برنامج مقترح قائم على مدخل (STEM) التكاملي في تنمية التنور الرياضي وخفض قلق الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية

إعداد
د. محمد علام محمد طلبة
مدرس المناهج وطرق تدريس الرياضيات
كلية التربية – جامعة العريش

مستخلص البحث:

هدف البحث إلى التعرف على فاعلية البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي في تنمية التنور الرياضي وخفض قلق الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، وتم تطبيق البحث على مجموعة من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بلغ عددهم (٦٤) تلميذًا، مقسمة إلى (٣٢) تلميذًا كمجموعة تجريبية و (٣٢) تلميذًا كمجموعة ضابطة، وقدم البحث عددًا من المواد والأدوات من إعداد الباحث تمثلت في قائمة عمليات التنور الرياضي اللازمة لتلاميذ المرحلة الإعدادية، واختبار التنور الرياضي، ومقياس قلق الرياضيات، والبرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي الذي يتضمن كتاب التلميذ في وحدتي (العلاقة بين متغيرين، الإحصاء) بعد إعادة بناءهما وصياغتهما بما يتناسب مع مدخل (STEM) التكاملي ودليل المعلم لتدريس الوحدتين، وأشارت نتائج البحث إلى وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة لصالح المجموعة التجريبية في عمليات التنور الرياضي وذلك في التطبيق البعدي لاختبار التنور الرياضي، كما أشارت النتائج إلى وجود فرق دال إحصائيًا متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة لصالح تلاميذ المجموعة الضابطة وذلك في التطبيق البعدي لمقياس قلق الرياضيات، وقدم البحث عددًا من التوصيات منها ضرورة الاهتمام بالمداخل التكاملية التي تعمل على دمج أكثر من مادة مع مادة الرياضيات، وضرورة الاهتمام بتنمية التنور الرياضي وخفض قلق الرياضيات لدى التلاميذ.

الكلمات المفتاحية: مدخل (STEM) التكاملي – التنور الرياضي – قلق الرياضيات.

A proposed Program based on (STEM) Integrated Approach in Developing Mathematical Literacy and Reducing Mathematics Anxiety for Preparatory Stage Pupils

Abstract:

The research aimed to identify the effectiveness of a proposed program based on (STEM) integrated approach in developing mathematical literacy and reducing mathematics anxiety for Preparatory stage pupils. The research was applied to a group of (64) Preparatory second grade pupils, divided into (32) pupils as an experimental group and (32) pupils as a control group. The research presented a number of research materials and tools prepared by the researcher represented as a list of the mathematical literacy processes required for Preparatory stage pupils, the mathematical literacy test, the mathematics anxiety scale, and the proposed program based on the (STEM) integrated approach which includes a pupil's book for the two units: (The relationship between two variables) and (Statistics) These two units have been reconstructed and rewritten according to (STEM) integrated approach and the teacher's guide to teaching the two units. Research results indicated a statistically significant difference between the mean scores of the experimental and control groups in favor of the experimental group in mathematical literacy processes in the post application for the mathematical literacy test. Also the results indicated that there was a statistically significant difference between the mean scores of the experimental and control groups in favor of the control group students in the post application of the mathematics anxiety scale. Research presented a number of recommendations such as the need to pay attention to the integrated approaches that works on integrating more than one subject with Mathematics, and the need to pay attention to developing mathematical literacy and reducing mathematics anxiety for pupils.

Key words: (STEM) integrated approach - Mathematical literacy - Mathematics anxiety.

المقدمة:

يتطلب التحدي الذي نواجهه في القرن الحادي والعشرين إحداث تغيير في أهداف تعليم وتعلم الرياضيات؛ حيث يحتاج التلاميذ إلى المعارف والمهارات الرياضية التي لا تعتمد فقط على الحسابات الأساسية ولكن أيضًا إلى كيفية استخدام الأرقام لتحليل المشكلات المعقدة والوصول إلى حلول منطقية وتقدير كفاءة الطرق المختلفة لحل المشكلات؛ لذا يجب أن يصبح من ضمن أهداف تعليم وتعلم الرياضيات تعلم المفاهيم والمهارات والاستراتيجيات الرياضية واستخدام هذه الأدوات لحل المشكلات التي تواجه التلاميذ في العالم الواقعي، وكذلك تزويدهم بالقدرة على التصرف الرياضي ومهارات استخدام الرياضيات بطريقة مناسبة عند الحاجة إلى ذلك.

فعلى الرغم من أن اكتساب معرفة محددة أمر بالغ الأهمية في التعليم المدرسي إلا أن تطبيق هذه المعرفة في الحياة الواقعية يعتمد بشكل كبير على اكتساب التلميذ لمفاهيم ومهارات أوسع، وفي الرياضيات يعتبر التفكير الكمي وتمثيل العلاقات أكبر أهمية من القدرة على الإجابة عن أسئلة الكتب المدرسية المألوفة لزيادة القدرة على نشر المهارات الرياضية في الحياة اليومية (Tai & Lin, 2015, 1481).

كما يُعد فهم الرياضيات أمرًا ضروريًا للحياة في المجتمع المعاصر، حيث يتطلب عدد متزايد من المشكلات والمواقف التي تتم مواجهتها في الحياة اليومية قدرًا من الفهم للمنطق والأدوات الرياضية، حيث يتم تقديم مجموعة واسعة من المعلومات ذات الطبيعة الكمية في مجموعة من السياقات للأفراد في جميع مناحي الحياة، كما تتزايد أهمية مهارات الرياضيات في مكان العمل، وقد ثبت أن المهارات المتعلقة بالحساب عامل رئيس في المشاركة في سوق العمل، كما أن هناك حاجه إلى مهارات رياضية قوية في بعض المجالات المهنية والتعليم ما بعد الثانوي في بعض المجالات، وكذلك فهي ضرورية في أنشطة الحياة اليومية (Arora & Pawlowski, 2017, 2).

وعلى الصعيد العالمي هناك اهتمام كبير بكيفية إعداد التلاميذ في المدرسة بشكل أفضل للمشاركة بشكل هادف في المواقف التي يواجهونها خارج المدرسة، ولقد أصبح هذا العالم خارج المدرسة متأثرًا بشكل متزايد بالرياضيات، ولقد أنعكس التركيز المتزايد

على تطبيق الرياضيات في الإعدادات الواقعية في دعوة المناهج للتركيز على تطبيقات الرياضيات في مواقف العالم الواقعي بدلاً من الرياضيات المنعزلة (Bansilal, 2017, 1)، فالغرض من التعليم ليس فقط تعليم المعرفة التلاميذ ولكن أيضًا لنقل تجارب الحياة الواقعية إلى مواقف جديدة باستخدام المعرفة المكتسبة، فالرياضيات أكثر من مجرد قاعدة خوارزمية، حيث ينظر إليها كونها نشاط يعتمد على نمذجة الحياة الواقعية (Guler, 2019, 57).

ويُعد التنور الرياضي إحدى الوسائل التي يمكن من خلالها المشاركة بنشاط في عملية حل المشكلات، وجعل المشكلات ذات معنى والتوصل في النهاية إلى حل المشكلات (Doyle, 2007, 246).

ولقد أصبح مفهوم التنور الرياضي في السنوات الأخيرة أحد الموضوعات الهامة التي تمت مناقشتها والبحث فيها بمجال التعليم، حيث حدثت تغيرات في مفهوم التنور الرياضي من الماضي إلى يومنا هذا (Ozgen, 2019, 178).

ولقد أصبح "التنور الرياضي" مصطلحًا شائعًا إلى حد ما من خلال البرنامج الدولي لتقييم الطلاب Program for International Student Assessment (PISA) الذي تقوم به منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) وهو أحد الاختبارات التي يتم تنفيذها دوليًا وتعتبره العديد من الدول كمرجع لتحديد موقفها على المستوى الدولي وتحديد اختلافها وأوجه قصورها مقارنة بالدول الأخرى من حيث الأنظمة التعليمية، ويتم تطبيق (PISA) كل ثلاث سنوات لاختبار ثلاثة مجالات رئيسة هي (التنور الرياضي، التنور العلمي، مهارات القراءة)، حيث يتم التركيز على أحد هذه المجالات الثلاثة كل فترة تنفيذ وكان التنور الرياضي محور تركيز PISA 2012 كما أنه سيكون تركيز PISA 2021 (Ayvalli & Bicak, 2018, 39- 40)، (Afifah et al., 2018, 92).

ويسلط تقييم (PISA) الضوء على موضوع التنور الرياضي في الممارسات الواقعية المرتبطة بالحياة اليومية في تعليم الرياضيات من أجل رفع جودة التعليم (Aktulun, 2018, 63).

ويؤكد نهج التقييم في (PISA) على أن تطبيق المعرفة والمهارات في مواقف الحياة الواقعية يختلف عن نهج الرياضيات المدرسية، فوفقًا لتقييم (PISA) تُعد قدرة التلاميذ على التفكير الكمي وتمثيل العلاقات أو المعادلات أكثر أهمية من القدرة على إجابة عن أسئلة الكتب المدرسية المألوفة في تحديد قدرة الرياضيات العملية للتلاميذ (Lin & Tai, 2015, 391).

ويُستخدم مصطلح التنور الرياضي وفقًا لتقييم (PISA) لتوضيح المعرفة الرياضية والقدرة على تقديم الاستخدام الوظيفي بدلًا من مجرد إتقان المناهج الدراسية، وينطوي التنور الرياضي على استخدام المعرفة الرياضية بشكل هادف في سياقات مختلفة مما يسمح للتلاميذ بأن يكونوا أفضل في حياتهم اليومية وأن يصبحوا أكثر فاعلية في بيئة تعليمية غنية بالتكنولوجيا (Ozgen, 2019, 178).

وينطوي مفهوم التنور الرياضي ليس فقط على إتقان مادة الرياضيات ولكن أيضًا في استخدام التفكير والمفاهيم والحقائق والأدوات الرياضية في حل المشكلات اليومية، وأيضًا الشخص الذي لديه حساسية في فرز المفاهيم الرياضية ذات الصلة بالمشكلات الرياضية التي يواجهها سيكون لديه معرفة جديدة بالرياضيات، وتتطلب هذه القدرة من الشخص فهم وتحليل وتفسير وتقييم وتوليف المعلومات التي تم الحصول عليها من المشكلة المطروحة، ومن ثم نمذجتها في نموذج رياضي وتحديد الحل المناسب للمشكلة باستخدام المفاهيم الرياضية بشكل فعَّال (Long et al., 2014, 1)، (Suciati et al., 2020,865).

كما يتضمن التنور الرياضي إجراء الاستنتاجات الرياضية وتطبيق المفاهيم والإجراءات والحقائق والأدوات الرياضية لوصف الظواهر وتفسيرها والتنبؤ بها؛ حيث تساعد الأفراد على تحديد فهم الدور الذي تلعبه الرياضيات في العالم واتخاذ الأحكام والقرارات ذات الأساس الجيد والمطلوبة في الحياة (Central Board of Secondary Education (CBSE), 2020, 8)

ولا يشير التنور الرياضي إلى معرفة تفصيلية بالحساب والمعادلات التفاضلية والطوبولوجي والتحليل والجبر الخطي والمجرد والمعادلات الرياضية المعقدة بل هو فهمًا واسعًا وتقديرًا لما تستطيع الرياضيات تحقيقه (Ojose, 2011, 89).

ويشير تعريف التنور الرياضي إلى قدرة الفرد على صياغة الرياضيات وتوظيفها وتفسيرها، وهذه الكلمات الثلاث (صياغة وتوظيف وتفسير) توفر بنية مفيدة وذات معنى لتنظيم العمليات الرياضية التي تصف ما يفعله الأفراد لربط سياق المشكلة بالرياضيات وبالتالي حل هذه المشكلة (OECD, 2019, 77).

ويوفر التنور الرياضي للتلاميذ الوعي والفهم للدور الذي تلعبه الرياضيات في العالم، ونظرًا لأن التنور الرياضي ينطوي على استخدام الرياضيات للتصرف في مجموعة متنوعة من الإعدادات، فبالإضافة إلى معرفة واستخدام أساليب فعالة لحل المشكلات، يحتاج التلاميذ ذوي التنور الرياضي إلى تقييم ما إذا كانت النتيجة التي تم الحصول عليها منطقية، وأن يكونوا على دراية بالاستخدامات المناسبة وغير المناسبة للمعرفة الرياضية لتحليل المواقف واستخلاص النتائج، وبالتالي فإن التنور الرياضي مفيد ليس فقط للتلاميذ بشكل فردي ولكن أيضًا للمجتمع ككل لتعزيز الديمقراطية والحضارة في المجتمع، حيث يمكّن أفراد المجتمع من تطوير كلٍ من الكفاءة والثقة لتفسير المواقف اليومية وتحليلها بشكل نقدي (Firdaus et al., 2017, 213)، (Genc & Erbas, 2019, 222).

ومن العوامل التي قد تتسبب في انخفاض مستوى التنور الرياضي أن التلاميذ ليسوا معتادين على حل المهام التي تعتمد على حل المشكلات السياقية في نشاطهم التعليمي، بالإضافة إلى نقص مهارات حل المشكلات غير الروتينية لدى التلاميذ (Dewantara et al., 2015, 40).

كما أن من المتغيرات التي تؤثر على أداء التلاميذ في الرياضيات هو شعورهم بالقلق والملل من مادة الرياضيات وعدم قدرتهم على فهم أهميتها في حياتهم الشخصية (Ajogbeje et al., 2013, 15).

فمن أكبر عوامل نجاح تعليم الرياضيات هو مشاعر التلاميذ، فعندما يكون التلميذ مسترخي ومرتاح فإن النجاح يأتي بشكل طبيعي ولكن عندما يشعر التلاميذ بالضغط أو الاندفاع أو القلق فإن النتائج تكون مختلفة تمامًا (Prodromou & Frederiksen, 2018, 639)

وبالنسبة لكثير من التلاميذ فإن مادة الرياضيات مادة مخيفة ولا يحبونها ولا يشعرون أنهم جيدون فيها ويُعرفون بأنهم التلاميذ الذين يشعرون بالتوتر والخوف من المواقف التي تتعلق بالرياضيات ويُقال أنهم (قلقون من الرياضيات) (Beilock & Willingham, 2014,28)، (Zamora-Lobato et al.,2016, 394).

ويشير قلق الرياضيات إلى مشاعر التوتر والقلق التي تتداخل مع معالجة الأرقام وحل المشكلات الرياضية في مجموعة متنوعة من مواقف الحياة المجتمعية والأكاديمية (Olanrewaju, 2019, 3).

ويمكن القول أن قلق الرياضيات هو أحد أكبر العقبات التي تعترض تعليم الرياضيات، وفي الواقع هناك العديد من الدراسات التي تبين أن هناك علاقة عكسية بين التحصيل الأكاديمي وقلق الرياضيات، كما تشير الدراسات إلى أن قلق الرياضيات هو مؤشر مهم للنجاح في الرياضيات ويؤثر سلبًا عليه، كما يؤدي إلى تجنب التلاميذ للرياضيات (Kesici & Bindak, 2019, 109).

حيث يكون القلق من الرياضيات على مستوى معين أمرًا لا يمكن السيطرة عليه من خلال إنتاج أفكار سلبية لدى التلاميذ والتي قد تعيق تعلمهم للرياضيات وتؤدي إلى فشلهم في النجاح في الرياضيات(Deringol,2018,538)، (Aydin & Aytekin,2019,421).

كما يشعر بعض التلاميذ بالخوف والقلق الشديد من الرياضيات ويقلل هذا الخوف من نجاح هؤلاء التلاميذ فيها، ومن ناحية أخرى يقلل أيضًا اهتمامهم بالقيام بالعمليات الرياضية، حيث يشعر التلاميذ ذوي قلق الرياضيات المرتفع بأنهم غير قادرين على حل المشكلات أو إيجاد حلول في الرياضيات، وقد تقود هذه المشاعر التلاميذ إلى تجنب حضورهم لمادة الرياضات جسديًا وذهنيًا (Young & Young, 2016, 80)، (Ramirez et al., 2018, 1)، (Alkan, 2018, 567).

ولتنمية التنور الرياضي وخفض قلق الرياضيات لدى التلاميذ كان من الضروري التفكير في استراتيجيات ومداخل تدريسية تعمل على الاستفادة من المشكلات الواقعية في حياة التلاميذ، واستخدام المفاهيم والتعميمات والحقائق والأدوات الرياضية في حل المشكلات اليومية لهم، ومن بين المداخل التدريسية التي تهتم بذلك مدخل (STEM) التكاملي.

ويُعد مدخل (STEM) التكاملي أحد أحدث الإصلاحات العلمية الذي يهدف إلى تحسين معرفة التلاميذ ومهاراتهم في مجالات العلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسي والرياضيات، وكذلك مشاركتهم في هذه المجالات مما يعمل على توفير فرص أكثر ملاءمة وأقل تجزئة وأكثر إثارة للتلاميذ، وبالتالي تحسين مواقفهم وخبراتهم المهنية في هذه المجالات (Karahan et al., 2015, 222)، (Thibaut et al., 2018, 2)، (Kubat, 2018, 166).

وقد تم اقتراح مصطلح (STEM) لأول مرة في الولايات المتحدة الأمريكية علي يد مؤسسة العلوم الوطنية National Science Foundation (NSF) كمبادرة تعليمية لتزويد جميع التلاميذ بمهارات التفكير الناقد التي من شأنها جعلهم مبدعين في حل المشكلات وأكثر قابلية وطلبًا في سوق العمل بعد انتهاء دراستهم، ثم أصبحت بعد ذلك جزءًا من ثقافة التعليم في الولايات المتحدة(White,2014,2)، (Smith et al.,2015, 183)، (Ahmed, 2016, 129)

ويتكون مدخل (STEM) من أربعة مجالات رئيسة هي العلوم (Science) والتكنولوجيا (Technology) والهندسة (Engineering) والرياضيات (Mathematics) ، والذي يمثل الأحرف الأولى من المجالات الأربعة، وهو مدخل تكاملي متعدد التخصصات يستهدف تعليم التلاميذ بطريقة تكاملية في تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Kubat & Guray, 2018, 396)، (Ergun & Kulekci, 2019, 1).

ويُعد مدخل (STEM) أحد مداخل التدريس التي تستند إلى نظرية التكامل بين المعرفة المكتسبة، وذلك في تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وتتحقق فيها فلسفة التكامل وأسس التربية التي تُستخدم في تعليم الرياضيات من أجل تكامل المعلومات مع التخصصات الأربعة لتحقيق هدف معين وحل مشكلة ما وابتكار شيء جديد ومفيد (رضا السعيد، ٢٠١٨، ١٥).

ولقد تم تكوين مدخل (STEM) لتشجيع زيادة التركيز على تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لبناء قوة عاملة مجهزة لوظائف التكنولوجيا الفائقة في المستقبل، ولا يتحقق ذلك بمجرد تدريس الرياضيات والعلوم باستخدام التكنولوجيا،

حيث يعمل مدخل (STEM) على تغيير الطريقة التي نتعامل بها مع هذه التخصصات، فالأمر يتعلق بتجاوز الفصل الدراسي وإعداد التلاميذ للعالم الواقعي (Fritz-Palao, 2016)

ففي الدروس التقليدية يتم تدريس تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في معزل، لكن طبيعة عمل معظم المتخصصين في مجالات هذه التخصصات يطمس الخطوط الفاصلة بين هذه التخصصات؛ لذلك سيكون تدريس هذه التخصصات من خلال دمجها وتكاملها أكثر انسجامًا مع طبيعة هذه التخصصات (Wang et al., 2011, 1).

ويوفر مدخل (STEM) تجربة تعليمية للتلاميذ وثيقة الصلة ببعضها وأقل تجزئة وأكثر إثارة من المناهج التقليدية، ويتيح دمج التخصصات للتلاميذ القدرة على تحديد متى يستطيعون تطبيق معرفتهم، وتشجيعهم على فحص وتحديد العلاقات بين مفاهيم متعددة مما يؤدي إلى فهم أقوى لهذه المفاهيم، كما أنه يعمل على زيادة مشاركة التلاميذ وزيادة مهاراتهم في حل المشكلات (Ring-Whalen et al., 2018, 343).

كما يتم محاولة تكوين علاقة بين مشكلات الحياة الواقعية والموضوع المُراد تعلمه ودمج تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، بحيث يتم تكييف التخصصات الأربعة مع الموضوع أو يتم التركيز على أحد التخصصات وتُستخدم التخصصات الأخرى كسياق لتعلم موضوع التخصص الذي يتم التركيز عليه (Ergun & Kulekci, 2019, 2).

كما يعمل مدخل (STEM) على توفير واحدة من أفضل الفرص للتلاميذ لفهم العالم بشكل كلي بدلاً من التجزئة وذلك عن طريق تكامل تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات مع محتوى المشكلات الواقعية التي تواجه التلاميذ في الحياة اليومية من أجل فهم هذه المشكلات وحلها لأنه نادرًا ما يتم حل مشكلات العالم الحقيقي باستخدام المعرفة في مجال موضوع واحد(Sari et al.,2018,2)، (Kubat, 2018, 166).

فالعالم من حولنا يتضمن أحداثًا معقدة في الحياة اليومية من مشكلات معقدة وظواهر طبيعية، والتي يحتاج التلاميذ للتعامل معها وفهمها، ولا يحدث هذا في إطار تخصص واحد (Firat, 2020, 104)، (Helvaci & Helvaci, 2019, 337).

فالمشكلات التي يواجهها التلاميذ في حياتهم الواقعية بالمجتمع بشكل متزايد هي مشكلات متعددة التخصصات ويتطلب الكثير منها دمج مفاهيم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لحلها، وتُعد طبيعة المواد متعددة التخصصات وتعقيدات مشكلات العالم الواقعي هي القوة الدافعة وراء الدعوات بالتغيير في تعليم تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Roehrig et al., 2012, 31).

وينتج التعلم القائم على مدخل (STEM) جيلاً من الأشخاص المفكرين والمبدعين والمبتكرين، وهذا بدوره يُتوج بالنظم والمنتجات الجديدة التـــي تدعم اقتصاد الدولة (Singh et al., 2018, 289)، حيث يوفر مدخل (STEM) للتلاميذ رؤية متعددة التخصصات لاكتساب الإبداع والتفكير النقدي ومهارات عالية المستوى في التفكير وحل المشكلات (Kubat & Guray, 2018, 396)، (Ozsoyi & Ozyer, 2018, 213).

ولقد أُجريت العديد من الدراسات التي استخدمت مدخل (STEM) في مادة الرياضيات وأثبتت فاعليته في تنمية العديد من المهارات ونواتج التعلم المختلفة ومن هذه الدراسات: كيرتيـــل وجوريـــل Kertil & Gurel (2016)، سينـــغ وآخـــرون Singh et al.(2018)، تويل Tawil (2018)، أكار وآخرون Acar et al.(2018)، إبراهيم الحربي (٢٠١٨)، رشا محمد (٢٠١٨)، رضوان الغامدي (٢٠١٩)، ريناواتي وآخرون Retnowati et al.(2020).

ويسعى البحث الحالي لتجريب برنامج مقترح قائم على مدخل (STEM) التكاملي لتنمية التنور الرياضي وخفض قلق الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

ونبع الإحساس بمشكلة البحث الحالي من عدة مصادر منها:

- ما لاحظه الباحث أثناء إشرافه على مجموعات التربية العملية ببعض المدارس الإعدادية من وجود صعوبة لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية في التعامل مع المسائل التي تعتمد على مشكلة واقعية، وذلك في فهم المطلوب من المشكلة وترجمتها إلى معادلات رياضية، كما أنهم يجدون صعوبة في توظيف ما تعلموه في إيجاد حل لهذه المشكلة، كما أنهم يجدون صعوبة في تفسير الحلول التي توصلوا إليها عندما يطلب المعلم منهم ذلك، مما يشير إلى وجود ضعف في عمليات التنور الرياضي لديهم، وبسؤال معلمي وموجهي الرياضيات أكدوا بالفعل أن التلاميذ لديهم العديد من الصعوبات في التعامل مع المشكلات المرتبطة بحياتهم الواقعية.

