



Humanities and Educational
Sciences Journal

ISSN: 2617-5908 (print)



مجلة العلوم التربوية
والدراسات الإنسانية

ISSN: 2709-0302 (online)

برنامج مقترح قائم على منحى ستيم (STEM) لتدريس الرياضيات
وأثره على تنمية مهارات الترابط الرياضي والتفكير المنتج
لدى طلاب الصف الثاني المتوسط^(*)

د/ إبراهيم بن محمد موسى محزري

دكتورة مناهج وطرق التدريس
كلية التربية - جامعة الملك خالد

د/ مانع علي محمد الشهري

أستاذ المناهج وطرق تدريس الرياضيات المشارك
كلية التربية - جامعة الملك خالد

تاريخ قبوله للنشر 7/2/2023

<http://hesj.org/ojs/index.php/hesj/index>

(*) تاريخ تسليم البحث 2/1/2023

(*) موقع المجلة:

برنامج مقترح قائم على منحى ستيم (STEM) لتدريس الرياضيات وأثره على تنمية مهارات الترابط الرياضي والتفكير المنتج لدى طلاب الصف الثاني المتوسط

د/ إبراهيم بن محمد موسى محزري

دكتورة مناهج وطرق التدريس

كلية التربية - جامعة الملك خالد

د/ مانع علي محمد الشهري

أستاذ المناهج وطرق تدريس الرياضيات المشارك

كلية التربية - جامعة الملك خالد

المستخلص

هدف البحث إلى اقتراح برنامج قائم على منحى ستيم STEM لتدريس الرياضيات وتعرف أثره على تنمية مهارات الترابط الرياضي والتفكير المنتج لدى طلاب الصف الثاني المتوسط. ولتحقيق هذا الهدف استخدم البحث المنهج التجريبي القائم على التصميم شبه التجريبي ذي المجموعة الواحدة، وقام الباحثان بإعداد برنامج مقترح قائم على منحى ستيم STEM لتدريس الرياضيات، كما أعد اختباراً في مهارات الترابط الرياضي، وآخر في مهارات التفكير المنتج، وتكونت عينة البحث من (33) طالباً من طلاب الصف الثاني المتوسط بمدرسة الأمير سلطان بن عبدالعزيز بمنطقة جازان التعليمية تم اختيارهم بطريقة عشوائية، وقد طبقت عليهم أداتي البحث قبلًا، ثم درسوا وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني" باستخدام البرنامج المقترح القائم على منحى ستيم STEM، حيث استغرقت تجربة البحث (22) حصّة، ثم طبقت أداتي البحث بعدئذٍ، وأسفرت نتائج البحث عن وجود فروق دالة إحصائية عند مستوى (0.01) بين متوسطات درجات الطلاب في التطبيقين القبلي والبعدي لاختباري مهارات الترابط الرياضي، ومهارات التفكير المنتج لصالح التطبيق البعدي، كما أظهرت نتائج البحث الأثر الإيجابي الكبير للبرنامج المقترح القائم على منحى ستيم STEM على تنمية مهارات الترابط الرياضي ومهارات التفكير المنتج لدى طلاب مجموعة البحث.

الكلمات المفتاحية: برنامج، منحى ستيم STEM، مهارات الترابط الرياضي، مهارات التفكير المنتج، تدريس الرياضيات.



A Proposed Program Based on the STEM Approach for Teaching Mathematics and Its Impact on Developing Mathematical Connections and Productive Thinking Skills among Eighth Grade Students

Dr. Ibrahim bin Mohamed Musa Mahzri

Ph.D. Curriculum and Teaching Methods
College of Education - King Khalid University

Dr. Mana Ali Mohammed Al-Shehri

Associate Professor of Curriculum and Methods of Teaching
Mathematics College of Education - King Khalid University

Abstract:

The research aimed to propose a program based on the STEM approach in mathematics teaching and study its impact on developing mathematical connections and productive thinking skills among eighth grade students. To achieve this aim; experimental (one-group design) approach was used. The researcher prepared the proposed program based on the STEM approach for teaching mathematics. Two tests were also prepared to assess Mathematical Connections and productive thinking skills. The study sample consisted of (33) Eighth grade students from Prince Sultan bin Abdulaziz school in Jazan educational region; They were chosen randomly. Pre- Mathematical Connections and productive thinking skills tests were applied for the group. Then the students studied the "Geometry and spatial inference" unit using the proposed program based on the STEM approach, The research experiment was carried out over (22) classes. Subsequently, post-Mathematical Connections and productive thinking skills tests were applied for the group. The results of the research revealed that there were statistically significant differences at the level (0.01) between the mean score of the research group in the pre and post tests on the application of mathematical connections and productive thinking skills in favor of the post application test. The results also showed the large positive effect of the proposed program based on the STEM approach on the development of mathematical connections and productive thinking skills among the students of the research group.

Keywords: Program, STEM approach, mathematical connections skills, productive thinking skills, mathematics teaching.

مقدمة:

في عصر التسارع التقني والصناعي لم يعد اكتساب المعرفة واسترجاعها هدفاً محورياً للتعليم، بل أصبح التفكير الشمولي المتكامل المفضي للإنتاج والحلول المبتكرة لمشكلات الحياة هو الوجهة المنشودة في العملية التعليمية؛ وذلك لمواكبة متطلبات التنافسية العالمية في الصناعة والإنتاج والابتكار، وهو ما فرض واقعاً جديداً على مناحي الحياة بكافة أشكالها؛ مما دفع بالدول نحو التطوير النوعي والمستمر لمؤسساتها التربوية والتعليمية.

وتأتي الأهداف العامة للرياضيات الحديثة متنسقة ومتطلبات العصر؛ حيث جاء لدى خليل والنذير (2019) أن من أهم أهداف الرياضيات وأدوارها المعاصرة في هذا القرن، مسايرتها للعصر ومعايشتها للواقع العلمي والتكنولوجي المتطور، واستخدام الأفكار التي تربط وتكامل بين فروع الرياضيات، وتشجيع الطلاب على استخدام أنواع التفكير المختلفة، وربط الرياضيات بمشروعات واقعية من بيئة الطالب، وتشير الجحلب (2019) إلى أن النظرة الحديثة لتدريس الرياضيات تركز على فهم الطالب للأفكار الرياضية والعلاقات المتداخلة بينها، والقدرة على ربط تلك الأفكار ربطاً يدل على المعنى، وهو ما يتفق مع توجهات وزارة التعليم في المملكة العربية السعودية (1440هـ) الرامية إلى إعادة صياغة مفهوم المدرسة كمؤسسة تربوية تعليمية؛ تصقل الشخصية، وتنمي المهارات وتعزز روح الإبداع لدى الطلاب.

وبهذا يظهر الدور الأساسي لمعيار الترابط الرياضي كحلقة وصل بين المعايير الأخرى للعمليات الرياضية؛ بما يتفق مع طبيعة الرياضيات القائمة على التكامل والترابط بين مكوناتها. ويعد الترابط الرياضي أحد أهم أسباب تميز الطلاب في اختبارات مشروع اتجاهات الدراسات الدولية في الرياضيات والعلوم (TIMSS)⁽¹⁾؛ فهو يمثل نقلة نوعية في النظرة إلى طبيعة الرياضيات؛ ويحولها من معرفة متناثرة معزولة إلى كل متكامل متناسق؛ يتضمن إدراك الطلاب للترابطات بين فروع الرياضيات المختلفة، والترابطات مع العلوم الأخرى بشكل وثيق، وكذلك ارتباطها بالعالم الحقيقي وأنشطة الحياة اليومية (الحنان، 2018)، ولا تقتصر أهمية الترابط الرياضي على المساعدة في فهم دروس الرياضيات والنجاح فيها، بل يُعد من أهم محفزات ودوافع التعلم والبحث والاستقصاء (دعمس والناطور، 2010). ويبرز الترابط الرياضي أهمية دمج الرياضيات بالعالم الحقيقي، وبمبادئ المعرفة الأخرى، فهو يقوم على ثلاث مهارات أساسية، تتمثل في: تعرّف العلاقات والروابط بين الأفكار الرياضية واستخدامها، وفهم كيفية ارتباط الأفكار الرياضية مع بعضها البعض لكي تنتج كلاً متكاملاً، وتعرّف تطبيقات الرياضيات واستخدامها في سياقات خارجها (الجحلب، 2019؛ الخليلي، 2018؛ NCTM، 2000). ولهذا فإن مهارات الترابط الرياضي تساعد على تعزيز المفاهيم والأفكار الرياضية لدى الطالب، ونقلها من المعاني المجردة القابلة للنسيان، لتضعها في إطار تكاملي مع العلوم الأخرى، ومشكلات الحياة، وهو ما يسهم في بقاء أثر التعلم، وتحقيق المقاصد العليا لتعليم الرياضيات وتعلمها.

وتُعد مهارات الترابط الرياضي من الكفايات الأساسية لتعليم الرياضيات وتعلمها، والتي تضمنتها مناهج الرياضيات الحديثة عبر مختلف المراحل الدراسية (العبيكان، 2008)، وقد أوصت العديد من الدراسات بضرورة الاهتمام بتنمية تلك المهارات بمختلف الطرائق والوسائل، حيث يرى العشري (2020) أهمية دمج الأنشطة

(1) TIMSS: Trends of the International Mathematics and Science Studies.

والمواقف الرياضية التي تعمل على تنمية مهارات الترابط الرياضي ضمن موضوعات ودروس الرياضيات بمراحل التعليم المختلفة، ويشير محمد (2019) إلى جدوى ربط منهج الرياضيات بالحياة اليومية والخبرات الذاتية للطلاب، من خلال العمل على تحقيق التكامل بين الرياضيات والعلوم المختلفة، ويؤكد هيكل (2019) على فاعلية إستراتيجيات التدريس الحديثة في تنمية مهارات الترابط الرياضي لدى الطلاب. وتتطلب مهارات الترابط الرياضي عمليات عقلية تعتمد على الاستبصار، والقدرة على التأمل العميق في شتات المعرفة؛ لجعلها كلاً متكاملًا متناسقًا، وذلك يعتمد على قدرة الفرد على الإدراك والتحليل والربط والاستنتاج وحل المشكلات، وهو ما يعني - بالضرورة - حاجة الطالب إلى ممارسة أنماط متعددة من التفكير، وهو ما يتفق مع ما جاء لدى كل من (الخزاعلة والشناق وجوارنة، 2020؛ والشهري، 2018) بأن الرياضيات من أكثر العلوم تداخلًا مع مجالات الحياة المختلفة، وهي تتميز ببنية تراكمية استدلالية ترتبط بمجالات العلم الأخرى، وتنمي مهارات التفكير المختلفة.

ويُعد التفكير المنتج أحد أهم أنماط التفكير التي جاءت الاتجاهات الحديثة في مجال الرياضيات لتؤكد على أهميته، كونه يقوم على الدمج بين مهارات التفكير الإبداعي، والتفكير الناقد، وهو ينمي قدرة الفرد على تنظيم أفكاره ذاتيًا، والسعي إلى اكتشاف علاقات جديدة، أو طرائق غير مألوفة لتحقيق الأهداف التعليمية وحل المشكلات الحياتية (الأسمر، 2016)، ويتضمن التفكير المنتج إعادة تشكيل الأفكار من خلال القدرة على تخطيط بنية عقلية معينة وإعادة صياغتها في إطار مختلف، حيث يتم أولاً التفكير بشكل إبداعي لتوليد الأفكار والحلول الممكنة، ثم التفكير بشكل ناقد لتقييم هذه الحلول واختيار أفضلها (أسود، 2021)، ويأخذ التفكير المنتج قوته وفاعليته من مجمل قوة العقل والعصف الذهني الذي يقوم به، فهو يمثل خلاصة العديد من أنواع التفكير الفعال الذي يمارسه الطالب لتحقيق الأهداف المرجوة (Furtak & Ruiz, 2015).

ومن الاتجاهات الحديثة في التعليم؛ والتي تقوم على حاجات الفرد والمجتمع في المجالات المختلفة، التربوية، والمهنية، والاقتصادية، لاسيما في هذا العصر الذي أصبحت فيه الابتكارات العلمية والتقنية ذات أهمية متزايدة؛ هو: منحى تكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) (السلامات، 2019)، حيث يقوم منحى STEM على مبادئ أساسية؛ كالتأكيد على التكامل بين المواد الدراسية بهدف إدراك ترابطات المفاهيم وتدعيمها، وإنشاء صلة قوية بين العلم والحياة، مع التركيز على تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين كالتفكير الإبداعي، والتفكير الناقد، ويكون ذلك من خلال تنويع سياقات التعليم التي تضع الطلاب في تحديات ومواقف واقعية، ينخرطون خلالها في مهام ومشاريع أصيلة تنطلق من المشكلات الحياتية (زيادة، 2019؛ علا الله، 2019)، فهو نهج متعدد التخصصات للتعليم يزيل الحواجز التقليدية التي تفصل بين التخصصات الأربعة: العلوم (Science)، والتكنولوجيا (Technology)، والهندسة (Engineering)، والرياضيات (Mathematics)، ويدمجها في منظومة تعليمية متكاملة، تدعم تجارب التعلم الواقعية ذات الصلة بحياة الطالب ومشكلاته (Vasquez, Sneider & Comer, 2013).

ولهذا فقد أوصى المجلس القومي لمعلمي الرياضيات (NCTM) بتعليم الرياضيات باستخدام منحى STEM لأنه يسمح للطلاب بتطبيق مهارات الرياضيات في سياقات العالم الحقيقي، ومواجهة التحديات بطريقة متكاملة، وإزالة الحواجز بين



المعايير الخمسة للعمليات الرياضية: الترابط، التواصل، حل المشكلات، البرهان الاستدلالي، التمثيلات الرياضية (السعيد، 2018)، كما يرى العمري (2019) أهمية تهيئة بيئات تعليمية مناسبة لمنحنى STEM مادياً ومعنوياً، ويؤكد صالحه وأبو سارة (2019) على ضرورة تدريب المعلمين على استخدام منحنى STEM في تدريس الرياضيات، ويرى (Sumen & Calisici, 2016) أن التعليم وفق هذا المنحنى يكون فعالاً وممتعاً وسهل الاحتفاظ به.

