج الابتكاري أو المنتج التقني (Prototype):** ويستخدم لقياس الجانب العملي والأداء الرياضياتي في صورة منتج ابتكاري.
3) **أسئلة الجورنال Journal Reflections:** وهي مجموعة من الأسئلة يجيب عنها الطالب في نهاية الوحدة، وهي أسئلة تتعلق بالمعرفة المرتبطة بالتخصصات الأربع، ومدى استفادته منها في بناء مشروعه.
4) **عرض البوستر Poster:** حيث تعتبر الوسيلة الأمثل لتلخيص بحوث الطلاب وعرض أفكارهم، وتقديمها في شكل بسيط وموجز باستعمال ملخصات مكتوبة ورسوم أو أشكال.

وعلى الرغم من تعدد أساليب التقويم المتبعة في STEM فإنها تختلف باختلاف المحتوى التكاملي المقدم، وقد تم اختيار عدد من أساليب التقويم المناسبة للبرنامج الإثرائي المقترح، حيث تم تقسيمها إلى جزئين، بحيث يختص الجزء الأول بتقييم محتوى البرنامج الإثرائي المقترح، ويشمل اختبار التفكير التوليدي في الرياضيات، بينما يختص الجزء الثاني بتقييم مشروعات البرنامج، ويشمل مقياس تقدير الأداء "Robric"، وأسئلة الجورنال، وملفات الإنجاز (Portfolio)، والبوستر، والمنتج الابتكاري Prototype.

ومن الدراسات ذات العلاقة المباشرة بموضوع هذا البحث التي أكدت أهمية المدخل التكاملي STEM دراسات: (زينب أبو عاشور، 2008)، و(عماد سيفين، 2010) و(Kutch, 2011)، و(Olivarez, 2012)، و(James,2014)، و(Han&Capraro&Capraro,2015)، و(Robinson,2016)، و(عبد الله القثامي، 2017)، و(حسين القحطاني، 2017)، و(أمجد كوارع،2017)، و(نجوى المحمدي، 2018)، و(علي عبد الله، 2018)، و(Roberts&et.al,2018)، و(ناعم العمري،2019)، و(Okolowski,2019)، و(بكر أبو عزيز، 2020).

المحور الثاني: التفكير التوليدي Generative Thinking:

يُعد الهدف الأسمى للتعلم وفقاً لآراء " فيجوتسكي" Vygotsky هو التوليد والتطور الذي ينتج عن التعلم الاجتماعي من خلال العلاقات الثقافية والاجتماعية، كما أكد أهمية الخبرات والمعارف السابقة في إضفاء المعنى للمواقف الجديدة الحاضرة، وتنمية التفكير، وتوجيه السلوك في المواقف المختلفة (Dahms,2011).

ويعد التفكير التوليدي في الرياضيات أحد أهم أنماط التفكير المتعمق التي يجب على معلمي الرياضيات خاصة الاهتمام بها، والعمل على تنميتها لدى طلابهم، وهناك العديد من التعريفات الخاصة بالتفكير التوليدي في الرياضيات، ويتفق كل من منصور الصعيدي (2104، 195)، ورضا دياب (2016، 175)، وأحمد إبراهيم (2012، 8) حول تعريف التفكير التوليدي على أنه يمثل " قدرة الطالب على وضع فرضيات لحل المشكلة الرياضية الروتينية أو غير الروتينية، والتنبؤ بالنتائج في ضوء معطيات هذه المشكلات، وإنتاج عدد من الحلول لها، مع مراعاة تتنوع تللك الحلول، وندرتها بين أقرانه، وإنتاج علاقات وأنماط رياضية غير مألوفة".

وعلى غرار هذه التعريفات يمكن **تعريف التفكير التوليدي في الرياضيات إجرائياً على أنه:** "قدرة الطالب المتفوق على إعادة تدوير المعلومات والأفكار الرياضية السابقة ذات الصلة بالمشكلة الرياضية، والانطلاق بها إلى معلومات وأفكار أخرى، مع القيام بوضع الفروض لحل تلك المشكلة، والتنبؤ بنتائجها في ضوء المعطيات المقدمة، والتعرف على الأخطاء والمغالطات بها إن وجدت، وذلك من أجل توليد معلومات وأفكار وبدائل رياضية، وتصميم نماذج ومنتجات تتميز بالإبداعية، يتم توظيفها في حل المشكلات الرياضية والحياتية"، ويقاس التفكير التوليدي في الرياضيات في هذا البحث بالدرجة التي يحصل عليها طالب الصف الأول الثانوي المتفوق في اختبار التفكير التوليدي الرياضي.

أبعاد (جوانب) التفكير التوليدي:

باستقراء بعض الأدبيات التربوية ذات الصلة أمثال دراسات: (فتحي الزيات، 2001، 356)، و(نايفة قطامي، 2004، 91)، و(فتحي جروان، 2012، 130)، و(أحمد إبراهيم، 2012، 20-24)، و(عبد الناصر الحسيني، 2006)، و(صلاح علام، 2006)، و(أسماء أبو شرخ، 2017، 30-33)، وجد أن التفكير التوليدي باعتباره نمطًا من أنماط التفكير يجمع بين الاستكشاف والإبداع، فإنه يتضمن بعدين أو جانبين أساسيين أولهما: بعد الاستكشاف (الاكتشاف): ويتم فيه التوصل إلى مخزون من الأفكار نتيجة نشاط المتعلم ومشاهداته واستدلالاته التي تُبنى عليها، وثانيهما: بعد الإبداع (التوليد) (الابتكار): ويتم فيه إطلاق المفاهيم، وتوسيع وتفصيل المفاهيم، وتوظيفها بصورة جديدة؛ مما يؤدي إلى توليد مفاهيم جديدة، بحيث تصبح موضوعاً أو ميداناً لدورة معلوماتية جديدة. الأمر الذي يسمح بالاستمرارية لنشاط المتعلم وتفاعله في الخبرات التي يواجهها، بحيث يكون مولداً للمعرفة.

مهارات التفكير التوليدي Generative Thinking Skills:

بما أن التفكير التوليدي يتضمن بعدين/ جانبين أساسيين هما البعد /الجانب الاستكشافي والبعد/ الجانب التوليدي أو الإبداعي؛ فإن لكل بعد من هذين البعدين مهارات تنبثق منه، وقد وجدت الباحثة من خلال اطلاعها على عدد من الأدبيات والبحوث ذات الصلة أمثال دراسات: (محبات أبو عمرة،2000، 222-224)، و(أحمد ابراهيم، 2012، 141، 142)، و(شرين محمد،2014، 172)، و(مجدي عزيز والسيد السايح،2010،111)، و(حنان آل عامر، 2010، 56)، و(عبد الواحد الكبيسي، 2007، 115)، و(زيد الهويدي، 2004، 28)، و(جودت سعادة، 2011، 291 (277 -278)، و(فتحي الزيات، 2011، 78)، و(العفون وعبد الصاحب،2012،217)، و(Wilson,2004,16)، و(صلاح علام، 2006)، و(صالح أبو جادو ومحمد نوفل، 2007، 100-102،160)، و(ميرفت هاني، 2013، 249-255)، و(فتحي جروان، 2010، 84 - 367)، و(سعيد عبد العزيز 2009، 158) أن مهارات التفكير التوليدي لكل بعد من بعديه تشمل ما يلي:

أولاً: البعد الاستكشافي (الاكتشافي): ويشتمل على المهارات التالية:

(1) وضع الفرضيات وإيجاد الافتراضات Hypothesing & Finding Assumptions:

ويقصد بوضع الفرضيات تقديم مقترحات أو استنتاجات مبدئية Inferences بالاعتماد على بعض المعلومات المتوافرة لتفسير ظاهرة أو حل مشكلة، ثم القيام بإخضاع الفرضية للفحص التجريبي لإثباتها أو نفيها، كما يقوم الطالب بتوليد أفكار ذات علاقة بالمشكلة، من أجل الحصول على أكبر كم من الحلول الممكنة للمشكلة، وهي ليست حلولاً نهائية للمشكلة، لكنها تخضع للتجريب.

(2) التنبؤ في ضوء المعطيات Predicting based on data:

ويقصد به "القدرة على استخدام المعرفة السابقة، وقراءة البيانات أو المعلومات المتوافرة، والاستدلال من خلالها على ما هو أبعد من ذلك في حدود أبعاد الزمان، والموضوع، والعينة المدروسة والمجتمع. وتعد من مهارات التفكير المهمة، لارتباطها بالبدء والتطور لكل من الفرد والمجتمع، وعلى ذلك تعد مهارة التنبؤ من المهارات المهمة التي يجب تنميتها لدى الطلاب سواء في حياتهم الدراسية أو العملية .

(3) التعرف على الأخطاء والمغالطات Discover fallacies and errors:

ويقصد بتلك المهارة "التعرف على الأقوال والتعبيرات التي تعد حقائق ثابتة، وتلك التي تعبر عن وجهات نظر وآراء قارئيها أو ناقليها. ويقوم فيها الطالب بتحديد الفجوات في المشكلة، وذلك من خلال تحديد العلاقات غير الصحيحة أو غير المنطقية أو تحديد بعض الخطوات الخطأ في إنجاز المهام التربوية.

ثانياً: البعد التوليدي (الإبداعي): ويشتمل على المهارات التالية:

(1) الطلاقة Fluency:

وتعني "القدرة على توليد أكبر عدد من البدائل أو المترادفات أو الأفكار أو المشكلات عند الاستجابة لمثير معين، خلال وحدة زمنية معينة"، حيث تستدعي السرعة والسهولة في توليدها، أي أنها تعني تعدد الاستجابات التي يمكن أن يأتي بها الطالب المبدع، بمعنى أنه كلما كان الطالب قادراً على إنتاج عدد أكبر من الحلول في وحدة الزمن توفرت فيه الطلاقة أكثر، وتعد الطلاقة بنك الإبداع (الجانب الكمي للإبداع).

(2) المرونة Flexibility:

وتعني "القدرة على توليد أفكار متنوعة أو حلول جديدة ليست من نوع الأفكار والحلول الروتينية، والتحول من نوع معين من الفكر إلى نوع آخر"، وهي عكس التصلب العقلي (الجمود الذهني)، ويكمن جوهر المرونة في مفهوم التحويل بمعنى الانتقال بالحالة الذهنية للفرد من مسار إلى آخر بحسب متطلبات الموقف أو المشكلة، وتمثل المرونة الجانب النوعي (الكيفي) للإبداع.

(3) الأصالة Originality:

ويقصد بالأصالة "التجديد أو الانفراد"، وتشير إلى قدرة الطالب على إنتاج أفكار قليلة التكرار بالمعنى الإحصائي داخل المجموعة التي ينتمي إليها، وجوهر الأصالة في القدرة على إنتاج أفكار غير مألوفة أو غير تقليدية. كأن يأتي الطالب بأفكار جديدة بالنسبة لأفكار زملائه، وكلما قلت درجة شيوع الفكرة زادت درجة أصالتها، ولذلك يوصف الطالب المبدع بأنه الطالب الذي يستطيع أن يبتعد عن المألوف أوالشائع أو التقليدي من الأفكار.

وتتفق الباحثة مع التعريفات السابقة؛ لوضوح عباراتها، وتفسيرها للمعنى بشكل واضح وكما هو مطلوب، وبناء عليه تم وضع تعريفات إجرائية لكل مهارة من مهارات التفكير التوليدي، والموضحة بجدول (1). وقد تم قياس تلك المهارات في الرياضيات من خلال اختبار التفكير التوليدي في الرياضيات للطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية الذي أعدته الباحثة لذلك.

جدول (1) – التعريفات الإجرائية لكل مهارة من مهارات التفكير التوليدي.

أبعاد التفكير التوليدي		مهارات التفكير التوليدي الفرعية	تعريف المهارة
البعد الاستكشافي	1	صياغة الفروض	قيام الطالب بوضع فروض وبدائل واستنتاجات بشكل مبدئي للمشكلة الرياضية أو الحياتية المعروضة عليه، وهذه الحلول تخضع للتجريب.
	2	التنبؤ في ضوء المعطيات	استخدام الطالب لما لديه من معرفة رياضية سابقة ومعطيات لتوقع حلول للمشكلة الرياضية أو الحياتية المعروضة عليه.
	3	الكشف عن الأخطاء والمغالطات	قدرة الطالب على التمييز بين العبارات الرياضية الصحيحة وغير الصحيحة، منطقية كانت أو غير منطقية، وتحديد الأخطاء في تلك العبارات وتصحيحها، مع توضيح مبرراته في ذلك.
البعد الإبداعي	4	الطلاقة	إعطاء الطالب حلولاً، وأفكاراً، وبدائل إبداعية متعددة للمشكلة الرياضية أو الحياتية المعروضة عليه.
	5	المرونة	إعطاء الطالب حلولاً، وأفكاراً، وبدائل متنوعة متعددة للمشكلة الرياضية أو الحياتية المعروضة عليه.
	6	الأصالة	إعطاء الطالب عدة حلول مختلفة ومبتكرة وغير تقليدية للمشكلة الرياضية أو الحياتية المعروضة.

أهمية تنمية مهارات التفكير التوليدي:

تتحدد أهمية تنمية مهارات التفكير التوليدي لدى الطلاب من خلال الاطلاع على بعض الأدبيات والدراسات السابقة أمثال (أحلام الجهني،2017، 212)، و(نايفة قطامي، 2011، 22–23)، و(أحمد النجدي وآخرون، 2005، 484)، و(لوريس عبد الملك، 2012، 222)، و(Gladston,2006,9–11) كونها تسهم فيما يلي:

1. جعل دور المتعلم نشطاً وفعالاً في عملية التعلم مما يزيد من دافعيته للتعلم.
2. تنمية قدرة المتعلم على البحث والتنقيب عن المعلومات.
3. جعل الخبرات السابقة للتعلم وسيلة للتوصل إلى أفكار جديدة.
4. تعزيز معنى الثقة بالنفس من خلال شعور المتعلم بأهمية دوره في إنتاج الأفكار والحلول.
5. جعل التعلم ذا معنى بالنسبة للمتعلم وذا قيمة وظيفية في حياته.
6. تشجيع المتعلم على المشاركة الفعالة في عملية التعلم.
7. تعلم كيفية حصول المتعلم على المعلومة، لكونها أهم من تعلم المعلومة نفسها.
8. تنمية الاتجاهات الإيجابية نحو ما يتعلمه ونحو الطريقة التي يتعلم بها.

9. استمرارية التعلم مدى الحياة من خلال تعلمه كيف يولد المعلومات.
10. تنمية الشعور بأهمية ما ينتجه العقل.