- ما لمسه الباحث من وجود مشاعر سلبية تجاه مادة الرياضيات لدى بعض التلاميذ حيث أنهم يحملون الكثير من المشاعر السلبية من خوف وقلق من مادة الرياضات أو المواقف التي تتعلق بها وبسؤالهم عن الأسباب أكد بعضهم أنهم يشعرون بأن مادة الرياضيات مادة صعبة وجافة وغير مثيرة.
- ما أشارت اليه بعض الدراسات التي تناولت التنور الرياضي وأكدت على وجود انخفاض في عمليات التنور الرياضي لدى التلاميذ وأوصت بضرورة تنمية هذه العمليات لديهم، ومن هذه الدراسات: هسيه واونج Hsieh & Wang (2014) ، سوميراتانا وآخرون Sumirattana et al. (2017) ، فيردوس وآخرون Firdaus et al. (2017) ، منجي وآخرون Munaji et al. (2017) ، ناصر عبيدة (٢٠١٨)، رشا عبد الحميد (٢٠١٩)، موستولي وآخرون Mostoli et al. (2019).
- ما أشارت اليه بعض الدراسات التي تناولت قلق الرياضيات وأكدت على وجود ارتفاع في قلق الرياضيات لدى التلاميذ وأوصت بضرورة خفض قلق الرياضيات لديهم، ومن هذه الدراسات: عبدالرحيم عثمان (٢٠١٤)، المطاوعة Al Mutawah (2015)، سيد عبدربه (٢٠١٨)، عماد سيفين (٢٠١٨)، برودرومو وفريدريكسن Prodromou & Frederiksen (2018)، أولانريواجو Olanrewaju (2019)، ألكان Alkan (2018).

الأمر الذي وجه الباحث نحو بناء وتجريب برنامج مقترح قائم على مدخل (STEM) التكاملي لمحاولة تنمية التنور الرياضي وخفض قلق الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

مشكلة البحث:

تحددت مشكلة البحث في "**انخفاض مستوى التنور الرياضي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية وارتفاع قلق الرياضيات لديهم**" الأمر الذي وجه الباحث نحو بناء وتجريب برنامج مقترح قائم على مدخل (STEM) التكاملي لمحاولة تنمية التنور الرياضي وخفض قلق الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

وفي سبيل التصدي لهذه المشكلة تمت الإجابة عن الأسئلة الآتية:

١. ما عمليات التنور الرياضي اللازمة لتلاميذ المرحلة الإعدادية؟
٢. ما البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي لتنمية التنور الرياضي وخفض قلق الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟
٣. ما فاعلية البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي في تنمية التنور الرياضي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟
٤. ما فاعلية البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي في خفض قلق الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟

أهداف البحث:

يهدف البحث الحالي إلى ما يأتي:

- الكشف عن فاعلية البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي في تنمية التنور الرياضي بعملياته (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية) لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟
- الكشف عن فاعلية البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي في خفض قلق الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟

أهمية البحث:

يستمد البحث الحالي أهميته مما يأتي:

- يتماشى موضوع البحث مع ما تنادي به التوجهات المعاصرة في المناهج وطرق التدريس بضرورة التوسع في المناهج التي تعمل على التكامل بين المواد الدراسية المختلفة، والمناهج متعددة التخصصات.
- يتماشى موضوع البحث مع التوجهات التي توصي بضرورة المنافسة بمراكز متقدمة في الاختبارات الدولية مثل اختبارات (PISA) الذي يُعد التنور الرياضي أحد أبعاده.

- تزويد القائمين على تخطيط وتطوير مناهج الرياضيات بقائمة عمليات التنور الرياضي اللازمة لتلاميذ المرحلة الإعدادية.
- تزويد القائمين على تخطيط وتطوير مناهج الرياضيات بأفكار تعمل على ربط الرياضيات بمشكلات واقعية من حياة التلاميذ مما يجعل الرياضيات أكثر متعة وإثارة بالنسبة لهم ويقلل من قلقهم للرياضيات.
- إفادة معلمي الرياضيات بالمرحلة الإعدادية باختبار التنور الرياضي يمكن من خلاله قياس عمليات التنور الرياضي (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية) لدى تلاميذهم.
- إفادة تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بكتاب للتلميذ في وحدتي (العلاقة بين متغيرين، الإحصاء) مُعاد بناءهما وصياغتهما بما يتناسب مع فلسفة مدخل (STEM) التكاملي، والذي يمكن أن تسهم في تنمية التنور الرياضي وخفض قلق الرياضيات لديهم.
- تقديم مجموعة من التوصيات والمقترحات التي تفتح المجال للباحثين لإجراء بحوث أخرى لتنمية التنور الرياضي وخفض قلق الرياضيات لدى التلاميذ باستخدام استراتيجيات ومداخل تدريسية أخرى، وكذلك لإجراء بحوث تستخدم مدخل (STEM) التكاملي لتنمية نواتج تعليمية أخرى لدى التلاميذ.

حدود البحث:

التزم البحث بالحدود الآتية:

- مجموعة من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بمدرسة الشهيد النقيب/ عاصم أحمد حسن عبدالوهاب الإعدادية بنين التابعة لإدارة العريش التعليمية بمحافظة شمال سيناء تمثل مجموعتي البحث (التجريبية، الضابطة).
- وحدتي (العلاقة بين متغيرين، الإحصاء) المقررتين على تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بالفصل الدراسي الأول للعام الدراسي (٢٠٢٠/ ٢٠٢١م).
- عمليات التنور الرياضي (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية).

مواد وأدوات البحث:

قام الباحث بإعداد المواد والأدوات الآتية:

١. قائمة عمليات التنور الرياضي اللازمة لتلاميذ المرحلة الإعدادية.

٢. البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي ويتضمن:

- كتاب التلميذ في وحدتي (العلاقة بين متغيرين، الإحصاء) مُعاد بناءهما وصياغتهما بما يتناسب مع فلسفة مدخل (STEM) التكاملي.
- دليل المعلم لتدريس وحدتي (العلاقة بين متغيرين، الإحصاء) وفقًا لمدخل (STEM) التكاملي.

٣. اختبار التنور الرياضي.

٤. مقياس قلق الرياضيات.

مصطلحات البحث: يمكن تعريف المصطلحات الخاصة بالبحث الحالي كما يأتي:

- **مدخل (STEM) Approach : (STEM)**

يُعرف الباحث مدخل (STEM) إجرائيًا بأنه: "مدخل تعليمي تكاملي متعدد التخصصات يقوم على التكامل بين تخصصات العلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسي والرياضيات من خلال تطبيقاتهم، وذلك باستخدام المشكلات الواقعية القائمة على التكامل بين هذه التخصصات، والتي تكون الرياضيات مادة محورية فيها مما يجعل المحتوى الجديد ذات معنى للتلاميذ".

- **التنور الرياضي: Mathematical Literacy**

وفقًا لمفهوم التنور الرياضي في الاختبارات الدولية (PISA) يُعرف الباحث التنور الرياضي إجرائيًا بأنه: "قدرة التلاميذ على صياغة المواقف والمشكلات الحياتية الواقعية رياضيًا، وتوظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات والاستدلالات الرياضية التي تعلموها لحل هذه المشكلات، والتفكير في هذه الحلول أو النتائج الرياضية وتفسيرها استنادًا إلى المشكلة الحياتية الواقعية وتقويم هذه الحلول أو النتائج وتحديد فاعليتها وجدواها في حل المشكلة، ويُقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في اختبار التنور الرياضي الذي أعده الباحث لذلك".

- **قلق الرياضيات: Mathematics Anxiety**

يُعرف الباحث قلق الرياضيات إجرائيًا بأنه: "مشاعر سلبية تصف مشاعر التوتر والخوف وعدم الراحة والضغط والعجز الذي يشعر به بعض التلاميذ عند مواجهة مهام أو مشكلات رياضية في الحياة الواقعية أو الأكاديمية، ويُقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في مقياس قلق الرياضيات الذي أعده الباحث لذلك".

الإطار النظري للبحث:

المحور الأول: مدخل (STEM) التكاملي

(١) نشأة مدخل (STEM):

بدأ مدخل (STEM) في الولايات المتحدة الأمريكية على يد مؤسسة العلوم الوطنية National Science Foundation (NSF) كمبادرة من مرحلة رياض الأطفال إلى الصف الثاني عشر لتحجيم تدريس مواد العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بشكل فردي ليتم تدريسها باستخدام منهج متعدد التخصصات، وكان هذا استجابة للمخاوف المتزايدة من أن التلاميذ الأمريكيين لم يكونوا مواكبين للتلاميذ الآخرين من دول أخرى في هذه المجالات، وكذلك رغبة في تزويد التلاميذ بمهارات التفكير الناقد وجعلهم مبدعين في حلهم للمشكلات حتى يكونوا في النهاية أكثر طلباً في سوق العمل (Carlson et al., 2016, 1)، (Copeland et al., 2018, 534).

كما لاحظ صانعوا القرار بالولايات المتحدة الأمريكية نقص العلماء والفنيين وارجعوا ذلك إلى ثلاثة أسباب هي (Goovaerts et al., 2019, 1):

١. أن المدارس الثانوية الحالية لا تنجح دائمًا في عرض محتوى هذه المهن؛ لأن مفاهيم المجالات المختلفة يتم تدريسها في مناهج منفصلة بينما تعتمد المهن التي تعتمد على العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات على تكامل المفاهيم في مجالات مختلفة.
٢. أن الفصل بين المواد وغياب الاندماج بينهما يجعل موضوعات المناهج الدراسية المحددة أقل أهمية للتلاميذ.
٣. أن المشكلات الواقعية الحقيقية يتم إهمالها في المناهج حيث تتطلب هذه المشكلات دمج مواضيع مختلفة، وبالتالي لا يدرك التلاميذ الصلة المجتمعية لمحتواهم الدراسي.

وفي محاولة لحل هذه المشكلة تمت الدعوة إلى تدريس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بطريقة متكاملة من خلال مدخل (STEM).

ويقوم مدخل (STEM) على مبدأين هما (فاطمة رزق، ٢٠١٥، ٩١- ٩٢)، (رشا محمد، ٢٠١٨، ٩٧):

- التركيز على تحقيق الترابط والتكامل بين المجالات الأربعة لمساعدة التلاميذ على فهم العلاقات والترابطات بين هذه المجالات؛ مما يعمل على توليد حلول إبداعية حين يواجهون المواقف التي تتطلب هذا الفهم وتجعلهم يفكرون بطريقة أكثر شمولية.
- التأكيد على مهارات القرن الحادي والعشرين فالتلاميذ يحتاجون إلى مهارات كيفية الوصول إلى المعلومات وكيفية استخدامها وتقديم حلول مبتكرة للمشكلات ونقل وتوصيل للأفكار وكذلك التعلم التعاوني والتفكير النقدي وحل المشكلات والإبداع.

ويخلُص الباحث إلى أن مدخل (STEM) هو مدخل تكاملي حديث متعدد التخصصات أُنشئ في البداية بالولايات المتحدة الأمريكية ثم انتشر بعد ذلك في العديد من البلاد، حتى أصبح ثقافة تعليمية في العديد من البلاد، والذي أخذوا به للرفع من مستوى تلاميذهم وتنمية تفكيرهم ولتوفير قوى عاملة في المهن التي تعتمد على هذه التخصصات.

(٢) ماهية ومفهوم مدخل (STEM):

مدخل (STEM) هو اختصار للأحرف الأولى لتخصصات العلوم (Science) والتكنولوجيا (Technology) والهندسة (Engineering) والرياضيات (Mathematics)، وهو مدخل تعليمي يدمج التعليم مع فرص التطبيق التي توفرها التكنولوجيا والهندسة والتي تعتمد على مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وتشمل جميع مراحل التعليم من مرحلة ما قبل المدرسة إلى التعليم العالي (Ozsoyi & Ozyer, 2018, 214).

ويعتمد مدخل (STEM) على التعلم عن طريق التطبيقات المختلفة للأنشطة العلمية وأنشطة التكنولوجيا الرقمية والكمبيوترية والأنشطة المتمركزة حول الخبرة

والاكتشاف والبحث وأنشطة الخبرة اليدوية وأنشطة التفكير العلمي والمنطقي واتخاذ القرار (تفيدة غانم، ٢٠١١، ١٣١).

وتشير بيئة التعلم القائمة على مدخل (STEM) إلى سياق التعلم الذي يتعلم فيه التلاميذ أكثر من تخصص بطريقة متكاملة، بالإضافة إلى ممارسة المعرفة متعددة التخصصات في حل المشكلات الواقعية، ويمكن أن تحدث بيئة تعلم (STEM) في درس واحد أو وحدة أو منهج أو برنامج من خلال الطرق التي تعتمد على حل المشكلات (Yang & Baldwin, 2020, 1).

ويمكن وصف الجوانب الأربعة في مدخل (STEM) كما يأتي (White, 2014, 4) (إيهاب محمد، ٢٠١٧، ١٠٨)، (إبراهيم الحربي، ٢٠١٨، ١٨٣):

- **العلوم Science (S):** الدراسة المنهجية لطبيعة وسلوك الكون المادي والفيزيائي بناءً على الملاحظة والتجربة والقياس وصياغة القوانين لوصف هذه الحقائق بعبارات عامة.
- **التكنولوجيا Technology (T):** فرع المعرفة الذي يتعامل مع إعداد واستخدام الوسائل التقنية وعلاقتها بالحياة والمجتمع والبيئة، وهي مجموعة المعارف والعمليات التي يصممها الإنسان للربط بين المعرفة التكنولوجية والمعرفة النظرية واستخدام التطبيقات العلمية والهندسية في تلك المعارف.
- **الهندسة Engineering (E):** أو التصميم الهندسي وهو فن أو علم صُنع التطبيق العملي للمعارف الخاصة بالعلوم البحتة مثل الرياضيات والفيزياء والكيمياء كما هو الحال في بناء المحركات والجسور والمباني والمناجم والسفن والمصانع الكيميائية، وهي مجموعة الأنشطة اليدوية والأدوات التي يصممها التلاميذ لاكتساب مفاهيم ومهارات متعلقة بالرياضيات والعلوم.
- **الرياضيات Mathematics (M):** مجموعة العلوم ذات الصلة بالجبر والهندسة وحساب التفاضل والتكامل، حيث تهتم بدراسة العلاقات المتبادلة بين الأرقام والكميات والأشكال والفضاء والتحويلات وحل المشكلات وذلك باستخدام مجموعة رموز خاصة.

ويعرف ستولمان Stohlmann (2013,8) مدخل (STEM) بأنه "محاولة لمعلمي الرياضيات لاستخدام عملية التصميم الهندسي كهيكل للتلاميذ لتعلم محتوى الرياضيات جنبًا إلى جنب مع مفاهيم العلوم من خلال الأنشطة التي تحتوي على التكنولوجيا .

ويعرفه جوهنسون Johnson (2013, 367) بأنه "مدخل تعليمي يدمج تدريس العلوم والرياضيات من خلال غرس ممارسات البحث العلمي والتصميم التكنولوجي في موضوعات متعددة التخصصات والمهارات للقرن الحادي والعشرين".

ويعرفه موور وآخرون Moore et al. (2014, 38) بأنه "محاولة لدمج بعض أو كل تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في موضوع واحد، أو درس قائم على الروابط بين الموضوعات ومشكلات العالم الواقعي".

ويعرفه بوبا وسياسكاي Popa & Ciascai (2017, 55) بأنه "مدخل تطبيقي متعدد التخصصات يعمل على تعليم موضوعات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بطريقة متكاملة بناءً على منهج مدرسي تم تطويره بطريقة متعددة التخصصات".

ويعرفه نتيمنجوا وأوليفر Ntemngwa & Oliver (2018, 12) بأنه "مدخل تربوي يتم فيه دمج المفاهيم والأهداف من اثنين أو أكثر من تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في مشروع واحد".

ويعرفه رضا السعيد (٢٠١٨، ١٥) بأنه "أحد المداخل التدريسية المتعددة التخصصات التي تقوم على التكامل بين مادة الرياضيات كمادة أساسية ومحورية ودمجها من خلال تطبيقاتها من مواد العلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسي في محتوى جديد يمارس فيه التعلم بطريقة عملية عن طريق تصميم المشروعات البسيطة القائمة على التكامل بين المعرفة من أجل حل مشكلات المجتمع".

ويعرفه تشانجتونج وآخرون Changtong et al. (2019, 186) بأنه "فلسفة تعليمية يتم فيها استخدام العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات كوسيلة تكاملية لحل مشكلات الحياة الواقعية وذلك من خلال تطبيق الابتكارات في التخصصات الأربعة".

ويعرفه حسن وآخرون Hassan et al. (2019, 16) بأنه "فلسفة تعليمية أو طريقة تفكير يتم فيها دمج تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في مجال

تعليمي واحد يشجع التلاميذ على التفكير بطريقة أكثر ارتباطًا وشمولية، بحيث يركز على جوانب الواقع والتطبيق العملي التي يمكن من خلالها تعلم التلاميذ التخصصات الأربعة بطرق واقعية وذات مغزى".

ويعرفه تشانج بيتش وسيتشالياو Changpetch & Seechaliao (2020, 70) بأنه "مدخل تعليمي متعدد التخصصات، حيث تقترن المفاهيم الأكاديمية الدقيقة والمعقدة بالعالم الواقعي، حيث يطبق التلاميذ العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في سياقات تربط بين المدرسة والمجتمع والعمل والمشاريع المتكاملة، والتي تمكن من زيادة المعرفة لدى التلاميذ في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات والقدرة على المنافسة في الاقتصاد الجديد".

ويعرفه فيرات Firat (2020, 105) بأنه "مدخل متعدد التخصصات يوفر إعدادات واقعية للتلاميذ، ويعالج أربعة تخصصات مستقلة في سياق مشترك".

من التعريفات السابقة يخلُص الباحث أن مدخل (STEM) التكاملي:

- يشير إلى تكامل تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.
- يستخدم المشكلات الواقعية للربط بين هذه التخصصات، ومن ثم العمل على حل هذه المشكلات.
- يركز على الجانب التطبيقي العملي لتخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

ويُعرف الباحث مدخل (STEM) إجرائيًا بأنه: "مدخل تعليمي تكاملي متعدد التخصصات يقوم على التكامل بين تخصصات العلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسي والرياضيات من خلال تطبيقاتهم، وذلك باستخدام المشكلات الواقعية القائمة على التكامل بين هذه التخصصات، والتي تكون الرياضيات مادة محورية فيها مما يجعل المحتوى الجديد ذات معنى للتلاميذ".

(٣) طبيعة التكامل بين مجالات مدخل (STEM):

على الرغم من أن مدخل (STEM) هو محاولة للجمع بين تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات الأربعة والعلاقات القائمة بين الموضوعات

ومشكلات العالم الحقيقي إلا أنه لا يتعين دائمًا إشراك جميع هذه التخصصات الأربعة (Sari et al., 2018, 2).

وهناك وجهات نظر مختلفة حول تنفيذ التكامل بين مجالات (STEM)، حيث يرى البعض أن هناك نموذجين لتكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات هما (Kertil & Gurel, 2016, 44- 46):

١. **تكامل المحتوى:** ويعني إعداد منهج تعليمي منظم أو مرن للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من خلال تغطية أكثر من تخصص، وهذا يعني تغطية الأفكار الرئيسة الكبيرة من مجالات المحتوى المتعددة في وحدة منهجية واحدة، بمعنى آخر يحدث تكامل المحتوى عند تصميم نشاط أو وحدة دراسية واحدة تهدف إلى تدريس الأفكار الأساسية من جميع مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

٢. **تكامل السياق:** يقوم على وضع تخصص واحد في المركز وتعلمه بطريقة ذات معنى من خلال اختيار السياقات ذات الصلة من التخصصات الأخرى دون تجاهل الخصائص الفريدة والعمق والدقة في التخصص الرئيس، أي أنه يحدث تكامل السياق عند وضع محتوى أحد التخصصات في المركز ومحاولة تعليم هذا المحتوى من خلال المشكلات الواقعية عن طريق اختيار السياقات ذات الصلة من التخصصات الأخرى.

كما يعد التصميم الهندسي أحد الأساليب الشائعة في مدخل (STEM) كسياق للتعلم داخل العلوم والرياضيات، وذلك لأن الهندسة متعددة التخصصات بطبيعتها وتتطلب استخدام المعرفة الرياضية والعلمية من أجل حل أنواع المشكلات الواقعية التي يواجهها المصممون بشكل عام (Estapa & Tank, 2017, 3).

كما يمكن استخدام مشاريع متعددة التخصصات لمساعدة التلاميذ على رؤية الروابط بين التخصصات من خلال مشاركة التلاميذ في المهام التي تتطلب حلاً واقعيًا وتنفيذًا للمشكلات (Firat, 2020, 105).

وفي هذا البحث سوف يتم استخدام الرياضيات كمادة أساسية ومحورية ودمجها من خلال تطبيقاتها مع مواد العلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسي في محتوى جديد، حيث تعتمد هذه التطبيقات على مشكلات واقعية من حياة التلاميذ.

(٤) أهداف مدخل (STEM):

حدد المجلس الوطني للعلوم والتكنولوجيا الأمريكي National Science & Technology Council (2018, 5) ثلاثة أهداف عامة لتعليم (STEM) هي:

١. بناء أسس قوية لزيادة المعرفة والمهارات في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.
٢. زيادة التنوع والاندماج في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.
٣. إعداد القوى العاملة في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات للمستقبل.

وانبثق من هذه الأهداف العامة مجموعة من الأهداف منها (Wang et al., 2011, 2) (Karahan et al., 2015, 222)، (Kubat & Guray, 2018, 396)، (Wooten et al., 2018, 534)، (Ntemngwa & Oliver, 2018, 15)، (Helvaci & Helvaci, 2019, 338)، (Firat, 2020, 105):

١. تعميق فهم التلاميذ لتخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من خلال تعزيز الفهم المفاهيمي لديهم.
٢. توسيع فهم التلاميذ لتخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من خلال التعرض لسياقات هذه التخصصات ذات الصلة بالمجتمع الذي يعيشون فيه وثقافتهم.
٣. زيادة اهتمام التلاميذ بمجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لخياراتهم المهنية.
٤. تعزيز فهم التلاميذ لتخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من خلال البناء على المعرفة السابقة للتلاميذ.

٥. جعل تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات أكثر سهولة وإثارة للتلاميذ.
٦. توفير بيئة تعليمية قوية من خلال تكامل تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.
٧. مساعدة التلاميذ على تعلم محتوى وممارسات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.
٨. تطوير الاتجاهات الإيجابية نحو العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.
٩. إعداد التلاميذ ليكونوا متعلمين مدى الحياة.
١٠. تزويد التلاميذ بالقدرة على تحديد المشكلات باستخدام تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات؛ وذلك لتقديم حلول لهذه المشكلات حتى يتمكنوا من الوصول إلى معلومات جديدة.

ويخلُص الباحث إلى أن مدخل (STEM) يهدف إلى زيادة وتعميق وتوسيع فهم التلاميذ لتخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لجعل هذه التخصصات أكثر إثارة وسهولة بالنسبة لهم، مما ينمي اتجاهات إيجابية نحو دراسة هذه التخصصات واختيار المهن التي تعتمد على هذه التخصصات بعد الانتهاء من دراستهم، وكذلك زيادة قدرتهم على التعامل مع المشكلات الواقعية التي تقابلهم في حياتهم.