واستقراءً مما سبق؛ فإن العمل على تنمية مهارات الترابط الرياضي والتفكير المنتج؛ يتطلب استخدام طرائق وإستراتيجيات تدريس حديثة؛ تتجاوز حدود التلقين المعرفي؛ وتركز على التنمية المتكاملة لشخصية الطالب، بما في ذلك مهارات التفكير المختلفة، وإعداده للحياة، وربطه بالمشكلات الواقعية لمجتمعه ومتطلبات عصره، من خلال تأطير الأهداف التعليمية والتربوية للتخصصات المختلفة، وتعزيز تكاملها وترابطها. وتأسيساً على ما سبق تظهر الأهمية التعليمية والتربوية لتنمية مهارات الترابط الرياضي والتفكير المنتج؛ كهدف تربوي أصيل يتواءم مع متغيرات العصر وتحدياته، كما يتضح تناغم الأسس العلمية التي يقوم عليها منحنى STEM مع المتطلبات الإجرائية اللازمة لتنمية تلك المهارات، وهو ما يُظهر أهمية تدريس الرياضيات باستخدام منحنى STEM كأحد أبرز الاتجاهات الحديثة في الساحة التعليمية.

مشكلة البحث:

أظهرت نتائج طلاب المملكة في الاختبارات الدولية (TIMSS) ضعف المستوى العام للطلاب في الرياضيات، مما يدل على وجود خلل في مهارات التفكير، وضعف في تكامل المفاهيم الرياضية وتطبيقها لدى الطلاب، وهو ما يؤكد تقرير (Mullis & martin& foy& hooper, 2016) الذي أشار إلى ضعف مستوى طلاب المملكة في اختبارات (TIMSS) لعام 2015 في الرياضيات، كما أظهر التقرير انخفاض المستوى العام للمملكة بين عامي 2011 و 2015م، وجاء تقرير هيئة تقويم التعليم والتدريب (2020) ليؤكد استمرار ضعف نتائج الطلاب في عام 2019م، حيث حلت المملكة في المركز (53) من بين (58) دولة مشاركة؛ وبنائج مماثلة لنتائج عام 2011م.

وجاءت نتائج البحوث والدراسات التي اهتمت بتنمية مهارات الترابط الرياضي والتفكير المنتج لدى الطلاب متوافقة ضمنياً مع ما أشارت إليه نتائج الاختبارات الدولية (TIMSS)، حيث تشير دراسة كل من: (الجدعاني والمالكي، 2020؛ حسن، 2014؛ طوهري، 2018؛ النعيمي، 2016) إلى ضعف مستوى الطلاب في مهارات الترابط الرياضي، وأهمية تنمية تلك المهارات، كما تشير دراسة كل من: (الزهراني، 2018؛ الشهري، 2018؛ العنزي، 2016؛ الغامدي، مشاعل، 2020) إلى ضعف مهارات التفكير المنتج بشقيه الإبداعي والناقد لدى الطلاب، وأهمية تنمية تلك المهارات بالطرائق والنماذج التعليمية المختلفة.

ويعزز ذلك نتائج الدراسة الاستطلاعية التي طبّقها الباحثان خلال الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي (1441-1442هـ) على عينة مكونة من (40) طالباً من طلاب الصف الثاني المتوسط بمنطقة جازان التعليمية، في وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني" بعد دراستهم لها؛ حيث تم تطبيق اختبار مهارات الترابط



الرياضي ملحق (1)، واختبار مهارات التفكير المنتج ملحق (2)، والجدولان (1،2) يوضحان نتائج الدراسة الاستطلاعية.

جدول (1): نتائج الدراسة الاستطلاعية في اختبار مهارات الترابط الرياضي

مستوى أفراد العينة في مهارات الترابط الرياضي						الدرجة الكلية	عدد الطلاب
مرتفع $12 \leq$		$8 \leq$ متوسط $12 >$		منخفض $8 >$			
%	ن	%	ن	%	ن	16	40
10	4	20	8	70	28		

يتضح من الجدول (1) أن نسبة الطلاب منخفضي المستوى في مهارات الترابط الرياضي، بلغت (70%) من أفراد العينة، وأن نسبة الطلاب متوسطي المستوى بلغت (20%)، ونسبة الطلاب مرتفعي المستوى بلغت (10%).

جدول (2): نتائج الدراسة الاستطلاعية في اختبار مهارات التفكير المنتج

مستوى أفراد العينة في مهارات التفكير المنتج						الدرجة الكلية	عدد الطلاب
مرتفع $15 \leq$		$10 \geq$ متوسط $15 >$		منخفض $10 >$			
%	ن	%	ن	%	ن	20	40
0	0	12.5	5	87.5	35		

يتضح من الجدول (2) أن نسبة الطلاب منخفضي المستوى في مهارات التفكير المنتج، بلغت (87.5%) من أفراد العينة، وأن نسبة الطلاب متوسطي المستوى بلغت (12.5%)، ولم يحقق أي من الطلاب المستوى المرتفع.

من جانب آخر أشارت البحوث والدراسات ذات الصلة أن من أسباب ضعف نواتج التعلم في الرياضيات لدى الطلاب؛ استخدام استراتيجيات ونماذج تدريس تقليدية؛ تركز على المستويات الدنيا للتعلم، وتقدم المعلومات للطلاب بطريقة غير مترابطة، الأمر الذي يؤدي إلى تنظيمها بشكل عشوائي في بنيتها المعرفية، وبالتالي لا يستطيع توظيفها في المواقف المختلفة للتعلم والحياة (عبد الله وأمين، 2017؛ علا الله، 2019؛ Businskas, 2008). ويُعد منحى STEM من أبرز الاتجاهات الحديثة الواعدة في حقل التربية والتعليم، والذي أظهرت نتائج الدراسات فاعليته في جوانب متعددة من تدريس الرياضيات (علا الله، 2019؛ القشامي، 2016؛ Acar, 2018 & Tertemmez).

وفي حين تُظهر وزارة التعليم اهتمامًا متزايدًا بتطبيق منحى STEM في مدارسها، وتأهيل الكوادر المؤهلة في هذا الجانب من خلال برنامج خبرات (متمدى تدريب الرياض 3، 1441هـ). إلا أن مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات (2020) يؤكد قلة البحوث العلمية العربية في مجال STEM مقارنة بالجهود العالمية، كما يواجه منحى STEM بعض التحديات عند تطبيقه في الميدان التربوي، حيث يشير الجلال والشمراني (2019) إلى بعض من هذه التحديات؛ كضعف قدرة المعلمين على تطوير وحدات دراسية بما يتفق مع منحى



STEM، وطبيعة المحتوى العلمي وصعوبة تغطية جميع المفاهيم، والزمن اللازم لتطوير الوحدات الدراسية، والتكلفة المادية للأدوات اللازمة لتنفيذ الأنشطة التعليمية.

وبناءً على ما سبق؛ يمكن تحديد مشكلة البحث في ضعف مهارات الترابط الرياضي، ومهارات التفكير المنتج لدى طلاب الصف الثاني المتوسط؛ ونظرًا لما أشارت إليه البحوث والدراسات من الأثر الإيجابي لتعليم الرياضيات الحديثة في سياقات واقعية، ودمجها مع المواد الأخرى بطريقة تكاملية، على النحو الذي تدعمه الأسس العلمية لمنحى STEM، فإن البحث الحالي يسعى إلى إعداد برنامج قائم على منحى STEM لتدريس الرياضيات، وتعرف أثره على تنمية مهارات الترابط الرياضي والتفكير المنتج لدى طلاب الصف الثاني المتوسط.

أسئلة البحث:

سعى البحث للإجابة عن الأسئلة الآتية:

- 1- ما أثر البرنامج المقترح القائم على منحى ستيم STEM لتدريس الرياضيات على تنمية مهارات الترابط الرياضي لدى طلاب الصف الثاني المتوسط؟
- 2- ما أثر البرنامج المقترح القائم على منحى ستيم STEM لتدريس الرياضيات على تنمية مهارات التفكير المنتج لدى طلاب الصف الثاني المتوسط؟

أهداف البحث:

سعى البحث إلى تحقيق الأهداف الآتية:

- 1- تعرف أثر البرنامج المقترح القائم على منحى ستيم STEM لتدريس الرياضيات على تنمية مهارات الترابط الرياضي لدى طلاب الصف الثاني المتوسط.
- 2- تعرف أثر البرنامج المقترح القائم على منحى ستيم STEM لتدريس الرياضيات على تنمية مهارات التفكير المنتج لدى طلاب الصف الثاني المتوسط.

فروض البحث:

حاول البحث اختبار صحة الفروض الآتية:

- 1- توجد فروق دالة إحصائية عند مستوى (0,05) بين متوسطات درجات الطلاب بالصف الثاني المتوسط في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات الترابط الرياضي لصالح التطبيق البعدي.
- 2- توجد فروق دالة إحصائية عند مستوى (0,05) بين متوسطات درجات الطلاب بالصف الثاني المتوسط في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير المنتج لصالح التطبيق البعدي.

أهمية البحث:

تمثلت أهمية البحث في الآتي:

- 1- تقديم برنامج مقترح قائم على منحى STEM لتدريس الرياضيات بهدف تنمية مهارات الترابط الرياضي ومهارات التفكير المنتج لدى طلاب الصف الثاني المتوسط، ويمكن الاسترشاد به في تصميم وإعداد برامج أخرى، من قبل المعلمين والمشرفين التربويين.

- 2- توفير دليل معلم يوضح كيفية تدريس البرنامج المقترح القائم على منحى STEM، يمكن للمعلمين والمشرفين التربويين الاسترشاد به في تصميم وإعداد أدلة أخرى.
- 3- توفير أداة تقويم تتمثل في اختبار يقيس مهارات الترابط الرياضي في وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني" من مقرر الرياضيات للصف الثاني المتوسط، يمكن للمعلمين والمشرفين التربويين تطبيقها عند تقويم هذا الجانب التعليمي، والاسترشاد بها في إعداد أدوات مماثلة.
- 4- توفير اختبار يقيس مهارات التفكير المنتج في وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني" من مقرر الرياضيات للصف الثاني المتوسط، يمكن للمعلمين والمشرفين التربويين الاسترشاد به في إعداد أدوات مماثلة.

حدود البحث:

اقتصر البحث على الحدود الآتية:

- 1- عينة من طلاب الصف الثاني متوسط بمنطقة جازان التعليمية.
- 2- وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني" المقررة بالصف الثاني المتوسط من الفصل الدراسي الثاني (نظام ثلاثة فصول).
- 3- مهارات التفكير المنتج: التعرف على الافتراضات، التفسير، تقويم المناقشات أو الحجج، الاستنباط، الطلاقة، المرونة، الأصالة؛ نظرًا لوجود ضعف في هذه المهارات لدى الطلاب في المراحل الدراسية المختلفة، وهي الأكثر أهمية لتنميتها لدى الطلاب لا سيما في المرحلة المتوسطة، حيث تم تحديدها بعد مراجعة الدراسات والبحوث السابقة، ومنها دراسات كل من: (البدري، 2019؛ الشهري، 2018؛ كميل وملحم، 2019؛ المالكي، 2020).

مصطلحات البحث:

1- مهارات الترابط الرياضي Mathematical Connections Skills:

يُعرّف إجرائيًا بأنها: العمليات العقلية المستخدمة لتحديد العلاقة بين الأفكار الرياضية وتطبيقها، وربط الأفكار الرياضية مع بعضها لكي تنتج كلاً متكاملًا، وربطها مع المواد الدراسية الأخرى، وكذلك بأنشطة الحياة المختلفة، والتي يقوم بها طالب الصف الثاني المتوسط بدقة وسرعة وسهولة عند دراسته وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني"، وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في الاختبار المعد لهذا الغرض.

2- مهارات التفكير المنتج Productive Thinking Skills:

يُعرّف إجرائيًا بأنها: العمليات والأنشطة العقلية التي تؤدي إلى ناتج جديد منطقي، وتقوم على توليد الأفكار والحلول والنقد والتحليل للمعلومات، وانتقاء أفضل الحلول للمشكلات الواقعية، وذلك من خلال الجمع بين مهارات التفكير الإبداعي والتفكير الناقد؛ يقوم بها طالب الصف الثاني المتوسط بدقة وسرعة وسهولة عند دراسته وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني"، وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في الاختبار المعد لهذا الغرض.



3- البرنامج المقترح القائم على منحى ستيم (STEM): A Proposed Program Based on STEM Approach.

يُعرف منحى ستيم (STEM) إجرائياً بأنه: مخطط عام يتكون من مجموعة من الخبرات المنظمة والإجراءات التدريسية المخططة لتدريس وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني" من خلال صياغة محتوى الوحدة في صورة مشكلات حياتية واقعية تربط بين علم الرياضيات والعلوم الأخرى (العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة)، لمساعدة طلاب الصف الثاني المتوسط على إدراك الترابط الرياضي بين موضوعات الرياضيات فيما بينها، ومع المواد الأخرى، ومع الحياة، وإنتاج أفكار جديدة حول تلك المشكلات ونقدها وتقييمها.

أدبيات البحث:

تضمن هذا الفصل عرضاً للأدبيات المرتبطة بمجال البحث، والتعقيب عليها، ومن ثم سرد فروض البحث، وذلك على النحو الآتي:

المحور الأول: مهارات الترابط الرياضي:

يؤطر مفهوم الترابط الرياضي مهاراته في ثلاثة جوانب رئيسة هي: تحديد العلاقة بين الأفكار الرياضية وتطبيقها، وربط الأفكار الرياضية مع بعضها، وربطها مع المواد الدراسية الأخرى، وربطها بأنشطة الحياة المختلفة، وعليه فإن تنوع تقسيمات مهارات الترابط الرياضي الواردة في بعض الدراسات والبحوث يكون طفيفاً لا يؤثر في المعنى الجوهرى لتلك المهارات.

ولخص طوهرى (2018) مهارات الترابط الرياضي الأساسية والفرعية على النحو التالي:

أ) المهارة الأساسية الأولى: تعرف العلاقات بين الأفكار الرياضية واستخدامها، وتنقسم إلى عدد من المهارات الفرعية هي:

1- تحديد المعرفة السابقة.

2- تعرف العلاقات بين الموضوعات السابقة.

3- حل المشكلات الحالية من خلال المعرفة السابقة.

ب) المهارة الأساسية الثانية: فهم كيفية ارتباط الأفكار الرياضية وكيفية بنائها على بعضها البعض لكي تنتج كلاً متكاملًا ومتربطًا، وتتكون هذه المهارة من المهارات الفرعية التالية:

1- التكامل والارتباط بين المفاهيم والإجراءات.

2- ارتباط داخل الموضوعات الرياضية.

ج) المهارة الأساسية الثالثة: تعرف تطبيقات الرياضيات واستخدامها في سياقات خارج الرياضيات، وتتكون هذه المهارة من المهارات الفرعية التالية:

1- ارتباط الرياضيات وتطبيقاتها بالحياة.