دور المعلم في تنمية مهارات التفكير التوليدي في الرياضيات:

يمكن لمعلم الرياضيات تنمية مهارات التفكير التوليدي لدى الطلاب من خلال ما يلي (كمال زيتون،323،2003– 324)، و(محمد جمل وزيد الهويدي،214،2003)، و(Scheinholtz,2009,5)، و(سمر لاشين،2011، 139)، و(زبيدة عبد الله،2008، 149 – 167)، و(Low&Hollis,2003,8)، و(cai& Hwang,2002,12):

1. تغير أنماط التفاعل الصفي التقليدي، من أجل إتاحة الفرصة للطلاب لتوليد أفكار ومعلومات، بدلاً من اقتصار دورهم على الاستماع لأفكار المعلم.
2. تهيئة البيئة الصفية من أجل المشاركة الفعالة، والتفاعل مع الخبرات العديدة التي يواجهها في أثناء عملية التعلم.
3. تقييم المعلومات والأفكار التي تقدم له من قبل الطلاب.
4. استخدام الرسومات لحل المشكلات الرياضية؛ مما يسهم في توليد معلومات جديدة لديهم يستخدمها الطالب في حل مشكلات أخرى.
5. تحسين قدرة الطالب على التغيير، والاعتزاز، والثقة بالنفس، مع تنمية القدرة على الابتكار، مما يزيد من دافعيته للإنجاز.
6. مساعدة الطلاب على أداء الأنشطة العملية، من خلال البدء بوضع الفروض، وتوقع الحل المناسب للمشكلة، والتنبؤ به.
7. مساعدة الطلاب على التعرف على الأخطاء، من خلال طرح مواقف ومشكلات خطأ تلفت انتباههم.
8. التنوع في استخدام استراتيجيات ومداخل تدريسية، لتنمية مهارات التفكير التوليدي وتوليد المعلومات، مثل التعلم القائم على المشروعات، والعصف الذهني، والمناقشة والتساؤل، والاكتشاف، وحل المشكلات والاستقصاء، والمخططات والجداول والمتشابهات.

ومن الدراسات ذات العلاقة المباشرة بموضوع هذا البحث، والتي تناولت التفكير التوليدي في الرياضيات، وأكدت أهمية تنمية مهاراته لدى طلاب المرحلة الثانوية دراسات: (علي عبد الجليل، 2009)، و(سمر لاشين، 2011)، و(مرفت هاني ومحمد الدمرداش، 2015)، و(حشمت أحمد، 2017)، و(أمل العبرية، 2017)، و(حمزة المجدلاوي وعدنان العابد، 2018)، و(بدرية الغامدي، 2019)، و(يسري محمد، 2021).

المحور الثالث: المتفوقون:

في مجال الرياضيات: تُعرف محبات أبو عميرة (2000،21) الطالب المتفوق بأنه: "الطالب الذي لديه القدرة على التفكير العلمي، واستخدام العلم في الحياة، والحصول على درجات مرتفعة في الامتحان 80% فأكثر، مهما كان نوع الامتحان، وقراءة الكتب العلمية وثيقة الصلة بالدراسة، والأكثر عمقاً وتجميعاً، والقيام بمشروعات بحثية من خلال هذه القراءة في الحياة، وحل المشكلات التي تعرض عليه".

في حين يشير التعريف الفدرالي الأمريكي إلى أن الطالب المتفوق هو: "الطالب الذي يقدم دليلاً على القدرة على الإنجاز العالي في مجالات، مثل: القدرة الفكرية والإبداعية والفنية والقيادية، أو في أي مجال أكاديمي محدد، والذي يحتاج إلى خدمات أو أنشطة لم تقدم عادة من قبل المدرسة من أجل تطوير هذه القدرات بشكل كامل (Bailey,2007,1).

والطالب المتفوق في هذا البحث هو: "الطالب المتفوق بالصف الأول من المرحلة الثانوية، وهو الذي اختارته وانتقته وزارة التربية والتعليم، وفقاً لمجموعة من الشروط والمعايير التي تضعها وزارة التربية والتعليم كل عام.

خصائص الطلاب المتفوقين في الرياضيات:

من خلال اطلاع الباحثة على العديد من الدراسات والأدبيات العربية والأجنبية، نحو: (محبات أبو عميرة، 21،2000-22)، و(Deal&Wismer,2010,56)، و(Tamura,2012,3)، و(هاني الأغا،87،2016-89)، و(MAGC,2012,1)، و(بطرس حافظ،78،2007)، و(محمد عبد الهادي، 2003، 364) المتعلقة بخصائص المتفوقين في الرياضيات، أمكن تلخيصها وتحديد بعض منها كما يلي:

1- الكفاءة في حل المشكلات الرياضية، واستخدام استراتيجيات وحلول مرنة وخلاقة.
2- القدرة الفائقة على حفظ الحقائق وإتقان الخوارزميات بسرعة وتذكرها فترة طويلة من الوقت.
3- القدرة على قراءة المقالات والكتب المتقدمة لسنوات عديدة في مجال الرياضيات.
4- القدرة على استيعاب المفاهيم والأساسيات الرياضية، واستخدامها بصورة غير نمطية.
5- القدرة على الانخراط في التفكير التباعدي وكذا التقاربي.
6- حب الاستطلاع العقلي (الفكري) لمعرفة أسباب إجراء العمليات الرياضية.
7- البحث المستمر عن مشكلات تتحدى قدراتهم وقراءات وألعاب وألغاز رياضية شائقة.
8- القدرة على البرهنة الرياضية وصياغة الفروض والحدسيات.
9- القدرة على التفكير التجريدي ورؤية العلاقات الرياضية وإدراكها.
10- القدرة على التواصل وعرض الأفكار الرياضية.
11- إثارة الأسئلة لإنتاج قواعد واستنتاجات.
12- الحصول على 80% أو أكثر في اختبارات الرياضيات.
13- الدقة والسرعة في إجراء العديد من الحسابات العددية.
14- الدافعية العالية لتعلم الرياضيات بمختلف فروعها.
15- القدرة على ابتكار حلول غير مألوفة للمشكلات الرياضية.
16- الالتزام بالعمل والمثابرة والتصميم.
17- الرغبة في التجريب والاضطلاع بالمهام الصعبة في الرياضيات.
18- القدرة على التفكير الناقد وتقييم المواقف.
19- استخدام المنطق التحليلي والاستقرائي في حل المشكلات الرياضية المختلفة.
20- البساطة والوضوح والإقناع في النقاش والإثبات.
21- القدرة على رؤية المشكلات من منظور مختلف واقتراح حلول أصيلة.
22- التعلم بطريقة شمولية في البداية ثم تعلم التفاصيل التي تخفى عليه لتكوين صورة كاملة.

ومما سبق، تستخلص الباحثة انفراد وتميز الطالب المتفوق في الرياضيات في بعض الخصائص والصفات عن أقرانه من الطلاب المتفوقين، الأمر الذي يدعو واضعي برامج المتفوقين أن يأخذوا في الاعتبار إعداد برامج تعليمية وأنشطة مختلفة تلائم تلك الخصائص والاستعدادات. واستخدام مثل هذه الخصائص للطلاب المتفوقين في الرياضيات في تدريبهم على مهارات توليد المعلومات الرياضية.

الاتجاهات التعليمة الحديثة في تعليم الطلاب المتفوقين ورعايتهم:

تعددت البرامج والأساليب التي تقدم لرعاية الطلاب المتفوقين عقلياً وتعليمهم تبعاً لتعدد الآراء وتعريفات المتفوقين وأساليب اكتشافهم، ويمكن عرض أهم هذه البرامج والأساليب في اتجاهين هما: **الاتجاه نحو استخدام البرامج القائمة على التجميع، والاتجاه نحو استخدام برامج الإثراء.**

أولاً: الإاجاه نحو استخدام البرامج القائمة على التجميع:

وهو نظام يسمح بتجميع الطلاب المتفوقين ذوي القدرات العالية، والاهتمامات المشتركة، ومستوى الأداء المرتفع في مجموعات متجانسة، وذلك لتوفير أكبر قدر ممكن من التقدم

الأكاديمي في دراستهم، وتوفير المتطلبات التربوية والعلمية بصورة متكاملة سواء من خلال إثراء هذه القدرات، أو من خلال الإسراع الأكاديمي.

وتعتمد فكرة التجميع على أساس أن وجود الطالب المتفوق في بيئة تعليمية مع أقران يماثلونه في الاستعدادت العقلية العالية، ويشاركونه اهتمامه وميوله يولد لديه مزيداً من الاستثارة والدافعية والتنافس (عبد المطلب القريطي، 2005،189)، وتأخذ عملية التجميع أحد الأشكال الثلاثة التالية:

1) تجميع المتفوقين في فصل خاص بهم داخل المدرسة العادية: ويأخذ إحدى الصورتين التاليتين:

أ- فصول خاصة (طوال الوقت):

وتقوم على أساس تجميع الطلاب المتفوقين في فصول خاصة بهم في مدارس عادية، بحيث تتبع هذه الفصول في الغالب نفس المناهج الدراسية لبقية الفصول، ولكن بطريقة أكثر عمقاً وتوسعاً وثراء بالمعلومات والخبرات المقدمة، وبذلك تصبح معايير التحصيل حينذاك مرتفعة في هذه الفصول، مما يحقق نمواً متكاملاً للمتفوقين تربوياً وشخصياً (محبات أبو عميرة،25،2000-26).

ب- فصول مؤقتة (العزل الجزئي):

وتقوم على أساس تجميع الطلاب المتفوقين لفترة محددة من اليوم الدراسي، مع المحافظة على دراستهم باقي اليوم الدراسي مع أقرانهم في الفصول العادية، بحيث يقدم لهم تعليم خاص بهم (محبات أبو عميرة،2000، 25).

2) تجميع المتفوقين داخل مدارس خاصة (العزل الكامل):

ويقوم على أساس تجميع الطلاب المتفوقين داخل مدرسة واحدة خاصة بهم، ويتم اختيارهم وانتقاؤهم تبعاً لمعايير القبول بهذه المدرسة، والموضوعة من قبل وزارات التربية والتعليم التابعة لها، ومن أمثلة تلك المدارس: مدارس المتفوقين بعين شمس – القاهرة، ومدارس STEM للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بعدد من محافظات جمهورية مصر العربية، ومدارس برونكس الثانوية للعلوم بنيويورك التي يقبل فيها الطلاب ذوو القدرات العالية في الرياضيات.

ويتم توفير المتطلبات التربوية والعلمية للمتفوقين في تلك المدارس بصورة متكاملة ومستقلة، وتترك عادة للطلاب الحرية في الدراسة، حيث يقوم المعلم بدور المشجع والموجه بالنسبة للطلاب الذين يقومون بأنفسهم بالبحث عن المعرفة التي يحتاجون إليها، بالإضافة إلى إشراك الطلاب في اختيار الأنشطة، وتنظيم العمل بها (محبات أبو عميرة، 2000، 26).

ثانياً: الاتجاه نحو استخدام برامج الإثراء Enrichment:

وتعد برامج الإثراء ضمن البرامج التي لاقت اهتماما وتأييداً أكبر من جانب المهتمين بالعملية التعليمية، فقد تزايد الاهتمام في الوقت الحاضر باستخدام برامج الإثراء في المسار التربوي الرئيس، وداخل الفصول العادية، حيث تعتمد هذه البرامج على متابعة المتفوقين في الفصول العادية، إضافة إلى مستوى المعارف والمهارات والاتجاهات (وفاء كفافي،2003، 188-189).

وقد اتفق عدد من الباحثين والتربويين أمثال: (محبات أبو عميرة،27،2000)، و(فتحي جروان،28،2011)، و(رضا السعيد وهويدا الحسيني، 335،2007 – 336)، و(Waber&Kubilius,2010,2) على أنه يمكن إثراء البرنامج التعليمي بأنواع وأشكال جديدة من الخبرات التعليمية وفقاً لما يلي:

أ- الإثراء الأفقي (الاتساع):

من خلال تزويد الطلاب المتفوقين عقلياً بخبرات غنية في عدد من الموضوعات المدرسية، أو في مجالات جديدة في المعرفة لا يعطيها المنهج الدراسي العادي.

ب- الإثراء العمودي (العمق):

من خلال تزويد الطلاب المتفوقين عقلياً بخبرات غنية في موضوع ما من الموضوعات المدرسية، أو تكليف طالب أو مجموعة من الطلاب ذوي الاهتمام المشترك بإيجاد حل مشكلة معينة، من خلال البحث المكثف لها.

وتأكيداً لذلك، يرى كل من رضا السعيد وهويدا الحسيني (2007– 247–248) أنه يمكن تصنيف الأنشطة الإثرائية المناسبة لتدريس الرياضيات وفقاً لثلاثة أبعاد هي:

1- فروع الرياضيات المختلفة: وتشمل أنشطة إثرائية في الحساب، نحو: نظرية الأعداد، والجبر المجرد، والهندسة المستوية، والإحصاء والاحتمالات، وحل المشكلات، والتطبيقات الرياضية، والطموح الرياضي.
2- المراحل الدراسية المختلفة: وتشمل أنشطة إثرائية للمراحل الابتدائية والإعدادية والثانوية.
3- مستويات القدرة الرياضية المختلفة: وتشمل أنشطة إثرائية للطلاب مرتفعي القدرة، ومتوسطي القدرة، ومنخفضي القدرة على التحصيل الدراسي.

وبناء على ما سبق، فإن محتوى الأنشطة والمشاريع المختلفة التي يمارسها الطلاب المتفوقون في برامج الإثراء يجب أن يكون لها أهداف وتوجيهات تظهر على شكل مخرجات تعليمية مفيدة، وأن اختيار الطالب للنشاط يجب ألا يتعارض مع مبدأ الوصول إلى نواتج مقبولة لتلك الأنشطة، مما يؤكد أهمية إثراء البرامج للمتفوقين بالأنشطة الإثرائية المختلفة، والتي تساعد في تنمية المهارات المختلفة لدى الطلاب، خاصة مهارات التفكير التوليدي.

دور الطالب المتفوق في الرياضيات وفق مدخل STEM:

1. التفكير في المفاهيم والقوانين والنظريات الرياضية، والبحث عن المفاهيم والمعارف الضرورية من التخصصات الأخرى، وتكوين ترابطات بينها، والتوصل إلى أفكار أخرى جديدة يمكن الإفادة منها في حل المشكلة الرياضية أو الحياتية.
2. القيام بمحاولات مستمرة من أجل البحث عن حلول للمشكلات التي تواجههم في أثناء قيامهم بالمشروع بطرق إبداعية.
3. استخدام التمثيل المرئي أو الأمثلة البصرية، مثل: النماذج والأشكال البصرية التوضيحية؛ لحل المشكلة المتمثلة في صيغة شكل معين، وتأكيد ترابط الرياضيات باستخدام الكتابة والحلول الشفهية.
4. التعرف على الأخطاء، من خلال طرح مواقف ومشكلات خطأ تلفت انتباههم.
5. توليد أفكار أصيلة للمشكلات الرياضياتية التي تعرض عليه.
6. الحل بأكثر من طريقة.
7. الاستعانة بالكتب والمراجع والمجلات العلمية والمواقع الإلكترونية التعليمية وذوي الخبرة والمتخصصين من أجل عمليات البحث والاستقصاء والاستقراء والاكتشاف.

"وتأكيداً لأهمية البرامج التعليمية التي تُقدم للطلاب المتفوقين في مدارس العلوم والتكنولوجيا STEM، وحرصاً على استمرار التجديد وتدفق الحداثة إلى هذه البرامج، ولأن طبيعة مدخلSTEM قائمة على التكامل مع التخصصات الأخرى؛ فقد تم تناول بعض الموضوعات التكاملية في الرياضيات، والتي تتفق وعصر التكنولوجيا بمتغيراته السريعة، وكذلك المعايير الدولية لتخريج كوادر علمية رياضية قادرة على التفكير التوليدي في الرياضيات، مما يؤهلهم للقيادة والريادة في المجتمع، وكذلك التنافسية في سوق العمل".