(٥) أهمية استخدام مدخل (STEM):

يعد مدخل (STEM) أمرًا أساسيًا للمعرفة الدراسية الناجحة في جميع المستويات لأنه يعزز الاكتشاف والإبداع ويجعل من الممكن تطبيق المعرفة على مشاكل العالم الواقعي، كما يعمل على زيادة قدرة التلاميذ على الاحتفاظ بالمعلومات في تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (D'Souza et al., 2016, 47).

ويمكن تحديد أهمية استخدام مدخل (STEM) في (Popa & Ciascai, 2017, 55- 56)، (Havice et al., 2018, 75)، (Kermani & Aldemir, 2018, 321)، (Sari et al., 2018, 2)، (Helvaci & Helvaci, 2019, 337)، (Timur et al., 2019, 103):

١. يتيح للتلاميذ الفرصة لاستكشاف مشكلات العالم الواقعي وفي نفس الوقت تطوير مهارات المناهج الدراسية أثناء العمل في مجموعات تعاونية صغيرة.
٢. يتيح استخدام أكثر من تخصص في حل المشكلات المعقدة.
٣. تدريب التلاميذ على التفكير النقدي والإبداعي وحل المشكلات.
٤. يستخدم خبرات التلاميذ ويعتمد على معارفهم وقدراتهم السابقة.
٥. يعمل على مشاركة التلاميذ في التجارب المصممة وذلك للحفاظ على اهتمامهم بالمعرفة العلمية وتحفيزهم على المشاركة في الأنشطة العلمية.
٦. يوفر فرصًا للتلاميذ ليتمكنوا من حل المشكلات وأن يكونوا مبدعين ومبتكرين ولديهم ثقة بالنفس ومفكرين منطقيين ولديهم معرفة تكنولوجية عالية.
٧. زيادة قدرة التلاميذ على حل المشكلات التي تواجههم في الحياة الواقعية؛ لأن مشكلات الحياة الواقعية ليست في شكل تخصصات منفصلة كما يتم تدريسها في الدروس التقليدية.

ويخلُص الباحث إلى أن أهمية مدخل (STEM) تكمن في أنه يعمل على زيادة قدرة التلاميذ على استكشاف وحل المشكلات الواقعية التي تقابلهم في الحياة اليومية، وكذلك تدريبهم على أساليب التفكير المختلفة، وزيادة ثقتهم بأنفسهم، وجعل الرياضيات أكثر متعة وتشويقًا.

(٦) الأسس التي يستند إليها مدخل (STEM):

هناك مجموعة من الأسس التي يستند إليها مدخل (STEM) ومنها (تفيدة غانم، ٢٠١١، ١٣٨)، (أمجد كوارع، ٢٠١٧، ١٧- ١٨):

- الاعتماد على معايير قومية لتكامل العلوم والرياضيات وربطهما بتطبيقاتهما التكنولوجية.
- العمل على مشاريع ومشكلات مرتبطة بالواقع الحقيقي للتلاميذ.
- تدريس قاعدة مفاهيمية علمية رياضية متكاملة مع تطبيقاتها التكنولوجية.
- تدريس المفاهيم الهندسية والتصميم الهندسي.
- اعتماد المناهج على التعليم الالكتروني واستخدام البرامج الحاسوبية.

- تدعيم بيئة تعليمية إيجابية تشجع على مشاركة جميع التلاميذ.
- تصميم أنشطة تعليمية تعتمد على استخدام أنواع التفكير المختلفة.
- ارتكاز المنهج حول البحث والاستكشاف والاستقصاء والبحث العلمي.
- ربط ما يدرسه التلاميذ بواقع الخبرة والإنتاج التكنولوجي.

(٧) متطلبات تطبيق مدخل (STEM) في المناهج الدراسية:

من أجل تصميم مناهج تعليمية فعَّالة قائمة على مدخل (STEM) فإن هناك بعض المتطلبات التي يجب أن تتوافر في المناهج منها (Baker et al., 2017, 439)، (Wang & Knobloch, 2018, 260)، (Altan et al., 2019, 138):

١. تحتاج المناهج إلى الدمج بين بعض أو كل التخصصات الأربعة.
٢. استخدام المشكلات الواقعية التي تتعلق بالحياة اليومية، مع إعطاء التلاميذ فرصًا لحل هذه المشكلات.
٣. من الضروري أن يواجه التلاميذ مشكلات مشابهة للسياقات الواقعية، وهذا يشمل مواجهة مشكلات مشابهة لتلك التي يعمل بها العاملون المحترفون في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات ويتطلبون استخدام أكثر من تخصص.
٤. يجب أن تتيح المناهج للتلاميذ والمعلمين فرصة للانخراط في تجارب تعلم حقيقية وخبرات ذات صلة بعالمهم.

ويخلُص الباحث إلى أنه لكي يتم تطبيق مدخل (STEM) بكفاءة لابد من الدمج بين تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في محتوى قائم على المشاركة في التطبيقات والأنشطة التي تعتمد على المشكلات الواقعية التي يقابلها التلاميذ في حياتهم اليومية.

(٨) خصائص الدروس الفعَّالة المصممة وفقًا لمدخل (STEM):

تحدد فريتز بالاو Fritz-Palao (2016) ثماني خصائص لإنشاء دروس فعَّالة وفقًا لمدخل (STEM) وهي كما يأتي:

١. **جَعل الأنشطة عملية:** يجب أن توفر الأنشطة تعلمًا قائمًا على النشاط العملي القائم على الاستقصاء في الأشياء والمواد والظواهر والأفكار.

٢. **تعزيز الأنشطة بالتكنولوجيا:** وهذا يعني استخدام التكنولوجيا أكثر من مجرد تقديم الدروس باستخدام أية وسيلة من الوسائل التكنولوجية، وهذا يعني إدخال التكنولوجيا إلى الدروس بطريقة تضيف قيمة وتنتقل بالنشاط إلى مستوى جديد.

٣. **اتباع عملية التصميم الهندسي:** والتصميم الهندسي هو عملية متدرجة تساعد المجموعات على حل المشكلات، وفي هذا يجب إشراك التلاميذ في مجموعات وتشجيعهم على الإبداع في التصميم.

٤. **تشجيع وتمكين التعاون:** تعد القدرة على العمل معًا سمة ضرورية للنجاح في أنشطة (STEM) وفي الحياة، فتعلم كيفية التعاون بنجاح سيسمح بتعلم أعمق وسيساعد التلاميذ على اكتساب مهارات حياتية قيمة.

٥. **اختيار مشكلات العالم الواقعي:** يجب أن يتم تعليم دروس (STEM) في موضوعات حول مشكلات العالم الواقعي؛ حتى يتمكن التلاميذ من التوصل إلى حلول واقعية لهذه المشكلات.

٦. **الحرص على جعل الفصل كله مهتمًا:** لابد من التأكد أن جميع التلاميذ يشاركون في العمل الجماعي، ويجب على جميع أعضاء الفريق المشاركة والعثور على اهتمامات مشتركة يريدون اكتشافها، ويمكن استطلاع رأي التلاميذ في الفصل للحصول على أفكار للمشاريع ومشكلات العالم الواقعي.

٧. **تعزيز معايير الرياضيات والعلوم:** يجب محاولة العثور على مشاريع وأنشطة واقعية ترتبط بمعايير الرياضيات والعلوم حتى يصبح ما يتعلمه التلاميذ يتماشى مع المعايير التي يضعها واضعو السياسات التعليمية في الدولة.

٨. **تشجيع التلاميذ للعثور على إجابات متعددة:** يجب التأكد من أن التلاميذ ليس لديهم عقلية الإجابة الواحدة على المشكلات، ولابد من تشجيعهم على استكشاف حلول متعددة للمشكلات.

ويخلُص الباحث إلى أن خصائص الدروس الفعالية المصممة وفقًا لمدخل (STEM) تتمثل في تصميم أنشطة عملية تعتمد على تطبيقات العلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسي والرياضيات بحيث يشارك جميع التلاميذ في هذه الأنشطة، وتعتمد هذه الأنشطة

على مشكلات واقعية من الحياة اليومية يعمل التلاميذ على حلها، بالإضافة إلى اعتماد هذه الأنشطة على معايير الرياضيات المعتمدة.

(٩) معوقات تنفيذ مدخل (STEM):

على الرغم من أن واضعي السياسات التعليمية يدركون أهمية مدخل (STEM) التكاملي إلا أنه لا يوجد فهم مشترك أو اتفاق بشأن طبيعة تعليم (STEM) باعتباره مسعى متكامل أو متعدد التخصصات، فمن أكبر التحديات التي تواجه تعليم (STEM) هو وجود عدد قليل من الإرشادات العامة أو النماذج المتاحة للمعلمين لإتباعها فيما يتعلق بكيفية التدريس باستخدام مدخل (STEM) التكاملي في الفصل الدراسي (Roehrig et al., 2012, 32).

كما يواجه مدخل (STEM) العديد من التحديات ومنها: أن تنفيذ هذا المنهج يتطلب إعادة هيكلة عميقة للمنهج والدروس، علاوة على ذلك يتطلب تنفيذ مدخل (STEM) العديد من المواد والأدوات والموارد مثل أدوات البناء (مثل المناشير وأجهزة القياس والمطارق) والمواد الالكترونية (مثل أجهزة الكمبيوتر وبرامج التصميم ومجموعة الروبوتات والآلات الحاسبة) وغيرها من المواد المستخدمة مثل الخشب والفوم والغراء والورق المقوى)؛ لذلك فإن إنشاء ثقافة مدرسية وبيئة تدعم تعلم (STEM) المتكامل للتعليم والتعلم يمكن أن يكون مكلفًا ويستغرق وقتًا طويلاً (Thibaut et al., 2018, 2).

وهناك مشكلات تتعلق بالمعلمين في تنفيذ مدخل (STEM) ومنها أن المعلمين يجب أن يؤمنوا بشدة أن هذا التعليم هو الأفضل لتلاميذهم وأن يلتزموا بتنفيذ تعليمات (STEM)، كما أن نقص المعرفة حول بعض معانى (STEM) وأين يقع ضمن المناهج الدراسية وكيفية تطبيقه تُعد من المشكلات التي تواجه تنفيذ مدخل (STEM) (Firat, 2020, 105).

ويخلُص الباحث إلى أن معوقات تنفيذ مدخل (STEM) تتمثل في قلة المعرفة من المعلمين عن مدخل (STEM) وعدم توافر العديد من الإرشادات حول كيفية تطبيقه، كما أنه يمكن أن يكون مكلفًا أكثر من المناهج التقليدية.

(١٠) دور المعلم في مدخل (STEM):

من أجل تنفيذ مدخل (STEM) بشكل فعَّال يجب أن يكون لدى المعلمين معرفة عميقة بمحتوى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات الذي يقومون بتعليمه، بالإضافة إلى ذلك يجب أن يكون لديهم أيضًا معرفة متخصصة حول كيفية تدريس هذا المحتوى للتلاميذ (Thibaut et al., 2018, 2).

ويتمثل دور المعلم في مدخل (STEM) في مساعدة التلاميذ على الوصول إلى مكان من التفكير عالي المستوى، بحيث يستطيعون تطوير وابتكار المنتجات، وذلك من خلال توجيههم من خلال تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Firat, 2020, 104).

ويحدد الباحث دور المعلم في مدخل (STEM) فيما يأتي:

- تشجيع التلاميذ على المشاركة في الأنشطة التعاونية.
- مساعدة التلاميذ على تعلم محتوى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات المتكامل .
- تشجيع التلاميذ على الوصول إلى حلول غير تقليدية للمشكلات الواقعية.
- توجيه التلاميذ لأهمية تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في الحياة .
- الاستفادة من خبرات التلاميذ السابقة لتنفيذ الأنشطة وحل المشكلات الواقعية.
- تشجيع التلاميذ على استخدام مهارات التفكير المختلفة.
- تجهيز الفصل أو المكان الذي سينفذ به الأنشطة بالأدوات والمواد التي تحتاجها الأنشطة.

المحور الثاني: التنور الرياضي Mathematical Literacy

أصبح مصطلح التنور الرياضي مصطلحًا شائعًا إلى حد ما من خلال البرنامج الدولي لتقييم الطلاب (PISA) وفيما يأتي تفصيل لذلك:

(١) برنامج التقييم الدولي للطلاب (PISA):

برنامج التقييم الدولي للطلاب Program for International Student Assessment (PISA) هو أكبر مسح تعليمي تنظمه منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)

بهدف جمع المعلومات حول الرياضيات والعلوم ومهارات القراءة للطلاب في سن ١٥ عامًا ومستوى الدافع لتعليم هذه المواد وآرائهم حول أنفسهم وأساليبهم في التعلم والبيئات المدرسية والعائلات، ويعقد اختبار (PISA) كل ثلاث سنوات منذ عام ٢٠٠٠ ، ويتم استخدام نتائج اختبارات (PISA) من قبل صانعي السياسات التعليمية في جميع أنحاء العالم لمقارنة مستويات المعرفة والمهارات للتلاميذ في بلدهم مع تلك الموجودة في البلاد الأخرى المشاركة في المشروع ولوضع معايير لرفع جودة التعليم وتحديد نقاط القوة والضعف في أنظمـــة التعليم الخاصة بهم (Ozkan & Ozaslan, 2018, 58)، (Lara-Porras et al., 2019, 1)، (Bolstad, 2019, 94).

ويحدد اختبار (PISA) مدى حصول التلاميذ على المعرفة والكفاءات الأساسية لتحقيق النجاح في المجتمعات والاقتصاديات الحديثة مع اقترابهم من نهاية التعليم الإلزامي وكذلك قدرتهم على تطبيق ما لديهم من معرفة لتحليل وحل المشكلات في مجموعة متنوعة من مواقـــف العالـــم الواقعـــي (Dewantara et al., 2015, 39)، (She et al., 2018, 1).

ويتم تطبيق اختبار (PISA) دوليًا لقياس قدرة التلاميذ على حل مشكلات الحياة الواقعية، حيث يتم تقديم مشكلات الحياة الواقعية كمشكلات سياقية، ويتم تطبيقه لاختبار ثلاثة مجالات رئيسة هي (التنور الرياضي، التنور العلمي، مهارات القراءة)، حيث يتم التركيز على أحد هذه المجالات الثلاثة كل فترة تنفيذ وكان التنور الرياضي محور تركيز PISA 2012 كما أنه سيكون تركيز PISA 2021 (Ayvalli & Bicak, 2018, 39- 40)، (Guler, 2019, 57).

وتقيس اختبارات (PISA) التنور الرياضي لدى الطلاب من خلال فحص مدى فاعلية التلاميذ في صياغة وتوظيف وتفسير المشكلات الرياضية التي تتوافق مع الحياة اليومية (Lin & Tai, 2015, 390)، كما يتم التركيز على فهم المفاهيم وإتقان العمليات وقدرة التلاميذ على العمل في مجموعة متنوعـــة مـــن مـــواقف الحيـــاة الواقعيـــة (Breen et al., 2009, 229).

ويتم تنظيم إطار (PISA) للتنور الرياضي في ثلاثة مكونات واسعة هي (Thomson et al., 2013, 7)، (Mhakure & Mokoena, 2011, 313- 314)، (Ekmekci & Carmona, 2014, 242):

١. المواقف أو السياقات التي توجد فيها المشكلات، وتعني استخدام وممارسة الرياضيات في مجموعة متنوعة من المواقف، وتمثل هذه المواقف أقرب الأنشطة في حياة المتعلم الشخصية والمدرسية وحياة العمل وأوقات الفراغ وأنشطة المجتمع كما يواجهها في الحياة اليومية، ويمكن أن تشمل هذه المواقف أيضًا القضايا الاقتصادية والديمقراطية والاجتماعية والثقافية التي يواجهها التلميذ
٢. المحتوى الرياضي الذي تتعلق به المشكلات والأسئلة المختلفة والتي يتم تنظيمها من خلال أفكار شاملة معينة مثل الفضاء والشكل والتغيير والبيانات والاحتمالات.
٣. العمليات الرياضية التي يجب تفعيلها لربط العالم الواقعي الذي يتكون في المشكلات بالرياضيات ثم استخدامها لحل المشكلات، وتشمل قدرة المتعلمين على تحليل الأفكار الرياضية واستدلالها وإيصالها بشكل فعال أثناء طرح المشكلات الرياضية وصياغتها وحلها وتفسيرها في مجموعة متنوعة من المواقف.

(٢) ماهية ومفهوم التنور الرياضي:

في عالم يتغير باستمرار ويتطلب مهارات وكفاءات معقدة بشكل متزايد، فإن تفعيل مصطلح "التنور الرياضي" يجب أن يظل مصطلحًا مرنًا قادرًا على التشكيل وفقًا للسياقات التي يتم استخدامه فيها وعلى يد من يتم استخدامه.

ويشير التنور الرياضي كأحد محاور تقييم (PISA) إلى قدرة الفرد على صياغة وتوظيف وتفسير الرياضيات في مجموعة متنوعة من مواقف الحياة التي تساعد الأفراد على التعرف على الأدوار التي تلعبها الرياضيات في العالم الواقعي، وهي قدرات أساسية يجب على كل متعلمي الرياضيات امتلاكها (Dewantara et al., 2015, 39- 40).

كما يشير التنور الرياضي إلى معرفة التلاميذ وقدرتهم على أخذ وتطبيق المعارف والمهارات الرياضية المكتسبة من الفصول الدراسية إلى تجارب حياتهم الواقعية وفهم

المواقف التي ترتبط بالرياضيات وكذلك القدرة على التفكير في "متى" و"كيف" يمكن تطبيق هذه المعارف (Magen-Nagar, 2016,306)، (Sumirattana et al., 2017, 308)

كما يتعلق التنور الرياضي بتلبية متطلبات الحياة، ويتم التعبير عنه من خلال استخدام الرياضيات والانخراط فيها واتخاذ أحكامًا مستنيرة وفهم فائدة الرياضيات فيما يتعلق بمتطلبات الحياة (Thomson et al., 2013, 7).

وتدعم جميع محاولات تعريف التنور الرياضي فكرة أنه يتكون من المعرفة والمهارات المطلوبة للتعامل بفاعلية مع الاحتياجات الرياضية اليومية للأفراد، بما في ذلك القدرة على التواصل بسهولة مع توقعات مختلفة في هذا المجتمع المتغير باستمرار والمعرض دائمًا للمعلومات العددية والمدفوعة بالابتكارات التكنولوجيـــة الحديثـــة (Genc & Erbas, 2019, 225).

وتعرف منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية OECD (2019, 75) التنور الرياضي وفقًا لتقييم PISA 2012, 2015, 2018 بأنه "قدرة الفرد على صياغة الرياضيات وتوظيفها وتفسيرها في مجموعة متنوعة من السياقات، ويشمل ذلك الاستدلال الرياضي واستخدام المفاهيم والإجراءات والحقائق والأدوات الرياضية لوصف الظواهر وتفسيرها والتنبؤ بها؛ فهي تساعد الأفراد على التعرف على الدور الذي تلعبه الرياضيات في العالم وعلى اتخاذ الأحكام والقرارات ذات الأساس الجيد التي يحتاجها المواطنون البناءون والمتفاعلون والتأمليون".

واشتق عدد من الباحثين تعريفات للتنور الرياضي وفقًا لتقييم (PISA) حيث يعرف جنس وآخرون Gunes et al. (2015, 458) التنور الرياضي بأنه "قدرة الفرد على التفكير وإنتاج ونقد الأفكار الرياضية عند حل المشكلات التي تواجهه في المستقبل وعند اتخاذ القرارات من خلال فهم دور الرياضيات في العالم ومحيطه، وهو قدرة الطلاب على حل المشكلات والتحليل والحكم وإيجاد حلول فعالة في المواقف والمجالات المختلفة".

ويعرفه فيردوس وآخرون Firdaus et al. (2017, 214) بأنه "قدرة التلميذ على صياغة وتنفيذ وتفسير الرياضيات في سياقات مختلفة، بما في ذلك القدرة على أداء

الاستدلال الرياضي واستخدام المفاهيم والإجراءات والحقائق لوصف وشرح أو توقع الظواهر والأحداث".

ويعرفه نجوين وآخرون Nguyen et al. (2019, 658) بأنه "قدرة الفرد على فهم واستخدام الرياضيات في مجموعة متنوعة من السياقات بما في ذلك الحياة اليومية والإعدادات المهنية والعملية، حيث تعمل الرياضيات كأداة لوصف الظواهر وشرحها والتنبؤ بها".

ويعرفه سوسياتي وآخرون Suciati et al. (2020, 865) بأنه "القدرة على صياغة واستخدام وتفسير الرياضيات في سياقات مختلفة، بما في ذلك التفكير الرياضي واستخدام المفاهيم الرياضية والإجراءات والحقائق والأدوات لوصف وشرح والتنبؤ بالظواهر لمساعدة الأفراد في اتخاذ قرارات بناءة وتأملية".

من تعريف التنور الرياضي وفقًا لتقييم (PISA) يخلص الباحث إلى أن التنور الرياضي هو قدرة التلاميذ على:

- التعرف على المشكلات الرياضية التي تواجههم في الحياة اليومية وتفسيرها.
- صياغة واستخدام وتفسير الرياضيات في مجموعة متنوعة من السياقات.
- ترجمة المشكلات اليومية في سياق الرياضيات.
- استخدام المعرفة والإجراءات الرياضية لحل المشكلات.
- استخدام الاستدلال الرياضي والمفاهيم والإجراءات والحقائق والأدوات لوصف وشرح والتنبؤ بالظواهر.
- تفسير النتائج الرياضية في سياق المشكلة الواقعية.
- التفكير في الأساليب المطبقة وصياغة النتائج وتوصيلها.
- تفعيل القيم الرياضية ليكون مواطنًا صالحًا.
- تقديم فوائد حول دور الرياضيات في العالم.

ووفقًا لمفهوم التنور الرياضي في الاختبارات الدولية (PISA) يُعرف الباحث التنور الرياضي إجرائيًا بأنه "قدرة التلاميذ على صياغة المواقف والمشكلات الحياتية الواقعية رياضيًا، وتوظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات والاستدلالات الرياضية التي تعلموها لحل هذه المشكلات، والتفكير في هذه الحلول أو النتائج الرياضية وتفسيرها استنادًا إلى

المشكلة الحياتية الواقعية وتقويم هذه الحلول أو النتائج وتحديد فاعليتها وجدواها في حل المشكلة، ويُقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في اختبار التنور الرياضي الذي أعده الباحث لذلك".

(٣) القدرات المتضمنة في التنور الرياضي:

يتضمن التنور الرياضي العديد من القدرات الرياضية الكامنة وراء عملياته منها (Thomson et al.,2013,7)، (Firdaus et al.,2017,214)، (OECD, 2019, 80- 81)، (Yansen et al., 2019, 38):

١. التواصل الرياضي عن طريق قراءة المشكلة وفهم وتفسير البيانات وتلخيص النتائج وعرضها وتقديم الحل وتفسيره للآخرين.
٢. تحويل مشكلة محددة في العالم الواقعي إلى شكل رياضي بحت.
٣. تمثيل الأشياء والمواقف الرياضية وترجمتها واستخدامها.
٤. التفكير المنطقي وتقديم مبررات للحل.
٥. وضع الاستراتيجيات لحل المشكلة.
٦. استخدام اللغة والعمليات الرمزية والشكلية والتقنية لفهم وتفسير ومعالجة المشكلات.
٧. استخدام الأدوات الرياضية من أدوات مادية وأدوات قياس والآلات الحاسبة والكمبيوتر.

