# فاعلية تدريس وحدات تعليمية مصممة وفق مدخل (STEM) في تنمية البراعة الرياضية لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

د. ناعم بن محمد العمري
أستاذ المناهج وطرق تدريس الرياضيات المشارك
كلية التربية ـ جامعة الملك سعود

**المستخلص:**

**عنوان الدراسة**: فاعلية تدريس وحدات تعليمية مصممة وفق مدخل(STEM) في تنمية البراعة الرياضية لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

هدفت الدراسة إلى الكشف عن فاعلية تصميم وتدريس وحدات تعليمية وفق مدخل (STEM) في تنمية البراعة الرياضية لدى طلاب الصف الأول الثانوي؛ ولتحقيق أهداف الدراسة استُخدم المنهج شبه التجريبي بتصميم المجموعتين التجريبية والضابطة ذات القياسين القبلي والبعدي. وتكونت عينة الدراسة من ٤٦طالبًا من الصف الأول الثانوي في مدارس الرواد الأهلية بمدينة الرياض، موزعين في مجموعتين متساويتين؛ إحداهما تجريبية درست وحدتي الأشكال الرباعية والتشابه في مقرر الرياضيات ٢ وفق مدخل (STEM) في حين درست المجموعة الضابطة بالطريقة المعتادة. وتمثلت أدوات الدراسة في اختبار تحصيلي لقياس المكونات الأربعة الأولى للبراعة الرياضية (الاستيعاب المفاهيمي، الطلاقة الإجرائية، الكفاءة الاستراتيجية، الاستدلال التكيفي) ومقياس للرغبة المنتجة. وقد كشفت النتائج عن وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في كل مكون من مكونات البراعة الرياضية التي يقيسها الاختبار، وفي المكونات الأربعة ككل لصالح المجموعة التجريبية، كما أوضحت النتائج وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس الرغبة المنتجة في البعد الأول(الميل لرؤية الرياضيات بأنها ذات معنى ومفيدة وجديرة بالاهتمام) والبعد الثاني(نظرة الشخص لنفسه بأنه متعلم فعَّال وممارس للرياضيات) وفي المقياس ككل لصالح المجموعة التجريبية، في حين لم يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بالنسبة للبعد الثالث(الاعتقاد بأن المثابرة وبذل الجهد في الرياضيات تحقق نتائج إيجابية). وأوضحت النتائج بشكل عام أن لاستعمال مدخل(STEM) حجم أثر كبير في تنمية البراعة الرياضية. وفي ضوء النتائج قُدِّم عدد من التوصيات منها؛ تدريب المعلمين على تصميم وتدريس وحدات في مقررات الرياضيات وفق مدخل(STEM) ، وتهيئة بيئات تعليمية مناسبة لتطبيق تعليم (STEM) وتعزيز قناعات الطلاب بأن الجهود التي يبذلونها في تعلم الرياضيات تؤدي إلى النجاح والتميّز.

**الكلمات المفتاحية:**

تعليم (STEM) ، تكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، تعليم الرياضيات، الكفاءة الرياضية.

**Abstract:**

**Study Title: The Effectiveness of Teaching Instructional Units Designed According to STEM Approach on Developing Mathematical Proficiency among First Grade Secondary School Students.**

The study aimed at exploring the effectiveness of teaching instructional units designed according to STEM approach on developing mathematical proficiency among first grade secondary school students. To achieve the aims of this study a quasi - experimental method was used with equivalent experimental and control groups and pre- and posttest design. The sample of the study consisted of 46 students from Al-Rowad Private Schools in Riyadh, divided equally into two groups. The experimental group was taught the two units that were designed according to STEM approach, while the control group was taught the same units by using the traditional methods. Then the two groups were subjected to an achievement test and a productive disposition toward mathematics scale.

The results reveled that there were statistically significant differences at ($\alpha \leq 0.05$) in the posttest between the experimental group and control group in each component of the mathematical proficiency test, and in the four components as a whole in favor of the experimental group. The results showed also that there were statistically significant differences at ($\alpha \leq 0.05$) between the experimental group and control group in the first and second dimensions of the productive disposition scale and in the productive disposition as a whole while no significant differences were found in the third dimension.

In general, the results showed high effect of teaching using STEM approach in the developing mathematical proficiency.

In the light of the results, a number of recommendations were issued including; training teachers to design and teach units of mathematics textbook according to STEM approach, creating appropriate learning environments for STEM education, and reinforcing students' conviction that their efforts in learning mathematics lead to success and excellence.

Keywords: STEM education; Integrated Science, Technology, Engineering, Mathematics; Mathematics education; Mathematical efficiency.

## مقدمة:

أحدثت التطورات العلمية والتكنولوجية التي يشهدها العصر الحالي كثيرًا من التغيرات والتحديات في الحياة المعاصرة بمختلف مجالاتها؛ التعليمية والاقتصادية والاجتماعية والصحية...إلخ. ويحتاج الأفراد لمواجهة هذه التحديات إلى تزويدهم بالمهارات والأدوات اللازمة لحل المشكلات، والاستفادة من التكنولوجيا، وتكامل المعرفة من فروعها المختلفة؛ إذ إن المعرفة من مجال واحد، مهما كان اتساعها وعمقها، لا تكفي لفهم هذه التغيرات وتفسيرها.

وقد أدرك التربويون أن مشكلات العالم الحقيقي ليست مجزَّأةً أو مقسَّمةً إلى فروع منفصلة؛ بل على العكس من ذلك، يحتاج الأفراد في حياتهم إلى مهارات عبر فروع المعرفة المختلفة. واستجابةً لذلك؛ سعت أنظمة التعليم الرائدة إلى البحث عن أساليب ومداخل تعليمية، يمكن من خلالها تحقيق وحدة المعرفة وتكاملها، وتوظيفها في حل مشكلات العالم الواقعي (صالح، ٢٠١٦).

ومن المداخل التعليمية الواعدة التي يمكن أن تحقق وحدة المعرفة وتكاملها، مدخل التكامل بين تخصصات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات ( Science, Teacnology, Engenering, Mathematics) ويرمز له بالاختصار (STEM). ويهدف إلى تهيئة فرصٍ للطلاب للمرور بخبرات التعلم بطريقة سياقية بدلاً من تعلم أجزاء صغيرة أو معلومات متناثرة (غانم، ٢٠١٢؛ Tsupros, Kohler & Hallinen, 2009) . كما يهدف إلى إعداد متعلمين يتَّسمون بالتنوُّر (الثقافة) في (STEM) (STEM literacy) (Roberts, 2013, p.156). وثقافة (STEM) كما يرى بايبي (Bybee, 2013) تعني الوعي بطبيعة العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، والألفة ببعض المفاهيم الأساسية لكل تخصص، وأن يكون ذلك أولوية تعليمية لجميع الطلاب، حتى أولئك الذين لن يلتحقوا بمهن مرتبطة بـ (STEM) أو يتلقوا دراسة إضافية فيه (National Research Council, 2011). ويوفر هذا المدخل التعليمي للمجتمعات والدول أفرادًا محترفين مؤهلين في مجالات (STEM)؛ وبالتالي تظل قادرة على المنافسة اقتصاديًّا في الأسواق العالمية، مستجيبةً لمطالبها المعاصرة وتطلعاتها المستقبلية (Thibaut et al., 2018)

وعند إلقاء نظرة تاريخية سريعة لنشأة (STEM) وتطوره، يلاحظ أنه لم يكن طفرة مفاجئة؛ بل كان نتاج عمل ممتد لسنوات طويلة، إذ كانت هناك بوادر لما يطلق عليه في الوقت الراهن (STEM) ضمن جهود إصلاح التعليم في الولايات المتحدة الأمريكية منذ الخمسينيات من القرن العشرين (Bybee, 2010). وهناك من يرى أن استعمال (STEM) لم يبدأ أصلاً في بيئات التعليم، بل بدأ في عالم الصناعات والأعمال؛ فتوماس أديسون (Thomas Edison) وغيره من المخترعين، تلقوا

تعليمًا قليلاً أو نوعًا من التعليم والتدريب المهني، وقد استعمل هؤلاء العباقرة مبادئ (STEM) في ابتكاراتهم واكتشافاتهم؛ مثل المصباح الكهربائي، والسيارات، والأدوات والآلات(White, 2014)، إلا أن استخدام الاختصار(STEM) ظهر لأول مرة من قبل مؤسسة العلوم الوطنية (National Science Foundation (NSF)) في بداية التسعينيات للدلالة على التخصصات الأربعة المكونة له، وتم تداول هذا الاختصار حتى أصبح مألوفًا لدى المجتمع التربوي (Bybee, 2013; Sanders, 2009).

وأصبح اتجاهًا يتم تناوله على مستوى عالمي، ويحظى باهتمام دولي، باعتباره المحرك الرئيس للنمو الاقتصادي، حيث اتجهت حكومات العديد من الدول إلى التركيز على تحسين جودة تعليم (STEM)؛ لما له من دور محوري في بناء الاقتصاد القائم على المعرفة، وفي اكتساب المهارات اللازمة للقرن الحادي والعشرين (Kelley & Knowles, 2016; .Roberts, 2012) ، ففي الولايات المتحدة الأمريكية، تتمثل أهمية مبادرة (STEM) في كونها تحدد ما إذا كانت أمريكا ستظل رائدة بين الدول في ظل التحديات المختلفة (President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST), 2010, p.7). وقد اتُخِذَ تعليم (STEM) استراتيجية قومية، لاستمرار الولايات المتحدة في قيادة العالم اقتصاديًّا وتقنيًّا، إذ أُقرَّ في حملة (التعليم من أجل التجديد) المقدَّمة للكونجرس من الرئيس الأمريكي السابق باراك أوباما (Barak Obama) عام ٢٠٠٩م، والتي أكدت أن يتم تعليم جميع الطلاب، في جميع المراحل وفق منحى (STEM) (Langdon, McKittrick, Beede, Khan & Doms, 2011). وفي نوفمبر عام ٢٠٠٩م، تحدث الرئيس أوباما عن "تعزيز دور أمريكا باعتبارها محرك العالم للاكتشاف العلمي والابتكار التكنولوجي" وأعلن أن "تحسين تعليم (STEM) على مدى العقد المقبل أولويةٌ وطنية". وطلب من مجلس مستشاري العلوم والتكنولوجيا وضع توصيات محددة فيما يتعلق بأهم الإجراءات التي يجب على الإدارة الأمريكية اتخاذها لضمان أن تكون الولايات المتحدة رائدة في تعليم (STEM) في العقود القادمة، وطالب بإعداد (١٠٠٠٠٠) معلم جديد في مجالات (STEM) (Chesky&Wolfmeyer, 2015; PCAST, 2010) وفي هذا السياق يذكر ثوماسيان (Thomasian, 2011, p.5) أنه ظهر الاهتمام بالتعليم التكاملي(STEM) في الولايات المتحدة الأمريكية مؤخرًا عقب ظهور نتائج الاختبارات الدولية للطلاب، إذ تخلفت الولايات المتحدة عن منافسيها الدوليين. وأظهر تقرير رابطة الحكام الوطنية ((National Governors Association (NGA) أن من أهم أسباب هذا التأخر، عدم صرامة تطبيق معايير العلوم والرياضيات في مراحل التعليم العام، وعدم التكامل بين الموضوعات التي يتعلمها الطلاب، وعدم

قدرتهم على ربط ما يتعلمونه بالعالم الحقيقي. كما أن من أسباب الاهتمام بتعليم (STEM) في الولايات المتحدة، النقص الحاد في عدد المؤهلين للعمل في مجالات (STEM) خاصة فيما يتعلق ببعض الفئات كالإناث والأقليات والمجموعات المهمشة (LaForce et al., 2016).

وفي المملكة المتحدة بُذلت جهود كبيرة على مدى سنوات لزيادة أعداد الشباب المؤهلين المهتمين بالعمل في مجالات (STEM)، وتشجيع الطلاب لمتابعة تعليمهم في تخصصات (STEM) في المدارس والمعاهد والجامعات، وبذلت المنظمات المهنية جهودًا كبيرة لتحسين جودة التعليم والتعلم في تخصصات (STEM). وهناك مطالبات ونداءات من فئات المجتمع والمنظمات المختلفة للتأثير على سياسة الحكومة لزيادة المشاركة في مجالات (STEM) لضمان تطوير الاقتصاد القومي، خاصة في مجال الإنتاج الصناعي (Morgan & Kirby, 2016).

وفي أستراليا أقرت وزارة التعليم، الاستراتيجية الوطنية للتعليم المدرسي لمدة عشر سنوات في الفترة من: ٢٠١٦- ٢٠٢٦م، وأساس هذه الاستراتيجية هو أن التجديد الوطني يرتكز على (STEM) في التعليم المدرسي، وأن ذلك يُعدُّ أمرًا حاسمًا؛ لضمان تزويد جميع الشباب الأسترالي بالمهارات والمعرفة اللازمة التي يحتاجون إليها للنجاح. وتركز هذه الاستراتيجية على هدفين، هما: ضمان اكتساب جميع الطلاب بعد إنهاء المدرسة معرفةً أساسية قوية في (STEM) والمهارات المرتبطة به، وضمان تشجيع الطلاب على متابعة دراسة موضوعات في (STEM) أكثر صعوبة وعمقًا .(Timms, Moyle, Weldon & Mitchell , 2018)

وفي الوطن العربي، بدأ الاهتمام بتعليم (STEM) في السنوات الأخيرة (في العقد الثاني من القرن العشرين)؛ وتُعدُّ مصر من أوائل الدول العربية ودول الشرق الأوسط التي أدخلت هذا النوع من التعليم في نظامها التعليمي، إذ أُنشئت أول مدرسة وفق نظام (STEM) عام ٢٠١١م، وهي مدرسة المتفوقين للعلوم والتكنولوجيا، بهدف رعاية المتفوقين في العلوم والرياضيات والهندسة والتقنية، والاهتمام بقدراتهم، وتطبيق مناهج وطرائق تدريس جديدة تعتمد على المشروعات الاستقصائية والمدخل التكاملي في التدريس، وتحقيق التكامل بين مناهج العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا (السعيد، ٢٠١٥).

وفي المملكة العربية السعودية انطلقت مبادرة تطوير تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) من محور بناء القدرة على إحداث التطوير، وهو أحد المحاور المعتمدة في تنفيذ استراتيجية تطوير التعليم العام في المملكة العربية السعودية. وتهدف المبادرة إلى تحسين استيعاب الطلاب، وإكسابهم المهارات العلمية والتفكير العلمي، وزيادة تحصيلهم الدراسي، من خلال عدد من الإجراءات؛ تتضمن تطوير مواد تعليمية رقمية لدعم التعليم والتعلم، وتطوير قدرات المعلمين، وتمكينهم

من التدريس الفعَّال، وتأسيس مختبرات العلوم والرياضيات الافتراضية والتقليدية، وتوسيع فرص تطبيق المعارف والمهارات العلمية والرياضية، وبناء الاتجاهات الإيجابية من خلال المعارض والمسابقات العلمية، وتطوير الثقافة العلمية العامة. وتركز المبادرة حاليًّا على برامج التطوير المهني، من خلال شراكات عالمية مع منظمات وجامعات رائدة في تعليم العلوم والرياضيات، وإنشاء المراكز العلمية، وبناء المحتوى الرقمي (مشروع الملك عبد الله لتطوير التعليم، ٢٠١٤).

ومن الإجراءات التي اتخذتها المملكة فيما يتعلق بتعليم (STEM) تأسيس مركز تطوير العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) في العام ٢٠١٧م. ويهدف إلى الإسهام في تطوير قدرات الطلاب واتجاهاتهم وميولهم، بما يعزز اختيارهم لمسارات علمية ومهنية مستقبلية ذات صلة بمجالات (STEM)، ومشاركة وكالة المناهج في تطوير مناهج العلوم والتقنية والرياضيات ودراسة معاييرها، وتقديم برامج النمو المهني للمعلمين والممارسين ذوي العلاقة بمجالات (STEM)، وإقامة الفعاليات والمناشط المعززة لتعليم (STEM)، وتوحيد الجهود والتكامل بين وزارة التعليم والجهات ذات العلاقة فيما يخص المشروعات والبرامج ذات الصلة بتوجه (STEM) (رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠، ٢٠١٥).

بالنسبة لتعريف (STEM)؛ فتختلف التعريفات باختلاف الزاوية التي يُنظر منها لهذا المدخل، وقد ورد في الأدب التربوي عدد من التعريفات لتعليم (STEM)؛ إذ عرَّفه المجلس الأمريكي للتنافس الاقتصادي (Council on competitiveness, 2005, p.2) بأنه "مدخل تدريسي عالمي قائم على التكامل بين المواد الدراسية، وهي العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، من خلال توفير بيئة تعلم تركز على تعليم الطلاب بالاستكشاف والاختراع والاكتشاف واستخدام مشكلات الحياة اليومية والمواقف الحياتية، وتشجيع الطلاب على الابتكار من خلال تكامل المواد الدراسية، مما يساعد الطلاب على عمل ترابطات بين المواد المختلفة والتوصل لابتكارات جديدة". وعرَّفته المؤسسة التربوية بولاية ميرلاند بأنه: مدخل للتعليم يتضمن تكامل محتوى ومهارات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات من خلال مجموعة من المعايير المرتبطة بالأنشطة التكاملية بـ (STEM)، لتحقيق أهداف معينة؛ للوصول بالطالب إلى الإبداع في المجالات الدراسية الأربعة، من خلال مجموعة من الأنشطة تتضمن القدرة على الاستقصاء والتفكير المنطقي للوصول لهدف معين، وهو إعداد الطلاب لمرحلة دراسية بعد المرحلة الثانوية وتدريبهم لحاجة سوق العمل في القرن الحادي والعشرين (Maryland State Department of education, 2012).

فيما عرَّف فيلكس وهاريس (Felix & Harris, 2010) تعليم (STEM) بأنه: توظيف التصميم الهندسي والتقنية من أجل تحسين تعلم العلوم والرياضيات، وزيادة المشاركة الفاعلة للتلاميذ في العملية التعليمية.

ويرى ماكوماس (McComas, 2014, p.102) أن مفهوم (STEM) يركز على التكامل في مجالات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات لإعداد جيل متنور في تلك المجالات، بما يسهم في تطبيق المعارف والمهارات المكتسبة لمواجهة التحديات التي تواجههم في حياتهم اليومية وسوق العمل.

يلاحظ أن التعريفات السابقة تتفق على ضرورة وجود تكامل بين التخصصات الأربعة، والتركيز على المشكلات الواقعية، والأنشطة الحياتية، وتهيئة الطلاب للحياة وسوق العمل.

ويمكن تعريف تعليم (STEM) بأنه مدخل للتعليم يعمل على التكامل ما بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، من خلال استراتيجيات وطرق تعليمية ترتكز على حل المشكلات، والتعلم المستند إلى المشاريع، والتعلم بالاكتشاف، وتوظيف التقنيات التعليمية، والبرامج الإلكترونية، ويتطلب هذا المدخل مشاركة الطلاب بفاعلية في الأنشطة والمواقف التعليمية لإيجاد حلول لمشكلات محددة؛ يكتسبون من خلالها مفاهيم ومهارات رياضية، يربطونها بالمجالات الأخرى، وبالحياة العامة.

على الرغم من الاهتمام المتزايد بتعليم (STEM) في معظم الأنظمة التعليمية -كما أشير آنفًا- إلا أن الأساس النظري الذي يستند إليه مدخل التكامل لا يزال غير متبلور وغير ناضج بشكل كافٍ، وهناك قدر كبير من عدم اليقين بشأن ما الذي يتكون منه تعليم (STEM)، وماذا يعني من حيث المناهج والممارسات التعليمية خاصة في الصفوف (الروضة-١٢) (Holmlund, Lesseig & Slavit, 2018) . في هذا الصدد يقول باركوز ولوجان وسترانج (Barkos, Lujan & Strang, 2012, p.2) : "ربما ولأول مرة منذ إطلاق القمر الصناعي سبوتنك (Sputnik) يتفق التربويون على نطاق واسع على تقدير أهمية (STEM) لضمان تفوق أمريكا في الاقتصاد العالمي، وعلى الرغم من ذلك إلا أن المعلمين والإداريين ومسؤولي السياسات التعليمية يجدون أنفسهم في حيرة بشأن ماذا يعني النجاح في تنفيذ برامج ومبادرات (STEM)". ومؤسسة العلوم الوطنية نفسها (NFS)، وهي التي قدمت (STEM)، تركت التنفيذ لأصحاب المصلحة (المجتمع التربوي)؛ لذلك فإن تطبيق هذا الاتجاه قد يشوبه نوع من الغموض، ويصاحبه عدد من الرؤى لطريقة تنفيذه (Bybee, 2013; Sanders, 2012).

وقد قام الباحثون والمهتمون بتعليم (STEM) بمحاولات لإعداد أطر يتم من خلالها وصف أو توضيح الأفكار الأساسية المتعلقة بالممارسات التربوية لتعليم (STEM) خاصة في الصفوف من الروضة -١٢. ومن أبرز الأفكار التي أكدتها كثير من الأطر، ما يلي: تكامل محتوى مجالات (STEM) مع احترام خصوصية كل مجال، التعلم المستند إلى المشروعات والمشكلات، التعلم القائم على الاستقصاء، التعلم الصارم، التعلم القائم على التصميم، استعمال السياقات الواقعية، الشراكات والمجتمع الخارجي، الطابع الشخصي للتعلم، الرؤية البنائية للتعلم،

واستهداف مهارات القرن الحادي والعشرين كالتفكير النقدي والإبداعي والتعاون والمحاسبية والقيادة (Thibaut et al., 2018; Holmlund et al., 2018; Stephanie, 2008; Erdogan & Bozeman, 2015; Melanie et al., 2016; Azza Sharkawy et al., 2009).