2- ارتباط الرياضيات بالعلوم الأخرى.



وفي ضوء ما سبق، يستخلص الباحثان مهارات الترابط الرياضي الرئيسة والفرعية كما هو مبين في الجدول

(3) التالي:

جدول (3): مهارات الترابط الرياضي الرئيسة والفرعية

مهارات الترابط الرياضي الرئيسة	مهارات الترابط الرياضي الفرعية
تعرف العلاقات والروابط بين الأفكار الرياضية واستخدامها.	- استخدام الترابطات الرياضية لحل المشكلة الرياضية. - ربط الأفكار الجديدة بالأفكار السابقة عبر الدروس والوحدات.
فهم كيفية ارتباط الأفكار الرياضية مع بعضها البعض لكي تنتج كلاً متكاملًا.	- رؤية نفس التركيب الرياضي في أوضاع مختلفة. - التكامل بين الإجراءات والمفاهيم عبر الرياضيات المدرسية.
تعرف تطبيقات الرياضيات واستخدامها في سياقات خارجها.	- ارتباط الرياضيات بالعلوم الأخرى. - ارتباط الرياضيات وتطبيقها بالحياة.

المحور الثاني: مهارات التفكير المنتج:

يأتي تعليم وتنمية مهارات التفكير المنتج كأحد أهم الأهداف التربوية في العصر الحاضر؛ نظرًا لما يتمتع به هذا النمط من التفكير من قاعدة عقلية تقوم على أهم أنماط التفكير البشري هما: التفكير الإبداعي، والتفكير الناقد، وهذان النمطان تعتمد عليهما عجلة النمو والتطور في مختلف المناشط الحياتية؛ لما لهما من دور في تطوير قدرات الأفراد على إنتاج الأفكار والحلول الإبداعية وتطويرها وتقنيها وتقييمها واختيار الأفضل منها، حيث ترى الأسمر (2016) أن التفكير المنتج يُعد أحد أهم الاتجاهات الحديثة التي ترتقي بالرياضيات إلى مجال أوسع من كونها مجرد تراكم للمعلومات والمعارف، فهو يقوم على اندماج لنمطي التفكير الناقد والإبداعي، يقوم فيه الفرد بتنظيم أفكاره بصورة ذاتية يهدف من خلالها إلى تحقيق نتائج عملية إيجابية.

ويناقش عبدالسميع ولاشين (2012) التفكير المنتج على مستوى الإدراك الحسي للفرد وتصفان التفكير المنتج بأنه عملية ذهنية يتفاعل فيها الإدراك الحسي مع الخبرة لتحقيق هدف معين، بدوافع داخلية أو خارجية، ويعرف (Glatzeder, 2011) التفكير المنتج من خلال القدرة على تصور المبادئ العامة للمشكلة، ووضع آليات أساسية للتفكير، وحل المشكلة من خلال إعادة الهيكلة والتنظيم، من الناحية الإدراكية والناحية النظرية؛ للمعلومات المعطاة، والعناصر الأساسية للمشكلة، والأفكار المسبقة، كما يؤكد تعريف جاد الحق (2020) للتفكير المنتج على أهمية وصول الطالب لنتائج جديدة عند ممارسة هذا النمط من التفكير، فترى أنه نمط التفكير الذي يؤدي إلى ناتج جديد، يقوم فيه الطالب بالنقد وتحليل المعلومات، لانتقاء أفضل الحلول للمشكلات، وهو يجمع بين مهارات التفكير الإبداعي والناقد، ويعرف شاهين (2020) التفكير المنتج كعملية ذهنية، يتفاعل فيها الإدراك الحسي، مع الخبرة للتوصل إلى نتائج جديدة وغير مألوفة، ويتطلب مجموعة من المهارات التي تشمل الطلاقة، والمرونة، والأصالة، والتوسع، والتخيل، ويجمع التفكير المنتج بين مهارات التفكير الناقد والتفكير الإبداعي ويوظفهما لإنتاج أفكار إيجابية وعملية جديدة.



تعرف تطبيقات الرياضيات واستخدامها في سياقات خارجها.	- ارتباط الرياضيات بالعلوم الأخرى. - ارتباط الرياضيات وتطبيقاتها بالحياة.
---	--

مهارات التفكير المنتج:

نظرًا لكون نمطي التفكير الإبداعي، والتفكير الناقد يمثلان المكونات الأصلية للتفكير المنتج؛ فإن مهارات هذا الأخير تكون ملازمة للمهارات المكونة لهما ومنبثقة منها، ويتميز التفكير المنتج بدمج هذه المهارات في كل متكامل يساهم في توجيه العقل البشري وجهة إنتاجية، تفضي إلى حلول إبداعية، واقعية، للمواقف والمشكلات التعليمية والواقعية.

وتتفق معظم الدراسات والبحوث على مهارات التفكير الإبداعي الثلاث الأساسية: الطلاقة، والمرونة، والأصالة، وذلك كما جاء في دراسات كل من (أبو عبيد، 2019؛ اربيع، والزعي، والعمرى، 2020؛ الذروي، 2014). وقد تريد تلك المهارات لتشمل الحساسية للمشكلات كما لدى كل من (الربيعي، 2019؛ الشوكاني، 2015)، أو تشمل مهارة التفاصيل كما في دراسة (الربيعي، 2019)، ويرى الباحثان أن هذه المهارات المزايدة في بعض الدراسات والبحوث يمكن تضمينها في المهارات الأساسية لتكون جزءًا من عملياتها، فالحساسية للمشكلات هي مهارة ابتدائية تجعل الفرد يشعر بالمشكلة ويدخل في عملية التفكير؛ بغض النظر عن نوع التفكير الذي يمارسه، كما أن مهارة التفاصيل تعد ملازمة لمهارة الطلاقة والمرونة.

ويرى الباحث بأن مهارتي الاستنتاج والاستنباط لهما الإجراء ذاته في عملية الاستدلال العقلي، وهما عكس مهارة الاستقراء، إلا أن مهارة الاستنباط أكثر وضوحًا في عملية الاستدلال العقلي الذي يحتاجه التفكير المنتج بشقه الناقد؛ كونها تعتمد على مقدمة عبارة عن قاعدة عامة يصل منها الطالب إلى استنتاجات تنطبق على الجزئيات، كما أنها أكثر مناسبة للقدرات العقلية لدى طلاب المرحلة المتوسطة، في حين قد تناسب مهارة الاستنتاج - في حالة كونها مهارة مستقلة - قدرات الطلاب في المراحل الدراسية العليا؛ كالمرحلة الثانوية أو الجامعية. وجاء لدى كل من: (الأسمر، 2016؛ المالكي، 2020) توضيح المهارات الأساسية والفرعية للتفكير المنتج، نوجز خلاصتها كما في جدول (4).



جدول (4): مهارات التفكير المنتج الرئيسة والفرعية

المهارات الأساسية	المهارات الفرعية
مهارات التعرف على الافتراضات	يميز الفرضيات الصحيحة والخاطئة المعطاة.
	توقع النتائج.
	يقدم أفكارًا وأمثلة لاختبار الفروض والتخمينات.
	يعطي أمثلة لفرضيات رياضية مرفوضة ويبين سبب رفضها.
	توظيف الحواس في الملاحظة والتنبؤ.
	يبين مدى قبول أو رفض الفرضيات الرياضية.
مهارات التفسير	يتتبع الحقائق الرياضية ويفسرها.
	يفسر الآراء والأحداث والمواقف الرياضية.
	يحول الاستنتاج الرياضي إلى مجموعة من الملاحظات المرتبطة به.
	يعزز الترابط المنطقي بين الموضوعات أو المفاهيم الرياضية ويوظفها في التفسير.
مهارات تقييم المناقشات أو الحجج	يحكم على فكرة بالقبول والرفض في ضوء المعطيات المطلوب.
	يقرر مصداقية المعلومات من عدمها.
	يدرس الجوانب المختلفة للمشكلات والمواقف الرياضية لاتخاذ القرار.
	يظهر الفرق بين الحجج الرياضية القوية والضعيفة.
مهارات الاستنباط	يقدم المعلومات والأفكار الرياضية من العام إلى الخاص.
	يصل إلى استنتاجات معينة بعد إعطاء معلومات عامة.
	ينظم الأفكار الرياضية ويصنفها في مجالات.
مهارات الطلاقة	إنتاج أكبر عدد من الأفكار والحلول والبدايل لمشكلة رياضية أو حياتية.
	يتعرض لمشكلات رياضية لها أكثر من حل.
	إيجاد أكبر عدد من ممكن من أوجه الشبه والاختلاف في المقارنات
	إنتاج أكبر عدد من الافتراضات بناءً على المسلمات الرياضية.
مهارات المرونة	يحل المشكلات الرياضية بأكثر من طريقة.
	توليد أفكار رياضية متنوعة.
	التعبير عن المشكلات الرياضية وحلولها بلغته الخاصة.
مهارات الأصالة	إيجاد حلول غير مألوفة تتسم بالجدة والندرة.
	طرح مشكلات غير مألوفة.
	يرسم ويصمم الحلول بطرق غير مألوفة.

المحور الثالث: مفهوم منحنى تكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM:

قد استمد منحنى STEM ظهوره من حاجات المجتمع في شتى المجالات، لاسيما في هذا القرن الذي أصبحت فيه الابتكارات العلمية والتكنولوجية ذات أهمية متزايدة، فمن أهم المبررات الداعية للأخذ بتوجه تكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM هي: مبررات اقتصادية ومهنية تتمثل في الحاجة لتلبية متطلبات القرن الحادي والعشرين من القوى العاملة، والمتخصصين في بعض التخصصات التكاملية كالتقنيات الحيوية والجزئية، والطاقة



البديلة وغيرها، وكذلك مبررات تعليمية تربوية تتمثل في الفجوة في الإنجاز العلمي وانخفاض مستوى الطلاب في المواد العلمية وفق ما تظهره نتائج الاختبارات الدولية TIMSS، كذلك الحاجة إلى تطوير مهارات القرن الحادي والعشرين لدى التلاميذ، وما يتبعه من ضعف كفاية المعلمين المهنية لإنتاج المفكرين المبدعين القادرين على حل المشكلات (السلامات، 2019؛ زيادة، 2019؛ كريري وآخرون، 2019).

وأظهرت دراسة (Sumen & Calisici, 2016) الأثر الإيجابي لاستخدام منحنى STEM في تطوير المعرفة المفاهيمية لدى المعلمين والطلاب وقدرتهم على حل مشكلات، وتكوين خرائط مفاهيم ذهنية صحيحة وفعالة وواقعية، كما أظهرت نتائج الدراسة أن المعلمين يؤيدون استخدام منحنى STEM، وأن التعليم وفق هذا المنحنى يكون فعالاً وممتعاً وسهل الاحتفاظ به.

ويرى الباحثان أن الاختلاف بين منحنى STEM ومنحنى STEAM يكمن في طريقة تضمين التخصصات، في حين لا يوجد اختلاف جوهري في خطوات التدريس، وأن استخدام منحنى STEM في تدريس الرياضيات يقوم على متركزات أساسية تتمثل فيما يلي:

- طرح مشكلات حقيقية، وتوفير سياقات طبيعية للتعلم.
- ليس هناك إجابات محددة للمشكلات، والأصل هو ممارسة الاكتشاف والتجريب.
- صياغة أنشطة تساعد في تكامل المفاهيم بين المواد الأربع المكونة لمنحنى STEM.
- تقويم متعدد ومتنوع يتواءم مع الأنشطة المتعددة.

إجراءات البحث:

منهج البحث:

استخدم البحث المنهج التجريبي القائم على التصميم شبه التجريبي ذي المجموعة الواحدة مع القياس القبلي والبعدي.

مجتمع البحث:

شمل مجتمع البحث جميع طلاب التعليم العام للصف الثاني المتوسط بالإدارة العامة للتعليم بمنطقة جازان، للفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي 1442-1443هـ، وعددهم (7502) طالباً، وذلك وفقاً لبيانات نظام نور المتحصل عليها من إدارة التخطيط المدرسي.

عينة البحث:

تكوّنت عينة البحث من (33) طالباً من طلاب الصف الثاني المتوسط بمدرسة الأمير سلطان بن عبد العزيز التابعة لمنطقة جازان التعليمية، تم اختيارها عشوائياً، وتم تدريسهم وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني" باستخدام البرنامج المقترح القائم على منحنى STEM.

البرنامج المقترح القائم على منحنى STEM:

قام الباحثان بإعداد البرنامج المقترح القائم على منحنى STEM في صورته الأولى وفق الخطوات الآتية:

(1) بيانات البرنامج:

- اسم البرنامج: برنامج مقترح قائم على منحنى STEM لتدريس الرياضيات للطلاب في الصف الثاني المتوسط.
- الهدف العام من البرنامج: يهدف البرنامج المقترح القائم على منحنى STEM إلى تنمية مهارات الترابط الرياضي ومهارات التفكير المنتج لدى طلاب الصف الثاني المتوسط.
- الأهداف الفرعية للبرنامج: في ضوء الهدف العام للبرنامج المقترح القائم على منحنى STEM تنبثق مجموعة من الأهداف الفرعية وهي على النحو الآتي:
 - 1- حل المشكلات الرياضية والحياتية التي تواجه الطلاب، من خلال نقل عملية تعليم الرياضيات وتعلمها من المفاهيم المجردة إلى التطبيقات الواقعية.
 - 2- تنمية مهارات الترابط الرياضي، وتشمل: تعرّف العلاقات والروابط بين الأفكار الرياضية واستخدامها، وفهم كيفية ارتباط الأفكار الرياضية مع بعضها البعض لكي تنتج كلاً متكاملًا، وتعرّف تطبيقات الرياضيات واستخدامها في سياقات خارجها.
 - 3- تنمية مهارات التفكير المنتج، وتشمل: التعرف على الافتراضات، التفسير، تقويم المناقشات أو الحجج، الاستنباط، الطلاقة، المرونة، الأصالة.
 - 4- تنمية مهارات العمل التعاوني والمشاركة الفعالة للطلاب في عمليتي التعليم والتعلم.
 - 5- تزويد الطلاب بآليات العمل المناسبة لتصميم الحلول الإبداعية للمشكلات، وتجريبها.
 - 6- تحقيق التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، من خلال تشجيع التفكير الشمولي والنظرية الكلية للمواقف التعليمية ومشكلات الحياة لدى الطلاب.
 - 7- تعزيز دور التقنية في التعليم، وتكوين الثقافة التكنولوجية.
 - 8- زيادة الدافعية للتعليم، وتكوين ميول إيجابية نحو الرياضيات.
- الفئة المستهدفة: طلاب الصف الثاني المتوسط، وتتراوح أعمارهم من (13-14) عامًا تقريبًا.
- مدة البرنامج: أربعة أسابيع دراسية.