ويخلُص الباحث إلى أن التنور الرياضي يهتم بقدرات التلاميذ على تحليل المشكلات الواقعية المتعلقة بالمفاهيم الرياضية وطرق حلها والتفكير فيها وتمثيلها والتواصل الفعال للأفكار أثناء طرحها وصياغتها وحلها وتفسيرها في مجموعة متنوعة من المواقف.

(٤) عمليات التنور الرياضي:

وفقًا لتقييم (PISA) فإن دورة حل المشكلات في العالم الواقعي تتم بداية بوجود مشكلة موجودة في الواقع يجب على التلاميذ تنظيمها وفقًا للمفاهيم الرياضية، ويقوم التلاميذ بتجريد هذه المشكلة تدريجيًا من أجل تحويل المشكلة إلى مشكلة قابلة للحل الرياضي المباشر، كما يمكن للتلاميذ بعد ذلك تطبيق المعرفة والمهارات الرياضية

المحددة لحل المشكلة الرياضية قبل استخدام أحد أشكال ترجمة النتائج الرياضية إلى حل يعمل مع سياق المشكلة الأصلي، كما قد يتضمن ذلك صياغة تفسير أو تبرير للحل أو البرهان (Thomson et al., 2013, 9).

ووفقًا لتقييم (PISA) فإن كلمات "صياغة" و "توظيف" و"تفسير" تشير إلى العمليات الثلاث التي سيشارك فيها التلاميذ في حل المشكلات الواقعية، وهذه العمليات هي:

١. صياغة المواقف رياضيًا.
٢. توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية.
٣. تفسير وتقويم النتائج الرياضية.

وفيما يأتي توضيح لهذه العمليات(OECD, 2019, 78- 80)، (CBSE, 2020, 13- 16):

١- صياغة المواقف رياضيًا (الصياغة):

تشير كلمة صياغة في تعريف التنور الرياضي إلى قدرة التلاميذ على التعرف على الفرص وتحديدها لاستخدام الرياضيات في المشكلة الواقعية ثم تقديم البنية الرياضية اللازمة لصياغة هذه المشكلة السياقية في شكل رياضي، وفي هذه العملية يحدد التلاميذ أين يمكنهم استخراج الرياضيات الأساسية لتحليل مشكلة وإعدادها وحلها، إذ أنها تُترجم من بيئة العالم الواقعي إلى مجال الرياضيات، وتوفر لمشكلة العالم الواقعي بنية رياضية وتمثيلات وخصوصية، كما تتضمن هذه العملية تحديد كيفية تطبيق واستخدام الرياضيات للمشكلة المطروحة في العالم الواقعي، وتشمل القدرة على اتخاذ موقف وتحويله إلى شكل قابل للمعالجة الرياضية.

٢- توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية (التوظيف):

تشير كلمة توظيف في تعريف التنور الرياضي إلى قدرة التلاميذ على تطبيق المفاهيم والحقائق والإجراءات والأدوات والاستدلالات الرياضية لحل المشكلات، حيث يقوم التلاميذ بتنفيذ الإجراءات الرياضية اللازمة لاشتقاق النتائج وإيجاد حل رياضي، حيث يعملون على نموذج لحل المشكلة ويبنون النظم ويحددون الروابط بين الكيانات الرياضية وينتجون الحجج الرياضية، كما تشير هذه العملية إلى مدى قدرة التلاميذ على

أداء العمليات الحسابية والمعالجات وتطبيق المفاهيم والحقائق التي يعرفون أنها تصل إلى حل رياضي لمشكلة تم صياغتها رياضيًا.

٣- تفسير وتقويم النتائج الرياضية (التفسير):

تشير كلمة تفسير المستخدمة في تعريف التنور الرياضي إلى قدرة التلاميذ على التفكير في الحلول أو النتائج أو الاستنتاجات الرياضية وتفسيرها مرة أخرى في سياق المشكلة الواقعية الأولية، ويتضمن ذلك ترجمة التلاميذ للحلول أو الاستنتاجات الرياضية وتفسيرها في سياق المشكلة وتحديد ما إذا كانت النتائج التي تم التوصل إليها معقولة وذات معنى في سياق المشكلة.

(٥) أهمية تنمية التنور الرياضي:

تكمن أهميـــة تنميـــة التنور الرياضي فيما يأتي (Ojose, 2011, 91)، (Munaji et al., 2017, 279)، (Firdaus et al., 2017, 214)، (مديحة عبد الرحمن، ٢٠١٧، ١٢- ١٣)، (رشا عبد الحميد، ٢٠١٩، ٣٢):

- مساعدة التلاميذ على حل مشكلاتهم الحياتية المتعلقة بالمفاهيم الرياضية.
- مساعدة التلاميذ على التواصل باستخدام الرياضيات.
- مساعدة التلاميذ على إدراك الدور الوظيفي للرياضيات في حل المشكلات الحياتية الواقعية.
- إتاحة الفرصة للتلاميذ لتوظيف معارفهم الرياضية في مجموعة من السياقات الحياتية.
- إعداد تلاميذ يتمتعون بالإرادة الذاتية وتحمل المسئولية.
- إعداد تلاميذ إيجابيين قادرين على التفكير السليم.
- إعداد تلاميذ لديهم قدرة على مواجهة المشكلات في الحياة الواقعية بكفاءة.
- إعداد تلاميذ مساهمين ومشاركين نشطين في تطوير بلادهم.

ويخلُص الباحث إلى أن التنور الرياضي يشجع التلاميذ على تطبيق الرياضيات في الحياة اليومية، ويمكن التلاميذ من تطوير قدراتهم على التفكير عدديًا ومكانيًا من أجل التفكير النقدي وتحليل كل موقف في حل المشكلات اليومية، ويساعد التنور الرياضي

الفرد على فهم دور أو فائدة الرياضيات في الحياة اليومية، وكذلك استخدامه لاتخاذ القرارات الصحيحة كمواطن يبني في مجتمعه.

(٦) خصائص التلاميذ ذوي التنور الرياضي المرتفع:

يتمتع التلاميذ ذوي التنور الرياضي المرتفع ببعض الخصائص منها ما يأتي(Mhakure & Mokoena, 2011, 313)، (Ic & Tutak, 2018, 64)، (Katranci & Sengul, 2019, 11-14):

- استخدام المعرفة والمهارات الرياضية في حل مشكلات الحياتية الواقعية.
- توظيف مهارات التفكير الرياضي في الحياة وفهم الرياضيات في الحياة اليومية.
- إدراك أهمية الرياضيات في تطور العالم.
- تقديم تفسيرات مكانية وعددية وإجراء تنبؤات.
- إمكانية التعامل مع مشكلات الحياة اليومية من وجهة نظر نقدية.
- سهولة حل المشكلات التي يواجهونها من خلال إجراء التحليل والتوليف.
- التنبؤ بالنتائج عن طريق إجراء العمليات العقلية حول الحل المحتمل للمشكلة.
- الحكم على دقة النتيجة التي تم التوصل إليها.
- استخدام الحدس العددي لتفسير القياسات.

ويخلُص الباحث إلى أن من أهم خصائص التلاميذ المتنورين رياضيًا أنهم يستخدمون الرياضيات لحل المشكلات اليومية التي تواجههم، ويفكرون منطقيًا ونقديًا في هذه المشكلات، كما أنهم يستطيعون تقييم الحلول المقبولة لمشكلة واقعية، ولديهم قدرة على التنبؤ بالحلول الممكنة لهذه المشكلات، كما أنهم يتميزون بالهدوء والحكمة وعدم التوتر أثناء مواجهتهم لمشكلة ما في حياتهم، كما أنهم يقدرون أهمية ودور الرياضيات في العديد من الاستخدامات الحياتية.

(٧) متطلبات تنمية التنور الرياضي:

يتطلب تنمية التنور الرياضي لدى التلاميذ إدراج التلاميذ فيما يتعلق بالوصول إلى الرياضيات المهمة وتحسين قدرة التلاميذ على الاستفادة من الرياضيات في سياقات مختلفة، لذلك من الضروري مراجعة النظم التعليمية في المدارس بشكل كبير حتى يتمكن التلاميذ من الحصول على خبرات غنية، تمكنهم من التعامل مع مختلف المشكلات والمواقف التي تواجههم بالحياة اليومية؛ ليصبحوا متنورين رياضيًا وهذا يتطلب الابتعاد

عن المنظور الذي يرى أن الرياضيات شيئًا يمكن أن ينجح فيه فقط القلة الأكثر موهبة إلى مادة تكون فيها الرياضيات مادة يسعى الجميع إلى إتقانها (Genc & Erbas, 2019, 222- 223).

ويخلُص الباحث إلى أنه من متطلبات تنمية التنور الرياضي لدى التلاميذ ما يأتي:

- تقديم مشكلات واقعية للتلاميذ من خلال مادة الرياضيات تعتمد على استخدام المفاهيم والتعميمات والحقائق الرياضية بحيث يستطيع التلميذ صياغتها رياضيًا ثم توظيف ما تعلمه لحلها ثم تفسير هذا الحل وتقويمه.
- ضرورة أن تكون المشكلات الواقعية المقدمة للتلاميذ غير روتينية؛ بحيث تعالج مشكلة واقعية في حياة التلاميذ.
- استخدام مشكلات يتطلب حلها استخدام صيغ ومعادلات وإجراء الخوارزميات الرياضية.
- استخدام مشكلات تحتوي تفسيرات لاستخدام الرياضيات في سياقات مختلفة.
- استخدام مشكلات تعمل على تنمية الأفكار الإبداعية للتلاميذ.

(٨) دور المعلم في تنمية التنور الرياضي:

يلعب المعلم دورًا مهمًا في تنمية التنور الرياضي لدى التلاميذ، إذ يساعدهم في التمكن من الخبرة الرياضية؛ من أجل تطبيق الرياضيات في حياتهم الواقعية، كما أن ضعف مستوى التلاميذ في التنور الرياضي يمكن أن يرجع إلى الأساليب التعليمية التي تم تطبيقها من قبل المعلمين، حيث لا يمكن للطرق التقليدية بما في ذلك حفظ قواعد الرياضيات أو المعادلات التي لا تتعلق بالحياة الواقعية أو خبرة التلاميذ أن تنمي التنور الرياضي لدى التلاميذ (Sumirattana et al., 2017, 308).

كما تؤثر معتقدات المعلم وممارساته داخل الفصل بشكل كبير على تنمية التنور الرياضي لدى التلاميذ، ومن ثم فإنه لكي تصبح هناك فرصة لجميع التلاميذ ليصبحوا متنورين رياضيًا يتطلب ذلك وجود المعلم الذي يمكنه الشعور بمفهوم التنور الرياضي من حيث أهميته في الحياة الشخصية والاجتماعية، وكذلك الإلمام بالمعرفة والمهارات الرياضية المطلوبة لدمج الممارسات ذات الصلة في دروسهم (Genc & Erbas, 2019, 223).

ويخلُص الباحث إلى أن من أدوار المعلم لتنمية التنور الرياضي لدى تلاميذه ما يأتي:

- تمكين التلاميذ من الخبرة الرياضية من أجل تطبيق الرياضيات في حياتهم الواقعية.
- استخدام طرق التدريس التي تعتمد على أنشطة التلاميذ في حياتهم الواقعية.
- تشجيع التلاميذ على سرد مشكلات واقعية في حياتهم يعتمد حلها على استخدام الرياضيات.
- مساعدة التلاميذ على صياغة المشكلات الواقعية رياضيًا.
- تشجيع التلاميذ على استخدام تفكيرهم المنطقي والناقد عند حل المشكلات.
- إعطاء فرصة للتلاميذ للتواصل رياضيًا من خلال تلخيص نتائج المشكلة وعرضها وتقديم الحل وتفسيره للآخرين.

(٩) دور مدخل (STEM) في تنمية التنور الرياضي:

يقوم مدخل (STEM) على التكامل بين تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من خلال تطبيقاتهم، حيث يعتمد المدخل على استخدام المشكلات الواقعية السياقية للربط بين التخصصات ومن ثم حل هذه المشكلات، وهذا يتطلب من التلاميذ التدريب على تحديد هذه المشكلات وتحليلها وصياغتها في صورة رياضية، كما يتدربون على توظيف ما تعلموه من مفاهيم وتعميمات وحقائق وأدوات ورموز رياضية لحل هذه المشكلات، ثم مناقشة هذه الحلول مع زملائهم وتفسير ما توصلوا إليه من حلول وتحديد صحة أو خطأ ما توصلوا إليه من حلول مما قد ينمي التنور الرياضي لديهم.

المحور الثالث: قلق الرياضيات Mathematics Anxiety

(١) ماهية ومفهوم قلق الرياضيات:

يُعد قلق الرياضيات سلوك مكتسب غالبًا ما ينشأ مبكرًا في تجربة الفرد التعليمية وبمجرد أن يرسخ جذوره تستمر آثاره الضارة خلال السنوات الدراسية اللاحقة (Ng, 2012, 570).

ويصف قلق الرياضيات مشاعر العصبية أو التوتر أو التهيج الذي يعاني منه العديد من التلاميذ عند إجراء العمليات الرياضية (Escalera-Chavez et al., 2019, 508).

ويعرف بليزر Blazer (2011, 1) قلق الرياضيات بأنه "المشاعر السلبية التي تتداخل مع حل المشكلات الرياضية، وهو أكثر من مجرد كراهية لمادة الرياضيات حيث يتجنب التلاميذ أخذ دروس الرياضيات وتجنب المواقف التي تكون فيها الرياضيات ضرورية".

ويعرفه أجوجبيجي وآخرون Ajogbeje et al. (2013, 16) بأنه "شعور بالضغط والخوف الذي يعوق حل المشكلات الرياضية والمعالجات الحسابية في كل من الحياة الواقعية أو الأكاديمية".

ويعرفه حميد وآخرون Hamid et al.(2013, 2) بأنه "خوف عاطفي شديد وغير منطقي من الرياضيات على أساس مشاعر غير واقعية من الإحباط واليأس والعجز المرتبط بالفشل المتكرر أو خبرة عدم النجاح".

ويعرفه المطاوعة Al Mutawah (2015, 239) بأنه "شعور بعدم الراحة والاضطراب الذي يعاني منه بعض التلاميذ عند مواجهة مشكلات رياضية".

ويعرفه شارما Sharma (2016, 509) بأنه "ظاهرة مكتسبة توصف ردود فعل الفرد المعرفية والعاطفية مثل الخوف والقلق والتوتر وردود الفعل الفسيولوجية تجاه الرياضيات".

ويعرفه ألكان Alkan (2018, 568) بأنه "استجابة سلبية تجاه الرياضيات، وتنتج هذه المشاعر السلبية عن الأداء الضعيف وعدم استيعاب المفاهيم الرياضية".

ويعرفه أوكيف وآخرون O'Keeffe et al.(2018, 608) بأنه "خوف أو حالة من عدم الراحة عند مواجهة مهام أو مشكلات رياضية".

ويعرفه بيسر وآخرون Bicer et al. (2020, 1) بأنه "رد فعل عاطفي للخوف والتوتر والضغط والعجز والخلل العقلي عند التعامل مع مشكلة رياضية أو هو شعور سلبي تجاه الرياضيات أو فرص ممارستها".

من تعريفات قلق الرياضيات يخلص الباحث إلى أن قلق الرياضيات:

- سلوك مكتسب.
- يتصف بالمشاعر السلبية تجاه الرياضيات.
- يرتبط بالفشل المتكرر وخبرات عدم النجاح أو عدم استيعاب المفاهيم والتعميمات الرياضية.

ويُعرف الباحث قلق الرياضيات إجرائيًا بأنه "مشاعر سلبية تصف مشاعر التوتر والخوف وعدم الراحة والضغط والعجز الذي يشعر به بعض التلاميذ عند مواجهة مهام أو مشكلات رياضية في الحياة الواقعية أو الأكاديمية، ويُقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في مقياس قلق الرياضيات الذي أعده الباحث لذلك".

(٢) أعراض قلق الرياضيات:

يمكن أن يكون لقلق الرياضيات تأثيرًا جسديًا ونفسيًا وتعليميًا كبيرًا على التلاميذ، حيث أظهر التلاميذ الذين يعانون من قلق الرياضيات أعراضًا فسيولوجية عند التعامل مع العمليات الرياضية مثل زيادة معدل ضربات القلب واضطراب المعدة والدوار، وتشمل الأعراض النفسية عدم القدرة على التركيز والشعور بالعجز والقلق والخزي، وتشمل الأعراض السلوكية تجنب التلاميذ دروس الرياضيات وتأجيل واجبات الرياضيات حتى اللحظة الأخيرة وعدم الدراسة بانتظام ما يؤثر على تحصيلهم للرياضيات ويؤثر بعد ذلك على اختياراتهم المهنية (Federici et al., 2015, 148)، (Deringol, 2018, 538)، (Bicer et al., 2020, 1).

ويخلُص الباحث إلى أن أهم الأعراض التي قد تظهر لدى التلاميذ ذوي قلق الرياضيات المرتفع ما يأتي:

- تجنب تنفيذ المهام أو المشكلات الرياضية أو أية مهام تكون ذات صلة بالرياضيات.
- انخفاض مستواهم في تحصيل الرياضيات.
- المشاعر السلبية من خوف وتوتر وضغط وعجز عند تنفيذ المهام أو المشكلات الرياضية.

(٣) أسباب قلق الرياضيات:

تشير بعض الدراسات إلى أن أصل قلق الرياضيات معقد وأن القلق يُشَّكل نتيجة ثلاثــة عوامــل هي (Aksu et al., 2016, 65)، (Yavuz, 2018, 21- 22)، (Aydin & Aytekin, 2019, 422)، (Sanders et al., 2019, 147- 148):

١- **العوامل الشخصية:** تشمل السمات الشخصية للتلاميذ مثل انخفاض تقدير الذات أو الخجل والإحباط وانخفاض الكفاءة الذاتية وانخفاض الدافع وعدم الثقة بالنفس والحكم غير الصحيح على قدرتهم في الرياضيات، والأفكار المسبقة مثل التفكير في أن الذكور فقط يمكنهم النجاح في الرياضيات.

٢- **العوامل الفكرية:** تشمل مواقف ومعتقدات واتجاهات التلاميذ، واستخدام استراتيجيات التدريس غير المناسبة لأنماط التعلم للتلاميذ، وعدم القدرة على فهم المفاهيم الرياضية، والأفكار الخاطئة، وطريقة التفكير التي تؤكد أن الرياضيات ليست ضرورية.

٣- **العوامل البيئية:** تشمل معتقدات وتوقعات ومواقف الوالدين، والتجارب السلبية التي تتم مواجهتها في الفصل مثل الكتب الدراسية غير المفهومة، والتركيز على أداء الاختبار دون الفهم، ومعلم الرياضيات الضعيف، وكذلك المعلمين غير العاطفيين أو غير المؤهلين تربويًا، وعدم تشكيل المفاهيم الرياضية السابقة في الوقت المناسب (مثل إدخال الرياضيات كمجموعة من القوانين الصارمة بدءً من السنوات الأولى من العملية التعليمية)، ومناخ الفصل الدراسي الذي يركز على المعلم حيث يكون دور التلاميذ سلبي.

كما حدد بعض الباحثين أسباب قلق الرياضيات فيما يأتي (Ng, 2012, 570)، (Catlioglu et al., 2014, 111):

١- **المعلمون:** يمكن أن يكون المعلم هو المصدر الرئيس لتوتر وقلق تلاميذه، فقد يلجأ المعلمون الذين يشتكون من عدم كفاية الوقت التعليمي إلى إعداد تلاميذهم للنجاح في الاختبار بدلاً من الفهم وهذا يخلق مزيدًا من التوتر عندما يواجه التلاميذ مشكلات غير تقليدية أو عندما تصبح الرياضيات أكثر تقدمًا، ومن الممكن أن يكون المعلمون أصلاً قلقون وينقلون هذا القلق إلى تلاميذهم.

٢- **الوالدين:** يمكن للوالدين أن ينقلوا خوفهم وقلقهم من الرياضيات لأبنائهم، كما يمكن أن يتسبب الوالدين الذين يهتمون بشكل مفرط بنتائج الاختبارات بالضغط على أبنائهم.

٣- **طرق التدريس:** يمكن أن تؤثر طرق التدريس على قلق التلاميذ من الرياضيات حيث أثبتت الدراسات أن الطرق التقليدية التي تعتمد على المعلم أكثر تزيد من مخاوف وقلق التلاميذ.

٤- **طبيعة مادة الرياضيات:** يُنظر إلى مادة الرياضيات على أنها مادة جافة حيث أن العديد من التلاميذ غير قادرين على رؤية التطبيق العملي فنادرًا ما يحاول المعلمون إجراء اتصالات وروابط بين الرياضيات وتطبيقاتها، كما أنه نظرًا لطبيعة الرياضيات التراكمية والمتسلسلة، فإذا فات التلاميذ شيئًا ما فإنه من المحتمل أنهم قد لا يفهمونه تمامًا.

٥- **التلاميذ:** يؤدي الأداء الضعيف بشكل متكرر إلى فقدان بعض التلاميذ للثقة بأنفسهم وزيادة توترهم، كما أن بعضهم يعتقدون أن الرياضيات هي مقياس لذكائهم ويكونون محرجون بسبب أدائهم غير الكافي فيها.

ويخلُص الباحث إلى أن من أسباب قلق الرياضات لدى التلاميذ ما يأتي:

- عدم ربط الرياضيات بواقع وحياة التلاميذ مما يجعل الرياضيات مادة جافة وغير مهمة وصعبة مما يجعل التلاميذ يشعرون بالقلق منها.
- عدم استخدام طرق التدريس التي تتناسب مع أنماط التعلم المختلفة للتلاميذ.
- عدم مراعاة الفروق الفردية بين التلاميذ.
- الضغط الذي يمارسه بعض أولياء الأمور على أبنائهم نتيجة خوفهم أو قلقهم من الرياضيات.
- السمات الشخصية لدى بعض التلاميذ مثل ضعف تقديرهم لذواتهم والخجل الشديد وسرعة الإحباط.
- الأفكار السلبية المسبقة عن الرياضيات.

(٤) استراتيجيات خفض قلق الرياضيات:

يمكن استخدام مجموعة من الاستراتيجيات من قبل المعلمين والوالدين والتلاميذ أنفسهم لخفض قلق الرياضيات وفيما يأتي توضيح لذلك (Blazer, 2011, 2-6)، (Vasquez-Colina et al., 2014, 41)، (Mkhize, 2019, 3):

١- **المعلمون:** وجد الباحثون أن ممارسات المعلمين لها تأثيرًا قويًا على قلق التلاميذ من الرياضيات وفيما يأتي التقنيات التي يمكن للمعلمين استخدامها لتقليل قلق تلاميذهم من الرياضيات:

- تطوير مهارات قوية ومواقف إيجابية تجاه الرياضيات.
- ربط الرياضيات بالحياة الواقعية للتلاميذ.
- تشجيع التعلم النشط.
- استيعاب أنماط التعلم المتنوعة للتلاميذ.
- إعطاء تركيز أقل على الإجابات الصحيحة والسرعة في إجراء العمليات الحسابية.
- تنظيم التلاميذ في مجموعات التعلم التعاوني.
- تقديم الدعم والتشجيع للتلاميذ.
- تجنب وضع التلاميذ في مواقف محرجة وخاصة أمام زملائهم.
- عدم استخدام الرياضيات أبدًا كعقاب.
- إزالة المفاهيم الخاطئة الضارة والشائعة.
- استخدام التكنولوجيا في الفصل الدراسي.
- استخدام مجموعة متنوعة من أساليب التقويم.

