استخدام مدخل STEAM لتنمية التفكير المتشعب في الرياضيات لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية

Using the STEAM approach to develop divergent thinking in mathematics among middle school students

(بحث مشتق من رسالة دكتوراه)

إعداد

هبه حسين عبد الكريم إبراهيم

معلمة رياضيات بالمرحلة الإعدادية

بإدارة إسنا التعليمية

heba123@edu.svu.edu.eg

إشـــراف

أ. د / سامح أحمد محمد ريحان

أستاذ المناهج وطرق تدريس الرياضيات المتفرغ بكلية التربية – جامعة جنوب الوادي

أ. د / عماد شوقي ملقي سيفين

أستاذ ورئيس قسم المناهج وطرق التدريس بكلية التربية – جامعة جنوب الوادي

المستخلص:
هدف البحث إلي تعرف أثر استخدام مدخل STEAM على تنمية مهارات التفكير المتشعب في الرياضيات لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية. تكونت مجموعة البحث من (٦٢) تلميذاً من تلاميذ الصف الأول الإعدادي للعام الدراسي (٢٠٢٢/٢٠٢٣) في الفصل الدراسي الثاني، حيث تم تقسيم المجموعة إلي مجموعتين إحداهما تجريبية وعددها (٣١) تلميذاً درسوا باستخدام مدخل (STEAM)، وضابطة وعددها (٣١) تلميذاً درسوا بالطريقة الاعتيادية.اعتمد البحث علي المنهج (شبه) التجريبي المعتمد علي قياس أثر مدخل STEAM علي التفكير المتشعب لدي مجموعة من تلاميذ الصف الأول بالمرحلة الإعدادية، وتم استخدام التصميم التجريبي القائم علي المجموعات المتكافئة من خلال اختيار مجموعتين إحداهما تجريبية والأخرى ضابطة، يتم التدريس باستخدام مدخل STEAM لتلاميذ المجموعة التجريبية، بينما يدرس تلاميذ المجموعة الضابطة نفس الوحدة من المقرر بالطرق المعتادة، مع تطبيق أداتي البحث علي المجموعتين قبلياً وبعدياً. لتحقيق أهداف البحث تم إعداد دليل معلم لتدريس الوحدة بمدخل STEAM وكتيب التلميذ للدراسة بمدخل STEAM، كما تم اعداد اختبار التفكير المتشعب.
أظهرت نتائج البحث أنه يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجوعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التفكير المتشعب لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.
الكلمات المفتاحية: مدخل STEAM، التفكير المتشعب.

Abstract:
The aim of the research is to identify the effect of using the integrated STEAM approach on the development of divergent thinking skills in mathematics among middle school students. The research group consisted of (62) students from the first preparatory grade for the academic year (2021/2022) in the second semester, where the group was divided into two experimental groups, the number of (31) students who studied using the (STEAM) approach, and the control group, the number of (31) students. They studied in the usual way.
The research relied on the (semi) experimental method based on measuring the impact of the STEAM approach on the divergent thinking of a group of first-grade students in the preparatory stage, and an experimental design based on equal groups was used by selecting two groups, one experimental and the other control, teaching is done using STEAM approach for the students of the group The experimental group, while the students of the control group study the same unit of the course in the usual ways, with the application of the two research tools on the two groups before and after.To achieve the objectives of the research, a teacher's guide was prepared to teach the unit at the STEAM approach and a student's handbook for the study at the STEAM approach, and a divergent thinking test was prepared.
The results of the research showed that there is a statistically significant difference between the mean scores of the students of the experimental group and the control group in the post application of the divergent thinking test in favor of the students of the experimental group.
Keywords: STEAM approach, divergent thinking.

مقدمة:

يشهد العالم في الوقت الراهن تقدماً علمياً وتكنولوجياً هائلاً، يفرض على المجتمعات ضرورة المبادرة للتطوير والتغيير، وباعتبار أن العقل البشري هو أساس التقدم العلمي؛ أصبح لزاماً علي كل أمة تنشد الرقى أن تحرص على كفاءة المتعلمين ومهاراتهم. فلم يعد مقبولاً الآن التضحية بالمسلمات التقليدية في التعليم والتعلم وكذلك من العبث تجاهل التطور التكنولوجي في هذا المجال، ومن هنا بدأت المؤسسات التعليمية تنظر إلى أبعد من حدود فصول التدريس التقليدية من خلال المزاوجة بين أفضل الخبرات الحالية والمستجدات الحديثة في تقنيات التعلم من أجل تعظيم النتائج وإعداد كل فرد ليصبح مشاركا فعالا في عملية التعلم.

كما أن هناك جهوداً عالمية تبذل منذ مطلع الثمانينات من أجل تطوير تعليم وتعلم الرياضيات، جاءت استجابة للدعوات التي تدعو لإعادة النظر في مقررات الرياضيات واستراتيجيات تدريسها وأهدافها. (رمضان بدوي، ٢٠١٩)

ولقد أكد معظم التربويون على أن تدريب التلاميذ على مهارات التفكير المتشعب، أصبح مطلباً وهدفاً رئيساً في إنجاح العملية التعليمية. (كمال خليل، ٢٠٠٧: ٢٧)

ويعد التفكير المتشعب من أنماط التفكير الذي يقوم على إصدار الاستجابات الإبداعية في اتجاهات متعددة من خلال انطلاق التفكير، ويعد التفكير المتشعب من أنواع التفكير الذي ينتهجه المتعلم عند تعامله مع المشكلات أو الأسئلة التي لها أكثر من حل صحيح، ويتميز بأنه متحرر ومنفتح وغايته التوصل إلي أكبر عدد ممكن من الأفكار أو الارتباطات أو الحلول.

فمن خلال التفكير المتشعب يحدث التعلم من خلال حدوث اتصالات جديدة بين الخلايا العصبية في شبكة الأعصاب بالمخ، والتأكد من حدوث هذا بشواهد واضحة في أداءات التلاميذ أو صدور استجابات تباعدية هو مؤشر على حدوث تشعب في التفكير (تغريد عمران،٢٠٠٢: ٥٠٣). فهذا النوع من التفكير ينطلق أو يتشعب في اتجاهات مختلفة ويجعل من الممكن حل المشكلة باتجاهات متعددة، ويؤدي أيضاً إلى إجابات مختلفة. وانطلاقاً من أهمية التفكير المتشعب؛ فقد اهتمت دراسات عديدة بدراسته، مثل: (أحمد زارع، ٢٠١٢؛ عمرو عبد الفتاح، ٢٠٠٩؛ ريم عبد العظيم، ٢٠٠٩؛ مرفت كمال، ٢٠٠٨؛ Kwon, O. et al., 2006).