(2) تحديد مصادر بناء البرنامج المقترح القائم على منحنى STEM:

- لتصميم البرنامج المقترح القائم على منحنى STEM، تم الاطلاع على:
 - الأدبيات والبحوث والدراسات السابقة ذات الصلة بمنحنى STEM.
 - الأدبيات والبحوث والدراسات السابقة ذات الصلة ببناء البرامج التعليمية.
 - البحوث والدراسات السابقة ذات الصلة بتنمية مهارات الترابط الرياضي.
 - البحوث والدراسات السابقة ذات الصلة بتنمية مهارات التفكير المنتج.



- كتاب الرياضيات للصف الثاني المتوسط، المقرر في الفصل الدراسي الأول والثاني بنظام الثلاثة فصول.

(3) أسس البرنامج المقترح القائم على منحنى STEM:

حددت أسس البرنامج المقترح القائم على منحنى STEM في الآتي (زيادة، 2019؛ القاضي والريبعية، 2018؛ الغامدي، محمد، 2020):

- إخضاع المفاهيم والأفكار المتضمنة في فروع STEM لعمليات التفسير والتحليل، وتعريف علاقتها بالعالم المادي والفكري وطرق تأثيرها به.
- دمج قضايا منحنى STEM بقضايا ومشكلات ذات قيمة وأهمية مجتمعية.
- التركيز على مهارات القرن الحادي والعشرين؛ كحل المشكلات، والإبداع، والتواصل الفعال، والعمل الجماعي، والتفكير الناقد.
- تنويع سياقات التعليم التي تضع الطلاب في تحديات ومواقف واقعية يخطرون خلالها في مهام ومشاريع أصيلة، تنطلق من المشكلات الواقعية.
- الاهتمام بالجانب التطبيقي والأنشطة الحياتية العملية.
- التدريب المستمر والتحسين في ضوء التغذية الراجعة.
- اعتماد المشروعات التعليمية في عملية التدريس.
- تحقيق التواصل بين المدرسة والمجتمع وسوق العمل.
- تعزيز دور المعلم كموجه ومرشد للعملية التعليمية، ومدرّب للتلاميذ على إنتاج المعرفة العلمية وتطبيقها.
- تنمية قدرة الطلاب على التواصل والتشارك والتعاون.

(4) اختيار المحتوى التعليمي المناسب لبناء البرنامج المقترح القائم على منحنى STEM:

في ضوء أدبيات البحث والدراسات السابقة فإن المحتوى التعليمي للبرنامج المقترح القائم على منحنى STEM يجب أن تتوفر فيه الخصائص التالية:

- ملائمة المحتوى للمرحلة العمرية والعقلية للطلاب.
- تنوع المحتوى ليراعي المكونات الأربعة لمنحنى STEM: رياضيات، علوم، تكنولوجيا، هندسة، ويحقق التكامل بينها.
- تنظيم المحتوى لكي يسهل الربط بين الخبرات السابقة والخبرات الجديدة للطلاب، والربط بين الموضوعات والمفاهيم والربط بالحياة.
- صياغة الأنشطة في صورة مشكلات ذات صلة بحياة الطالب.
- أن يكون المحتوى ثري بالأفكار المحفزة على التفكير والإبداع.
- وفي ضوء أهداف البرنامج وأساسه، وبعد اطلاع الباحثان على محتوى منهج الرياضيات المقرر على طلاب الصف الثاني المتوسط للفصل الدراسي الثاني لعام 2021/1443م، تم اختيار وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني" لعدة أسباب منها:

- اشتمالها على عدد مناسب من التطبيقات الهندسية التي تتضمن مجموعة من مهارات الترابط الرياضي، ومهارات التفكير المنتج، وتناسب مع متطلبات تطبيق منحنى STEM.
- تتضمن مفاهيم أساسية يتضح فيها الارتباط الرأسي بين المفاهيم الرياضية عبر المراحل الدراسية، والأفقي مع المواضيع والمواد الأخرى.
- تنوع الدروس بين المفاهيم الهندسية والجبرية والقياس، مما يساعد على إيجاد تطبيقات متعددة، وروابط رياضية مختلفة.
- يمكن ربط موضوعات الوحدة بالقضايا الحياتية والبيئية، وإظهار أهمية الرياضيات في الحياة.
- تسمح موضوعات الوحدة بفرص متعددة للتصميم والابتكار والإبداع.
- وعليه فإن المحتوى الرئيس للبرنامج المقترح القائم على منحنى STEM، يقوم على المكونات التالية:
- الوحدة الدراسية: وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني"، وتتضمن الدروس الآتية: علاقات الزوايا والمستقيمات، إستراتيجية حل المسألة، المضلعات والزوايا، تطابق المضلعات، التماثل، الانعكاس، الانسحاب.
- الأفكار الرئيسة للوحدة: استعمال العلاقة بين المستقيمات والزوايا، تطبيق التحويلات الهندسية.
- المفردات الرئيسة: المضلعات المتطابقة، التحويل الهندسي، الانعكاس، الانسحاب.
- المشكلة الرئيسة للوحدة: تنطلق المشكلة الرئيسة للوحدة من مثال الربط بالحياة الوارد في بداية الوحدة في كتاب الطالب وتقع تحت عنوان "فن العمارة"، ومنها تم صياغة مشكلة عامة ترتبط بحياة الطلاب في منطقة جازان، وتلامس احتياجاتهم واهتماماتهم وذلك تحت عنوان (فن العمارة في منطقة جازان بين الماضي والمستقبل)، كمسألة واقعية يتم إظهارها ومناقشتها وتوضيحها بشكل كامل في حصة التهيئة، ويستمر عمل الطلاب فيها أثناء الدروس اليومية إلى نهاية الوحدة.
- الربط بالعلوم: لتحديد بعض المفاهيم العلمية المرتبطة بمشكلة الوحدة (فن العمارة في منطقة جازان بين الماضي والمستقبل)؛ تم الاطلاع على كتاب العلوم لنفس المرحلة، وتم استخلاص بعض المفاهيم العلمية ومنها: خطوات التفكير العلمي لحل المشكلات، طبيعة المواد المستخدمة، الحرارة، التربة، الطاقة وتحولاتها، الرطوبة، المرونة، التغير المناخي، تدوير المواد واستخدامها.
- الربط بالتكنولوجيا: ربط مشكلة الوحدة (فن العمارة في منطقة جازان بين الماضي والمستقبل) مع التكنولوجيا من حيث تحديد الأدوات والمعدات المستخدمة لتنفيذ المهمة، والأشخاص، والتقنيات اللازمة للبناء، والاستفادة - ما أمكن - من تطبيقات الحاسب الآلي لتجريب التصميم ثلاثي الأبعاد للأفكار المتولدة من الطلاب، وكذلك يمكن ترك الحرية للطلاب لتطوير أفكارهم ونماذجهم وربطها بالتقنيات الحديثة كالتحكم عن بعد، وغير ذلك من التقنيات.
- الربط بالهندسة: ويتم ذلك من خلال مناقشة ودراسة التصميم الهندسي للبيت الجازاني قديماً، ووضع واقتراح تصميم حديث للبيت الجازاني يناسب المنطقة وظروفها وإمكانات الساكنين واحتياجاتهم، وتوقع عوامل الجودة وآلية البناء، وفعالية الاستخدام والتنفيذ في الواقع، وفي الربط بالهندسة يتم ترجمة الفكرة أو المشكلة الجزئية في



تصميمات ورقية، أو نماذج مجسمة توضح كيفية تطبيق الفكرة على أرض الواقع وبما يتناسب مع المشكلة الأساسية للوحدة.

(5) تحليل محتوى وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني":

تم تحليل محتوى وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني" وفقاً للخطوات الآتية:

- تحديد الهدف من تحليل وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني":

يهدف التحليل إلى تحديد جوانب التعلم المتضمنة في وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني"، المقررة على طلاب الصف الثاني المتوسط للفصل الدراسي الثاني للعام 2021/1443م، وصياغة الأهداف الإجرائية لدروس الوحدة، ومن ثم بناء البرنامج المقترح القائم على منحنى STEM.

- تحديد عناصر التحليل:

قام الباحثان بتحليل وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني" إلى: مفاهيم، وتعميمات، ومهارات.

- صدق تحليل المحتوى:

للتأكد من صدق التحليل تم عرض قائمة تحليل المحتوى، على مجموعة من المحكمين المتخصصين في المناهج وطرق التدريس، ومشرقي ومعلمي الرياضيات في المرحلة المتوسطة، وفي ضوء الملاحظات التي قدمها المحكمون تم إجراء التعديلات اللازمة.

- حساب ثبات التحليل:

لحساب ثبات التحليل استعان الباحثان بمشرف تربوي تخصص رياضيات⁽¹⁾ للقيام بعملية التحليل مرة أخرى، وفي كلتا المراتين تم الالتزام بالتعريفات المحددة سلفاً لكل عنصر من عناصر التحليل (المفاهيم، والتعميمات، والمهارات)، وتم التوصل إلى أن نسبة الاتفاق بين التحليلين وذلك بتطبيق معادلة هولستي⁽²⁾ (Holsti, 1969)، وأن معاملات ثبات عناصر التحليل والتحليل ككل تحتوي الموضوعات المحددة بين المحللين على التوالي (0.94، 0.91، 0.95، 0.94)، وهي نسب ثبات عالية مما يعطي ثقة في مناسبة ثبات تحليل محتوى الموضوعات المحددة؛ طبقاً للمعيار الذي حدده طعيمة (2004) بأن معامل الثبات الأكثر من 0.80 يعبر عن ثبات مرتفع.

(6) تحديد إستراتيجيات التدريس المستخدمة في البرنامج المقترح القائم على منحنى STEM:

تضمن البرنامج المقترح القائم على منحنى STEM الإستراتيجيات التدريسية التالية: التعليم المدمج، الفصل المقلوب، التعلم التعاوني، العصف الذهني، المشاريع، حل المشكلات، وقد تم تحديد تلك الإستراتيجيات في ضوء ما اطلع عليه الباحثان من الأدبيات والبحوث والدراسات السابقة في مجال منحنى STEM، ولكونها - وفق اطلاع الباحثان - أكثر مناسبة لتنمية مهارات الترابط الرياضي ومهارات التفكير المنتج لدى طلاب الصف الثاني المتوسط.

(1) د. إبراهيم علي كيري - مشرف رياضيات بالمرحلة المتوسطة - دكتوراه مناهج وطرق التدريس العامة.

7) تحديد الوسائل التعليمية المستخدمة في البرنامج المقترح القائم على منحى STEM:

من أهم الوسائل والمصادر التعليمية المستخدمة في تدريس وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني" باستخدام البرنامج المقترح القائم على منحى STEM ما يأتي:

ورق شفاف، ورق رسم بياني، سبورة، أقلام، فلين، غراء صمغ، قطع خشبية، أسلاك معدنية، ورق مقوى، مجسمات، أدوات هندسية، كمبيوتر، جهاز عرض، أوراق عمل، تطبيقات حاسوبية للرسم والعرض، هاتف محمول، شبكة الإنترنت، تطبيقات الأجهزة الذكية قوقل ماب، واتس أب، برنامج جيوجبرا (GeoGebra)، رابط الدرس الرقمي.

8) الأنشطة التعليمية التعليمية المستخدمة في البرنامج المقترح القائم على منحى STEM:

- أنشطة صفية ولا صفية.
- أنشطة فردية وجماعية.
- أنشطة مرتبطة بواقع الحياة.
- أنشطة تقوم على التجريب العملي.
- أنشطة إلكترونية عن بعد.
- أنشطة تربط بين المجالات الأربعة المكونة لمنحى STEM: علوم، تكنولوجيا، هندسة، رياضيات.
- أنشطة متنوعة المستويات، دون المتوسط، والمتوسط، وفوق المتوسط.

9) أساليب التقويم المستخدمة في البرنامج المقترح القائم على منحى STEM:

- تضمن البرنامج المقترح القائم على منحى STEM أساليب التقويم التالية:
- التقويم القبلي: تطبيق أداتي البحث للكشف عن مستوى الطلاب في مهارات الترابط الرياضي، ومهارات التفكير المنتج قبل تطبيق البرنامج المقترح، وكذلك تشخيص المتطلبات القبلية والمعلومات السابقة لدى الطلاب قبل التعلم الجديد أثناء الدروس اليومية.
 - التقويم البنائي: ويتمثل في الأنشطة الفردية والجماعية، وملاحظة الأداء، ومتابعة ملفات الإنجاز، والأسئلة الشفهية والتحريرية التي تطرح خلال تطبيق البرنامج، مع تقديم التغذية الراجعة المناسبة.
 - التقويم الختامي: وتضمن التقويم النهائي لكل درس بالإضافة لتطبيق أداتي البحث للكشف عن مستوى الطلاب في مهارات الترابط الرياضي، ومهارات التفكير المنتج بعد تطبيق البرنامج المقترح.
 - التقويم البديل (الواقعي): ويتمثل في تقويم الأداء الفردي والجماعي للطلاب؛ أثناء ممارسة المهام الواقعية في بناء نماذج وتصميمات الحلول وتنفيذها من خلال ورش العمل.

10) مراحل وخطوات تنفيذ البرنامج المقترح القائم على منحى STEM:

تُنفذ دروس الوحدة الدراسية باستخدام البرنامج القائم على منحى STEM؛ وفق مجموعة من الخطوات الرئيسة؛ يسبقها حصتي تهيئة يتم فيها تنفيذ مجموعة من الإجراءات التنظيمية، والتدريسية؛ لتهيئة الطلاب للعمل

في الدروس اليومية وفق آلية واضحة، وفهم متكامل لمشكلة الوحدة وطريقة التعلم وفق منحنى STEM، وفي حين تأتي الإجراءات التدريسية لحصتي التهيئة ضمن حيثيات درس التهيئة.

11) البرنامج المقترح القائم على منحنى STEM في صورته النهائية:

بعد بناء البرنامج المقترح القائم على منحنى STEM في صورته الأولى، تم عرضه على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مجال المناهج وطرق تدريس الرياضيات، من أعضاء هيئة التدريس بالجامعات السعودية والعربية، إضافة إلى عدد من مشرفي ومعلمي الرياضيات بالمرحلة المتوسطة، ملحق (3)، لتحكيم البرنامج وإبداء مرئياتهم من حيث:

- عناصر ومكونات البرنامج المقترح.
- وضوح تعليمات البرنامج.
- مناسبة مهارات الترابط الرياضي المتضمنة في البرنامج.
- مناسبة مهارات التفكير المنتج المتضمنة في البرنامج.
- مناسبة محتوى البرنامج للمعلم ومستوى طلاب الصف الثاني المتوسط.
- صحة البرنامج لغوياً وعلمياً.
- ضرورة (إضافة/ حذف) بعض العناصر (من/ إلى) البرنامج.