٢- **الوالدين:** وجدت الدراسات أن الوالدين لهم تأثيرًا قويًا على مواقف أبنائهم تجاه الرياضيات، وفيما يأتي الاستراتيجيات التي يمكن للوالدين استخدامها لخفض قلق الرياضيات لدى أبنائهم:

- عدم التعبير عن مواقف سلبية من الرياضيات.
- وضع توقعات واقعية لمستوى أبنائهم في الرياضيات.
- مراقبة تقدم أبنائهم في الرياضيات.
- شرح الاستخدامات والتطبيقات الإيجابية للرياضيات.

٣- **التلاميذ:** اقترح الباحثون عدة استراتيجيات يمكن للتلاميذ استخدامها لخفض قلقهم من الرياضيات ومنها:

- التدريب على الرياضيات كل يوم.
- استخدام أسلوب دراسة جيد.
- الدراسة وفقًا لنمط التعلم الخاصة بهم.
- التركيز على النجاحات السابقة.
- طلب المساعدة عند الحاجة.

ويقترح الباحث بعض الأساليب التي يمكن أن تساعد في خفض قلق الرياضيات لدى التلاميذ ومنها:

- استخدام مشكلات رياضية واقعية من حياة التلميذ لربط الرياضيات بواقع وحياة التلميذ حتى يشعر بأن الرياضيات مادة مألوفة ومثيرة وأنها ذات فائدة وغير جافة.
- استخدام طرق التدريس المشوقة التي تعتمد على نشاط التلميذ.
- استخدام طرق التدريس التي تراعي أنماط التعلم المختلفة للتلاميذ بحيث يستطيع كل تلميذ أن يتعلم وفقًا لنمط التعلم المفضل لديه.
- تشجيع التلاميذ على تنفيذ وحل المهام والمشكلات الرياضية والتأكيد على أن كل تلميذ قد يخطأ وأن كل تلميذ له فرصة لتحسين مستواه.
- التنوع في التمارين ودرجة صعوبتها.

(٥) دور مدخل (STEM) في خفض قلق الرياضيات:

يعتمد مدخل (STEM) على استخدام المشكلات الواقعية السياقية للربط بين تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، مما يجعل التلاميذ يتعلمون الرياضيات بطريقة واقعية وذات صلة بحياتهم، مما قد يعمل على زيادة قدرة التلاميذ على استكشاف وحل المشكلات التي تقابلهم في حياتهم مما يجعلهم يشعرون بأن الرياضيات ذات مغزى وأنها مادة مألوفة وذات فائدة وغير جافة مما يزيد ثقتهم بأنفسهم في تعلم الرياضيات ومن ثم قد يعمل على خفض قلق الرياضيات لديهم.

وقد استفاد الباحث من الإطار النظري للبحث في إعداد قائمة عمليات التنور الرياضي، وكذلك تحديد أسس البرنامج المقترح وخطوات السير في تدريسه، وكذلك في إعداد اختبار التنور الرياضي ومقياس قلق الرياضيات، وأيضًا في وضع فروض البحث كما يأتي:

فروض البحث:

١. يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التنور الرياضي ككل وعملياته (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية) كلٍ على حدة لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

٢. يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التنور الرياضي ككل وعملياته (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية) كلٍ على حدة لصالح التطبيق البعدي.

٣. يتصف البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي بدرجة تأثير كبيرة في تنمية التنور الرياضي بعملياته (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية) لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

٤. يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس قلق الرياضيات لصالح تلاميذ المجموعة الضابطة.

٥. يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس قلق الرياضيات لصالح التطبيق القبلي.

٦. يتصف البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي بدرجة تأثير كبيرة في خفض قلق الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

إعداد أدوات ومواد البحث وإجراءاته التجريبية:

أولاً: إعداد مواد وأدوات البحث:

مر البحث في إعداده لمواده وأدواته بالخطوات الآتية:

(١) إعداد قائمة عمليات التنور الرياضي:

للإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث والذي ينص على "ما عمليات التنور الرياضي اللازمة لتلاميذ المرحلة الإعدادية؟"، قام الباحث بإعداد قائمة عمليات التنور الرياضي وفقًا للخطوات الآتية:

١- تحديد الهدف من القائمة:

تهدف قائمة عمليات التنور الرياضي إلى تحديد عمليات التنور الرياضي اللازمة لتلاميذ المرحلة الإعدادية، ومعيار أداء كل عملية من عمليات التنور الرياضي ومؤشرات الأداء الدالة على كل عملية.

٢- إعداد القائمة في صورتها الأولية:

لإعداد قائمة عمليات التنور الرياضي اللازمة لتلاميذ المرحلة الإعدادية في صورتها الأولية قام الباحث بالاطلاع على بعض الدراسات والأدبيات السابقة التي تناولت التنور الرياضي منها: طومسون وآخرون Thomson et al. (2013)، فيردوس وآخرون Firdaus et al. (2017)، يانسن وآخرون Yansen et al. (2019)، منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية OECD (2019).

وفي ضوء ذلك قام الباحث بإعداد قائمة أولية لعمليات التنور الرياضي، وتكونت القائمة في صورتها الأولية من عمليات التنور الرياضي ومعيار أداء كل عملية من عمليات التنور الرياضي، وكذلك مؤشرات الأداء التي ينبغي أن يمتلكها التلاميذ للدلالة على امتلاكهم لكل عملية من هذه العمليات.

٣- ضبط القائمة:

لضبط قائمة عمليات التنور الرياضي تم عرضها في صورتها الأولية على مجموعة من السادة المحكمين (ملحق ١)؛ لإبداء الرأي في مناسبة كل عملية من عمليات التنور الرياضي لتلاميذ المرحلة الإعدادية، وتمثيل معيار الأداء لكل عملية من عمليات التنور

الرياضي، وانتماء كل مؤشر من مؤشرات الأداء لكل عملية من عمليات التنور الرياضي التي وضعت للدلالة عليه، ومناسبة هذه المؤشرات لتلاميذ المرحلة الإعدادية، وسلامة الصياغة اللغوية لمعيار الأداء ومؤشرات الأداء الخاصة بكل عملية من عمليات التنور الرياضي.

وتمثلت أهم ملاحظات السادة المحكمين في تعديل وحذف بعض مؤشرات الأداء الدالة على كل عملية من عمليات التنور الرياضي؛ وذلك لعدم وضوحها أو صعوبة قياسها أو لعدم مناسبتها للعملية التي وضعت للدلالة عليها، أو لعدم مناسبتها لتلاميذ المرحلة الإعدادية، وكذلك تعديل بعض الصياغات اللغوية لمعيار الأداء أو مؤشرات الأداء الدالة على كل عملية من عمليات التنور الرياضي، وقد قام الباحث بإجراء هذه التعديلات.

٤- إعداد قائمة عمليات التنور الرياضي في صورتها النهائية:

تم إجراء تعديلات السادة المحكمين، ومن ثم أصبحت قائمة عمليات التنور الرياضي في صورتها النهائية (ملحق ٢)، والقائمة في صورتها النهائية مكونة من عمليات التنور الرياضي (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية)، وأمام كل عملية من العمليات الثلاث معيار أداء هذه العملية، وكذلك مؤشرات الأداء الدالة على العملية والتي ينبغي أن يمتلكها التلاميذ للدلالة على امتلاكهم لكل عملية من عمليات التنور الرياضي.

وبالتوصل للصورة النهائية لقائمة عمليات التنور الرياضي تكون تمت الإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث.

(٢) إعداد البرنامج المقترح:

للإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة البحث الذي ينص على "ما البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي في تنمية التنور الرياضي وخفض قلق الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية؟"، قام الباحث بإعداد البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي وفقًا للخطوات الآتية:

١- تحديد أسس بناء البرنامج:

اعتمد البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي على عدد من الأسس منها:

- فلسفة مدخل (STEM) التكاملي، وطبيعة التكامل بين مجالاته الأربعة (العلوم، التكنولوجيا، الهندسة، والرياضيات) وأهدافه والأسس التي يستند إليها.
- التنور الرياضي كهدف رئيسي لتعلم الرياضيات.
- أهمية خفض قلق الرياضيات لدى التلاميذ.
- خصائص تلاميذ المرحلة الإعدادية وطبيعة نموهم.
- الأهداف العامة لتدريس الرياضيات في المرحلة الإعدادية.
- طبيعة مادة الرياضيات من حيث كونها بناء استدلالي يبدأ من البسيط إلى المركب، وكذلك التسلسل المنطقي والمترابط بين موضوعاتها.
- طبيعة العصر وما يتميز به من تطور سريع، وظهور التقنيات التكنولوجية الحديثة.

٢- تحديد أهداف البرنامج:

يهدف البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) إلى تنمية التنور الرياضي بعملياته (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية)، وخفض قلق الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، ولتحقيق هذا الهدف يستلزم تحقيق بعض الأهداف الخاصة والتي تمثل مخرجات التعلم المستهدفة من البرنامج المقترح، حيث ينبغي في نهاية البرنامج أن يكون التلميذ قادرًا على أن:

- يتعرف المشكلات الرياضية التي تواجهه في الحياة اليومية وتفسيرها.
- يصيغ الرياضيات في مجموعة متنوعة من السياقات.
- يترجم المشكلات اليومية في سياق الرياضيات.
- يستخدم المعرفة والإجراءات الرياضية لحل المشكلات.
- يستخدم الاستدلال الرياضي والمفاهيم والإجراءات والحقائق والأدوات لوصف وشرح والتنبؤ بالظواهر.
- يفسر النتائج الرياضية في سياق المشكلة الواقعية.

- يفكر في الأساليب المطبقة وصياغة النتائج وتوصيلها.
- يُفّعل القيم الرياضية ليكون مواطنًا صالحًا.
- يقدم فوائد حول دور الرياضيات في العالم.
- تكوين مشاعر إيجابية نحو مادة الرياضيات وخفض الشعور بالقلق منها.

٣- تحديد محتوى البرنامج:

تكون البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي من:

أ) **كتاب التلميذ في وحدتي (العلاقة بين متغيرين، الإحصاء):** تم تحديد وحدتي (العلاقة بين متغيرين، الإحصاء) المقررتين على تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بالفصل الدراسي الأول لإعادة بناءهما وصياغتهما بما يتناسب مع فلسفة مدخل (STEM) التكاملي ليمثلا موضوعات البرنامج المقترح؛ وذلك لما تتميز به الوحدتين من موضوعات يمكن تطبيقها في الحياة الواقعية، حيث تم تحليل محتوى وحدتي (العلاقة بين متغيرين، الإحصاء)، ثم تحديد الأهداف الإجرائية لكل موضوع من موضوعات الوحدتين وذلك في ضوء عمليات التنور الرياضي (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية) والتي تمثل مخرجات تعلم مستهدفة تم مراعاة تضمينها في موضوعات الوحدتين، وبعدها تمت إعادة بناء وصياغة محتوى الوحدتين بما يتناسب مع فلسفة مدخل (STEM) التكاملي وبما يحقق تنمية التنور الرياضي وخفض قلق الرياضيات لدى التلاميذ، حيث تمت بناء إعداد وصياغة المحتوى في صورة محتوي تعليمي يتضمن أنشطة وتدريبات تعمل على دمج مدخل (STEM) التكاملي في كل موضوع من موضوع الوحدتين، وذلك من خلال دمج موضوعات مادة الرياضيات كمادة أساسية ومحورية من خلال تطبيقاتها مع العلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسي، وذلك من خلال مشكلات واقعية من حياة التلاميذ.

ب)**دليل المعلم لتدريس موضوعات البرنامج المقترح:** تم إعداد دليل المعلم لتدريس موضوعات البرنامج المقترح وفقًا لمدخل (STEM) التكاملي، ليوجه المعلم ويرشده أثناء تدريس موضوعات البرنامج المقترح، ويتضمن الدليل الأجزاء الآتية:

- مقدمة الدليل: حيث يوضح للمعلم في هذا الجزء الهدف العام للدليل والفلسفة التي يقوم عليها، والتي تتضمن توضيحًا لعمليات التنور الرياضي ومفهوم قلق الرياضيات، ومفهوم مدخل (STEM) التكاملي، كما تتضمن المقدمة توضيحًا لأهمية وحدتي (العلاقة بين متغيرين، الإحصاء)، وكذلك الأهداف الإجرائية لموضوعات هاتين الوحدتين، والخطة الزمنية لتدريس تلك الموضوعات، ومصادر التعلم التي يمكن أن يستعين بها المعلم لتساعده في تدريس الوحدتين.
- الموضوعات التي تتضمنها وحدتي (العلاقة بين متغيرين، الإحصاء) وخطوات السير في تدريسها وفقًا لمدخل (STEM) التكاملي.

٤- تحديد الأنشطة التعليمية المستخدمة في البرنامج المقترح:

يعتمد البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي على عدد من الأنشطة منها:

- أنشطة تعليمية خاصة بمادة الرياضيات يكتسب منها التلميذ مفاهيم ومهارات رياضية.
- أنشطة خاصة بمادة العلوم والتي يكتسب منها التلميذ مفاهيم ومهارات في مادة العلوم لها علاقة بمادة الرياضيات وتطبيقاتها.
- أنشطة تعمل على الاستفادة من التكنولوجيا الحديثة والبحث في شبكة الانترنت.
- أنشطة تعمل على تنفيذ التلاميذ لمشروع يصمموا من خلاله منتج.

٥- تحديد مصادر التعلم المستخدمة في البرنامج المقترح:

يعتمد البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي على عدد من مصادر التعلم التي يمكن الاستفادة منها في تحقيق أهدافه منها: كتاب التلميذ – ورق مقوى – مسامير– خيط ملون – لوح خشبي– مشابك– علب كانز – أقلام ملونة – صلصال – أعواد كبريت.

٦- تحديد استراتيجيات التدريس المستخدمة في البرنامج المقترح:

يعتمد البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي على استخدام العديد من الاستراتيجيات التي تتناسب مع طبيعة البرنامج المقترح وأسسه والهدف منه مثل: الاستقصاء– الحوار والمناقشة – حل المشكلات – التعلم التعاوني – النمذجة، التعلم الذاتي.

٧- تحديد أساليب التقويم المستخدمة في البرنامج المقترح:

يعتمد البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي على عدة أساليب لتقويم التلاميذ والتأكد من تحقيق أهداف البرنامج، وكذلك متابعة تقدم التلاميذ أثناء تنفيذ البرنامج، وتحديد الصعوبات التي تواجههم أثناء تنفيذ البرنامج، ويتم التقويم في البرنامج وفقًا لثلاثة مستويات:

أ. **التقويم القبلي:** يهدف التقويم القبلي إلى الكشف عن مستوى التلاميذ في التنور الرياضي بعملياته (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية) ومستوى قلق الرياضيات لديهم وذلك قبل البدء في تدريس موضوعات البرنامج المقترح، ويتمثل في التطبيق القبلي لأداتي القياس (اختبار التنور الرياضي، مقياس قلق الرياضيات).

ب. **التقويم البنائي:** يهدف التقويم البنائي إلى التعرف على مستوى تحصيل التلاميذ، ومدى تقدمهم أثناء تدريس موضوعات البرنامج المقترح ويتمثل في التدريبات والتمارين الموجودة بكل درس.

ج. **التقويم النهائي:** يهدف التقويم النهائي إلى الكشف عن فاعلية البرنامج ومدى تحقيقه لأهدافه، وتحديد مستوى التلاميذ ومدى تحقيقهم لمخرجات التعلم المستهدفة بعد دراستهم لموضوعات البرنامج المقترح، ويتمثل في التطبيق البعدي لأداتي القياس (اختبار التنور الرياضي، مقياس قلق الرياضيات).

٨- ضبط البرنامج:

لضبط البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي تم عرضه في صورته الأولية مشتملًا كتاب التلميذ في وحدتي (العلاقة بين متغيرين، الإحصاء) ودليل المعلم لتدريس البرنامج على مجموعة من السادة المحكمين؛ لإبداء رأيهم وملاحظاتهم على البرنامج، وبعد إجراء تعديلات السادة المحكمين أصبح البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي في صورته النهائية متضمنًا كتاب التلميذ في وحدتي (العلاقة

بين متغيرين، الإحصاء) (ملحق ٣)، ودليل المعلم لتدريس موضوعات البرنامج المقترح (ملحق ٤).

وبالتوصل للصورة النهائية للبرنامج المقترح تكون تمت الإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة البحث.

(٣) إعداد اختبار التنور الرياضي:

تم إعداد اختبار التنور الرياضي وفقًا للخطوات الآتية:

١- **تحديد الهدف من الاختبار:** يهدف اختبار التنور الرياضي إلى قياس مستوى تمكن تلاميذ الصف الثاني الإعدادي من عمليات التنور الرياضي (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية).

٢- **تحديد أبعاد الاختبار:** تمثلت أبعاد اختبار التنور الرياضي في العلميات الثلاث للتنور الرياضي (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية).

٣- **إعداد مفردات الاختبار:** بعد تحديد عمليات التنور الرياضي المراد تنميتها لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وكذلك تحديد الهدف من اختبار التنور الرياضي وتحديد أبعاده، والاطلاع على بعض الدراسات التي اهتمت بتنمية التنور الرياضي، والاطلاع على الأسئلة المتاحة من اختبارات PISA في المحور الخاص بالتنور الرياضي، والاطلاع على الإطار العملي التحليلي للتنور الرياضي في اختبارات PISA ، تم إعداد اختبار التنور الرياضي في صورته الأولية بحيث يكون متوافق مع أسئلة اختبارات PISA من حيث طريقة عرض المفردة، ويتكون اختبار التنور الرياضي من مفردات على صورة مشكلات واقعية، يتطلب بعضها من التلاميذ اختيار الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المُعطاه، ويتطلب بعضها إنتاج إجابة بعد قراءة المشكلة، ويتطلب البعض الآخر إعطاء تفسير أو تبرير للمشكلة المُعطاه، وتم إعداد مفردات الاختبار بحيث يتطلب تنفيذ المطلوب فيها استخدام إحدى عمليات التنور الرياضي (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية).

٤- **وضع تعليمات الاختبار:** تمت صياغة مجموعة من تعليمات اختبار التنور الرياضي، والتي توضح للتلاميذ بعض التعليمات التي يجب أن يتبعوها عند الإجابة عن مفردات اختبار التنور الرياضي، حيث يُطلب من التلاميذ قراءة كل مفردة من مفردات الاختبار جيدًا قبل الإجابة عنها، وعدم ترك أية مفردة دون الإجابة عنها، وأن يلتزموا بالإجابة في المكان المحدد، وأن تكون إجاباتهم بخط واضح، كما تتضمن التعليمات الزمن المخصص لأداء الاختبار، وقد راعى الباحث عند وضع تعليمات اختبار التنور الرياضي اختيار كلمات واضحة وسهلة للتعبير عن تعليمات الاختبار.

٥- **ضبط الاختبار:** لضبط اختبار التنور الرياضي تم عرضه في صورته الأولية على مجموعة من السادة المحكمين لإبداء رأيهم وملاحظاتهم في مفردات الاختبار، ومناسبة كل مفردة من هذه المفردات للبُعد الذي وضعت لقياسه، ومناسبة اختبار التنور الرياضي لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وكذلك إبداء رأيهم في تعليمات الاختبار من حيث وضوحها وسلامة الصياغة اللغوية وسهولة فهمها، وبعد إجراء تعديلات السادة المحكمين تم تجريب اختبار التنور الرياضي في صورته الأولية استطلاعيًا على مجموعة من التلاميذ بلغ عددهم (٦٠) تلميذًا، وبعد عرض اختبار التنور الرياضي في صورته الأولية على السادة المحكمين وتجربته استطلاعيًا تم ضبط الاختبار كما يأتي:

أ- **التأكد من وضوح تعليمات الاختبار:** تم التأكد من وضوح وسلامة الصياغة اللغوية للتعليمات التي وضعت لاختبار التنور الرياضي، ومناسبتها لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وذلك بعد إجراء التعديلات التي اقترحها السادة المحكمين والتي تمثلت في تعديل بعض الألفاظ والصياغات اللغوية في بعض الكلمات لزيادة وضوح التعليمات، ومن ثم تمت كتابة تعليمات الاختبار في صورتها النهائية.

ب- **التأكد من صدق الاختبار:** تم التأكد من صدق اختبار التنور الرياضي وذلك بعرضه على مجموعة من السادة المحكمين، والتأكد من مناسبة كل مفردة من مفردات اختبار التنور الرياضي للبُعد الذي وضعت لقياسه، ومناسبة الاختبار

لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي، ومن ثم إجراء التعديلات التي اقترحه السادة المحكمين، ويُعد ذلك مؤشرًا على صدق اختبار التنور الرياضي.

ج- **التأكد من ثبات الاختبار:** تم التأكد من ثبات اختبار التنور الرياضي وكل بُعد من أبعاده باستخدام معادلة (ألفا كرونباخ)، وجاءت معاملات الثبات كما هي موضحة بالجدول الآتي:

جدول (١) معاملات ثبات اختبار التنور الرياضي وأبعاده

البُعد	صياغة المواقف رياضيًا	توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية	تفسير وتقويم النتائج الرياضية	الاختبار ككل
معامل الثبات	٠.٨١	٠.٧٩	٠.٨٤	٠.٨٢

من الجدول السابق يتضح أن معامل الثبات لاختبار التنور الرياضي ككل والأبعاد الثلاثة المكونة له مرتفعة، مما يدل على ثبات الاختبار وصلاحيته للتطبيق.

د- **حساب معاملات السهولة لمفردات الاختبار:** لحساب معاملات السهولة لكل مفردة من مفردات اختبار التنور الرياضي، اعتبر الباحث أن المفردة شديدة السهولة في اختبار التنور الرياضي هي المفردة التي يزيد معامل السهولة لها عن (٠.٨)، وأن المفردة شديدة الصعوبة هي التي يقل معامل السهولة لها عن (٠.٢)، وتم حساب معاملات السهولة لمفردات الاختبار حيث وقعت معاملات السهولة لمفردات اختبار التنور الرياضي في الفترة [٠.٢٩، ٠.٧٢] ، وبذلك تصبح جميع مفردات اختبار التنور الرياضي مناسبة من حيث السهولة.

ه- **حساب معاملات التمييز لمفردات الاختبار:** لحساب معاملات التمييز لكل مفردة من مفردات اختبار التنور الرياضي تم استخدام طريقة الفروق الطرفية، بحيث تكون المفردة في اختبار التنور الرياضي مناسبة من حيث التمييز إذا كان معامل التمييز لها لا يقل عن (٠.٢)، وقد وقعت معاملات التمييز لمفردات اختبار التنور الرياضي في الفترة [٠.٣٠، ٠.٧٦]، وبذلك تصبح جميع مفردات اختبار التنور الرياضي مناسبة من حيث التمييز.

و- **حساب الزمن اللازم لأداء الاختبار:** لحساب الزمن اللازم للإجابة عن مفردات اختبار التنور الرياضي تم حساب متوسط الزمن الذي سجله تلاميذ المجموعة الاستطلاعية في أداء الاختبار، حيث تم التوصل إلى أن الزمن المناسب لأداء الاختبار هو (١٢٠) دقيقة تقريبًا.

