برنامج قائم على مدخل STEM لتنمية التفكير الإبداعى لطلاب المرحلة الثانوية.

إيمان فكري علي فرغلي

(باحثة دكتوراه تخصص المناهج وطرق تدريس العلوم

وباحثة شئون تعليم أول – جامعة السويس)

effa1@adm.suezuni.edu.eg

أ.د/ أبو هاشم عبدالعزيز سليم(رحمه الله)

أستاذ المناهج وطرق تدريس الرياضيات

المتفرغ – كلية التربية – جامعة السويس.

أ.م.د نجوي نور الدين عبدالعزيز

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد

المتفرغ– كلية التربية – جامعة السويس.

د/ هدي عبد الحافظ حموده

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المتفرغ–

كلية التربية – جامعة السويس.

د/ دعاء حسن محمد

مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم

كلية التربية – جامعة السويس.

المستخلص

هدف البحث الحالي إلي التعرف علي فاعلية برنامج قائم علي مدخل STEM لتنمية مهارات التفكير الإبداعي لطلاب المرحلة الثانوية، تم استخدام المنهج التجريبي من خلال التصميم الشبه تجريبي ذو المجموعة الواحدة، وقد تكونت عينة البحث من (35) طالباً وطالبةً، من الصف الأول الثانوي بمدرسة "أحمد طه حسين الثانوية المشتركة" بمحافظة أسوان، وتم إعداد مواد البحث: البرنامج القائم على STEM، ويتضمن: قائمة التفكير الإبداعى، وكتاب الطالب، وبطاقات المشروعاتCAPSTON، ودليل المعلم، وكذلك أدوات القياس، والتي تمثلت في: اختبار مهارات التفكير الإبداعي؛ وتوصلت النتائج إلي وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير الإبداعي لصالح التطبيق البعدي عند مستوي دلالة (0.01)، وفي ضوء هذه النتائج، تم التوصل إلي مجموعة من التوصيات أهمها: تدريب معلمي العلوم علي توظيف المداخل والاستراتيجيات التعليمية الحديثة المعتمدة على STEM، وإدراج أنشطة ومشروعات تعليمية تفاعلية تعزز قدرة الطلاب علي حل المشكلات، واستخدام التفكير الإبداعي والعمل الجماعي؛ لتعزيز جودة العملية التعليمية.

الكلمات المفتاحية: مدخل STEM – التفكير الإبداعي – طلاب المرحلة الثانوية.

Abstract

The current research aims to investigate the effectiveness of a program based on the STEM approach in developing scientific practices among secondary school students, The experimental method was employed using a quasi-experimental design with a single group, The research sample consisted of 35 male and female first-year secondary students from Ahmed Taha Hussein Joint Secondary School in Aswan Governorate, The program and assessment tools were developed, including: a test of creative thinking practices, The results revealed a statistically significant difference between the mean scores of the experimental group students in the pre- and post-administration of the creative thinking practices test, in favor of the post-administration level of(0.01).In light of these results, the researcher recommends training science teachers to use various educational programs based on modern strategies and approaches, Incorporating educational project activities that enhance student's ability to solve problems and use creative and collaborative thinking.

Key words: STEM approach - creative thinking - high school students.

مُقدّمة:

إن إعداد الأجيال القادرة على مواكبة الأحداث المعرفية المُتلاحقة والتقدم التكنولوجي والثورة المعلوماتية الهائلة في جميع المجالات وخاصةً العلمية، أصبح هدفاً إستراتيجياً للتربية الحديثة، حيث إن تقدم الأمم ورقيها يعتمد علي ما تأخذ به من مداخل وطرائق علمية في تربية أبنائها دعماً لتحسين جودة التعليم والتعلم؛ لضمان التطور المعرفي الفعال الذي يسمح لهم بإستخدام أقصي طاقاتهم العقلية والذهنية وتطوير فهمهم للعلم والممارسات العلمية وكذلك تأهيلهم للمساهمة في التنمية المستدامة.

ويُعتبر تعليم التفكير فى القرن الحادى والعشرين شعاراً تنادى به كل المُنظمات التربوية فى العالم، انطلاقاً من تحسين مستوى التحصيل الدراسى للطلاب فى ضوء التعلم من أجل التفكير ومهاراته، والذى ينعكس على التعامل بفاعلية مع المعلومات؛ لذا كان الاهتمام بتنمية مهارات التفكير التى تسهم فى تنمية المجتمعات والعمل على تطويرها وتقدمها؛ لتحويل محور العملية التعلمية من الاهتمام بالمنهج الدراسى، وما يحتويه من مواد ومقررات علمية إلى التركيز على الطلاب، كما أشار تورنس إلى أنه" لايوجد شئ يمكن أن يسهم فى رفع مستوى رفاهية الشعوب وتقدمها وتطورها أكثر من رفع مستوى الإنجاز الإبداعى لدى الأمم والمجتمعات".(العوض، 2021، 16)*

ويتفق خبراء التربية على أن التفكير يمكن تنميته من خلال توظيف المحتوى التعليمى بفاعلية، ولكى تسهم المناهج الدراسية فى تنمية التفكير؛ ينبغى أن يُصمم ويقدم المحتوى للطلاب بطريقة تسمح بالبحث والتحرى عن المعلومات واكتشافها، وإنطلاق أفكار الطلاب دون تقيِد، وإثارة دافعيتهم نحو التفاعل مع عمليات التعليم والتفكير.

ويعد التفكير الإبداعي إحدي مهارات القرن الحادي والعشرين، التى يجب أن يتمتع بها الطلاب، وهي من المهارات الأربعة المسماه 4C (الاتصال، والتعاون، والتفكير النقدي، والتفكير الإبداعي)؛ لذا كان الاهتمام والعمل على تنميته كأحد أهم مهارات التفكير التي تسهم في تطور المجتمعات وتقدمها، وكذلك تحويل محور العملية التعلمية من الاهتمام بالمنهج الدراسي، وما يحتويه من مادة علمية إلي التركيز علي الطلاب ورفع مستوي الإنجاز الإبداعي لديهم لمواجهة تحديات المستقبل. (سعادة، 2021، 154)

ويتطلب تنمية التفكير الإبداعى للطلاب نوعاً خاصة من الممارسات العلمية فى تقديم المحتوى وتنظيمه، وتطبيق استراتيجيات حديثة تواكب مستجدات العصر، مما يساعد فى حل المشكلات بطرق مبتكرة وغير تقليدية، وتقديم المفاهيم بعمق؛ من خلال التفكير فى زوايا غير متوقعة وجديدة، مما ينتج أفراد مؤهلين يتميزون بالأفكار الغير تقليدية، والثقة بالنفس، والاستقلالية الفكرية، والقدرة على التعبير الذاتى، وتمكينهم من مواجهة تحديات المستقبل. (Craft, 2023, 42; Robinson, 2011, 60)

(*)اتبعت الباحثة توثيق المراجع وفقًا لدليل جمعية علم النفس الأمريكية الإصدار السابع.

ويحتاج تنمية التفكير الإبداعي لدي الطلاب المدخل العملي، وذلك لأنه يصقل شخصيتهم، وينمي تفكيرهم ويرتقي بالمواد التعليمية من مرحلة الحفظ والتلقين إلي التطبيق العملي، وهذا ما يتفق مع الإتجاه الحديث لعلوم الجيل القادم، والاتجاهات العالمية الحديثة في تصميم المناهج، ويعد مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Science, Technology, Engineering and Mathematics)، وهو ما يُطلق عليه مدخل (STEM)، أمن أهم المداخل التي تركز علي إستخدام الأساليب التي يستند عليها البحث العلمي من خلال تطبيق الأنشطة العملية التطبيقية، وأنشطة التكنولوجيا الرقمية، والأنشطة المتمركزة حول الخبرة الذاتية عن طريق الاكتشاف والتقصي،وحل المشكلات.

(Locke, 2015, 33; Ntemngwa, 2018, 26 ؛96 ،2021 ،كامل)

ويعتبر مدخل STEM توجيه لمعرفة دور الإبتكار التعليمي في البيئات التعليمية المتكاملة، فهو ليس مجرد تعلم للعلوم والرياضيات والتكنولوجيا فقط، بل يشمل إشتراك الطلاب في أنشطة تكاملية؛ مما يؤدي إلي فهم أعمق لمفاهيم العلوم والنمو(معرفيا ومهاريا ووجدانيا) وزيادة التحصيل لديهم، مع ربط الفهم العلمي للطلاب بالمهارات التطبيقية، وذلك مقارنة بأقرانهم في مسار غير تكاملي، كما تُعزز النشاطات اليدوية التشاركية قدرة الطلاب علي التصميم والبناء و التواصل والعمل الجماعي، ويعد تضمين مدخل "STEM " في مناهج العلوم أحد أهم المداخل لتعزيز ذلك. وهذا ما أكدته عديد من الدراسات مثل:

(Banks&Barlex, 2020; Davis& Forbes, 2021; 2021 ،عبدالحفيظ&غانم ؛2020 ،غانم ؛Khine, 2022; 2023 ،عبد الحميد)

ولقد حدد هوني (Honey et al., 2014, 65) آليات لتنفيذ مدخل STEM في التعليم، وهي: استخدام مشكلات حياتية حقيقية، تطبيق التعلم القائم علي المشاريع، والتركيز علي حل المشكلات، دمج التخصصات العلمية والتقنية والهندسية في وحدة دراسية واحدة، تشكيل فرق من المعلمين من تخصصات مختلفة لتخطيط وتنفيذ أنشطة STEM، وإجراء التعديلات المطلوبة في بيئة التعلم، وعليه كان من الضرورى تطبيق مناهج STEM؛ لتحفيز فضول الطلاب للاكتشاف والاستقصاء العلمى ورفع مستوى ثقافتهم العلمية بمفاهيم العلوم من خلال توضيفها فى حل المشكلات الحياتية، وتحسين قدرتهم التكنولوجية الرقمية بتوضيفها فى بيئة تعلمهم. (Kennedy, Odell, 2014)

مشكلة البحث:

نبع الاحساس لدي الباحثة بمشكلة البحث، من خلال المصادر التالية:

أ- الواقع التربوي الحالي: في ضوء المستجدات والاتجاهات الحالية بتغيير المناهج في مختلف المراحل الدراسية وخاصاً المرحلة الثانوية، فقد تم إستحداث منهج "العلوم المتكاملة" للصف الأول الثانوي للعام الدراسي 2024-2025م، من قِبَلْ وزارة التربية والتعليم استجابه للحاجة المتزايدة إلى تعليم الطلاب، كيف يفكر في

العالم من حولهم بشكل شامل ومتكامل، حيثُ تم ربط مختلف فروع العلوم (الفيزياء، الكيمياء، علوم الحياة، علوم الأرض والفضاء).