ويُعدُّ مفهوم التكامل الفكرةَ الأساسية في تعليم (STEM)، باعتبارها أداة الترابط بين التخصصات المكونة له. وتستند فكرة التكامل -كما أشير سابقًا- إلى حقيقة أن المشكلات الواقعية كما هي في الطبيعة لا تتجزأ إلى تخصصات منفصلة، وأن التعامل مع هذه المشكلات يتطلب توظيف مفاهيم ومهارات من تخصصات مختلفة.

ويوجد في الأدبيات عدد من التصنيفات للأساليب أو النماذج أو الطرق التي يتم من خلالها التكامل بين مجالات (STEM)؛ فمثلاً حدد دوجر (Dugger, 2010, p.4-5) أربعة أساليب للتكامل؛ يتمثل الأسلوب الأول في تدريس كل تخصص من تخصصات (STEM) بشكل فردي، وفي الأسلوب الثاني يتم تدريس كلٍّ من تخصصات (STEM) الأربعة مع وجود أكبر قدر من التأكيد على واحد أو اثنين منها (وهو ما يحدث في أغلب مدارس الولايات المتحدة الأمريكية في الوقت الحالي)، والأسلوب الثالث هو تكامل واحد من تخصصات (STEM) في التخصصات الثلاثة الأخرى، مثل تكامل محتوى التقنية في مقررات العلوم والهندسة والرياضيات، أما الأسلوب الرابع فيتمثل في دمج التخصصات الأربعة معًا، وتدريسها كمادة واحدة متكاملة، وهي الطريقة الأكثر شمولية، ولكنها لا تزال غير شائعة في ممارسات تعليم (STEM). أما بايبي (Bybee, 2013, p.84) فحدد خمسة أساليب للتكامل- تتفق إلى حدٍّ ما مع الأساليب الواردة أعلاه- وهي:

**التنسيق**: إذ تُدرَّس المواد منفصلةً، لكن يُدرس الموضوع في إحدى المواد بالتزامن مع الحاجة إليه في مادة أخرى، فمثلاً يتعلم الطالب الجبر عندما يكون محتاجًا إليه في التصميم الهندسي.

**التعزيز والتكميل**: يُعرَض محتوى مادة دراسية، لاستكمال محتوى أساسي في مادة دراسية أخرى، فمثلاً عندما يعمل الطلاب على تصميم سيارة في مادة التكنولوجيا (التقنية)، تُقدَّم مفاهيم من العلوم، مثل الكتلة ومقاومة الاحتكاك، وفقدان طاقة الحركة، لمساعدتهم على تحسين التصميم والكفاءة.

**الربط**: موضوع محوري أو محتوى أو عمليات متشابهة في مادتين دراسيتين، تُعرَض في كلا المادتين ليفهم الطلاب أوجه الشبه والاختلاف بينهما؛ فمثلاً يمكن أن تُدرَّس الممارسات العلمية والتصميم الهندسي في دروس منفصلة في كلٍّ من العلوم والتكنولوجيا.

**الاتصال**: استخدام أحد التخصصات لربط المواد الأخرى، مثل استخدام التكنولوجيا لربط العلوم والرياضيات.

**الجمع (المزج)**: هذا الأسلوب يجمع بين اثنين أو أكثر من تخصصات (STEM) باستخدام مشاريع أو مواضيع أو إجراءات أو أعمال أخرى، مثل إنشاء مادة من العلوم والتكنولوجيا تستخدم المشاريع لإظهار العلاقة بين العلوم والتكنولوجيا.

وهناك من صنف أساليب التكامل إلى أسلوبين فقط، يستوعبان إلى حدٍّ ما التصنيفات السابقة، كما يلي:

**تكامل المحتوى:** وفيه يتم إعداد منهج تعليمي منظم ومرن خاص بـ (STEM) يمكن من خلاله تغطية أكثر من تخصص من تخصصات (STEM).

**تكامل السياق:** فيه يُوضع أحد التخصصات في المركز، وتدريسه بطريقة ذات معنى، من خلال اختيار السياقات ذات الصلة من التخصصات الأخرى، دون تجاهل الخصائص المميزة، والعمق والصرامة للتخصص الرئيس (Baran, Bilici, Mesutoglu & Ocak, 2016). وهذا الأسلوب -تكامل السياق- هو الذي تبنته الدراسة الحالية.

بالنسبة لدور الرياضيات تحديدًا في تعليم (STEM)، فالرياضيات إلى جانب العلوم لهما الصدارة في تعليم (STEM). ويبرز دور الرياضيات باعتبارها أساسًا لتخصصات (STEM) الأخرى؛ لأنها تعمل كلغة للعلوم والتقنية والهندسة (Fitzallen, 2015; Miaoulis, 2011). وفي المقابل فإن تكامل الرياضيات مع المجالات الثلاثة الأخرى، أبرز التحول في دور الرياضيات من الطبيعة العرضية للرياضيات (مجرد استخدامها كوسيلة لتقديم المواد الأخرى) إلى التركيز على الطبيعة الأساسية لها؛ مما جعل الرياضيات أكثر وضوحًا، وعملية في سياقات وأنشطة تعليم (STEM)؛ فمن المعروف أن أداء الطلاب في الرياضيات منخفض، وأن هناك عددًا من الأسباب تكمن وراء ذلك. وآخر ما توصل إليه علم الأعصاب، أن بإمكان جميع الأطفال تعلم الرياضيات، وأن إحدى المشكلات الرئيسة المتعلقة بمعاناة الطلاب في الرياضيات تكمن في وجود فجوة بين ما يدرسونه في الرياضيات من رموز وخوارزميات وإجراءات وأشكال ورسوم، وما يواجهونه في حياتهم العامة؛ وللتغلب على هذه المشكلات وإعطاء معنى لمحتوى الرياضيات، فلابد من انخراط الأطفال في تجارب تعليمية عملية، بحيث يعملون ويلعبون ويختبرون ويفشلون، ويطبقون الأفكار الرياضية؛ أي أنه لا بد أن يتم تعلّم الرياضيات في عالم حقيقي، وسياقات ذات معنى، من خلال العمل والقصص والصور والإجراءات والحركات والنماذج المرئية. وقد جاء تعليم (STEM) ليكون الأسلوب الذي يتم من خلاله تحقيق هذه النتائج، وجعل الأفكار والمفاهيم الرياضية منطقيةً، وذات معنى للطلاب(Cherkowski, 2019) ، وعلى الرغم من الإيجابيات العائدة على الرياضيات من تكاملها ضمن مجالات (STEM)، إلا أن هناك بعض المخاوف من هذا التكامل؛ ومن أبرز هذه المخاوف ما يلي:

- أنشطة (STEM) قد تقصر دور الرياضيات كأداة لعرض البيانات.
- يمكن تقديم الرياضيات كعنصر ضمن مشروع (STEM) دون أن يتمكن الطلاب من فهم جميع الإجراءات الرياضية وتطبيقها.
- قد لا تظهر الرياضيات دائمًا كمكون في جميع أنشطة (STEM).
- من الأفضل تدريس الرياضيات كنظام قائم بذاته (كمادة مستقلة)؛ فتدريس الرياضيات وتقييمها، يتم وفق نماذج مألوفة لمعلمي الرياضيات؛ فمثلاً التجريد سمة أساسية في السلوك الرياضي، ومع ذلك، يبدو أنه يتعارض مع أي جهد يُبذل لإنشاء مهمة في تكامل (STEM) (Coad, 2016).

وعلى المستوى الأكاديمي والبحثي، أصبح تعليم (STEM) تخصصًا في بعض الجامعات، ويجري تناوله في المؤتمرات المهنية والبحثية حول العالم؛ فمثلاً: تقيم الجمعية الوطنية للبحث في تدريس العلوم (National Association for Research in Science Teaching (NARST)) منتدىً سنويًّا لتعليم (STEM)، انطلقت دورته الأولى في العام (٢٠١٢م). ونتيجة لهذا الزخم والاهتمام؛ تأسست في العام (٢٠١٤م) المجلة الدولية لتعليم (STEM) (International Journal of STEM Education) كدورية متخصصة بهذا الفرع، تركز على جوانب التعلم والتعليم في الحقول الأربعة (الجلال، ٢٠١٨؛ Sanders, 2009).

وعلى المستوى العربي عقد مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات بجامعة الملك سعود في العام (٢٠١٥م) مؤتمرًا علميًّا عالميًّا (مؤتمر التميّز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول: توجُّه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM). ويُعدُّ أول مؤتمر عربي يتناول توجه (STEM)، حيث سلط الضوء على هذا التوجه، وكان من ثمرات المؤتمر انتشار ثقافة (STEM) في الأوساط الأكاديمية والبحثية في العالم العربي. وفي شهر يونيو من العام (٢٠١٨م) عُقد في القاهرة المؤتمر الدولي الرابع للتعلم الإلكتروني (تدريس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في مجتمع المعرفة) (STEM Education in Knowledge Society).

وفيما يتعلق بالدراسات البحثية؛ فقد أُجري عدد كبير جدًّا من الدراسات في تعليم (STEM)، وسيُستعرَض عدد منها، مع الاقتصار على الدراسات التي ركزت على الرياضيات.

أجرى أوكلاسكي (Okolowski, 2019) دراسة هدفت إلى معرفة أثر استعمال توجه (STEM) في تنمية الاستدلال الرياضي، وتكونت العينة من ٢٤ طالبًا وطالبة في المرحلة الثانوية، قدم لهم تطبيقات وأنشطة عملية تجمع مفاهيم فيزيائية ورياضية؛ حيث قام الطلاب بتمثيل ونمذجة عملية حركة الأجسام على الأسطح الأفقية، والتعبير عنها باستخدام الدوال الجبرية، فمثلاً طُلب من الطلاب كتابة الدالة الجبرية التي تمثل

(تعبِّر عن) تدحرج كرة على أرض مستوية مع إهمال مقاومة الهواء، وتبرير الإجابة وتفسيرها من خلال خلفية الطلاب ومعلوماتهم في العلوم والرياضيات. وأظهرت نتائج الدراسة أن استعمال الأنشطة والتطبيقات متعددة التخصصات في حصص الرياضيات (تعليم STEM) يُعدُّ وسيلة لتنشيط وتحفيز مهارات الاستدلال الرياضي لدى الطلاب، وبالتالي مساعدتهم في دمج مفاهيم العلوم والرياضيات والربط بينها.

وأجرى تان و ديجوراس (Tan & Dejoras, 2019) دراسة هدفت إلى معرفة أثر استعمال مدخل (STEM) في قدرة الطلاب على حل المسائل الرياضية. تكونت العينة من ١٠٤ طلاب، ملتحقين ببرنامج البكالوريوس في تعليم الرياضيات، بجامعة العلوم والتكنولوجيا بجنوب الفلبين، مقسمين إلى مجموعتين؛ تجريبية عددها ٣٧ طالبًا، درسوا في مسار (STEM)، وضابطة عددها ٦٧ طالبًا لم يدرسوا في مسار (STEM). وتمثلت الأداة في اختبار القدرة على حل المسائل الرياضية. وأوضحت النتائج عدم وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار القدرة على حل المسائل.

وأجرى الخطيب (Alkhateeb, 2018) دراسة هدفت إلى استكشاف ممارسات التدريس لمعلمي الرياضيات على أساس تكامل (STEM). واستُخدم المنهج التحليلي الوصفي من خلال ملاحظة ممارسات المعلمين وفقًا لتعليم (STEM). وتكونت العينة من ثلاثين معلمًا للرياضيات في مدينة الزرقاء بالأردن، تم اختيارهم عشوائيًّا. وقد أظهرت النتائج أن هناك سبع ممارسات تتوافق مع تعليم (STEM) يؤديها معلمو الرياضيات بدرجة متوسطة، وكانت أعلاها على الترتيب: استخدام الاستقصاء والاستكشاف وحل المشكلات كاستراتيجيات في تدريس الرياضيات، واستخدام الأنشطة التعليمية التي تمكّن الطلاب من تطوير مهاراتهم الرياضية والعلمية، وتشجيع الطلاب على التفكير في مشكلة أو موقف معين بشكل شامل. في حين كشفت النتائج أن أربع عشرة ممارسة يؤديها المعلمون بدرجة منخفضة، وأقلها أداءً على الترتيب: استخدام برامج الكمبيوتر في تدريس الرياضيات، وتطبيق التصميم الهندسي واستخدام التكنولوجيا في استراتيجيات تدريس الرياضيات، وتأسيس شراكات لتعزيز تعلم الطلاب في مجالات (STEM). وكشفت النتائج أنه لا توجد أي اختلافات بين المعلمين في تلك الممارسات تعزى إلى المؤهلات وسنوات الخبرة. وهدفت دراسة روبرت وآخرون (Roberts et al., 2018) إلى معرفة أثر خبرات تعلم غير رسمية (أنشطة صيفية) متعلقة بـ (STEM) في إكساب الطلاب المشاركين وجهات نظر متعمقة بشأن هذه الخبرات، وما إذا كانت هذه الأنشطة قد أعدتهم لدراسة الرياضيات والعلوم في المدارس، ومدى تأثيرها في تصوراتهم لتعليم (STEM). وتكونت عينة الدراسة من طلاب في الصفوف من الخامس إلى الثامن، الذين التحقوا بالبرامج الصيفية خلال الفترة من عام ٢٠١٢م إلى ٢٠١٧م. وجمعت البيانات من

خلال نماذج للتأمل ومقابلات مع الطلاب لكشف خبراتهم المباشرة. وقد أوضحت النتائج أن هذه الأنشطة التعليمية المقدمة في بيئات تعلم غير رسمية توفر سياقات وأغراض لتعليم (STEM) الرسمي في المدارس، ولتعليم الرياضيات والعلوم؛ فمثلاً أوضحت هذه الأنشطة الحاجة إلى الرياضيات في عمل التصميمات وبناء الطائرات وبرمجة الروبوتات، كما أدت هذه الأنشطة إلى توسيع محتوى تعليم (STEM) وتعميقه، وأتاحت للطلاب فرصة الوصول لهذا المحتوى، إضافة إلى أنها زادت من انخراطهم ومشاركاتهم في هذه الأنشطة. وأجرت المحمدي (٢٠١٨) دراسة هدفت إلى استقصاء فاعلية تدريس وحدة مصممة وفق منهج (STEM) في تنمية القدرة على حل المشكلات الرياضية. وتكونت عينة الدراسة من ٣٠ طالبة من الصف الثالث الثانوي بجدة. وتمثلت الأداة في اختبار حل المشكلات مفتوحة النهاية تأخذ طابعًا تكامليًّا بين العلوم والهندسة والرياضيات، طُبق قبليًّا وبعديًّا. وأظهرت النتائج وجود فرق ذي دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات الطالبات في التطبيقين القبلي والبعدي لصالح التطبيق البعدي. وأجرى كوارع (٢٠١٧) دراسة هدفت إلى معرفة أثر استخدام منحى (STEM) في تنمية الاستيعاب المفاهيمي والتفكير الإبداعي في الرياضيات لدى طلاب الصف التاسع الأساسي في فلسطين. وتكونت عينة الدراسة من ٦٥ طالبًا، موزعين في مجموعتين؛ تجريبية ٣٤ طالبًا، درست وحدة التحويلات الهندسية وفق منحى (STEM) وضابطة ٣١ طالبًا، درست الوحدة نفسها بالطريقة التقليدية. وتمثلت أدوات الدراسة في اختبار للاستيعاب المفاهيمي وآخر للتفكير الإبداعي. وأظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لكل من اختبار الاستيعاب المفاهيمي واختبار التفكير الإبداعي لصالح المجموع التجريبية. وأجرى القثامي (٢٠١٧) دراسة هدفت إلى التعرف على أثر استخدام مدخل (STEM) في التحصيل الدراسي وتنمية مهارات التفكير، وتكونت عينة الدراسة من ٦٠ طالبًا من الصف الثاني متوسط في مدينة جدة، تم تقسيمهم إلى مجموعتين متساويتين؛ تجريبية وضابطة، درست المجموعة التجريبية وفق مدخل (STEM)، في حين درست المجموعة الضابطة بالطريقة التقليدية. وتمثلت أدوات الدراسة في اختبار تحصيلي واختبار مهارات التفكير. وأظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) في التطبيق البعدي لكلٍّ من الاختبار التحصيلي واختبار مهارات التفكير لصالح المجموعة التجريبية. وأجرى روبنسون (Robinson, 2016) دراسة هدفت إلى معرفة فاعلية تصميم وحدات دراسية (المعادلات، والدوال الخطية) وفق مدخل التكامل (STEM) في أداء طلاب الصف الثامن، واندماجهم ودافعيتهم للتعلم. وتكونت العينة من ٥٤ طالبًا من الصف الثامن بإحدى المدارس المتوسطة في إحدى مدن شمال شرق الولايات المتحدة

الأمريكية، وتمثلت الأدوات في اختبار تحصيلي مكون من ٢٥ سؤالاً من نوع الاختيار من متعدد، ومقياس دافعية الطلاب وانخراطهم في التعلم ( the Motivation and Engagement Scale (MES). طبقت الأداتان قبليًّا وبعديًّا. وقد أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات الطلاب في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لصالح التطبيق البعدي، وبالنسبة لمقياس الدافعية، فلم توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي التطبيقين القبلي والبعدي. وكان الغرض من دراسة واد- شفيرد (Wade-Shepherd, 2016) معرفة تأثير تعليم (STEM) في تحصيل طلاب الصفين السابع والثامن في العلوم والرياضيات، إذ انخرط الطلاب في حصة إضافية تركز على تعليم (STEM). تكونت عينة الدراسة من ٢٠٧١ طالبًا وطالبة، يدرسون في أربع مدارس متوسطة تقع في غرب ولاية تينيسي الأمريكية، ولقياس مستوى الطلاب في العلوم والرياضيات، تم الاعتماد على برنامج التقييم المعياري الشامل، الذي تطبقه الولاية. وقد أوضحت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين درجات الطلاب المسجلين في الحصة الإضافية الخاصة بتعليم (STEM)، وأولئك غير المسجلين، في كلٍّ من العلوم والرياضيات لصالح الطلاب المسجلين،كما أوضحت النتائج وجود علاقة قوية بين درجات الطلاب في العلوم والرياضيات المسجلين في فصول تعليم (STEM) مقارنة بأولئك الذين لم يسجلوا في الحصة الإضافية الخاصة بـ (STEM). وأجرت صالح (٢٠١٦) دراسة هدفت إلى معرفة أثر وحدة مقترحة قائمة على مدخل (STEM) في تنمية اتجاهات الطالبات نحوه، وفي حل المشكلات الرياضية. وتكونت عينة الدراسة من ٤٥ طالبة من الصف الخامس في إحدى المدارس بالقاهرة. واستخدمت الدراسة أداتين، مقياس الاتجاهات نحو (STEM)، واختبار حل المشكلات الرياضية؛ طُبقا قبليًّا وبعديًّا. وأظهرت نتائج الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات الطالبات في التطبيقين القبلي والبعدي لصالح التطبيق البعدي، في كلٍّ من مقياس الاتجاهات واختبار حل المشكلات الرياضية. وأجرى كيرتل وجورل (Kertil & Gurel, 2015) دراسة هدفت إلى إجراء مناقشة نظرية حول العلاقة بين النمذجة الرياضية وتعليم (STEM). وتبين من التحليل أن الأدبيات النظرية المتعلقة بالنمذجة الرياضية تسهم في تعليم (STEM)؛ فالأنشطة التي يتم من خلالها نمذجة المسائل والمواقف الواقعية تجعل تعلم الرياضيات ذا معنى، وتؤدي المهام التي تعتمد على النمذجة الرياضية إلى انخراط الطلاب في عمليات متعددة، مثل التصميم والبناء، والتحليل والترييض، والتحقق، والمراجعة، والتواصل؛ وبالتالي فإن النمذجة الرياضية كعملية تدخل في جميع التطبيقات المتعلقة بـ (STEM).

فمثلاً نشاط تشغيل شريط المسجل (الكاسيت) (The Cassette Player Modeling Activity) الآتي:

- عند التشغيل، يُنقل الشريط من إحدى البكرتين إلى الأخرى بسرعة ثابتة. حاول أن تشرح رياضيًّا التغيُّرات في نصف قطر لفة الشريط على كلا البكرتين.

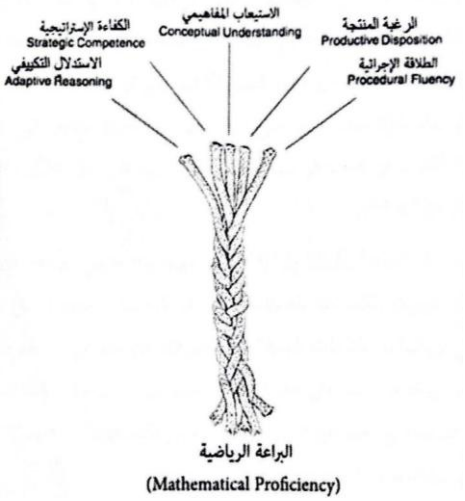
في هذا النشاط التركيزُ الأساسي على الأفكار الرياضية، إذ يقوم الطلاب بالتحويل بطلاقة بين التمثيلات الرياضية؛ كالرسوم البيانية والتعبيرات اللفظية، والعبارات الجبرية. وفي الفيزياء يتعرض الطلاب من خلال هذا النشاط لمفاهيم السرعة الخطية والسرعة الزاوية والسرعة الثابتة.