ومن الدراسات ذات العلاقة المباشرة بموضوع هذا البحث، والتي تناولت إعداد برامج وأنشطة إثرائية للطلاب المتفوقين في الرياضيات دراسات: و(محبات أبو عميرة، 1998)، و(حنان رزق، 2009)، و(EL-Demerdash &Korten,2009)، و(غادة رمل، 2010)، و(يحيى القبالي،2012)، و(ناصر عبيدة، 2013)، ,Anderson) 2013، و(أشرف فرغلي،2014)، و(شيرين عبد الحكيم، 2015)، و(غادة شومان،2016)، و(هيثم عبد السلام،2016)، و(هاني الأغا، 2016)، و(كريمة علام، 2017).

الدراسة التجريبية أدواتها وإجراءاتها

أولاً: إعداد أدوات التجريب: وتشمل:

1) إعداد البرنامج الإثرائي المقترح القائم على المدخل التكاملي STEM: ويتضمن:

أ- إعداد أسس بناء البرنامج الإثرائي المقترح:

وقد تم الإعداد لذلك من خلال الآتي:

1- تحديد المنطلقات الفكرية والفلسفية للبرنامج.

2- إعداد قائمة بأسس بناء البرنامج الإثرائي المقترح القائم على المدخل التكاملي STEM: واشتملت هذه الأسس على: أسس خاصة بالأهداف، وأسس خاصة بالمحتوى، وأسس خاصة بالأنشطة، وأسس خاصة باستراتيجيات التدريس والوسائل التعليمية، وأسس خاصة بالمشروعات الابتكارية (capstone)، وأسس خاصة بأساليب التقويم، وقد تم عرض القائمة على السادة المحكمين بهدف ضبطها وتعديلها بالحذف أو الإضافة، مع إبداء الآراء والمقترحات حول هذه القائمة من حيث الأبعاد التالية:

- صياغة عبارات القائمة صياغة واضحة ومحددة.
- سلامة العبارات لغوياً ودقة ألفاظها.
- تضمين كل عبارة فكرة واحدة.
- لكل أساس معنى واحد لا أكثر.
- ارتباط كل عبارة بالأسس الخاصة بها.
- ملاءمة الأسس لطبيعة المدخل التكاملي STEM.
- ملاءمة الأسس لطبيعة وخصائص الطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية وحاجاتهم.

وفي ضوء ما اتفق عليه السادة المحكمون حول حذف وإعادة صياغة بعض العبارات، تم وضع القائمة في صورتها النهائية*.

ب- بناء البرنامج الإثرائي المقترح:

تم بناء البرنامج في ضوء ما تم تحديده من أسس لبناء البرنامج، وتضمنت عملية بناء البرنامج عدة خطوات يمكن عرضها كما يلي:

1- تحديد الهدف الرئيس للبرنامج: وهو "تنمية مهارات التفكير التوليدي في الرياضيات لدى الطلاب المتفوقين بالصف الأول من المرحلة الثانوية".

2- تحديد الأهداف العامة للبرنامج (نواتج التعلم المتوقعة):

- تحقيق التكامل بين الجوانب النظرية والتطبيقية.
- تنمية المهارات التوليدية لدى الطالب المتفوق في الرياضيات.
- تنمية المهارات الإبداعية لدى الطالب المتفوق في الرياضيات.
- تدريب الطالب المتفوق على البحث والاستقصاء والتحري.
- تنمية قدرة الطالب المتفوق على الاستقلال الذهني والتفكير المستقل، وتدريبه على النظرة الشاملة للأمور.
- تحسين مهارات الاتصال والعمل كفريق.
- تنمية روح المنافسة والتحدي، ومشاركة الخبرات، والتعلم من الأخطاء، وابتكار الحلول.
- تدريب الطالب المتفوق على توظيف المهارات الرياضية المختلفة في تنفيذ الأنشطة/ المشروعات المختلفة.
- تشجيع/ تدريب الطالب المتفوق على الوصول إلى استنتاجات قائمة على أدلة حقيقية حول المشكلات/ التحديات/ القضايا المحيطة به.
- تنمية قدرة الطالب المتفوق على الافتراض، والتحقق العلمي من خلال استخدام الأدوات الهندسية والتكنولوجية الحديثة.

* ملحق (2): الصورة النهائية لقائمة أسس بناء البرنامج

- إكساب الطالب المتفوق مهارات ذات صبغة إنتاجية مثل مهارات التصميم.
- مساعدة الطالب المتفوق على تفسيره للعالم الواقعي من خلال الرسم، والتصميم، والاستنتاجات والاستدلالات القائمة على أدلة علمية.
- تدريب الطالب المتفوق على تصميم مشروعات يستخدم فيها معلوماته ومهاراته في إنتاج المعرفة والمهارات الجديدة.
- تنمية جوانب الشغف المعرفي لدى الطالب المتفوق ليس في مجال الرياضيات فقط، إنما في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة المرتبطين به.
- تنمية الثقة بالنفس لدى الطالب المتفوق، والقدرة على اتخاذ القرار.
- تنمية قدرة الطالب المتفوق على التعبير بحرية عن أفكاره وآرائه حول المشكلات المطروحة، وتبادل الآراء والمقترحات حولها.
- إكساب الطالب المتفوق ميولاً إيجابية نحو تعلم الرياضيات والمهن المرتبطة بها.
- إعداد الطالب المتفوق للتعلم مدى الحياة من خلال توفير الثقافة العامة المشتركة والمهنية.
- تنمية ثقافة الرياضيات لدى الطالب المتفوق التي تمكنه من مواصلة التعلم في المراحل الدراسية التالية.
- تنمية الثقافة العلمية والتكنولوجية لدى الطالب المتفوق التي تمكنه من مواصلة التعلم مدى الحياة.
- تحقيق جودة الحياة والتركيز على المستقبل عبر التكنولوجيا والابتكارات العلمية.
- تحقيق/ توفير المعالجات المستمرة من خلال التدريب المستمر، والتعديل في ضوء نتائج التغذية الراجعة.
- إبراز الدور الوظيفي للرياضيات من خلال تطبيقاته الحياتية، وتطبيقاته في المواد الدراسية الأخرى.

وقد تمت ترجمة تلك الأهداف العامة للبرنامج الإثرائي المقترح إلى عدة أهداف خاصة بمحتوى البرنامج، والتي تم تحليلها إلى أهداف إجرائية سلوكية، يمكن ملاحظتها وقياسها من خلال تنفيذ دروس البرنامج، وقد تم تضمينها في كل من دليل الطالب، وكذلك دليل المعلم ليسترشد بها في أثناء تطبيق البرنامج الإثرائي المقترح.

3- اختيار/ تحديد محتوى البرنامج الإثرائي المقترح:

تم تحديد المحتوى التعليمي الإثرائي للبرنامج في ضوء ما يلي:

- الأسس التي يقوم عليها البرنامج وفقاً للمدخل التكاملي STEM.
- الأهداف العامة للبرنامج.
- الدراسات السابقة والدراسات النظرية التي تناولت التفكير التوليدي في الرياضيات.
- خصائص الطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية وحاجاتهم.
- **الاطلاع على عدد من الوثائق المعيارية بالمرحلة الثانوية**، نحو: وثيقة المعايير الأمريكية الموحدة للرياضيات بالمرحلة الثانوية (CCSSM)*، ومعايير مناهج الرياضيات المدرسية للمرحلة الثانوية (NCTM)**، وذلك لاتفاقهما وتكاملهما مع معايير التعلم القائم على (STEM)، وثيقة معايير

* Council of Chief State School Officers (CCSSO) (2011): Standards of Mathematics for Grades-9-12, available at https://ccsso.org/

** NCTM (2010): Principles and Standards for School Mathematics, Grades-9-12, available at https://www.nctm.org/

الجيل القادم للعلوم (NGSS)***، والتي تؤكد أهمية أن يمتلك الطالب في نهاية المرحلة الثانوية المعرفة الكافية في العلوم والهندسة والرياضيات، وذلك بتحقيق معايير محددة لذلك، ووثيقة معايير جمهورية مصر العربية بالمرحلة الثانوية (عيد فتح الباب ومحمد عبد السلام،2011).

- **الاطلاع على عدد من الدراسات التي تناولت المعايير الدولية في مجال تعليم وتعلم الرياضيات،** نحو دراسات: (هاني الأغا، 2016)، و(مصطفى خضراوي، 2018)، و(رنا زيادة، 2019)، وفي مجال تعليم وتعلم العلوم مثل دراسات: (محمود حجاج، 2018)، و(أسماء أبو موسى، 2019).
- الاطلاع على مناهج الرياضيات للمتفوقين بالصفوف الثلاثة من المرحلة الثانوية في كل من مدارس المتفوقين العادية، ومدارس STEM للمتفوقين بمصر، وكذلك مناهج الرياضيات بعدد من الدول منها الإمارات، السعودية، قطر.
- **إعداد قائمة بموضوعات البرنامج الإثرائي المقترح للطلاب المتفوقين بالصف الأول الثانوي:** وذلك من أجل التخطيط الجيد لإعداد وبناء البرنامج الإثرائي المقترح للطلاب المتفوقين وفق المدخل التكاملي STEM، الذي يهدف إلى تنمية كل من التفكير التوليدي في الرياضيات لهؤلاء الطلاب. وتم عرض هذه القائمة على مجموعة من المحكمين والخبراء المتخصصين في مجال الرياضيات والعلوم والهندسة، للحكم عليها وإبداء آرائهم ومقترحاتهم حولها، وفي ضوء آراء السادة المحكمين****، خرجت القائمة بصورتها النهائية*، وتم تحديد موضوعات محتوى البرنامج تحت عنوان "المتجهات من حولنا" ليشمل وحدات (المتجهات – ضرب المتجهات وتطبيقاتها في فروع الرياضيات المختلفة– التطبيقات الفيزيائية للمتجهات)، والمفاهيم التي تم نسجها داخل كل موضوع.

4- الأنشطة الإثرائية المقترحة للبرنامج:

تنوعت الأنشطة الإثرائية المقترحة التي اشتمل عليها البرنامج، والتي يمارسها الطالب المتفوق لتساعده في اكتساب مهارات التفكير التوليدي في الرياضيات ما بين أنشطة فردية، وثنائية، وتتنوع تلك الأنشطة ما بين أنشطة رياضية وأخرى حياتية ترتبط بمشكلات الطالب المتفوق في الواقع العملي، وما بين أنشطة استقصائية رياضية، وأخرى استقصائية حياتية تنمي مهارات البحث، والاستكشاف، والانخراط بالواقع لدى الطالب المتفوق، وأيضاً أنشطة تكاملية تربط بين مجالات STEM، وذلك في نهاية كل درس لمعرفة درجة تمكين الطلاب المتفوقين من الأداء المطلوب، وتوفير التغذية الراجعة المناسبة والفورية لاستجابات الطلاب في أثناء دراسة موضوعات البرنامج.

كما تنوعت الأنشطة المقدمة ما بين أنشطة علمية تجريبية تربط بين الرياضيات والعلوم كتجربة عملية يقوم الطالب المتفوق بتنفيذها في، مجموعته ثم يقوم بعمليتي الملاحظة والاستنتاج، وأنشطة تطبيقية تكنولوجية، يستخدم فيها الطالب المتفوق برامج الحاسب الآلي وبرمجياته مثل (جيوجبرا GeoGebra– اللوحة الهندسية Geobord)، وعرض الأفلام والفيديوهات التعليمية التفاعلية، وأنشطة الألعاب التعليمية الرياضية، وأنشطة تصميم خرائط تفكير لما يتم تناوله داخل الدرس، وكتابة التقارير، وتصميم الأبحاث والمشروعات المختلفة (prototype) حول موضوعات البرنامج بالاستعانة بالمواد والأدوات البيئية

*** Next Generation Science Standards (NGSS) (2013): DCI Arrangements of the Next Generation Science Standards, available at: https://www.nextgenscience.org/sites/default/files/NGSS%20DCI%20Combined%2011.6.13.pdf

**** ملحق (1): قائمة بأسماء السادة المحكمين

* ملحق (4): قائمة بموضوعات البرنامج الاثرائي المقترح

والتكنولوجية. بالإضـافة إلى الأنشـطة المنزلية التي تعقب كل درس من دروس البرنامج.

5- الخطة الزمنية لتدريس محتوى البرنامج:

تـألف البرنـامج من مجموعـة مختـارة من الموضـــوعـات والأنشـــطـة التي تتطلـب مهـارات تفكير متطورة لحـل المشـكلات التي تضـمنتها، بلغ عددها (11) درسـاً، بواقع (47) حصة دراسية، وقد تم التنفيذ الفعلي للوحدتين الأولى والثانية من وحدات البرنامج بواقع (36) حصـــة دراســية. والجدول (2) يوضـــح موضـــوعات البرنامج والمدة الزمنية لتدريسها:

جدول (2) – وحدات البرنامج، وموضوعاته، والمدة الزمنية لتدريسها

م	الوحدة	موضوعات الوحدة	عدد الحصص
1	المتجهات	1. مقدمة في المتجهات.	4
		2. حالات خاصة للمتجهات.	4
		3. هندسة المتجهات.	6
		4. جبر المتجهات.	6
2	ضرب المتجهات وتطبيقاتها في فروع الرياضيات المختلفة	1. الضرب الداخلي للمتجهات.	4
		2. الضرب الخارجي للمتجهات.	4
		3. تطبيقات المتجهات1 في فروع الرياضيات الأخرى: تطبيقات المتجهات في الهندسة المستوية والتحليلية.	4
		4. تطبيقات المتجهات2 في فروع الرياضيات الأخرى: تطبيقات المتجهات في الجبر وحساب المثلثات.	4
3	التطبيقات الفيزيائية للمتجهات	1. تطبيقات فيزيائية 3 للمتجهات: الإزاحة.	3
		2. تطبيقات فيزيائية 4 للمتجهات: السرعة النسبية.	3
		3. تطبيقات فيزيائية 5 للمتجهات: السرعة المتجهة.	5
المجموع الكلي			**47 حصة**

6- **إعداد مشروعات البرنامج:**

أ. إعداد قائمة بمشـــروعات STEM للبرنامج الإثرائي المقترح للطلاب المتفوقين بالصف الأول الثانوي:

وذلك من أجل التخطيط الجيد لمشروعات البرنامج الإثرائي المقترح للطلاب المتفوقين وفق المدخل التكاملي STEM. وقد تم عرض هذه القائمة على مجموعة من المحكمين والخبراء المتخصـــصـــين في مجال الرياضـــيات والعلوم والهندسة، وأيضاً مناهج وطرق تدريس الرياضيات والعلوم، لتحكيمها وإبداء آرائهم ومقترحاتهم حولها، وفي ضوء ما تم من تعديلات ومقترحات؛ خرجت القائمة بصـورتها النهائية *وتم تحديد مشـــروعات البرنامج الإثرائي المقترح وفق المدخل التكاملي STEM، والمطلوب تنفيذها من قبل الطالب المتفوق بالصف الأول الثانوي.