٦- **إعداد الاختبار في صورته النهائية:** بعد ضبط الاختبار والتأكد من صلاحيته للتطبيق، تم إعداد اختبار التنور الرياضي في صورته النهائية (ملحق ٥)، ويتكون اختبار التنور الرياضي في صورته النهائية من (٢٧) مفردة في صورة مشكلات واقعية، يتطلب بعضها من التلاميذ اختيار الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المُعطاه، ويتطلب بعضها إنتاج إجابة بعد قراءة المشكلة، ويتطلب البعض الأخر إعطاء تفسير أو تبرير للمشكلة المُعطاه، وتم إعداد مفردات الاختبار بحيث يتطلب تنفيذ المطلوب فيها استخدام إحدى عمليات التنور الرياضي (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية)، والجدول الآتي يوضح توزيع مفردات اختبار التنور الرياضي على الأبعاد المكونة للاختبار:

جدول (٢) توزيع مفردات اختبار التنور الرياضي على الأبعاد المكونة للاختبار

م	البُعد	المفردات التي تقيسه	عدد المفردات
١	صياغة المواقف رياضيًا	١ ، ٤ ، ٧ ، ١٠ ، ١٣ ، ١٦ ، ١٩ ، ٢٢ ، ٢٥	٩
٢	توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية	٢ ، ٥ ، ٨ ، ١١ ، ١٤ ، ١٧ ، ٢٠ ، ٢٣ ، ٢٦	٩
٣	تفسير وتقويم النتائج الرياضية	٣ ، ٦ ، ٩ ، ١٢ ، ١٥ ، ١٨ ، ٢١ ، ٢٤ ، ٢٧	٩
المجموع			٢٧

٧- **تحديد طريقة تصحيح الاختبار:** تم إعداد نموذج إجابة لمفردات اختبار التنور الرياضي (ملحق ٦)، حيث يوضح فيه إجابة كل مفردة والدرجة المخصصة لها،

وبلغت الدرجة النهائية لاختبار التنور الرياضي (٨٠) درجة، والجدول الآتي يوضح توزيع درجات اختبار التنور الرياضي:

جدول (٣) توزيع درجات اختبار التنور الرياضي على الأبعاد المكونة للاختبار

البُعد	صياغة المواقف رياضيًا	توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية	تفسير وتقويم النتائج الرياضية	الاختبار ككل
الدرجة	٢٣	٣٠	٢٧	٨٠
النسبة المئوية	% ٢٨.٧٥	% ٣٧.٥٠	% ٣٣.٧٥	% ١٠٠

(٤) إعداد مقياس قلق الرياضيات:

تم إعداد مقياس قلق الرياضيات وفقًا للخطوات الآتية:

١- تحديد الهدف من المقياس:

يهدف مقياس قلق الرياضيات إلى قياس مستوى قلق الرياضيات لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

٢- تحديد أبعاد المقياس:

تم تحديد أبعاد مقياس قلق الرياضيات في الأبعاد (قلق التعلم الصفي لمادة الرياضيات، قلق مذاكرة مادة الرياضيات، قلق الرياضيات في المواقف الحياتية، قلق اختبار مادة الرياضيات، القلق من طبيعة مادة الرياضيات، القلق من معلم الرياضيات).

٣- تحديد شكل المقياس المستخدم:

تم اختيار المقياس الثلاثي المتدرج (دائمًا – أحيانًا – أبدًا)؛ وذلك لملائمته لطبيعة عبارات قلق الرياضيات، وكذلك لملائمته لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي، والشكل العام لمقياس قلق الرياضيات يتكون من عبارات تقريرية، ويُطلب من التلميذ اختيار إحدى الاستجابات (دائمًا – أحيانًا – أبدًا) أمام كل عبارة حسب رأيه.

٤- صياغة عبارات المقياس:

بعد تحديد الهدف من المقياس وتحديد شكله وأبعاده، تمت صياغة عبارات مقياس قلق الرياضيات في صورة عبارات تقريرية تمثل مشاعر القلق لدى بعض التلاميذ نحو المواقف التي تتعلق بالرياضيات سواءً كان ذلك داخل الفصل أو عند مذاكرتها أو عند

التعامل بها في المواقف الحياتية أو عند أداء اختبارها أو من معلم الرياضيات، وتمت صياغة عبارات المقياس بحيث تتضمن عبارات موجبة وهي التي تعكس درجة انخفاض في قلق الرياضيات، وعبارات سالبة وهي التي تعكس درجة ارتفاع في قلق الرياضيات، وتمت مراعاة وضوح عبارات المقياس وإيجازها قدر الإمكان، وألاّ توحي العبارات باستجابات معينة، وأن تكون مناسبة لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

٥- وضع تعليمات المقياس:

تمت صياغة مجموعة من تعليمات مقياس قلق الرياضيات، والتي توضح للتلاميذ كيفية الإجابة عن عبارات المقياس والتعليمات التي يجب أن يتبعوها عند الإجابة، والتي تتضمن عدم ترك عبارة دون إبداء رأيهم فيها، وكذلك اختيار استجابة واحدة لكل عبارة، وكذلك الإجابة عن المقياس بكل صدق وأمانة.

٦- ضبط المقياس:

لضبط مقياس قلق الرياضيات تم عرضه في صورته الأولية على مجموعة من السادة المحكمين لإبداء رأيهم وملاحظاتهم في عبارات المقياس من حيث صياغتها اللغوية ومناسبتها للهدف من المقياس، ومناسبة مقياس قلق الرياضيات لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وكذلك إبداء رأيهم في تعليمات المقياس من حيث وضوحها وسلامة الصياغة اللغوية وسهولة فهمها، وبعد إجراء تعديلات السادة المحكمين تم تجريب مقياس قلق الرياضيات في صورته الأولية استطلاعيًا على مجموعة من التلاميذ بلغ عددهم (٦٠) تلميذًا، وبعد عرض مقياس قلق الرياضيات في صورته الأولية على السادة المحكمين وتجربته استطلاعيًا تم ضبط المقياس كما يأتي:

أ- **التأكد من وضوح تعليمات المقياس:** تم التأكد من وضوح وسلامة الصياغة اللغوية للتعليمات التي وضعت لمقياس قلق الرياضيات، ومناسبتها لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي، ومناسبتها لمقياس قلق الرياضيات، وذلك بعد إجراء تعديلات السادة المحكمين التي تمثلت في تعديل بعض الألفاظ والصياغات اللغوية في بعض الكلمات لزيادة وضوح التعليمات، ومن ثم كتابة تعليمات المقياس في صورتها النهائية.

ب- **التأكد من صدق المقياس:** تم التأكد من صدق مقياس قلق الرياضيات وذلك بعرضه على مجموعة من السادة المحكمين، والتي تمثلت تعديلاتهم في حذف بعض عبارات المقياس لعدم مناسبتها الهدف من المقياس أو لتشابهها وتداخلها مع عبارات أخرى، وكذلك تعديل بعض الصياغات اللفظية لبعض العبارات لصعوبة فهمها أو لحملها أكثر من معنى أو إيحائها باستجابات معينة، ويُعد ذلك مؤشرًا على صدق مقياس قلق الرياضيات.

ج-**التأكد من ثبات الاختبار:** تم التأكد من ثبات مقياس قلق الرياضيات باستخدام معادلة (ألفا كرونباخ)، حيث تم التوصل إلى أن معامل ثبات المقياس يساوي (٠.٨٤) وهو معامل ثبات مرتفع مما يدل على ثبات مقياس قلق الرياضيات وصلاحيته للتطبيق.

د- **حساب الزمن اللازم لأداء المقياس:** لحساب الزمن اللازم للإجابة عن عبارات مقياس قلق الرياضيات تم حساب متوسط الزمن الذي سجله تلاميذ المجموعة الاستطلاعية في أداء المقياس، حيث تم التوصل إلى أن الزمن المناسب لأداء المقياس هو (٩٠) دقيقة تقريبًا.

٧- إعداد مقياس قلق الرياضيات في صورته النهائية:

بعد ضبط مقياس قلق الرياضيات والتأكد من صلاحيته للتطبيق، تم إعداد المقياس في صورته النهائية (ملحق ٧)، حيث يتكون المقياس من (٤٢) عبارة تقريرية تمثل مشاعر القلق لدى بعض التلاميذ نحو المواقف التي تتعلق بالرياضيات سواءً كان ذلك داخل الفصل أو عند مذاكرتها أو عند التعامل بها في المواقف الحياتية أو عند أداء اختبارها أو من معلم الرياضيات، منها (١٩) عبارة موجبة وهي التي تعكس درجة انخفاض في قلق الرياضيات، و(٢٣) عبارة سالبة وهي التي تعكس درجة ارتفاع في قلق الرياضيات، ويقابل كل عبارة ثلاث استجابات (دائمًا – أحيانًا – أبدًا)، حيث يُطلب من التلميذ اختيار إحدى هذه الاستجابات التي تعبر عن شعوره، والجدول الآتي يوضح توزيع عبارات مقياس قلق الرياضيات على الأبعاد المكونة للمقياس:

جدول (٤) توزيع عبارات مقياس قلق الرياضيات على الأبعاد المكونة للمقياس

م	البُعد	العبارات التي تقيسه	عدد العبارات	النسبة المئوية
١	قلق التعلم الصفي لمادة الرياضيات	١ ، ٧ ، ١٣ ، ١٩ ، ٢٥ ، ٣١ ، ٣٧ ، ٤١	٨	% ١٩.٠٥
٢	قلق مذاكرة مادة الرياضيات	٢ ، ٨ ، ١٤ ، ٢٠ ، ٢٦ ، ٣٢	٦	% ١٤.٢٨
٣	قلق الرياضيات في المواقف الحياتية	٣ ، ٩ ، ١٥ ، ٢١ ، ٢٧ ، ٣٣ ، ٣٨	٧	% ١٦.٦٧
٤	قلق اختبار مادة الرياضيات	٤ ، ١٠ ، ١٦ ، ٢٢ ، ٢٨ ، ٣٤ ، ٣٩	٧	% ١٦.٦٧
٥	القلق من طبيعة مادة الرياضيات	٥ ، ١١ ، ١٧ ، ٢٣ ، ٢٩ ، ٣٥	٦	% ١٤.٢٨
٦	القلق من معلم الرياضيات	٦ ، ١٢ ، ١٨ ، ٢٤ ، ٣٠ ، ٣٦ ، ٤٠ ، ٤٢	٨	% ١٩.٠٥
المجموع			٤٢	% ١٠٠

٨- تحديد طريقة تصحيح المقياس:

وفقًا للتعليمات الخاصة بمقياس قلق الرياضيات فإن التلميذ يختار الاستجابة التي تعبر عنه من بين الاستجابات (دائمًا – أحيانًا – أبدًا)، وذلك بوضع علامة (✓) أمام كل عبارة حسب ما يشعر به في كل عبارة، وتكون طريقة تصحيح المقياس كما يأتي:

جدول (٥) تقدير الدرجات على مقياس قلق الرياضيات

الاستجابة / نوع العبارة	دائمًا	أحيانًا	أبدًا
موجبة (تعكس انخفاض في قلق الرياضيات)	درجة واحدة	درجتان	٣ درجات
سالبة (تعكس ارتفاع في قلق الرياضيات)	٣ درجات	درجتان	درجة واحدة

وبالتالي فإن الدرجة العالية التي يحصل عليها التلميذ في مقياس قلق الرياضيات تعكس درجة عالية من قلق الرياضيات، بينما تعكس الدرجة المنخفضة التي يحصل عليها التلميذ درجة منخفضة من قلق الرياضيات.

وبالتالي تصبح النهاية العظمى لمقياس قلق الرياضيات (١٢٦) درجة، والنهاية الصغرى للمقياس (٤٢) درجة.

ثانيًا: إجراءات البحث التجريبية:

مر البحث في إجراءاته التجريبية بالخطوات الآتية:

(١) تحديد منهج البحث وتصميمه التجريبي:

لبيان فاعلية البرنامج القائم على مدخل (STEM) التكاملي في تنمية التنور الرياضي وخفض قلق الرياضيات فإن البحث الحالي اعتمد على المنهج شبه التجريبي، كما اعتمد على التصميم التجريبي ذي المجموعتين المتكافئتين (التجريبية، الضابطة)، ولتحقيق ذلك تم اختيار مجموعتين متكافئتين – قدر الإمكان – بعد التأكد من تكافؤهما في العوامل التي قد تؤثر على تجربة البحث مثل العمر الزمني لتلاميذ المجموعتين، والمستوى الاجتماعي والاقتصادي لهم، ومستوى التنور الرياضي وقلق الرياضيات القبلي لهم، حيث تم اختيار إحدى هذه المجموعات لتمثل المجموعة التجريبية والمجموعة الأخرى لتمثل المجموعة الضابطة، ثم تم تطبيق أداتي القياس (اختبار التنور الرياضي، مقياس قلق الرياضيات) قبليًا على مجموعتي البحث (التجريبية، الضابطة)، ثم تم تدريس موضوعات البرنامج المقترح والمتمثل في وحدتي (العلاقة بين متغيرين، الإحصاء) المقررتين على تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بالفصل الدراسي الأول بعد إعادة بناءهما وصياغتهما بما يتناسب مع مدخل (STEM) التكاملي، بينما تم التدريس للمجموعة الضابطة نفس موضوعات الوحدتين ولكن من الكتاب المدرسي المقرر على التلاميذ من وزارة التربية والتعليم وبالطريقة المعتادة في المدارس، وبعد الانتهاء من التدريس للمجموعتين تم تطبيق أداتي القياس (اختبار التنور الرياضي، مقياس قلق الرياضيات) بعديًا على مجموعتي البحث (التجريبية، الضابطة)، ثم تم تصحيح إجابات التلاميذ على

أداتي القياس (اختبار التنور الرياضي، مقياس قلق الرياضيات)، وتم رصد النتائج وجدولتها ومعالجتها إحصائيًا وتحليل هذه النتائج وتفسيرها.

(٢) اختيار مجموعتي البحث (التجريبية، الضابطة):

تم اختيار مجموعتي البحث (التجريبية، الضابطة) من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بمدرسة الشهيد النقيب/ عاصم أحمد حسن عبدالوهاب الإعدادية بنين التابعة لإدارة العريش التعليمية بمحافظة شمال سيناء بالفصل الدراسي الأول للعام الدراسي ٢٠٢٠/ ٢٠٢١م، حيث تم اختيار فصلي (٢/ ٢)، (٢/ ٣)، بطريقة عشوائية بعد التأكد من أنه لا يوجد ضمن هذه الفصول فصول خاصة بالمتفوقين دراسيًا وأخرى خاصة بالمتأخرين دراسيًا، وبعد ضبط المتغيرات التي قد تؤثر في نتائج البحث، أصبح عدد تلاميذ مجموعتي البحث (٦٤) تلميذًا، مقسمة إلى (٣٢) تلميذًا مجموعة تجريبية، (٣٢) تلميذًا مجموعة ضابطة.

(٣) التطبيق القبلي لأداتي القياس:

١- التطبيق القبلي لاختبار التنور الرياضي:

تم تطبيق اختبار التنور الرياضي قبليًا على مجموعتي البحث (التجريبية، الضابطة)؛ وذلك للتأكد من تكافؤ مجموعتي البحث في مستوى التنور الرياضي بعملياته (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية)، وذلك قبل البدء في التدريس للمجموعتين (التجريبية، الضابطة)، وبعد إجابة التلاميذ عن اختبار التنور الرياضي تم تصحيح إجابات التلاميذ عن الاختبار، وتم رصد النتائج وجدولتها ومعالجتها إحصائيًا، وتمثل الدرجات التي حصل عليها التلاميذ في اختبار التنور الرياضي مقياسًا لمستوى تمكن التلاميذ مجموعتي البحث (التجريبية، الضابطة) من عمليات التنور الرياضي (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية) القبلي.

وللتأكد من تكافؤ مجموعتي البحث (التجريبية، الضابطة) في مستوى التنور الرياضي القبلي، استخدم الباحث اختبار "ت" لحساب الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعتي البحث (التجريبية، والضابطة) في كل عملية من عمليات التنور الرياضي

(صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية) وفي اختبار التنور الرياضي ككل، ومعرفة الدلالة الإحصائية لهذا الفرق، والجدول الآتي يوضح هذه النتائج:

جدول (٦) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري وقيمة (ت) ومدى دلالتها للفرق بين مجموعتي البحث في متغير التنور الرياضي القبلي

العملية	المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجة الحرية	الدلالة الإحصائية
صياغة المواقف رياضيًا	التجريبية	٣٢	٣.١٨٧	٢.٠٣٩	٠.٢٣٤	٦٢	غير دالة
	الضابطة	٣٢	٣.٠٦٢	٢.١٦٩			
توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية	التجريبية	٣٢	٤.٠٦٣	٢.١٨٤	٠.٣٢٥	٦٢	غير دالة
	الضابطة	٣٢	٤.٢١٩	١.٦٤١			
تفسير وتقويم النتائج الرياضية	التجريبية	٣٢	٣.٣١٢	١.٩٤٢	٠.٣١٠	٦٢	غير دالة
	الضابطة	٣٢	٣.٤٦٩	٢.١١٠			
التنور الرياضي ككل	التجريبية	٣٢	١٠.٥٦٢	٣.٨٨٥	٠.٢٠٧	٦٢	غير دالة
	الضابطة	٣٢	١٠.٧٥٠	٣.٣٤١			

يتضح من الجدول السابق عدم وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين (التجريبية، الضابطة) في عمليات التنور الرياضي (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية) كلٍ على حدة وفي التنور الرياضي ككل، وذلك في التطبيق القبلي لاختبار التنور الرياضي، وهذا يشير إلى تكافؤ مجموعتي البحث (التجريبية، الضابطة) في التنور الرياضي القبلي.

٢- التطبيق القبلي لمقياس قلق الرياضيات:

تم تطبيق مقياس قلق الرياضيات قبليًا على مجموعتي البحث (التجريبية، الضابطة)؛ وذلك للتأكد من تكافؤ مجموعتي البحث في مستوى قلق الرياضيات وذلك قبل البدء في التدريس للمجموعتين (التجريبية، الضابطة)، وبعد إجابة التلاميذ عن مقياس قلق الرياضيات تم تصحيح إجابات التلاميذ عن المقياس، وتم رصد النتائج وجدولتها

ومعالجتها إحصائيًا، وتمثل الدرجات التي حصل عليها التلاميذ في مقياس قلق الرياضيات مقياسًا لمستوى لقلق الرياضيات لدى مجموعتي البحث (التجريبية، الضابطة) القبلي.

وللتأكد من تكافؤ مجموعتي البحث (التجريبية، الضابطة) في مستوى قلق الرياضيات القبلي، استخدم الباحث اختبار "ت" لحساب الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعتي البحث (التجريبية، والضابطة) في مقياس قلق الرياضيات، ومعرفة الدلالة الإحصائية لهذا الفرق، والجدول الآتي يوضح هذه النتائج:

جدول (٧) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري وقيمة (ت) ومدى دلالتها للفرق بين مجموعتي البحث في متغير قلق الرياضيات القبلي

المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجة الحرية	الدلالة الإحصائية
التجريبية	٣٢	٩٧.٢٨١	١٠.٥٠٧	٠.١١٩	٦٢	غير دالة
الضابطة	٣٢	٩٦.٩٣٧	١٢.٤٤٣			

يتضح من الجدول السابق عدم وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين (التجريبية، والضابطة) في قلق الرياضيات، وذلك في التطبيق القبلي لمقياس قلق الرياضيات، وهذا يشير إلى تكافؤ مجموعتي البحث (التجريبية، والضابطة) في قلق الرياضيات القبلي.

(٤) التدريس لمجموعتي البحث (التجريبية، الضابطة):

١- التدريس للمجموعة التجريبية:

قبل البدء في التدريس للمجموعة التجريبية قام الباحث بعقد ثلاثة لقاءات مع معلم فصل المجموعة التجريبية الذي سيقوم بالتدريس لها، وقام الباحث خلالها بالتوضيح للمعلم الهدف من البحث وكيفية استخدام دليل المعلم للسير في تدريس موضوعات البرنامج المقترح والمتمثل في وحدتي (العلاقة بين متغيرين، الإحصاء) بعد إعادة بناءهما وصياغتهما بما يتناسب مع مدخل (STEM) التكاملي، وقبل البدء في التدريس قام الباحث بتوزيع كتاب التلميذ الذي يمثل وحدتي (العلاقة بين متغيرين، الإحصاء) بعد

إعادة بناءهما وصياغتهما بما يتناسب مع مدخل (STEM) التكاملي على المجموعة التجريبية، وقام معلم الفصل بالتدريس للمجموعة التجريبية مستعيناً ومسترشدًا بدليل المعلم الذي أعده الباحث، وتم البدء في التدريس للمجموعة التجريبية بعد الانتهاء من التطبيق القبلي لأداتي القياس (اختبار التنور الرياضي، مقياس قلق الرياضيات)، وقام المعلم بالتدريس ملتزمًا بالتوزيع الزمني لتدريس موضوعات البرنامج، وبلغ إجمالي عدد الحصص التي استغرقها تدريس موضوعات البرنامج المقترح (٢٢) حصة، والجدول الآتي يوضح التوزيع الزمني لتدريس موضوعات البرنامج المقترح:

جدول (٨) التوزيع الزمني لتدريس موضوعات البرنامج المقترح

الوحدة	الدروس	عدد الحصص
العلاقة بين متغيرين	العلاقة بين متغيرين	٣
	التمثيل البياني للعلاقة بين متغيرين	٣
	ميل الخط المستقيم	٢
	تطبيقات حياتية على ميل الخط المستقيم	٢
الإحصاء	جمع البيانات وتنظيمها	٢
	الجدول التكراري المتجمع الصاعد والجدول التكراري المتجمع النازل	٣
	الوسط الحسابي	٢
	الوسيط	٣
	المنوال	٢
المجموع		٢٢

٢- التدريس للمجموعة الضابطة:

قبل البدء في التدريس قام الباحث بعقد لقاء مع معلم المجموعة الضابطة الذي سيقوم بالتدريس لها، وقام الباحث خلاله بالتوضيح للمعلم الهدف من البحث، وقام معلم الفصل بتدريس وحدتي (العلاقة بين متغيرين، الإحصاء) كما هي مقررة في الكتاب المدرسي المقرر من وزارة التربية والتعليم دون تعديل وبالطريقة المعتادة في المدارس.

(٥) التطبيق البعدي لأداتي القياس:

تم تطبيق أداتي القياس (اختبار التنور الرياضي، مقياس قلق الرياضيات) بعديًا على مجموعتي البحث (التجريبية، الضابطة) بعد الانتهاء من التدريس للمجموعتين؛ وذلك

للتعرف على فاعلية البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي في تنمية التنور الرياضي وخفض قلق الرياضيات لدى التلاميذ، ومقارنة نتائج المجموعتين (التجريبية، الضابطة).

(٦) تصحيح إجابات التلاميذ على أداتي القياس ورصد وجدولة النتائج:

بعد الانتهاء من التطبيق البعدي لأداتي القياس (اختبار التنور الرياضي، مقياس قلق الرياضيات) على مجموعتي البحث (التجريبية، الضابطة)، تم تصحيح إجابات التلاميذ على أداتي القياس، ثم تم رصد نتائج التلاميذ وجدولتها تمهيدًا لمعالجتها إحصائيًا ومن ثم استخلاص النتائج وتفسيرها.