ويظهر الترابط بين المفاهيم الفيزيائية والرياضية في حل النشاط؛ فعندما تدور البكرة A بزاوية $\alpha$ فإنه يتحرر من الشريط من إحدى البكرتين الطول x في وقت قدره t ثانية. وفي الوقت نفسه البكرة B تسحب (يلتف حولها) الطول x نفسه في نفس الوقت t . فإذا كانت البكرة B تسحب هذا الطول عندما تدور بزاوية $\beta$؛ فإن $\beta$ أكبر من $\alpha$، والزاويتان $\alpha$ و $\beta$ تتناسبان مع السرعة على كلا البكرتين. وسيستمر التغير المتزايد في سرعة البكرة A والتغير المتناقص في سرعة البكرة B حتى يصبح نصفا قطري البكرتين متساويين. وأخيرًا ستكون سرعة دوران البكرة A أسرع من البكرة B. يلاحظ أن هذا النشاط الذي أساسه عمليات نمذجة رياضية، أمكن استعماله كتطبيق في تعليم (STEM). وأجرى جميس (James, 2014) دراسة في ولاية تينيسي هدفت إلى معرفة أثر مدخل (STEM) في تحصيل طلاب الصف السابع في العلوم والرياضيات. وتكونت عينة الدراسة من ٢٨١ طالبًا كمجموعة تجريبية درسوا وفق مدخل (STEM) و٣٥١ طالبًا درسوا بالطريقة التقليدية، وتمثلت أداة الدراسة في اختبار تحصيلي. وأظهرت النتائج تفوق طلاب المجموعة الضابطة على طلاب المجموعة التجريبية. وفي تينيسي أيضًا هدفت دراسة توماس (Thomas, 2013) إلى معرفة أثر منهج متكامل في العلوم، والتقنية، والهندسة، والرياضيات (STEM) في تحصيل طلاب الصف الرابع، واتجاهاتهم نحو الرياضيات. تكونت عينة الدراسة من ١٤٥٧ طالبًا وطالبة، ولتحديد مستوى الطلاب في الرياضيات، تم الاعتماد على برنامج التقييم الشامل للصفين الثالث والرابع في الولاية. وطبق مقياس ليكرت للاتجاهات قبليًّا وبعديًّا على ٧٠ طالبًا. وأظهرت النتائج وجود تأثيرات إيجابية في تحصيل الطلاب الذين خضعوا للمعالجة التجريبية، وفي اتجاهاتهم نحو الرياضيات.

يتبين من نتائج معظم الدراسات السابقة فاعلية مدخل تكامل مناهج العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) في تنمية نواتج التعلم، وبشكل خاص في تنمية نواتج تعلم الرياضيات.

**وفيما يتعلق بالبراعة الرياضية؛** فقد أصبحت كما ترى كثير من المنظمات والجمعيات المتخصصة وتربويي الرياضيات والمتخصصين فيها، تمثل النجاح في الرياضيات والمنتج النهائي لتعلمها. وقد ظهر مصطلح البراعة الرياضية (Mathematical Proficiency) لأول مرة من قِبل المجلس القومي للبحوث في الولايات المتحدة الأمريكية ((National Research Council (NRC) في العام (٢٠٠١م) في تقرير (مساعدة الأطفال لتعلم الرياضيات) :(Adding It Up Helping Children Learn Mathematics) في ضوء مراجعة لجنة الدراسات في مركز التربية التابع للمجلس، للأبحاث في علم النفس المعرفي وتعليم الرياضيات، وخبرة أعضاء اللجنة كمتعلمين ومعلمين للرياضيات، وكذلك في ضوء تحديد المعارف والمهارات الرياضية التي يحتاجها الأفراد في حياتهم اليومية. وتشير اللجنة إلى أنه مع إدراكها أنه لا يوجد مصطلح يجسد كل جوانب الخبرة والكفاءة والمعرفة في الرياضيات، إلا أنها اختارت مصطلح البراعة الرياضية للتعبير عمَّا تعتقده يعبر عن تعلم أي فرد الرياضيات بنجاح (NRC, 2001, p.27). وتتكون البراعة الرياضية من خمسة مكونات، هي (NRC, 2001 ):

- الاستيعاب المفاهيمي (conceptual understanding)، ويعني: الفهم، وربط المفاهيم والعمليات والعلاقات. ومعرفة معنى الرموز والأشكال والإجراءات الرياضية.
- الطلاقة الإجرائية (procedural fluency)، وتعني: المهارة في تنفيذ الإجراءات بمرونة ودقة وكفاءة وبشكل مناسب.
- الكفاءة الاستراتيجية (strategic competence)، وتعني: القدرة على صياغة المسائل الرياضية وتمثيلها وحلها.
- الاستدلال التكيفي (adaptive reasoning)، ويعني: القدرة على التفكير المنطقي، والتأمل، والشرح، والتبرير.
- الرغبة المنتجة (productive disposition)، وتعني: الميل لرؤية المعنى في الرياضيات، وإدراك أنها مفيدة وجديرة بالاهتمام، والاعتقاد بأن الجهد المستمر في تعلم الرياضيات يؤتي ثماره، ونظرة الفرد لنفسه بأنه متعلمٌ فعالٌ وممارسٌ للرياضيات. هذه الجوانب أو المكونات الخمسة متداخلة ومترابطة ومتفاعلة، ولا ينبغي النظر لأيٍّ منها منفردًا أو منعزلاً عن غيره من المكونات، بل يجب الاهتمام بكلٍّ منها بالتزامن مع المكونات الأخرى. ويبيِّن الشكل أدناه مكونات البراعة الرياضية، ويبرز الترابط والتداخل بين تلك المكونات.




وعلى الرغم من تداخل مكونات البراعة الرياضية وترابطها إلا أن كلاً منها يركز على جوانب محددة من نواتج تعلم الرياضيات، ويستهدف عمليات ومهارات معينة؛ فالاستيعاب المفاهيمي يؤكد على تعلم الرياضيات الشامل والوظيفي للأفكار الرياضية المقرون بالفهم، مما يتيح للطلاب تطبيق الأفكار الرياضية المكتسبة وتكييفها مع المعارف والخبرات السابقة. ويمكن أن يظهر الاستيعاب المفاهيمي لدى الطالب من خلال استيعابه للأفكار الرياضية الأساسية؛ من مصطلحات ومفاهيم وتعميمات وعمليات، ومعرفته للمعلومات والخطوات الإجرائية بشكل متماسك ومترابط، وليس كمعلومات منفصلة أو معزولة، وكذلك إدراكه أهمية الفكرة الرياضية، سواءٌ كانت هذه الأهمية بالنسبة للرياضيات أو للعلوم الأخرى، والقدرة على تمثيل المواقف بتمثيلات متعددة، وتعلمه لمفاهيم أقل، لكنها محورية وأساسية (رضوان، ٢٠١٦؛ المعثم والمنوفي، ٢٠١٤).

أما الطلاقة الإجرائية، فتعني القدرة على تنفيذ العمليات والإجراءات بسرعة ودقة وفهم وكفاءة، إلى جانب التمتع بقدر كبير من المرونة في إجراء هذه العمليات والخوارزميات، والطلاقةُ الإجرائية تحفز المتعلم على استخدام الرياضيات بفاعلية بطريقة صحيحة (حسن، ٢٠١٨). والطلاقة ليست فكرة بسيطة؛ فهي تعني أن الطلاب قادرون على الاختيار بمرونة بين الطرائق والاستراتيجيات لحل المشكلات السياقية والرياضية، وأنهم يفهمون أساليبهم ويستطيعون شرحها، وقادرون على إيجاد إجابات دقيقة بكفاءة. وتعتمد الطلاقة على الاستكشاف والمناقشة الأولية لمفاهيم الأعداد ثم استخدام استراتيجيات الاستدلال غير الشكلي بناءً على معاني العمليات وخصائصها، ثم الاستخدام النهائي للطرق العامة باعتبارها أدوات في حل المشكلات

(NCTM, 2014). ويمكن التحقق من امتلاك الطالب للطلاقة الإجرائية من خلال قدرته على تمييز العمليات وتطبيق خصائصها واستنتاج العلاقات بينها، وقدرته على اختيار وتطبيق الإجراءات المناسبة بشكل صحيح، وكتابة الإجراءات والأساليب الذهنية، واستعمال بعض الخوارزميات في إثبات صحة بعض المفاهيم، وإنجاز المهام الروتينية بكفاءة.

والعلاقة بين الاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الإجرائية علاقةُ تداخل وترابط وتكامل، فهما ليستا عمليتين متعاكستين أو متنافستين؛ بمعنى أن اكتساب الطالب لإحداهما لا يعني عدم اكتسابه للأخرى. وقد ذكرت تقارير رئيسة أهمية التكامل والتوازن بين تنمية المفاهيم والإجراءات في تعلم الرياضيات (U.S. Department of Education, 2008; National Research Council, 2001) . نعم، هناك جدل أو وجهات نظر متباينة حول أي العمليتين يتم البدء بهما في تعليم الرياضيات؛ أو أيتهما تُبنى على الأخرى، وقد حسم المجلس القومي لمعلمي الرياضيات (National council of teachers of mathematics (NCTM) هذا الجدل، إذ يرى أن التدريس الفعّال للرياضيات يبني الطلاقة الإجرائية على أساس الاستيعاب المفاهيمي، بحيث يصبح الطلاب مع مرور الوقت بارعين في استخدام الإجراءات بمرونة عند حل المشكلات الحياتية والمسائل الرياضية (NCTM, 2014).

أما الكفاءة الاستراتيجية، فتنطوي على مواجهة موقف وتحويله إلى مسألة قابلة للحل، يمكن تمثيلها بنموذج رياضي، ثم توظيف المهارات والإجراءات الرياضية للوصول إلى الحل، ثم تفسير الحل وتقويمه في سياق المسألة (Mathematics Assessment Resource Service, 2017). وتتطور الكفاءة الاستراتيجية لدى الطلاب من خلال تقديم مسائل رياضية متنوعة ذات صلة بواقع الحياة، وتدريبهم على تحويل العبارات اللفظية إلى صيغ وعبارات رياضية باستعمال الرموز، واستخدام التمثيلات البيانية، وتحديد نوع العملية الحسابية الملائمة لحل المسألة، وتشجيعهم على البحث عن استراتيجيات لحل المسائل غير المألوفة، وإتاحة الفرصة لعرض وجهات نظرهم في بيئة صفية يسودها الاحترام والأمن، والتعاون، والنقاش. ويمكن التحقق من اكتساب الطالب للكفاءة الاستراتيجية من خلال قدرته على صياغة المسائل المتشابهة وحلها، وتحديد المعطيات الضرورية، وإهمال المعلومات الزائدة، واستعمال التمثيلات للتعبير عن المسألة الرياضية، والقدرة على توليد نماذج من المسألة الرياضية (Papa & Brown, N. D., p.13).

وبالنسبة للاستدلال التكيفي، فيُعدُّ بمثابة وسائل لإقناع الآخرين بالأفكار الرياضية، وحلول المسائل، بحيث يتضح للجميع أن الرياضيات يمكن فهمها، وأن لها معنى، ويمكن تنفيذ خطواتها. ويستخدم الطلاب التبرير، والاستنتاج ليفهموا أن الحقائق، والإجراءات، والأفكار، وطرق الحل المتنوعة ترتبط ببعضها بطريقة أو بأخرى،

ومن خلال التفكير المنطقي في تلك العلاقات يستطيع الطالب أن يحدد مدى فاعلية استراتيجية حل معينة (المعثم والمنوفي، ٢٠١٤).

أما الرغبة المنتجة فعلى الرغم من أن امتلاك الطالب للمفاهيم والمهارات الرياضية وقدرته على حل المسائل وإجراء البراهين الرياضية، تشكل أساس البراعة الرياضية إلا أن الرغبة المنتجة لا تقل أهمية إن لم تكن أكثر أهمية لنجاح الطالب في تعلم الرياضيات، ويُعدُّ مبدأ التعلم ضمن مبادئ الرياضيات المدرسية (NCTM, 2000) منطلق هذا المكوّن. إذ أكد مبدأ التعلم على أن جميع الطلبة بمقدورهم تعلم الرياضيات بفهم. وتُعدُّ الرغبة المنتجة نزعةً داخلية عند الطالب، ذات مضمون أوسع، وأبعد بكثير من أن تقتصر على الاتجاهات أو على حب الرياضيات؛ فمجرد حب الطالب للرياضيات مع وجود معتقدات خاطئة عنها قد يعيق عمله الرياضي، ويحصره في إطار محدد، فيتقاعس عن التفكير في طرق جديدة لحل المسائل الرياضية؛ لاعتقاده بوجود حل واحد صحيح فقط للمسألة، أو قد تؤدي تصوراته غير الصحيحة عن الرياضيات إلى امتناعه عن التأمل فيما يقوم به والتفكير بطريقة مختلفة (عبيد، ٢٠١٠).

ويمكن أن تظهر الرغبة المنتجة نحو الرياضيات لدى الطالب من خلال اعتقاده بأن الرياضيات يمكن فهمها، وثقته في قدرته على تعلمها، وتثمينه (تقديره) لأهميتها، واعتقاده بأن بذل الجهد فيها يؤدي إلى نتائج إيجابية. وقد حدد المجلس القومي للبحوث (NRC, 2001) أبعاد الرغبة المنتجة، فيما يلي: الميل لرؤية المعنى في الرياضيات، وإدراك أنها مفيدة وجديرة بالاهتمام؛ والاعتقاد بأن الجهد المستمر في تعلم الرياضيات يؤتي ثماره؛ ونظرة الفرد لنفسه بأنه متعلمٌ فعالٌ وممارسٌ للرياضيات. وقد تبنت الدراسة الحالية تصنيف المجلس القومي للبحوث لأبعاد الرغبة المنتجة.

ومنذ ظهور هذا المصطلح -البراعة الرياضية- بدأت توصي به المنظمات والجمعيات، وتتبناه وثائق تعليم الرياضيات في كثير من الأنظمة التعليمية؛ إذ تضمن التقرير النهائي للهيئة الوطنية الاستشارية للرياضيات في الولايات المتحدة (National Mathematics Advisory Panel (NMAP)) توصيةً بأن تكون البراعة الرياضية هي القاعدة الأساسية لمناهج الرياضيات في جميع المراحل التعليمية (U.S. Department of Education, 2008). ومعايير الولايات الأساسية المشتركة للرياضيات Common Core State Standards for Mathemtics (CCSSM)، حددت ثماني ممارسات للرياضيات المدرسية تصف عمليات وكفاءات مهمة. هذه الممارسات تعتمد في أساسها على البراعة الرياضية، وعلى معايير العمليات التي أصدرها المجلس القومي لمعلمي الرياضيات (National Governors Association Center for Best Practices and

Council of Chief State School Officers [NGA Center and CCSSO], 2010)

وتضمن إطار وثيقة الرياضيات في سنغافورة عددًا من المكونات، من ضمنها البراعة في العمليات والمهارات الرياضية، إذ أكدت الوثيقة على إعطاء الطلاب فرصة لاستعمال العمليات والمهارات مع الفهم، وليس مجرد إجراءات (Ministry of Education- Singapore, 2013).

وفي أستراليا حددت الوثيقة مكونين لمنهج الرياضيات؛ الأول المحتوى، ويتضمن ثلاثة جوانب. والآخر البراعة، وتتضمن أربعة جوانب، هي: الاستيعاب، والطلاقة، وحل المسألة، والاستدلال (Australia Curriculum Assessment and Reporting Authority (ACARA), 2016).

وفي المملكة العربية السعودية جعلت وثيقة الرياضيات تنمية التفكير، وتحقيق البراعة الرياضية الهدفَ الأساس لتعليم الرياضيات في التعليم العام (هيئة تقويم التعليم والتدريب، ٢٠١٩).

وقد أجريت العديد من الدراسات لتقصي فاعلية أو أثر بعض البرامج أو المداخل التعليمية أو الاستراتيجيات التدريسية في تنمية البراعة الرياضية؛ إذ كشفت نتائج دراسة جودة (٢٠١٩) فاعلية استخدام برنامج الجيوجبرا (Geogebra) في تدريس الهندسة والاستدلال المكاني في تنمية البراعة الرياضية ومهارات التعلم الذاتي لدى طالبات الصف الثاني المتوسط. وأوضحت نتائج دراسة العقيلي (٢٠١٨) فاعلية وحدات تعلم رقمية قائمة على التمثيلات الرياضية في تنمية البراعة الرياضية لدى طالبات الصف الأول الثانوي. وأوضحت دراسة عبيدة (٢٠١٧) فاعلية نموذج تدريس قائم على أنشطة (PISA) في تنمية مكونات البراعة الرياضية والثقة الرياضية لدى طلاب الصف الأول الثانوي. كما أوضحت نتائج دراسة الضاني (٢٠١٧) وجود أثر إيجابي لاستعمال استراتيجية التعلم بالدماغ ذي الجانبين في تنمية البراعة الرياضية لدى طلاب الصف السادس الابتدائي. وأوضحت نتائج دراسة ساميولسون (Samuelsson, 2010) فاعلية طريقة حل المشكلات في تنمية الاستيعاب المفاهيمي والاستدلال التكيفي والكفاءة الاستراتيجية لدى طلاب الصف الخامس، في حين لم يكن لها فاعلية بالنسبة للطلاقة الإجرائية. وأوضحت نتائج دراسة نيلسون (Nelson, 2013) فاعلية الألعاب التعليمية في تنمية مكونات البراعة الرياضية لدى طلاب الصفوف من K-2.

وبناءً على ما سبق، تتضح الحاجة لتنمية البراعة الرياضية لدى الطلاب، من خلال تبني التوجهات الحديثة التي كشف عنها البحث التربوي، وتوصي بها المنظمات والهيئات المتخصصة، ويُعدُّ تعليم (STEM) أحد أبرز تلك التوجهات. وفي ضوء

ذلك انبثقت فكرة الدراسة الحالية، كمحاولة لتوظيف مدخل (STEM) في تصميم وتدريس موضوعات في مقرر الرياضيات لتنمية البراعة الرياضية لدى الطلاب.

**مشكلة الدراسة:**

لا شك أن مسايرة التوجهات الحديثة وتطبيقها بشكل عملي في الميدان التربوي، يُعدُّ مطلبًا أساسيًّا، وإجراءً مهمًّا لتحسين العملية التعليمية وتطويرها. وفي المملكة العربية السعودية، تُقدَّم المناهج الدراسية على شكل مواد منفصلة، تركز على معارف ومهارات كل مادة بصورة مستقلة، وعدم تضمنها للمهارات الأساسية التي تكسب الطالب الجوانب المعرفية، والمهارات الوظيفية والخبرات التطبيقية اللازمة لفهم العالم الواقعي، ومواجهة مشكلات الحياة، ومساعدة الطالب في اختيار المسار الأكاديمي أو المهنى المناسب. وفي ضوء ذلك تظهر الحاجة إلى تصميم مناهج أو على الأقل وحدات دراسية في ضوء مداخل تعليمية ومنهجية تعالج قصور التكامل فى المناهج الحالية. ويُعدُّ مدخل التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) أحد أبرز تلك التوجهات، إذ يؤمل أن يسهم في تحسين العملية التعليمية بشكل عام، وتحسين تعليم وتعلم الرياضيات بشكل خاص، في ظل النظام التعليمي القائم حاليًّا، الذي يفتقد إلى وجود تعليم (STEM) بشكل رسمي.

من جانب آخر؛ هناك قصور في تحقق بعض نواتج تعلم الرياضيات لدى كثير من الطلاب، خاصة ما يتعلق بمكونات البراعة الرياضية الأربعة؛ الاستيعاب المفاهيمي، والطلاقة الإجرائية، والكفاءة الاستراتيجية، والاستدلال التكيفي (الشهري، ٢٠١٦؛ الرويس والشهري، ٢٠١٦؛ الملوحي، ٢٠١٨؛ المنوفي والمعثم، ٢٠١٨). إضافة إلى ضعف دافعية الطلاب لدراسة الرياضيات، وانخفاض ثقتهم بأنفسهم كمتعلمين لها، وعدم قدرتهم على إدراك أهميتها في حياتهم، وفي المهن التي سيعملون فيها مستقبلاً، كما أنهم لا يخططون للاستمرار في دراستها مستقبلاً ( Boaler & Greeno, 2000). وقد يرجع السبب في ذلك إلى الاستمرار في تنظيم المناهج وفي عمليات التعليم والتعلم، وفق الطرق التقليدية التي تقدم المعلومات للطلاب في كل مادة بصورة معزولة عمَّا يقدَّم في المواد الأخرى، وعمَّا يدور في العالم الخارجي الذي يعيش فيه الطلاب؛ وبالتالي فإن هناك حاجة إلى توظيف مداخل منهجية واستراتيجيات تدريسية، تنطلق ابتداءً من المناهج القائمة؛ فيتم النظر في واقع كل تخصص، ثم يتم التكامل بين التخصصات، بإزالة الحدود الفاصلة بينها، وتخطِّي الحواجز التقليدية بين فروع المعرفة (صالح، ٢٠١٦؛ Bybee, 2013).

ومن هنا جاءت فكرة الدراسة الحالية، لتقصِّي فاعلية مدخل (STEM) في تنمية البراعة الرياضية. وتتحدد مشكلة الدراسة بشكل دقيق في السؤال الآتي:

ما فاعلية تدريس وحدات تعليمية مصممة وفق مدخل (STEM) في تنمية البراعة الرياضية لدى طلاب الصف الأول الثانوي؟

## فروض الدراسة:

١- لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الاستيعاب المفاهيمي.

٢- لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الطلاقة الإجرائية.