ويفاد من مجمل الدراسات السابقة إمكانية حل المشكلات الرياضية من خلال تنمية مهارات التفكير المتشعب لدى التلاميذ، ولهذا يجب ألا يكون نظام التعليم مقتصراً على نمط التدريس المعتاد، بل لابد من توظيف التكنولوجيا، واستخدامها لتوفير نوع من التعليم قادر علي المنافسة في القرن الحادي والعشرين. (عماد سيفين،٢٠١٧: ١٥٠)

ويعد مدخل STEAM أحد التطورات المهمة في تعليم القرن الحادي والعشرين، حيث إن دراسة العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات بصورة متكاملة ينمي لدي التلاميذ القدرة على الإبداع والابتكار وحل المشكلات واتخاذ القرارات والشعور بالمسئولية، وغيرها من المهارات التي تساعدهم على فهم العالم ككل وليس في أجزاء. (Cinar, S. et al., 2016: 1479)

وتقوم فلسفة STEAM على التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات، وهي اختصار للحروف الخمسة الأولي من المقررات الدراسية (العلوم Science، التكنولوجيا Technology، الهندسة Engineering، الفنون Arts، الرياضيات Mathematics) فهو يزيل الحواجز التقليدية بين التخصصات الخمسة. (سهام مراد، ٢٠١٤: ١٨)

واستكمالاً للجهود السابقة، واستجابة لتوصيات العديد من المؤتمرات والندوات، ظهر للباحثة ضرورة إجراء دراسة حول تنمية مهارات التفكير المتشعب ورفع مستوي التحصيل من خلال مدخل STEAM.

مشكلة البحث:

يتضح أن تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات STEAM بالمدارس يعوقه بعض المشكلات بوجه عام، كما أن هناك بعض القصور في وجود برامج لتنمية التفكير المتشعب بوجه خاص، وتم استقصاء هذا القصور من خلال:

١- إجراء دراسة استطلاعية للتعرف على مدى توافر مهارات التفكير المتشعب في الرياضيات لدى تلاميذ الصف الأول بالمرحلة الإعدادية؛ حيث تم تطبيق اختبار مبدئي مبسط للتفكير المتشعب- تكون من عشرة أسئلة- في مقرر الرياضيات للصف الأول الإعدادي، وأشارت النتائج إلى انخفاض مهارات التفكير المتشعب لديهم، ومن ثم تولد الإحساس لدى الباحثة بوجود مشكلة في قصور مهارات التفكير المتشعب مما دفع نحو تجريب التدريس باستخدام مدخل STEAM في تدريس الرياضيات وقياس أثره على تنمية مهارات التفكير المتشعب لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية.

٢- نتائج وتوصيات الدراسات السابقة والتي منها: دراسة أيمن عبد القادر (٢٠١٧) التي أشارت إلى ضرورة أن تقوم وزارة التربية والتعليم بالعمل على تبني تصور مقترح لحزمة من البرامج التدريبية اللازمة لتطبيق مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة، وتولي تنفيذه على مستوي مراكز التدريب في الإدارات التعليمية كافة، مع متابعته وتقويمه باستمرار لضمان نجاحه وتطويره. دراسة شيماء سليم (٢٠١٧) التي أوصت بضرورة عقد دورات تدريبية من قبل المختصين، لتدريب المعلمين على أنشطة STEAM، لتنمية مهارات التفكير المختلفة لدي التلاميذ

بجميع المراحل التعليمية، كما أوصت بضرورة توفير الإمكانات المادية والتعليمية من أدوات ومعامل لتطبيق أنشطة STEAM. دراسة خالد الدغيم (٢٠١٧) التي أوصت بضرورة إعداد المعلم ليقوم بتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في إطار متكامل، لتزويد التلاميذ بخبرات تعليمية ومهنية ذات جودة عالية في هذه التخصصات. دراسة شرقاوي وآخرون (Sharkawy, A. et al., 2009) التي أشارت إلي سبعة معايير يجب توافرها عند تصميم وحدات منهج STEAM: احترام خصوصية كل موضوع والهدف من تدريسه، واستخدام نفس العمليات والمحتوي بين الموضوعات المتداخلة، وأن تعكس الوحدات رؤية بنائية للتعلم، وتصميم مهمات ذات أهداف محددة، وأن تعكس المناهج رؤية بنائية للتعلم، واستخدام التعلم من الرياضيات والعلوم لتحسين تعلم التكنولوجيا، وأن يقابل محتوي الوحدة متطلبات محددة ثابتة. دراسة شونكاو وآخرون (Chonkaew, P. et al., 2016) التي أشارت إلى أن التعليم باستخدام أنشطة STEAM ساعد في تنمية القدرة على التفكير وبناء المعرفة لدي التلاميذ، كما ساهم في القدرة علي دمج معارفهم في مختلف المجالات لحل المشكلات، وخلق ابتكارات جديدة.

تحددت مشكلة البحث في قصور مهارات التفكير المتشعب لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية.

سؤال البحث:

ما أثر استخدام مدخل STEAM على تنمية مهارات التفكير المتشعب في الرياضيات لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية؟

فرض البحث: يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين (التجريبية والضابطة) في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير المتشعب لصالح المجموعة التجريبية.

هدف البحث وأهميته:

هدف البحث إلي تعرف أثر استخدام مدخل STEAM على تنمية مهارات التفكير المتشعب في الرياضيات لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية. تمثلت أهمية البحث في أنه قد يفيد في تقديم تصور مقترح قائم على تعليم STEAM في مادة الرياضيات بشكل قد يثري عمليتي التعليم والتعلم، ويسهم في تنمية التفكير المتشعب لدي التلاميذ.

مصطلحات البحث:

مدخل STEAM: STEAM Approach

مدخل STEAM هو نهج في التعليم يجمع بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات من خلال استخدام طرق التدريس القائمة على المشروعات وحل

المشكلات والتعلم الاستكشافي، بطريقة تسمح للتلاميذ الانخراط في الموقف التعليمي، ومن ثم التوصل لوضع حلول للمشكلة.(Honey, p. et al. ,2014: 7)

ويعرف إجرائياً بأنه: نوع من التعليم يقوم على أساس فكرة التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات، حيث يمكن التلاميذ من تنمية مهاراتهم ومعارفهم واستيعابهم للمحتوي بصورة أعمق، مما يؤدي إلي تحسين تحصيلهم في تلك التخصصات كافة، وحل المشكلات الواقعية باستخدام مهارات التفكير المتنوعة.

التفكير المتشعب: Divergent Thinking

تعرفه ريم عبد العظيم (٢٠٠٩) نوع من التفكير يقوم على حدوث اتصالات بين الخلايا العصبية في المخ، مما يمكن من انطلاق التفكير في اتجاهات مختلفة، ويزيد من مهارات التلميذ في إصدار الحلول الإبداعية، كما يؤدي إلى الارتقاء بإمكانات العقل البشري عند معالجته للموضوعات المختلفة.