ب–الدراسة الاستكشافية: تم إعداد إستبيان مكون من (20) سؤالاً لاستطلاع آراء معلمي وموجهي الفيزياء والكيمياء والرياضيات بالمرحلة الثانوية، بمدرسة أحمد طة حسين المشتركة الثانوية بمحافظة أسوان، ومن خلال تحليل إجاباتهم علي بنود أسئلة الاستبيان والتعرف علي آرائهم، كانت أهم النتائج التي تم التوصل إليها هي: (75%) من المعلمين، لم ينفذوا الأهداف التدريسية لعدم إلمامهم بها، وبأنواعها والخلط بين مستويات بلوم المعرفية، فلا تتوافر أهداف خاصة بتنمية الإبداع والتصاميم والتجريب العملي، وكذلك (95%) أكدوا أنه برغم أهداف المنهج الحديث "العلوم المتكاملة" للعام الدراسي 2024 –2025م؛ تراعي المستحدثات العصرية والمستجدات العلمية والمستقبلية وتواكب التطور السريع والمتلاحق من حيث المحتوي والتنظيم، إلا أنه قلما ما يطبق المعلم طرق ومداخل حديثة في التدريس، تركز علي تكامل وتشابك فروع المعرفة وإثارة التفكير والإبداع، لتربية مستدامة تواجه تحديدات العصر ،أما(90%) من المتخصصين، أكدوا اهتمام الطلاب بالنواحي النظرية دون التطبيقية في المواد العلمية؛ وهذا يقلل دافعية الطلاب نحو تحقيق الأهداف التعليمية في تنمية الجانب الإبداعي لهم.

جـ–الدراسات والبحوث السابقة: باستقراء الأدبيات والدراسات السابقة، التي تناولت مهارات التفكير الإبداعي، أكد معظمها علي أنه لا يوجد اهتمام كافي بهذه المهارات لدي الطلاب، وأن المعلمين لا ينظرون علي نحو واعٍ إلي المداخل والاستراتيجيات التي يستخدموها لمساعدة الطلاب علي تنميتها، كما أكدت بعض الأدبيات والدراسات، علي أن التفكير الإبداعي ضروري للتعامل مع المشكلات المعقدة وغير الواضح، وتم اقتراح عدة مراحل لتوليد الأفكار وتقييمها وتنفيذها بطرق مبتكرة من خلال بيئة محفزة وتجارب تعليمية، **ومن هذه الدراسات:** (Lucas&Spencer, 2023 ; Brouillette,2022; 2020 ،الخوالدة; 2019 ،عواد؛ Lucas&Claxton, 2019؛ راشد،2015؛ الأغا، 2016؛ Runco, 2o14)

د– توصيات المؤتمرات العلمية، منها:

*(المؤتمر الدولي التاسع للاتحاد العربي للتنمية المستدامة والبيئة، 2019، ديسمبر): **الذي أكد علي**، الاهتمام باستخدام تقنيات حديثة لمواكبة التطور والمستقبل، وتعزيز تحقيق الأهداف واستشراف المستقبل.

*(المؤتمر الدولي الثاني لقضايا التعليم، 2021، نوفمبر): **الذي أكد علي**، الاهتمام بتنمية أنماط التفكير المختلفة، ومنها التفكير الإبداعي، وتبني أساليب التخطيط للمشكلات المستقبلية وحل الأزمات التي تواجه مؤسسات التعليم في المراحل المختلفة، ووضع البرامج المتطورة لمقابلة التخصصات العلمية والمهنية المستقبلية التي تفرضها تحديات الثورة الصناعية.

*(المؤتمر العلمي الدولي الثامن لتطوير التعليم،2023، أكتوبر): الذي أكد علي، تنمية المعارف المتكاملة واكساب الطلاب الخبرات اللازمة بما يتناسب مع متطلبات معلم القرن الحادي والعشرين، ويتطلبه من مهارات لمواكبة التطورات الفكرية، والمعرفية، والتكنولوجية، والصناعية.

وبناءاً علي ما سبق، تحددت مشكلة البحث الحالي في وجود ضعف في مهارات التفكير الإبداعي لطلاب الصف الاول الثانوي؛ لذا حاول البحث الحالي استخدام مداخل حديثة مثل STEM، يساعد علي الإرتقاء بالفكر وإعمال العقل للتفكير والإبداع بشكل كبير، وكذلك إعداد وتأهيل الكوادر البشرية القادرة علي مواجهة تحديات القرن الحادي والعشرين.

أسئلة البحث:

ولتصدي لهذه المشكلة حاول البحث الحالي الإجابة عن السؤال الرئَّيس التالي:

كيف يمكن بناء برنامج قائم على مدخل STEM فى تنمية التفكير الإبداعي لطلاب المرحلة الثانوية؟

ويتفرع من هذا السؤَال الرئَّيس الأسئلة الفرعية التالية: –

1. ما مهارات التفكير الإبداعي المناسبة التي يمكن تنميتها لطلاب المرحلة الثانوية؟
2. ما صورة برنامج قائم على مدخل STEM لتنمية التفكير الإبداعي لطلاب المرحلة الثانوية؟
3. ما فاعلية برنامج قائم على مدخل STEM لتنمية التفكير الإبداعي لطلاب المرحلة الثانوية؟

أهداف البحث:

هدف البحث الحالي إلى الكشف عن:

- فاعلية البرنامج القائم على مدخل STEM في تنمية التفكير الإبداعي لطلاب المرحلة الثانوية.

أهمية البحث:

تنبع أهمية البحث الحالي في الآتي:

1. تقديم برنامج قائم على مدخل STEM يمكن أن يستفيد منه المهتمون والباحثون بالمرحلة الثانوية في تنمية التفكير الإبداعي ومهاراته (الطلاقة– المرونة–الأصالة– حل المشكلات) لدي طلاب الصف الأول الثانوي.
2. تقديم كتاب للطالب ودليل للمعلم لاستخدامهما في التدريس وفق البرنامج المقترح القائم على مدخل STEM لمحاولة التغلب على هذه المشكلة.
3. تقديم بطاقات المشروعات/ التصاميم CAPSTON العملية، لاستخدامهما في التدريس أو البحث العلمي وفق البرنامج المقترح القائم على مدخل STEM في تنمية التفكير الإبداعي لدي طلاب الصف الأول الثانوي.
4. تقديم اختبار لمهارات التفكير الإبداعي يمكن أن يستفيد منه القائمون على المرحلة الثانوية والباحثين في نفس مجال التخصص.

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالي علي:

- مجموعة من طلاب الصف الأول الثانوي وعددهم (35) طالب وطالبةً، بمدرسة أحمد طه حسين الثانوية المشتركة بمحافظة أسوان "مقر الباحثة".
- الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي 2024-2025م.
- وحدتي الديناميكا (الحرارية- المغناطيسية) في حياتنا اليومية المقترحتان، التى تم اختيارهم من وحدات البرنامج، وذلك لملائمة الوحدتان هذا المنهج. حيث تم اشتقاق وحدات البرنامج من المنهج الجديد "العلوم المتكاملة"، للعام الدراسي 2024-2025م الذي تم وضعه من قِبَلَ وزارة التربية والتعليم.
- مهارات التفكير الإبداعي وهي:(الطلاقة- الأصالة- المرونة-الحساسية للمشكلات).

متغيرات البحث:

- المتغير المستقل: البرنامج القائم على مدخل STEM.
- المتغيرات التابعة: التفكير الإبداعي.

منهج البحث:

1- المنهج الوصفي: لإعداد الإطار النظري للبحث وأدواته ومواده وتحليل النتائج وتفسيرها وتقديم المقترحات والتوصيات.

2- المنهج التجريبي: تم استخدام المنهج التجريبي القائم على تصميم المجموعة الواحدة مع القياس (القبلي والبعدي)، حيث يتم تطبيق أدوات البحث على مجموعة البحث قبلياً، ثم تعريضها للمتغير المستقل لفترة من الزمن، ثم إعادة تطبيق الأدوات بعدياً للوقوف على أثر إدخال المتغير المستقل علي المتغير التابع.