٣- لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الكفاءة الاستراتيجية.

٤- لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الاستدلال التكيفي.

٥- لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي ككل.

٦- لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس الرغبة المنتجة.

## أهداف الدراسة:

هدفت الدراسة إلى تصميم وحدات تعليمية وفق مدخل (STEM) في مقرر الرياضيات٢، للصف الأول الثانوي، والكشف عن فاعلية تدريسها، في تنمية مكونات البراعة الرياضية لدى الطلاب.

## أهمية الدراسة:

أ- الأهمية النظرية:

- مسايرة التوجهات المعاصرة التي تنادي بتبني الاستراتيجيات والمداخل التعليمية الحديثة، ويُعدُّ تعليم (STEM) أحد تلك التوجهات.
- الإسهام في إثراء الأدب التربوي العربي فيما يتعلق بتعليم (STEM).
- فتح المجال لمزيد من الدراسات في مجال تعليم (STEM).

ب- الأهمية التطبيقية:

- تُعدُّ الدراسة الحالية محاولةً لتطبيق مدخل (STEM) بشكل عملي في الميدان التربوي؛ مما قد يساعد الإدارات المعنية في الوزارة بما فيها مركز (STEM) في بلورة رؤية واضحة لتعليم (STEM)، وتبني نموذج تطبيقي لممارسة (STEM) في المدارس العامة، باستخدام المناهج الحالية.
- تزويد الميدان التربوي (المعلمين والمشرفين) بدليل لتدريس وحدتي الأشكال الرباعية والتشابه في مقرر الرياضيات٢، للصف الأول الثانوي وفق مدخل (STEM) في ضوء أحد أساليب التكامل، وهو تكامل السياق، حيث اعتبرت الرياضيات التخصص الرئيس، وتم تصميم الموضوعات وتدريسها بطرق ذات معنى من خلال اختيار السياقات ذات الصلة من التخصصات الأخرى: العلوم والتقنية والهندسة.
- يمكن للقائمين على برامج إعداد معلم الرياضيات الإفادة من تخطيط الوحدتين في تدريب الطلاب المعلمين على تصميم موضوعات رياضية، وتدريسها وفق مدخل (STEM).
- يمكن الإفادة من الدليل في تخطيط وحدات أخرى، أو تخطيط مناهج الرياضيات بشكل عام وفق مدخل (STEM).
- تقديم أداة علمية (اختبار تحصيلي) لقياس مستوى طلاب الصف الأول الثانوي في مكونات البراعة الرياضية الأربعة الأولى: الاستيعاب المفاهيمي، الطلاقة الإجرائية، الكفاءة الاستراتيجية، الاستدلال التكيفي.
- تقديم أداة علمية (مقياس الرغبة المنتجة) لقياس مدى تحقق أبعاد الرغبة المنتجة لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

## حدود الدراسة:

- الحدود الموضوعية: أُعيد تخطيط وحدتي الأشكال الرباعية والتشابه في مقرر الرياضيات٢، للصف الأول الثانوي طبعة ٢٠١٨م بأسلوب تكامل السياق، وهو أحد أساليب التكامل في تعليم (STEM).
- الحدود المكانية: طُبِّقت الدراسة في مدارس الرواد الثانوية - بنين، بمدينة الرياض- حي الإزدهار.
- الحدود الزمانية: طُبِّقت الدراسة في الفصل الثاني من العام الدراسي ١٤٣٩/١٤٤٠هـ.

## مصطلحات الدراسة:

**مدخل (STEM)**:

يعرف فيوريلو (Fioriello, 2010) (STEM): بأنه مدخل للتعليم يعمل على التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات من خلال توظيف طرائق واستراتيجيات تدريسية، ترتكز على حل المشكلات، والمشروعات، والتعلم بالاكتشاف. ويتطلب تطبيق مدخل (STEM) مشاركة الطلاب وتفاعلهم على نحو نشط لإيجاد حلول لمواقف ومشكلات محددة.

ويعرِّف ستولمان (Stohlmann, 2013) تعليم (STEM) بأنه: جهد لمعلمي الرياضيات لاستخدام عمليات التصميم الهندسي كهيكل لتعلم الطلاب محتوى الرياضيات جنبًا إلى جنب مع مفاهيم العلوم من خلال أنشطة معتمدة على التقنية.

ويعرف الباحث مدخل (STEM) إجرائيًّا بأنه: مدخل منهجي تعليمي، يحقق التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، وُظِّف في إعادة تخطيط وتصميم موضوعات وحدتي الأشكال الرباعية والتشابه؛ لتحقيق أكبر قدر ممكن من الترابط بين المفاهيم الرياضية والعلمية ومهارات التصميم الهندسي، من خلال تصميم أنشطة ومواقف تعليمية وسياقات تطبيقية، تعتمد على حل المشكلات والمشروعات والاستقصاء والاستكشاف والطرق العملية، مع توظيف التقنيات والبرمجيات التعليمية بقدر الإمكان.

**البراعة الرياضية:**

يرى المجلس القومي للبحوث (NRC, 2001, p.115) أن البراعة الرياضية تمثل الناتج النهائي لتعلم الرياضيات، وتتضمن كل جوانب الخبرة والكفاءة والمعرفة بالرياضيات، وتعبِّر عمَّا يعنيه تعلم أي فرد للرياضيات بنجاح. وتتكون من خمسة مكونات متداخلة متشابكة هي: الاستيعاب المفاهيمي، الطلاقة الإجرائية، الكفاءة الاستراتيجية، الاستدلال التكيفي، والرغبة المنتجة. وتعرف هذه المكونات في الدراسة الحالية إجرائيًّا، كما يأتي:

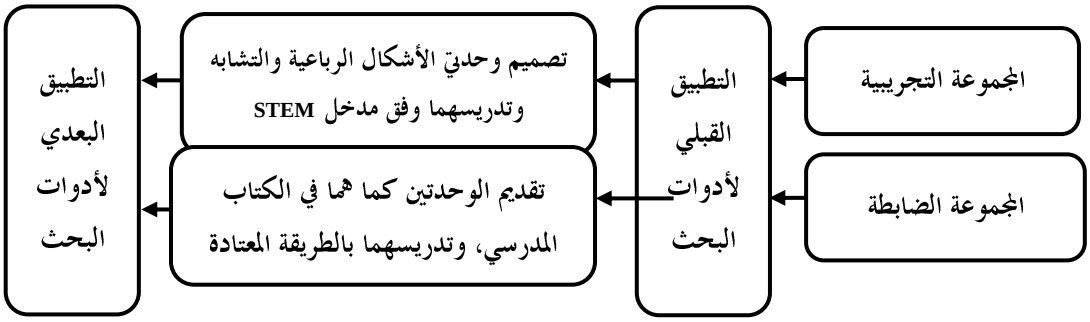
- الاستيعاب المفاهيمي: إدراك طالب الصف الأول الثانوي المفاهيم والتعميمات والعلاقات الرياضية الواردة في وحدتي الأشكال الرباعية والتشابه، وربطها بمعرفته السابقة، وتوظيفها في حل المسائل الرياضية والمواقف الحياتية.
- الطلاقة الإجرائية: قدرة الطالب على تحديد العملية أو الاستراتيجية المناسبة لسؤال أو موقف رياضي معين، وإجراء الخوارزميات والعمليات الرياضية بطلاقة ومرونة بطريقة سليمة، وبشكل مناسب.
- الكفاءة الاستراتيجية: القدرة على صياغة المسائل الرياضية وتمثيلها، وحلها باستخدام الاستراتيجيات المناسبة.

- الاستدلال التكيفي: قيام الطالب بعمليات التفكير المنطقي والاستدلال والتبرير والتأمل، أثناء إجراء العمليات الرياضية وحل المسائل وكتابة البراهين.
- الرغبة المنتجة: الميل لرؤية الرياضيات بأنها ذات معنى، وإدراك أنها مفيدة وجديرة بالاهتمام، واعتقاد الطالب بأن الجهد الذي يبذله في تعلمها يؤتي ثماره، ونظرته لنفسه بأنه متعلمٌ فعالٌ وممارسٌ للرياضيات.

وسيتم قياس المكونات الأربعة الأولى باستخدام الاختبار التحصيلي المعد لهذا الغرض؛ وقياس المكون الخامس باستخدام مقياس الرغبة المنتجة المعد لهذا الغرض.

**إجراءات الدراسة:**

**منهج الدراسة:** تم استخدام المنهج شبه التجريبي (a quasi-experimental approach) الذي يُعدُّ المدخل الأكثر صلاحية لتطوير بنية التعليم وأنظمته، وحل المشكلات التعليمية النظرية والتطبيقية (Mills & Gay, 2019)، ويتميَّز بارتفاع درجة الثقة بنتائجه، إذ يمكن به الجزم بمعرفة أثر السبب في النتيجة، ومقدار ذلك الأثر (العساف، ٢٠١٢). والشكل (١) يوضح التصميم المتبع في الدراسة.




**شكل (١): التصميم شبه التجريبي للدراسة**

وقد استُخدم تصميم المجموعتين التجريبية والضابطة ذات القياسين القبلي والبعدي للتحقق من أن التغير الذي قد يحدث في المتغيرات التابعة يعود للمعالجة التجريبية بالمتغير المستقل، وليس للنمو الطبيعي لدى أفراد المجموعة التجريبية.

**متغيرات الدراسة:**

المتغير المستقل: وحدتا الأشكال الرباعية والتشابه بعد إعادة تصميمهما، وتدريسهما وفق مدخل (STEM).

المتغيرات التابعة: مكونات البراعة الرياضية: الاستيعاب المفاهيمي، الطلاقة الإجرائية، الكفاءة الاستراتيجية، الاستدلال التكيفي، والرغبة المنتجة.

**مجتمع الدراسة:**

تكون مجتمع الدراسة من جميع طلاب الصف الأول الثانوي بمدارس الرواد الأهلية، في الفصل الدراسي الثاني من العام ١٤٣٩-١٤٤٠هـ، البالغ عددهم (١٧٢) طالبًا، موزعين في سبعة فصول. وقد تم اختيار مدارس الرواد الأهلية بطريقة قصدية؛ لتوفُّر الإمكانات المادية في المدرسة مثل، السبورات الذكية، وأجهزة الكمبيوتر الموصلة بشبكة الإنترنت، وتوفر معامل للرياضيات، وقاعات مجهزة تستعمل كورش ومراسم، إضافة إلى تعاون الإدارة العامة للمدارس، وقائد القسم الثانوي، ومشرف الرياضيات، والمعلم الذي نفَّذ التجربة. إضافة إلى مناسبة عدد الطلاب في الفصل لتطبيق مدخل (STEM).

**عينة الدراسة:**

يضم الصف الأول الثانوي في المدرسة سبعة فصول، وقد التزم الباحث بالتوزيع القائم في الفصول، إذ تم اختيار فصلين، بطريقة عشوائية بسيطة، وقد جاء الاختيار على الفصلين؛ (١/١)، (٦/١). وبعد ذلك تم اختيار أحد الفصلين عشوائيًّا، ليكون المجموعة التجريبية، فجاءت نتيجة الاختيار على (١/١)، وبالتالي أصبح الفصل الآخر (٦/١) المجموعة الضابطة. وبعد استبعاد الطلاب الذين لم يحلوا الاختبار القبلي أو البعدي أو لم يقوموا بتعبئة المقياس قبليًّا أو بعديًّا، تكوَّنت عينة الدراسة من (٤٦) طالبًا، موزعين بالتساوي على المجموعتين التجريبية والضابطة.

**المادة التعليمية وأدوات الدراسة:**

**أولاً– المادة التعليمية:** لتحقيق أهداف الدراسة أُعدَّت المادة التعليمية، وتمثَّلت في إعادة تصميم وحدتي الأشكال الرباعية والتشابه في مقرر الرياضيات٢، للصف الأول الثانوي، وفق مدخل (STEM)، وأُعدَّ دليل لتدريس الوحدتين وفق مدخل (STEM)، كما تم إعداد أوراق عمل للطلاب، وتخطيط مشروع الوحدة (الوحدتين). وفيما يأتي عرض للإجراءات التي تمَّ اتباعها:

١- تحديد الأهداف العامة لتدريس وحدتي الأشكال الرباعية والتشابه، في ضوء الاطلاع على موضوعات الوحدتين، وفي ضوء الأهداف والأفكار الرئيسة الواردة في دليل المعلم.

٢- الاطلاع على عدد من الأدبيات المتعلقة بإعداد المناهج والوحدات الدراسية في ضوء مدخل (STEM).

ومنها: (صالح، ٢٠١٦؛ القاضي والربيعة، ٢٠١٨؛ القثامي، ٢٠١٧؛ كوارع، ٢٠١٧؛ المحمدي، ٢٠١٨؛ Andrzej, 2019؛ Robinson, 2016) مع التركيز على الجوانب الآتية:

- أبعاد تصميم المناهج وفق مدخل (STEM): حدد المجلس القومي للبحوث (NRC) عدة أبعاد للتصميم، أبرزها: أساسيات المنهج،

والتداخل بين التخصصات، وطبيعة الأنشطة التعليمية، ومحتوى المنهج، وتصميم المنهج المتكامل.

- معايير تصميم وحدات دراسية وفق مدخل (STEM)، ومن أبرز هذه المعايير: احترام خصوصية كل تخصص وكل موضوع، وتحقق الرؤية البنائية للتعلم، وتصميم مهمات ذات أهداف محددة يتم إنجازها من خلال عمليات وإجراءات واضحة أثناء قيام الطلاب بالمشروعات والتجارب العملية.
- الاحتياجات اللازمة لتدريس وحدات تعليمية وفق مدخل (STEM): الخبرة والتدريب، والإمكانات المادية (أجهزة الكمبيوتر، الإنترنت، المعمل، الوسائط المتعددة، الورش الصناعية، المكتبة الإلكترونية)، والمصادر التعليمية (دليل المعلم لتدريس الوحدات، وأوراق عمل الطلاب، وبرمجيات تعليمية، وكتب وأبحاث).
- مبادئ واستراتيجيات التعليم والتعلم وفق مدخل (STEM): (التكامل بين التخصصات، ونقل مركز الاهتمام من المادة الدراسية إلى الطالب، والدمج بين حل المشكلات والاستقصاء العلمي والمشروعات والبرمجيات التعليمية، وتوظيف الهندسة في حل المشكلات).

٣- الاطلاع على محتويات مقررات العلوم (الفيزياء، والكيمياء، والأحياء) ومقرر الحاسب الآلي؛ لإيجاد خطوط التقاطع وجوانب التكامل بين المقررات، وقد تمت الاستعانة ببعض معلمي ومشرفي العلوم والحاسب لإبراز هذه الجوانب. ومن المفاهيم الكيمائية والفيزيائية والبيولوجية (الأحياء) التي تم التعرض لها: الذرة والتركيب الذري للجزيئات، نقل القوة، الرافعات المقصية، توزيع القوى والأحمال، الثبات والتغير، الازدواج والاتزان، المرايا والانعكاس، تركيب العين، علم البصريات، انحراف الضوء، مبادئ علوم الطيران، الأقمار الصناعية، وفصائل الدم، الكائنات وحيدة الخلية. ومن موضوعات الحاسب الآلي التي تم تناولها استخدام برنامج الميكروسفت أكسيل (M.S Excel)، وبرنامج جداول البيانات (Spreadsheet)، وبرنامج الرسام (paint)، وبرنامج (Fx Drew)، واستخدام الروبوتات في رسم بعض الأشكال الهندسية. كما تم التعرض لمهارات وعمليات التفكير الحاسوبي (Computational thinking)، وذلك من خلال تصميم (برمجة) خوارزميات حاسوبية يتم من خلالها إيجاد مجموع زوايا مضلع، أو قياس الزاوية الداخلية لمضلع منتظم....إلخ. إضافة إلى استعمال عدد من

البرمجيات الرياضية، وخاصة برنامج الجيوجبرا (Geogebra)، والسكتش باد (Sketchpad).

٤- التعاون مع معلم التصميم والزخرفة والتربية الفنية بالمدارس؛ حيث تمت الإفادة من خبراته في دعم الطلاب وتقديم الاستشارات لهم أثناء تخطيط وتصميم مشروع الوحدة (تخطيط وتصميم حي سكني نموذجي)، كما عرضت مجموعة من الطلاب مخطط المشروع على مهندس معماري، وأُجريت بعض التعديلات في مخطط المشروع وعمليات التصميم الهندسي في ضوء مقترحاته. ملحق (٧) بعض صور الطلاب أثناء تنفيذ مراحل المشروع.

٥- إعداد الصورة الأولية لموضوعات (دروس) الوحدتين، وإرشادات التدريس وفق مدخل (STEM). وقد تضمن كل درس المكونات الآتية: موضوع الدرس، أهداف الدرس، مفردات الدرس، الوسائل والمصادر، العلاقات بين التخصصات (المفاهيم المشتركة والتكامل) (Integrated)، أنشطة، تمارين وتدريبات، وإرشادات للمعلم. كما صاحب كل درس عدد من أوراق العمل للطلاب.

٦- عرض الصورة الأولية على عدد من المحكمين لتقديم ملاحظاتهم ومقترحاتهم حول تصميم الدروس ومدى الالتزام بأسس وإجراءات وقواعد تصميم الوحدات وفق مدخل (STEM). ملحق (٦). وقد أُجريت بعض التعديلات على محتوى وسيناريوهات الدروس والأنشطة وفق المقترحات، وبالتالي أُعدَّت الصورة النهائية للوحدتين، ودليل التدريس وفق مدخل (STEM). ملحق (١).

وقد قام الباحث في أثناء مرحلة التخطيط للدراسة بزيارة مركز تعليم (STEM) في جامعة شيكاغو (UChicago STEM Education) بالولايات المتحدة، ومقابلة مدير المركز وعدد من العاملين فيه، وتم حضور عدد من ورش العمل، كما تم حضور بعض الأنشطة التي يقدمها المركز لطلاب المدارس، حيث تقوم المدارس بزيارات للمركز خلال اليوم الدراسي، أو في الفترة المسائية.

**ثانيًا- أدوات الدراسة (أدوات القياس):**

أ- **الاختبار التحصيلي**: أُعدَّ الاختبار التحصيلي، وفق الخطوات الآتية:

١- تحديد هدف الاختبار: تمثل هدف الاختبار في قياس مكونات البراعة الرياضية الأربعة الأولى: الاستيعاب المفاهيمي، الطلاقة الإجرائية، الكفاءة الاستراتيجية، والاستدلال التكيفي.

٢- تحليل محتوى وحدتي الأشكال الرباعية والتشابه في ضوء هذه المكونات، ثم إعادة التحليل بعد أسبوعين من التحليل الأول، وقد بلغت نسبة الاتفاق بين

التحليلين، وفق معادلة كوبر (٠.٩٣). والجدول (١) يوضح النسب المئوية لمكونات البراعة الرياضية الأربعة في محتوى الوحدتين.

**جدول (١) :النسب المئوية لمكونات البراعة الرياضية في وحدتي الأشكال الرباعية والتشابه في مقرر الرياضيات-٢ للصف الأول الثانوي**

| مكونات البراعة الرياضية | استيعاب مفاهيمي | طلاقة إجرائية | كفاءة استراتيجية | استدلال تكيفي | المجموع |
|---|---|---|---|---|---|
| النسبة المئوية | %٢٣ | %٢٨ | %١٣ | %٣٦ | %١٠٠ |

ويعود السبب في ارتفاع النسبة المئوية للاستدلال التكيفي إلى طبيعة الوحدتين؛ حيث إنهما هندسة مستوية، تتضمنان كثيرًا من النظريات والنتائج المتعلقة بالأشكال الرباعية وخصائصها، ونظريات تشابه المضلعات، مما جعل محتوى الوحدتين يتضمن كثيرًا من البراهين على صحة النظريات والنتائج، إضافة إلى وجود عدد من الأفكار الرياضية المتعلقة بالمبررات والحجج الرياضية ومناقشتها، وهذه العمليات تدخل ضمن الاستدلال.

٣- إعداد الصورة الأولية للاختبار التحصيلي، وقد تكونت من ٣٣ سؤالاً. ملحق (٢).

٤- عرض الصورة الأولية للاختبار على عدد من المحكمين. ملحق (٦)؛ لدراسة الأسئلة، وتحكيمها في ضوء ما يلي:

- ارتباط السؤال بالجانب المناسب من مكونات البراعة الرياضية.
- وضوح السؤال وسلامة صياغته اللغوية.
- صحة خطوات الحل والإجابة.
- الإضافة أو الحذف أو التعديل.

وقد أُجريت عدد من التعديلات في ضوء ملاحظات المحكمين ومقترحاتهم، ومن أبرز التعديلات ما يلي:

- حذف الأسئلة: ٤، ١٢، ١٨، ٣٠.
- تعديل العبارة: إذا كانت ABCD طائرة ورقية، إلى: إذا كانت ABCD شكل الطائرة الورقية.
- إضافة سؤال (السؤال٣٠ في الصورة النهائية).

وبالتالي تكوَّن الاختبار التحصيلي في صورته النهائية من ٣٠ سؤالاً، ملحق (٣). تشمل، (اختيار من متعدد، وإكمال، وأسئلة مقالية). موزعة على مكونات البراعة الرياضية، كما في الجدول (٢).