نتائج البحث وتفسيرها:

بعد الانتهاء من التطبيق البعدي لأداتي القياس (اختبار التنور الرياضي، مقياس قلق الرياضيات) على مجموعتي البحث (التجريبية، الضابطة) تم تصحيح إجابات التلاميذ على أداتي القياس وتم رصد وجدولة النتائج ومعالجتها إحصائيًا باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة بالاستعانة ببرنامج (SPSS)، وذلك للإجابة عن السؤالين الثالث والرابع من أسئلة البحث والتحقق من صحة فروض البحث، وفيما يأتي عرض لهذه النتائج ومناقشتها وتفسيرها:

أولاً: عرض نتائج البحث:

أسفرت المعالجات الإحصائية لنتائج إجابات تلاميذ مجموعتي البحث (التجريبية، الضابطة) على أداتي القياس (اختبار التنور الرياضي، مقياس قلق الرياضيات) عن النتائج الآتية:

(١) النتائج المتعلقة بتطبيق اختبار التنور الرياضي:

للتحقق من صحة الفرض الأول والذي ينص على أنه: "يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التنور الرياضي ككل وعملياته (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية) كلٍ على حدة لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية" تم استخدام اختبار "ت"، وجاءت النتائج كما هي موضحة بالجدول الآتي:

جدول (٩) نتائج اختبار (ت) للفرق بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعتي البحث في التطبيق البعدي لاختبار التنور الرياضي

العملية	المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجة الحرية	الدلالة الإحصائية
صياغة المواقف رياضيًا	التجريبية	٣٢	١٩.٦٥٦	٣.٨٠٧	١٠.٥٦١	٦٢	دالة عند ٠.٠١
	الضابطة	٣٢	٨.٤٦٨	٤.٦٢٨			
توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية	التجريبية	٣٢	٢٥.٩٠٦	٤.٩٤١	١١.١١٩	٦٢	دالة عند ٠.٠١
	الضابطة	٣٢	١١.٧١٩	٥.٢٦٢			
تفسير وتقويم النتائج الرياضية	التجريبية	٣٢	٢٢.٦٥٧	٤.٤١٨	٩.٤٥٣	٦٢	دالة عند ٠.٠١
	الضابطة	٣٢	١٠.٠٩٤	٦.٠٨٢			
التنور الرياضي ككل	التجريبية	٣٢	٦٨.٢١٩	٨.٤٦٥	١٧.٢٤٠	٦٢	دالة عند ٠.٠١
	الضابطة	٣٢	٣٠.٢٨١	٩.١٢٧			

يتضح من الجدول السابق وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التنور الرياضي لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية وذلك في اختبار التنور الرياضي ككل وفي عملياته(صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية) كلٍ على حدة، وهذا يؤكد صحة الفرض الأول.

وللتحقق من صحة الفرض الثاني والذي ينص على أنه: "يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التنور الرياضي ككل وعملياته (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية) كلٍ على حدة لصالح التطبيق البعدي" تم استخدام اختبار "ت"، وجاءت النتائج كما هي موضحة بالجدول الآتي:

جدول (١٠) نتائج اختبار (ت) للفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التنور الرياضي

العملية	التطبيق	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجة الحرية	الدلالة الإحصائية
صياغة المواقف رياضيًا	القبلي	٣٢	٣.١٨٧	٢.٠٣٩	٢٢.٣٢٢	٣١	دالة عند ٠.٠١
	البعدي		١٩.٦٥٦	٣.٨٠٧			
توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية	القبلي	٣٢	٤.٠٦٣	٢.١٨٤	٢٥.٤٦٠	٣١	دالة عند ٠.٠١
	البعدي		٢٥.٩٠٦	٤.٩٤١			
تفسير وتقويم النتائج الرياضية	القبلي	٣٢	٣.٣١٢	١.٩٤٢	١٩.٨٨٠	٣١	دالة عند ٠.٠١
	البعدي		٢٢.٦٥٧	٤.٤١٨			
التنور الرياضي ككل	القبلي	٣٢	١٠.٥٦٢	٣.٨٨٥	٣٨.٤١٠	٣١	دالة عند ٠.٠١
	البعدي		٦٨.٢١٩	٨.٤٦٥			

يتضح من الجدول السابق وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التنور الرياضي لصالح التطبيق البعدي وذلك في اختبار التنور الرياضي ككل وفي عملياته (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية) كلٍ على حدة، وهذا يؤكد صحة الفرض الثاني.

وللتحقق من صحة الفرض الثالث والذي ينص على أنه: "يتصف البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي بدرجة تأثير كبيرة في تنمية التنور الرياضي بعملياته (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية) لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية"، تم حساب حجم التأثير (d) بناءً على نتائج اختبار "ت" للفرق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التنور الرياضي، وجاءت النتائج كما هي موضحة بالجدول الآتي:

جدول (١١) نتائج حجم التأثير (d) للبرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي في تنمية التنور الرياضي بعملياته الثلاث

العملية	قيمة (ت)	درجة الحرية	حجم التأثير	مستوى حجم التأثير
صياغة المواقف رياضيًا	٢٢.٣٢٢	٣١	٨.٠١٨	كبير
توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية	٢٥.٤٦٠	٣١	٩.١٤٥	كبير
تفسير وتقويم النتائج الرياضية	١٩.٨٨٠	٣١	٧.١٤١	كبير
التنور الرياضي ككل	٣٨.٤١٠	٣١	١٣.٧٩٧	كبير

يتضح من الجدول السابق أن مستوى حجم تأثير البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي كبير، وذلك في تنمية التنور الرياضي بعملياته (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية)، وهذا يؤكد صحة الفرض الثالث، وهذا يدل على الدلالة العلمية والأهمية للبرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي.

وبذلك تكون تمت الإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة البحث.

(٢) النتائج المتعلقة بتطبيق مقياس قلق الرياضيات:

للتحقق من صحة الفرض الرابع والذي ينص على أنه: "يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس قلق الرياضيات لصالح تلاميذ المجموعة الضابطة" تم استخدام اختبار "ت"، وجاءت النتائج كما هي موضحة بالجدول الآتي:

جدول (١٢) نتائج اختبار (ت) للفرق بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعتي البحث في التطبيق البعدي لمقياس قلق الرياضيات

المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجة الحرية	الدلالة الإحصائية
التجريبية	٣٢	٤٩.٣١٢	٦.٥٠٨	١٦.٠٩٨	٦٢	دالة عند ٠.٠١
الضابطة	٣٢	٩٥.٥٣١	١٤.٨٨٠			

يتضح من الجدول السابق وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس قلق الرياضيات لصالح تلاميذ المجموعة الضابطة، وهذا يؤكد صحة الفرض الرابع.

وللتحقق من صحة الفرض الخامس والذي ينص على أنه: "يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس قلق الرياضيات لصالح التطبيق القبلي" تم استخدام اختبار "ت"، وجاءت النتائج كما هي موضحة بالجدول الآتي:

جدول (١٣) نتائج اختبار (ت) للفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس قلق الرياضيات

التطبيق	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجة الحرية	الدلالة الإحصائية
القبلي	٣٢	٩٧.٢٨١	١٠.٥٠٧	٢٠.٦٤٢	٣١	دالة عند ٠.٠١
البعدي		٤٩.٣١٢	٦.٥٠٨			

يتضح من الجدول السابق وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس قلق الرياضيات لصالح التطبيق القبلي، وهذا يؤكد صحة الفرض الخامس.

وللتحقق من صحة الفرض السادس والذي ينص على أنه: "يتصف البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي بدرجة تأثير كبيرة في خفض قلق الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية"، تم حساب حجم التأثير (d) بناءً على نتائج اختبار "ت" للفرق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس قلق الرياضيات، وجاءت النتائج كما هي موضحة بالجدول الآتي:

جدول (١٤) نتائج حجم التأثير (d) للبرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي في خفض قلق الرياضيات

قيمة (ت)	درجة الحرية	حجم التأثير	مستوى حجم التأثير
٢٠.٦٤٢	٣١	٧.٤١٥	كبير

يتضح من الجدول السابق أن مستوى حجم تأثير البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي كبير، وذلك في خفض قلق الرياضيات لدى التلاميذ، وهذا يؤكد صحة الفرض السادس، وهذا يدل على الدلالة العلمية والأهمية للبرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي.

وبذلك تكون تمت الإجابة عن السؤال الرابع من أسئلة البحث.

ثانيًا: تفسير نتائج البحث: فيما يأتي مناقشة وتفسير لنتائج البحث التي تم التوصل إليها:

(١) تفسير النتائج المتعلقة بتطبيق اختبار التنور الرياضي:

أظهرت نتائج البحث المتعلقة بتطبيق اختبار التنور الرياضي على تلاميذ المجموعتين (التجريبية، الضابطة) نتائج إيجابية وحجم تأثير كبير للبرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي في تنمية التنور الرياضي بعملياته (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية)، حيث أظهرت النتائج ارتفاع متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية عن متوسط درجات المجموعة الضابطة بفرق دال إحصائيًا في التنور الرياضي ككل وفي كل عملية من عملياته (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية) وذلك في التطبيق البعدي لاختبار التنور الرياضي، كما أظهرت النتائج ارتفاع متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لاختبار التنور الرياضي عن متوسط درجاتهم في التطبيق القبلي بفرق دال إحصائيًا في التنور الرياضي ككل وفي كل عملية من عملياته (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية)، كما أظهرت النتائج كبر حكم التأثير للبرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي في تنمية التنور الرياضي بعملياته (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية).

ويعزو الباحث هذه النتائج التي تم التوصل إليها إلى البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي وما يتضمنه من موضوعات والتي تمت إعادة بنائها وصياغتها بما يتناسب مع فلسفة مدخل (STEM) التكاملي، والتي أتاحت للتلاميذ

الفرصة للممارسة والتدريب على عمليات التنور الرياضي ومن ثم تنمية هذه العمليات لديهم، حيث أتاح البرنامج القائم على مدخل (STEM) التكاملي الفرصة إلى ما يأتي:

- حل مشكلات مرتبطة بحياتهم الواقعية من خلال الأنشطة الخاصة بمادتي الرياضيات والعلوم، وكذلك بممارسة الأنشطة التي تتطلب استخدام التكنولوجيا والبحث في الانترنت، وأيضًا عند تنفيذ وتصميم المشروع الخاص بكل موضوع والذي يمثل تطبيق عملي للمعلومات الخاصة بالرياضيات والعلوم.
- التدريب على ترجمة مشكلات من الحياة الواقعية إلى المعادلات والصيغ الرياضية التي درسوها.
- التدريب على توظيف ما تعلموه من مفاهيم وتعميمات وحقائق وأدوات ورموز رياضية لحل المشكلات.
- التدريب على مناقشة حلول المشكلات التي توصلوا إليها مع زملائهم وتفسير ما توصلوا إليه من حلول وتحديد صحة أو خطأ ما توصلوا إليه من حلول.

وتتفــق هذــه النتائج مع ما توصلت إليه نتائج دراسات كلٍ من: مومكو Mumcu (2016) ، سوميراتانا وآخرون Sumirattana et al. (2017) ، فيردوس وآخرون Firdaus et al. (2017) ، موناجي وآخرون Munaji et al. (2017) ، نجوى المحمدي (٢٠١٨)، منى علا الله (٢٠١٩)، ناعم العمري (٢٠١٩).

(٢) تفسير النتائج المتعلقة بتطبيق مقياس قلق الرياضيات:

أظهرت نتائج البحث المتعلقة بتطبيق مقياس قلق الرياضيات على تلاميذ المجموعتين (التجريبية، الضابطة) نتائج إيجابية وحجم تأثير كبير للبرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي في خفض قلق الرياضيات، حيث أظهرت النتائج انخفاض متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية عن متوسط درجات المجموعة الضابطة بفرق دال إحصائيًا في قلق الرياضيات وذلك في التطبيق البعدي لمقياس قلق الرياضيات، كما أظهرت النتائج انخفاض متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لمقياس قلق الرياضيات عن متوسط درجاتهم في التطبيق القبلي بفرق دال إحصائيًا، كما أظهرت النتائج كبر حكم التأثير للبرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي في خفض قلق الرياضيات لدى التلاميذ.

ويعزو الباحث هذه النتائج التي تم التوصل إليها إلى البرنامج المقترح القائم على مدخل (STEM) التكاملي وما يتضمنه من موضوعات والتي تمت إعادة بنائها وصياغتها بما يتناسب مع فلسفة مدخل (STEM) التكاملي، والتي أتاحت للتلاميذ الفرصة لتعلم الرياضيات في سياق مشكلات حياتية واقعية والذي بدوره يُشعر التلاميذ بأهمية الرياضيات في حياتهم، كما أن ربط الرياضيات بالعلوم والتكنولوجيا والتصميم الخاص بكل موضوع والذي يمثل تطبيق عملي للمعلومات الخاصة بالرياضيات والعلوم أعطى للتلاميذ شعورًا بأهمية الرياضيات وجعلهم يستمتعون بتعلم الرياضيات ويشعرون أنها أكثر إثارة، مما غيَّر من شعورهم بالقلق نحو المواقف التي تتعلق بالرياضيات سواءً كان ذلك داخل الفصل أو عند مذاكرتها أو عند التعامل بها في المواقف الحياتية أو عند أداء اختبارها أو من معلم الرياضيات.

وتتفق هذه النتائج مع ما توصلت إليه نتائج دراسات كلٍ من: عبد الرحيم عثمان (٢٠١٤)، ناصر يوسف (٢٠١٨)، إرجون وكوليكسي Ergun & Kulekci (2019) .

توصيات البحث: في ضوء ما توصل إليه البحث الحالي من نتائج يمكن التوصية بما يأتي:

- الاهتمام بالمداخل التكاملية التي تعمل على دمج أكثر من مادة مع مادة الرياضيات من خلال منهج متعدد التخصصات.
- تضمين مناهج الرياضيات في المراحل التعليمية المختلفة مشكلات واقعية من حياة التلاميذ لتدريبهم على حل المشكلات والشعور بمتعة الرياضيات في حياتهم.
- تضمين مناهج الرياضيات أنشطة وتدريبات وتمارين تتيح الفرصة للتلاميذ لممارسة عمليات التنور الرياضي (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية).
- الاهتمام بالجانب الوجداني لدى التلاميذ تجاه الرياضيات، والاهتمام بتكوين مشاعر إيجابية بدلاً من مشاعر الخوف والتوتر التي تنتاب بعض التلاميذ من مادة الرياضيات.
- تدريب معلمي الرياضيات على تدريس المناهج القائمة على مدخل (STEM) التكاملي وغيرها من المداخل التكاملية.

- تضمين اختبارات الرياضيات في المراحل الدراسية المختلفة مسائل تقيس عمليات التنور الرياضي (صياغة المواقف رياضيًا، توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، تفسير وتقويم النتائج الرياضية).
- توعية معلمي وموجهي الرياضيات بأهمية المداخل التكاملية التي تعمل على دمج أكثر من مادة مع مادة الرياضيات ومنها مدخل (STEM) التكاملي.

مقترحات البحث: في ضوء نتائج البحث واستكمالاً لها يقترح الباحث إجراء البحوث الآتية:

- فاعلية برنامج مقترح قائم على مدخل (STEM) التكاملي في تنمية جوانب وجدانية أخرى في الرياضيات مثل الاستمتاع بتعلم الرياضيات أو تذوق متعة الرياضيات.
- فاعلية برنامج مقترح قائم على مدخل (STEM) التكاملي في تنمية أنواع التفكير التي تقوم على الإبداع مثل التفكير الإبداعي أو التفكير التوليدي أو التفكير الجانبي.
- فاعلية برنامج مقترح قائم على مدخل (STEM) التكاملي في تنمية المهارات الحياتية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.
- فاعلية برنامج مقترح قائم على تطبيقات الرياضيات الحياتية في تنمية التنور الرياضي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.
- فاعلية استراتيجيات التفكير المتشعب في تنمية التنور الرياضي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.
- برنامج مقترح للتنمية المهنية لمعلمي الرياضيات في ضوء مدخل (STEM) التكاملي.
- برنامج مقترح قائم على عمليات التنور الرياضي وفقًا لاختبارات PISA في تنمية المهارات الحياتية أو أحد أنواع التفكير.
- الاحتياجات التدريسية لمعلمي الرياضيات في ضوء مدخل (STEM) التكاملي.

مراجع البحث:

أولاً: المراجع العربية

إبراهيم بن سليم رزيق الحربي (٢٠١٨): فاعلية استخدام مدخل STEM في تدريس الرياضيات على التحصيل الدراسي لتلاميذ الصف السادس، **مجلة كلية التربية**، جامعة طنطا، مج (٧١)، ع (٣)، يوليو، ص ص ١٧٥– ٢٠٩.

أمجد حسن محمود كوارع (٢٠١٧): أثر استخدام منحى STEM في تنمية الاستيعاب المفاهيمي والتفكير الإبداعي في الرياضيات لدى طلاب الصف التاسع الأساسي، **رسالة ماجستير**، كلية التربية، الجامعة الإسلامية بغزة.

إيهاب السيد شحاتة محمد (٢٠١٧): تصور مقترح لمشروع تعليمي قائم على مدخل STEM لتنمية مكونات القوة الرياضية واليقظة العقلية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، **دراسات عربية في التربية وعلم النفس**، رابطة التربويين العرب، العدد (٩٠)، أكتوبر، الجزء الثاني، ص ص ٩٧– ١٤٤.

تغيدة سيد أحمد غانم (٢٠١١): مناهج المدرسة الثانوية في ضوء مدخل العلوم– التكنولوجيا– الهندسة– الرياضيات (STEM)، **المؤتمر العلمي الخامس عشر– التربية العلمية: فكر جديد لواقع جديد، الجمعية المصرية للتربية العلمية**، القاهرة، سبتمبر، ص ص ١٢٩– ١٤١.

رشا هاشم عبد الحميد (٢٠١٩): مقرر دراسي في الرياضيات وفق التقييم الدولي (PISA) لتنمية التنور الرياضي والفاعلية الذاتية الرياضية لدى طلاب الصف الأول الثانوي، **مجلة دراسات في المناهج وطرق التدريس**، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، العدد (٢٤٣)، ص ص ١٦– ٥٧.

رشا هاشم عبد الحميد محمد (٢٠١٨): استخدام مدخل STEM التكاملي المدعم بتطبيقات الحوسبة السحابية لتنمية المهارات الحياتية والترابط الرياضي والميل نحو الدراسة العلمية لدى طالبات المرحلة المتوسطة، **مجلة تربويات الرياضيات**، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، المجلد (٢١)، العدد (٧)، يوليو، الجزء الأول، ص ص ٧٦– ١٥٢.

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

رضوان أحمد رضوان الغامدي (٢٠١٩): أثر مدخل STEM في تنمية مهارات التفكير الرياضي لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي بمحافظة المخواة، **مجلة كلية التربية**، جامعة أسيوط، مج(٣٥)، ع(١٢)، ديسمبر، ص ص ٤٦٥– ٥٠٣.

سيد محمد عبد الله عبدربه (٢٠١٨): أثر استخدام استراتيجيات التعلم المستندة إلى عمل الدماغ في تنمية البرهان الرياضي والتفكير التأملي وخفض قلق الرياضيات لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي، **مجلة تربويات الرياضيات**، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، مج (٢١)، ع (٣)، يناير، الجزء الثالث، ص ص ٢٠٥– ٢٥٩.

عبد الرحيم بكر عثمان (٢٠١٤): أثر استخدام استراتيجية حل المشكلات في تدريس الرياضيات على تنمية التفكير الاستنباطي وتخفيف مستوى القلق من الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، **مجلة تربويات الرياضيات**، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، مج (١٧)، ع (٧)، أكتوبر، الجزء الثاني، ص ص ١٣٠– ١٧١.

علي محمد غريب عبد الله (٢٠١٨): 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 (٢١)، ع (٤)، إبريل، الجزء الأول، ص ص ٢٧١– ٣٠٦.

عماد شوقي ملقى سيفين (٢٠١٨): فاعلية تدريس وحدة "الهندسة والقياس" باستخدام سنادات التعلم لتنمية التفكير وخفض القلق الرياضياتي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، **مجلة تربويات الرياضيات**، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، مج (٢١)، ع (٥)، إبريل، الجزء الثاني، ص ص ٢٥٤– ٢٩٠

فاطمة مصطفى محمد رزق (٢٠١٥): استخدام مدخل STEM التكاملي لتعلم العلوم في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين ومهارات اتخاذ القرار لدى طلاب الفرقة الأولى بكلية التربية، **دراسات عربية في التربية وعلم النفس**، رابطة التربويين العرب، العدد (٦٢)، يونيو، الجزء الثاني، ص ص ٧٩– ١٢٨.

مديحة حسن محمد عبد الرحمن (٢٠١٧): التنور الرياضي كمؤشر لجودة تعليم وتعلم الرياضيات، **مجلة تربويات الرياضيات**، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، مج (٢٠)، ع (٣)، إبريل، الجزء الأول، ص ص ٦– ٣١.

منى علي طاهر علا الله (٢٠١٩): فاعلية استخدام مدخل STEM في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى طالبات الصف الثاني المتوسط، **مجلة تربويات الرياضيات**، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، مج (٢٢)، ع (١٢)، أكتوبر، الجزء الثالث، ص ص ٢٢٦– ٢٦٣.

ناصر السيد عبد الحميد عبيده (٢٠١٨): فاعلية برنامج قائم على (جداول التقدير التعليمية والانفوجرافيك وبنك المعرفة المصري) في تنمية التنور الرياضي ورفع الكفاءة الذاتية الأكاديمية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، **مجلة كلية التربية**، جامعة المنوفية، مج (٣٣)، ع (٤)، ص ص ٢٩٠– ٣٤٠.

ناصر حلمي علي يوسف (٢٠١٨): أثر برنامج في التخطيط للتعليم وفق مدخل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) في تنمية القيمة العلمية للعلوم والرياضيات لدى المعلمين ومعتقداتهم حول المدخل، **مجلة تربويات الرياضيات**، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، مج (٢١)، ع (٩)، يوليو، الجزء الثالث، ص ص ٦– ٥١.

ناعم بن محمد العمري (٢٠١٩): فاعلية تدريس وحدات تعليمية مصممة وفق مدخل (STEM) في تنمية البراعة الرياضية، **مجلة تربويات الرياضيات**، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، مج (٢٢)، ع (١٠)، أكتوبر، الجزء الأول، ص ص ٦٣– ١٢٢.

نجوى بنت عطيان المحمدي (٢٠١٨): فاعلية التدريس وفق منهج (STEM) في تنمية قدرة طالبات المرحلة الثانوية على حل المشكلات، المجلة الدولية التربوية المتخصصة، مج (٧)، ع (١) ، ص ص ١٢١– ١٢٨.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

Acar, D. & Tertemiz, N. & Tasdemir, A. (2018): The Effects of STEM Training on the Academic Achievement of 4th Graders in Science and Mathematics and their Views on STEM Training Teachers, **International Electronic Journal of Elementary Education**, Vol. 10, No. 4, PP. 505- 513.

Afifah, A. & Khoiri, M. & Qomaria, N. (2018): Mathematics Preservice Teachers' Views on Mathematical Literacy**, International Journal of Trends in Mathematics Education Research**, Vol. 1, No. 3, PP. 92- 94.

Ahmed, H. (2016): Strategic Future Directions for Developing STEM Education in Higher Education in Egypt as a Driver of Innovation Economy, **Journal of Education and Practice**, Vol. 7, No. 8, PP. 127- 145.

Ajogbeje, O. & Borisade, F. & Aladesaye, C. & Ayodele, O. (2013): Effects of Gender, Mathematics Anxiety and Achievement Motivatio on College Students' Achievement in Mathematics, **International Journal of Education & Literacy Studies**, Vol. 1, No. 1, PP. 15- 22.

Aksu, Z. & Ozkaya, M. & Gedik, S. & Konyalıoglu, A. (2016): Mathematics Self-efficacy and Mistake-handling Learning as Predictors of Mathematics Anxiety, **Journal of Education and Training Studies**,Vol. 4,No. 8,PP. 65- 71.

Aktulun, O. (2018): Examination of the Relationships Between Mathematics Literacy Self-Efficacy Perceptions of Preschool Teachers and Geometric Shape Recognition and Number Skills of Children With Structural Equation Modelling, **International Education Studies**, Vol. 11, No. 12, PP. 63- 77.