ب. **الخطة الزمنية المقترحة لتنفيذ مشروعات البرنامج:**

جدول (3) – الخطة الزمنية لتنفيذ مشروعات البرنامج الإثرائي المقترح

المشروع	ماهية المشروع	طبيعة المشروع	طريقة تنفيذ المشروع	عدد الحصص
الأول	تصميم عرض فني لأحد الأحداث الجارية في مصر	بحثي تطبيقي	ثنائي	**2**
الثاني	تصميم نموذج ابتكاري يربط بين المتجهات والتحويلات الهندسية	بحثي تطبيقي	جماعي	**2**
الثالث	تصميم هندسي للعبة بسيطة تعتمد على محصلة المتجهات	بحثي تطبيقي	ثنائي	**2**
الرابع	تصميم نموذج لمضمار ألعاب قوى بمواصفات عالمية	بحثي تطبيقي	جماعي	**2**
الخامس	تصميم مشروع بحثي عن تطبيقات ضرب المتجهات	بحثي	ثنائي	**1**
السادس	تصميم منتج ابتكاري يعتمد على العزوم	بحثي تطبيقي	جماعي	**3**
السابع	تصميم بحث يربط بين مجالي المتجهات هندسة الطيران وحركة الملاحة	بحثي	ثنائي	**1**
الثامن	تصميم مشروع بحثي شامل عن تطبيقات المتجهات	بحثي	فردي	**1**

* ملحق (4): استطلاع رأي المختصين حول مشروعات STEM المقترحة.

المشروع	ماهية المشروع	طبيعة المشروع	طريقة تنفيذ المشروع	عدد الحصص
التاسع	تصميم نموذج ابتكاري لقطار بمواصفات عالمية	بحثي تطبيقي	جماعي	**3**
العاشر	تفسير كيفية عمل أجهزة التحكم في الحركة في الألعاب الإلكترونية: مقياس التسارع	بحثي	ثنائي	**2**
الحادي عشر	تصميم لأحد الطرق في مصر بمواصفات معينة	بحثي تطبيقي	جماعي	**3**
المجموع الكلي				**25 حصة**

7- تحديد المواد التعليمية والمصادر التكنولوجية وبرامج الكمبيوتر المعينة في تدريس البرنامج:

اشتملت عملية بناء البرنامج على الإعداد المسبق للمواد التعليمية والوسائل والمصادر التكنولوجية الضرورية لتنفيذ أنشطة البرنامج، ومشروعاته، وتحقيق أهدافه، وقد تنوعت تلك المواد والمصادر لتشمل: أدوات هندسية (مسطرة – منقلة – فرجار) – رسوم توضيحية وصور فوتوغرافية من الواقع لتوضيح بعض المعلومات المتعلقة بالدرس – أقلام ملونة – سبورة ذكية – ورق كرتون – مقص – لاصق – مشرط – شبكة الإنترنت – تطبيق QR reader –جهاز العرض فوق الرأسي O.H.P – جهاز الحاسوب (لابتوب أو آيباد) – لوحات وبوسترات لازمة لتنفيذ كل نشاط – فيديوهات تعليمية تفاعلية.

كما تم توظيف برمجيتي الجيوجبرا GeoGebra على جهاز الآيباد الخاص بكل طالب، واللوحة الهندسية Geoboard يتم تحميلها كتطبيق من تطبيقات Google play على AppStore. وأيضاً تم الاستعانة بمشروع ولفرام للرسوم التفاعلية Wolfram Demonstrations Projectمن خلال بنك المعرفة المصري.

8- تحديد استراتيجيات وطرق التدريس المستخدمة في البرنامج:

في ضوء الاطلاع على الدراسات السابقة والأدبيات ذات الصلة*، فقد تم تحديد عدد من الاستراتيجيات المتنوعة والمناسبة لتدريس الطلاب المتفوقين بالصف الأول الثانوي في الرياضيات، وبما يتناسب مع أهداف البرنامج، ومحتواه، ومشروعاته، مع مراعاة أسس بناء البرنامج من حيث اختيار استراتيجيات التدريس، واختيار مشروعاته. وقد تنوعت استراتيجيات وطرق التدريس الخاصة بمحتوى البرنامج ومشروعاته لتشمل: التعلم القائم على المشكلة problem based learning، والتعلم بالاكتشاف، والعصف الذهني، والحوار والمناقشة، والتعلم التعاوني –co operation learning، ودورة التعلم الخماسية 5E's ، والألعاب التعليمية، والتجارب المعملية، والتعلم القائم على المشروعات project based learning.

9- أساليب وأدوات تقويم البرنامج:

تم اعتماد أساليب تقويم البرنامج ومشروعاته في ضوء أسس تقويم البرنامج، للتأكد من مدى تحقيق الأهداف، وقد تنوعت أساليب التقويم المستخدمة في تدريس موضوعات البرنامج ما بين: التقويم القبلي، والتقويم المرحلي أو

* (محبات أبو عميرة،2002)، (عبد العظيم عبد العظيم، 2016، 38-102)

البنائي، والتقويم النهائي، وملفات الإنجاز Portfolios، وأسئلة المستويات المعرفية العليا، والتقويم الذاتي، وتطبيق QR Reader، أما بالنسبة لمشروعات STEM المقترحة بالبرنامج، فقد تنوعت طرق وأدوات التقويم لتشمل: التقويم الذاتي، والمنتج/ النموذج الابتكاري أو المنتج التقني (Prototype)، وأسئلة الجورنال (الكتابات / الأسئلة التأملية) Journal Reflections، وسلم التقدير اللفظي.

10- ضبط البرنامج والصورة النهائية:

بعد الانتهاء من إعداد وحدات البرنامج ومشروعاته في صورتها الأولية، تم عرضهما على مجموعة من السادة المحكمين* والمختصين، وقد تم إجراء التعديلات اللازمة في ضوء آرائهم ومقترحاتهم ليخرج البرنامج في صورته النهائية**، وبذلك أصبحت المشروعات صالحةً للتطبيق.

ب) إعداد دليل المعلم لتدريس وحدات البرنامج وتنفيذ مشروعاته:

تم بناء دليل المعلم بحيث يشتمل على جزأين رئيسين كما يلي:

❖ **الجزء الأول: دليل تدريس وحدات البرنامج الإثرائي المقترح:**

وقد تم إعداده ليكون بمثابة الموجه للمعلم، يمكنه الاسترشاد به والانتفاع بما جاء فيه، حيث يختص بآلية توظيف البرنامج الإثرائي المقترح القائم على المدخل التكاملي STEM في تدريس موضوعات وحدات المتجهات المقترحة لطلاب الصف الأول الثانوي، من أجل تحقيق أهداف تعليمية منتظرة، وقد تم إعداد هذا الدليل بحيث يشمل ما يلي:

1. فلسفة الدليل.
2. محتوى البرنامج والخطة الزمنية المقترحة لتدريس وحداته.
3. الأهداف العامة للبرنامج.
4. أهداف تدريس وحدات البرنامج.
5. استراتيجيات وطرق التدريس التي يقوم عليها البرنامج.
6. مصادر ومعينات التعلم المستخدمة في البرنامج.
7. الأنشطة التعليمية الإثرائية المستخدمة في البرنامج.
8. أساليب تقويم البرنامج.
9. تصميم نماذج تدريس موضوعات البرنامج كل على حدة.
10. قائمة المصادر والمراجع التي يمكنك الاستزادة منها نظرياً وعملياً.

❖ **الجزء الثاني: دليل تنفيذ مشروعات STEM ضمن البرنامج الإثرائي المقترح:**

وقد تم اعداده ليكون دليلاً إرشادياً يختص بآلية تنفيذ مشروعات البرنامج المقترحة المرتبطة بموضوعاته "المتجهات من حولنا"، من أجل تحقيق أهداف تعليمية منتظرة لطلاب الصف الأول الثانوي، وذلك باستخدام استراتيجية التعلم القائم على المشروعات PPL. ويحتوي الدليل على ما يلي:

1. فلسفة الدليل.
2. مشروعات البرنامج والخطة الزمنية المقترحة لتنفيذه.
3. أهداف تنفيذ مشروعات البرنامج.
4. طرق وأدوات تقويم مشروعات STEM(Capstone).
5. توجيهات عامة لمعلم الرياضيات في أثناء استخدام استراتيجية التعلم بالمشروعات.

وبعد الانتهاء من إعداد دليل المعلم، تم عرضه على مجموعة من السادة المحكمين والمختصين، وقد تم تعديل الدليل في ضوء آراء ومقترحات السادة المحكمين، حتى أصبح في صورته النهائية* صالحاً للتطبيق.

* ملحق (1): قائمة بأسماء السادة المحكمين.

** ملحق (5): الصورة النهائية للبرنامج الإثرائي المقترح.

* ملحق (6): دليل المعلم لتدريس وحدات البرنامج وتنفيذ مشروعاته.

ثانياً: إعداد أداة القياس: وتشمل اختبار التفكير التوليدي في الرياضيات.

1- **تحديد الهدف من الاختبار:** وهو قياس مدى اكتساب الطلاب لمهارات التفكير التوليدي ببعديه: الاستكشافي والإبداعي، في محتوي وحدتين من وحدات البرنامج الإثرائي المقترح لدى الطلاب المتفوقين بالصف الأول الثانوي.

2- **إعداد مفردات الاختبار:** حيث تم الاطلاع على عدد من الاختبارات** التي صممت لقياس التفكير التوليدي في الرياضيات، للاستفادة منها في وضع مفردات الاختبار، منها ما تناول قياس المهارات الاستكشافية/ توليد المعلومات في الرياضيات، وهي مهارات (صياغة الفروض، التنبؤ في ضوء المعطيات، الكشف عن الأخطاء والمغالطات) مثل دراسة (بدرية الغامدي، 2019)، ومنها ما تناول قياس المهارات الإبداعية في الرياضيات، وهي مهارات (الطلاقة، المرونة، الأصالة) أمثال دراسات (مكة البنا، 2007)، و(هاني الأغا، 2016)، و(غادة شومان، 2016)، ومنها ما تناول قياس مهارات التفكير التوليدي ببعديه الاستكشافي والإبداعي أمثال دراسات (سمر لاشين، 2011)، (وحشمت أحمد، 2017)، و(يسري محمد، 2021). وقد تم تحديد المهارات الستة للتفكير التوليدي ببعديه الاستكشافي والإبداعي في هذا البحث، وذلك في جزأي الاختبار.

3- **إعداد جدول مواصفات اختبار التفكير التوليدي في الرياضيات:** وهو مخطط تفصيلي يربط بين محتوى وحدات البرنامج والأهداف المراد تحقيقها، وذلك للتأكد من أن الاختبار سوف يقيس عينة ممثلة لأهداف البرنامج الإثرائي المقترح، ويوضح جدول (4) مواصفات اختبار التفكير التوليدي في الرياضيات.

جدول (4) – مواصفات اختبار التفكير التوليدي في الرياضيات

مهارات التفكير التوليدي		عدد الأسئلة	فقرات الأسئلة	النسبة %
البعد الاستكشافي	صياغة الفروض	7	1، 2، 3، 4، 5، 6، 7	%17،95
	التنبؤ في ضوء المعطيات	10	8، 9،10، 11، 12، 13، 14، 15، 16، 17	%25,64
	الكشف عن الأخطاء والمغالطات	10	18، 19، 20، 21، 22، 23، 24، 25، 26، 27	%25,64
البعد الإبداعي	الطلاقة	12	28، 29، 30، 31، 32، 33، 34، 35، 36، 37، 38، 39	%30,77
	المرونة			
	الأصالة			
المجموع		39	39	%100

** من هذه الاختبارات: دراسة (سمر لاشين، 2011)، و(رضا دياب، 2016)، و(هاني الأغا، 2016)، و(غادة شومان، 2016)، و(حشمت أحمد، 2017)، و(بدرية الغامدي، 2019)،لاو(يسري محمد، 2021)، و(مكة البنا، 2007).

4- صـــياغة مفردات الاختبار: حيث تم إعداد صـــياغة مبدئية لاختبار التفكير التوليدي في الرياضـــيات، وقد روعي عند صـــياغة مفردات الاختبار، حيث اشـــتمل الاختبار على جزأين رئيســين، بحيث يختص الجزء الأول بالبعد الاستكشافي في الرياضيات، ويشمل (7) أسئلة تختص بمهارة صـــياغة الفروض – (10) أسـئلة تختص بمهارة التنبؤ في ضـوء المعطيات – (10) أسـئلة تختص بمهارة الكشـــف عن الأخطاء والمغالطات. بينما يختص الجزء الثاني بالبعد الإبداعي في الرياضيات، ويشمل (12) ســـؤالاً مختلفاً يقيس كل ســـؤال منها المهارات الإبداعية الثلاثة في الرياضيات. وقد تم صياغتها في صورة أسئلة مفتوحة لكونها تحقق الهدف منها، ويمثل ميدان القياس الموضوعات التي تم تدريسها باستخدام البرنامج المقترح.

5- صـــياغة تعليمات الاختبار: حيث تم إعداد تعليمات الاختبار الأولي، مع مراعاة تخصـــيص الجزء العلوي من الصفحة لبيانات الطالب، وقد تم صياغة تعليمات الاختبار بحيث اشـتملت على: توضـيح الزمن المخصـص للإجابة عن الاوختبـار، توضـــيح النهـايـة العظمى للاختبـار، وإرشـادات عامة للطلاب، وتوضـيح أجزاء الاختبار، وعدد الأسئلة المنبثقة من كل جزء.

6- تصـــحيح الاختبار: وقد تم تصـــحيح اختبار التفكير التوليدي في الرياضيات على جزأين هما:

- **الجزء الأول:** ويختص بالبعد الاســـتكشـــافي: حيث تم تحديد درجات كل مفردة من مفردات الاختبار بناء على خطوات حل الطالب، ويتضـــمن مهارة صـــياغة الفروض التي تشمل على (7) مفردات، حيث تخصص لكل مفردة درجتان، لتكون الدرجة الكلية الخاصـــة بمهارة صـــياغة الفروض (14) درجة، أما مهارة التنبؤ في ضوء المعطيات فتشمل (10) مفردات، حيث يخصص للمفردات (1، 4، 8،5) درجة واحدة لكل مفردة، والمفردات (2، 3، 6) أربع درجات لكل مفردة، والمفردات (7، 9) درجتان لكل مفردة، بينما يخصص للمفردة (10) ثلاث درجات، لتكون الدرجة الكلية الخاصـــة بتلك المهارة (23) درجة. بينما مهارة الكشف عن الأخطاء والمغالطات فتشمل (10) مفردات، لتكون الدرجة الكلية الخاصـــة بتلك المهارة (20) درجة. وبذلك يصـــبح المجموع الكلي لدرجات الجزء الأول من الاختبار الخاص بالبعد الاستكشافي هو (50) درجة.