جدول (٢): توزيع أسئلة الاختبار التحصيلي على مكونات البراعة الرياضية

| مكونات البراعة الرياضية | العدد | الأسئلة |
|---|---|---|
| الاستيعاب المفاهيمي | ٧ | ١، ٢، ٣، ٨، ١٢، ١١، ١٨ |
| الطلاقة الإجرائية | ٨ | ٩، ١٣، ١٤، ١٦، ١٧، ١٩، ٢١، ٢٦ |
| الكفاءة الاستراتيجية | ٤ | ٢٤، ٢٧، ٢٨، ٢٩ |
| الاستدلال التكيفي | ١١ | ٤، ٥، ٦، ٧، ١٠، ١٥، ٢٠، ٢٢، ٢٣، ٢٥، ٣٠ |
| المجموع | ٣٠ | |

**التجربة الاستطلاعية للاختبار:**

طُبِّق الاختبار على عينة استطلاعية، تكونت من (٢٥) طالبًا من غير العينة الفعلية؛ للتأكد من وضوح الأسئلة، وتعليمات الاختبار، وحساب الزمن، ومعاملات الصعوبة والتمييز للأسئلة، وكذلك حساب معاملات الصدق والثبات للاختبار، وقد جاءت النتائج كما يأتي:

**وضوح تعليمات الاختبار وأسئلته**: تبيَّن عدم وجود غموض في تعليمات الاختبار وأسئلته، حيث كانت واضحة بالنسبة لجميع الطلاب.

**زمن الاختبار:** تم حساب زمن الاختبار عن طريق حساب متوسط الأزمنة التي استغرقها أفراد العينة الاستطلاعية. وبناءً على ذلك تم تحديد زمن الاختبار بـ ٤٥ دقيقة.

**معاملات الصعوبة والتمييز:**

تم حساب معاملات الصعوبة للأسئلة باستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{معامل الصعوبة} = \frac{\text{مجموع الدرجات التي حصل عليها جميع الطلاب على السؤال}}{\text{عدد الطلاب} \times \text{الدرجة العظمى للسؤال}}$$

وقد جاءت قيم معاملات الصعوبة للأسئلة في الفترة [٠.٢٨ ، ٠.٧٧] وتُعدُّ قيمًا مقبولة، إذ إن القيمة المثالية لمعامل صعوبة السؤال، هي التي تقع في [٠.٢٠ ، ٠.٨٠] (يوسف والرافعي، ٢٠٠٣).

كما تم حساب معاملات التمييز وفق الخطوات الآتية:

- ترتيب درجات الطلاب تنازليًّا.
- تحديد الفئة العليا (٢٧٪)، والفئة الدنيا (٢٧٪).
- تطبيق المعادلة:

$$\text{معامل التمييز} = \frac{\text{مجموع الدرجات التي حصل عليها طلاب الفئة العليا} - \text{مجموع الدرجات التي حصل عليها طلاب الفئة الدنيا}}{\text{الدرجة العظمى للسؤال} \times \text{عدد طلاب إحدى الفئتين}}$$

وقد جاءت قيم معاملات التمييز في الفترة [٠.٣٤، ٠.٨٦]. وتُعدُّ قيمًا مقبولة، حيث يكون معامل التمييز مناسبًا إذا كانت قيمته في الفترة [٠.٣٠ ، ١.٠٠] (يوسف والرافعي، ٢٠٠٣).

**صدق الاتساق الداخلي للاختبار:**

تم حساب صدق الاتساق الداخلي للاختبار عن طريق حساب معامل الارتباط بين درجة كل سؤال والدرجة الكلية للمكون الفرعي الذي ينتمي إليه السؤال. وقد جاءت قيم معاملات الارتباط في الفترة [٠.٥٧، ٠.٨٦] وجميعها دالة إحصائيًّا عند (٠.٠١). كما تم حساب معامل الارتباط بين درجة كل مكون من مكونات البراعة الرياضية الأربعة، والدرجة الكلية للاختبار، وجاءت قيم معاملات الارتباط كما في الجدول (٣).

**جدول (٣): معاملات الارتباط بين درجة كل مكون من مكونات البراعة الرياضية والدرجة الكلية للاختبار.**

| المكون | معامل الارتباط |
|---|---|
| الاستيعاب المفاهيمي | ٠.٨٣١** |
| الطلاقة الإجرائية | ٠.٨١٤** |
| الكفاءة الاستراتيجية | ٠.٧١٦** |
| الاستدلال التكيفي | ٠.٧٤٣** |

*** دال عند (٠.٠٥). ** دال عند (٠.٠١).**

**ثبات المكونات الفرعية، والثبات الكلي للاختبار:**

تم حساب ثبات المكونات الفرعية والثبات الكلي للاختبار بطريقة ألفا كرونباخ (Alpha-Cronbach). والجدول(٤) يوضح ذلك.

**جدول (٤): معاملات ثبات ألفا كرونباخ للمكونات الفرعية، وللاختبار ككل**

| مكونات البراعة الرياضية | عدد الأسئلة | معامل ألفا كرونباخ |
|---|---|---|
| الاستيعاب المفاهيمي | ٧ | ٠.٨٢٤ |
| الطلاقة الإجرائية | ٨ | ٠.٧٦٣ |
| الكفاءة الاستراتيجية | ٤ | ٠.٦٧٤ |
| الاستدلال التكيفي | ١١ | ٠.٧١٥ |
| الاختبار ككل | ٣٠ | ٠.٨٣٩ |

يتضح من الجدول (٤) أن معاملات ثبات المكونات الفرعية والثبات الكلي للاختبار بطريقة ألفا كرونباخ، مقبولة، مما يدل على ثبات المكونات الفرعية والثبات الكلي للاختبار.

كما تم حساب ثبات الاختبار بطريقة التجزئة النصفية من خلال تقسيم الاختبار إلى جزأين، مثّلت الأسئلة الفردية أحدهما، والأسئلة الزوجية مثّلت الآخر، ثم تعديل الثبات بطريقة سبيرمان/ براون (Spearman-Brown). وقد بلغت قيمة معامل ثبات الاختبار ككل (٠.٨٢٣)، وهي أيضًا قيمة مقبولة، وتُعدُّ مؤشرًا على ثبات الاختبار.

وقد استُخدمت الطريقتان -ألفا كرونباخ والتجزئة النصفية- بهدف تغطية أكثر من مصدر للخطأ، إذ تغطي كل طريقة أحد مصادر الخطأ (حسن، ٢٠١٦).

من الإجراءات السابقة تأكد الباحث من صدق الاختبار وثباته، وتمتع الأسئلة بدرجات مناسبة من السهولة والصعوبة، وقدرته على التمييز بين الطلاب مرتفعي ومنخفضي التحصيل، ومن ثم صلاحيته لقياس مكونات البراعة الرياضية الأربعة لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

ب- **مقياس الرغبة المنتجة**: أُعدَّ مقياس الرغبة المنتجة، وفق الإجراءات الآتية:

١. تحديد هدف المقياس: هدف مقياس الرغبة المنتجة إلى قياس رغبة الطالب في دراسة الرياضيات، وإدراكه وتقديره لدورها، ونظرة الطالب لنفسه كمتعلم للرياضيات.
٢. الاطلاع على بعض الأدبيات التي تناولت الرغبة المنتجة والتصورات والاتجاهات نحو الرياضيات ومنها:

(Awofala, 2017; Alan, 2010; Beyers, 2011; Feldhaus, 2014; NRC, 2001; Organization for Economic Cooperation and Development - OECD, 2013; Siegfried, 2012; Warren, Sandra, Wes, Matthew & Joseph, 2016; Watson, 2015)

٣. تحديد أبعاد المقياس، حيث تم تبنّي الأبعاد التي حددها المجلس القومي للبحوث(NRC)؛ وهي:
البعد الأول: الميل لرؤية الرياضيات بأنها ذات معنى، ومفيدة، وجديرة بالاهتمام.
البعد الثاني: نظرة الشخص لنفسه بأنه متعلم فعَّال وممارس للرياضيات.
البعد الثالث: الاعتقاد بأن المثابرة وبذل الجهد في الرياضيات تحقق نتائج إيجابية (يؤتي ثماره).
٤. صياغة عبارات المقياس: تكوَّن المقياس في صورته الأولية من (٣٣) عبارة. ملحق (٤).

**صدق المقياس (الصدق الظاهري):** عُرضت الصورة الأولية للمقياس على عدد من المحكمين، المختصين في الرياضيات وتعليم الرياضيات. ملحق (٦)؛ للحكم على مدى ارتباط العبارة بالبعد الذي وردت فيه، وأهميتها، ووضوحها، وسلامة الصياغة اللغوية، واقتراح حذف أو إضافة ما يرونه مناسبًا. وقد قدَّموا ملاحظات ومقترحات قيّمة جوَّدت المقياس. ومن أبرز التعديلات، ما يلي:

- حذف العبارات: ٦،٩، ٢٧.
- تعديل صياغات العبارات الآتية:

- هناك ارتباط قليل أو لا يوجد ارتباط بين الرياضيات المدرسية والعالم الحقيقي - هناك ارتباط قليل أو لا يوجد ارتباط بين ما نتعلمه في الرياضيات وبين العالم الحقيقي.
- الانخراط في فهم أساس القوانين والصيغ الرياضية وكيف جاءت؛ يعتبر مضيعة للوقت - الانخراط في فهم أساس القوانين والصيغ الرياضية يعتبر مضيعة للوقت.
- الأشخاص الأذكياء فقط هم الذين يمكنهم فهم الرياضيات - الأذكياء فقط هم الذين يمكنهم فهم الرياضيات.

- تعديل العبارة ١٧(أعتقد أنني أستطيع التعامل بنجاح مع مسائل الرياضيات المثيرة للتحدي، والموضوعات الرياضية الأكثر صعوبة)، ونقلها من البعد الثاني (نظرة الشخص لنفسه بأنه متعلم فعَّال وممارس للرياضيات) إلى البعد الثالث (الاعتقاد بأن المثابرة وبذل الجهد في الرياضيات تحقق نتائج إيجابية (يؤتي ثماره)).
- تعديل العبارة ٢٠ (أستمتع بحل مسائل الرياضيات)، ونقلها من البعد الثاني (نظرة الشخص لنفسه بأنه متعلم فعَّال وممارس للرياضيات) إلى البعد الأول (الميل لرؤية الرياضيات بأنها ذات معنى ومفيدة وجديرة بالاهتمام).

وفي ضوء ذلك أصبح المقياس في صورته النهائية مكونًا من (٣٠) عبارة موزعة على أبعاد الرغبة المنتجة، كما في الجدول (٥). ملحق (٥).

**جدول (٥): توزيع عبارات المقياس على أبعاد الرغبة المنتجة.**

| البعد | العبارات |
|---|---|
| الميل لرؤية الرياضيات بأنها ذات معنى، ومفيدة، وجديرة بالاهتمام. | ١-١٣ |
| نظرة الشخص لنفسه بأنه متعلم فعَّال وممارس للرياضيات. | ١٤-٢١ |
| الاعتقاد بأن المثابرة وبذل الجهد في الرياضيات تحقق نتائج إيجابية (يؤتي ثماره). | ٢٢-٣٠ |

وتقاس كل عبارة وفق تدرج رباعي: موافق تمامًا، موافق، غير موافق، غير موافق إطلاقًا. ويقابلها على الترتيب الدرجات: ٤، ٣، ٢، ١. والعكس في حالة العبارات السالبة. وبالتالي؛ فإن أعلى درجة يمكن أن يحصل عليها الطالب هي (١٢٠) وأقل درجة (٣٠).

**التجربة الاستطلاعية للمقياس:** طُبِّق مقياس الرغبة المنتجة على عينة استطلاعية، تكونت من (٢٥) طالبًا من طلاب الصف الأول الثانوي؛ للتأكد من وضوح عبارات المقياس، وتقدير زمن الاستجابة، وحساب معاملات الصدق والثبات، فكانت النتائج كما يأتي:

**زمن المقياس:** تم حساب متوسط الأزمنة التي استغرقها أفراد العينة الاستطلاعية، حيث بلغ ٣٥ دقيقة.

**صدق الاتساق الداخلي للمقياس:** تم حساب صدق عبارات مقياس الرغبة المنتجة عن طريق حساب معامل الارتباط بين درجة كل عبارة والدرجة الكلية للبعد الفرعي الذي تنتمي إليه العبارة. وقد جاءت قيم معاملات الصدق في الفترة [٠.٥١، ٠.٨٩] وجميعها دالة إحصائيًّا عند مستوى (٠.٠١).

كما تم حساب معامل الارتباط بين درجة كل بُعد من أبعاد المقياس، والدرجة الكلية للمقياس، والجدول (٦) يوضح ذلك.

**جدول (٦): قيم معاملات الارتباط بين درجة كل بعد والدرجة الكلية للمقياس.**

| البعد | معامل الارتباط |
|---|---|
| الميل لرؤية الرياضيات بأنها ذات معنى، ومفيدة، وجديرة بالاهتمام. | **٠.٧٨٤ |
| نظرة الشخص لنفسه بأنه متعلم فعَّال وممارس للرياضيات. | **٠.٧١٩ |
| الاعتقاد بأن المثابرة وبذل الجهد في الرياضيات تحقق نتائج إيجابية (يؤتي ثماره). | **٠.٦٦٥ |

من الجدول (٦) يتبين أن معامل الارتباط بين درجة كل بُعد والدرجة الكلية للمقياس، دالة عند مستوى (٠.٠١)؛ مما يدل على اتساق أبعاد المقياس.

**ثبات الأبعاد الفرعية والثبات الكلي للمقياس**: تم حساب ثبات الأبعاد الفرعية والثبات الكلي للمقياس بطريقة ألفا كرونباخ Alpha-Cronbach. والجدول (٧) يوضح ذلك.

**جدول (٧): معاملات ثبات الأبعاد الفرعية والثبات الكلي لمقياس الرغبة المنتجة**

| البعد | عدد العبارات | معامل ألفا كرونباخ |
|---|---|---|
| الميل لرؤية الرياضيات بأنها ذات معنى، ومفيدة، وجديرة بالاهتمام. | ١٣ | ٠.٨١٥ |
| نظرة الشخص لنفسه بأنه متعلم فعَّال وممارس للرياضيات. | ٨ | ٠.٧٢٦ |
| الاعتقاد بأن المثابرة وبذل الجهد في الرياضيات تحقق نتائج إيجابية (يؤتي ثماره). | ٩ | ٠.٨١٤ |
| المقياس ككل | ٣٠ | ٠.٨١٢ |

من الجدول (٧) يتضح أن معاملات ثبات الأبعاد الفرعية والثبات الكلي لمقياس الرغبة المنتجة بطريقة ألفا كرونباخ، مقبولة، مما يدل على ثبات الأبعاد الفرعية والثبات الكلي للاختبار.

من الإجراءات السابقة تأكد الباحث من صدق مقياس الرغبة المنتجة وثباته، ومن ثم مناسبته لقياس الرغبة المنتجة لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

## إجراءات تطبيق الدراسة:

بعد الحصول على الخطابات الرسمية لتسهيل إجراء التجربة وتطبيق الأدوات، ملحق (٨)؛ سارت الإجراءات وفق الآتي:

- الالتقاء بقائد المرحلة الثانوية بمدارس الرواد، ومشرف الرياضيات، والمعلم الذي قام بتطبيق التجربة، وتعريفهم بأهداف الدراسة وإجراءاتها. وإجراء عملية الاختيار العشوائي لفصلين من فصول الصف الأول الثانوي.

- تعريف طلاب المجموعة التجريبية بمفهوم (STEM) وطبيعة التجربة وأهدافها وأهميتها. وقدمت لهم المواد والأدوات والخامات التي سيتم استعمالها أثناء تقديم دروس الوحدتين.
- التطبيق القبلي لأدوات البحث؛ تم تطبيق اختبار البراعة الرياضية ومقياس الرغبة المنتجة، يوم الاثنين ١٤٤٠/٥/١هـ.
- بدء التدريس للمجموعة التجريبية وفق مدخل (STEM) والضابطة بالطريقة المعتادة، يوم الثلاثاء ١٤٤٠/٥/٢هـ. وقد استغرق تدريس الوحدتين ٦ أسابيع تقريبًا، حيث تم الانتهاء من تدريس الوحدتين يوم الخميس ١٤٤٠/٦/٩هـ.
- التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي، ومقياس الرغبة المنتجة، يوم الأحد ١٤٤٠/٦/١٢هـ.

**تكافؤ المجموعتين التجريبية والضابطة في البراعة الرياضية وفق القياس القبلي:**

للتأكد من تجانس المجموعتين التجريبية والضابطة في التحصيل وفي الرغبة المنتجة، تم استعمال اختبار "ت" للمجموعتين المستقلتين، بعد التحقق من شروط استخدامه، وهي: الاستقلالية، والتوزيع الطبيعي، وتجانس التباين (أبو هاشم، ٢٠٠٤). وقد جاءت نتائج اختبار (ت) كما في الجدولين (٨) و (٩).

**جدول (٨): نتائج اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي للاختبار التحصيلي (اختبار البراعة الرياضية).**

| المتغير | المجموعة الضابطة ن = ٢٣ | | المجموعة التجريبية ن = ٢٣ | | درجة الحرية | قيمة (ت) | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | المتوسط | الانحراف المعياري | المتوسط | الانحراف المعياري | | | |
| الاستيعاب المفاهيمي | ٢.٨٣ | ١.٤٦٦ | ٢.١٣ | ١.٦٠٤ | ٤٤ | ١.٥٣٥ | ٠.١٣٢ |
| الطلاقة الإجرائية | ٢.٣٧ | ١.٥٢٤ | ٣.٢٨ | ٢.٤٨١ | | ١.٥٠٤ | ٠.١٤٠ |
| الكفاءة الاستراتيجية | ٠.١٧ | ٠.٦٥٠ | ٠.٣٥ | ١.٣٠١ | | ٠.٥٧٤ | ٠.٥٦٩ |
| الاستدلال التكيفي | ٤.٠٩ | ٢.٤٦٦ | ٤.٩٨ | ١.٦٨٢ | | ١.٤٣٢ | ٠.١٥٩ |
| الاختبار التحصيلي (ككل) | ٩.٤٦ | ٤.٢٤٠ | ١٠.٧٤ | ٥.١٨٩ | | ٠.٩١٨ | ٠.٣٦٤ |

يتضح من الجدول (٨) عدم وجود فرق دال إحصائيًّا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة، في مكونات البراعة الرياضية الأربعة الأولى، وفي الاختبار ككل. وهذا يشير إلى أن المجموعتين التجريبية والضابطة متجانستان (متكافئتان) في مكونات البراعة الرياضية الأربعة الأولى، وفي الاختبار ككل.

**جدول(٩): نتائج اختبار(ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي لمقياس الرغبة المنتجة.**

| المتغير | المجموعة الضابطة ن = ٢٣ | | المجموعة التجريبية ن = ٢٣ | | درجة الحرية | قيمة (ت) | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | المتوسط | الانحراف المعياري | المتوسط | الانحراف المعياري | | | |
| الميل لرؤية الرياضيات بأنها ذات معنى، ومفيدة، وجديرة بالاهتمام. | ٣٥.٢٢ | ٦.٢٢٣ | ٣٥.٦١ | ٥.٥٠٨ | ٤٤ | ٠.٢٢٦ | ٠.٨٢٢ |
| نظرة الشخص لنفسه بأنه متعلم فعَّال وممارس للرياضيات. | ٢١.٧٤ | ٣.٢٣٦ | ٢١.٧٤ | ١.٧١١ | | ٠.٠٠٠ | ١.٠٠ |
| الاعتقاد بأن المثابرة وبذل الجهد في الرياضيات تحقق نتائج إيجابية. | ٢٤.٢٢ | ٤.٣٤٨ | ٢٥.٠٠ | ٣.١٣٣ | | ٠.٧٠٠ | ٠.٤٨٧ |
| **المقياس ككل** | ٨١.١٨ | ١٠.٩٦٥ | ٨٢.٣٥ | ٧.٨٦٠ | | ٠.٤١٧ | ٠.٦٧٨ |

يتضح من الجدول (٩) عدم وجود فرق دال إحصائيًّا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة، في جميع أبعاد مقياس الرغبة المنتجة، وفي المقياس ككل، في التطبيق القبلي. وهذا يشير إلى أن المجموعتين متجانستان في الرغبة المنتجة.

**الأساليب الإحصائية المستخدمة في الدراسة:**

- المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، ومعامل ارتباط بيرسون، ومعامل ألفا كرونباخ.
- اختبار(ت) T-test للعينتين المستقلتين لدراسة الفروق بين المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار البراعة الرياضية ومقياس الرغبة المنتجة.
- مربع إيتا ($\eta^2$) Eta Square، ومعامل كوهين (Cohen's d) لتحديد حجم أثر استعمال مدخل(STEM) في تنمية البراعة الرياضية لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

## عرض نتائج الدراسة، ومناقشتها وتفسيرها:

في هذا الجزء يتم عرض نتائج الدراسة ومناقشتها وتفسيرها؛ إذ سيُعرض الفرض ونتيجة اختباره، يلي ذلك مناقشة النتيجة وتفسيرها.

**الفرض الأول:** لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الاستيعاب المفاهيمي.

لاختبار صحة الفرض تم استخدام اختبار (ت) للعينتين المستقلتين- بعد التأكد من تحقق شروطه- فكانت النتائج كما في الجدول (١٠).

**جدول (١٠): نتيجة اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الاستيعاب المفاهيمي.**

| المتغير | المجموعة الضابطة ن = ٢٣ | | المجموعة التجريبية ن = ٢٣ | | درجة الحرية | قيمة (ت) | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | المتوسط | الانحراف المعياري | المتوسط | الانحراف المعياري | | | |
| الاستيعاب المفاهيمي | ٣.٥٤ | ١.٩٤٨ | ٤.٨٧ | ١.٤٥٦ | ٤٤ | ٢.٦١٦ | ٠.٠١٢ |

يتضح من الجدول (١٠) وجود فرق دال إحصائيًّا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة، في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الاستيعاب المفاهيمي، لصالح المجموعة التجريبية.