Al Mutawah, M. (2015): The Influence of Mathematics Anxiety in Middle and High School Students Math Achievement, **International Education Studies**, Vol. 8, No. 11, PP. 239- 252.

Alkan, V. (2018): A Systematic Review Research: 'Mathematics Anxiety' in Turkey, **International Journal of Assessment Tools in Education**, Vol. 5, No. 3, PP. 567- 592.

Altan, E. & Ozturk, N. & Turkoglu, A. (2019): Socio-Scientific Issues as a Context for STEM Education: A Case Study Research with Pre-Service Science Teachers, **European Journal of Educational Research**,Vol. 7,No.4,PP. 805- 812

Arora, A. & Pawlowski, E. (2017): **Examining Gender Differences in the Mathematical Literacy of 15-Year-Olds and the Numeracy Skills of the Age Cohorts as Adults**, Program for the International Assessment of Adult Competencies, U.S. Department of Education.

Aydin, D. & Aytekin, C. (2019): Controlling Mathematics Anxiety by the Views of Guidance and Psychological Counseling Candidates, **European Journal of Educational Research**, Vol. 8, No. 2, PP. 421- 431.

Ayvalli, M. & Bicak, B. (2018): An Investigation into the Measurement Invariance of PISA 2012 Mathematical Literacy Test, **European Journal of Education Studies**, Vol. 4, No. 11, PP. 39- 58.

Baker, C. & Galanti, T.& Birkhead, S. (2017): STEM and Model-Eliciting Activities: Responsive Professional Development for K-8 Mathematics Coaches, **North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education**, Paper presented at the Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (39th, Indianapolis, Oct 5-8), PP. 439- 446.

Bansilal, S. (2017): The application of the percentage change calculation in the context of inflation in Mathematical Literacy, **Pythagoras - Journal of the Association for Mathematics Education of South Africa**, Vol. 38, No. 1, PP. 1- 11.

Beilock, S. & Willingham, D (2014): Math Anxiety: Can teachers help students reduce it?, **American educator**, PP. 28- 43.

Bicer, A. & Perihan, C. & Lee, Y. (2020): A Meta-Analysis: The Effects of CBT as a Clinic- & School-Based Treatment on Students' Mathematics Anxiety, **International Electronic Journal of Mathematics Education**, Vol. 15, No. 2, PP. 1- 14.

Blazer, C. (2011): Strategies for Reducing Math Anxiety, **Research Services**, Miami-Dade County Public Schools, Vol. 15, PP. 1- 8.

Bolstad, O. (2019): Teaching for Mathematical Literacy: School Leaders' and Teachers' Rationales, **European Journal of Science and Mathematics Education**, Vol. 7, No. 3, PP. 93- 108.

Breen, S. & Cleary, J. & O'Shea, A. (2009): An investigation of the mathematical literacy of first year third-level students in the Republic of Ireland, **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, Vol. 40, No. 2, PP. 229- 246.

Carlson, K. & Celotta, D. & Curran, E. & Marcus, M. & Loe, M. (2016): Assessing the Impact of a Multi-Disciplinary Peer-Led-Team Learning Program on Undergraduate STEM Education, **Journal of University Teaching & Learning Practice**, Vol. 13, No. 1, PP. 1- 20.

Catlioglu, H. & Gurbuz, R. & Birgin, O. (2014): Do pre-service elementary school teachers still have mathematics anxiety? Some factors and correlates, **Bolema: Boletim de Educacao Matematica**, Vol. 28, No. 48, PP. 110- 127.

Central Board of Secondary Education (CBSE) (2020): **Teachers' Handbook, Volume 1:Mathematical Literacy**, The Secretary, Central Board of Secondary Education, New Delhi, India.

Changpetch, S. & Seechaliao, T. (2020): The Propose of an Instructional Model Based on STEM Education Approach for Enhancing the Information and Communication Technology Skills for Elementary Students in Thailand, **International Education Studies**,Vol. 13,No.1,PP.69- 75.

Changtong, N. & Maneejak, N. & Yasri, P. (2019): Approaches for Implementing STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) Activities among Middle School Students in Thailand, **International Journal of Educational Methodology**, Vol. 6, No. 1, PP. 185- 198.

Copeland, S. & Furlong, M.& Boroson, B. (2018): A STE[A]M Approach to Teaching and Learning, **International Journal of Teaching and Learning in Higher Education**, Vol. 30, No. 3, PP. 534- 548.

D'Souza, M. & Curran, K. & Olsen, P. & Nwogbaga, A. & Stotts, S. (2016): Integrative Approach For A Transformative Freshman-Level STEM Curriculum, **Journal of College Teaching & Learning**, Vol. 13, No. 2, PP. 47- 64.

Deringol, Y. (2018): Primary school students' mathematics motivation and anxieties, **Cypriot Journal of Educational Science**, Vol. 13, No. 4, PP. 537- 548.

Dewantara, A. & Zulkardi & Darmawijoyo (2015): Assessing Seventh Graders' Mathematical Literacy in Solving PISA-Like Tasks, **Indonesian Mathematical Society Journal on Mathematics Education**, Vol. 6, No. 2, PP. 39- 49.

Doyle, K. (2007): The Teacher, The Tasks: Their Role in Students' Mathematical Literacy, Mathematics: Essential Research, Essential Practice, In Watson, J. & Beswick, K. (Eds.), **Proceedings 30th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia - Mathematics: Essential Research**, **Essential Practice**, Hobart, Tasmania ,pp. 246-254.

Ekmekci, A. & Carmona, G. (2014): **Studying Mathematical Literacy Through the Lens of PISA's Assessment Framework**, In Nicol, C.& Liljedahl, P.& Oesterle, S. & Allan, D. (Eds.) Proceedings of the Joint Meeting of PME 38 and PME-NA 36,Vol. 2, pp. 441-448, Vancouver, Canada: PME.

Ergun, A. & Kulekci, E. (2019): The Effect of Problem Based STEM Education on the Perception of 5th Grade Students of Engineering, Engineers and Technology, **Pedagogical Research**, Vol. 4, No. 3, PP. 1- 15.

Escalera-Chavez, M. & Garcia-Santillan, A. & Molchanova , V. (2019): Anxiety Toward Mathematics: Empirical Evidence on High School Students, **European Journal of Contemporary Education**, Vol. 8, No. 3, PP. 506- 512.

Estapa, A. & Tank, K. (2017): Supporting Integrated STEM in the Elementary Classroom: A professional Development Approach Centered on an Engineering Design Challenge, **International Journal of STEM Education**, Vol. 4, No. 6, PP. 1- 16. \

Federici, R. & Skaalvik, E. & Tangen, T. (2015): Students' Perceptions of the Goal Structure in Mathematics Classrooms: Relations with Goal Orientations, Mathematics Anxiety, and Help-Seeking Behavior, **International Education Studies**,Vol.8,No.3,PP.146- 158

Firat, E. (2020): Science, Technology, Engineering, and Mathematics Integration: Science Teachers' Perceptions and Beliefs**, Science Education International**, Vol. 31, No. 1, PP. 104- 116.

Firdaus, F. & Wahyudin & Herman, T. (2017): Improving primary students' mathematical literacy through problem based learning and direct instruction, **Educational Research and Reviews**, Vol. 12, No. 4, PP. 212- 219.

Fritz-Palao, H. (2016): **8 Ways to Make a Great STEM Lesson**, Available at: https://blog.mimio.com/8-ways-to-make-a-great-STEM-lesson

Genc, M. & Erbas, A. (2019): Secondary Mathematics Teachers' Conceptions of Mathematical Literacy, **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology**, Vol. 7, No. 3, PP. 222- 237.

Goovaerts, L. & Cock , M. & Struyven, K. & Dehaene, W. (2019): Developing a Module to Teach Thermodynamics in an Integrated Way to 16 Year Old Pupils**, European Journal of STEM Education**, Vol. 4, No. 1, PP. 1- 11.

Guler, H. (2019): Mathematical Competencies Required by Mathematical Literacy Problems, **Malaysian Online Journal of Educational Sciences**,Vol.7,No. 2, PP. 57- 70.

Gunes, I & Ozsoy-Gunes, Z. & Derelioglu, Y. & Kırbaşlar, F. (2015): Relations between operational chemistry and physics problems solving skills and mathematics literacy self-efficacy of engineering faculty students, **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, Vol. 174, PP. 457- 463.

Hamid, M. & Shahrill, M. & Matzin, R. & Mahalle, S & Mundia, L. (2013): Barriers to Mathematics Achievement in Brunei Secondary School Students: Insights into the Roles of Mathematics Anxiety, Self-Esteem, Proactive Coping, and Test Stress, **International Education Studies**, Vol. 6, No. 11, PP. 1- 14.

Hassan, M. & Abdullah, A. & Ismail , N. & Suhud, S. & Hamzah, M. (2019): Mathematics Curriculum Framework for Early Childhood Education Based on Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM), **International Electronic Journal of Mathematics Education**, Vol. 14, No. 1, PP. 15- 31.

Havice, W. & Havice, P. & Waugaman, C. & Walker, K. (2018): Evaluating the Effectiveness of Integrative STEM Education: Teacher and Administrator Professional Development, **Journal of Technology Education**, Vol. 29, No. 2, PP. 73- 90.

Helvaci, S. & Helvaci, I. (2019): An Interdisciplinary Environmental Education Approach: Determining the Effects of E-STEM Activity on Environmental Awareness, **Universal Journal of Educational Research**, Vol. 7, No. 2, PP. 337- 346.

Hsieh, F. & Wang, T. (2014): What Aspects of Mathematical Literacy Should Teachers Focus on from the Student's Point of View?, **North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education**, Paper presented at the Joint Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME) (38th) and the North American Chapter of the Psychology of Mathematics Education (PME-NA), 36th, Vancouver, Canada, Jul 15-20.

Ic, U. & Tutak. T. (2018): Correlation between Computer and Mathematical Literacy Levels of **6th Grade Students,** European Journal of Educational Research, Vol. 7, No. 1, PP. 63- 70.

Johnson, C. (2013): Conceptualizing integrated STEM education, **School Science and Mathematics**, Vol. 113, No. 8, PP. 367- 368.

Karahan, E. & Canbazoglu-Bilici, S., & Unal, A. (2015): Integration of Media Design processes in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education**, Eurasian Journal of Educational Research**, No. 60, PP. 221- 240.

Katranci, Y. & Sengul, S. (2019): The relationship between mathematical literacy and visual math literacy self-efficacy perceptions of middle school students**, Pegem Egitim ve Ogretim Dergisi**, Vol. 9, No. 4, PP. 1113- 1138.

Kermani, H. & Aldemir, J. (2018): Exploring the Impact of A STEM Integration Teacher Professional Development Program on Early Childhood Teacher's Pedagogical Beliefs, **International Association for Development of the Information Society**, Paper presented at the International

Association for Development of the Information Society (IADIS) International Conference on Cognition and Exploratory Learning in the Digital Age (CELDA) 15th, Budapest, Hungary, Oct 21-23, PP. 321- 324.

Kertil, M. & Gurel, C. (2016): Mathematical Modeling: A Bridge to STEM Education, **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology**, Vol. 4, No. 1, PP. 44- 55.

Kesici, A. & Bindak , R. (2019): Does Mathematics Anxiety Have Any Impact on Secondary School Pupils' Friend Choices?, **International Journal of Educational Methodology**, Vol. 5, No. 1, PP. 109- 116.

Kubat, U. & Guray, E. (2018): To STEM or not to STEM? That is not the question, **Cypriot Journal of Educational Science**, Vol. 13, No. 3, PP. 395- 406.

Kubat, U. (2018): The integration of STEM into science classes, **World Journal on Educational Technology: Current Issues**, Vol. 10, No. 3, PP. 165- 173.

Lara-Porras, A. & Rueda-Garcia, M. & Molina-Munoz, D. (2019): Identifying the factors influencing mathematical literacy in several Spanish regions, **South African Journal of Education**, Vol. 39, No. 2, PP. 1- 13.

Lin, S. & Tai, W. (2015): Latent Class Analysis of Students' Mathematics Learning Strategies and the Relationship between Learning Strategy and Mathematical Literacy, **Universal Journal of Educational Research**, Vol. 3, No. 6, PP. 390- 395.

Long, C. & Bansilal, S. & Debba, R. (2014): An investigation of Mathematical Literacy assessment supported by an application of Rasch measurement, **Pythagoras**, Vol. 35, No. 1, PP. 1- 17.

Magen-Nagar, N. (2016): The effects of learning strategies on mathematical literacy: A comparison between lower and higher achieving countries, **International Journal of Research in Education and Science**, Vol. 2, No. 2, PP. 306- 321.

Mhakure, D. & Mokoena, M. (2011): A comparative study of the FET phase mathematical literacy and mathematics curriculum, **US-China Education Review B**, PP. 309- 323, Available at: https://open.uct.ac.za/handle/11427/3347

Mkhize, M. (2019): Mathematics anxiety among pre-service accounting teachers, **South African Journal of Education**, Vol. 39, No. 3, PP. 1- 14.

Moore, T. & Stohlmann, M. & Wang, H. & Tank, K. & Glancy, A. & Roehrig, G. (2014): Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In: Purzer, S., Strobel, J., & Cardella, M., (Eds.), **Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices**, West Lafayette, Purdue University Press, pp. 35-60.

Mostoli, N. & Rostamy, M. Ahmad Shahverani, A. & Behzadi, M. (2019): Using the Malmquist Index in Evaluation Process to Enhance Mathematical Literacy in High School Students, **International Journal of Assessment Tools in Education**, Vol. 6, No. 4, PP. 636- 655.

Mumcu, H. (2016): Using Mathematics, Mathematical Applications, Mathematical Modelling, and Mathematical Literacy: A Theoretical Study, **Journal of Education and Practice**, Vol. 7, No. 36, PP. 80- 96.

Munaji & Sayaodih, E. & Al jupri (2017): Improving Mathematical Literacy of Elementary School Students Through Scientific Approach, **The 2nd International Conference on Basic Education and Early Childhood**, Indonesia University of Education, Serang Campus, Indonesia, April 15.

National Science & Technology Council (2018): **Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education**, A Report by the Committee on STEM Education of the National Science & Technology Council, Executive Office of the President, USA.

Ng, L. (2012): Mathematics Anxiety in Secondary School Students, Mathematics Education Research Group of Australasia, **Paper presented at the Annual Meeting of the Mathematics Education Research Group of Australasia (MERGA),** Singapore, PP. 570- 571.

Nguyen, A. & Nguyen, D. & Ta, P. & Tran , T. (2019): Preservice Teachers Engage in a Project-based Task: Elucidate Mathematical Literacy in a Reformed Teacher Education Program, **International Electronic Journal of Mathematics Education**, Vol. 14, No. 3, PP. 657- 666.

Ntemngwa, C. & Oliver, J. (2018). The Implementation of Integrated Science Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Instruction using Robotics in the Middle School Science Classroom**, International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology**, Vol. 6, No. 1, PP. 12- 40.

O'Keeffe, L. & White, B. & Panizzon, D & Semmens, A. & Elliott, K. (2018): Mathematics Anxiety: Year 7 and 8 Student Perceptions, In Hunter, J., Perger, P., & Darragh, L. (Eds.). Making waves, opening **spaces (Proceedings of the 41st annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia)**, Auckland: MERGA, PP. 607- 614.

Ojose, B. (2011): Mathematics Literacy: Are We Able To Put The Mathematics We Learn Into Everyday Use?, **Journal of Mathematics Education**, Vol. 4, No. 1, PP. 89- 100.

Olanrewaju, M. (2019): Effects of Collaborative Learning Technique and Mathematics Anxiety on Mathematics Learning Achievement Among Secondary School Students in Gombe State, Nigeria, **Asian Journal of University Education**, Vol. 15, No. 1, PP. 1- 12.

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) (2019): **PISA 2018 Assessment and Analytical Framework**, PISA, OECD Publishing, Paris.

Ozgen, K. (2019): Problem-Posing Skills for Mathematical Literacy: The Sample of Teachers and Pre-Service Teachers, **Eurasian Journal of Educational Research**, Vol. 84, PP. 177- 212.

Ozkan, Y. & Ozaslan, N. (2018): Student Achievement in Turkey, According to Question Types Used in PISA 2003-2012 Mathematic Literacy Tests, **International Journal of Evaluation and Research in Education**, Vol. 7, No. 1, PP. 57- 64.

Ozsoyi, N. & Ozyer, S. (2018): Creative Drama and Example of Activity Plan in STEM, **European Journal of Education Studies**, Vol. 4, No. 4, PP. 213- 222.

Popa, R. & Ciascai, L. (2017): Students' Attitude towards STEM Education, **Acta Didactica Napocensia**, Vol. 10, No. 4, PP. 55- 62.

Prodromou, T. & Frederiksen, N. (2018): The Effects of Mathematics Anxiety on Primary Students, In Hunter, J., Perger, P., & Darragh, L. (Eds.). **Making waves, opening spaces (Proceedings of the 41st annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia)**, Auckland: MERGA, PP. 639- 646.

Ramirez, G. & Hooper, S. & Kersting, N. & Ferguson, R. & Yeager, D. (2018): Teacher Math Anxiety Relates to Adolescent Students' Math Achievement, **AERA Open**, Vol. 4, No. 1, PP. 1- 13.

Retnowati, S. & Riyadi, S. & Subanti, S. (2020): The STEM approach: The development of rectangular module to improve critical thinking skill, **International Online Journal of Education and Teaching**, Vol. 7, No. 1, PP. 2- 15.

Ring-Whalen, E. & Dare, E. & Roehrig, G. & Titu, P. & Crotty, E. (2018): From Conception to Curricula: The Role of Science, Technology, Engineering, and Mathematics in Integrated STEM Units, **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology**, Vol. 6, No. 4, PP. 343- 362.

Roehrig, G. & Moore, T. & Wang, H. & Park, M. (2012): Is Adding the E Enough? Investigating the Impact of K-12 Engineering Standards on the Implementation of STEM Integration, **School Science and Mathematics**, Vol. 112, No. 1, PP. 31- 44.

Sanders, S. & Nielsen, W. & Sandison, C. & Forrester, T. (2019): Maths Anxious Pre-Service Teachers' Perspectives of "Doing" Mathematics in a Whiteboard Room**, Mathematics Teacher Education and Development**, Vol. 1, PP. 145- 168.

Sari, U. & Alici, M. & Sen, O. (2018): The Effect of STEM Instruction on Attitude, Career Perception and Career Interest in a Problem-Based Learning Environment and Student Opinions, **Electronic Journal of Science Education**, Vol. 22, No. 1, PP. 1- 21.

Sharma, Y. (2016): Alleviating mathematics anxiety of elementary school students: A situated perspective, **International Journal of Research in Education and Science (IJRES)**, Vol. 2, No. 2, PP. 509- 517.

She, H. & Stacey, K. & Schmidt, W. (2018): Science and Mathematics Literacy: PISA for Better School Education, **International Journal of Science and Mathematics Education**, Vol. 16, PP. 1- 5.

Singh, P. & Teoh, S. & Cheong, T. & Rasid, N. & Kor, L. & Nasir, N. (2018): The Use of Problem-Solving Heuristics Approach in Enhancing STEM Students Development of Mathematical Thinking, **International Electronic Journal of Mathematics Education**, Vol. 13, No. 3, PP. 289- 303.

Smith, K. & Rayfield, J. & McKim, B. (2015): Effective Practices in STEM Integration: Describing Teacher Perceptions and Instructional Method Use, **Journal of Agricultural Education**, Vol. 56, No. 4, PP. 183- 203.

Stohlmann, M. (2013): **Integrated STEM Model-Eliciting Activities: Developing 21st Century Thinkers**, Symposium conducted at the American Association for the Advancement of Science (AAAS) Pacific Regional Conference, Las Vegas, NV.

Suciati & Munadi, S. & Sugiman & Febriyanti, W. (2020): Design and Validation of Mathematical Literacy Instruments for Assessment for Learning in Indonesia, **European Journal of Educational Research**, Vol. 9, No. 2, PP. 865- 875.

Sumirattana, S. & Makanong, A. & Thipkong, S. (2017): Using realistic mathematics education and the DAPIC problem-solving process to enhance secondary school students' mathematical literacy, **Kasetsart Journal of Social Sciences**, Vol. 38, PP. 307- 315.

Tai, W. & Lin, S. (2015): Relationship between problem-solving style and mathematical literacy, **Educational Research and Reviews**, Vol. 10, No. 11, PP. 1480- 1486.

Tawil, C. (2018): A STEM Unit on School Gardening for Developing 21st Century Skills and Conceptual Understanding of Science and Math, **Master of Arts in Education**, School of Arts and Sciences, Lebanese American University.

Thibaut, L. & Ceuppens, S. & De Loof, H. & De Meester, J. & Goovaerts, L. & Struyf, A. & Boeve-de Pauw, J. & Dehaene, W. & Deprez, J. & De Cock, M. & Hellinckx, L. & Knipprath, H. & Langie, G., Struyven, K. & Van de Velde, D. & Van Petegem, P. & Depaepe, F. (2018): Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. **European Journal of STEM Education**, Vol. 3, No. 1, PP. 1-12.

Thomson, S. & Hillman, K. & Lisa De Bortoli, L. (2013): **A teacher's guide to PISA mathematical literacy**, ACER Press, an imprint of Australian Council for Educational Research, Victoria, Australia.

Timur, S. & Timur, B. & Cetin, N. (2019): Effects of STEM Based Activities on In-Service Teachers' Views, **Educational Policy Analysis and Strategic Research**, Vol. 14, No. 3, PP. 102- 113.

Vasquez-Colina, M. & Gonzalez-DeHass, A. & Furner, J. (2014): Achievement Goals, Motivation to Learn, and Mathematics Anxiety among Pre-service Teachers, **Journal of Research in Education**, Vol. 24, No. 1, PP. 38- 52.

Wang, H. & Knobloch, N. (2018): Levels of STEM Integration through Agriculture, Food, and Natural Resources**,** **Journal of Agricultural Education**, Vol. 59, No. 3, PP. 258- 277.

Wang, H. & Moore, T. & Roehrig, G. Park, M. (2011): STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice**, Journal of Pre-College Engineering Education Research**, Vol. 1, No. 2, PP. 1- 13.

White, D. (2014): What Is STEM Education and Why Is It Important?, **Florida Association of Teacher Educators Journal**, Vol. 1, No. 14, PP. 1- 9.

Wooten, K. & Rayfield, J. &Moore, L. (2013): Identifying STEM Concepts Associated with Junior Livestock Projects**,** **Journal of Agricultural Education**, Vol. 54, No. 4, PP. 31- 44.

Yang, D. & Baldwin, S. (2020): Using Technology to Support Student Learning in an Integrated STEM Learning Environment, **International Journal of Technology in Education and Science**, Vol. 4, No. 1, PP. 1- 11.

Yansen, D. & Putri, R & Zulkardi & Fatimah, S. (2019): Developing PISA-Like Mathematics Problems on Uncertainty and Data using Asian Games Football Context, **Journal on Mathematics Education**, Vol. 10, No. 1, PP. 37- 46.

Yavuz, G. (2018): Mathematics Anxiety of Ninth Grade Students, **Journal of Education and Training Studies**, Vol. 6, No. 5, PP. 21- 27.

Young, J. & Young, J. (2016): Young, Black, and Anxious: Describing the Black Student Mathematics Anxiety Research Using Confidence Intervals, **Journal of Urban Mathematics Education**, Vol. 9, No. 1, PP. 79- 93.

Zamora-Lobato, T. & Garcia-Santillan , A. & Molchanova , V. (2016): Factorial Analysis to Measure Anxiety towards Mathematics: an Empirical Study in High School, **European Journal of Contemporary Education**, Vol. 8, No. 2, PP. 394- 408.