مواد البحث وأدواته: (إعداد الباحثة)

أولاً: مواد البحث: البرنامج القائم على مدخل STEM، ويتضمن:

1. قائمة بمهارات التفكير الإبداعي المناسبة لطلاب الصف الأول الثانوي.
2. كتاب الطالب لطلاب الصف الأول الثانوي وفق البرنامج القائم على مدخل STEMلطلاب المرحلة الثانوية.
3. بطاقات المشروعات CAPSTON وفق البرنامج القائم على مدخل STEM.
4. دليل المعلم للصف الأول الثانوي وفق البرنامج القائم على مدخل STEM.

ثانياً: أداة القياس:

- اختبار مهارات التفكير الإبداعي لطلاب الصف الأول الثانوي.

مصطلحات البحث:

- البرنامج القائم على مدخل STEM، ويمكن تعريفه إجرائياً في ضوء أدبيات البحث الحالي **بأنه:**" مجموعة من الأداءات العملية الهادفة المخطط لها؛ في ضوء مدخل ترابطي متكامل يقوم على توظيف فروع المعرفة العلوم(S) والتكنولوجيا (T) والهندسة (E) والرياضيات(M)، ودمجها في سياقات تعليمية واقعية؛ باستخدام الأنشطة والتجارب العلمية والتصاميم/ المشروعات CAPSTON المُتضمنة بوحدتي الديناميكا (الحرارية– المغناطيسية) بمقرر العلوم المتكاملة لطلاب المرحلة الثانوية، من خلال استراتيجيات تدريسية متنوعة لتيسير عملية التعلم، وذلك لتحقيق أهداف تعليمية محددة".
- التفكير الإبداعي، ويمكن تعريفه إجرائياً في ضوء أدبيات البحث الحالي بأنه: "مجموعة من العمليات والمهارات العقلية، التي يتعلمها الطلاب وتجعلهم يفكرون بطريقة غير تقليدية في تقديم حلول للمشكلات في مواقف جديدة مرتبطة بالواقع، وإنتاج أفكار جديدة، وتفسير ما يتعرضون له من مثيرات عند البحث عن إجابة سؤال أو حل لمشكلة أو بناء مفهوم أو التوصل إلي نواتج أصلية لم تكن معروفة له من قبل، وهذه العمليات والمهارات قابلة للتعلم من خلال معالجات تدريسية أدائية وعملية. ويتم قياسه من خلال الدرجة التي يحصل عليها الطلاب في اختبار مهارات التفكير الإبداعي.

الإطار النظري:

أولاً: مدخل STEM.

***مفهوم مدخل STEM:** هناك تعريفات عديدة لمدخل STEM، منها:

▪يعرفه مور وكيللي (Moore & Kelly, 2016, 2)مدخل STEM بأنه: "محاولة الجمع بين بعض مجالات STEM أو جميعها في وحدة واحدة أو درس واحد، بحيث تظهر العلاقات بين الموضوعات المرتبطة بمجالاته والمشكلات التي يواجهها العالم، بهدف تحسين تعلم الطلاب ومهارتهم في حل المشكلات".

▪بينما يعرفه كيللي ونوليس (Kelly& Knowles,2016, 39) بأنه: "منهج تعليمي متعدد التخصصات يكامل بين اثنين أو أكثر من مجالات STEM، بشرط تضمين الممارسات في المحتوي لضمان تعزيز تعلم الطلاب للعلوم بطريقة تكاملية".

▪ويعرف السعيد (2018، 15) مدخل STEM إصطلاحياً: "بأنه مدخل تكاملي متعدد التخصصات يقوم على نظرية التكامل بين المعرفة تبدأ بالتدريب علي البحث والاستقصاء حول المعرفة وتنتهي بعملية تصميم واختراع منتج إبتكاري جديد"

▪بينما يعرف كلاً من محمد، مصطفي (2020، 87) مدخل STEM أنه: " دمج مقصود وهادف ومتكامل لعدة تخصصات وذلك من خلال التركيز الهادف على الطبيعة الترابطية والتكاملية ما بين العلوم والتقنية والهندسة

والرياضيات، حيث تقترن المفاهيم مع بعضها، والهدف من ذلك غرس فهم أعمق لكل موضوع من خلال التركيزعلي المفاهيم والمبادئ، والنظريات، ومع إنتاج محتوي المناهجالتعليمية وأساليب التدريس المستندة علي المشاريع وحل المشكلات في العالم الواقعي".

* مبادئ مدخل STEM: يتضمن مدخل (STEM) مجموعة من المبادئ والتي تم وضعها عند تصميم المناهج، أهمها:

Margot& Kettler, 2019, 25; Thibaut et al., 2018, 237-238; (Bybee, 2013, 37-38; Beers, 2020)

- تكامل التخصصات والمناهج: من خلال أنشطة تعلم تكامل بين مناهج العلوم، والهندسة، والتكنولوجياوالرياضيات بتصميم المشروعات، وتوليد معرفة جديدة.
- التعلم القائم على المشروعات: يقوم الطلاب بتصميم مشروعات ابتكارية عملية في أثناء تعاونهم داخل مجموعات التعلم التعاوني، من خلال نماذج قائمة على تكاملSTEM.
- التعلم القائم على الاستقصاء: حيث يقوم الطلاب بالبحث، والاستقصاء عن المشكلات، والتحديات الكبري، وتعميق الفهم للظواهر، والقضايا البيئية.
- تطبيق عملية التصميم الهندسي: يعتمد على حل المشكلات الواقعية، باستخدام المهارات الرياضية الحسابية؛ لمعرفة أساسيات فروع التصميم الهندسي، ويربط التدريس بواقع الخبرة والإنتاج التكنولوجي، ويساعد التعليم باستخدام القدرات التكنولوجية وبرامج الكمبيوتر المناهج المصممة وفق مدخل (STEM) علي التعليم الإلكتروني، سواء كانت بشكل متزامن أو غير متزامن، أو دمج التعليم الإلكتروني بالتعليم التقليدي.

* **أهداف التعليم بمدخل STEM:**

أشار المجلس الاستشاري القومي للعلوم والتكنولوجيا بالولايات المتحدة إلي أهداف مدخل STEM **في:** (National Science, 2012, 11-12)

1. تحسين جودة التعليم من مرحلة رياض الأطفال KG، وحتي ما بعد المرحلة الثانوية في مجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.
2. تنمية مهارات الإبداع والإبتكار للطلاب؛ مما يساعد علي تنمية مهارات التواصل الجماعي والبحث التعاوني.
3. تعميق المعرفة والثقافة العلمية في مجالات المعرفة المختلفة.
4. تطوير برامج التنمية المهنية لمعلم STEM وتحسين أداءه؛ لتأهيل الأفراد لسوق العمل بتوفير فرص للتعليم والتدريب في مجالات STEM

كما ذكر (Conner ,2013,70) بعض أهداف تعلم مدخلSTEM مثل:

1. التركيز على توظيف الأنشطة العلمية في ضوء المحتوي العلمي التكاملي بين التخصصات الأربعة: العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.
2. التعامل مع المشروعات والتصاميم العملية وما يرتبط بها من ابداعات تكنولوجية وهندسية في تنمية أنماط متعددة من التفكير لدي الطلاب.
3. التواصل الإكتروني مع المتخصصين في مجالات العلوم والهندسة والتكنولوجيا للإستفادة من آرائهم العلمية والتطبيقية.
4. الحرص على ممارسة التقويم المستمر والواقعي القائم علي ملفات الإنجاز الإلكترونية والمشروعات التطبيقية؛ مما يساعد في توفير الفرص لتنمية مهارات وخبرات الطلاب في مجالات مدخل STEM.
5. منح الطلاب فرصاً لمواصلة نموهم المهني بشكل مستمر ومواجه المشكلات الحياتية والعمل على حلها بشكل أفضل.

***مجالات مدخلSTEM في التعليم:** يطبق مدخل STEM في التعليم المعرفة عبر أربع مجالات، وهي:(Vasquez, 2013, 4; Bybee, 2013, 36; Kelly& Knowles,2016, 3)

1. مجال العلوم: المعرفة العلمية واستخدامها في فهم وتفسير العالم الطبيعي من خلال مجالات:(الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، وعلوم الأرض، والفضاء)، القدرة على المشاركة في القرارات التي تؤثر على هذه المجالات.
2. مجال التكنولوجيا: القدرة على استخدام وإدارة وفهم وتقييم التكنولوجيا، بحيث يعرف الطلاب كيفية استخدامتها الجديدة، وفهم تطورها، وتكوين مهارات لازمة لتحليل تأثيرها علينا وعلى العالم. كما يقصد بالتكنولوجيا الابتكارات والمنتجات التي يمكن من خلالها تحسين البيئة بما يتلاءم مع الاحتياجات البشرية المطلوبة.
3. مجال الهندسة: فهم عملية التصميم الهندسي وأهميته في إيجاد التكنولوجيا والابتكارات، لذا لابد أن تكون الدروس قائمة على المشاريع ودمج الموضوعات المتعددة من خلالها؛ لترتبط بحياة الطلاب، وقد يقصد بالهندسة أيضا طريقة حل المشكلات.
4. مجال الرياضيات: قدرة الطلاب على تحليل وإدراك الأفكار بشكل فعال، كما أنه تمثل صياغة وحل المشكلات الرياضية، وقد يقصد بالرياضيات استخدام القوانين والحسابات والتحويلات بين الأنظمة المرافقة لقوانين العلوم.