ويعرف إجرائياً بأنه: قدرة التلميذ علي إنتاج أكبر عدد ممكن من الاستجابات أو البدائل أو الأفكار المختلفة لموقف معين، مما يساعدهم على مرونة التفكير، وتعدد الرؤي، وصدور استجابات تباعدية متشعبة، والقدرة علي فتح مسارات جديدة للتفكير، مما يؤدي إلى معالجة المشكلات بصورة مبتكرة، ويتم قياسه بالدرجة التي يحصل عليها التلاميذ في اختبار التفكير المتشعب المعد لذلك في مهارات: (التفكير الطلق، التفكير المرن، التفكير الأصيل، التفكير الموسع).

الإطار النظري للبحث:

المحور الأول: مدخل STEAM

يعد مدخل STEAM من الاتجاهات الحديثة المستندة إلى التكامل بين المعرفة المكتسبة، حيث يهدف إلي تحسين المعرفة والمهارات لدي التلاميذ في تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات، مما يساعد علي تحسين مواقفهم وخبراتهم المهنية في هذه التخصصات الخمسة. (Kubat, U., 2018: 166؛ Karahan, E. et al., 2015: 222 ؛Thibaut, L. et al., 2018: 2)

ويمثل مدخل STEAM الأحرف الأولي من التخصصات الخمسة العلوم (Science) والتكنولوجيا (Technology) والهندسة (Engineering) والفنون (Arts) والرياضيات (Mathematics)، وهو مدخل تكاملي متعدد التخصصات يهدف إلي تعليم التلاميذ بطريقة تكاملية في تلك التخصصات الخمسة. (Kubat, U. & Guray, E., 2018 ؛Ergun, A. & Kulekci, E., 2019: 1)

ويعرف مدخل STEAM بأنه مدخل تعليمي يقوم على تحقيق التكامل بين عدة تخصصات، من خلال الدمج بينها في بناء تعليمي واحد، بهدف إنتاج مشروعات

تعليمية إبداعية، وتأهيل التلاميذ لسوق العمل. (مجدي عقل ومحمد أبو سكران، ٢٠٢٠)

وتذكر سوسن كوسه (٢٠١٩: ٣٠) أنه مدخل متعدد التخصصات يربط بين المفاهيم الأكاديمية المجردة والحياة الواقعية، من خلال تطبيق التلاميذ للمفاهيم والمهارات في سياق يوفر الترابط بين المدرسة والمجتمع وسوق العمل والمشاريع العالمية.

ويعرف مدخل STEAM في هذا البحث بأنه: نوع من التعليم يقوم على أساس فكرة التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات، حيث يُمَكن التلاميذ من تنمية مهاراتهم ومعارفهم واستيعابهم للمحتوي بصورة أعمق، مما يؤدي إلي تحسين تحصيلهم في تلك التخصصات كافة، وحل المشكلات الواقعية باستخدام مهارات التفكير المتنوعة.

ويعمل مدخل STEAM على تدعيم الموضوعات الدراسية من خلال التكامل مع مناهج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات، وهو اختصار لخمسة تخصصات يدرسها التلميذ في المدرسة وهي (Brown, R. et al., 2011: 5-9):

العلوم Science (S): العمليات التي يتم من خلالها التعرف على العالم، من خلال الاستكشاف وجمع البيانات، والبحث عن العلاقات والأنماط، وتوليد الأفكار والتفسيرات باستخدام الأدلة.

التكنولوجيا Technology (T): الأدوات التي تم تصميمها لتلبية الاحتياجات الإنسانية المعتمدة على التطبيقات العملية، وكذلك الأدوات الرقمية مثل: أجهزة الحاسب الآلي والأجهزة اللوحية والمحمولة.

الهندسة Engineering (E): العمليات والإجراءات اللازمة لتصميم الأدوات والنظم والهياكل، التي تساعد البشر وتساعدهم في حل مشكلاتهم.

الفنون Arts (A): تنسيق الألوان واختيار الواجهة المناسبة للعرض والشكل العام.

الرياضيات Mathematics (M): دراسة الكميات والمجسمات والفضاء والتحويلات.

ويحتاج مدخل STEAM إلى تخطيط وتنفيذ وتقويم جيد للمحتوي التعليمي، وذلك من خلال الاستفادة من مهارات التلاميذ في المواد الدراسية التي درسوها، وخاصة في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات، ولذلك يمكن اعتبار مدخل STEAM مدخلاً تعليمياً متكاملاً.

وقد أورد (Bybee, W., 2013: Kertil, M. & Gurel, C., 2016: 44-46 84) أساليب مختلفة لتكامل الموضوعات التعليمية باستخدام مدخل STEAM أبرزها:

- التنسيق: يتم فيها تدريس المواد منفصلة، على أن يتم تدريس الموضوعات في إحدى المواد بالتزامن مع الحاجة إليها في المادة الثانية.

- التكميل: أثناء تدريس المحتوي الأساسي للمادة، يتم عرض ودمج محتوي مادة أخري لإكمال المادة الأساسية.
- الربط: يتم فيها تدريس مادتين بموضوعات ومحتوي وعمليات متماثلة، بحيث يفهم التلميذ أوجه الشبه والاختلاف بينهما.
- الاتصال: يتم فيها استخدام إحدى المواد لربط المواد الأخرى، مثل استخدام التكنولوجيا للربط بين العلوم والرياضيات.
- المزج: يتم فيها الجمع بين اثنين أو أكثر من تخصصات STEAM، باستخدام موضوعات، أو مشروعات، أو إجراءات، أو أعمال مهمة أخري.

وفي هذا البحث تم استخدام الرياضيات كمادة أساسية ودمجها مع العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات في محتوي جديد.

أهمية مدخل STEAM:

تتحدد أهمية مدخل STEAM في (Kermani, H & Aldemir, J., 2018: 321؛ عماد شوقي، ٢٠١٣: ٢٦؛ مجدي عقل ومحمد أبو سكران، ٢٠٢٠: ٣٥-٣٦):

١- المنهج المتكامل أكثر واقعية وارتباطاً بالمشكلات التي يواجها التلميذ في حياته، حيث إن أي مشكلة يتطلب حلها أكثر من لون من ألوان المعرفة.
٢- تنمية ميول التلاميذ في تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات في مراحل التعليم المبكرة، لتشجيع التلاميذ على مواصلة دراستهم في تلك التخصصات.
٣- يسهم في تنمية مهارات التفكير العليا، مما يساعد التلاميذ على اتخاذ القرار وحل المشكلات في العملية التعليمية.
٤- يزيد من المشاركة الفاعلة للتلاميذ في العملية التعليمية، وذلك من خلال توظيف العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون في تعلم الرياضيات.
٥- يسهم في تطوير المعارف والمهارات اللازمة لتحديد المشكلات في العالم الحقيقي، والتفكير في القضايا المتعلقة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات، واستخدام ذلك في حل المشكلات.

وتخلُص الباحثة إلى أن أهمية مدخل STEAM تكمن في قدرته على تطوير امكانات التلاميذ المعرفية العملية والعقلية والشخصية، لتصنع منه شخصاً مؤهلاً لمواجهة المستقبل وقادراً على الإنتاج والتطوير.