- **الجزء الثاني:** ويختص بالبعد الإبداعي: حيث تم تحديد درجات كل مفردة من مفردات الاختبار بحيث تكون موزعة على الخطوات العقلية لحل كل طالب على حدة، ورصـــد مجموعـة الإجـابـات التي يمكن أن تعبر عن مهـارات: الطلاقة والمرونة والأصـالة. ويتم توزيع الدرجات الخاصـة بمهارة الطلاقة من خلال إعطاء درجة لكل إجابة صـحيحة يكتبها الطالب المتفوق، أما في مهارة المرونة فتصـــنف الإجابات الصـــحيحة تحت أفكار متنوعة، وتعطي درجة لكل فكرة صـــحيحة يقدمها. بينما في مهارة الأصـــالة فتصـــنف الإجابات الصـــحيحة تحت أفكار فريدة وغير تقليدية، وتعطي درجة لكل فكرة صـحيحة يقدمها من خلال تفريغ الإجابات مرة أخرى عن كل مفردة من مفردات الجزء الثاني للاختبار، وإعطاء درجة للإجابة التي تتكرر مرة واحدة فقط، وبذلك يصـــبح المجموع الكلي لدرجات الجزء الثاني من الاختبار الخاص بالبعد الإبداعي هو (110) درجة. وبناء عليه، جاءت النهاية العظمى للاختبار ككل (160) درجة، من خلال جمع درجات الطالب في جميع مفردات الاختبار بالجزأين الأول والثاني.

7- تقنين الاختبار: قامت الباحثة بتطبيق الاختبار في صـورته الأولية على عينة اسـتطلاعية مكونة من (34) طالبًا من الطلاب المتفوقين بالصـف الأول الثانوي، بهدف التعرف على مدى صـــلاحية الصـــورة الأولية للاختبار، والكشـــف عن وضـــوح الفقرات والتعليمات، والدقة العلمية واللغويـة لمفردات الاختبار، وتحـديـد متوســـط زمن أداء الاختبار. وقد راعت الباحثة عند التطبيق عدم تحديد زمن الاختبار حتى لا يكون ســـبباً في الأخطاء، ولكنها قامت بكتابة زمن كل طالب لتتمكن من حســـاب الزمن الحقيقي للاختبار فيما بعد. وقد تم التأكد من وضـــوح الأســـئلة والتعليمات خلال رصد الباحثة لتساؤلات وتعليقات الطلاب ومداخلاتهم حول فقرات الاختبار وتعليماته، ولحســـاب متوسط زمن أداء الاختبار، قامت الباحثة بحساب متوسط

زمن أداء جميع طلاب العينة الاستطلاعية للاختبار مقسوماً على عددهم، ووجد أن متوسط أداء جميع الطلاب قد بلغ (2958) دقيقة، وبذلك أصبح المتوسط الزمني للاختبار هو (87) دقيقة، إضافة إلى زمن قراءة تعليمات الاختبار، ليصبح الزمن الكلي للاختبار هو (90) دقيقة.

8- حساب صدق الاختبار: وقد تم التأكد من صدق الاختبار من خلال الآتي:

أ. الصدق الظاهري (صدق المحتوى): حيث تم عرض الاختبار في صورته الأولية على مجموعة من المحكمين والمختصين، وذلك للتأكد من صلاحيته أداةً لقياس مهارات التفكير التوليدي لدى الطلاب المتفوقين بالصف الأول الثانوي، لإبداء آرائهم ومقترحاتهم حول الاختبار، وتم إجراء التعديلات المقررة حتى أصبح الاختبار جاهزاً للتطبيق على العينة الاستطلاعية. وبذلك أصبح الاختبار يتمتع بصدق المحكمين.

ب. صدق الاتساق الداخلي (القدرة التمييزية لأبعاد الاختبار): حيث تم حساب معاملات الارتباط لبيرسون Person بين درجة كل مهارة من المهارات الستة للاختبار والدرجة الكلية للاختبار بهدف التأكد من الاتساق الداخلي لمهارات اختبار التفكير التوليدي، ويوضح جدول (5) قيم معاملات الارتباط.

جدول (5) – قيم معاملات الارتباط بين درجة كل مهارة من مهارات التفكير التوليدي في الرياضيات والدرجة الكلية للاختبار

المهارات	صياغة الفروض	التنبؤ في ضوء المعطيات	التعرف على الأخطاء والمغالطات	الطلاقة	المرونة	الأصالة
معامل الارتباط (ر)	0,545	0,674	0,381	0,404	0,588	0,443

يتضح من جدول (5) أن درجة كل مهارة من مهارات التفكير التوليدي مرتبطة بالدرجة الكلية للاختبار ارتباطاً مقبولًا إحصائياً، ذلك لأن جميع قيم معاملات الارتباط أكبر من القيمة المقبولة إحصائياً لمعامل الارتباط وهي (ر≤ 0,3)، وهذا يشير إلى مستوى مناسب من الاتساق والصدق للاختبار.

9- حساب ثبات الاختبار: حيث تم تطبيق الاختبار مرتين على العينة الاستطلاعية نفسها بفاصل زمني مدته (ثلاثة أسابيع)، وتم حساب معامل الارتباط لبيرسون بين درجات الطلاب في التطبيقين الأول والثاني باستخدام برنامج SPSS، وقد وجد أن معامل الارتباط بين درجتي التطبيق يساوي (0,895)، وهي قيمة مقبولة إحصائياً، مما يدل على أن الاختبار على مستوى مناسب من الثبات.

10- الصورة النهائية للاختبار: بعد تحديد زمن الاختبار وحساب معامل الصدق والثبات له، وبناء على ما تم من تعديلات على محتوى الاختبار في ضوء آراء السادة المحكمين، وما أسفرت عنه نتائج التجربة الاستطلاعية، أصبح الاختبار في صورته النهائية* جاهزاً للتطبيق على مجموعة البحث.

* ملحق (7) اختبار التفكير التوليدي في الرياضيات.

ثالثاً: إجراءات البحث التجريبية:

أ- منهج البحث ومتغيراته: حيث تم اتباع كل من المنهج الوصفي، وذلك لوصف وتحليل الأدبيات والدراسات السابقة المتعلقة بمجال البحث، والمنهج شبه التجريبي الذي استخدمته الباحثة نظراً لملاءمته لطبيعة البحث؛ حيث أخضعت الباحثة المتغير المستقل وهو "البرنامج الإثرائي المقترح" لقياس أثره في المتغير التابع (التفكير التوليدي) في الرياضيات.

ب- التصميم التجريبي للبحث: حاول البحث الحالي التحقق من عدد من فروض البحث الإحصائية التي تتعلق بتتبع ما يحدث من تغيرات تعكس النمو الذي قد يطرأ على الطلاب المتفوقين بالصف الأول الثانوي في التفكير التوليدي في الرياضيات، من أجل الحكم على فاعلية البرنامج الإثرائي المقترح في تنميتها، ولتحقيق ذلك تم اتباع التصميم التجريبي ذي المجموعة الواحدة مع تطبيق قبلي – بعدي.

ج- اختيار مجموعة البحث: حيث تم اختيار مجموعة البحث من الطلاب المتفوقين بالصف الأول الثانوي بمدرسة "المتفوقين الثانوية بنين بعين شمس" التابعة لإدارة عين شمس التعليمية بمحافظة القاهرة للعام الدراسي 2021 / 2022م. وقد تم اختيار مجموعة البحث بطريقة قصدية نظراً لطبيعة عينة البحث (المتفوقين)، وتوافر مستلزمات التطبيق كافة. وبلغ عددهم فعلياً(32) طالباً، وتجريبياً (28) طالباً من الطلاب المنتظمين بالحضور طوال فترة تطبيق التجربة.

د- إجراء التجربة: حيث اتبعت الباحثة الخطوات التالية في إجراء تجربة البحث الأساسية:

1- التطبيق القبلي لأداة القياس: حيث تم تطبيق أداة القياس المتمثلة في اختبار التفكير التوليدي في الرياضيات على مجموعة البحث تطبيقاً قبلياً خلال العام الدراسي 2021 / 2022 في يوم الأحد 2022/3/6، بعد الحصول على التصاريح الرسمية والموافقات الأمنية* للدخول للمدرسة والسماح بالتطبيق.

2- تدريس وحدتين من البرنامج لمجموعة البحث: بعد الانتهاء من التطبيق القبلي لأداة القياس تم تدريس موضوعات الوحدتين الأولى والثانية من وحدات البرنامج للطلاب، والتي تم بناؤها في ضوء المدخل التكاملي STEM، ووفقاً لما جاء في دليلي المعلم والطالب.

3- التطبيق البعدي لأدوات القياس: بعد انتهاء مجموعة البحث من دراسة موضوعات الوحدتين، تم تطبيق أداة القياس تطبيقاً بعدياً يوم السبت الموافق 2022/5/7 على مجموعة البحث.

4- إجراءات ما بعد تطبيق البحث: بعد الانتهاء من التطبيق البعدي لأدوات القياس، تم تصحيح الاختبارين ورصد الدرجات الخاصة بهما، ومعالجتها إحصائياً بهدف رصد وتفسير نتائج البحث، وتقديم التوصيات والمقترحات.

رابعاً: المعالجة الإحصائية:

وحيث إن البحث الحالي اعتمد على التصميم التجريبي ذي المجموعة الواحدة، من خلال المقارنة بين أداء طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي؛ فإنه قد تم الاستعانة بحزمة البرامج الإحصائية للعلوم الاجتماعية SPSS، ومعادلة حجم التأثير (η^2) في حساب حجم تأثير تدريس الوحدتين، ومعادلة نسبة الكسب المعدل لبلاك Blake في حساب فاعلية تدريس الوحدتين ضمن وحدات البرنامج الإثرائي المقترح في تنمية مهارات التفكير التوليدي في الرياضيات.

نتائج البحث – تفسيرها ومناقشتها

نتائج تطبيق اختبار التفكير التوليدي في الرياضيات وتفسيرها

1- اختبار صحة الفرض الأول الذي ينص على أنه: "يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (0.01) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث من المتفوقين

* ملحق (8) التصاريح الخاصة بتطبيق البحث.

بالصف الأول الثانوي في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التفكير التوليدي في الرياضيات، وذلك لصالح التطبيق البعدي".

للتحقق من صحة الفرض الأول، تم اختبار الفرض الصفري الأول المناظر للفرض البحثي الموجه الأول، حيث تم حساب المتوسط الحساب والانحراف المعياري وقيمة "ت" لمتوسط درجات طلاب مجموعة البحث في اختبار التفكير التوليدي ككل، وكل مهارة على حدة باستخدام اختبار(ت) "t-test" لعينتين مرتبطتين "Dependent sample" لاختبار دلالة الفرق بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التفكير التوليدي. وجاءت النتائج كما هو موضح بجدول (6):

جدول (6) – نتائج اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات طلاب مجموعتي البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التفكير التوليدي

أبعاد التفكير التوليدي	مهارات التفكير التوليدي	التطبيق	عدد الطلاب	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	الدلالة الإحصائية	
البعد الاستكشافي	صياغة الفروض	قبلي	28	1,071	0,900	27	20,969	0,000	دالة عند 0,01
		بعدي	28	6,250	0,701				
	التنبؤ في ضوء المعطيات	قبلي	28	2,607	1,771	27	50,736	0,000	دالة عند 0,01
		بعدي	28	22,036	0,881				
	الكشف عن الأخطاء والمغالطات	قبلي	28	1,821	1,362	27	68,455	0,000	دالة عند 0,01
		بعدي	28	19,750	0,441				
البعد الإبداعي	الطلاقة	قبلي	28	3,429	2,045	27	114,073	0,000	دالة عند 0,01
		بعدي	28	52,642	1,420				
	المرونة	قبلي	28	3,107	1,833	27	120,798	0,000	دالة عند 0,01
		بعدي	28	42,821	0,983				
	الأصالة	قبلي	28	2,214	1,134	27	24,376	0,000	دالة عند 0,01
		بعدي	28	9,929	1,999				
الاختبار ككل		قبلي	28	14,250	3,450	27	172,156	0,000	دالة عند 0,01
		بعدي	28	153,429	2,950				

يتضـــح من جدول (6) أن قيمة (ت) لدرجات طلاب مجموعة البحث في الاختبار ككل وكل مهارة على حدة على الترتيـب هي: (172,156،،50,736،20,969، 68,455، 120,798،114,073، 24,376) عند درجة حرية (27)، ومستوى الدلالة المحسوب (0,000)، وبمقارنته بمستوى الدلالة الفرضي (0,01) نجد أنه أصغر من (0,01)، وهذا يعني وجود فرق ذي دلالة إحصـــائية عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التفكير التوليدي في الرياضـــيات، وذلك لصـــالح التطبيق البعدي. وبناء على ما سـبق؛ تم رفض الفرض الصـفري وقبول الفرض البحثي الذي ينص على أنه "يوجد فرق ذو دلالة إحصـائية عند مستوى دلالة (0,01) بين متوسـطي درجات طلاب مجموعة البحث من المتفوقين بالصـــف الأول الثانوي في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التفكير التوليدي في الرياضيات، وذلك لصالح التطبيق البعدي".

2- حســـاب حجم التـأثير لاختبـار التفكير التوليـدي:

وللتحقق من الفرض الثاني، تم اختبار الفرض الصفري "لا يتحقق تأثير مقبول للوحدتين المختارتين ضـــمن البرنامج الإثرائي المقترح في تنميـة مهـارات التفكير التوليـدي في الرياضـــيات لدى طلاب مجموعة البحث من المتفوقين بالصف الأول الثانوي"، حيث تم حساب حجم تأثير تدريس الوحـدتين لمجموعـة البحـث في تنميـة مهـارات التفكير التوليدي. ويوضح جدول (7) حجم التأثير بواسطة(η^2):

جدول (7) – قيمة حجم التأثير ومقداره للوحدتين المختارتين ضمن البرنامج الإثرائي المقترح في تنمية مهارات التفكير التوليدي في الرياضيات

اختبار التفكير التوليدي	قيمة (ت)	درجة الحرية	η^2	حجم التأثير
صياغة الفروض	20,969	**27**	0,942	**كبير**
التفكير بمرونة	50,736	**27**	0,990	**كبير**
التنبؤ في ضوء المعطيات	68,455	27	0,994	**كبير**
الطلاقة	114,073	**27**	0,998	**كبير**
المرونة	120,798	**27**	0,998	**كبير**
الأصالة	24,376	**27**	0,957	**كبير**
الاختبار ككل	114,073	**27**	**0,998**	**كبير**

يتضـــح من جـدول (7) أن قيم حجم التـأثير بلغـت (0,942، 0,994،0,990، 0,998، 0,998، 0,957، 0,998) للمهارات الســـت والاختبار ككل على الترتيب، وهي أكبر من القيمة المعيارية (0,14)، وهذا يشـــير إلى وجود أثر كبير للوحدتين ضـــمن البرنامج الإثرائي المقترح في تنمية مهارات التفكير التوليدي ككل وكل مهارة على حدة لدى طلاب مجموعة البحث، وهذا يدل على أن ما نســـبتـه (94 % – 99 %) من تبـاين المتغير التـابع (التفكير التوليدي) يرجع إلى تأثير المتغير التابع (البرنامج الإثرائي المقترح)، وعليه يتم رفض الفرض الصـفري وقبول

الفرض البحثي البديل الذي ينص على أنه "يتحقق تأثير مقبول لوحدتين من البرنامج الإثرائي المقترح في تنمية مهارات التفكير التوليدي في الرياضيات لدى طلاب مجموعة البحث من المتفوقين بالصف الأول الثانوي"، وبهذا تتحقق صحة الفرض الثاني من فروض البحث.