ثانياً: التفكير الإبداعي:

*مفهوم التفكير الإبداعي ومهاراته:

- يُعرف التفكير لغةً كما ذكر في المعجم الوسيط (1973،698) بأنه: "فكر في الأمر أي إعمال العقل فيه، ورتب بعض ما يعلم ليصل به إلى مجهول، ويقال فكر أي نر في روية، وهو إعمال العقل في مشكلة للتوصل إلي حلها".
- وعرف (الشافعي وآخرون، 2014، 25) التفكير الإبداعي بأنه: نشاط عقلي مركب وهادف، نحو البحث عن حلول أو التوصل إلي نواتج أصيلة لم تكن معروفة مسبقاً، ويتميز بالشمولية، ويضم ثلاث مهارات وهي، مهارة الطلاقة: تنوع الأفكار وإنتاج أكبر عدد من الأفكار التي يمكن إستدعاؤها من قبل الفرد، ومهارة المرونة: قدرة الفرد علي تغيير تفكيرة علي حسب ما يتطلبه المواقف، وتحويل الأفكار وتعديلها إلي أفكار متعددة وذلك حسب متطلبات الموقف، ومهارة الأصالة: استجابة الفرد في أفعاله وأفكاره بطريقة نادرة، والإبتعاد عن المألوف والشائع.
- كما عرف (عبد السلام، 2020، 26) التفكير الإبداعي بأنه: "قدرة الفرد علي الإنتاج الذي يُميز بأكبر قدر من الطلاقة الفكرية، والمرونة التلقائية والأصالة والتداعيات البعيدة، وذلك كاستجابات المشكلة أو موقف مثير" ويشمل علي ثلاث مهارات أساسية، وهي: الطلاقة، المرونة، الأصالة، بالإضافة إلي مهارتين فرعيتين وهما: الحساسية للمشكلات والتفاصيل.
- ويعرف (العبد،2020، 437) مهارات التفكير الإبداعي بأنها: عمليات ذهنية يستخدمها الفرد في المواقف الإبداعية؛ للوصول إلي أداء إبداعي جديد ومختلف، ويضم مهارات: الطلاقة والمرونة والأصالة والحساسية للمشكلات.

***مستويات التفكير الإبداعي:**

ميز الباحثون مجال التفكير إلي مستويين هما: (عزت، 2021، 67-68)

أ- المستوي الأول- مهارات التفكير الأساسية، وتشمل: النشاطات العقلية غير المعقدة التي تتطلب ممارسة المستويات الثلاث الدنيا (المعرفة والاستيعاب والتطبيق).

ب-المستوي الثاني- التفكير المركب: مجموعة من العمليات العقلية المعقدة التي تضم التفكير الناقد والتفكير الإبداعي واتخاذ القرارات والتفكير فوق المعرفي، ويستخدم للاشارة إلى المستويات الثلاث العليا من تصنيف بلوم للأهداف التربوية والتي تضم مهارات التحليل والتركيب والتقويم.

***مراحل التفكير الإبداعي:** اتفقت معظم الدراسات اعتبار التفكير الإبداعي يتكون من أربعة مراحل متسلسلة ترتبط كل منها بالمرحلة التي تسبقها، كما أوضحها كلاً من(رمضان& كمال الدين، 2022، 103-105؛ أبو النصر،2019، 30)، وهي:

1- مرحلة الإعداد: يتم تهيئة الطلاب للوصول إلي المستوي الأول من مستويات التفكير الإبداعي؛ وتضم دراسة المشكلات والإطلاع علي جميع الجوانب الأساسية والتأمل في مشاكل مشابهة والطرق المناسبة للحل؛ ما يوفر فرصة الحصول علي معلومات ومهارات وخبرات تمكنهم من معالجة المشكلات من زواياها المختلفة.

2- مرحلة التفكير في المشكلة: تتضمن عمليات التفكير التي يقوم بها الطلاب للوصول إلي الحل، ويكون الخيال نشطاً، مما يسمح بإعادة قراءة الموقف وتخيل العلاقات القائمة بين معطياتها، واستيعاب المعلومات الواردة والخبرات المكتسبة الملائمة وتمثيلها ووصفها عقلياً، ويكون الطالب يقظاً في جميع أركان المشكلة أو الموقف المُعرض له ويحرر العقل الكثير من الأفكار التي لا ترتبط بالمواقف، ويزداد النشاط العقلي فتنهال الأفكار خلالها في عقول الطلاب الذين يكونوا في أعمال روتينية تفيد في عملية البحث عن حلول، ويستمر ذلك لفترة طويلة أو قصيرة، حيث يظهر الحل فجأة في كثير من الأحيان.

3- مرحلة الإلهام أو الإشراق: تنتج عن جهد فكري بدون مقدمات (إلهام نفسي ذهني) لاشعوري، ومن هنا يأتي الإبداع بخروج فكرة جديدة بشكل مفاجأ في ذهن الطلاب فيمسك بها ويبدأ بتسجيلها، وتتسم هذه المرحلة بحاله نفسية تتصف بالتوتر والقلق والحيرة وعدم الراحة، وتُمثل أساس التفكير الإبداعي الذي يتجلي بالعمل التحضيري الداخلي حتى الوصول إلى قمة العملية الإبداعية (لحظة إدراك الحل).

4- مرحلة التحقق والمراجعة: هي مرحلة الحل الناتج عن البحث والإستبصار في صورته النهائية، كما تمثل عملية تقويم الطالب لأفكاره التي تُعد من العمليات الأساسية في تطوير تفكيره وتنمية مهاراته، ويتم التأكد من صلاحية الحل؛ من خلال الإختبار التجريبي للفكرة المبتكرة التي تم تنفيذها عملياً، للتحقق من مدي صحتها وإمكانية تحقيقها، حيث يتم أختبار الحلول وتقويم الأفكار المنتجة، و فحص محتواها، والنظر في قوانين المنطق العقلي، ومدي صلاحيتها للعمل أو التنفيذ، وتتميز هذه المرحلة بنشاط عقلي يتسم بصفاء الذهن والهدوء النسبي وزيادة وضوح العلاقات بين المعلومات والحقائق.

* **أهمية تنمية التفكير الإبداعي:**

إن تنمية التفكير الإبداعي للطلاب يتطلب نوعاً خاصة من الممارسات العلمية في تقديم المحتوي وتنظيمه، وتطبيق استراتيجيات حديثة تواكب مستجدات العصر، مما يساعد في حل المشكلات بطرق غير تقليدية ومبتكرة، وتقديم المفاهيم بعمق؛ من خلال التفكير في زوايا غير متوقعة وجديدة، مما ينتج أفراد مؤهلين لسوق العمل، يتميزون بالأفكار الغير تقليدية، والثقة بالنفس، والاستقلالية الفكرية، والقدرة علي التعبير الذاتي، وتمكينهم من مواجهة تحديات المستقبل.

(Craft, 2023, 42; Robinson, 2011, 60)

فرض البحث:

- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير الإبداعي لصالح التطبيق البعدي عند مستوى دلالة (0.01).

إجراءات البحث:

للإجابة عن أسئلة البحث والتأكد من صحة الفروض تم اتباع الإجراءات الآتية:

أولاً: إعداد مواد البحث:

- قائمة مهارات التفكير الإبداعي

أ) الهدف من القائمة: تحديد مهارات التفكير الإبداعي اللازم تنميتها لطلاب الصف الأول الثانوي باستخدام البرنامج القائم على مدخل STEM.

ب) مصادر اعداد القائمة: تم الاعتماد في تحديد مهارات التفكير الإبداعي علي مجموعة من المصادر، وهي:

* آراء الخبراء والمتخصصين في المناهج وطرق التدريس وعلم النفس.
* البحوث والدراسات السابقة: التي تناولت التفكير الإبداعى ومهاراته(الطلاقة–الأصالة – المرونة– حل المشكلات)، ومنها دراسة كلاً من: (الرابغي، 2014؛ درويش،2015؛ الشافعي وآخرون، 2014؛ رزق، 2017؛ السعيد، 2018؛ جاد، 2019؛ زيادة، 2019؛ العبد، 2020؛ عبد السلام، 2020؛ الكيلاني، 2020؛ الصباغ، 2020؛ الشناوي، 2021؛ حمودة، 2022؛ جروان، 2022؛ Puccio et al., 2022; Runco& Mark, 2023; عبدالعال، 2023)
* ومن خلال المصادر السابقة، تم استقراء بعض مهارات التفكير الإبداعي المناسبة لطلاب الصف الأول الثانوي، لتدريس منهج العلوم المتكاملة لديهم، وتم وضعها في قائمة مبدئية*ملحق رقم (1)، لعرضها علي مجموعة من المتخصصين والخبراء في المناهج وطرق التدريس وموجهي ومعلمي مادة العلوم المتكاملة، للوصول إلي الشكل النهائي للقائمة، وذلك بعد الأخذ بآرائهم بالتعديل أو الحذف أو الإضافة.

جـ) الصورة النهائية للقائمة: تم حساب الوزن المئوي لنسبة اتفاق المحكمين علي هذه القائمة، حيث تم الاتفاق علي المهارات الثلاثة الرئيسة للتفكير الإبداعي المناسب تنميتها لطلاب الصف الأول الثانوى، مع إضافة مهارة رئيسة علي المهارات الثلاثة للتفكير الإبداعي، وبذلك أصبحت القائمة النهائية***ملحق رقم(2)**، تتكون من (4) مهارات وهي (مهارة الطلاقة، مهارة الأصالة، مهارة المرونة، مهارة الحساسية للمشكلات).