متطلبات تطبيق مدخل STEAM في المناهج الدراسية:

يتطلب مدخل STEAM توفير بيئة تعليمية غير نمطية تمكن التلاميذ من تنمية معارفهم ومهاراتهم، لذلك نحتاج إلى ثلاثة أمور أساسية هي: معلم قادر علي التدريس وفق هذا المدخل، ومنهج يهتم بالتكامل بين التخصصات الخمسة، وبيئة تعليمية

مجهزة بالاحتياجات اللازمة لإنجاز العمل، ونعرض هذه المتطلبات الثلاثة بشيء من التفصيل:

أولاً: المعلم في ضوء مدخل STEAM:

يتطلب مدخل STEAM معلمين مثقفين لديهم اتجاهات ايجابية نحو تدريس تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات؛ ليكونوا قادرين علي تحقيق احتياجات التلاميذ بشكل فعال.

وعليه يذكر نادلسون وآخرون (Nadelson, S. et al., 2013: 159) أنه يكون من البديهي اخضاع المعلمين المراد اعتمادهم للتدريس وفق هذا المدخل لدورات تدريبية وورش عمل تعمل على تطوير قدراتهم ومهاراتهم المهنية، وتقدم لهم محتوي معرفي يدعم امكاناتهم في التدريس التكاملي، وتشير بعض الدراسات إلى أن المعلم المتمكن في مدخل STEAM يلزمه:

- المعرفة بالمحتوي الخاص بتخصصات STEAM الخمسة.
- الالتزام بالتنظيم والتخطيط لكل الأعمال التي يقوم بها.
- الالتزام بتعليم STEAM بطريقة حيوية ومثيرة لاهتمامات للتلاميذ.

ثانياً: المنهج في ضوء مدخل STEAM:

تختلف التوجهات فيما يخص المنهج في ضوء مدخل STEAM، البعض يري ضرورة إنشاء مناهج خاصة بهذا المدخل، بينما يري البعض الآخر أن تقدم المناهج المعتادة وفق مبادئ وتوجهات STEAM.

حيث يذكر دوجر (Dugger, W., 2013) أن الطريقة الأكثر شمولاً تعتمد على التخصصات الخمسة بحيث تظهر كتخصص واحد، وتدريسها كلها كمادة واحدة متكاملة.

ومن أجل تصميم مناهج تعليمية تقوم على مدخل STEAM، فإن هناك بعض من المتطلبات يجب أن تتوافر في المناهج منها (Altan, E. et al., 2019):

١- التكامل أو الدمج بين التخصصات الخمسة أو بعض منها.
٢- استخدام المشكلات الواقعية المرتبطة بالحياة اليومية، واعطاء الفرصة للتلاميذ لحل هذه المشكلات من خلال توفير مصادر تعليمية متنوعة.
٣- اتاحة الفرصة للتلاميذ للانخراط في تجارب تعلم حقيقية، وخبرات ذات صلة بالعالم الواقعي لهم.
٤- التركيز على أهم الموضوعات في كل تخصص منهجي، وأن يتم التعبير عنها كسلسلة من المواضيع.
٥- تغيير طريقة تدريس العلوم والرياضيات، بطريقة تنمي المعرفة العلمية والتفكير لدي التلاميذ.

٦- تغيير الأهداف التعليمية، بحيث تسعي إلى تحقيق فهم العلوم والرياضيات وتطبيقات التكنولوجيا للتلاميذ.

ثالثاً: البيئة التعليمية في ضوء مدخل STEAM:

يعد توفير وتهيئة بيئة للتعلم الفعال من أهم متطلبات مدخل STEAM، حيث تساعد التلاميذ على تنمية المعارف والمهارات، وفهم وإدراك العلوم المختلفة بطريقة سهلة ومشوقة وأسلوب تعلم ممتع، ويمتد الأثر ليشمل كل نشاطات التلميذ في الحياة اليومية. (Gonzalez, B. & Kuenzi, J., 2012:1)

المحور الثاني: التفكير المتشعب:

ماهية التفكير المتشعب:

تعددت تعريفات التفكير المتشعب، ومنها:

- عمليات عقلية تساعد التلميذ علي الانطلاق في اتجاهات متشعبة ومختلفة، ويستدل عليه عن طريق تعدد الرؤي، وإنتاج أكثر من حل للأحداث والمشكلات التي تواجههم. (صلاح الناقة وسلوى شيخة، ٢٠٢١: ٩٩)
- مجموعة العمليات العقلية غير المرئية التي تحدث في اتجاهات متعددة، نتيجة حدوث وصلات جديدة بين الخلايا العصبية في شبكة الأعصاب بالمخ؛ لمساعدة التلميذ علي التكيف مع مواقف الحياة المتعددة. (علي الحديبي، ٢٠١٢: ١٢)
- مجموعة الإجراءات والعمليات العقلية التي يقوم التلميذ من خلالها باستقبال وتنظيم المعرفة الرياضياتية ودمجها في البنية المعرفية له، والربط بينها وبين الخبرات والمعارف السابقة، وتوظيفها بهدف حل موقف جديد بالنسبة له. (ابتسام عبد الفتاح، ٢٠١٦: ١٦٧)

خصائص التفكير المتشعب:

يتصف التفكير المتشعب بمجموعة من الخصائص منها (داليا الحديدي، ٢٠٢٠: ١٣٨٠): تفكير يعتمد علي فلسفة نظريات الدماغ، تفكير مرن مرتبط بعملية الإبداع، تفكير غير تقليدي، تفكير يولد الكثير من الأفكار والاستجابات المتنوعة للموضوع، تفكير بلا حدود؛ لأنه يتيح للتلميذ التحرر والانطلاق بتفكيره إلي اتجاهات متعددة، يستدل عليه من خلال مرونة التفكير، وحدوث استجابات تباعدية غير نمطية، يرتبط بمجموعة العمليات غير المرئية التي تتم داخل التلميذ، ونوع من الأسئلة التي تثير لديه الرغبة في البحث والاكتشاف، تظهر فاعليته عندما تتوافر له بيئة مناسبة غنية بالمثيرات والأنشطة المحفزة.

أهمية التفكير المتشعب في الرياضيات:

تتمثل أهمية التفكير المتشعب في نقاط أهمها (أسماء السروجي، ٢٠١٨):

- توضيح وظائف جانبي الدماغ الأيمن والأيسر بصورة إجمالية، ووظائف جوانب المخ بصورة تفصيلية.
- معرفة الأساليب التي يمكن من خلالها تحفيز عمل الدماغ، وإحداث ترابطات وتشابكات طبيعية بين الخلايا العصبية.
- تحديد إجراءات تصميم المناهج التعليمية، بطريقة تتناسب مع طبيعة التلاميذ باختلاف أنماط تعلمهم والجانب النشط من الدماغ.
- استثمار الطاقات الإبداعية لدي التلاميذ، وتنمية مهارات التفكير الرياضياتي لديهم.
- إدارة عملية التعلم بطريقة فعالة، من خلال التعرف على طبيعة التلاميذ.
- قيادة العقل لابتكار وصلات جديدة بين خلايا الأعصاب، تسمح بحدوث العديد من الاتصالات بين الخلايا العصبية المكونة لبنية العقل، ويتضح ذلك من خلال تغير في أداء التلاميذ وعادات العقل.
- مساعدة التلاميذ على المساهمة بأفكار متنوعة ومبتكرة، أثناء معالجة المواقف التي تتضمن مشكلات رياضياتية مختلفة.
- تسهيل فرص تنمية المهارات المتطلبة لحل المشكلات الرياضياتية.
- يتيح للتلميذ الفرصة للتعبير عن رأيه بحرية تامة، والنظر إلى الموقف من زوايا متنوعة.