3- التحقق من فاعلية تدريس وحدتين من البرنامج الإثرائي المقترح في تنمية مهارات التفكير التوليدي في الرياضيات: حيث تم اختبار الفرض الصفري: "لا تتحقق فاعلية مقبولة للوحدتين في تنمية مهارات التفكير التوليدي لدى طلاب مجموعة البحث من المتفوقين بالصف الأول الثانوي"؛ حيث تم استخدام نسبة الكسب المعدل لبلاك، وجاءت النتائج، كما هو موضح بجدول (8):

جدول (8) – نتائج نسبة الكسب المعدل لبلاك لدرجات مجموعة البحث في اختبار التفكير التوليدي

اختبار التفكير التوليدي	النهاية العظمى	المتوسط القبلي	المتوسط البعدي	نسبة الكسب المعدل "لبلاك"	الدلالة الإحصائية
صياغة الفروض	7	1,071	6,250	1,61	مقبول
التنبؤ في ضوء المعطيات	23	2,607	22,036	1,80	مقبول
الكشف عن الأخطاء والمغالطات	20	1,821	19,750	1,88	مقبول
الطلاقة	55	3,429	52,642	1,85	مقبول
المرونة	43	3,107	42,821	1,92	مقبول
الأصالة	12	2,214	9,929	1,43	مقبول
الاختبار ككل	160	14,250	153,429	1,83	مقبول

يتضح من جدول (8) أن نسبة الكسب المعدل المتعلقة بمهارات التفكير التوليدي الستة والاختبار ككل جاءت على الترتيب كما يلي: (1,6)، (1,8)، (1,9)، (1,9)، (1,9)، (1,4)، (1,8)، وهي نسبة مقبولة كونها تقع في المدى (1 – 2)، وهي أكبر من (1,2)، وبالتالي يمكن القول بأن وحدتي البرنامج الإثرائي المقترح تحقق فاعلية مرتفعة في تنمية مهارات التفكير التوليدي ككل، وكل مهارة على حدة، وهذا يشير إلى تقدم مستوى طلاب مجموعة البحث في التطبيق البعدي مقارنة بالتطبيق القبلي للاختبار. وبناء عليه يتم رفض الفرض الصفري وقبول الفرض البديل الذي ينص على أنه "تتحقق فاعلية مقبولة لوحدتين من البرنامج الإثرائي المقترح في تنمية مهارات التفكير التوليدي في الرياضيات لدى طلاب مجموعة البحث من المتفوقين بالصف الأول الثانوي"، وبهذا تتحقق صحة الفرض الثالث من فروض البحث.

مناقشة النتائج الخاصة بتنمية التفكير التوليدي في الرياضيات:

يتضح من خلال تفسير النتائج السابقة بالجداول (6)، (7)، (8) أنه قد حدث نمو لدى الطلاب المتفوقين مجموعة البحث في مهارات التفكير التوليدي في التطبيق البعدي لاختبار التفكير التوليدي في الرياضيات مقارنة بالتطبيق القبلي لنفس الاختبار، وهذا النمو كبير وله دلالته الإحصائية، وهذا يدل على أن الوحدتين المختارتين من البرنامج الإثرائي المقترح القائم على المدخل التكاملي STEM للطلاب المتفوقين بالصف الأول الثانوي له فاعلية كبيرة في نمو مهارات التفكير التوليدي لديهم. وتتفق هذه النتيجة مع دراسة كل من (مرفت هاني ومحمد الدمرداش، 2015)، و(حشمت أحمد، 2017)، و(يسري محمد، 2021)، وتعزو الباحثة ذلك إلى ما يلي:

- تقديم محتوى الوحدتين بصورة شاملة للمعارف والمفاهيم والخبرات المرتبطة بمهارات التفكير التوليدي المختلفة، حيث تم صياغة الخطط التدريسية بدليل المعلم بشكل يحقق الهدف من تطبيق البرنامج، كما صيغت الأنشطة والتدريبات المتنوعة بأسلوب ينمي مهارات التفكير التوليدي، ويشجع الطلاب على التفكير في حلول أصيلة ومتعددة للمشكلة الواحدة.
- عدم اعتماد موضوعات الوحدتين على مصدر وحيد للمعرفة أسهم في طرق الطلاب للعديد من الأبواب للبحث عن المعلومات بأنفسهم من مصادر مختلفة للإجابة عن استفساراتهم وتساؤلاتهم حول المعلومات والمشكلات المطروحة، والذي من شأنه تنمية مهارات التفكير التوليدي لدى الطلاب ببعديه الاستكشافي والإبداعي.
- اعتماد أغلب الأنشطة والمشروعات المقدمة على العمل الجماعي ضمن فريق، والذي من شأنه تنظيم الأدوار والمهام على أفراد كل فريق، وتبادل الأفكار والآراء، والتعامل مع مواد وخامات من البيئة لحل المشكلات المعروضة أو تنفيذ المشروعات المقترحة، مما أسهم في تنمية روح التعاون والتنافس بين أفراد المجموعة، وبما يسمح بتوليد أفكار جديدة وحلول غير نمطية.
- التنوع في استخدام استراتيجيات التدريس ساعد الطلاب على البحث والتعلم الذاتي، وتبادل المعرفة، مما أدى إلى التأكد من مصداقيتها وموضوعيتها، وساعدهم في تمييز الحقائق واكتشاف الأخطاء والمغالطات بسهولة، وإصدار الأحكام، والوصول إلى استنتاجات وتفسيرات في ضوء ما لديهم من معطيات.
- أسهم الربط والتكامل بين مجالات الرياضيات والفيزياء، والهندسة، والتكنولوجيا في تحقيق فهم أعمق للطلاب، واكتمال الصورة الذهنية لديهم عن المفاهيم والمعارف المقدمة، وبالتالي قدرتهم على توظيف ذلك التكامل في توليد حلول ومقترحات خارج الصندوق للمشكلات المعروضة سواء الرياضياتية أو الحياتية، وأيضاً في تنفيذ المشروعات المقترحة.
- ارتباط مشروعات STEM المقترحة بمشكلات وتحديات يعيشها الطالب المتفوق في حياته أسهم في إثارة حماس الطلاب للتفكير، واقتراح بعض الأفكار والحلول غير التقليدية، والتوصل إلى تصميمات ونماذج مبتكرة prototype بعد تجريبها والقيام بالتعديلات اللازمة وصولاً إلى المنتج النهائي Capstone الذي يمثل الحل الأمثل للمشكلة المطروحة.
- الاهتمام بتقديم أسئلة إبداعية غير نمطية في أثناء عرض الدرس، والتي كانت المرتكز الذي اعتمدت عليه الباحثة لاستثارة عقول الطلاب المتفوقين، وتحدي تفكيرهم، مما جعل الطالب مشاركاً نشطاً وفعالاً في أثناء العملية التعليمية، وبالتالي زيادة دافعيتهم للتعلم، وتحقيق الاستمتاع بالتعلم، وعدم الشعور بالملل، مما أسهم في تنمية مهارات التفكير التوليدي لدى الطلاب المتفوقين.

توصيات ومقترحات البحث:

أ- توصـــيات البحث: في ضـــوء نتائج البحث التي تم التوصل إليها، توصي الباحثة بما يلي:

1. إعادة النظر في مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية؛ بحيث تبنى في ضوء المدخل التكاملي STEM؛ لما لذلك من دور للمساعدة في إدراك أهمية الرياضيات، وأهمية تكاملها مع العلوم الأخرى، والدخول في برامج التنافسية العالمية في الرياضيات.
2. ضرورة إظهار التكامل بين الرياضيات ومجالات العلوم الأخرى كعلم الفيزياء والهندسة مع توظيف التكنولوجيا في خدمة ذلك.
3. تجهيز الفصول الدراسية والمعامل بالأدوات والمواد والإمكانات والوسائل الحديثة والمتطورة التي تساعد الطالب المتفوق على تنفيذ أنشطة ومشروعات STEM.
4. ضرورة تدريب معلمي الرياضيات قبل وفي أثناء الخدمة على كيفية استخدام المدخل التكاملي STEM في تعليم وتعلم الرياضيات وكيفية توظيفه، وأيضاً توعيته بالتفكير التوليدي ومهاراته، وأساليب تنمية ذلك لدى طلابه.
5. العمل على بناء معلم متعدد التخصصات يخدم جميع الطلاب في مختلف التخصصات، وهذا بدوره يسهم في بناء طالب مبدع في مختلف مجالات الحياة، ويلبي متطلبات سوق العمل ويرقى لوظائف المستقبل.
6. تحديث أساليب وأدوات التقويم، والتنوع فيها، بحيث يتضمن تقويم مهارات التفكير التوليدي في الرياضيات، وبما يتناسب مع طبيعة تصميم المشروعات؛ بهدف التأكيد على التعلم المستمر مدى الحياة، وتطبيق ما تعلمه الطلاب في مواقف حقيقية، وفي مراحل تعليمية مختلفة في ضوء أساليب وأدوات البرنامج الإثرائي المقترح.
7. تضمين مناهج الرياضيات بالصف الأول الثانوي موضوعات متقدمة في المتجهات كوحدة متكاملة، بحيث تتحقق وحدة المعرفة وتوظيفها، وتحقق التكامل بين الرياضيات ومجالات العلوم الأخرى.
8. تزويد المكتبات المدرسية بمراجع ومصادر علمية ورقية وإلكترونية عن الموضوعات المتقدمة في المتجهات، وتشجيع الطلاب المتفوقين على القيام بأبحاث علمية مختلفة، وتصميم مشروعات متنوعة يتم فيها توظيف موضوعات المتجهات، وبما يعالج إحدى المشكلات والتحديات التي يواجهها الطالب في مجتمعه.
9. على معدي المناهج الاهتمام بربط ثقافة تدوير خامات البيئة واستخداماتها كبدائل لتصميم المشروعات، وذلك من خلال تقديم أنشطة متعددة تستهدف قياس مرونة الطلاب في التفكير على استخدام هذه البدائل.

ب- مقترحات البحث: تعتبر الباحثة البحث الحالي مقدمة لأبحاث أخرى قد تتلوها، واســـتكمالاً لهذا البحث، تقترح الباحثة بعض البحوث والدراسات التي يمكن إجراؤها وهي:

1. إجراء دراسة تقويمية لمناهج وبرامج الرياضيات المقدمة للطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية في ضوء المدخل التكاملي STEM.
2. إعداد برنامج إثرائي مقترح قائم على المدخل التكاملي STEM للطلاب بالمرحلة الثانوية ذوي الاتجاهات السلبية نحو الرياضيات، ودراسة أثره في تغيير اتجاهاتهم.
3. إعداد برنامج إثرائي مقترح قائم على المدخل التكاملي STEM، وقياس أثره في متغيرات تابعة أخرى (التفكير الفراغي- التفكير المستقبلي- التفكير التصميمي- الاستمتاع بالرياضيات- مهارات التصميم الهندسي- الوعي بمخاطر البيئة – مهارات القرن الحادي والعشرين).
4. إعداد برنامج تدريبي لمعلمي الرياضيات بالمرحلة الثانوية لتأهيلهم لتدريس موضوعات المتجهات في ضوء المدخل التكاملي STEM.
5. إجراء بحث مماثل لهذا البحث لتحسين نفس نواتج التعلم لفئات أخرى من الطلاب (العاديين- بطيئي التعلم – متوسطي التحصيل- ذوي الاحتياجات الخاصة).
6. إعداد برنامج إثرائي مقترح قائم على أشكال أخرى للتكامل، وقياس أثره في تنمية مهارات التفكير المختلفة، والإعداد للوظائف المستقبلية.
7. إعداد دراسة تقويمة لواقع مناهج STEM للمتفوقين بمدارس STEM، والبرامج المقدمة لهم.

مراجع البحث

أولاً: المراجع العربية:

1- إبراهيم عبد الله المحيسن، وبارعة بهجت فجا (2015): التطوير المهني لمعلمي العلوم في ضوء تكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM، **المؤتمر الأول للتميز في تعليم العلوم والرياضيات "توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM"**، جامعة الملك سعود، السعودية، في الفترة من 5-7، مايو، ص 13-39.

2- إبراهيم محمد حسن (2007): فاعلية وحدة مقترحة في ضوء مدخل تكامل الرياضيات والعلوم والتكنولوجيا في تنمية حل المشكلات الرياضية، لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، **مجلة كلية التربية ببورسعيد**، جامعة قناة السويس، مج (1)، ع (2)، ص 226-258.

3- إبراهيم محمد عبد الله (2007): تطوير منهج الرياضيات بالمرحلة الإعدادية في ضوء مدخل تكامل الرياضيات والعلوم والتكنولوجيا، رسالة دكتوراة، كلية التربية بالعريش، جامعة قناة السويس.

4- أحلام الشحيمية (2015): أثر استخدام منحى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في تنمية التفكير الإبداعي وتحصيل العلوم لدى طلبة الصف الثالث الأساسي، رسالة ماجستير، جامعة السلطان قابوس، مسقط، عمان.

5- أحمد الجندي ومنى عبد الهادي وعلي راشد (2005): **اتجاهات في تعليم العلوم في ضوء المعايير العالمية وتنمية التفكير والنظرية البنائية**، دار الفكر العربي، القاهرة.

6- أحمد علي إبراهيم (2012): فاعلية برنامج إثرائي مقترح قائم على نظرية تريز (TRIZ) في تنمية مهارات التفكير التوليدي والاتجاه نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، **مجلة تربويات الرياضيات**، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، جامعة بنها، مج (15)، ع (1)، ص 122 – 189.

7- أسماء يوسف أبو شرخ (2017): أثر توظيف نموذج لاندا في تنمية مهارات التفكير التوليدي في مادة العلوم لدى طالبات الصف السادس الأساسي بغزة، رسالة ماجستير، كلية التربية، الجامعة الإسلامية، غزة.

8- أشرف محمد حسين فرغلي (2014): تنمية مهارات ما وراء المعرفة باستخدام التأمل التعاوني وخرائط التفكير التعاونية للطلاب المتفوقين في الرياضيات بالصف الأول الثانوي، **مجلة القراءة والمعرفة**، كلية التربية، جامعة عين شمس، ع (153)، يوليو، ص 149-191.

9- أمل بنت علي العبرية (2017): أثر استخدام نموذج التعلم التوليدي في التحصيل والتفكير الهندسي لدى طلبة الصف الثامن الأساسي، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة السلطان قابوس، عمان.

10- بدرية أحمد الغامدي (2019): أثر استخدام التعلم المزيج لتنمية مهارات توليد المعلومات في الرياضيات لدى تلميذات الصف السادس الابتدائي بمنطقة الباحة في السعودية، **مجلة كلية التربية**، جامعة أسيوط، مج (35)، ع (10)، أكتوبر، ص 366-399.

11- أمجد كوارع (2017): أثر استخدام منحى STEM في تنمية الاستيعاب المفاهيمي والتفكير الإبداعي في الرياضيات لدى طلاب الصف التاسع الأساسي، رسالة ماجستير، كلية التربية، الجامعة الإسلامية، غزة.

12- بطرس حافظ بطرس (2007): **إرشاد ذوي الاحتياجات الخاصة وأسرهم**، دار الميسرة، عمان.