وبذلك تمت الإجابة عن السؤال الأول، ونصه **ما مهارات التفكير الإبداعي الملائمة لطلاب المرحلة الثانوية؟**

- إعداد قائمة بالمعايير والشروط التي يقوم عليها برنامج قائم علي مدخل STEM:

تحديد الهدف من القائمة: تحديد أهم الأسس والشروط التي يمكن من خلالها بناء البرنامج القائم علي مدخل STEM بما يتناسب مع طلاب الصف الأول الثانوي.

مصادر إشتقاق القائمة: من خلال مراجعة وتحليل الدراسات السابقة، وتم إشتقاقها في ضوء طبيعة طلاب المرحلة الثانوية وقدراتهم (النمو المعرفي، والنمو التكنولوجي، والنمو الإقتصادي، والنمو الإجتماعي)، وكذلك الاتجاهات التربوية الحديثة والمنهج الجديد العلوم المتكاملة لطلاب الصف الأول الثانوي العلوم المتكاملة للعام الدراسي 2024-2025م، البحوث التربوية والاتجاهات الحديثة التي تناولت مدخل STEM، الاستراتيجيات التي يمكن إدخالها للتدريس لطلاب الصف الأول الثانوي والخاصة بتدريس العلوم المتكاملة والتي تُلائم البرنامج القائم علي مدخل STEM.

ضبط قائمة المعايير والشروط: بعد الإنتهاء من إعداد القائمة في صورتها المبدئية*ملحق رقم(3)، تم وضعها في صورة استبيان لعرضه علي السادة المحكمين، وقد استفادت الباحثة، باالآراء التي أوردها السادة المحكمين من حيث الحذف والإضافة أو التعديل لبعض المؤشرات مما كان له أثر إيجابي في ضبط القائمة، وفي ضوء آراء المحكمين، تم إعداد القائمة النهائية*ملحق رقم(4)، لمعايير البرنامج القائم علي مدخل STEM لطلاب الصف الأول الثانوي وتضمن القائمة (9) تسعه معايير و(83) مؤشراً.

- البرنامج القائم علي مدخل STEM: تم إعداد البرنامج في ضوء الأسس والشروط السابقة التي تم تحديدها، وقد تم إعداد الوحدتين التي يدرسهم الطلاب وهما الديناميكا (الحرارية /المغناطيسية) في حياتنا اليومية، والتي تم إشتقاقهما من تحليل محتوي المحور الثاني للصف الأول الثانوي لمنهج العلوم المتكاملة الجديد، الذي تم وضعه من قبل وزارة التربية والتعليم للعام الدراسي 2024-2025م، وقد وروعي في دروس البرنامج إضافة المواقف التعليمية بما تتضمن من المشروعات والتصاميم الإبداعية CAPSTON، وأنشطة علمية وتقنية بما يتلائم مع مدخل STEM، والمُعده لذلك، كما تم تزويد معلومات إثرائية تفيد الطلاب في حياتهم العملية.

وتم عرض صورة البرنامج الأولية علي مجموعة من السادة المحكمين، وقد أفادوا بأن البرنامج ملائم لطلاب الصف الأول الثانوي وخاصاً بعد تطوير مناهج (الكيمياء – والفيزياء-الأحياء)؛ وضمهم بمنهج علمي واحد "العلوم المتكاملة" للصف الأول الثانوي للعام الدراسي 2024-2025م، وبناءاً علي آراءهم في تعديل بعض الصياغة اللغوية، وبعض أنشطة البرنامج، والتصاميم / المشروعات، تم التوصل إلي الصورة النهائية*ملحق رقم (5) للبرنامج القائم علي مدخل STEM لتنمية الممارسات العلمية لطلاب المرحلة الثانوية. وأصبح في صورته النهائية* ملحق رقم (6) صالحاً للتطبيق.

- دليل المعلم: تم إعداد دليل المعلم لتدريس موضوعات وحدات البرنامج القائم علي مدخل STEM، بحيث يحتوي علي الممارسات التي يقوم بها المعلم أثناء تطبيق تجربة البحث، وقد احتوي الدليل علي: المقدمة، الأدوات والوسائل التعليمية، الأرشادات العامة للمعلم، الخطة الزمنية المقترحة لتدريس الوحدة، الأنشطة

الأدائية والعملية للوحدة التجريبية وفقاً للبرنامج، وتم عرضه علي مجموعة من السادة المحكمين وقد أُجرِت الباحثة التعديلات اللازمة، وأصبح دليل المعلم في صورته النهائية*ملحق رقم(7)، صالحاً لتطبيقة في تجربة البحث.

- كتاب الطالب وبطاقات التصاميم / المشروعات الـ CAPSTON: تم إعداد كتاب الطالب فى صورته النهائية* ملحق رقم (8)، وفقاً للخطوات التالية:

–اختيار موضوع الوحدات التجريبية، بإستخدام الصورة النهائية للبرنامج القائم علي مدخل STEM لطلاب الصف الأول الثانوي، اقترحت الباحثة وحدتين لتجريبهما، وهما الديناميكا الحرارية في حياتنا اليومية، والديناميكا المغناطيسية في حياتنا اليومية وذلك للتأكد من مدي فاعليتهما بحيثُ تشتمل علي مشكلات ومشاريع وتصاميم وقضايا علمية.

– الإطلاع على عدد من الأبحاث والكتب العربية والأجنبية، التي تناولت موضوعي (الديناميكا الحرارية والمغناطيسية) وتطبيقاتهما.

– تحديد الأهداف التعليمية للوحدات المقترحة.

– تحليل المحتوي العلمي للوحدة: لاستخراج المفاهيم والحقائق والتعميمات الواردة بها، وقد تم الالتزام في تحليل المحتوي للوحدات ببعض الخطوات التي تم التوصل إليها من خلال بعض الدراسات والكتابات.

–ترجمة الوحدة إلى موضوعات: الوحدة التعليمية عبارة عن مجموعة من الموضوعات التي يتناول كل منها قضايا ذات صلة معينة بالعلم والتكنولوجيا والمجتمع، حيث تم معالجة تلك القضايا من خلال بعض الدروس المعدة وفقاً لمدخلSTEM.

–تنظيم أنشطة البرنامج والوسائل التعليمية ومصادر التعلم: الهدف الرئيسي للبحث والأهداف المرجوة، فإثارة إنتباه الطلاب وزيادة فضولهم العلمي وإهتمامهم بموضوع التعلم، ومشاركتهم بصورة أكثر إيجابية ونشاط وتجعل التعلم أبقي أثراً كما تعمل على إثراء العملية التعليمية وتنوع مصادر المعرفة عن موضوعات الدروس الواردة بالوحدات، حيث روعي في الوحدات المقدمة ترابطها وتكاملها بموضوعات منهج العلوم المتكاملة وإمكانية توافر خامات التصميمات في البيئة المحيطة.

– التصاميم والمشروعات (CAPSTON): تم الإطلاع علي بعض الكتب والأبحاث العربية والأجنبية، وشبكات الإنترنت التي تشمل التصميمات العلمية، والدخول في جروبات تعليمية وإرشادية مع طلاب المراحل المختلفة بمدارس STEM، وكيفية تنظيم الـCAPSTON في نهاية المرحلة الدراسية لكل فريق عمل، والإطلاع علي المعامل الإفتراضية التي تناولت التصاميم العلمية والإبداعية، وتم اختيار التصميمات والمشروعات التي يستطيع

الطلاب تنفيذها من خامات البيئة وتكاليف قليلة وفي زمن أقصر، وتم إعدادها فى صورتها النهائية*ملحق رقم (9).

وبذلك تمت الاجابة عن السؤال الثاني ونصه، **ما صورة برنامج قائم على مدخل STEM لتنمية التفكير الإبداعي لطلاب المرحلة الثانوية؟**

ثانياً: إعداد أداة القياس:

* اختبار مهارات التفكير الإبداعي:

- الهدف من الاختبار: هدف إلى قياس مهارات التفكير الإبداعي (الطلاقة، الأصالة، المرونة، الحساسية للمشكلات)، لطلاب الصف الأول الثانوي.
- تحديد مواصفات الاختبار: تم تصنيف مهارات التفكير الابداعي إلي (4) مهارات بحيث يعبر كل سؤال منها عن إحدي المهارات وهي: (مهارة المرونه- مهارة الطلاقة-مهارة الاصالة، مهارة الحساسية للمشكلات).
- إعداد الاختبار في صورتة النهائية: تم صياغة تعليمات الاختبار في الصفحة الأولي بحيث تشمل علي الهدف منه، وأبعاده، وطريقة الإجابة المطلوبه.
- صدق الاختبار: للتأكد من خلال صدق المحكمين للاختبار تم عرضه علي مجموعة من المتخصصين في مجال المناهج وطرق التدريس، تم إجراء التعديلات اللازمة من قبل المحكمين، من حيث التعديل في صيغة الأسئلة، لتصبح أكثر وضوحاً وهو: تحديد مكان مخصص للاجابة يبدأ بالمطلوب تنفيذه في رأس كل سؤال حتي لا يتشتت الطالب، وقامت الباحثة بتعديل ما أوصي به السادة المحكمين، وأصبح في صورته النهائية*ملحق رقم(10) للتطبيق.
- التجربة الاستطلاعية للاختبار: تم تطبيق الاختبار استطلاعياً علي مجموعة من طلاب الصف الأول الثانوي من غير عينة البحث الأصلية بمدرسة (العروبة) التابعة للإدارة التعليمية بأسوان، قوامها (30) طالباً، وذلك بهدف التوصل إلي:
- تحديد زمن الاختبار: تم رصد زمن تسليم ورقة إجابة كل طالب علي حدة، ثم حساب متوسط أزمنة الطلاب في أداء الاختبار فكان الزمن الناتج هو اربعون(40) دقيقة، وأضيفت ثماني (5) دقائق لتوضيح التعليمات، وبذلك أصبح الزمن المناسب لتطبيق الاختبار ستين(45) دقيقة وهو الزمن المناسب لتطبيق الاختبار.
- حساب معاملات السهولة والصعوبة والتميز: الهدف من حساب درجة الصعوبة لأسئلة الاختبار هو حذف الأسئلة التي تقل درجة سهولتها عن (0.20) أو تزيد عن(0.80)، وهو الحد الذي يقبله المختصون في القياس والتقويم، ثم حساب معامل تمييز كل سؤال من أسئلة الاختبار بهدف حذف الأسئلة التي يقل معامل تمييزها عن (0.20)؛ لأنها تعتبر ضعيفة، ويتضح أن معاملات الصعوبة لكل الأسئلة تتراوح بين(0.30-0.66)؛

لذا يبقي علي جميع أسئلة الاختبار، كما أن جميع معاملات التمييز لأسئلة الاختبار تراوحت بين(0.26-0.66).

وبذلك تمت الاجابة عن السؤال الرئيس للبحث ونصه، **كيف يمكن بناء برنامج قائم علي مدخل STEM في تنمية التفكير الإبداعي لطلاب المرحلة الثانوية؟**

*تجربة البحث: تم اختيار عينة البحث وعددها (35) طالب وطالبةً من فصل (9/1) بمدرسة أحمد طه حسين الثانوية المشتركة بمحافظة أسوان، وتم التطبيق قبلياً لأداة البحث(اختبار مهارات التفكير الإبداعي)، في بداية الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي 2025 – 2026م، للوقوف علي المستوي المبدئي لطلاب مجموعة البحث، وأستغرق تطبيق البرنامج فترة زمنية مقدارها 8 أسابيع بواقع يومان في الأسبوع وحصتان كل يوم (الاثنين والخميس)، وكل حصة مقدارها 45 دقيقة، تم تطبيق بعدياً لأداة البحث بعد الانتهاء من تطبيق البرنامج، وبناء عليه تم رصد الدرجات ومعالجتها إحصائياً.

نتائج البحث وتفسيرها:

اختبار صحة فرض البحث، والذي ينص علي:" يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لإختبار مهارات التفكير الإبداعي لصالح التطبيق البعدي" عند مستوى دلالة (0,01)، وللتحقق من صحة هذا الفرض، تمت الخطوات التالية:

1- مقارنة متوسطات درجات طلاب مجموعة البحث:

تم معالجة البيانات الخاصة بهذا الفرض باستخدام اختبار"ت" (T-Test)، للمقارنة بين متوسطي درجات طلاب (عينة البحث) في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير الإبداعي كل منها على حده والدرجة الكلية للإختبار ككل، كما موضح في الجدول التالي:

جدول (1): متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمهارات التفكير الإبداعي والاختبار ككل

ن=35 درجة الحرية=34

مهارات التفكير الإبداعي	المجموعة التجريبية	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	مستوي الدلالة
مهارة الطلاقة	قبل	3.91	1.70	22.72	دالة
	بعد	9.72	1.50		
مهارة المرونة.	قبل	1.83	1.27	17.52	دالة
	بعد	4.83	1.18		
مهارة الأصالة.	قبل	3.21	1.49	27.19	دالة
	بعد	18.16	2.14		
	قبل	35	1.89	17.97	دالة

مهارة الحساسية للمشكلات.	بعد	35	4.89		
اختبار مهارات التفكير الابداعي(ككل)	35	.10.84	3.7	30.56	دالة
	35	29.6	5.76		

ويتضح من الجدول السابق، أن القيمة التائية المحسوبة في قياس مهارات التفكير الأبداعي هي:(الطلاقة، المرونة، الأصالة، الحساسية للمشكلات، اختبار مهارات التفكير الإبداعي ككل)، هي بالترتيب{ (22.72)، (17.52)، (21.88)، (27,19)، (17.97)، (30.56)} ، وبناءاً على النتائج السابقة، تم قبول فرض البحث.

2- حساب نسبة الكسب المعدلة لبليك: تم حساب قيمة الكسب المعدل لبليك وكانت النتائج كما في الجدول الآتي:

جدول (2): نسب الكسب ودلالتهما لمجموعة البحث في اختبار مهارات التفكير الابداعي

مهارات التفكير الإبداعي	متوسط القياس القبلي	متوسط القياس البعدي	النهاية العظمي	نسب الكسب المعدل	دلالة الكسب المعدل
مهارة الطلاقة	3.91	9.72	16	1.20	حجم تأثير كبير
مهارنة المرونة	1.83	4.83	13	1.21	
مهارة الأصالة	8.95	10.16	8	1.36	
مهارة الحساسية للمشكلات	1.89	4.89	8	1.23	
الاختبار ككل	10.84	29.6	45	1.29	

يتضح من الجدول السابق، أن قيمة حجم التأثير للبرنامج القائم على مدخل STEM ومهارات التفكير الابداعي، تساوي (1.20)، (1.21)، (1.36)، (1.23)، (1.29) على الترتيب وهي أكبر من 0.8 وهذا يدل أن للبرنامج تأثيراً كبيراً في تنمية مهارات التفكير الابداعي المراد قياسها.

ومن النتائج السابقة، تم الإجابة عن السؤال الثالث للبحث والذي ينص علي:

ما فاعلية برنامج قائم على مدخل STEM لتنمية التفكير الإبداعي لطلاب المرحلة الثانوية؟

ويمكن تفسير نتائج الإجابة عن السؤال الثالث للبحث، **من خلال ما يلي:**

أولاً: مهارة الطلاقة:

-ساهم تقديم مشكلات وفق مدخل STEM مثل: الاحتباس الحراري، تراكم النفايات،..إلخ وتنفيذ المشروعات والتصاميم مثل:(مقياس حرارة من خامات البيئة، ترمومتر بمقاومة كهربية، تعيين حرارة نوعية بطريقة

كهربية،..إلخ، إلي تشجيع الطلاب علي تقديم أكبر عدد ممكن من الحلول والاستجابات عند التعامل مع المواقف، والتعبير عن الفكرة بطرق متعددة لفظيه وكتابية في بطاقة المشروعات.

-ساعد البرنامج على تعزيز الثقة بالنفس في التعبير والتفكير في التصاميم والمشروعات المقدمة لهم مما أدي إلي تنمية الطلاقة الكتابية واللفظية لدي الطلاب عن طريق الحوار والمناقشة، وحلقات العصف الذهني.

-ساعد البرنامج من خلال طرح عديد من المشكلات البيئية المرتبطة بحياة الطلاب **مثل:** تغير المناخ، تلوث الهواء، تركم النفايات،....إلخ، في إطلاق الخيال لوضع تصور مستقبلي للظواهر، والتفكير خارج إطار الزمن الحالي وتجاوزه إلي الزمن القادم، مما أدي إلي قدرة الطالب علي ممارسة الطلاقة في الأفكار في خلال المواقف المعروض عليه.

هذا وتتفق النتيجة التى توصل إليها البحث الحالى مع النتائج التى توصلت إليها دراسة كلاً من:(سعيد، 2018؛ مصطفى، 2017؛ عبدالله، 2020؛ عبد الرحيم، 2021)؛ مما يدل على أن البرنامج القائم على مدخل STEM أدى إلى حدوث تحسن واضح فى تنمية مهارة الطلاقة (اللفظية، والفكرية، والأشكال، والتداعى، والتعبيرية).

ثانياً: مهارة المرونة:

-أدي استخدام مدخل STEMفي تقديم البرنامج إلي تعزيز قدرة الطلاب بتقبُل وجهات النظر المختلفة وكذلك الأخطاء التي يقعون فيها عند تنفيذ المشروعات والتصاميم والتعامل معها كمحطة للتعلم، والخوض في تجربة حلول متعددة للمشكلات المعروضة عليهم عند تنفيذ المشروعات دون التمسك بحل واحد فقط.

-استخدام المناقشات العلمية أثناء البرنامج، وتبادل الآراء بين الطلاب لتصميم المشروعات، ساعد في تحديد الإجراءات اللازمة للوصول إلي الهدف، وترتيب الأولويات حسب أهميتها، وطرح عديد من السيناريوهات للحلول واختيار أفضلها، وبالتالي زيادة قدرة الطلاب علي التفكير بمرونة. هذا وتتفق النتيجة التى توصل إليها البحث الحالى مع النتائج التى توصلت إليها دراسة كلاً من (حامد، 2019؛ Beghetto, 2019؛ Runco, 2020؛ Li,. & Schoenfeld,2019) مما يدل على أن البرنامج القائم على مدخل STEM؛ أدى إلى حدوث تحسن واضح فى تنمية مهارة المرونة (التلقائية والتكيفية).