من نتيجة اختبار الفرض يتضح أنه لم يتحقق، أي إنه يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الاستيعاب المفاهيمي لصالح المجموعة التجريبية.

يمكن عزو هذه النتيجة إلى تعرُّض طلاب المجموعة التجريبية لأنشطة وتدريبات، تعتمد على التطبيقات والمشكلات الواقعية، مما أتاح للطلاب تطبيق المفاهيم والأفكار الرياضية وتوظيفها لحل تلك المشكلات، ويُعدُّ هذا مؤشرًا على إدراك المفاهيم والأفكار الرياضية، واستيعاب الطلاب لها، وليس مجرد حفظها؛ فمثلاً عندما تعرَّض الطلاب لحساب زوايا مضلع، لم تكن المهام المطلوبة من الطالب مجرد حسابات وفق الصيغ والقوانين الرياضية، بل يجب عليه استعمال هذه الزوايا بطرق عملية أثناء العمل في مشروع الوحدة، عند تصميم زوايا مبنى أو تحديد زوايا ميل الأدراج أو السلالم، أو حساب زوايا الارتفاع والانخفاض؛ فيحدد عناصر الزاوية، ويقص زاوية لها قياس محدد، لتناسب وضع إنشائي معين. هذه الأنشطة تُعدُّ استخدامات مفيدة للرياضيات، إذ يكتسب الطلاب المفاهيم في سياقات التصميم الهندسي (Fitzallen, 2015). وبالتالي فإن هذه الاستراتيجيات والطرق العملية أسهمت في تنمية مهارات الاستيعاب المفاهيمي؛ إذ إن تفسير المفاهيم الرياضية وتوظيفها بشكل عملي في سياقات واقعية، تُعدُّ من المهارات الأساسية لعملية استيعاب المفاهيم (Chadwick, 2009).

كما يمكن أن تعزى هذه النتيجة إلى استعمال التقنية لدعم عملية تعليم وتعلم الرياضيات؛ فاستعمال البرامج الإلكترونية كبرنامج الأكسل (M.S Excel)، وبرامج تعليم الرياضيات كالجيوجبرا (Geogebra)، والسكتش باد (Sketchpad) ساعدت الطلاب في تصور المفاهيم الرياضية وتمثيلها بطرق متعددة كالتمثيلات الرمزية، والهندسية، والتمثيل باستعمال الجداول والأشكال البيانية، مما أتاح لهم استيعاب التمثيلات المختلفة للمفهوم الرياضي الواحد والربط بين هذه التمثيلات؛ وهذا يؤدي

في النهاية إلى استيعاب المفهوم بشكل جيد. ويدعم هذا التفسير نتائج دراسة أودري وكريج و يو(Audrey, Craig & You, 2013) التي أوضحت أن استعمال البرامج الإلكترونية، وإتاحة الفرصة للطلاب لممارسة عمليات البرمجة، وتنمية مهارات التفكير الحاسوبي، أسهمت في استيعاب الطلاب للمفاهيم الرياضية الواردة في وحدة معدلات التغيُّر في مقرر الجبر١ (Gebra 1)، وأيضًا ما توصلت إليه دراسة جودة (٢٠١٩) من وجود أثر إيجابي لاستخدام برنامج الجيوجبرا في تنمية الاستيعاب المفاهيمي. ومن العوامل التي قد يكون لها أثر في هذه النتيجة، تطبيق مبادئ وأفكار التعلم البنائي الذي يعتمد على نشاط الطالب وإيجابيته، وجعله محور العملية التعليمية، وربطه الخبرات الجديدة بالخبرات السابقة، وانخراطه في أنشطة تعاونية، تعتمد على الحوار والجدل العلمي والمناقشات بين الطلاب أنفسهم، وبينهم وبين المعلم. وقد أوضحت نتائج دراسة أبو مصطفى (٢٠١١) فاعلية توظيف مبادئ ونماذج التعلم البنائي في استيعاب الطلاب المفاهيم الرياضية. وتتفق هذه النتيجة مع نتيجة دراسة كوارع (٢٠١٧) التي أوضحت أن لاستعمال منحى (STEM) أثرًا إيجابيًّا في تنمية الاستيعاب المفاهيمي لدى الطلاب.

**الفرض الثاني:** لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الطلاقة الإجرائية.

لاختبار صحة الفرض تم استخدام اختبار (ت) للعينتين المستقلتين، فكانت النتائج كما في الجدول (١١).

**جدول (١١): نتيجة اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الطلاقة الإجرائية.**

| المتغير | المجموعة الضابطة ن = ٢٣ | | المجموعة التجريبية ن = ٢٣ | | درجة الحرية | قيمة (ت) | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | المتوسط | الانحراف المعياري | المتوسط | الانحراف المعياري | | | |
| الطلاقة الإجرائية | ٥.٥٠ | ٣.٥٥٢ | ٨.٣٥ | ٣.٨٩٥ | ٤٤ | ٢.٥٩١ | ٠.٠١٣ |

يتضح من الجدول (١١) وجود فرق دال إحصائيًّا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة، في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الطلاقة الإجرائية، لصالح المجموعة التجريبية.

ومن نتيجة اختبار الفرض الثاني يتضح أنه لم يتحقق، وبالتالي تم رفضه، أي إنه يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الطلاقة الإجرائية لصالح المجموعة التجريبية.

يعود السبب في هذه النتيجة إلى فاعلية الاستراتيجيات التدريسية التي يتبناها مدخل(STEM) في تدريب الطلاب على ممارسة الإجراءات الرياضية (الخوارزميات، واستخدام الصيغ الرياضية، وحساب نواتج العمليات)؛ فاستيعاب الطالب للمفاهيم والعلاقات والنظريات وإدراكه لها بشكل جيد - وهذا ما تحقق في نتيجة الفرض الأول- مكَّنه من تنفيذ الإجراءات الرياضية بطريقة صحيحة، وبخطوات متسلسلة تنمُّ عن استيعاب المفاهيم والأفكار التي تستند إليها هذه الإجراءات الرياضية، وليس مجرد أداء هذه الخوارزميات بشكل روتيني، قد يصل الطالب من خلالها إلى الإجابة الصحيحة، دون فهم، فغالبًا ما يخفق الطلاب في إجراء الخوارزميات والعمليات الرياضية بطريقة صحيحة، عندما تقدم لهم منفصلة عن المفاهيم والأفكار الرياضية التي تستند إليها هذه الخوارزميات والمهارات؛ مما يجعلهم غير قادرين على تحديد القانون أو القاعدة الرياضية المناسبة لحل موقف أو مسألة رياضية معينة، أو يستخدمون القاعدة بشكل غير مناسب. فمثلاً في الاختبار التحصيلي أثناء حل الطلاب السؤال الذي تقوم فكرته على خاصية تقاطع قطري المستطيل في منتصفيهما (السؤال ٢١)؛ المطلوب إيجاد قيمتي المتغيرين $X$ ، $Y$ بناءً على هذه الخاصية. يعرف معظم الطلاب، وقد يحفظون أن قطري المستطيل يتقاطعان في منتصفيهما، ولكنهم لم يتمكنوا من استخدام هذه الخاصية بطريقة مناسبة. فقد لوحظ أن كثيرًا من طلاب المجموعة الضابطة كتب أثناء الحل العلاقة الرياضية الآتية: $2X + y = 10$، وهو مبدئيًّا استنتاج صحيح، وتطبيق مناسب للخاصية وفق المعطيات، لكن هذا الإجراء أدى إلى معادلة من الدرجة الأولى في متغيرين، لا يمكن حلها من خلال معادلة واحدة فقط، وقد توقف كثير منهم عند هذا الإجراء. ويُعدُّ هذا مؤشرًا على عدم قدرة الطلاب على استخدام القوانين بشكل مناسب. في حين تمكَّن معظم طلاب المجموعة التجريبية من التغلب على هذا العائق، حيث استخدموا العلاقة الآتية: $x + 7 = 10$ التي تعتمد على الخاصية نفسها، ويمكن الوصول إليها من معطيات المسألة، وهي معادلة في متغير واحد فقط، من السهولة حلها، ثم التعويض في المعادلة الأخرى لإيجاد قيمة $y$. وهكذا؛ فعلى الرغم من حفظ بعض طلاب المجموعة الضابطة لخاصية تقاطع قطري المستطيل، إلا أن عدم تمتعهم بالمرونة، وعدم قدرتهم على استخدام القواعد بشكل مناسب، جعلهم لا يستطيعون حل السؤال.

وتتفق هذه النتيجة مع نتائج الدراسات التي أوضحت تأثير بعض البرامج أو الاستراتيجيات التدريسية في تنمية الطلاقة الإجرائية كإحدى مكونات البراعة الرياضية، ومنها دراسة أبو الريات (٢٠١٤) التي أوضحت فاعلية استعمال استراتيجية مقترحة قائمة على نموذج "مارزانو لأبعاد التعلم" فى تنمية الطلاقة الإجرائية لدى تلاميذ الصف الثانى الإعدادى، كما تتفق مع دراسة لارين وبول (Lauren & Paul, 2016) التي أوضحت فاعلية البرامج العلاجية القائمة على

البرمجيات والأدوات التعليمية الرقمية باستخدام الكمبيوتر والأجهزة اللوحية في تنمية الطلاقة الإجرائية لدى طلاب الصفوف من الثاني إلى الخامس. وتتفق أيضًا مع نتائج دراسة عبيدة (٢٠١٧) التي أوضحت فاعلية نموذج تدريسي قائم على أنشطة (PISA) في تنمية الطلاقة الإجرائية لدى طلاب الصف الأول الثانوي. وتختلف مع نتائج دراسة ساميولسون (Samuelsson, 2010) التي أوضحت عدم وجود فاعلية لطريقة حل المشكلات في تنمية الطلاقة الإجرائية لدى طلاب الصف الخامس.

**الفرض الثالث:** لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الكفاءة الاستراتيجية.

لاختبار صحة الفرض تم استخدام اختبار (ت) للعينتين المستقلتين، فكانت النتائج كما في الجدول (١٢).

**جدول (١٢): نتيجة اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الكفاءة الاستراتيجية.**

| المتغير/ جانب البراعة الرياضيي | المجموعة الضابطة ن = ٢٣ | | المجموعة التجريبية ن = ٢٣ | | درجة الحرية | قيمة (ت) | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | المتوسط | الانحراف المعياري | المتوسط | الانحراف المعياري | | | |
| الكفاءة الاستراتيجية | ٢.٧٥ | ٣.٤٨٣ | ٧.٧٨ | ٤.٥٨٢ | ٤٤ | ٤.١٩٣ | ٠.٠٠٠ |

يتضح من الجدول (١٢) وجود فرق دال إحصائيًّا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة، في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الكفاءة الاستراتيجية، لصالح المجموعة التجريبية.

من نتيجة اختبار الفرض يتضح أنه لم يتحقق، أي إنه يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الكفاءة الاستراتيجية لصالح المجموعة التجريبية.

تتطور مهارات الكفاءة الاستراتيجية لدى الطلاب من خلال التعامل مع المسائل الرياضية ذات الصلة بواقع حياتهم. ولما كان كثير من الأنشطة والتطبيقات التي تضمنتها الوحدتان الدراسيتان ذات سياقات عملية، فقد أسهمت هذه التطبيقات في إكساب الطلاب خبرات ساعدتهم في تنمية مهارات حل المسائل؛ فمثلاً عملية التصميم الهندسي- التي مارسها الطلاب من خلال بعض الأنشطة- تتضمن كما يرى ساريكان وأكجوندز (Sarican & Akgunduz, 2018) إجراءات تشبه خطوات حل المسألة، المتمثلة في تحديد المشكلة، وتحديد المعلومات المناسبة، واختيار استراتيجيات الحل، وحل المشكلة، وتقييم الحل والتحقق من صحة النتائج ومعقوليتها.

من جانب آخر؛ تتطلب الكفاءة الاستراتيجية الجمعَ بين الاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الإجرائية؛ فالاستيعاب المفاهيمي يجعل الطالب يتذكر الإجراءات الحسابية بشكل أفضل، ويستخدمها بشكل أكثر مرونةً لحل مسائل جديدة. وفي المقابل، عندما تصبح الإجراءات أكثر تلقائيةً، يتاح للطالب التفكير في جوانب أخرى من المسألة، ومعالجة أنواع جديدة من المسائل، مما يؤدي إلى فهم جديد (NRC, 2001). وبالتالي فإن تمكُّن طلاب المجموعة التجريبية من هذين المكونيين للبراعة الرياضية أسهم في إكسابهم الكفاءة في حل المسائل الرياضية.

وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراستي صالح (٢٠١٦) والمحمدي (٢٠١٨) اللتين أوضحتا فاعلية وحدات تدريسية مصممة وفق منهج (STEM) في تنمية قدرة الطالبات على حل المشكلات. في حين تختلف مع نتائج دراسة تان و ديجوراس( Tan & Dejoras , 2019) التي أوضحت عدم وجود أثر لدراسة الطلاب في مسار (STEM) في تنمية قدرتهم على حل المسائل.

**الفرض الرابع:** لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الاستدلال التكيفي.

لاختبار صحة الفرض تم استخدام اختبار (ت) للعينتين المستقلتين، فكانت النتائج كما في الجدول (١٣).

**جدول (١٣): نتيجة اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الاستدلال التكيفي.**

| المتغير/ جانب البراعة الرياضيى | المجموعة الضابطة ن = ٢٣ | | المجموعة التجريبية ن = ٢٣ | | درجة الحرية | قيمة (ت) | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | المتوسط | الانحراف المعياري | المتوسط | الانحراف المعياري | | | |
| الاستدلال التكيفي | ٩.٠٧ | ٤.٦٣٢ | ١١.٨٩ | ٤.٢١٣ | ٤٤ | ٢.١٦٤ | ٠.٠٣٦ |

يتضح من الجدول (١٣) وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة، في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الاستدلال التكيفي، لصالح المجموعة التجريبية.

ومن نتيجة اختبار الفرض يتضح أنه لم يتحقق، أي إنه يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي في الاستدلال التكيفي لصالح المجموعة التجريبية.

يمكن عزو هذه النتيجة إلى طبيعة العمليات التي يمارسها الطلاب أثناء تنفيذ أنشطة ومهام (STEM)؛ فالملاحظة والتجريب وفرض الفروض والتنبؤ والتأمل والتحليل والاستقراء والاستباط تُعدُّ عمليات ومهارات أساسية في تعليم (STEM)

(Alkhateeb, 2018). وهي بدورها مهارات رئيسة في عملية الاستدلال؛ وبالتالي فإن ممارسة الطلاب لهذه العمليات أسهم بصورة مباشرة في تنمية الاستدلال الرياضي لديهم.

من العوامل التي قد يكون لها دور في هذه النتيجة، قيام الطلاب بتنفيذ مشروع الوحدة؛ فتخطيط المشروع وتنفيذه يتطلب قيام الطلاب بخطوات منطقية متتالية، تبدأ بطرح الأسئلة، وإعداد الأدوات، وجمع البيانات وتحليلها ومقارنة النتائج (الرويس والشهري، ٢٠١٦). وهذه أيضًا مهارات مهمة في الاستدلال الرياضي. وبشكل عام يمكن القول إن هناك توافقًا كبيرًا بين العمليات التي يمارسها الطلاب أثناء تنفيذ مهام (STEM) وبين مهارات الاستدلال.

وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة أوكلاسكي (Okolowski, 2019) التي أوضحت أن تقديم أنشطة وتطبيقات تكاملية تربط بين مفاهيم الرياضيات والعلوم (الفيزياء) تنمِّي الاستدلال الرياضي.

**الفرض الخامس:** لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي (الاختبار ككل).

لاختبار صحة الفرض تم استخدام اختبار (ت) للعينتين المستقلتين، فكانت النتائج كما في الجدول (١٤).

**جدول (١٤): نتيجة اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي ككل.**

| المتغير/ جانب البراعة الرياضيى | المجموعة الضابطة ن = ٢٣ | | المجموعة التجريبية ن = ٢٣ | | درجة الحرية | قيمة (ت) | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | المتوسط | الانحراف المعياري | المتوسط | الانحراف المعياري | | | |
| الاختبار التحصيلي ككل | ٢٠.٨٦ | ١١.٦٩٠ | ٣٢.٨٩ | ١٢.١٥٤ | ٤٤ | ٣.٤٢٢ | ٠.٠٠١ |

يتضح من الجدول (١٤) وجود فرق دال إحصائيًّا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي ككل لصالح طلاب المجموعة التجريبية.

ومن نتيجة اختبار الفرض الخامس يتضح أنه لم يتحقق، أي إنه يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي ككل لصالح طلاب المجموعة التجريبية.

وللتحقق من الدلالة العملية للمعالجة التجريبية - استعمال مدخل (STEM)- أو ما يعرف بالأهمية التربوية، تم حساب مربع إيتا ($\eta^2$)، الذي تُحدَّد من خلاله نسبة التباين

الذي يمكن تفسيره في المتغير التابع عن طريق المتغير المستقل، ويعتمد على قوة العلاقة بين المتغيرين المستقل والتابع، فكانت النتائج كما في الجدول (١٥).

**جدول (١٥): نتائج مربع إيتا ($\eta^2$) لإيجاد حجم أثر استعمال مدخل (STEM) في مكونات البراعة الرياضية لدى طلاب المجموعة التجريبية مقارنة بطلاب المجموعة الضابطة.**

| المتغير المستقل | المتغير التابع/ مكونات البراعة الرياضية | قيمة (t) | درجة الحرية | مربع إيتا ( $\eta^2$) | حجم الأثر |
|---|---|---|---|---|---|
| مدخل (STEM) | الاستيعاب المفاهيمي | ٢.٦١٦ | ٤٤ | ٠.١٣٤٥ | متوسط |
| | الطلاقة الإجرائية | ٢.٥٩١ | | ٠.١٣٢٣ | متوسط |
| | الكفاءة الاستراتيجية | ٤.١٩٣ | | ٠.٢٨٥٥ | كبير |
| | الاستدلال التكيفي | ٢.١٦٤ | | ٠.٠٩٦٢ | متوسط |
| | الاختبار التحصيلي ككل | ٣.٤٢٢ | | ٠.٢١٠٢ | كبير |

يتضح من الجدول (١٥) أن قيم مربع إيتا ($\eta^2$)[١١] جاءت في الفترة (٠.٠٩٦٢-٠.٢٨٥٥)، أي إن استعمال مدخل (STEM) أسهم في التباين الكلى في مكونات البراعة الرياضية، والاختبار ككل بنسب متوسطة أو كبيرة. وهذا يعني أن درجة الارتباط (العلاقة) بين استعمال مدخل (STEM) (المعالجة) والبراعة الرياضية متوسطة إلى كبيرة، أي إن التباين في الأداء على مكونات البراعة الرياضية والاختبار ككل، يرجع بنسب (١٣.٤٥% ، ١٣.٢٣% ، ٢٨.٥٥% ،٩.٦٢% ، ٢١.٠٢%) على الترتيب إلى المعالجة التجريبية. وتُعدُّ كميات متوسطة أو كبيرة من التباين المفسَّر بواسطة استعمال مدخل (STEM). ومما سبق يتبين فاعلية استعمال مدخل(STEM) في تنمية مكونات البراعة الرياضية: الاستيعاب المفاهيمي، الطلاقة الإجرائية، الاستدلال التكيفي، الكفاءة الاستراتيجية، والمكونات الأربعة ككل.

كما تم حساب معامل كوهين (Cohen's d) كمؤشر آخر للدلالة العملية؛ وهو يحدد مقدار الأثر الذي يحدثه المتغير المستقل في المتغير التابع، ويعتمد على الفرق بين متوسطي المجموعتين التجريبية والضابطة. وجاءت النتائج كما في الجدول (١٦)

(١١) إذا كان ٠.٠١ ≤ $\eta^2$ < ٠.٠٦ فإنه يقابل حجم أثر ضعيف، وإذا كان ٠.٠٦ ≤ $\eta^2$ < ٠.١٤ فإنه يقابل حجم أثر متوسط، وإذا كان $\eta^2$ ≥ ٠.١٤ فإنه يقابل حجم أثر كبير (أبو حطب و صادق، ١٩٩٦).

**جدول (١٦): نتائج معامل كوهين لقياس حجم أثر استعمال مدخل(STEM) في تنمية مكونات البراعة الرياضية، والاختبار ككل.**

| مكونات البراعة الرياضيى | المجموعة الضابطة ن = ٢٣ | | المجموعة التجريبية ن = ٢٣ | | d | المستوى |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | المتوسط | الانحراف المعياري | المتوسط | الانحراف المعياري | | |
| الاستيعاب المفاهيمي | ٣.٥٤٤ | ١.٩٤٨ | ٤.٨٧٠ | ١.٤٥٦ | ٠.٧٦٩٨ | متوسط |
| الطلاقة الإجرائية | ٥.٥٠٠ | ٣.٥٥٢ | ٨.٣٤٨ | ٣.٨٩٥ | ٠.٧٦٤٧ | متوسط |
| الكفاءة الاستراتيجية | ٢.٧٥٠ | ٣.٤٨٣ | ٧.٧٨٣ | ٤.٥٨٢ | ١.٢٣٦٥ | كبير جدًا |
| الاستدلال التكيفي | ٩.٠٦٥ | ٤.٦٣٢ | ١١.٨٩١ | ٤.٢١٣ | ٠.٦٣٨٠ | متوسط |
| الاختبار التحصيلي ككل | ٢٠.٨٦ | ١١.٦٩٠ | ٣٢.٨٩١ | ١٢.١٥٤ | ١.٠٠٩ | كبير |

يلاحظ من الجدول (١٦) أن قيم (d)[١٢] جاءت في الفترة **(٠.٦٣٨٠، ١.٢٣٦٥)**، وهذا يعني أن تأثير استعمال مدخل (STEM) في تنمية مكونات البراعة الرياضية لدى طلاب المجموعة التجريبية متوسط إلى كبير جدًّا.