مهارات التفكير المتشعب:

للتفكير المتشعب مهارات متنوعة يتناسب بعضها مع التلاميذ الذين أجريت عليهم الدراسة، وهي كما ذكرها (نايف العتيبي، ٢٠٢٠):

- التفكير الطلق: القدرة على إنتاج أكبر عدد من الأفكار والصور والتعبيرات في وحدة زمنية معينة، ويقاس كمياً بعدد الاستجابات والحلول التي يولدها التلميذ.
- التفكير المرن: القدرة على إنتاج أفكار متنوعة ليست من نوع الأفكار المتوقعة عادة، وتوجيه مسار التفكير أو تحويله مع متطلبات الموقف، ويقاس كمياً بعدد الفئات أو الطرق التي يفكر بها التلميذ لإنتاج الاستجابات، من خلال عدد الفئات أو اتجاهات التفكير.
- التفكير الأصيل: القدرة على انتاج أفكار أو أشكال جديدة متميزة وفريدة، ويقاس كمياً بعدد الاستجابات غير المألوفة التي تتردد كثيراً في مجتمع الاستجابات، وتمثل اتجاهات جديدة بعيدة عن المألوف.

- التفكير الموسع: القدرة على التوسع وتفصيل الفكرة البسيطة، وتحسين الاستجابات العادية وجعلها أكثر دقة ووضوح، ويقاس كمياً بعدد التفاصيل التي يمكن إضافتها لتحسين الاستجابات السابقة.

إجراءات البحث:

أولاً: إعداد المواد والأدوات (دليل معلم وكُتيب التلميذ واختبار التفكير المتشعب):

دليل معلم: تم إعداد الدليل الخاص بتدريس بعض دروس وحدة (الهندسة والقياس) ليعطي المعلم بعض الأفكار الجديدة والتوجيهات والإرشادات التي تساعده على تدريس بعض موضوعات الوحدة المختارة باستخدام مدخل (STEAM)، وليتم توظيف الطريقة المختارة للتدريس بشكل جيد داخل الصف من أجل تحقيق الأهداف المرجوة من بعض دروس الوحدة. فيما احتوي الدليل في صورته النهائية على: مقدمة، توجيهات عامة للمعلم، إجراءات الوحدة، الخطة الزمنية لتنفيذ الدليل:

كُتيب التلميذ: ويتكون من أوراق عمل للتلاميذ، بحيث تحتوي كل ورقة عمل على تدريبات على كل درس من دروس مدخل (STEAM)، وقد تم عرض الكُتيب على مجموعة من السادة المحكمين وفي ضوء ملاحظاتهم تم إخراجه بصورته النهائية.

إعداد اختبار التفكير المتشعب:

- هدف الاختبار إلى قياس مهارات التفكير المتشعب لدي تلاميذ الصف الأول الإعدادي.
- اقتصر الاختبار على أربع مهارات للتفكير المتشعب وهي: (التفكير الطلق، التفكير المرن، التفكير الأصيل، التفكير الموسع).
- تحدد نوع الاختبار في ضوء طبيعة الموضوع وأهدافه، وخصائص المتعلمين.
- إعداد جدول المواصفات للاختبار.
- تم التأكد من صدق الاختبار، وذلك بعرضه في صورته الأولية على مجموعة من السادة المحكمين، وفي ضوء ملاحظات السادة المحكمين تم تعديل صياغة بعض الأسئلة، ومن ثم اعتماد الاختبار في صورته النهائية، وبذلك أصبح الاختبار في صورته النهائية مكوناً من (٢٠) سؤالاً.

ثانياً: إجراء التجربة الاستطلاعية والأساسية للبحث:

- تم تطبيق الاختبار في صورته الأولية على عينة استطلاعية مكونة من (٣٠) تلميذاً من تلاميذ الصف الأول الإعدادي بمدرسة الحليلة الإعدادية المشتركة، خارج عينة البحث.

- تم حساب زمن تطبيق الاختبار لكل فرد من أفراد العينة الاستطلاعية ووجد أنه = ٧٥ دقيقة في المتوسط، كما تم إضافة (٥) دقائق لقراءة تعليماته، ليصبح الزمن الكلي للاختبار (٨٠) دقيقة.
- اتضح أن جميع الأسئلة تقع في المدى المقبول لمعاملات الصعوبة حيث تراوحت القيم بين (٠.٢٠-٠.٦٠) وهي قيم مقبولة. وأن جميع الأسئلة كان معامل التمييز لها مقبولاً، حيث تراوحت القيم بين (٠.٢٥-٠.٦٢) وهي قيم مقبولة.
- تم حساب معامل الارتباط بين النصفين بمعادلة (بيرسون) فكان (٠.٩٢٧) بعد ذلك طبقت معادلة (سبيرمان- براون) فكان الثبات (٠.٩٦٢). وبعد التأكد من حساب الصدق والثبات تم إعداد اختبار التفكير المتشعب بالشكل النهائي.
- تم استخدام المنهج (شبه) التجريبي نظراً لملاءمته لطبيعة المشكلة، ثم تم إخضاع المتغير المستقل (مدخل STEAM) للتجربة وقياس أثره على المتغير التابع وهو (مهارات التفكير المتشعب) لدي تلاميذ المجموعة التجريبية للصف الأول الإعدادي
- تم اختيار مدرسة الحليلة الإعدادية المشتركة من مدارس مديرية التربية والتعليم بالأقصر، وقد اشتملت مجموعة البحث على (٦٢) تلميذاً من تلاميذ الصف الأول الإعدادي للعام الدراسي (٢٠٢٢/٢٠٢٣) في الفصل الدراسي الثاني، حيث تم تقسيم المجموعة إلى مجموعتين تجريبية وعددها (٣١) تلميذاً درسوا باستخدام مدخل (STEAM)، وضابطة وعددها (٣١) تلميذاً درسوا بالطريقة الاعتيادية، وذلك بعد التأكد من تكافؤ تلاميذ المجموعتين في العمر الزمني، ومستوي اختبار التفكير المتشعب قبل التجربة.
- تم تطبيق أداتي البحث قبلياً علي تلاميذ المجموعتين (التجريبية والضابطة)، وذلك للتحقق من تكافؤهما في التفكير المتشعب، وذلك بمقارنة متوسطات درجاتهم في التطبيق القبلي للاختبار، وبعد التطبيق فقد تم تصحيح الدرجات التي حصل عليها التلاميذ ورصدها، وإيجاد الفرق بين متوسطي درجات المجموعتين "التجريبية- والضابطة" عن طريق اختبار "ت" T-test لعينتين مستقلتين والكشف عن الدلالة الإحصائية لقيمتها.
- تم تدريس بعض دروس وحدة "الهندسة والقياس" لتلاميذ المجموعة التجريبية باستخدام مدخل (STEAM)، في حين تم تدريس نفس المحتوي لتلاميذ المجموعة الضابطة بالطريقة المعتادة، وتم الالتزام بالخطة الزمنية المقررة من قبل وزارة التربية والتعليم لتدريس هذه الوحدة، كما هو الحال

بالنسبة للمجموعة الضابطة، وتم الانتهاء من التدريس في الخطة الزمنية المقررة.