13- تفيدة أحمد غانم (2012): تصميم مناهج المتفوقين في ضوء منحى STEM (العلوم – التكنولوجيا – التصميم الهندسي – الرياضيات) في المرحلة الثانوية، المركز القومي للبحوث والتنمية، يونيو، القاهرة.

14- ـــــــــــــ (2015): وحدة مقترحة في التكنولوجيا قائمة على التصميم التكنولوجي وفاعليتها في تنمية مهارات تصميم النماذج التكنولوجية واتخاذ القرار في مقرر العلوم البيئية لطلاب الصف الثالث الثانوي، **مجلة التربية العلمية**، الجمعية المصرية للتربية العلمية، مج (18)، ع (1)، ص 1-34.

15- جودت أحمد سعادة (2011): **المنهج المدرسي للموهوبين والمتميزين**، دار الشروق، الأردن.

16- جمعية تربويات الرياضيات (2001): **المؤتمر العلمي السنوي "الرياضيات المدرسية: معايير ومستويات"**، بالاشتراك مع كلية التربية – جامعة 6 أكتوبر، الجزء الأول، في الفترة من 21 – 22 فبراير.

17- حسن حسين زيتون (2003): **استراتيجيات التدريس "رؤية معاصرة لطرق التعليم والتعلم"**، عالم الكتب، القاهرة.

18- حسن شحاتة وزينب النجار (2011): **معجم المصطلحات التربوية والنفسية**، ط2، الدار المصرية اللبنانية للطباعة والنشر، القاهرة.

19- حشمت عبد الصابر أحمد (2017): فاعلية برنامج مقترح في هندسة الفراكتال قائم على النظرية التواصلية باستخدام التعلم الإلكتروني التشاركي على تنمية التفكير التوليدي لدى الطلاب الفائقين بالمرحلة الثانوية، **مجلة تربويات الرياضيات**، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، بنها، مج (20)، ع (7)، أكتوبر، ص 238 – 308.

20- حمزة محمد المجدلاوي وعدنان سليم العابد (2018): أثر استخدام النموذج التوليدي في اكتساب المفاهيم الرياضية وحل المسألة لدى طلبة الصف السابع الأساسي في ضوء تفكيرهم المنطقي، **مجلة العلوم التربوية والنفسية**، مركز النشر العلمي، جامعة البحرين، مج (19)، ع (2)، يونيو، ص 391-423.

21- حنان بنت سالم آل عامر (2010): **تعليم التفكير في الرياضيات أنشطة ابتدائية**، ط2، دار ديبونو للنشر والتوزيع، الأردن.

22- حنان بنت عبد الله رزق (2009): فاعلية التدريس بالذكاء الناجح على التحصيل والتفكير الإبداعي لطالبات الصف الثاني الثانوي المتفوقات بمادة الرياضيات بمدينة مكة المكرمة، **المؤتمر العلمي العربي السادس لرعاية الموهوبين والمتفوقين:" رعاية الموهوبين ضرورة حتمية لمستقبل عربي أفضل"**، المجلس العربي للموهوبين والمتفوقين، عمان، يوليو، ص 247-271.

23- راندا عبد العليم المنير (2008): فعالية استراتيجية مقترحة قائمة على قراءة الصور في تنمية التفكير التوليدي البصري لدى أطفال الروضة، **مجلة القراءة والمعرفة**، ع(78)، مايو، ص 30 -74.

24- رشا السيد صبري (2019): أثر برنامج قائم على نموذج تيباك TPACK باستخدام تقنية الإنفوجرافيك على تنمية مهارة إنتاجه والتحصيل المعرفي لدى معلمات رياضيات المرحلة المتوسطة ومهارة التفكير التوليدي البصري والتواصل الرياضي لدى طالباتهن، **مجلة تربويات الرياضيات**، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، بنها، مج (22)، ع (6)، إبريل، ص 178-264.

25- رشا رمزي (2011): أثر برنامج قائم على المدخل الجزئي في تدريس الكيمياء العضوية على تمييز التحصيل والتفكير التوليدي لطلاب الصف الأول الثانوي، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الفيوم.

26- رشدي أحمد طعيمة (2006): **الجودة الشاملة في التعليم بين مؤشرات التمييز ومعايير الاعتماد**، دار المسيرة، عمان.

27- رشدي أحمد طعيمة (2008): **تحليل المحتوى في العلوم الإنسانية**، دار الفكر العربي، القاهرة.

28- رضا أحمد دياب (2016): فاعلية استخدام استراتيجية ما وراء المعرفة في تدريس الرياضيات في تنمية التفكير التوليدي والدافعية للإنجاز لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي، **مجلة تربويات الرياضيات**، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، بنها، مج (19)، ع (3)، يناير، ص 164 – 252.

29- رضا مسعد السعيد (2010): قبل فوات الأوان تقرير جديد إلى الأمة حول تدريس العلوم والرياضيات بالقرن الحادي والعشرين، **المؤتمر السنوي لكلية التربية**، دمياط، في الفترة من 1-25 ديسمبر.

30- ـــــــــــــــ، وهويدا محمد الحسيني (2013): **استراتيجيات معاصرة في التدريس للموهوبين والمعوقين**، مركز الإسكندرية للكتاب، دار الفتح، الإسكندرية.

31- ـــــــــــــــ، وسيم محمد الغرقى (2015): STEM: مدخل قائم على المشروعات الإبداعية لتطوير تعليم الرياضيات في مصر والوطن العربي، المؤتمر العلمي السنوي الخامس عشر "تعليم وتعلم الرياضيات وتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين"، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، في الفترة من 8-9 أغسطس، بنها، ص 133-149.

32- ـــــــــــــــ (2018): STEM مدخل تكاملي حديث متعدد التخصصات للتميز الدراسي ومهارات القرن الحادي والعشرين، مجلة تربويات الرياضيات، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، كلية التربية، جامعة بنها، مج (21)، ع (2)، يناير، ص 6-42.

33- روبرت مارزنو، ديبرا بيكرنج، وجاي ميك تي (2000): **أبعاد التعلم: تقويم الأداء باستخدام أبعاد التعلم**، ترجمه: صفاء الأعسر وجابر عبد الحميد ونادية شريف، دار قباء للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة.

34- روبرت مازانو وآخرون (2004): **أبعاد التفكير إطار عمل للمنهج وطرق التدريس**، ترجمة يعقوب نشوان ومحمد صالح خطاب، دار غزة للطباعة والنشر والتوزيع، عمان.

35- زبيدة محمد قرني (2008): فاعلية برنامج قائم على تكنولوجيا التعليم الإلكتروني في ضوء معايير الجودة الشاملة في تنمية التحصيل ومهارات التفكير التوليدي وتعديل أنماط التفضيل المعرفي لدى طلاب الصف الأول الثانوي في مادة الفيزياء، **مجلة التربية العلمية**، مج(11)، ع (4)، ديسمبر، ص 145 – 207.

36- زينب محمد أبو عاشور (2008): فاعلية وحدة مقترحة قائمة على التكامل بين الرياضيات وبعض المواد الدراسية في تنمية التحصيل والتطبيقات في تلك المواد لتلاميذ المرحلة الابتدائية، رسالة ماجستير، كلية البنات، جامعة عين شمس.

37- زيد الهويدي (2004): **أساليب واستراتيجيات تدريس الرياضيات**، الأردن، دار الكتاب الجامعي، العين، الإمارات العربية المتحدة.

38- سامي الخطيب (2011): قائد الغد: برنامج العناية بالموهوبين والمتفوقين وصناعة قيادات المستقبل، **المؤتمر العلمي العربي الثامن لرعاية الموهوبين والمتفوقين تحت عنوان "الموهبة والإبداع منعطفات هامة في حياة الشعوب"/ المجلس العربي للموهوبين والمتفوقين**، الأردن، ج(2)، ص 349 – 365.

39- سعيد عبد العزيز (2009): **تعليم التفكير ومهاراته: تدريبات وتطبيقات عملية**، دار الثقافة، عمان، الأردن.

40- السعيد محمد محمد (2016): نحو استراتيجية لرعاية الطلاب المصريين المتفوقين الموهوبين ودعم شخصيتهم في ضوء خبرات من دول متقدمة، **دراسات تربوية واجتماعية**، كلية التربية، جامعة حلوان، مج (22)، ع(2)، إبريل، ص 15-54.

41- سمر عبد الفتاح لاشين (2011): برنامج مقترح قائم على المدخل المفتوح لتنمية التفكير التوليدي في الرياضيات لدى طلاب المرحلة الإعدادية، **مجلة البحث في التربية وعلم النفس**، كلية التربية، جامعة المنيا، مج(24)، ع(2)، ص 137 – 164.

42- شيرين السيد محمد (2014): فعالية استراتيجية قائمة على بعض مبادئ نظرية تريز (TRIZ) في تنمية التحصيل ومهارات التفكير التوليدي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية في مادة العلوم، **دراسات عربية في التربية وعلم النفس**، مصر، ع(52)، ص 157 – 186.

43- صالح محمد أبو جادو، محمد بكر نوفل (2007): **تعليم التفكير: النظرية والتطبيق**، دار المسيرة، عمان.

44- صلاح الدين محمود علام (2006) **القياس والتقويم التربوي النفسي: أساسياته وتطبيقاته وتوجهاته المعاصرة**، دار الفكر العربي، القاهرة.

45- عبد الرحمن الأرزق (2012): التفوق والموهبة والإبداع: إشكالية المفاهيم بين التطابق والاختلاف، **ورقة مقدمة بالمؤتمر العلمي العربي التاسع لرعاية الموهوبين والمتفوقين تحت عنوان "شباب مبدع... انجازات واعدة"، المجلس العربي للموهوبين والمتفوقين**، جامعة طرابلس، ليبيا، في الفترة من 10 – 11 تشرين الثاني ص 167 – 191.

46- عبد المطلب أمين القريطي (2005): **الموهوبين والمتفوقين "خصائصهم واكتشافهم ورعايتهم"**، دار الفكر العربي، القاهرة.

47- عبد الله سلمان القثامي (2017): أثر استخدام مدخل STEM لتدريس الرياضيات على التحصيل الدراسي ومهارات التفكير لدى طلاب الصف الثاني المتوسط، رسالة دكتوراة، كلية التربية، جامعة أم القرى، السعودية.

48- عبد الله صالح زيد (2015): تصور مقترح لمنهج STEM في المرحلة الثانوية باليمن في ضوء معايير NGSS، مؤتمر للتميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول، "توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM"، جامعة الملك سعود، السعودية، في الفترة من 5-7، مايو، ص 57.

49- عبد الناصر الأشعل الحسيني (2006): تنمية التفكير الإبداعي باستخدام برنامج سكامبر، **المؤتمر العلمي الإقليمي للموهبة حول رعاية الموهبة " تربية من أجل المستقبل"**، مؤسسة الملك عبد العزيز لرعاية الموهوبين، السعودية، في الفترة من 26- 30 /2006/8.

50- عدنان محمد القاضي وسهام إبراهيم الربيعة (2018): **دليل الممارسة الفعالة**

(STEM&STEAM): إطار تعليمي تكاملي لرعاية الطلبة الموهوبين والمتفوقين عبر دمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات معاً، مكتبة دار الحكمة، البحرين.

51- علي سيد عبد الجليل (2009): أثر استراتيجية التعلم المتمركز حول المشكلات في التفكير التوليدي والاتجاه والأمن الصناعي والسلامة المهنية لدى تلاميذ المرحلة الثانوية الصناعية، **المؤتمر العلمي السنوي لكلية التربية ببورسعيد، "مدرسة المستقبل – الواقع والمأمول"**، جامعة قناة السويس، ج(1)، مارس، ص 483 – 511.

52- علي محمد عبد الله (2018): برنامج مقترح قائم على مدخل STEM في إكساب معلمي الرياضيات بالمرحلة الثانوية مهارات التميز التدريسي وأثره على تنمية مهارات التفكير المتشعب لدى طلابهم، **مجلة تربويات الرياضيات**، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، مج(21)، ع(4)، إبريل، ص 271-306.

53- عماد شوقي سيفين، ومصطفى إبراهيم حمد (2010): فعالية استراتيجية قائمة على التفاعل بين الرياضيات والعلوم والتكنولوجيا لتنمية الثقافة والوعي التكنولوجي لدى المعلمين، **المؤتمر العلمي العاشر بعنوان "البحث التربوي في الوطن العربي، رؤى مستقبلية"**، في الفترة من 20-21 إبريل، كلية التربية، جامعة الفيوم، ص 294-331.

54- غادة أحمد رمل (2010): فاعلية الأنشطة الإثرائية في تنمية التفكير الإبداعي والتحصيل الدراسي في مادة الرياضيات لدى تلميذات الصف الخامس الابتدائي الموهوبات بالمدارس الحكومية في مدينة مكة المكرمة، رسالة ماجستير، جامعة أم القري، السعودية.

55- غادة شومان (2016): برنامج إثرائي مقترح في ضوء الاتجاهات الحديثة لتنمية التواصل والإبداع الرياضي للطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية، رسالة دكتوراة، كلية البنات، جامعة عين شمس، مصر.

56- فتحي عبد الرحمن جروان (2010): **تعليم التفكير: مفاهيم وتطبيقات** , ط 4 دار الكتاب الجامعي، العين.

57- ـــــــــــــــــ (2012): **تعليم التفكير مفاهيم وتطبيقات**، ط 5، دار الكتاب الجامعي، العين. ط3 2007 2001

58- فتحي مصطفى الزيات (2001): **علم النفس المعرفي: مداخل ونماذج ونظريات**، ج 2 , دار النشر للجامعات، القاهرة.

59- ـــــــــــــــــ (2011): **علم النفس المعرفي: مداخل ونماذج ونظريات**، ج2، دار النشر للجامعات، القاهرة.

60- كمال عبد الحميد زيتون (2003): **التدريس: نماذجه ومهاراته**، عالم الكتب للنشر والتوزيع، القاهرة.

61- لوريس إميل عبد الملك (2012): تنمية مهارات توليد المعلومات وتقييمها والإنجاز المعرفي البيولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية باستخدام استراتيجيات تدريس مشجعة للشعب العصبي، **مجلة التربية العلمية**، الجمعية المصرية للتربية العلمية، المجلد (15)، العدد (2) ص 203 – 247.

62- ماهر محمد زنقور (2015): برمجية تفاعلية قائمة على التلميح البصري وأثرها في تنمية مهارات التفكير التوليدي البصري وأداء مهام البحث البصري لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية ذوي الإعاقة السمعية في الرياضيات، **دراسات عربية في التربية وعلم النفس**، ع(61)، مايو، ص 17 – 78.

63- مجدي عزيز إبراهيم والسيد السايح (2010): **الإبداع والتدريس الصفي التفاعلي**، عالم الكتب، القاهرة.

64- المجلس العربي للموهوبين والمتفوقين (2011): **المؤتمر العلمي الثامن لرعاية الموهوبين والمتفوقين" الموهبة والإبداع ومنعطفات هامة في حياة الشعوب"**، عمان، الأردن.

65- محبات محمود أبو عميرة (1996): تجريب برنامج مقترح في الرياضيات للطالبات المتفوقات بالصف السابع من التعليم الأساسي، **مؤتمر الطفل المصري "تنشئته ورعايته"**، مركز دراسات الطفولة، جامعة عين شمس، مصر.