ويعزو الباحث هذه النتيجة بشكل عام إلى توظيف مدخل (STEM) في إعداد وتخطيط دروس الوحدتين، وتقديم الدروس من خلال نماذج واستراتيجيات تدريسية تركز على نشاط الطالب وحيويته، وتجعله محور عمليات التعليم والتعلم، وتربط الرياضيات بالواقع. ومن أبرز تلك الاستراتيجيات، الاستقصاء والاستكشاف، وحل المشكلات، والمشروعات، وهذا ما أشار إليه هوفمان (Hoffmann, 2014) من أن تحقيق البراعة الرياضية تتطلب ممارسات تدريسية غير تقليدية. هذه المداخل والاستراتيجيات التدريسية أضفت الحيوية على المفاهيم والأفكار الرياضية، والمقصود بالحيوية تحويل هذه المفاهيم والأفكار إلى خبرات عملية، وتطبيقات واقعية يمارسها الطلاب في حياتهم اليومية. وتتفق هذه النتيجة مع نتائج عدد من الدراسات السابقة؛ إذ تتفق مع نتائج دراسة القثامي (٢٠١٧) التي أوضحت أن لاستعمال مدخل (STEM) أثرًا إيجابيًّا في التحصيل الدراسي وتنمية التفكير الرياضي لدى الطلاب. وتتفق أيضًا مع نتائج دراسة روبنسون (Robinson, 2016) التي أوضحت فاعلية تصميم موضوعات المعادلات والدوال الخطية، وفق مدخل التكامل (STEM) في أداء طلاب الصف الثامن. كما تتفق مع نتائج دراسة توماس (Thomas, 2013) التي أوضحت وجود تأثيرات إيجابية لاستعمال منهج متكامل وفق توجه (STEM)

(١٢) إذا كان: **d = 0.01** صغير جداً ، **d = 0.20** صغير، **d = 0. 50** متوسط ، **d = 0.80** كبير، **d = 1.20** كبير جداً ، = **d 2.00** (**huge**) (كبير جداً جداً) **(Sawilowsky, 2009).**

في تحصيل الطلاب واتجاهاتهم نحو الرياضيات. في حين تختلف النتيجة مع نتائج دراسة جميس (James ,2014) التي أوضحت أن الطلاب الذين درسوا بالطريقة التقليدية تفوقوا في الرياضيات والعلوم على الطلاب الذين درسوا وفق مدخل (STEM). ومن ناحية أخرى تتفق النتيجة مع نتائج بعض الدراسات التي بحثت تأثير بعض البرامج أو الاستراتيجيات في تنمية البراعة الرياضية؛ إذ تتفق مع نتائج دراسة العقيلي (٢٠١٨) التي أوضحت فاعلية تصميم وحدات تعلم رقمية قائمة على التمثيلات الرياضية في تنمية البراعة الرياضية لدى طالبات الصف الأول الثانوي، وتتفق مع نتائج دراسة الضاني (٢٠١٧) التي كشفت عن وجود أثر إيجابي لاستعمال استراتيجية التعلم بالدماغ ذي الجانبين في تنمية البراعة الرياضية لدى طلاب الصف السادس، وتتفق أيضًا مع نتائج دراسة نيلسون (Nelson, 2013) التي بيَّنت فاعلية الألعاب التعليمية في تنمية مكونات البراعة الرياضية لدى طلاب الصفوف من K-2.

**الفرض السادس:** لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس الرغبة المنتجة.

لاختبار صحة الفرض تم استخدام اختبار (ت) للعينتين المستقلتين، فكانت النتائج كما في الجدول (١٧).

**جدول (١٧): نتائج اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطات درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس الرغبة المنتجة.**

| المتغير/ البعد | المجموعة الضابطة ن = ٢٣ | | المجموعة التجريبية ن = ٢٣ | | درجة الحرية | قيمة (ت) | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | المتوسط | الانحراف المعياري | المتوسط | الانحراف المعياري | | | |
| الميل لرؤية الرياضيات بأنها ذات معنى، ومفيدة، وجديرة بالاهتمام. | ٣٤.٥٢ | ٥.٦٧٢ | ٤٠.٠٤ | ٤.٩٥٩ | ٤٤ | ٣.٥١٥ | ٠.٠٠١ |
| نظرة الشخص لنفسه بأنه متعلم فعَّال وممارس للرياضيات. | ٢٣.٥٢ | ٣.٥١٥ | ٢٥.٧٤ | ٣.١٣٧ | | ٢.٢٥٨ | ٠.٠٢٩ |
| الاعتقاد بأن المثابرة وبذل الجهد في الرياضيات تحقق نتائج إيجابية. | ٢٤.٤٨ | ٤.٢٢٠ | ٢٦.٢٦ | ٤.٧١٢ | | ١.٣٥٢ | ٠.١٨٣ |
| المقياس ككل | ٨٢.٥٢ | ١٠.٣٣٥ | ٩٢.٠٤ | ١٠.٣٦٨ | | ٣.١١٩ | ٠.٠٠٣ |

يتضح من الجدول (١٧) وجود فرق دال إحصائيًّا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس الرغبة المنتجة في البعدين الأول والثاني (الميل لرؤية الرياضيات بأنها ذات معنى ومفيدة وجديرة بالاهتمام. ونظرة الشخص لنفسه بأنه متعلم فعَّال وممارس للرياضيات) وفي المقياس ككل لصالح المجموعة التجريبية، في حين لم يوجد فرق

ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) في البعد الثالث (الاعتقاد بأن المثابرة وبذل الجهد في الرياضيات تحقق نتائج إيجابية).

وبشكل عام يتضح من نتيجة اختبار الفرض أنه لم يتحقق، أي إنه يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس الرغبة المنتجة لصالح طلاب المجموعة التجريبية.

وللتحقق من الدلالة العملية، تم حساب مربع إيتا ($\eta^2$)، فكانت النتائج كما في الجدول (١٨).

**جدول (١٨): نتائج مربع إيتا ($\eta^2$) لإيجاد حجم أثر استعمال مدخل (STEM) في تنمية الرغبة المنتجة لدى طلاب المجموعة التجريبية مقارنة بطلاب المجموعة الضابطة.**

| المتغير المستقل | المتغير التابع (أبعاد الرغبة المنتجة) | قيمة (t) | درجة الحرية | مربع إيتا ($\eta^2$) | حجم الأثر |
|---|---|---|---|---|---|
| مدخل (STEM) | الميل لرؤية الرياضيات بأنها ذات معنى، ومفيدة، وجديرة بالاهتمام. | ٣.٥١٥ | ٤٤ | ٠.١٨٤١ | كبير |
| | نظرة الشخص لنفسه بأنه متعلم فعَّال وممارس للرياضيات. | ٢.٢٥٨ | | ٠.١٠٣٨ | متوسط |
| | الاعتقاد بأن المثابرة وبذل الجهد في الرياضيات تحقق نتائج إيجابية. | ١.٣٥٢ | | | |
| | المقياس ككل | ٣.١١٩ | | ٠.١٨١١ | كبير |

يتضح من الجدول (١٨) أن قيم مربع إيتا ($\eta^2$) للبعدين الأول والثاني وللمقياس ككل بلغت (٠.١٨٤١ ، ٠.١٠٣٨، ٠.١٨١١) على الترتيب، وتقابل حجم أثر كبير للبعد الأول وللمقياس ككل، ومتوسط للبعد الثاني. أي إن استعمال مدخل (STEM) أسهم في التباين الذي وجد بين درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في البعد الأول للرغبة المنتجة "الميل لرؤية الرياضيات بأنها ذات معنى ومفيدة وجديرة بالاهتمام"، وفي الرغبة المنتجة ككل بنسبة كبيرة، وأسهم بنسبة متوسطة بالنسبة للبعد الثاني "نظرة الشخص لنفسه بأنه متعلم فعَّال وممارس للرياضيات"، أي إن التباين في البعدين الأول والثاني وفي المقياس ككل يعود بنسب (١٨.٤١% ،١٠.٣٨%، ١٨.١١%) على الترتيب إلى استعمال مدخل (STEM). وتُعدُّ كميات كبيرة أو متوسطة من التباين المفسَّر بواسطة استعمال مدخل (STEM).

كما تم حساب معامل كوهين (Cohen's d). وجاءت النتائج كما في الجدول (١٩).

**جدول (١٩): نتائج معامل كوهين لقياس حجم أثر استعمال مدخل(STEM) في تنمية أبعاد الرغبة المنتجة، والمقياس ككل.**

| أبعاد الرغبة المنتجة | المجموعة الضابطة ن = ٢٣ | | المجموعة التجريبية ن = ٢٣ | | D | المستوى |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | المتوسط | الانحراف المعياري | المتوسط | الانحراف المعياري | | |
| الميل لرؤية الرياضيات بأنها ذات معنى، ومفيدة، وجديرة بالاهتمام. | ٣٤.٥٢ | ٥.٦٧٢ | ٤٠.٠٤ | ٤.٩٥٩ | ١.٠٣٦٥ | كبير |
| نظرة الشخص لنفسه بأنه متعلم فعَّال وممارس للرياضيات. | ٢٣.٥٢ | ٣.٥١٥ | ٢٥.٧٤ | ٣.١٣٧ | ٠.٦٦٥٧ | متوسط |
| الاعتقاد بأن المثابرة وبذل الجهد في الرياضيات تحقق نتائج إيجابية. | ٢٤.٤٨ | ٤.٢٢٠ | ٢٦.٢٦ | ٤.٧١٢ | | |
| المقياس ككل | ٨٢.٥٢ | ١٠.٣٣٥ | ٩٢.٠٤ | ١٠.٣٦٨ | ٠.٩١٩٩ | كبير |

يلاحظ من الجدول (١٩) أن قيم (d) بلغت للبعدين الأول والثاني وللمقياس ككل (١.٠٣٦٥ ، ٠.٦٦٥٧ ٠.٩١٩٩) على الترتيب، وهذا يعني أن تأثير استعمال مدخل (STEM) في تنمية البعدين الأول والثاني، وتنمية الرغبة المنتجة ككل لدى طلاب المجموعة التجريبية متوسط إلى كبير.

عند مناقشة هذه النتيجة وتفسيرها؛ فبالنظر إلى البعد الأول "الميل لرؤية الرياضيات بأنها ذات معنى، ومفيدة وجديرة بالاهتمام"، أوضحت النتيجة وجود فرق بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة لصالح المجموعة التجريبية، ووجود أثر لاستعمال مدخل (STEM) في تنمية هذا البعد. يرى الباحث أن ذلك يعود إلى الطريقة التي تمَّ من خلالها طرح المفاهيم والأفكار الرياضية وتقديمها للطلاب في المجموعة التجريبية، إذ تقدّم المفاهيم غالبًا من خلال تطبيقها في سياقات علمية أو سياقات من الحياة اليومية، أخرجت الرياضيات من قالب الجمود والتجريد، مما أدَّى إلى اتساع نظرة الطلاب إلى طبيعة الرياضيات، واكتشاف مجالات جديدة لاستخداماتها، كاستخدامها في مواد الفيزياء والكيمياء والأحياء، واستخدامها في الحياة العامة في السياقات الشخصية والاجتماعية، مما أسهم في اقتناع الطلاب بأهمية الرياضيات، وأنها ذات معنى، وليست مجرد رموز وخوارزميات وإجراءات رياضية تتم داخل الفصل، بل هي مادة حية لها جوانب عملية تطبيقية في المجالات الأخرى، وفي الحياة العامة. ويُعدُّ إبراز هذا الدور أحد الأغراض الأساسية لتعلم الرياضيات في عالم متغير (NCTM, 2000) . وفي المقابل فإن انفصال الرياضيات عن حياة الطلاب وخلوَّها من التطبيقات المرتبطة بها، تجعلهم ينفرون من الرياضيات، ويشعرون بعدم جدواها في حياتهم العملية (متولي، ٢٠٠٦). وتتفق هذه

النتيجة مع نتيجة دراسة جودة (٢٠١٨) التي بيَّنت أن لاستخدام الجيوجبرا في تدريس الرياضيات أثرًا إيجابيًّا في تعزيز تقدير طالبات المرحلة المتوسطة لفائدة الرياضيات وإدراك طبيعتها، كما تتفق مع نتيجة دراسة الخبتي (٢٠١٨) التي أوضحت أن لنماذج التعلم المتمازج أثرًا إيجابيًّا في تنمية ميل الطالبات الموهوبات لرؤية المعنى في الرياضيات.

بالنسبة للبعد الثاني "نظرة الشخص لنفسه بأنه متعلم فعَّال وممارس للرياضيات" فقد أوضحت النتيجة وجود فرق بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة لصالح المجموعة التجريبية، ووجود أثر لاستعمال مدخل (STEM) في تنمية هذا البعد. ويمكن إرجاع السبب في ذلك إلى استراتيجيات التدريس التي يتبناها تعليم (STEM) التي تتيح للطالب استنتاج الأفكار والمعلومات الرياضية والوصول إليها بنفسه أو بمساعدة زملائه في المجموعة؛ وبالتالي تزيد دافعية الطالب لتعلم الرياضيات، مما يعزز ثقته في الرياضيات نفسها، وثقته في قدرته على تعلمها. ومن ناحية أخرى فإن معتقدات الشخص وفاعليته ونظرته لنفسه تتأثر بالبيئة التي يعمل فيها، والطريقة التي يتعلم بها، وتُعدُّ الخبرات الشخصية والتجارب العملية أكثر الطرق جدوى لبناء شعور قوي بفاعلية الشخص وزيادة ثقته بنفسه Samuelsson, (2010). إن وجود طلاب المجموعة التجريبية في بيئات تعلم مهيأة، تتوفر فيها الإمكانات المادية، مكَّنهم من القيام بعمليات تجريب الأفكار الرياضية وتطبيقها بشكل عملي، إذ كان يمارس الطلاب في معظم الحصص أنشطة عملية، فمثلاً أثناء دراسة مجموع زوايا مضلع، عند مناقشة الطلاب مثل النشاط الآتي: هل القياسات (٦٠°، ٧٠° ، ١٠٠°، ١١٠°) يمكن أن تكون قياسات زوايا مضلع رباعي. على الرغم من أنه سؤال بسيط، ويحله معظم الطلاب رياضيًّا بطريقة سهلة ومباشرة، وذلك بجمع قياسات الزوايا، ومقارنة المجموع بـــ ٣٦٠°؛ لكن بعض الطلاب غير مقتنع بأنه لا يمكن إنشاء مضلع رباعي، طالما أعطيت قياسات الزوايا. وعند قيام الطلاب بالتحقق من ذلك عمليًّا، باستخدام المواد والخامات التي تم توفيرها لهم- وليس فقط من خلال الرسم بالأدوات الهندسية- حيث بدأوا في محاولة إنشاء مضلع رباعي باستخدام هذه القياسات، لكن جميع المجموعات لم تتمكن من إنشاء مضلع رباعي، مهما تغيرت أطوال الأضلاع؛ وبالتالي فإن اختبار هذه الفكرة الرياضية عمليًّا، جعلهم يقتنعون بصحة القانون، ويثقون في أنفسهم، وأنهم قادرون على مناقشة الأفكار الرياضية وإخضاعها للتجريب، والتحقق منها، وبالتالي تغيرت نظرتهم لأنفسهم من نظرة سلبية كمتلقين للمعرفة الرياضية بطريقة سلبية إلى نظرة إيجابية، فأصبحوا ينظرون لأنفسهم كمتعلمين فعالين للرياضيات، وممارسين لها، مما زاد من دافعيتهم لتعلمها، ومن ثقتهم بأنفسهم. وتختلف هذه النتيجة مع نتائج دراسة الخبتي (٢٠١٨) التي

أوضحت عدم وجود أثر لنماذج التعلم المتمازج في تعزيز إدراك الطالبة لذاتها كمتعلمة للرياضيات.

بالنسبة للبعد الثالث "الاعتقاد بأن المثابرة وبذل الجهد في الرياضيات تحقق نتائج إيجابية"، فقد أوضحت النتيجة عدم وجود فرق بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة؛ وبالتالي عدم وجود أثر لاستعمال مدخل (STEM) في تعزيز "الاعتقاد بأن المثابرة وبذل الجهد في الرياضيات تحقق نتائج إيجابية". يرى الباحث أن ذلك يعود إلى نظرة الطالب للرياضيات كمادة دراسية، فلا شك أن كثيرًا من الطلاب -حتى الذين يؤدون أداءً جيدًا في الرياضيات- يرون أنها مادة صعبة، ويقلقون من اختباراتها، وبالتالي فهم يرون أنه مهما بذلوا من جهد، إلا أن أداءهم في الرياضيات يظل منخفضًا، ويدعم هذا التفسير تقرير البرنامج الدولي لتقييم الطلبة (Program for International Student Assessment- PISA) (OECD, 2015) الذي أشار إلى أن طلاب معظم الدول المشاركة في البرنامج، حتى الدول ذات الأداء العالي، وهي هونج كونج، وسنغافورة، والصين، واليابان، وكوريا لديهم قلق عالٍ في الرياضيات.

أما بالنسبة للرغبة المنتجة ككل؛ فأوضحت النتيجة وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة لصالح التجريبية، ووجود فاعلية كبيرة لمدخل (STEM) في تنمية الرغبة المنتجة لدى طلاب المجموعة التجريبية. ويعزو الباحث هذه النتيجة إلى ما يتمتع به تعليم (STEM) من خصائص؛ سواءٌ ما يتعلق بطرق تقديم المحتوى، إذ يقدم في سياقات واقعية من الحياة اليومية، أو ما يتعلق باستراتيجيات التدريس، حيث تعتمد على الاستقصاء والاكتشاف وحل المشكلات والمشاريع والخبرات والتجارب العملية، إضافة إلى ما تتمتع به بيئة التعلم في جانبيها المادي والمعنوي؛ إذ تتوفر فيها الإمكانات المادية التي تتيح للطلاب توظيف المفاهيم والأفكار الرياضية واختبارها وتطبيقها بشكل عملي؛ مما جعل الطلاب ينظرون للرياضيات بأنها ذات معنى، ومفيدة لهم وللمجتمع. وفي الجانب المعنوي، تُعدُّ بيئة محفّزة، يتاح للطلاب فيها التعاون والمناقشة والتفاوض مع بعضهم ومع المعلم، مما زاد من دافعيتهم، وحسَّن من نظرتهم لأنفسهم كمتعلمين للرياضيات. وتتفق هذه النتيجة مع نتيجة دراسة توماس (Thomas, 2013) التي بيَّنت وجود آثار إيجابية لمنهج (STEM) في اتجاهات الطلاب نحو الرياضيات. كما تتفق مع نتائج دراسات أخرى، بحثت تأثير أو فاعلية بعض الاستراتيجيات في تنمية الرغبة المنتجة؛ كإحدى مكونات البراعة الرياضية؛ فهي تتفق مع نتيجة دراسة العقيلي (٢٠١٨) التي أوضحت فاعلية تصميم وحدات رقمية في تنمية الرغبة المنتجة لدى طالبات الصف الأول الثانوي، ومع نتيجة دراسة عبيدة (٢٠١٧) التي بيَّنت فاعلية نموذج تدريسي قائم على أنشطة (PISA) في تنمية الرغبة المنتجة لدى طلاب

الصف الأول الثانوي. في حين تختلف مع نتيجة دراسة روبنسون ( Robinson, 2016) التي أوضحت عدم وجود فاعلية لتصميم وحدات دراسية وفق مدخل التكامل (STEM) في تحسين دافعية الطلاب لتعلم الرياضيات.

**التوصيات:**

في ضوء نتائج الدراسة، يمكن تقديم التوصيات الآتية:

- قيام الإدارة العامة للمناهج - قسم الرياضيات- في وزارة التعليم بتخطيط وحدات تعليمية في مقررات الرياضيات وفق مدخل(STEM) .
- قيام المركز الوطني للتطوير المهني التعليمي، وإدارات التدريب التربوي في المناطق التعليمية، بتخطيط وتنفيذ برامج تدريبية للمعلمين تستهدف مدخل (STEM)، بحيث تتناول تخطيط وحدات ودروس الرياضيات وفق مدخل (STEM)، وتدريبهم على استراتيجيات التدريس المناسبة لمدخل (STEM).
- تعزيز الرغبة المنتجة لدى الطلاب بأبعادها المختلفة، خاصة ما يتعلق بتقدير جهودهم والثقة فيها، وتعزيز قناعاتهم بالقدرة على النجاح والتميّز في الرياضيات.
- تهيئة بيئات تعليمية مناسبة لمدخل (STEM) تتوفر فيها الإمكانات المادية، مع الاهتمام بالجوانب المعنوية في بيئة التعلم.

**المقترحات:**

- إجراء دراسة على طالبات الصف الأول الثانوي ومقارنة أدائهن بأداء الطلاب.
- إجراء دراسات مشابهة على مراحل تعليمية أخرى.
- إجراء دراسة وصفية لتحديد متطلبات تعليم (STEM) فيما يتعلق بالسياسات التعليمية، وتخطيط المناهج، وبيئات التعلم، وبرامج إعداد المعلمين وتدريبهم.