- تم تطبيق اختبار التفكير المتشعب بعدياً على تلاميذ المجموعتين (التجريبية والضابطة).

نتائج البحث وتفسيرها:

للتأكد من صحة الفرض الذي ينص علي:" يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والمجوعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التفكير المتشعب لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية". تم استخدام اختبار (ت) لحساب دلالة الفرق بين متوسطي درجات التلاميذ في المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار، وكانت النتائج كما في جدول (١):

جدول (١)

نتائج اختبار (ت) في التطبيق البعدي لاختبار التفكير المتشعب

المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت) المحسوبة	التعليق	مربع ايتا	حجم التأثير
التجريبية	٣١	٣١.٣٢٢	٦.٥٠٢	٦.٠٢١	دالة	٠.٣٧٦	١.٥٥٤
الضابطة	٣١	٢٢.٠٦٤	٥.٣٥١				

ويتضح من جدول (١) وجود فرق دال إحصائياً عند مستوي ($\alpha \leq$ ٠.٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية والضابطة في اختبار التفكير المتشعب، وقيمته (٦.٠٢١) وهي قيمة دالة عند مستوي ($\alpha \leq$ ٠.٠٥). كما يتضح من جدول (١) أن متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية (٣١.٣٢٢) أكبر من متوسط درجات تلاميذ المجموعة الضابطة (٢٢.٠٦٤)، وبذلك يظهر أن هناك تفوقاً ملموساً في الأداء البعدي لصالح المجموعة التجريبية، ويمكن أن يفسر ذلك بتأثر التلاميذ بالمتغير التجريبي (مدخل STEAM)، حيث أن مدخل STEAM يؤدي إلي تحسن في مستوي التفكير بشكل عام، والتفكير المتشعب بشكل خاص؛ لأنه يحثنا علي ممارسة التفكير، بل والتوسع في أفكارنا وتنظيمها، حيث يهيئ لنا المواقف التي يجب أن نفكر فيها، وأن تكون حصيلة هذا التفكير آراء وأفكار لها مغزاها وجدواها. وجدول (٢) يوضح نتائج المتوسطات، والانحرافات المعيارية، وقيم (ت)، ودلالتها الإحصائية في التطبيق البعدي لاختبار التفكير المتشعب ككل والمهارات الفرعية له:

جدول (٢)
نتائج اختبار (ت) في التطبيق البعدي لاختبار التفكير المتشعب ككل ومهاراته الفرعية

المهارة	المجموعة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	التعليق
التفكير الطلق	التجريبية	٧.٢٩٠	٢.١٢٨	٤.١٩٤	دالة
	الضابطة	٥.١٦١	١.٧٨٨		
التفكير المرن	التجريبية	٧.٩٦٧	٢.١٧٧	٤.٣٣٦	دالة
	الضابطة	٥.٧٧٤	١.٧٩٠		
التفكير الأصيل	التجريبية	٧.١٦١	١.٩٣٦	٣.٧٢١	دالة
	الضابطة	٥.٣٥٤	١.٨٢٣		
التفكير الموسع	التجريبية	٨.٩٠٣	٢.٠٢١	٥.١٣٥	دالة
	الضابطة	٥.٩٦٦	٢.٣٩٢		
مهارات التفكير المتشعب ككل	التجريبية	٣١.٣٢٢	٦.٥٠٢	٦.٠٢١	دالة
	الضابطة	٢٢.٠٦٤	٥.٣٥١		

وباستقراء النتائج الواردة في جدول (٢) يتضح ما يأتي:

- قيمة (ت) تساوي (٤.١٩٤)، وهي قيمة دالة إحصائياً عند مستوي الدلالة ($\alpha \leq$ ٠.٠٥)، حيث بلغ متوسط المجموعة التجريبية (٧.٢٩٠)، ومتوسط المجموعة الضابطة (٥.١٦١)، مما يدل على أن الفرق بين المجموعتين لصالح المجموعة التجريبية، وقد يرجع سبب ذلك إلى أن التدريس باستخدام مدخل STEAM يساعد في تنمية مهارة التفكير الطلق، من خلال اكتساب التلاميذ مهارة إنتاج أكبر ما يمكن من البدائل والأفكار وحلول المشكلات أثناء التعامل مع المدخل، مما يساعد علي تنمية مهارة التفكير الطلق.
- قيمة (ت) تساوي (٤.٣٣٦)، وهي قيمة دالة إحصائياً عند مستوي الدلالة ($\alpha \leq$ ٠.٠٥)، حيث بلغ متوسط المجموعة التجريبية (٧.٩٦٧)، ومتوسط المجموعة الضابطة (٥.٧٧٤)، مما يدل على أن الفرق بين المجموعتين لصالح المجموعة التجريبية، وقد يرجع سبب ذلك إلي أن التدريس باستخدام مدخل STEAM يساعد في توليد المزيد من الأفكار التي تنساب لدي التلاميذ بحرية، والذي يساعد علي التفكير بطرق مختلفة ورؤية المشكلة من زوايا متعددة، وتقديم أفكار ذات قيمة، وهذا ما يمثل مهارة التفكير المرن.
- قيمة (ت) تساوي (٣.٧٢١)، وهي قيمة دالة إحصائياً عند مستوي الدلالة ($\alpha \leq$ ٠.٠٥)، حيث بلغ متوسط المجموعة التجريبية (٧.١٦١)، ومتوسط المجموعة الضابطة (٥.٣٥٤)، مما يدل علي أن الفرق بين المجموعتين لصالح المجموعة التجريبية، وقد يرجع سبب ذلك إلي أن التدريس باستخدام مدخل STEAM يساهم في تكوين أفكار غير معتادة ذات نمط فريد،

والتفكير بطرق استثنائية خارجة عن المألوف، وإدراك ومعالجة المعلومات بطرق متنوعة، وهذا ما يتفق مع مهارة التفكير الأصيل.