في ضوء آراء المحكمين، تم تعديل مرحلة تعريف المفردات لتكون سابقة لمرحلة عرض مشكلة STEM وتصميم الحلول، وإعادة صياغة بعض المهام والأنشطة لتناسب مستوى طلاب الصف الثاني المتوسط، وتراعي جوانب منحنى STEM واستراتيجياته؛ وتصحيح بعض الأخطاء اللغوية، وإضافة التقويم البديل كأحد أساليب التقويم المستخدمة في البرنامج؛ وبهذه التعديلات أصبح البرنامج المقترح القائم على منحنى STEM في صورته النهائية قابلاً للتطبيق، وقد تم تضمين محتوى البرنامج ضمن دليل المعلم ملحق (4).

أدوات البحث:

استخدم الباحثان أداتين من إعدادهما:

1- اختبار مهارات الترابط الرياضي:

قد تم بناء الاختبار وفق الخطوات التالية:

(1) الهدف من اختبار مهارات الترابط الرياضي: هدف الاختبار إلى قياس مستوى مهارات الترابط الرياضي في وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني" لدى طلاب الصف الثاني المتوسط الفصل الدراسي الثاني.

(2) الصورة الأولى لاختبار مهارات الترابط الرياضي: وقد تضمنت:

- إعداد جدول مواصفات الاختبار: تم إعداد جدول مواصفات الاختبار ليكون صادقاً، وعلى قدر كبير من الشمول، والموضوعية، والتمثيل لموضوعات الوحدة، كما هو موضح بجدول (5).



جدول (5): جدول مواصفات اختبار مهارات الترابط الرياضي في وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني"

المهارات الموضوعات	تعرف العلاقات والروابط بين الأفكار الرياضية واستخدامها.	فهم كيفية ارتباط الأفكار الرياضية مع بعضها البعض لكي تنتج كلاً متكاملًا.	تعرف تطبيقات الرياضيات واستخدامها في سياقات خارجها.	المجموع	النسبة المئوية للموضوع
علاقات الزوايا والمستقيمات	2		2	4	19.04%
إستراتيجية حل المسألة	1		1	2	9.52%
المضلعات والزوايا	2	1	1	4	19.04%
تطابق المضلعات		2	1	3	14.29%
التمائل		2	1	3	14.29%
الانعكاس	1		1	2	9.52%
الانسحاب	1	2		3	14.29%
المجموع	7	7	7	21	100%
النسبة المئوية لكل مهارة	33.3	33.3	33.3	100	

- صياغة أسئلة الاختبار: تم صياغة الأسئلة في صورة اختبار موضوعي من نوع الاختيار من متعدد؛ بحيث يتبع كل مفردة أربع بدائل أحدها صحيح، وبلغ عددها (21) سؤالاً، بواقع (7) أسئلة لكل مهارة من مهارات الترابط الرياضي:

- تعرف العلاقات بين الأفكار الرياضية واستخدامها.
- فهم كيفية ارتباط الأفكار الرياضية وكيفية بنائها على بعضها البعض لكي تنتج كلاً متكاملًا ومتربطًا.
- تعرف تطبيقات الرياضيات واستخدامها في سياقات خارجها.
- تعليمات الاختبار: والمتمثلة في: الهدف من الاختبار، وتسجيل البيانات الأولية للطالب، وعدد الأسئلة، والحث على قراءة الأسئلة جيداً، والإجابة عنها جميعاً، وتقديم مثال لكيفية الإجابة عنها.

(3) صدق اختبار مهارات الترابط الرياضي: تم عرض الاختبار على مجموعة من المتخصصين في الرياضيات وطرق تدريسها ملحق (3)، لاستطلاع آرائهم حول مدى مناسبة كل سؤال لمهارة الترابط الرياضي التي وضع من أجلها، ومدى انتمائه للمهارة المحددة، ووضوح تعليمات الاختبار، والدقة اللغوية لصياغة أسئلة الاختبار،



ومدى ضرورة إضافة أو حذف بعض فقرات الاختبار، وفي ضوء الملاحظات التي أبدتها المحكمون تم تعديل صياغة بعض الأسئلة، وتصحيح بعض البدائل.

(4) تطبيق اختبار مهارات الترابط الرياضي على عينة استطلاعية: بعد إجراء التعديلات اللازمة وبناء الاختبار في صورته الأولى، تمت تجربته على عينة استطلاعية - غير عينة البحث - بلغ عددها (36) طالبًا من طلاب الصف الثاني المتوسط بمدرسة العز - محافظة أحد المسارحة - بمنطقة جازان التعليمية، للتأكد من سلامة صياغة الاختبار اللغوية ووضوح تعليماته، وتحديد ما يلي:

(أ) تحديد زمن الاختبار: تم حساب الزمن اللازم للإجابة عن أسئلة الاختبار، وذلك برصد الزمن الذي استغرقه كل طالب من طلاب العينة التي طبق عليها الاختبار، ثم تم جمع أزمان الطلاب وقسمتها على عددهم، وكان متوسط الزمن (45) دقيقة.

(ب) الاتساق الداخلي لاختبار مهارات الترابط الرياضي: تم حساب الاتساق الداخلي للاختبار وفقًا للمراحل الآتية:

المرحلة الأولى: استخدام معامل ارتباط بيرسون لحساب معامل الارتباط بين كل سؤال والدرجة الكلية لاختبار مهارات الترابط الرياضي وجدول (6) يوضح ذلك.

جدول (6): معاملات ارتباط أسئلة اختبار مهارات الترابط الرياضي بدرجة الكلية

رقم السؤال	معامل الارتباط	رقم السؤال	معامل الارتباط	رقم السؤال	معامل الارتباط
1	**0.602	8	**0.642	15	**0.632
2	**0.751	9	**0.432	16	**0.529
3	*0.600	10	**0.623	17	**0.535
4	**0.634	11	**0.644	18	**0.526
5	**0.679	12	**0.491	19	**0.664
6	**0.472	13	**0.693	20	**0.634
7	**0.582	14	**0.535	21	*0.416

يتضح من جدول (6) أن معاملات الارتباط بين كل سؤال من أسئلة اختبار مهارات الترابط الرياضي والدرجة الكلية للاختبار دالة إحصائيًا عند (0.01) لجميع أسئلة الاختبار عدا السؤال (21) فهو دال إحصائيًا عند مستوى (0.05)، وهو ما يشير إلى تحقق المرحلة الأولى من مراحل الاتساق الداخلي للاختبار.

المرحلة الثانية: استخدام معامل ارتباط بيرسون لحساب معامل الارتباط بين كل سؤال والدرجة الكلية للمهارة المنتمى إليها وجدول (7) يوضح ذلك.



جدول (7): معاملات ارتباط أسئلة اختبار مهارات الترابط الرياضي بدرجة المهارة المنتمى إليها

رقم السؤال	معامل الارتباط	رقم السؤال	معامل الارتباط	رقم السؤال	معامل الارتباط
1	**0.705	8	**0.675	15	**0.579
2	**0.706	9	**0.543	16	**0.603
3	*0.730	10	**0.647	17	**0.573
4	**0.653	11	**0.685	18	**0.692
5	**0.711	12	**0.528	19	**0.834
6	**0.641	13	**0.670	20	**0.762
7	**0.678	14	**0.536	21	**0.541

** تعني دالة عند مستوى (0.01).

يتضح من جدول (7) أن معاملات الارتباط بين كل سؤال من أسئلة اختبار مهارات الترابط الرياضي والدرجة الكلية للمهارة المنتمى إليها دالة عند (0.01)، وهو ما يشير إلى تحقق المرحلة الثانية من مراحل الاتساق الداخلي للاختبار.

المرحلة الثالثة: استخدام معامل ارتباط بيرسون لحساب معامل الارتباط بين مهارات الاختبار بعضها ببعض، والاختبار ككل ومهارات الاختبار كل على حدة، وجدول (8) يوضح ذلك.

جدول (8): معاملات الارتباط بين مهارات الترابط الرياضي والدرجة الكلية

المهارة	تعرف العلاقات بين الأفكار الرياضية واستخدامها	تعرف العلاقات بين الأفكار الرياضية واستخدامها	تعرف العلاقات بين الأفكار الرياضية واستخدامها	الاختبار ككل
تعرف العلاقات بين الأفكار الرياضية واستخدامها.	-	**0.823	**0.578	**0.893
فهم كيفية ارتباط الأفكار الرياضية وكيفية بنائها على بعضها البعض لكي تنتج كلاً متكاملًا ومتناظرًا.	**0.823	-	**0.739	**0.947
تعرف تطبيقات الرياضيات واستخدامها في سياقات خارجها.	**0.578	**0.739	-	**0.859
الاختبار ككل	**0.893	**0.947	**0.859	-

يتضح من جدول (8) أن معاملات الارتباط بين مهارات الترابط الرياضي دالة عند (0.01)، كما أن معاملات الارتباط بين مهارات الاختبار كل على حدة والاختبار ككل دالة عند (0.01)، وهو ما يشير إلى تحقق المرحلة الثالثة من مراحل الاتساق الداخلي للاختبار. وعليه يتضح من نتائج الجداول (8، 9، 10) أن اختبار مهارات الترابط الرياضي يتميز بمعاملات صدق مرتفعة تسمح بتطبيقه على عينة البحث.

ج) تحديد معامل الصعوبة والسهولة لاختبار مهارات الترابط الرياضي:

أن معاملات الصعوبة لأسئلة اختبار مهارات الترابط الرياضي امتدت بين (0.23 - 0.63)؛ وامتدت معاملات السهولة لأسئلة اختبار مهارات الترابط الرياضي بين (0.37 - 0.77)؛ وبذلك تقع مفردات اختبار مهارات الترابط الرياضي جميعها داخل النطاق المحدد؛ فهي ليست شديدة السهولة، ولا شديدة الصعوبة؛ حيث إن معاملات الصعوبة والسهولة تكون مقبولة إذا وقعت بين (15% - 85%) (أبو جلاله، 1999).

د) ثبات اختبار مهارات الترابط الرياضي: تم حساب ثبات الاختبار بطريقة ألفا كرونباخ، وقد وجد أن معاملات ثبات اختبار مهارات الترابط الرياضي ككل ومهاراته الثلاث كانت مرتفعة نسبياً ويمكن الوثوق بها؛ حيث أشار فتح الله (2006) إلى أن معامل الثبات إذا تراوح ما بين (0.70 - 0.80) فإنه يكون مقبولاً وكافياً للقياس في الجماعات، وإذا تراوح ما بين (0.80 - 0.90) فإنه يكون عالياً.

6) الصورة النهائية لاختبار مهارات الترابط الرياضي: في ضوء آراء المحكمين وتطبيق الاختبار على العينة الاستطلاعية، أصبح اختبار مهارات الترابط الرياضي في صورته النهائية مكون من (21) سؤالاً، ملحق (5)، موزعة على مهارات الترابط الرياضي الثلاث، والجدول (5) يوضح وصف اختبار مهارات الترابط الرياضي في وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني" للصف الثاني المتوسط على النحو الآتي:

1- اختبار مهارات التفكير المنتج:

1) الهدف من اختبار مهارات التفكير المنتج: هدف الاختبار إلى قياس مستوى مهارات التفكير المنتج في وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني" لدى طلاب الصف الثاني المتوسط الفصل الدراسي الثاني.

2) صياغة أسئلة الاختبار: اشتمل الاختبار على (21) سؤالاً، حيث صيغت الأسئلة (1-12)، أي (12) سؤالاً، في صورة اختبار موضوعي من نوع اختيار من متعدد؛ بحيث يتبع كل سؤال أربع بدائل أحدها صحيح، وهي موجهة لقياس مهارات التفكير المنتج التالية: التعرف على الافتراضات، التفسير، تقويم المناقشات أو الحجج، الاستنباط، بواقع (3) أسئلة لكل مهارة، بينما تم صياغة الأسئلة (13-21) بواقع (9) أسئلة؛ في صورة مقالية، وهي موجهة لقياس مهارات التفكير المنتج التالية: الطلاقة، المرونة، الأصالة، بواقع (3) أسئلة لكل مهارة.

3) صدق اختبار مهارات التفكير المنتج: تم عرض الاختبار على مجموعة من المتخصصين في الرياضيات وطرق تدريسها ملحق (3) لاستطلاع آرائهم حول مدى مناسبة كل سؤال لمهارة التفكير المنتج التي وضع من أجلها، ومدى انتمائه للمهارة المحددة، ووضوح تعليمات الاختبار، والدقة اللغوية لصياغة أسئلة الاختبار، ومدى ضرورة إضافة أو حذف بعض فقرات الاختبار، ومناسبة طريقة التصحيح، وفي ضوء الملاحظات التي أبدتها المحكمون تم تعديل صياغة بعض الأسئلة، وتصحيح بعض البدائل، وتعديل طريقة التصحيح للأسئلة المختصة بقياس مهارات التفكير الإبداعي.

4) تطبيق اختبار مهارات التفكير المنتج على عينة استطلاعية: بعد إجراء التعديلات اللازمة وبناء الاختبار في صورته الأولية، تمت تجربته على عينة استطلاعية - غير عينة البحث - بلغ عددها (36) طالباً من طلاب الصف الثاني المتوسط بمدرسة العز - محافظة أحد المسارحة - بمنطقة جازان التعليمية، للتأكد من سلامة صياغة الاختبار اللغوية ووضوح تعليماته، وتحديد ما يلي:



(أ) تحديد زمن الاختبار: تم حساب الزمن اللازم للإجابة عن أسئلة الاختبار، وذلك برصد الزمن الذي استغرقه كل طالب من طلاب العينة التي طبق عليها الاختبار، ثم تم جمع أزمان الطلاب وقسمتها على عددهم، وكان متوسط الزمن (50) دقيقة.

(5) الاتساق الداخلي لاختبار مهارات التفكير المنتج: تم حساب الاتساق الداخلي للاختبار وفقاً للمراحل التالية:

المرحلة الأولى: استخدام معامل ارتباط بيرسون لحساب معامل الارتباط بين كل سؤال والدرجة الكلية لاختبار مهارات التفكير المنتج وجدول (9) يوضح ذلك.