66- ـــــــــــــــ (1998): متابعة تقويمية لبرنامج تعليم الرياضيات للطلاب المتفوقين بالمرحلة الثانوية العامة، **المؤتمر القومي الثاني لرعاية المتفوقين**، وزارة التربية والتعليم، القاهرة.

67- ـــــــــــــــ (2000أ): **المتفوقون والرياضيات "دراسات تطبيقية"**، الرياضيات التربوية (2)، ط2، الدار العربية للكتاب، القاهرة.

68- ـــــــــــــــ (2000ب): **الإبداع في تعليم الرياضـــيات**، الدار العربية للكتاب، القاهرة.

69- محمد أمين المفتي (1995): **دور الرياضيات المدرسية في تنمية الإبداع، قراءات في تعليم الرياضيات**، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.

70- ـــــــــــــــ (2010): الموهوبون ..اكتشافهم ..رعايتهم..إعداد معلمهم، **المؤتمر العلمي (اكتشاف ورعاية الموهوبين بين الواقع والمأمول)**، مصر.

71- محمد جهاد جمل، زيد الهويدي (2003): **أساليب الكشف عن المبدعين والمتفوقين وتنمية التفكير الإبداعي**، دار الكتاب الجامعي، العين، الإمارات.

72- محمد عبد الهادي حسين (2003): **تربويات المخ البشري**، دار الفكر للطباعة والنشر، عمان.

73- محمد مسلم وهبة (2007): **الموهوبون والمتفوقون أساليب اكتشافهم ورعايتهم "خبرات عالمية"**، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر القاهرة.

74- مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات (2015): **مؤتمر التميز في تعليم العلوم والرياضيات الأول، توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM**، في الفترة من 5-7 مايو، جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية، متاح على الرابط: https://ecsme.ksu.edu.sa/ar/stem

75- المركز القومي للبحوث التربوية (2012): **معايير اختيار معلم الموهوبين في ضوء التوجهات الحديثة**، المركز القومي للبحوث التربوية، القاهرة.

76- مسارات للرصد والدراسات الاستشراقية (2013): **مقالة بعنوان "المهارات الإلكترونية والتقنية تتربع على عرش أهم المهن خلال 2013"**، تاريخ الدخول (الزيارة)، 2018/12/27.

77- مشروع تطوير تعليم الرياضيات والعلوم (2010): **الحقبة الأساسية لبرنامج تأهيل المدربين المركزيين للتدريب على سلاسل الرياضيات المطورة (الحقيبة التدريبية للمرحلة المتوسطة)**، العبيكان للأبحاث والتطوير، الرياض، السعودية.

78- المعجم الوسيط (2004): **مجمع اللغة العربية**، ط4، مكتبة الشروق الدولية، القاهرة.

79- مكة عبد المنعم البنا (2007): فعالية وحدة مقترحة في الهندسة الكسورية لطلاب كلية التربية وأثرها على التفكير الإبداعي والاتجاه نحو الرياضيات، **المؤتمر العلمي السابع للجمعية المصرية لتربويات الرياضيات: الرياضيات للجميع**، ع (1)، ص 181-235.

80- ـــــــــــــــ (2011): نموذج تدريسي مقترح قائم على التعلم المستند إلى الدماغ لتنمية الإبداع والتواصل الرياضي لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي، مجلة تربويات الرياضيات، مصر، مج (14)، ع (7)، ص 61 – 90.

81- ـــــــــــــــ (2013): برنامج مقترح قائم على الحل الإبداعي للمشكلات في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية والحياتية لدى طلاب الصف الأول الثانوي، مجلة تربويات الرياضيات، مصر، مج (16)، ع (2)، إبريل، ص 180 – 274.

82- منصور سمير الصعيدي (2014): فاعلية السقالات التعليمية "مدعومة إلكترونياً" في تدريس الرياضيات وأثرها على تنمية مهارات التفكير التوليدي لدى التلاميذ ذوي صعوبات التعلم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية، **مجلة التربية الخاصة والتأهيل – مؤسسة التربية الخاصة والتأهيل**، مصر، مج(1)، ع (4)، يوليو، ص 185 -244.

83- مها بنت محمد الشمري (2018): بناء برنامج إثرائي مستند إلى منحى STEM وفاعليته في تنمية مهارات القوة الرياضية لدى الطالبات الموهوبات في المرحلة المتوسطة بمدينة حائل، رسالة دكتوراة، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، السعودية.

84- **مؤتمر رعاية الموهوبين والمتفوقين – مسؤولية وطنية (2014):** قسم التربية الخاصة، كلية التربية – جامعة الإمارات العربية المتحدة، في الفترة من 5-7 مايو.

85- **مؤتمر نحو استراتيجية وطنية لرعاية المبتكرين (2015):** قسم التربية الخاصة، كلية التربية – جامعة الإمارات العربية المتحدة، في الفترة من 19-20 مايو.

86- **مؤتمر نحو بيئة محفزة للإبداع وثقافة تعززه (2010):** الجمعية الليبية لرعاية الموهوبين والمتفوقين، ليبيا، في الفترة من 22-24 يوليو.

87- ميرفت محمود محمد (2015): **مصادر تطوير تعليم الرياضيات**، مركز ديبونو لتعليم التفكير، عمان، الأردن.

88- نايفة قطامي (2004): **تعليم التفكير للمرحلة الأساسية**، ط 2، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع، عمان.

89- ـــــــــــــــ (2010): مناهج وأساليب تدريس الموهوبين والمتفوقين، دار المسيرة، عمان، الأردن.

90- **ناصر السيد عبيدة (2013):** برنامج إثرائي في ضوء النظرية الترابطية لتنمية عادات التميز في الرياضيات لدى الطلاب الفائقين والموهوبين بجامعة تبوك، المجلة التربوية الدولية المتخصصة، مج (2)،ع (4)، نيسان، ص 388-406.

91- ناعم بين محمد العمري (2012): إدراك معلمي الرياضيات والطلاب المعلمين تخصص الرياضيات استراتيجيات حل المشكلات، **رسالة التربية وعلم النفس، الجمعية السعودية للعلوم التربوية والنفسية**، السعودية، ع (39)، ص ص223-265.

92- هاني عبد القادر الأغا (2016): برنامج مقترح في ضوء المعايير الدولية لتنمية التفكير الإبداعي وحل المشكلات الحياتية في الرياضيات للطلبة المتفوقين بالمرحلة الثانوية،

رسالة دكتوراة، كلية البنات، جامعة عين شمس، مصر.

93- هيثم عبد السلام (2015): برنامج مقترح قائم على الإثراء الوسيلي في تدريس الرياضيات على تنمية بعض المفاهيم الرياضية والمهارات الحياتية لدى التلاميذ المتفوقين في المرحلة الإعدادية، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الفيوم، مصر.

94- وفاء مصطفي كفاني (2003): أثر استخدام "التفكير الجمعي" على تنمية مهارة حل المشكلات في الرياضيات لدى التلاميذ المتفوقين في المرحلة الابتدائية، **مجلة العلوم التربوية**، عدد خاص عن التربية الخاصة، يناير، ص 177 – 200.

95- وليم عبيد (1998): التوجهات المستقبلية لمناهج المرحلة الثانوية، **المؤتمر العلمي الثاني**، الكويت، في الفترة من 7-10 مارس.

96- ـــــــــ (2004): **تعليم الرياضيات لجميع الأطفال في ضوء متطلبات المعايير وثقافة التفكير**، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، الأردن.

97- يحيى أحمد القبالي (2012): فاعلية برنامج إثرائي قائم على الألعاب الذكية في تطوير مهارات حل المشكلات والدافعية للإنجاز لدى الطلبة المتفوقين في السعودية، **المجلة العربية لتطوير التفوق**، مركز تطوير التفوق، السعودية، مج (3)، ع (4)، ص 1 – 25.

98- يحيى صلاح ماضي (2011): المتفوقون وتنمية مهارات التفكير الرياضي، ط2، دار ديبونو للنشر والتوزيع، عمان.

99- يسري محمد عثمان (2008): أثر استخدام المدخل الجدلي التجريبي في تنمية المفاهيم الفيزيائية ومهارات التفكير التوليدي لطلاب الصف الأول الثانوي، رسالة دكتوراة، كلية البنات، جامعة عين شمس.

100- يسري محمد محمد (2021): تطوير مقترح لمناهج الرياضيات بالمرحلة الابتدائية وفق المناهج القائمة على التميز، رسالة دكتوراة، كلية التربية، جامعة عين شمس.

101- يوسف قطامي ورغدة غرنكي، وآخرون (2016): طرق وأساليب الكشف عن الموهوبين والمتفوقين، دار وائل للنشر، عمان.

ثانيا: المراجع الأجنبية:

1- Akaygn,S.&Asian, F.(2016): STEM images revealing STEM conceptions of pre-service chemistry and mathematics teachers, International **Journal of Education in Mathematics,Science,Technology**, vol.(4), No.(1), p.p 56-71.

2- Anderson, L. (2013): Fift learners and mathematical achievement: an analysis of gifted instructional models, Ph.D, librerty university, Lynch burg, VA.

3- Barak,M. (2014): Closing the gap between attitudes and perceptions about ICT- Enhanced learning among per-service STEM techers, **International Journal on Research in STEM Education**, No (23), p.p 1-14.

4- Berman, A &leder, G. (2009): the pleaure of teaching the Gifted and Honour of learning from the, increativity in mathematics anf the Education of Gifted students, edited by: leikin, R, technion, K, sense publishers.

5- Cai، J.& Hwang، S. (2002): Generalized And Generative Thinking In US And Chinese Students، Mathematical Problem Solving And Problem Posing، **The Journal of Mathematical Behavior**، 21(4)، January، pp. 401-421.

6- Chin، C. & Brown، E (2000): Learning in science: A comparison of deep and surface approaches، **Journal of research in science teaching**، 37 (2)، pp. 109-138.

7- Chin، C. et al. (2002): Student – Generated question: A meaningful aspect of learning in science، **international Journal of science education**، 24 (5)، pp. 521 – 549.

8- Choi، Y. & Do، J. (2008): Research on the characteristics of mathematically gifted students in Korea، **the international congress on mathematical education (ICME11)**، Monterrey، Mexico، from 6-13 July.

9- Council on Competitiveness (2005): Innovate America: National innovation initiative summit and report. Washington، DC: Author. March.

10- Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014): Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for an age of innovation, **Egitim ve Bilim-Education and Science**, 39(171), 74-85.

11- chiu, M. (2009): Apptoaches to the teaching of creative and non-creative mathematical problems, **International Journal of Science**

about the Integer number line in elementary mathematics، **Eric** No: (EJ901372).

18- Hacioglu, Y.&Yamak,H. (2016): pre-service science teachers cognitive structure Regarding science, Technology,Engineering, Mathematics (STEM) , **Journal of Trukish science Education**, No.(13), p.p 88-102.

19- Hassan, N. &Ching, Ky&Hamizah, NN. (2012): Gifted students' Affinity towards Mathematics, Advances in Natural and Applied Science, University of Granad a, Extremadura, Carlos III (Madrid)& Alcala de Henares, Vol (6), No (8). P.p.

20- James,J. (2014): Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Curriculum and seven the grade Mathematics and Science Achievement. Grand Ganyon university, Ann Arbor.

21- Johnsn, S. K. (2004): **Identifying gifted students: Apractical guide**, prufrock press INC.

22- Kubiliys, P.o& weber, L.L (2010): special schools and other opriions for gifted. STEM students, **Rocper Review**, Vol (32), no (1) pp 61 – 70.

and Mathematics Education, p.p55-79.

12- Deal, L. J &Wismer, M.G (2010): NCTM standards for mathematically talented students**,** **Gifted child today**, vol (3), no (3), P. p. 55 – 65.

13- Dwyer, C (2009): **Gifted and talented program**, EstRuterford school Distret, Newjersy. US.

14- El-Demerdash، M. & Kortenkamp، U. (2009): The Effectiveness of an enrichment program using dynamic geometry software in developing mathematically gifted students، geometric creativity، proceedings of the **9th International Conference on technology in mathematics Teaching**، "**ICTMT9**"، Mets، France، 6-9 July.

15- Edward,M.,Reeve (2015): science, Technology, Engineering , Mathematics (STEM) Education is Here To Stay, **Thailand STEM Festival**, Hold in 4 /8/2015.

16- Garden, D.V & et. Al. (2012): Examining how students with diverse abilities use diagrams to solve mathematics word problems, **Learning Disability Quarterly**, Vol (36), No (3), P. P 145 – 160.

17- Geoffrey's & others (2010): Supporting Generative Thinking

learning difficulty and disadvatages, statstics and indicators, **OECD**, publishing.

28- Pitt, J. (2009): **Blurring the boundaries (STEM) education and education for sustainable development**. Design and Technology Education Association. United Kingdom, London, Wales, vol (14), no (1), pp 37-48.

29- Roberts,T., Jackson,C.; Mohr- Schroeder, M.; Bush,S.; Maiorca,C.;Cavalcanti,M.; Schroeder,C.; Delaney, A,; Putnam,L.& Cremeans, C. (2018): Students ' Perceptions of STEM Learning after Participating in a summer informal learning experience , **International Journal of STEM Education**, vol (5), no (35), pp 1-14.

30- Robinson, N. (2016): A Case study exploring the effects of using an integrative STEM curriculum on Eighth grade students' performance and engagement in the mathematics classroom, Ph.D, Georgia, State University , US.

31- Scheinoltz، J. (2009): Effects Positive Mode Generative and Evaluative Thinking in creative Problem Solving among Middle Scholars، Ph.D، Fordham University.

23- National Council of Teacher of Mathematics. NCTM. (2000): Principles and Standards for School mathematics. **Reston**, VA.

24- National Council of Teachers of Mathematics NCTM. (2000): Arithmetic in general education: The final report of the national council committee on arithmetic. Bureau of Publications, Teachers College, **Columbia University**. Available at: http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED096177.pdf

25- national council of teaches of mathematics (2003): **principals and standards for school mathematics**, reston, NCTM??

26- National Research Council. (2011): Successful K12- STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics- Committee on Highly Successful Science Programs for K12- Science Education-Board on Science Education and Board on Testing and Assessment, Division of Behavioral and Social Sciences and Education- Washington, DC: **The National Academies Press**.

27- OECD (organization for economic co-operation and development) (2004): Equity in education, students with disabilities,

32- Stem Maryland (2012): **Maryland State STEM**. Standards of Practice Framework Grades 6-12. Maryland، USA، Maryland State Department of Education.

33- Tamurs, A (2012): on thought process of amathematicaly talented student and interaction with class, 12th international progress on mathematical Education. **ICME'12**, seoul, Kora, from 8 – 15 July.

34- The Center of Intelligence Agency (2011): The Work of factbook, Finland,http: www. CIA.gov.Cedefop, ReferNet, Finland, VET in Europe –Country Report,

35- Tse, K. o. (2007): The design of two instruments to reveral the psychology of mathematical figtednessin school children – their mathematical Creativity and attitude, Ph. D, university of Hong Kong.

36- Younggi, C &Jonghoon, D. (2008): Research on the charactnstics of mathematically gifted students in Korea, **the international congress on Mathematical Education, ICME** 11 Monterry, Mexico, July from 6 – 13.