- قيمة (ت) تساوي (٥.١٣٥)، وهي قيمة دالة إحصائياً عند مستوي الدلالة ($\alpha \leq$ ٠.٠٥)، حيث بلغ متوسط المجموعة التجريبية (٨.٩٠٣)، ومتوسط المجموعة الضابطة (٥.٩٦٦) مما يدل على أن الفرق بين المجموعتين لصالح المجموعة التجريبية، وقد يرجع سبب ذلك إلي أن التدريس باستخدام مدخل STEAM يساعد علي إضافة عناصر أو تفاصيل جديدة متنوعة للفكرة من شأنها أن تساعد في حل المشكلة، وبذلك تكون الإجابة أكثر عمقاً وتوسعاً، وهذا ما يتفق مع مهارة التفكير الموسع. ولتقدير حجم التأثير تم حساب مربع (إيتا) كما يوضح ذلك جدول (٣):

جدول (٣)

قيمة (η^2) وقيمة (d) في التطبيق البعدي لاختبار التفكير المتشعب بمهاراته المختلفة

المهارة	قيمة (ت)	قيمة (η^2)	قيمة (d)	حجم التأثير
التفكير الطلق	٤.١٩٤	٠.٢٢٦	١.٠٨٢	كبير
التفكير المرن	٤.٣٣٦	٠.٢٣٨	١.١١٩	كبير
التفكير الأصيل	٣.٧٢١	٠.١٨٧	٠.٩٦٠	كبير
التفكير الموسع	٥.١٣٥	٠.٣٠٥	١.٣٢٥	كبير
اختبار التفكير المتشعب ككل	٦.٠٢١	٠.٣٧٦	١.٥٥٤	كبير

يتضح من جدول (٣) أن حجم التأثير كان كبيراً في جميع مهارات التفكير المتشعب، وفي الاختبار ككل حيث بلغت قيمته (١.٥٥٤)، وهي قيمة تدل على أثر كبير لمدخل STEAM في تنمية مهارات التفكير المتشعب ككل. وبهذا فقد تمت الإجابة عن السؤال الذي نصه" ما أثر مدخل STEAM على تنمية مهارات التفكير المتشعب لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية؟ " .

توصيات البحث: في ضوء النتائج التي توصل إليها البحث توصي الباحثة:

١- قيام وزارة التربية والتعليم بعقد دورات تدريبية لمعلمي الرياضيات في المراحل المختلفة حول التدريس باستخدام مدخل STEAM.

٢- تدريب معلمي الرياضيات على التدريس باستخدام مدخل STEAM التكاملي، وغيرها من المداخل التكاملية.

٣- إعادة صياغة موضوعات كتاب الرياضيات لتلاميذ الصف الأول الإعدادي، بحيث يضم أنشطة في مدخل STEAM تساعد علي تنمية مهارات التفكير المتشعب لدي التلاميذ.

بحوث مقترحة: في ضوء نتائج البحث، فإن الباحثة تقترح:

١. إجراء دراسة لمعرفة أثر استخدام مدخل STEAM التكاملي على توجهات التلاميذ المستقبلية وميولهم للرياضيات.

٢. إجراء دراسة لمعرفة فاعلية برنامج مقترح قائم على مدخل STEAM التكاملي في تنمية المهارات الحياتية لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية.
٣. إجراء دراسة لمعرفة أثر مدخل STEAM التكاملي على التحصيل وتنمية التفكير الابتكاري في الرياضيات لدي تلاميذ المرحلة الابتدائية.
٤. إجراء دراسة لمعرفة فاعلية برنامج مقترح للتنمية المهنية لمعلمي الرياضيات في ضوء مدخل STEAM التكاملي.

المراجع:

أولاً: المراجع باللغة العربية:

ابتسام عز الدين عبد الفتاح (٢٠١٦): فاعلية استخدام استراتيجية الخرائط الذهنية لتدريس الرياضيات في تنمية مهارات التفكير المتشعب لدي تلاميذ المرحلة الابتدائية. **مجلة تربويات الرياضيات**، مصر، ١٩(٢)، يناير، ١٤٧- ١٩٣.

أحمد زارع أحمد (٢٠١٢): برنامج تدريبي مقترح في إكساب معلمي الدراسات الاجتماعية مهارات استخدام استراتيجيات التعلم المنظم ذاتياً وأثره على التحصيل وتنمية مهارات التفكير المتشعب لدى تلاميذهم. **مجلة كلية التربية بأسيوط**، ٢٨(٢)، أبريل

أسماء سامي السروجي (٢٠١٨): فاعلية استخدام استراتيجيات التفكير المتشعب في تنمية حل المشكلات الرياضية الحياتية والاتجاه نحو المادة لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية. **المؤتمر العلمي السنوي السادس عشر: تطوير تعليم وتعلم الرياضيات لتحقيق ثقافة الجودة**، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٥٦١- ٥٦٩.

أيمن مصطفي عبد القادر (٢٠١٧): تصور مقترح لحزمة من البرامج التدريبية اللازمة لتطبيق مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEAM) في ضوء الاحتياجات التدريبية لمعلمي المرحلة الثانوية. **المجلة الدولية التربوية المتخصصة**، ٦(٦)، يونيو، ١٦٧-١٨٤.

تغريد عبد الله عمران (٢٠٠٢): فاعلية التدريس باستخدام بعض استراتيجيات التفكير المتشعب في تنمية مستويات أداء تلميذات المرحلة الإعدادية واتجاهاتهن نحو مادة التربية الأسرية. **المؤتمر العلمي الرابع عشر: مناهج التعليم في ضوء مفهوم الأداء**، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، كلية التربية، جامعة عين شمس، المجلد٢، يوليو، ٤٩٩- ٥٦٠.

خالد إبراهيم الدغيم (٢٠١٧): البنية المعرفية للطالب المعلم تخصص علوم فيما يتعلق بمجالات توجه STEAM (العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات) وتعليم العلوم. **دراسات في المناهج وطرق التدريس**، ٢٢٦، سبتمبر، ٨٦- ١٢١.

داليا الهادي الحديدي (٢٠٢٠): فعالية استراتيجيات التفكير المتشعب في تنمية التفكير الاحتمالي لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية. **مجلة كلية التربية بالمنصورة**. ١٠٩(٥)، يناير.

رمضان مسعد بدوي (٢٠١٩): **استراتيجيات في تعليم وتقويم تعلم الرياضيات**. الطبعة الثانية. عمان: دار الفكر للنشر والتوزيع.

ريم أحمد عبد العظيم (٢٠٠٩): فاعلية برنامج قائم على استراتيجيات التفكير المتشعب في تنمية مهارات الكتابة الإبداعية وبعض عادات العقل لدي تلاميذ المرحلة الاعدادية. **مجلة القراءة والمعرفة**، كلية التربية، جامعة عين شمس، العدد٩٤، ٣٣- ١١٢.

سهام السيد مراد (٢٠١٤): تصور مقترح لبرنامج تدريبي لتنمية مهارات التدريس لدي معلمات الفيزياء بالمرحلة الثانوية في ضوء مبادئ ومتطلبات التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEAM) بمدينة حائل بالمملكة العربية السعودية. **دراسات عربية في التربية وعلم النفس**، (٦٥)، ١٧ - ٥٠.