جدول (9): معاملات ارتباط أسئلة اختبار مهارات التفكير المنتج بدرجة الكلية

رقم السؤال	معامل الارتباط	رقم السؤال	معامل الارتباط	رقم السؤال	معامل الارتباط
1	**0.736	8	**0.607	15	**0.578
2	**0.538	9	**0.642	16	**0.800
3	**0.666	10	**0.615	17	**0.784
4	**0.735	11	**0.643	18	**0.829
5	**0.626	12	**0.652	19	**0.746
6	**0.646	13	**0.660	20	**0.731
7	**0.659	14	**0.567	21	**0.815

يتضح من جدول (9) أن معاملات الارتباط بين كل سؤال من أسئلة اختبار مهارات التفكير المنتج والدرجة الكلية للاختبار دالة إحصائياً عند (0.01) في جميع أسئلة الاختبار، وهو ما يشير إلى تحقق المرحلة الأولى من مراحل الاتساق الداخلي للاختبار.

المرحلة الثانية: استخدام معامل ارتباط بيرسون لحساب معامل الارتباط بين كل سؤال والدرجة الكلية للمهارة المنتمي إليها والجدول (10) يوضح ذلك.

جدول (10): معاملات ارتباط أسئلة اختبار مهارات التفكير المنتج بدرجة المهارة المنتمي إليها

السؤال	معامل الارتباط	رقم السؤال	معامل الارتباط	رقم السؤال	معامل الارتباط
1	**0.843	8	**0.880	15	**0.855
2	**0.774	9	**0.724	16	**0.839
3	*0.822	10	**0.832	17	**0.894
4	**0.866	11	**0.848	18	**0.938
5	**0.722	12	**0.796	19	**0.875
6	**0.846	13	**0.724	20	**0.801
7	**0.902	14	**0.836	21	**0.900

يتضح من جدول (10) أن معاملات الارتباط بين كل سؤال من أسئلة اختبار مهارات التفكير المنتج والدرجة الكلية للمهارة المنتمي إليها دالة عند (0.01)، وهو ما يشير إلى تحقق المرحلة الثانية من مراحل الاتساق الداخلي للاختبار.



المرحلة الثالثة: استخدام معامل ارتباط بيرسون لحساب معامل الارتباط بين مهارات الاختبار بعضها ببعض، والاختبار ككل ومهارات الاختبار كل على حدة، وجدول (11) يوضح ذلك.

جدول (11): معاملات الارتباط بين مهارات التفكير المنتج والدرجة الكلية

المهارة	التعرف على الافتراضات	التفسير	تقوم المناقشات أو الحجج	الاستنباط	الطلاقة	المرونة	الأصالة	الاختبار ككل
التعرف على الافتراضات	-	**0.542	**0.602	**0.616	**0.679	**0.621	**0.658	**0.813
التفسير	**0.542	-	**0.642	**0.659	**0.486	**0.766	**0.714	**0.825
تقوم المناقشات أو الحجج	**0.602	**0.642	-	**0.661	*0.380	**0.628	**0.638	**0.762
الاستنباط	**0.616	**0.659	**0.661	-	**0.433	**0.644	**0.598	**0.772
الطلاقة	**0.679	**0.486	*0.380	**0.433	-	**0.560	**0.543	**0.745
المرونة	**0.621	**0.766	**0.628	**0.644	**0.560	-	**0.863	**0.904
الأصالة	**0.658	**0.714	**0.638	**0.598	**0.543	**0.863	-	**0.891
الاختبار ككل	**0.813	**0.825	**0.762	**0.772	**0.745	**0.904	**0.891	-

يتضح من جدول (11) أن معاملات الارتباط بين مهارات التفكير المنتج دالة عند (0.01) وعند (0.05)، كما أن معاملات الارتباط بين مهارات الاختبار كل على حدة والاختبار ككل دالة عند (0.01)، وهو ما يشير إلى تحقق المرحلة الثالثة من مراحل الاتساق الداخلي للاختبار. وعليه يتضح من نتائج الجداول (16، 17، 18) أن اختبار مهارات التفكير المنتج يتميز بمعاملات صدق مرتفعة تسمح بتطبيقه على عينة البحث.

ج) ثبات اختبار مهارات التفكير المنتج: تم حساب ثبات الاختبار بطريقة ألفا كرونباخ، وجدول (12) يوضح ذلك.

جدول (12): معاملات ثبات اختبار مهارات التفكير المنتج

المهارة	عدد الأسئلة	ألفا كرونباخ
التعرف على الافتراضات	3	0.74
التفسير	3	0.74
تقوم المناقشات أو الحجج	3	0.78
الاستنباط	3	0.77
الطلاقة	3	0.72
المرونة	3	0.87
الأصالة	3	0.82
الاختبار ككل	21	0.94

يتضح من جدول (12) بأن معاملات ثبات اختبار مهارات التفكير المنتج ككل ومهاراته السبع كان مرتفعاً نسبياً ويمكن الوثوق به؛ حيث أشار فتح الله (2006) إلى أن معامل الثبات إذا تراوح ما بين (0.70 - 0.80) فإنه يكون مقبولاً وكافياً للقياس في الجماعات، وإذا تراوح ما بين (0.80 - 0.90) فإنه يكون عالياً.



(6) الصورة النهائية لاختبار مهارات التفكير المنتج: في ضوء آراء المحكمين وتطبيق الاختبار على العينة الاستطلاعية، أصبح اختبار مهارات التفكير المنتج في صورته النهائية مكون من (21) سؤالاً، ملحق (6)، موزعة على مهارات التفكير المنتج السبع، والجدول (13) يوضح وصف اختبار مهارات التفكير المنتج في وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني" للصف الثاني المتوسط على النحو الآتي:

جدول (13): وصف اختبار مهارات التفكير المنتج في وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني"

مهارات التفكير المنتج	أرقام الأسئلة	الدرجة المستحقة	عدد الأسئلة	الوزن النسبي
التعرف على الافتراضات	1، 2، 3	3	3	14.3%
التفسير	4، 5، 6	3	3	14.3%
تقوم المناقشات أو الحجج	7، 8، 9	3	3	14.3%
الاستنباط	10، 11، 12	3	3	14.3%
الطلاقة	13، 14، 15	9	3	14.3%
المرونة	16، 17، 18	9	3	14.3%
الأصالة	19، 20، 21	9	3	14.3%
المجموع		39	21	100%

تنفيذ البحث:

المرحلة الأولى: ما قبل التدريس لعينة البحث:

- 1- الاطلاع على خطة الوزارة المتبعة في تدريس وحدة "الهندسة والاستدلال المكاني"، حيث يتم تدريسها في (22) حصة دراسية، بواقع ست حصص أسبوعياً على مدار (4) أسابيع.
- 2- تطبيق أداتي البحث (اختبار مهارات الترابط الرياضي، واختبار مهارات التفكير المنتج) قبلياً على عينة البحث بمدرسة الأمير سلطان بن عبد العزيز بمحافظة العارضة؛ بنهاية الفصل الدراسي الأول 1443/1442هـ.
- 3- الالتقاء بالمعلم المنفذ للتجربة، وكذلك معلمي العلوم والحاسب والفنية، وكذلك الطلاب قبل بداية تطبيق تجربة البحث، لإعطائهم فكرة عن التجربة وأهميتها، وكيفية تنفيذها.
- 4- تزويد المعلم بنسخة من دليل المعلم ودروس البوروينت ومراجعة كيفية التوفيق بينها أثناء تنفيذ التجربة.
- 5- توزيع أوراق العمل على الطلاب، وتعريفهم بكيفية استخدامها، والمحافظة عليها، والالتزام بتنفيذ تعليمات المعلم بخصوصها.
- 6- إعداد خطة تنفيذ التجربة، حيث يستغرق تدريس الوحدة باستخدام البرنامج المقترح القائم على منحى STEM (4) أسابيع، بمعدل ست حصص أسبوعياً.

المرحلة الثانية: التدريس لمجموعة البحث:

تم البدء في تطبيق التجربة يوم الأحد الموافق 1443/5/1هـ، حيث قام معلم الرياضيات بتدريس الموضوعات تحت إشراف الباحثان، وفي نفس الوقت الأساسي المخصص للمادة، وشارك في التنفيذ معلم العلوم والحاسب والتربية الفنية والمهنية، وقد ساعد معلم التربية الفنية والمهنية في استكمال منتجات الطلاب ومشاريعهم أثناء حصص التربية الفنية والمهنية، ملحق (7) يوضح نماذجاً منها، وخلال فترة التدريس قام الباحثان بحضور أربع حصص بواقع حصة كل أسبوع لتوفير الدعم والمساندة، وتقديم التغذية الراجعة، كما شارك في إحدى الحصص المشرف التربوي لمادة الرياضيات بمكتب



تعليم العارضة، إضافة إلى حضور أحد المتخصصين من مدرسة أخرى وكلاهما يحمل درجة الدكتوراه في المناهج وطرق التدريس العامة، كما حضر مدير المدرسة للمشاركة في بعض الحصص، واستغرقت مدة التطبيق (4) أسابيع، وقد انتهى التطبيق يوم الأربعاء الموافق 1443/5/25هـ.

المرحلة الثالثة: التطبيق البعدي لأدوات البحث:

بعد الانتهاء من تدريس الوحدة باستخدام البرنامج المقترح القائم على منحى STEM، تم تطبيق أداتي البحث (اختبار مهارات الترابط الرياضي، واختبار مهارات التفكير المنتج) بعددًا على عينة البحث، وذلك يومي الأربعاء والخميس (25-1443/5/26هـ) وقد تم تصحيح الاختبارين ورصد النتائج لمعالجتها إحصائيًا.

نتائج البحث ومناقشتها:

1) النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الأول، والتحقق من صحة الفرض الأول:

للإجابة عن السؤال الأول والذي نصه: "ما أثر البرنامج المقترح القائم على منحى ستيم STEM لتدريس الرياضيات على تنمية مهارات الترابط الرياضي لدى طلاب الصف الثاني المتوسط؟" تم التحقق من صحة الفرض الأول للبحث والذي نصه: "توجد فروق دالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسطات درجات الطلاب بالصف الثاني المتوسط في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات الترابط الرياضي لصالح التطبيق البعدي"، واختبار صحة هذا الفرض تم استخدام اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين، كما تم استخدام مربع إيتا للتأكد من حجم التأثير، ويبين جدول (14) النتائج التي تم التوصل لها.

جدول (14): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والاختبار التائي وحجم التأثير لدرجات عينة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات الترابط الرياضي

مربع إيتا	مستوى الدلالة	قيمة ت	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	التطبيق	مهارات الترابط الرياضي	مجموعة البحث (33=ن) درجة الحرية=32
0.69	0.05	8.36	1.33	1.85	قبلي	تعرف العلاقات بين الأفكار الرياضية واستخدامها.	
			1.86	5.03	بعدي		
0.70	0.05	8.71	1.34	1.79	قبلي	فهم كيفية ارتباط الأفكار الرياضية وكيفية بنائها على بعضها البعض لكي تنتج كلاً متكاملًا ومتربطًا.	
			1.49	4.91	بعدي		
0.61	0.05	7.09	1.30	1.55	قبلي	تعرف تطبيقات الرياضيات واستخدامها في سياقات خارجها.	
			1.88	4.33	بعدي		
0.76	0.05	10.19	2.78	5.18	قبلي	الاختبار ككل	
			4.36	14.27	بعدي		

يتضح من جدول (14) وجود فروق دالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسطات درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات الترابط الرياضي في كل من: (تعرف العلاقات بين الأفكار الرياضية واستخدامها، وفهم كيفية ارتباط الأفكار الرياضية وكيفية بنائها على بعضها البعض لكي تنتج كلاً متكاملًا ومتربطًا، وتعرف تطبيقات الرياضيات واستخدامها في سياقات خارجها، والاختبار ككل)، وذلك لصالح التطبيق البعدي، وفي ضوء هذه النتيجة يُقبل الفرض الأول من فروض البحث.

كما يتضح من جدول (14) أن قيم مربع إيتا (η^2) (الدلالة العملية) في اختبار مهارات الترابط الرياضي في كل من: (تعرف العلاقات بين الأفكار الرياضية واستخدامها، وفهم كيفية ارتباط الأفكار الرياضية وكيفية بنائها على بعضها البعض لكي تنتج كلاً متكاملًا ومتربطًا، وتعرف تطبيقات الرياضيات واستخدامها في سياقات خارجها، والاختبار ككل)، على الترتيب هي: (0.69، 0.70، 0.61، 0.76) وهذه القيم أكبر من (0.15)؛ والتي تعبر عن حجم تأثير كبير، مما يدل على أن للبرنامج المقترح القائم على منحى STEM أثرًا إيجابيًا كبيرًا على تنمية مهارات الترابط الرياضي لدى مجموعة البحث.

(3) النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الثاني، والتحقق من صحة الفرض الثاني.

للإجابة عن السؤال الثاني والذي نصه: "ما أثر البرنامج المقترح القائم على منحى ستيم STEM لتدريس الرياضيات على تنمية مهارات التفكير المنتج لدى طلاب الصف الثاني المتوسط؟" تمّ التحقق من صحة الفرض الثاني للبحث والذي نصه: "توجد فروق دالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسطات درجات الطلاب بالصف الثاني المتوسط في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير المنتج لصالح التطبيق البعدي"، واختبار صحة هذا الفرض تم استخدام اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين، كما تم استخدام مربع إيتا للتأكد من حجم التأثير، وبين جدول (15) النتائج التي تم التوصل لها:

جدول (15): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والاختبار الثاني وحجم التأثير لدرجات عينة البحث في التطبيقين

القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير المنتج

مربع إيتا	مستوى الدلالة	قيمة ت	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	التطبيق	مهارات التفكير المنتج	مجموعة البحث (ن=33) درجة الحرية=32
0.29	0.05	3.62	0.70	0.61	قبلي	التعرف على الافتراضات	
			1.02	1.33	بعدي		
0.40	0.05	4.63	0.50	0.42	قبلي	التفسير	
			1.12	1.52	بعدي		
0.54	0.05	6.18	0.62	0.48	قبلي	تقويم المناقشات أو الحجج	
			1.05	1.79	بعدي		
0.41	0.05	4.71	0.61	0.39	قبلي	الاستنباط	
			1.23	1.48	بعدي		
0.61	0.05	7.07	0.38	0.09	قبلي	الطلاقة	
			1.96	2.67	بعدي		
0.45	0.05	5.10	0.35	0.06	قبلي	المرونة	
			0.94	1.00	بعدي		
0.59	0.05	6.77	0.17	0.03	قبلي	الأصالة	
			1.36	1.67	بعدي		
0.71	0.05	8.79	1.86	2.09	قبلي	الاختبار ككل	
			5.55	11.45	بعدي		

يتضح من جدول (15) وجود فروق دالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسطات درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير المنتج في كل من: (التعرف على



الافتراضات، والتفسير، وتقوم المناقشات أو الحجج، والاستنباط، وذلك لصالح التطبيق البعدي، وفي ضوء هذه النتيجة يُقبل الفرض الثاني من فروض البحث.