ثالثاً: مهارة الأصالة:

-ساهم تشجيع الطلاب للتفكير الحر دون تقيد، وأتاحة الوقت الكافي للتأمل مع مراعاة أنه لاتوجد إجابات خاطئة، بل كل الأفكار محل ترحيب، فنعكس ذلك علي بيئة التعلم وأدي توفير مناخ نفسي آمن لايتم فية السخرية من الافكار الجديدة حتي وأن كانت تبدو غريبه وخارجة عن المألوف، هذا وتتفق النتيجة التى توصل إليها البحث الحالى مع النتائج التى توصلت إليها دراسة كلاً من:

(Al-Zahrani,2021; Khishfe, 2020; Kim, 2022)

رابعاً: مهارة الحساسية للمشكلات:

-ساهم طرح مواقف حياتية ومشكلات بيئية حقيقية ضمن البرنامج القائم علىSTEM مثل الاختباس الحراري، تراكم النفايات، تلوث الهواء،...إلخ؛ لإتاحة الفرصة للطلاب لتحديد المشكلات والعمل علي إيجاد حلول لها وتطويرها، هذا وتتفق النتيجة التى توصل إليها البحث الحالى مع النتائج التى توصلت إليها دراسة كلاً من:(الرابغي، 2014؛ الشافعي وآخرون، 2014؛ درويش،2015؛ رزق، 2017؛ السعيد، 2018؛ جاد، 2019؛ زيادة، 2019) مما يدل على أن البرنامج القائم على مدخل STEM؛ أدى إلى حدوث تحسن واضح فى تنمية مهارة الحساسية للمشكلات المرتبطة بالأفكار والأشكال من خلال تنفيذ النماذج والمشروعات.

خامساً: التفكير الإبداعي والاختبار ككل:

-ساهم البرنامج الطلاب في ممارسة الأنشطة المختلفة واستخدام البيانات والمعلومات والقوانين في التنبؤ العلمي بالنتائج، وتتفق الدراسة الحالية مع نتائج بعض الدراسات التي اهتمت بتنمية مهارات التفكير باستخدام مداخل STEM و مداخل واستراتيجيات مختلفة مثل دراسات:(العبد، 2020؛ عبد السلام، 2020؛ الكيلاني، 2020؛ الصباغ، 2020؛ الشناوي، 2021؛ حمودة، 2022؛ جروان، 2022؛ Puccio, Mance, Murdock, 2022؛ Runco, Mark A., 2023، ؛ عبدالعال، 2023).

التوصيات والبحوث المقترحة:

- تصميم برامج واستراتيجيات تعليمية مبتكرة تعتمد على توظيف مدخل STEM لتنمية مهارات التصميم الإبداعي لدي طلاب المراحل الدراسية المختلفة.
- إدراج أنشطة ومشروعات تعليمية تفاعلية تعزز قدرة الطلاب على حل المشكلات، واستخدام التفكير الإبداعي والعمل الجماعي.
- تحسين البنية التحتية في المدارس لدعم استخدام أنشطة ومشروعات مدخل STEM وتوظيفها في العملية التعليمية.
- دعم المؤسسات التعليمية بتوفير الموارد والخامات والاهتمام بالمعامل لتطبيق الاستراتيجيات والمداخل المبتكرة.
- توعية معلمي العلوم بصفة عامة بالمرحلة الثانوية بأهمية المداخل المعتمدة علي البرامج التربوية الحديثة والتي تمكن المتعلم من التعلم الذاتي حسب سرعته ومكانته.

البحوث المقترحة:

- أثر مدخل STEM في تدريس العلوم المتكاملة لتنمية التعلم الذاتي والتحصيل العلمي لدي طلاب المرحلة الثانوية.

- أثر استخدام الأنشطة التكاملية الرقمية في رفع كفاءة المهارات الإبداعية والدافعية للتعلم لطلاب الشعب العلمية بالتعليم الجامعي.
- فاعلية برنامج مقترح باستخدام الألعاب التعليمية الرقمية لتنمية مهارات التفكير الإبداعي فى الفيزياء لطلاب المرحلة الثانوية.
- تصميم بيئة تعلم إليكترونية باستخدام الواقع المعزز (AR) قائمة علي التفكير التصميمي لتنمية الإبداع في مادة العلوم المتكاملة لطلاب المرحلة الثانوية.

قائمة المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

أبو النصر، مدحت محمد. (2019). الشباب وصناعة المستقبل. دار النشر: المجموعة العربية للتدريب والنشر.

أبو موسي، أسماء حميد سالم. (2019، يونيو)."فاعلية وحدة في العلوم مصممة وفق منحي STEM التكاملي في تنمية الممارسات العلمية لدي طالبات الصف التاسع". *مجلة عمادة البحث العلمي والدراسات العليا، كلية التربية*، الجامعة الإسلامية.

إسماعيل، حمدان محمد.(2016). أثر نموذج تدريسي مقترح قائم علي تكامل الذكاءات المتعددة وأساليب التعلم علي تنمية مهارات التفكير الإستقصائي والإتجاه نحو تدريس العلوم لطلاب التخصصات العلمية بكلية التربية جامعة سرت. *المجلة التربوية: جامعة الكويت، 30*(120)، 99-170

الأغا، هاني عبد القادر.(2016).فاعلية برنامج مقترح في ضوء المعايير الدولية للرياضيات لتنمية التفكير الإبداعي وحل المشكلات الحياتية في الرياضيات للطلبة المتفوقين بالمرحلة الثانوية، (رسالة ماجستير، غير منشورة)،عين شمس، القاهرة.

جميل، نانسي محمد.(2018). أثر استخدام بعض مهارات التفكير الإبداعي في تحصيل طلبة الصف الثالث الأساسي والاحتفاظ بالمعلومة في تدريس مادة العلوم في المدارس الخاصة في العاصمة عمان، رسالة ماجستير، جامعة الشرق الأوسط.

جروان، فتحي عبد الرحمن.(2020). تعليم التفكير مفاهيم وتطبيقات، عمان: دار الفكر للنشر و التوزيع.

جميل، نانسي محمد.(2018). أثر استخدام بعض مهارات التفكير الإبداعي في تحصيل طلبة الصف الثالث الأساسي والاحتفاظ بالمعلومة في تدريس مادة العلوم في المدارس الخاصة في العاصمة عمان، (رسالة ماجستير، غير منشورة)، جامعة الشرق الأوسط.

حامد، فاطمة السيد.(2019) .برنامج إثرائي قائم على الأنشطة التكاملية في العلوم لتنمية أبعاد التفكير الإبداعي (الطلاقة، الأصالة، المرونة).*المجلة التربوية المعاصرة، كلية التربية، جامعة عين شمس، 36*(4)، 89-113.

الخليل، محمد عزام محمد.(يونيو 2022). أهمية تدريس التفكير الناقد والتفكير الإبداعي للطلبة(دراسة نظرية)، الأردن، *مجلة العلوم التربوية والنفسية 6*(27)، 82-97.

خليل، عمر السيد، عبدالمجيد، أماني عبدالشكور.(2021).مدخل STEM في تدريس العلوم لتنمية بعض مهارات التفكير التحليلي لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية.*المجلة التربوية لتعليم الكبار، 3*(1)، 61-90.

الرابغي، خالد بن محمد بن محمود.(2014).التفكير الإبداعي والمتغيرات النفسية والاجتماعية لدي الطلبة الموهوبين، عمان: مركز ديبونو لتعليم التفكير.

راشد، بدور محمد.(2015). فاعلية برنامج أنشطة موجهة في تنمية قدرات التفكير الإبداعي لدي طالبات المرحلة الثانوية بمملكة البحرين، المؤتمر الدولي الثاني للموهوبين والمتفوقين"نحو استراتيجية وطنية لرعاية المبتكرين"، جامعة الإمارات العربية المتحدة.

رمضان، سماح حسن.، كمال الدين، بيان(2022). التفكير الإبداعي: تعريفه، مراحلة، والعوامل المؤثرة في تنميته، مجلة مؤشر للدراسات الاستطلاعية،2(6)، 100-116.

رزق، محمد مصطفي.(2017).فاعلية برنامج قائم علي العصف الذهني لتنمية مهارات التفكير الإبداعي لدي طلاب المرحلة الثانوية"، (رسالة دكتوراه غير منشورة)، كلية التربية، جامعة القاهرة.

زكي، محمد رجب.(2022). أثر استخدام مدخل STEAM في مادة العلوم علي تنمية الممارسات العلمية لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية، *مجلة كلية التربية، جامعة عين شمس، (46)*.

السعيد، رضا مسعد.(يناير2018).مدخل STEM تكاملي حديث متعدد التخصصات للتميز الدراسي ومهارات القرن الحادي والعشرين، *مجلة تربويات الرياضيات، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، 2*(21)،(2)، 6-42.

سعادة، جودة أحمد.(2021). تدريس مهارات التفكير: مفاهيم وتطيقات عملية، عمان، الأردن: دار الشروق.

عبد الحميد، هـ. ع. (2023). التعليم المتكامل STEM: الأسس النظرية والتطبيقية. الإسكندرية: دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر.

عبد الرحيم، محمد.(2021) . فاعلية برنامج قائم على التعلم القائم على المشروعات في تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى طلاب المرحلة الثانوية. *مجلة كلية التربية، جامعة بنها، 32*(125)، 145-178.