سوسن عبد الحميد كوسه (٢٠١٩): الكفايات التدريسية لدي معلمات الرياضيات بمكة المكرمة في ضوء مدخل ستيم. **مجلة تربويات الرياضيات**، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٢٢(٣)، ٣٧- ٦٩.

شيماء عبد السلام سليم (٢٠١٧): استخدام أنشطة STEAM وفق الصفوف المقلوبة في العلوم لتنمية مهارات التفكير الأساسية والقيم العليمة لتلاميذ المرحلة الإعدادية. **المجلة المصرية للتربية العلمية**، ٢٠(١٠)، أكتوبر، ١٢٧-١٦٠.

صلاح أحمد الناقة، سلوى خليل شيخة (٢٠٢١): تحليل محتوي كتب العلوم والحياة للصف الثالث الأساسي في فلسطين في ضوء مهارات التفكير المتشعب. **مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية**، غزة، فلسطين، ٣٠(٣)، نوفمبر، ٩٣- ١١٨.

علي عبد المحسن الحديبي (٢٠١٢): فاعلية استراتيجيات التفكير المتشعب في تنمية المفاهيم البلاغية والاتجاه نحو البلاغة لدي متعلمي اللغة العربية الناطقين بلغات أخري. **مجلة العربية للناطقين بغيرها**، الخرطوم، جامعة إفريقيا العالمية، معهد اللغة العربية، العدد ١٤.

عماد شوقي سيفين (٢٠١٣): **تعلم كيف تتعلم، رؤية تربوية بين التنظير والتجريب**. القاهرة: عالم الكتب للنشر والتوزيع.

عماد شوقي سيفين (٢٠١٧): **منظومة التعليم: بين المعرفة وما وراء المعرفة**. القاهرة: عالم الكتب.

عمرو صالح عبد الفتاح (٢٠٠٩): **"أثر برنامج إثرائي قائم على أسلوب حل المشكلات باستخدام الكمبيوتر في تدريس الأحياء على اكتساب مهارات حل المشكلات والتحصيل المعرفي والتفكير المتشعب لدي طلاب الصف الأول الثانوي للمتفوقين"**. رسالة دكتوراه، كلية التربية، جامعة المنيا.

كمال محمد خليل (٢٠٠٧): **مهارات التفكير التباعدي**. الأردن، عمان: دار المناهج للنشر.

مجدي سعيد عقل، محمد نعيم أبو سكران (٢٠٢٠): تطوير نموذج تعليمي قائم علي أنشطة (STEAM) لإنتاج المشاريع التعليمية الإبداعية. **المؤتمر التربوي الثامن: اتجاهات حديثة في تطوير التعليم، الجامعة الإسلامية**، غزة، فلسطين.

مرفت محمد كمال (٢٠٠٨): أثر استخدام استراتيجيات التفكير المتشعب في تنمية القدرة على حل المشكلات الرياضية والاتجاه نحو الرياضيات لدي تلاميذ المرحلة الابتدائية مختلفي المستويات التحصيلية. **مجلة تربويات الرياضيات**، كلية التربية، جامعة بنها، ج ١١.

نايف عضيب العتيبي (٢٠٢٠): مهارات التفكير المتشعب وعلاقتها بالمكونات المعرفية للتعلم المستقل في منهج الفقه لدي طلاب المرحلة المتوسطة. **مجلة جامعة شقراء**، المملكة العربية السعودية، العدد ١٤، سبتمبر، ١٤٥- ١٨٢.

ثانياً: المراجع باللغة الأجنبية:

Altan, E., Ozturk, N. & Turkoglu, A. (2019): Socio-Scientific Issues as a Context for STEM Education: A Case Study Research with Pre-Service Science Teachers. **European Journal of Educational Research**, 7(4), 805- 812.

Sharkawy, A., Barlex, D., Welch, M., McDuff, J., & Craig, N. (2009): Adapting a Curriculum Unit to Facilitate Interaction Between Technology, Mathematics, and Science in the Elementary Classroom: Identifying Relevant Criteria. **Design and Technology Education**, 14(1).

Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current Perceptions. **Technology and Engineering Teacher**, 70(6) 5-9.

Bybee, W. (2013): **Case for STEM Education: Challenge and Opportunities**. Arlington: NSTA.

Chonkaew, p., Sukhummek, B. & Faikhamta, C. (2016): Development of analytical thinking ability and attitudes towards science Learning of grade – 11 students through science technology engineering and mathematics (STEAM Education) In the study of stoichiometry. **Chemistry Education Research and Practice in Europe**, 17(4), 842-861.

Cinar, c., Pirasa, N. & Sadoglu, G. (2016): Views of Science and Mathematics Pre-service Teachers Regarding STEAM. **Universal Journal of Educational Research,** 4(6), 1479-1487.

Dugger, W. (2013): Evaluation of STEM Education in the united State. **International Technology and Engineering Educators Association**, 2(9), 130- 142.

Ergun, A., Kulekci, E. (2019): The Effect of Problem Based STEM Education on the Perception of 5th Grade Students of Engineering, Engineers and Technology, **Pedagogical Research**, 4(3), 1- 15.

Gonzalez, B., Kuenzi, J. (2012): Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education: A primer. **CRS Report for Congress Prepared for Member and Committees of Congress**. 1-38.

Honey, M., Pearson, G. & Schweingruber, H. (2014): STEAM integration in K-12 education: **status, Prospects, and an agenda for research**, Washington, DC: Natl. Acad. Press.

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

Kermani, H., Aldemir, J. (2018): Exploring the Impact of A STEM Integration Teacher Professional Development Program on Early Childhood Teacher's Pedagogical Beliefs. **Paper presented at the International Association for Development of the Information Society (IADIS) International Conference on Cognition and Exploratory Learning in the Digital Age (CELDA) 15th**, International Association for Development of the Information Society, Budapest, Hungary, Oct 21-23, 321- 324.

Kertil, M., Gurel, C. (2016): Mathematical Modeling: A Bridge to STEM Education. **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology**, 4(1), 44- 55.

Kubat, U. (2018): The integration of STEM into science classes. **World Journal on Educational Technology: Current Issues**, 10(3), 165- 173.

Kubat, U., Guray, E. (2018): To STEM or not to STEM? That is not the question, **Cypriot Journal of Educational Science**, 13(3).

Kwon, O., Jung, P. & Jee, P. (2006): Cultivating Divergent Thinking in Mathematics through an Open-Ended Approach. **Education Research Institute**, Seoul National University, 7 (1), 51-61.

Nadelson, S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M. & Pfiester, J. (2013): Teacher STEM Perception and Preparation: Inquiry-Based STEM Professional Development for Elementary Teacher. **Journal of Education Research**.106 (2), 157-168.

Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P. & Depaepe, F. (2018): Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. **European Journal of STEM Education**, 3(1), 1-12.