كما يتضح من جدول (15) أن قيم مربع إيتا (η^2) (الدلالة العملية) في اختبار مهارات الترابط الرياضي في كل من: (التعرف على الافتراضات، والتفسير، وتقوم المناقشات أو الحجج، والاستنباط، والطلاقة، والمرونة، والأصالة، والاختبار ككل)، على الترتيب هي: (0.29، 0.40، 0.54، 0.41، 0.61، 0.45، 0.59، 0.71)، وهذه القيم أكبر من (0.15)؛ والتي تعبر عن حجم تأثير كبير، مما يدل على أن للبرنامج المقترح القائم على منحنى STEM أثراً إيجابياً كبيراً على تنمية مهارات التفكير المنتج لدى مجموعة البحث.

ثانياً: مناقشة نتائج البحث:

من نتائج البحث يتبين أثر البرنامج المقترح القائم على منحنى STEM في تدريس الرياضيات على تنمية مهارات الترابط الرياضي والتفكير المنتج لدى طلاب الصف الثاني المتوسط، وهذا ما أكدته صحة فرضي البحث، حيث تم التوصل إلى فروق دالة إحصائية عند مستوى (0,01) لصالح الاختبار البعدي، وهي فروق جوهرية ناتجة عن البرنامج المقترح القائم على منحنى STEM، كما تشير إلى ذلك قيم مربع إيتا (η^2) (الدلالة العملية) التي بلغت (0.76) و(0.71) للدرجة الكلية لاختباري مهارات الترابط الرياضي والتفكير المنتج.

وهذه النتيجة تتفق مع ما أكدته الأدبيات التربوية حول ميزات منحنى STEM، وأهميته في العملية التعليمية في القرن الحادي والعشرين، وأثره الإيجابي في تدريس المواد بشكل عام (الجلال والشمراني، 2019؛ الداود، 2017؛ السلامات، 2019؛ عبد الفتاح، 2016؛ القاضي والريبعة، 2018؛ مركز التميز البحثي، 2020؛ منتدي تدريب الرياض 3، 1441هـ؛ Reeve, 2015; Sumen & Calisici, 2016)، كما تتفق هذه النتيجة مع البحوث والدراسات السابقة التي أسفرت نتائجها عن وجود فعالية لاستخدام منحنى STEM في تدريس الرياضيات لتنمية المهارات المختلفة، كما في دراسات كل من: (السعيد، 2018؛ الشمري، 2017؛ صالح وأبو سارة، 2019؛ علا الله، 2019؛ العمري، 2019؛ القناني، 2016؛ الغامدي، محمد، 2020؛ (Acar & Tertemiz, 2018).

كما تتفق النتيجة المتعلقة بمهارات الترابط الرياضي مع نتائج بعض البحوث والدراسات السابقة التي أسفرت نتائجها عن الأثر الإيجابي للمداخل التدريسية الحديثة في تنمية مهارات الترابط الرياضي، كما في دراسات كل من: (الجلخلب، 2019؛ الخليلي، 2018؛ طوهر، 2018؛ عبيد، 2018؛ العشري، 2020؛ محمد، 2019؛ هيكل، 2019؛ Rohendi, 2012). ويرى الباحثان أن الأثر الواضح للبرنامج المقترح القائم على منحنى STEM في تنمية مهارات الترابط الرياضي، كما أكدته صحة الفرض الأول للبحث، ربما يعود إلى أن البرنامج المقترح القائم على منحنى STEM:

- قدم المحتوى الرياضي في أطر واقعية تجمع بين الرياضيات المجردة والوظيفية؛ وهو بذلك يساهم في تقديمه بشكل يمكن الطلاب من الفهم العميق، وإدراك العلاقات بين أجزائه.

- أظهر الرياضيات ككل متكامل من خلال إبراز العلاقات بين المفاهيم والإجراءات وتوضيحها، إضافة إلى استخدام تلك المعارف والمهارات في حل مشكلات ترتبط بواقع الحياة وبالمواد الدراسية الأخرى.
- عزز البرنامج تقديم المفهوم الرياضي في إطار مشكلة واقعية، يتم حلها من خلال الممارسات التطبيقية، ثم الانتقال إلى تعزيز المفاهيم المجردة من خلال مهام إجرائية.
- أبرز البرنامج أهمية التكامل بين الرياضيات والعلوم والتكنولوجيا والهندسة، من خلال تشجيع التفكير الشمولي والنظرية الكلية للمواقف التعليمية ومشكلات الحياة لدى الطلاب.
- يزيد من قدرة الطالب على الربط بين المعرفة والمهارة في إطار تكاملي، من خلال منح الطلاب فرصة لممارسة المهارات الحياتية كالتخطيط والتصميم والتنفيذ عبر ورش تطبيقية متنوعة.
- عزز البرنامج التعاون بين المعلمين في دمج الأفكار والمفاهيم بين المواد، وتوجيه الدروس إلى حل المشكلات بطريقة تكاملية، مع الاستفادة من التقنيات المناسبة لتنفيذ الحلول وتوليدها، وهو ما ينمي التفكير الشمولي وتكامل المفاهيم عبر المواد الدراسية المختلفة.
- يوفر البرنامج التدريب المستمر والتحسين في ضوء التغذية الراجعة، عبر قنوات متعددة للتواصل بين الطلاب بعضهم البعض، ومع المعلم، بما يسهم في تعزيز المفاهيم الصحيحة وتصحيح الخاطئة بصورة مستمرة.
- اعتمد على المشروعات التعليمية، التي تسهم في تكامل المفاهيم والمعرفة في موقف تعليمي ثري وجاذب.
- تحقيق التواصل بين المدرسة والمجتمع، بما ينقل المفاهيم الرياضية من المدرسة إلى الحياة.
- منح الطلاب فرص متعددة لتطبيق معارفهم، وربط الخبرات السابقة بالخبرات الجديدة.
- تفعيل مجتمعات التعلم؛ لتقاسم المعرفة وتشجيع التفاعل بين الطلاب والمعلمين، وهو يسهم في نمو الخبرات التراكمية لدى الطالب.
- وتتفق النتيجة المتعلقة بمهارات التفكير المنتج مع نتائج البحوث والدراسات السابقة التي أسفرت نتائجها عن الأثر الإيجابي لاستخدام المداخل التدريسية الحديثة في تنمية مهارات التفكير المنتج، ومنها دراسات كل من: (البدري، 2019؛ جاد الحق، 2020؛ الخزاعلة وآخرون، 2020؛ رضوان، 2016؛ العنزي، 2016؛ المالكي، 2020).
- ويرى الباحثان أن الأثر الواضح للبرنامج المقترح القائم على منحى STEM في تنمية مهارات التفكير المنتج، كما أكدته صحة الفرض الثاني للبحث، ربما يعود إلى أن البرنامج المقترح القائم على منحى STEM:
- أعاد صياغة العملية التعليمية في صورة مشكلات واقعية ترتبط بحياة التلاميذ وبيئتهم، بما يعزز الدافعية لدى الطلاب نحو عملية التعلم عامة والرياضيات خاصة.
- شجع الطلاب على العمل التعاوني والمشاركة الفعالة في عمليتي التعليم والتعلم.
- أظهر البرنامج دور التقنية في التعليم، وتكوين الثقافة التكنولوجية، التي تزيد من فرص الابتكار والإبداع.
- ربط التلاميذ بالعالم الطبيعي، من خلال تشجيع الفهم والتفسير للمشكلات الحياتية.
- يشجع على التحدي والابتكار والإبداع والعمل الجماعي المنتج، من خلال تصميم الأنشطة والمهام التعليمية المتنوعة والمناسبة لجميع فئات الطلاب ومستوياتهم.
- تنويع أنشطة التفكير العلمي والمنطقي والابتكاري واتخاذ القرار.

- تنويع سياقات التعليم؛ التي تضع التلاميذ في تحديات ومواقف واقعية ينخرطون خلالها في مهام ومشاريع أصيلة، تسمح باستغلال القدرات العقلية والإمكانات والأنماط المتعددة لدى كل فرد.
 - تنمية قدرة الطلاب على التواصل والتشارك والتعاون، وهو ما ينمي النضج الاجتماعي، والتفكير المنطقي.
 - استخدام أساليب متنوعة للتقويم، قبلي وتكويني، وختامي، وكذلك التقويم الحقيقي متعدد الأبعاد والمستند إلى الأداء، بما يسمح بقياس نواتج عقلية متنوعة.
 - استخدام استراتيجيات تدريسية متنوعة تناسب الطلاب ومتطلبات العصر، وتنمي قدرات الطلاب على التفكير والمشاركة الفاعلة.
 - تصميم أنشطة STEM التطبيقية، والرقمية، المتمركزة حول الخبرة اليدوية، والمشجعة للتفكير العلمي والموضوعي.
- وبناءً على ما سبق، فإن تقديم المفاهيم الرياضية في صورة مشكلات واقعية يسهم في وضع الطالب في مواقف تعليمية تشابه المواقف الحياتية؛ والتي تتطلب استحضار المعرفة المتكاملة المتوفرة في البنية المعرفية لدى الطالب، وتجعله يستخدم كل قدراته وإمكاناته العقلية لتوليد الحلول وتنظيمها ونقدها واختيار الأنسب منها، وهو ما يبرز وجود أثر إيجابي للبرنامج المقترح القائم على منحى STEM في تدريس الرياضيات على تنمية مهارات الترابط الرياضي والتفكير المنتج لدى طلاب الصف الثاني المتوسط.

ثانياً: توصيات البحث:

- في ضوء ما أسفرت عنه نتائج البحث أوصى الباحثان بما يلي:
- 1- التوسع في استخدام برامج تعليمية قائمة على منحى STEM لتدريس الرياضيات في المرحلة المتوسطة خصوصاً، والمراحل الدراسية الأخرى عموماً.
 - 2- عقد ورش تدريبية تجمع المعلمين من التخصصات المختلفة؛ خاصة معلمي العلوم والرياضيات والحاسب، بهدف تطوير إجراءات التكامل بين التخصصات المختلفة لتطبيق منحى STEM في المدارس.
 - 3- تطوير مناهج الرياضيات من خلال ربطها بشكل أكبر بالمشكلات الحياتية الواقعية، وتقديمها في صورة تكاملية مع العلوم الأخرى.
 - 4- الاهتمام بطرائق واستراتيجيات التدريس الحديثة؛ والمتوائمة مع أسس وفلسفة منحى STEM، وتضمينها في الخطط التدريسية، والإشرافية.
 - 5- الاهتمام بتنمية المهارات الرياضية عموماً، ومهارات الترابط الرياضي ومهارات التفكير المنتج خصوصاً، وذلك من خلال استخدام الإستراتيجيات والنماذج التدريسية الحديثة، التي تؤكد على فعالية الطالب في العملية التعليمية وتنمية الجوانب المتعددة لشخصيته، مع العناية بالتطبيقات الحياتية المرتبطة بواقع الطالب.
- ثالثاً: مقترحات البحث: لإثراء نتائج هذا البحث وتوصلاً معه يقترح الباحثان القيام بالأبحاث الآتية:
- 1- أثر برنامج مقترح قائم على منحى STEM على عينات مختلفة، من طلاب المرحلة الابتدائية أو الثانوية، أو على عينة من الطالبات، أو في مناطق تعليمية أخرى من أجل تنمية مهارات الترابط الرياضي والتفكير المنتج.
 - 2- أثر برنامج مقترح قائم على منحى STEM في نواتج تعلم أخرى، كمهارات القرن الحادي والعشرين، ومهارات التفكير المختلفة.



- 3- المقارنة بين برنامج مقترح قائم على منحنى STEM وبرامج أخرى، في تنمية مهارات الترابط الرياضي والتفكير المنتج لدى الطلاب.
- 4- تقويم كفايات معلمي الرياضيات في استخدام منحنى STEM في تدريس الرياضيات في المراحل التعليمية المختلفة.
- 5- إجراء بحوث بينية تجمع التخصصات المختلفة لتقصي أثر استخدام منحنى STEM في العملية التعليمية بصورة تكاملية.

قائمة المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

- اربع، إبراهيم سلمان؛ والزعي، علي محمد؛ والعمرى، وصال هاني (2020). فاعلية تدريس الرياضيات القائم على مكونات التدريس الغني بالمفاهيم في تنمية مهارات التفكير الإبداعي في الكسور العشرية لدى طلبة المرحلة الأساسية. مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية، غزة، فلسطين 28(2)، 602 - 627.
- الأسمر، آلاء رياض (2016). مهارات التفكير المنتج المتضمنة في محتوى مناهج الرياضيات للمرحلة الأساسية العليا ومدى اكتساب طلبة الصف العاشر لها. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، الجامعة الإسلامية غزة.
- اسود، رافع مطلق (2021). التفكير المنتج وعلاقته بمهارات القرن الواحد والعشرين لدى طلبة قسم الرياضيات في كلية التربية. مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع، كلية الإمارات للعلوم التربوية، الإمارات، (63)، 215 - 224.
- البدرى، فائدة ياسين (2019). فاعلية إستراتيجيات التفكير المتشعب في التحصيل ومهارات التفكير المنتج في الرياضيات لدى طالبات الصف الثاني متوسط. المجلة التربوية الدولية المتخصصة، الأردن، 8(4)، 73 - 86.
- أبو جلاله، صبحي حمدان (1999). اتجاهات معاصرة في التقويم التربوي وبناء الاختبارات ونود الأسئلة. الكويت: مكتبة الفلاح للنشر.
- أبو عبيد، أحمد علي (2019). أثر استخدام إستراتيجية التعليم المتمايز في تنمية مهارات التفكير الإبداعي وتحسين الاتجاهات نحو مقرر الرياضيات لدى طلبة الصف الثاني الثانوي. مجلة العلوم التربوية والنفسية، غزة، فلسطين، 3(10)، 41 - 62.