**المراجع:**

**أولاً- المراجع العربية:**

أبو حطب، فؤاد وصادق، آمال (١٩٩٦). *مناهج البحث وطرق التحليل الإحصائي في العلوم النفسية والتربوية والاجتماعية*. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

أبو الريات، علاء (٢٠١٤). فعالية استخدام نموذج أبعاد التعلم لمارزانو في تدريس الرياضيات على تنمية الكفاءة الرياضية لدى طلاب المرحلة الإعدادية. *مجلة تربويات الرياضيات*، ١٧(٤)، ٥٣-١٠٤.

أبو مصطفى، أيمن (٢٠١١). *أثر استخدام نموذج بايبي في اكتساب المفاهيم في الرياضيات وميولهم نحوها لدى طلاب الصف السابع الأساسي بغزة*. (رسالة ماجستير غير منشورة)، الجامعة الإسلامية، غزة.

أبو هاشم، السيد محمد (٢٠٠٤). الدليل الإحصائي في تحليل البيانات باستخدام SPSS. الرياض: مكتبة الرشد.

الجلال، محمد(٢٠١٨). بناء نموذج لتطوير وحدات العلوم للمرحلة المتوسطة وتدريسها وفق اتجاه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات(STEM). (رسالة دكتوراه غير منشورة)، جامعة الملك سعود، الرياض.

جودة، سامية (٢٠١٩). استخدام برنامج *Geogebra* في تدريس الهندسة والاستدلال المكاني في تنمية مكونات البراعة الرياضية ومهارات التعلم الذاتي لدى طالبات المرحلة المتوسطة. *المجلة التربوية*، كلية التربية، جامعة سوهاج، (٢٤)، ٢٤٥-٣٠٢.

حسن، أريج (٢٠١٨). العلاقة الارتباطية بين البراعة الرياضية لدى مدرسي رياضيات المرحلة الثانوية والبراعة الرياضية لدى طلبتهم. *مجلة جامعة الأنبار للعلوم الإنسانية*، (٢)، ٣٧١ -٣٩٠.

حسن، عزت (٢٠١٦). *الإحصاء النفسي والتربوي: تطبيقات باستخدام برنامج SPSS18*. القاهرة: دار الفكر العربي.

الخبتي، نجلاء (٢٠١٨). *فاعلية استخدام بعض نماذج التعلم المتمازج في تنمية مهارات التفكير الجبري والرغبة المنتجة نحو الرياضيات لدى الطالبات الموهوبات بالصف الثاني المتوسط في المدارس الحكومية بمدينة جدة*. (رسالة دكتوراه غير منشورة)، جامعة أم القرى، مكة المكرمة.

رضوان، إيناس (٢٠١٦). *أثر برنامج تعليمي قائم على البراعة الرياضية في التحصيل والتفكير الرياضي لدى طلبة الصف السابع الأساسي في محافظة قلقيلية*.(رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة النجاح الوطنية، نابلس.

الرويس، عبد العزيز والشهري، أمل (٢٠١٦). مستوى تمكن طالبات الصف الأول الثانوي بمدينة الرياض من عمليات الاستقصاء الرياضي. *دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، (٧٦)، ٣٤٥-٣٨٣.

رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠ (٢٠١٥). برنامج التحول الوطني ٢٠٢٠ . تاريخ الاستخراج ٤/جون /٢٠١٩ من http://vision2030.gov.sa/sites/default/files/NTP_ar.pdf

السعيد، رضا (٢٠١٦). STEM: مدخل قائم على المشروعات الإبداعية لتطوير تعليم الرياضيات في مصر والوطن العربي. *ورقة مقدمة إلى المؤتمر العلمي السنوي الخامس عشر- تعليم وتعلم الرياضيات وتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين*، بنها: الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات.

الشهري، ظافر (٢٠١٦). مستوى تمكن طلبة الصف الثالث الثانوي للتفكير الاستدلالي الرياضي. مجلة *جامعة الملك خالد للعلوم التربوية*، (٢٧)، ١٧٣- ١٨٦.

صالح، آيات (٢٠١٦). وحدة مقترحة في ضوء مدخل العلوم- التكنولوجيا- الهندسة- الرياضيات وأثرها في تنمية الاتجاه نحوه ومهارات حل المشكلات لتلاميذ المرحلة الابتدائية. *المجلة الدولية التربوية المتخصصة*، ٥(٧)، ١٨٦-٢١٧.

الضاني، محمود (٢٠١٧). *أثر استخدام استراتيجية التعلم بالدماغ ذي الجانبين على تنمية البراعة الرياضية لدى طلاب الصف السادس الأساسي بغزة*. (رسالة ماجستير غير منشورة)، الجامعة الإسلامية، غزة.

العساف، صالح (٢٠١٢). *المدخل إلى البحث في العلوم السلوكية*. ط٢. الرياض: دار الزهراء.
عبيد، وليم (٢٠١٠). *تعليم الرياضيات لجميع الأطفال في ضوء متطلبات المعايير وثقافة التفكير*. ط٢. عمّان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.
عبيدة، ناصر (٢٠١٧). فاعلية نموذج تدريس قائم على أنشطة PISA في تنمية مكونات البراعة الرياضية والثقة الرياضية لدى طلبة الصف الأول الثانوي. *دراسات في المناهج وطرق التدريس*، (٢١٩)، ١٦-٧٠.
العقيلي، مها (٢٠١٨). *تصميم وحدات تعلم رقمية قائمة على التمثيلات الرياضية وقياس فاعليتها في تنمية البراعة الرياضية لدى طالبات المرحلة الثانوية بمدينة الرياض*. (رسالة دكتوراة غير منشورة)، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
غانم، تفيدة (٢٠١٢). *تصميم مناهج المتفوقين فى ضوء مدخل STEM (العلوم- التكنولوجيا- التصميم الهندسى- الرياضيات) في المرحلة الثانوية*. القاهرة: المركز القومى للبحوث التربوية والتنمية، شعبة بحوث تطوير المناهج.
القاضي، عدنان والربيعة، سهام (٢٠١٨). *STEM &STEAM إطار تعليمي تكاملي لرعاية الطلبة الموهوبين والمتفوقين. عبر دمج العلوم، التكنولوجيا، الهندسة، الرياضيات معاً*. المحرّق: دار الحكمة.
القثاميّ، عبد الله (٢٠١٧). *أثر استخدام مدخل (STEM) لتدريس الرياضيات على التحصيل الدراسي ومهارات التفكير لدى طلاب الصف الثاني متوسط*.(رسالة دكتوراه غير منشورة)، جامعة أم القرى، مكة المكرمة.
كوارع، أمجد (٢٠١٧). *أثر استخدام منحى (STEM) في تنمية الاستيعاب المفاهيمي والتفكير الإبداعي في الرياضيات لدى طلاب الصف التاسع الأساسي*. (رسالة ماجستير غير منشورة)، كلية التربية، الجامعة الإسلامية، غزة.
متولي، علاء الدين (٢٠٠٦). تصور مقترح لتطوير منظومة مناهج الرياضيات بالمرحلة الإعدادية في مصر في ضوء متطلبات الثقافة الرياضية. *مجلة تربويات الرياضيات*،٩ ، ١-٧٩.
المحمدي، نجوى (٢٠١٨). فاعلية التدريس وفق منهج (*STEM*) في تنمية قدرة طالبات المرحلة الثانوية على حل المشكلات. *المجلة التربوية الدولية المتخصصة*، ٧(١)، ١٢١-١٢٨.
مشروع الملك عبدالله بن عبدالعزيز لتطوير التعليم العام (٢٠١٤). *مشروع الاستراتيجية الوطنية لتطوير التعليم العام*. تاريخ الاستخراج ٥/جون/ ٢٠١٩، من الرابط *https://tatweer.edu.sa/node/2920*
المعثم، خالد؛ والمنوفي، سعيد (٢٠١٤، أكتوبر). تنمية البراعة الرياضية توجه جديد للنجاح في الرياضيات المدرسية. *ورقة مقدمة إلى المؤتمر الرابع في تعليم وتعلم الرياضيات في التعليم العام*. الرياض: جامعة الملك سعود، الجمعية السعودية للعلوم الرياضية.
الملوحي، أريج (٢٠١٨). *مستوى البراعة الرياضية لدى طالبات الصف السادس الابتدائي بمدينة الرياض*. (رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.

المنوفي، سعيد والمعثم، خالد (٢٠١٨). مدى تمكن طلاب الصف الثاني المتوسط لمنطقة القصيم من مهارات البراعة الرياضية. *مجلة تربويات الرياضيات*، ٢١(٦)، ٥٩-١٠٥.

هيئة تقويم التعليم والتدريب (٢٠١٩). *الإطار الوطني لمعايير المناهج*. تاريخ الاستخراج ٢٠/ جون/ ٢٠١٩، من الرابط https://goo.gl/mHRi3J .

يوسف، ماهر؛ والرافعي، محب (٢٠٠٣). *التقويم التربوي، أسسه وإجراءاته*. ط٣. الرياض: مكتبة الرشد.

## ثانيًا- المراجع الأجنبية:

Alan, H .(2010). What is Mathematical Proficiency and How Can It Be Assessed? . Retrieved Jun 17,2019 from https://www.researchgate.net/publication/253207138_What_is_Mathematical_Proficiency_and_How_Can_It_Be_Assessed/citation/download.

AlKhateeb, M. A. (2018). The degree practices for mathematics teachers STEM education. *Journal of Educational Science*. 13(3), 360-371.

Audrey, D., Craig, T., & You, H.(2013). Assessing conceptual understanding in mathematics. *Conference Paper in Proceedings - Frontiers in Education Conference.*

Awofala, A.O. (2017). Assessing senior secondary school students" mathematical proficiency as related to gender and performance in mathematics in Nigeria. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, (2).

Barakos, L., Lujan, V., & Strang, C. (2012). Science, technology, engineering, mathematics (STEM): Catalyzing change amid the confusion. Portsmouth, NH: RMC Research Corporation, Center on Instruction.

Baran, E., Bilici, S., Mesutoglu, C., & Ocak, C.( 2016). Moving STEM Beyond Schools: Students' Perceptions about an Out-of-School STEM Education Program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 9-19.

Beyers, J.(2011). Development and Evaluation of an Instrument to Assess Prospective Teachers' Dispositions with Respect to Mathematics. *International Journal of Business and Social Science*, 2(16),20-32.

Boaler, J., & Greeno, J. G. (2000). Identity, agency and worlds. In J. Boaler (Ed.) Multiple. perspectives on mathematics teaching and learning. Westport, CT: Ablex, 171-200.

Bybee, R. W. (2010). What Is STEM Education? SCIENCE,(329),996. Retrieved Jun 14, 2019 from www.siencemas.org.

Bybee, R. W. (2013). The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.

Chadwick, D. (2009). Approaches to Building Conceptual Understanding. Wellington: New Zealand. Learning Media for The Ministry of Education.

Cherkowski , G,. (2019). Why Math and STEM Education is a Social Justice Issue. Retrieved Jun 28, 2019 from https://www.gettingsmart.com/2019/06/why-math-and-stem-education-is-a-social-justice-issue/.

Chesky, N., & Wolfmeyer, M., (2015). Philosophy of STEM Education: A Critical Investigation. New York, NY: Palgrave Macmillan.

Coad, L,.(2016). The M in STEM What is it really?. *Australian Mathematics Teacher*, 72 (2) , 3-6.

Council on Competitiveness. (2005). Innovate America: National Innovation Initiative Sumit and Repot. Washington, DC.

Dugger, W. (2010). Evolution of STEM in the U.S. 6th Biennial International Conference on Technology Education Research. Retrieved July 05, 2019 from http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=silo%20instruction%20and%20stem%20education&source=web&cd=1&ved=0CEsQFjAA&url=http%3A%2.

Feldhaus, C. A. (2014). How Pre Service Elementary School Teachers' Mathematical Dispositions are Influenced by School Mathematics. *American International Journal of Contemporary Research*, 4(6).

Felix, A. & Harris, J. (2010). A project-based STEM Integrated Alternative Energy Team Challenge for Teachers. *The Technology Teacher,* 70(1), 29-34.

Fioriello, P. (2010). Understanding the basics of STEM education. Retrieved Jun 29,2019 from http://drpfconsults.com/understanding-the-basics-of-stem-education.

Fitzallen,.N.(2015). STEM Education: What Does Mathematics Have To Offer?. *Paper presented at the Annual Meeting of the*

*Mathematics Education Research Group of Australasia (MERGA). Queensland, Australia.* Retrieved Jun 28, 2019 from file:///C:/Users/2017/Downloads/FitzallenMERGA2015STEMandMathematics%20(1).pdf.

Holmlund, T., Lesseig, K,. & Slavit,. D. ( 2018). Making sense of "STEM education" in K-12 Contexts. *International Journal of STEM Education,*5(32). Retrieved Jun 09, 2019 from https://doi.org/10.1186/s40594-018-0127-2.

James, J. S. (2014). Science, Technology, Engineering, and Mathematics(STEM) Curriculum and Seventh Grade Mathematics and Science Achievement. Grand Ganyon University, Ann Arbor.

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1- 11.

Kertil,M., & Gurel, C.(2016 ). Mathematical Modeling: A Bridge to STEM Education. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*. 4(1).

LaForce, M., Noble, E., King, H., Century, J., Blackwell, C. K., Holt, S., ... Loo, S. (2016). The eight essential elements of inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM Education*, *3*(1), [21]. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0054-z.

Langdon, D., McKittrick, G., Beede, D., Khan, B., & Doms, M. (2011). STEM: Good jobs now and for the future. Washington, DC: U.S. Department of Commerce. *Retrieved July 08, 2019 from http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/stemfinalyjuly14_1.pdf* .

Lauren. E., & Paul J. (2016). Effects of Digital-Based Math Fluency Interventions on Learners with Math Difficulties: A Review of the Literature. *The Journal of Special Education Apprenticeship*. 5(2).

Maryland State Department of education. (2012). Maryland State STEM. Standards of Practice Framework Grades 6-12. Retrieved Jun 09, 2019 from http://mdk12-archive.msde.maryland.gov/instruction/curriculum/stem/pd

f/6-8/MarylandStateSTEMStandardsofPracticeFrameworkGrades6_12.pdf.

Mathematics Assessment Resource Service ( 2017). Developing Mathematical Proficiency The potential of different types of tasks for student learning. University of Nottingham , Creative Commons BY-NC-SA. Retrieved from Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International.

McComas, W. F. (2014). The Language of Science Education an Expanded Glossary of Key Terms and Concepts in Science Technology and Learning. Rotterdam, AW: Sense Publishers.

Miaoulis, I. (2011). Museums key to stem success. U.S. News and World Report, Retrieved Aug 4, 2019 from https://www.usnews.com/news/blogs/stem-education.

Mills, E., & Gay, L. (2019). Educational research: Competencies for Analysis and Applications. 12th edition. Pearson, NY.

Ministry of Education, Singapore. (2013). Mathematics syllabus primary one to six. Retrieved Jun 13,2019 from https://www.moe.gov.sg/docs/default-source/document/education/syllabuses/sciences/files/primary_mathematics_syllabus_pri1_to_pri5.pdf.

Morgan, R., & Kirby, C. (2016). The UK STEM Education Landscape A report for the Lloyd's Register Foundation from the Royal Academy of Engineering Education and Skills Committee. Royal Academy of Engineering. Retrieved Aug 5, 2019 from https://www.raeng.org.ukstemlandscape.

National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics.* RestIon, VA: NCTM.

National Council of Teachers of Mathematics[NCTM] (2014). Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All. RestIon, VA: NCTM.

National Curriculum Assessment and reporting Authority [ACCARA]. (2016). The Australian Curriculum Mathematics. Retrieved July 13,2019 from

https://www.australiancurriculum.edu.au/f-10-curriculum/mathematics/pdf-documents.

National Governors Association Center for Best Practices and Council of Chief State School Officers- [NGA Center and CCSSO]. (2010). Common Core State Standards for Mathematics. Common Core State Standards (College- and Career-Readiness Standards and K–12 Standards in English Language Arts and Math). Washington, D.C.: NGA Center and CCSSO. Retrieved Jun 29,2019 from http://www.corestandards.org.

National Research Council. [NRC] (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics.* Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Eds.). Mathematics Learning Study Committee, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council [NRC] (2011). Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics. Washington, DC: The National Academies Press.

Nelson-Walker, J.(2013). Instructional Gaming: Using Technology to Support Early Mathematical Proficiency. Society for Research on Educational Effectiveness. Retrieved Jun 23,2019 from https://www.sree.org/conferences/2013f/program/downloads/abstracts/1017.pdf

Okolowski, A. (2019) Developing Mathematical Reasoning Using a STEM Platform. In: Doig B., Williams J., Swanson D., Borromeo Ferri R., Drake P. (eds) Interdisciplinary Mathematics Education. ICME-13 Monographs. Springer, Cham.

Organization for Economic Cooperation and Development- OECD. (2013). PISA 2012 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy. Paris: OECD Publishing.

Papa, R., & Brown, R. (N.D). The Research for Math Connects Grades PreK–8. Retrieved Aug 6, 2019 from
http://www.mheresearch.com/assets/products/6da9003b743b65f4/Math_Connects_PreK8_Research_Base.pdf.

President's Council of Advisors in Science and Technology (PCAST). (2010). Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America's future. Washington, DC: White House Office of Science and Technology Policy.

Roberts, A. (2013). *Preferred instructional design strategies for preparation of pre-service teachers of integrated STEM education.* (Unpublished doctoral dissertation). Old Dominion University, Norfolk, US.

Roberts, A. (2012). A Justification for STEM Education. Technology and Engineering, 1-5. Retrieved *July 03, 2019, from https://www.iteea.org/File.aspx?id=86478&v=5409fe8e*.

Robinson, N. (2016). *A case study exploring the effects of using an integrative STEM curriculum on eighth grade students' performance and engagement in the mathematics classroom.*(Unpublished doctoral Dissertation), Georgia State University, US.

Roberts,T., Jackson, C., Mohr-Schroeder, M., Bush, S., Maiorca, C., Cavalcanti, M., Schroeder, C., Delaney, A., Putnam, L. & Cremeans, C. (2018). Students' perceptions of STEM learning after participating in a summer informal learning experience. *International Journal of STEM Education,* 5(35), 1-14.

Samuelsson, J. (2010). The impact of teaching approaches on students' mathematical proficiency in Sweden. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 5, 61-78.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26.

Sanders, M. (2012). Integrative stem education as "best practice". In H. Middleton (Ed.), 7th Biennial International Technology Education Research Conference. 2, pp. 103-117. Queensland, Australia: Griffith Institute for Educational Research. Retrieved July 03, 2019, from
https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51563/SandersiSTEMEdBestPractice.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Sarican, G., & Akgunduz, D. (2018). The impact of integrated STEM education on academic achievement, reflective thinking

skills towards problem solving and permanence in learning in science education. 13(1), 94-107.

Sawilowsky, S. (2009) "New Effect Size Rules of Thumb," *Journal of Modern Applied Statistical Methods,*. 8 (2).

Siegfried, J.Z.(2012). The hidden strand of mathematical proficiency : defining and assessing for productive disposition in elementary school teachers' mathematical content knowledge. (Unpublished Doctor Dissertation), Sandiego State University, US.

Stohlmann, M. (2013, June). 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. Retrieved July 15,2019 from http://digitalscholarship.unlv.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1008&context=aaas_pacific_conf.

Tan,R. G. , Dejoras, A. A. (2019). Comparing problem solving ability of STEM and Non-STEM entrants to bachelor of science mathematics education program. *Sci.Int.(Lahore)*,31(1),5-7.

Thomas, M. E. (2013). The Effects of an Integrated STEM Curriculum in Fourth Grade Students' Mathematics Achievement and Attitudes. ProQuest LLC. 789 East Eisenhower Parkway, PO Box 1346, Ann Arbor, MI 48106.

Thomasian, J. (2011). Building a Science, Technology, Engineering and Math Education Agenda: An update of state action. Washington. DC: National Governors Association Center for Best Practices.

Timms, M., Moyle, K,. Weldon, p & Mitchell, p.( 2018). Challenge in STEM Learning in Australian Schools: Literature and policy review. Australian Council for Educational Research. *Retrieved Aug 09, 2019 from https://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1028&context=policy_analysis_misc*

Tsuprose, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). STEM Education in Southwestern Pennsylvania: *Report of a project to identify the Missing Component. Intermediate Unit 1*. Carnegie Mellon University, Center for STEM Education and

Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach, Pittsburgh, PA, USA. Retrieved from https://www.cmu.edu/gelfand/documents/stem-survey-report-cmu-iu1.pdf.

U.S. Department of Education .(2008). The Final Report of the National Mathematics Advisory Panel. Washington, DC. Retrieved July 11, 2019 from https://www2.ed.gov/about/bdscomm/list/mathpanel/report/final-report.pdf

Wade-Shepherd, A. (2016). The effect of middle school STEM curriculum on science and math achievement scores. Publication Number: AAT 10307073; ISBN: 9781369516548; Source: Dissertation Abstracts International, 78 (7)(E), Section: A.; p.134.

Warren, C., Sandra, M., Wes, M., Matthew, T., & Joseph, L. (2016) The Mathematics Attitudes and Perceptions Survey: an instrument to assess expert-like views and dispositions among undergraduate mathematics students. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(6), 917-937.

Watson, K.L.(2015). Examining the Effects of College Algebra on Students' Mathematical Dispositions. (Unpublished Master Dissertation), Brigham Young University, US.

White, D. W. (2014). What is STEM education and why is it important? Florida Association of Teacher Educators Journal, 1(14), 1-8. Retrieved July 19, 2019 from http://www.fate1.org/journals/2014/white.pdf.