عبد الله، ريم حسين.(2020) . أثر استخدام مدخل STEM في تنمية مهارات الطلاقة والمرونة لدى طالبات المرحلة الثانوية في مادة العلوم. *المجلة التربوية، جامعة الملك سعود، 36*(2)، 201-225.

العتيبي، عبد الله حشر (2020). مستوي امتلاك معلمي العلوم في المرحلة المتوسطة للممارسات العلمية والهندسية وأثره في تكوين الإتجاه الإيجابي والتطبيقي لمنحي STEM، *مجلة البحث العلمي في التربية، 14* (21)، 491-520.

العنزي، أحلام محمد. (2021). أثر وحدة تدريسية مطورة وفق مدخل العلوم المتكاملة (العلوم، التقنية، الهندسية، الفنون، الرياضيات) في تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدي طالبات الصف الأول المتوسط"، *مجلة العلوم التربوية،4*(33) ، 677-689.

غانم، تفيده.، عبد الحفيظ، مني.(2021). "فاعلية برنامج تدريبي قائم علي مدخل STEM في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدي معلمي العلوم". *مجلة الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس*، (187)، 45-88.

غانم، تفيده.(2020). مدخل STEM. مدخل لتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

الكيلاني، غادة محمد أحمد.(2020). فاعلية برنامج إثرائي قائم علي التعلم القائم علي المشروعات في تنمية مهارات التفكير الإبداعي والوعي البيئي لدي طالبات المرحلة الثانوية، (دكتوراه غير منشورة)، كلية التربية، جامعة عين شمس.

المؤتمر الدولي التاسع للاتحاد العربي للتنمية المستدامة والبيئية (2029، ديسمبر). "استشراق المستقبل عبر مفاهيم التنمية المستدامة لتحقيق الأهداف والتميز الإداري. جامعة الدول العربية، القاهرة.

المؤتمر الدولي الثاني. (2021، نوفمبر). قضايا التعليم: تحديات الحاضر واستشراف المستقبل، المركز الدولي للمؤتمرات، كلية التربية، جامعة سوهاج.

المؤتمر العلمي الدولي الثامن.(2032، أكتوبر). تطوير التعليم: اتجاهات معاصرة ورؤي مستقبلي"، قاعة المؤتمرات الكبري، كلية التربية، جامعة أسيوط.

محمد، محمد عدنان، مصطفي، مني محمد.(2020). أثر استخدام برنامج تدريسي قائم علي منحي التعلم الجذعي STEM في تدريس الرياضيات علي مهارات التفكير الناقد لدي طلبة المرحلة الثانوية في منظقة الرياض التعليمية"، *المجلة الدولية لضمان الجودة، 2*(3).

ثانياً: المراجع الأجنبية:

Al-Zahrani, A. M. (2021). The Effect of STEM Approach on Developing Creative Thinking Skills among Secondary Students. *Journal of Educational and Psychological Studies, 15*(2), 235–250.

Banks, F., & Barlex, D.(2020). Teaching STEM in the secondary school: Helping teachers meet the challenge (2nded.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780429021387

Beers, B.(2020). STEM by design: Strategies and activities for grades 4–8. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003009492

Beghetto, R. A .(2019).How schools can promote creativity.*Educational Leadership, 76*(5), 18–23.

Brouillette, L. (Ed.).(2022). Developing creativity in the classroom (3rd ed.). Routledge.

Bureau, E.(2016). Report on promotion of STEM education: Unleashing potential in innovation. Hong Kong: Education Bureau.

Capraro, R., Morgan, J.(2013). STEM Project-Based Learning an Integrated SCIENCE, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach, Sense Publishers, SE.

Craft, A. (2020). Creativity and education futures: Learning in a digital age. Trentham Books.

Capraro, R., Morgan, J.(2013). STEM Project-Based Learning an Integrated SCIENCE, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach, Sense Publishers, SE.

Crismond, D., & Peterie, M.(2017). Troubleshooting Portfolios: Using Troubleshooting Portfolios to enhance students'science practices and concepts when doing engineering design. *Science Teacher, 84*(5), 51-54.

Davis, E. A., & Forbes, C. T. (Eds.).(2021). Integrating STEM teaching and learning into the everyday experience of teaching: *A synthesis of research and practice. Springer*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57473-1

Ercan, S. & Shin, F. (2015). The Usage of Engineering Practices in Science Education: Effects of Design Based Science Learning on Students' Academic Achievement. Electronic *Journal of Science & Mathematics Education, 9*(1), 128-164.

Herro, D. & Quigley, C. (2017). Exploring teachers' perceptions of STEM teaching through professional development: *implications for teacher educators Professional Development in Education, 43*(3),416–438.

Honey, M., Pearson, G.,& Schweingruber, H.(2014). STEM Integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research. National Academies press.

Khine, M. S. (2022). Creative Thinking in STEM Education: Research and Perspectives. Springer.

Khishfe, R. (2020). Promoting scientific creativity through inquiry-based learning. *Science Education International, 31*(3), 214–221.

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

Kiely, M., Byrnes, E. Buczek, D. & Odell, M. R. L.(2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International, 25*(3), 246-258.

Kim, K. H. (2022). The creativity crisis revisited: Effects of technology integration in science learning. *Educational Technology Research and Development, 70*(4), 785–799. https://doi.org/10.1007/s11423-021-10013-z

Kuhn, D.,Arvidsson,T.S.,Lesperance,R.,&Corprew,R.(2017).Can engaging in science practices promote deep learning? *Science Education, 101*(2),232-250.

Li, Y., & Schoenfeld, A. H .(2019).Problem solving and creativity in STEM: Theoretical and empirical perspectives.International *Journal of STEM Education, 6*(1), 1–13. https://doi.org/10.1186/s40594-019-0181-6

Locke, E.(2015). Proposed Model for a Streamlined. Cohesive, and Optimized k-12 STEM Curriculum with a Focus on Engineering. *Journal of Technology Studies, 35*, (2), 23-35

Lucas, B., & Spencer, E.(2023). Creative thinking in schools: A leadership playbook. Routledge.

Lucas, B., & Claxton, G.(2019). Teaching creative thinking: Developing learners who generate ideas and can think critically. Crown House Publishing.

Mahzabin, Z.(2013). Piaget's pre operational stage and the role of social and cultural development of a child psychology in Bangladeshi context (Doctoral dissertation, BRAC University).

Mengmeng, Z., Xiantong, Y., & Xinghua, W.(2019). Construction of STEM Curriculum Model and Case Design in Kindergarten. American *Journal of Educational Research, 7* (7), 485- 490.

Merritt, E., Bowers, N.,& Rimm-Kaufman, S. E.(2018). Improving teacher capacity to implement high – quality service classrooms, *Elementary School Journal, 119*(2), 276 -300.

Ntemngwa, C. & Oliver, J.S. (2018). The Implementation of Integrated Science Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Instruction using Robotics in the Middle School Science Classroom, International *Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST), 6*(1), 12-40. DOI:10.18404/ijemst.380617

Osborne, J., & Quinn, H. (2017*).*Science Education in Europe: Critical Reflections. In D.Corrigan, C. Buntting, A. Dillon& R. Gunstone (Eds), The professional Knoledge Base of science Teaching, 185 – 199. Springer. https:// doi.org/ 10.1007/ 978-94-6300-749-8-12.

Perignat, E., & Katz, J. (2019). STEM in practice and research: An integrative literature review. Thinking Skills and Creativity,31- 43.

Runco, M.(2014). Creativity: Theories and themes: Research, development, and practice (2nd ed.). Elsevier, 30–35.

Runco, M. A., & Acar, S.(2020).Divergent thinking as an indicator of creative potential: A review.*Creativity Research Journal, 32*(1), 1–13. https://doi.org/10.1080/10400419.2020.1712160

Reeve, E. M. (2015). STEM thinking!. Technology and Engineering Teacher, 74(4),8-16.

Shahali, E. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K. & Zulkifeli, M. A. (2017). STEM learning through engineering design: Impact on middle secondary students' interest towards STEM Journal of Mathematics, *Science and Technology Education, 13*(5), 1189-1211

Soleh, D. A. (2020). The Effectiveness of Computer-Based Problem Solving to Improve Higher Order Thinking Skills on Prospective Teachers. International *Journal of Instruction, 13*(2), 393-406.

Stevens, R.(2012).Identifying 21st Century Capabilities, International *Journal of Learning and Change.6*,(3), 123-137.

Suffian, S., & Nachiappan, S.(2019). Analysis of Teacher Readiness towards Higher Order Thinking Skills (HOTS) Integration in Preschool Teaching and Learning (TNL). International *Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 9*(7),417-423.

Tok, E. & Muzeyyen, S.(2012). The Effects of Thinking Skills Education on the Creative Thinking Skills of Personal Teacher Candidates. *Education and Science,. 37,* (164), 204-222.

Williams, P. (2013). "The role of imaginative capability in the teaching and learning of design and technology.", International *Journal of technology and Design Education 23*(3), 375-389.

Webster, C. L. (2018). Engagement in Science and Engineering through Animal-Based Curricula. *Journal Of STEM Education: Innovations & Research, 18*(5), 10-14.

Wilson-Lopez, A., Garlick W., & Acosta- Fleiz, J. (2018). A Framework for Integrating Science, Engineering, andLiteracy. *Science Scope, 41*(6), 55-65.