- جاد الحق، نحلة عبد المعطي (2020). برنامج تدريبي قائم على المدخل التكاملي "STEM" لتنمية بعض الأدوات التدريسية ومهارات التفكير المنتج لدى طلاب كلية التربية. مجلة كلية التربية، جامعة بنها، مصر، 31(122)، 369 - 408.
- الجلخلب، مها أنور (2019). اثر استخدام نموذج Lesh للتمثيلات المتعددة في تنمية المفاهيم الرياضية ومهارات الترابط الرياضي لدى طالبات الصف الرابع الأساسي. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.
- الجدعاني، فرج مبارك؛ والمالكي، عبد الملك مسفر (2020). مدي امتلاك طلاب المرحلة المتوسطة لمهارات القوة الرياضية وأثرها على اتجاههم نحو الرياضيات. مجلة القراءة والمعرفة، جامعة عين شمس، مصر، (226)، 389 - 416.
- الجلال، محمد علي؛ والشمراني، سعيد محمد (2019). تعليم (STEM): إطار لتكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات. الرياض: دار جامعة الملك سعود للنشر.
- حسن، طه علي (2014). درجة امتلاك طلاب المرحلة الثانوية للقوة الرياضية. مجلة البحث العلمي في التربية، جامعة عين شمس، مصر، 4(15)، 661 - 686.
- الحنان، أسامة محمود محمد (2018). برنامج قائم على البراعة الرياضية لتنمية مهارات الترابط الرياضي والميل نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. مجلة كلية التربية، جامعة أسيوط، مصر، 34(11)، 709 - 784.
- الخزاعلة، علاء محمد؛ والشناق، مأمون محمد؛ وجوانه، طارق يوسف (2020). فاعلية نموذج أبعاد التعلم لمارزانو في تحسين التفكير المنتج في الرياضيات. مجلة جامعة القللس المفتوحة للأبحاث والدراسات التربوية والنفسية، جامعة القللس المفتوحة، 11(31)، 77 - 88.
- خليل، إبراهيم الحسين؛ والنذير، محمد عبدالله (2019). تصور مقترح لتضمين الرياضيات المجتمعية في كتب الرياضيات بالمرحلة الابتدائية العليا. مجلة تربويات الرياضيات، مصر، 22(2)، 285 - 315.
- الخليلي، تسنيم جمال (2018). فاعلية وحدة محوسبة تفاعلية في تنمية مهارات الترابط الرياضي لدى طالبات الصف الثامن بغزة. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.
- دعمس، مصطفى نمر؛ والناطور، نائل جواد (2010). استراتيجيات تدريس العلوم والرياضيات. عمان: دار البداية ناشرون وموزعون.
- الداود، حصة محمد (2017). برنامج تدريسي مقترح قائم على مدخل "STEM" في التعليم " في مقرر العلوم وفاعليته في تنمية عادات العقل ومهارات اتخاذ القرار لدى طالبات الصف الثالث المتوسط. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، السعودية.



- الذروي، عائض محمد (2014). أثر تدريس الرياضيات باستخدام أنموذج رايجلوث (*Reigeluth*) التوسعي في تنمية مهارات التفكير الابتكاري والاتجاه نحو المادة لدى طلاب الصف الخامس الابتدائي. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة الملك خالد، السعودية.
- الربيعي، إيمان كاظم (2019). أثر المدخل الجمالي في تحصيل طالبات الصف الثاني المتوسط في الهندسة وتنمية تفكيرهن الإبداعي. *دراسات العلوم الإنسانية والاجتماعية*، الأردن، 46، 751-761.
- رضوان، يوسف إبراهيم (2016). فاعلية برنامج قائم على أبعاد التعلم عند مارزانو لتنمية مهارات التفكير المنتج في مادة الرياضيات لدى طلاب الصف التاسع الأساسي. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.
- الزهراني، خالد سعيد (2018). مدى تمكن طلاب الصف الأول متوسط في مدينة جدة بالمملكة العربية السعودية من مهارات التفكير الناقد في الرياضيات. *مجلة العلوم التربوية والنفسية*، المركز القومي للبحوث، غزة، فلسطين، 2(12)، 51-66.
- زيادة، رنا أحمد (2019). فاعلية برنامج قائم على منحى Stem وفق معايير CCSSM في تنمية مهارات التفكير الناقد في الرياضيات لدى طالبات الصف الحادي عشر علمي بغزة. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.
- السعيد، رضا مسعد (2018). STEM مدخل تكاملي حديث متعدد التخصصات للتميز الدراسي ومهارات القرن الحادي والعشرين. *مجلة تربويات الرياضيات*، مصر، 21(2)، 6-42.
- السلامات، محمد خير (2019). تصورات معلمي علوم المرحلة الثانوية حول منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) وعلاقتها ببعض المتغيرات. *دراسات العلوم التربوية*، الجامعة الأردنية، 46(1)، 743-761.
- شاهين، إبراهيم محمد (2020). مهارات التفكير المنتج المتضمنة في كتاب العلوم للصف الثامن الأساسي بفلسطين. *مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية*، غزة، فلسطين، 28(2)، 850-865.
- الشمري، مها مسند (2017). بناء برنامج إثرائي مستند إلى منحى STEM وفاعليته في تنمية مهارات القوة الرياضية لدى الطالبات الموهوبات في المرحلة المتوسطة بمدينة حائل. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
- _____ (2018). مهارات التفكير المنتج الرياضي السائدة بالمرحلة المتوسطة ومستوى اكتسابها لدى طلاب الصف الأول المتوسط. *مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية*، غزة، فلسطين، 26(6)، 110-129.
- الشوكاني، نجود محمد (2015). أثر برنامج كورت *CoRT* في تدريس الرياضيات على التحصيل وتنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى طالبات الصف السادس الابتدائي. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة الملك خالد، السعودية.



صالحة، سهيل حسين؛ وأبو سارة، عبدالرحمن محمد (2019). فاعلية استخدام منحنى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في تحصيل طلبة الصف العاشر الأساسي في مادة الرياضيات. مجلة جامعة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات التربوية والنفسية، جامعة القدس المفتوحة، 10 (28)، 101 - 113.

طعيمة، رشدي أحمد (2004). تحليل المحتوى في العلوم الإنسانية مفهومه - أسسه - استخداماته. القاهرة: دار الفكر العربي.

طوهرى، عبدالله حسن (2018). برنامج مقترح قائم على أبعاد التعلم في تدريس الرياضيات وأثره على تنمية مهارات حل المعادلات الخطية والترابطات الرياضية لدى طلاب الصف الأول متوسط. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة الملك خالد، السعودية.

عبد الفتاح، محمد عبدالرازق (2016). برنامج STEM مقترح في العلوم للمرحلة الابتدائية لتنمية مهارات التصميم التكنولوجي والميول العلمية. المجلة المصرية للتربية العلمية، الجمعية المصرية للتربية العلمية، مصر، 19 (6)، 1 - 28.

عبدالسميع، عزة محمد؛ ولاشين، سمر عبدالفتاح (2012). نموذج أوريجامي في تنمية التفكير المنتج والأداء الأكاديمي في الرياضيات لدى التلاميذ ذوي الإعاقة السمعية في المرحلة الإعدادية. دراسات في المناهج وطرق التدريس، جامعة عين شمس، مصر، 183 (1)، 15 - 47.

عبدالله، مدركة صالح؛ وأمين، داليا عبد علي (2017). إستراتيجية المتشابهات وأثرها في التحصيل والترابط الرياضي لتلميذات الصف الخامس الابتدائي. مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع، كلية الإمارات للعلوم التربوية، الإمارات، 17 (1)، 42 - 64.

عبيد، قاسم مسير (2018). أثر إستراتيجية التعلم المعكس في التحصيل ومهارات الترابط الرياضي لدى طلاب الصف الرابع العلمي في مادة الرياضيات. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة بغداد، العراق.

العبيكان للأبحاث والتطوير (2008). مصفوفة المدى والتتابع لمادة الرياضيات وفق سلاسل ماجروهل McGraw-Hill. شركة العبيكان للأبحاث والتطوير.

العشري، محمد فخري (2020). برنامج مقترح قائم على المدخل التكاملية لتنمية مهارات الترابط الرياضي وتقدير القيمة العملية للرياضيات لدى طلاب المرحلة الثانوية. مجلة تربويات الرياضيات، مصر، 23 (1)، 213 - 254.

علا الله، منى علي (2019). فاعلية استخدام مدخل STEM في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى طالبات الصف الثاني المتوسط. مجلة تربويات الرياضيات، مصر، 22 (12)، 226 - 263.

العمرى، ناعم محمد (2019). فاعلية تدريس وحدات تعليمية مصممة وفق مدخل "STEM" في تنمية البراعة الرياضية لدى طلاب الصف الأول الثانوي. مجلة تربويات الرياضيات، مصر، 22 (10)، 63 - 122.



العنزي، سالم مزلوله (2016). أثر برنامج تدريبي قائم على عادات العقل في تنمية مهارات التفكير المنتج لدى طلاب الصفين الخامس الابتدائي والأول المتوسط في المملكة العربية السعودية. مجلة العلوم التربوية والنفسية، جامعة القصيم، السعودية، 9(3)، 763 - 828.

الغامدي، محمد صالح (2020). أنموذج مقترح قائم على مدخل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) في تدريس الرياضيات لتنمية مهارات الترابط الرياضي والقيم التربوية لدى طلاب المرحلة المتوسطة. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الملك خالد، أبها، السعودية.

الغامدي، مشاعل مهدي (2020). التحصيل في مقرر الرياضيات وعلاقته بمهارات التفكير الرياضي على تلاميذ الصف الخامس الابتدائي في مدارس محافظة جدة: دراسة ميدانية. مجلة تربويات الرياضيات، مصر، 33(1)، 143 - 168.

فتح الله، مندور عبد السلام (2006). التقويم التربوي، ط2. الرياض: دار النشر الدولي. القاضي، عدنان محمد؛ والريبعة، سهام إبراهيم. (2018). STEM & STEAM إطار تعليمي تكاملي لرعاية الطلبة الموهوبين والمتفوقين. البحرين: دار الحكمة

القثماني، عبد الله سلمان (2016). أثر استخدام مدخل STEM لتدريس الرياضيات على التحصيل الدراسي ومهارات التفكير لدى طلاب الصف الثاني المتوسط. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة أم القرى، السعودية.

كريري، جميلة؛ والعريبي، سهام؛ وكريبي، مريم (2019). التدريس المعتمد على منحى STEM. قسم المناهج، جامعة الإمام.

كميل، محمود ناجي؛ وملحم، نسرين نبيل (ديسمبر 2019). مهارات التفكير المنتج المتضمنة في محتوى كتاب الرياضيات للصف الرابع الأساسي. ورقة عمل مقدمة للملتقى العلمي الدولي المعاصر للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية والإدارية والطبيعية: نظرة بين الحاضر والمستقبل، المنعقد في إسطنبول، تركيا. مسترجع في 13 مارس 2021 من: <http://proceedings.sriweb.org/akn/index.php/art/article/view/386/436>

المالكي، حلیمه جابر (2020). أنموذج مقترح قائم على النظرية البنائية في تدريس الرياضيات لتنمية مهارات التفكير المنتج وتقدير الذات لدى طالبات الصف الأول الثانوي. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الملك خالد، أبها، السعودية.

محمد، خلف الله حلمي (2019). فاعلية إستراتيجية قائمة على التعلم التوليدي في تنمية الترابط الرياضي والتحصيل والميل نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. مجلة تربويات الرياضيات، مصر، 22(1)، 144 - 180.

مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات (2020، 24 نوفمبر). البحوث والاتجاهات في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات [ملف فيديو]. مسترجع في 13 مارس 2021 من: <https://www.youtube.com/watch?v=QcgDxq6cIFo>



منتدى تدريب الرياض 3 (1441هـ، رمضان 17). تطبيقات STEM تجارب من مبتعثي "خبرات" ملف فيديو]. مسترجع في 13 مارس 2021 من:

<https://www.youtube.com/watch?v=uutToNzCx8g&f>

النعيمي، غادة سالم (2016). أثر استخدام برنامج جيوجبرا (GeoGebra) في تنمية مهارات الترابط الرياضي لدى طالبات الصف الأول الثانوي بمدينة الرياض. *المجلة التربوية الدولية المتخصصة*، الأردن، 5(5)، 39 - 62.

هيكل، أحمد فؤاد (2019). أثر وحدة قائمة على خرائط التفكير على تنمية الترابط الرياضي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *مجلة تربويات الرياضيات*، مصر، 22(1)، 259 - 276.

هيئة تقويم التعليم والتدريب (2020). تقرير تيمز 2019: نظرة أولية في تحصيل طلبة الصفين الرابع والثاني المتوسط في الرياضيات والعلوم بالملكة العربية السعودية في سياق دولي. مسترجع في 13

مارس 2021 من: <https://cutt.us/k5Ix8>

وزارة التعليم بالملكة العربية السعودية (1440هـ). *التعليم ورؤية السعودية 2030*. مسترجع في 13

مارس 2021 من: <https://cutt.us/AIWAj>

ثانيًا: المراجع الأجنبية:

Acar, D.; Tertemiz, N. (2018). The Effects of STEM Training on the Academic Achievement of 4th Graders in Science and Mathematics and Their Views on STEM Training Teachers. *Interactional Electronic Journal of Elementary Education*, 10 (4), 505-513.

Businkas, A. (2008). *How secondary mathematics Teachers conceptualize and contend with mathematical connections*. Unpublished Doctor dissertation, Simon Fraser University, Canada.

Furtak, E.; & Ruiz, M. (2015): making students thinking explicit in writing and discussion: an analysis of formative assessment prompts. *Science education*, 92(5), 799 - 824.

Glatzeder, B. (2011). Two Modes of Thinking: Evidence from Cross-Cultural Psychology. In: Han S., Pöppel E. (Eds.), *Culture and Neural Frames of Cognition and Communication* (pp. 233-247). On Thinking. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-15423-2_15

Holsti, O. (1969). *Content Analysis for the Social Science and Humanities*. Canada Addison: Wesley Publishing Company.

Mullis, I. V. S.; Martin, M. O.; Foy, P.; & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 International Results in Mathematics*. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: Retrieved March 13, 2021 from



<http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/timss-2015/mathematics/student-achievement/>

- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Rohendi, D. (2012). Developing e-learning based on animation content for improving mathematical connection abilities in high school students. *International Journal of Computer Science Issues*, 9(4), 1-5.
- Reeve, M. (2013). STEM thinking. *Technology and Engineering Teacher*, 75(4), 8-16.
- Sumen,o.; & calisici, h. (2016). Pre-service teacher' mind maps and opinions on stem. *Education. implemental science; theory &practice*, 16(2).459-476.
- Vasquez, J,A.; Sneider, C.; & Comer, M. (2013). *Lesson essentials, grades 3-8: integrating science, technology, engineering and mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann