كلية التربية

كلية معتمدة من الهيئة القومية لضمان جودة التعليم

إدارة: البحوث والنشر العلمي (المجلة العلمية)

=======

فعالية برنامج تدريبي في تعليم STEM لتنمية عمق المعرفة والممارسات التدريسية والتفكير التصميمي لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة

إعـداد

د/مروة محمد محمد الباز

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد

بكلية التربية جامعة بورسعيد

﴿ المجلد الرابع والثلاثون– العدد الثاني عشر – ديسمبر ٢٠١٨م ﴾

http://www.aun.edu.eg/faculty_education/arabic

مقدمة

شهد تعليم العلوم مؤخرا تطورا استمد أصوله من التغير في فهم طبيعة العلم، حيث أصبحت النظرة متكاملة لمجالات المعرفة المختلفة، مما جعل معلم العلوم أمام تحديات كبيرة تتمثل في مطالبته بتعليم أكثر فعالية وايجابية، واكساب طلابه مهارات التفكير المختلفة وتدريبهم على ممارسة الاستقصاء، واكسابهم الاتجاهات والميول والقيم العلمية، مما يساعدهم على تطبيق المعرفة العلمية في حياتهم المستقبلية.

وقد أحدثت مشكلة تكامل مجالات المعرفة جدلا واسعا بين التربويين، وأدركوا أن التعلم يكون أكثر فاعلية إذا ما ربطت معارف المتعلم ونظمت أفكاره بدقة في صورة متكاملة مترابطة، ويرجع الاهتمام بهذا النوع من التعليم التكاملي إلى حركة إصلاحية دعي إليها القادة السياسيون على مستوى العالم، وذلك لعلاج الآثار الناجمة عن الركود الاقتصادي، اعتقادا بأن وجود الطلاب الدارسين لهذه التخصصات واعدادهم للمستقبل كمهندسين وعلماء وتقنيين، سيسهم بشكل كبير في إنتاج الأفكار المبتكرة والتي تؤدي بدورها إلى التنمية الاقتصادية، وذلك على اعتبار أن من سيبدأ الدراسة مبكرا في هذه المجالات العلمية والتكنولوجية سيكون مهيأ بشكل أكبر للالتحاق بمهن مستقبلية علمية أفضل، وعرف هذا الاتجاه الجديد بتعليم العلم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) (Fan & Ritz ,2014, 9) .

ولكي يكون هذا النوع من التدريس فعال يجب الاعتماد علي نوعية متميزة من المعلمين الأكفاء وغير العاديين، الذين يملكون من الإمكانات والقدرات التي تيسر لهم بما يكفي، التغلب على مجموعة متنوعة من التحديات التي ربما تعترض عملهم، وتقف حائلا بين النظرية والتطبيق. وبطبيعة الحال، هناك حاجة ماسة ومستمرة، لإدخال تعديلات وتغييرات متواصلة علي هذه الكيفية من عملية التدريس، تقود إلى تنفيذ التحولات المنشود تنفيذها بتعليم STEM، في مرحلة التعليم الأساسي، على المستويات المحلية والقومية (National Research Council, 2011, 19).

لكن الواقع يشير لوجود ضعف ظاهري في عملية إعداد المعلم، يلفت الانتباه إلى الأهمية التي تستحق أن تشغلها برامج التطوير المهني المستمر، ومن المؤلم أن نتائج البحوث، تشير إلى أن برامج التنمية المهنية للمعلمين حول STEM، بغض النظر عن ندرتها، غالبا ما تكون قصيرة، ومجزأة، وغير فعالة، ولا يلبي تصميمها الحد الأدنى من الحاجات الفردية للمعلمين. وبرامج التطوير المهني بمثابة الأدوات الحقيقية لتغيير الممارسات التعليمية التي يتبعها المعلمين. ولا يعني ذلك، أن التنمية المهنية وحدها هي الحل الوحيد لمعالجة أوجه القصور التي تكتنف الأداء الحالي للمعلمين. ولكنها مجرد حلقة صغيرة في سلسلة كبيرة لتطوير المعلمين، بداية من الإعداد المبدئي للمعلم في تخصصه كمدخل أولي لممارسة التدريس، وانتهاء بالبحث المنهجي المنظم لإيجابيات وسلبيات عمله (National Research Council, 2011, 21- 22).

فللمعلمين دورا بارزا في تعليم STEM، فيجب أن يكون لديهم الدافعية لمعرفة المزيد عن كيفية ارتباط مفاهيم ومبادئ وممارسات مجالات STEM وأن يكون لديهم فهما جيدا للمعايير التي يتضمنها كل مجال. فقد أشارت نتائج دراسات (مراد، ٢٠١٤) (أمبوسعيدي وآخرون، ٢٠١٥) إلى انخفاض مستوى معتقدات معلمي العلوم نحو تعليم STEM في محوري المعرفة بماهية STEM، ومتطلبات التدريس باستخدامه، وانخفاض مستوى مهارات الأداء التدريسي للمعلمين لتوظيف مبادئ ومتطلبات التكامل بين مجالات STEM في تعليم العلوم؛ الأمر الذي يتطلب ضرورة توعية معلمي العلوم بماهية هذا التعليم وممارساته التدريسية، وتدريبهم على كيفية استخدامه في تعليم العلوم في مرحلة برامج إعداد المعلم بكليات التربية وأيضا في برامج تطويره المهني .

ونظرا للحاجة إلى زيادة مستوى الدقة في الصفوف لجميع الطلاب. فقد وضعت معايير لجميع المناهج الدراسية. يتطلب تنفيذ هذه المعايير أدوات عملية لتطوير المناهج وأساليب التقييمات التي تعزز مستويات أعلى من الطلب المعرفي. وفي ضوء ذلك، ظهرت مستويات العمق المعرفي(Depth of Knowledge) لنورمان ويب Webb في عام ١٩٩٧، وهي أحد الأدوات الأساسية التي يمكن أن يستخدمها المتخصصون لتحليل جوانب المعرفة التي تتطلبها كل من المعايير والأنشطة المنهجية ومهام التقييم. وقد طور ويب Webb نموذج العمق المعرفي للمواءمة بين المعايير وعناصر الاختبار في التقييم. ويصنف هذا النموذج مهام التقييم بمستويات مختلفة من الإدراك أو عمق المعرفة المطلوبة لإكمال المهمة بنجاح (Hess, 2013, 3).

ويرتبط تعليم STEM بالقدرة على استخدام عمليات الاستقصاء العلمي والتصميم الهندسي، حيث يعتمد ذلك التعليم على الربط بين مجالات المعرفة الأربعة العلم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لتصميم وتطوير نماذج مختلفة تساعد في حل مشكلات العالم الواقعي.

لذا نما الاهتمام بشكل كبير في العقدين المنصرمين إلى استخدام التفكير التصميمي في البيئات التعليمية من مرحلة الروضة إلى الصف الثاني عشر، ورغم هذا النمو، لم تعط أهمية للتفكير التصميمي باعتباره مكونا أساسيا في حزمة الأدوات الاحترافية للمعلمين الاهتمام الكافي. كذلك لم يقدم سوى الحد الأدنى من التوجيه حول كيفية دعم التفكير التصميمي في مجال التعليم، والتطوير المهني والمبادئ التوجيهية وأفضل الممارسات اللازمة لتطبيق هذا النهج بنجاح (ديفينتالا وآخرون، ٢٠١٧، ٥) .

لكن في أغلب مؤسسات التعليم العالي العالمية يتم تطبيق التفكير التصميمي، حيث أصبح مصطلح التفكير التصميمي جزء من المفردات الشائعة في التصميم المعاصر والتطبيق الهندسي، لذا فإن استخدامه الواسع في وصف نمط معين من التفكير التطبيقي الإبداعي يتزايد تأثيره في ثقافة القرن الحادي والعشرين في مختلف فروع المعرفة حيث يشبه نظم التفكير في تحديد منهج معين لفهم المشكلات وحلها (Morris & Warman, 2015, 51) وبذلك يرتبط تعليم STEM بالقدرة على استخدام مهارات التفكير التصميمي التي تعد منهج جديد لفهم مشكلات العالم الواقعي والعمل على حلها .

وقد أكدت بعض الدراسات منها: (Khadri,2014)، (سليمان، ٢٠١٧)، (الدغيم، ٢٠١٧) ضرورة إعداد وتدريب المعلم على التدريس وفق تعليم STEM، وتدريبه على ممارسات استخدامه وما يترتبط به من معارف وممارسات تدريسية تسهم بدورها في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى المعلمين ومن ثم طلابهم.

لذا قامت الباحثة بدراسة استطلاعية هدفت التعرف على آراء موجهي ومعلمي العلوم– وعددهم (١٨) منهم (٨) موجها و (١٠) معلما– حول مستوى أداء معلمي العلوم أثناء الخدمة لبعض ممارسات التدريس وفق تعليم STEM وتحديد مدى تناول برامج تدريب المعلمين لتلك الممارسات ومستويات عمق المعرفة ومهارات التفكير التصميمي.

وقد اتضح من نتائج الدراسة الاستطلاعية ما يلي:

- اتفق ٨٣.٣ % من معلمي وموجهي العلوم، أن نسبة كبيرة من معلمي العلوم لا يتمكنون من ممارسات التدريسية وفق تعليم STEM بدرجة مناسبة .
- اتفق ٨٨.٨ % من معلمي وموجهي العلوم أن برامج تدريب معلمي العلوم الحالية لا تتناول ممارسات التدريس وفق تعليم STEM بشكل مناسب يفي بالغرض منها.
- اتفق ٨٨.٨% من معلمي وموجهي العلوم، أن معلمي العلوم في حاجة لمزيد من البرامج التدريبية حول ممارسات التدريسية وفق تعليم STEM ولا يقتصر الأمر على معلمي مدارس STEM للمتفوقين حيث لابد لجميع معلمي العلوم التدريب على هذا النوع الجديد من التعليم الذي يعتمد على تكامل المعرفة ويهتم بعمليات التصميم الهندسي .
- اتفق ٩٤.٤ % من معلمي وموجهي العلوم، أن نسبة كبيرة من معلمي العلوم لا يعرفون كيفية تنمية مستويات عمق المعرفة لدى طلابهم من خلال تدريس العلوم.
- اتفق ٩٤.٤ % من معلمي وموجهي العلوم، أن نسبة كبيرة من معلمي العلوم لا يعرفون كيفية تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى طلابهم من خلال تدريس العلوم.

وبناء على ما سبق تتضح أهمية تدريب معلمي العلوم على التدريس وفق تعليم STEM ومن خلال نتيجة الدراسة الاستطلاعية والدراسات السابقة، أمكن تحديد مشكلة الدراسة .

مشكلة الدراسة

إن التنمية المهنية للمعلمين وتحسين مستوى أدائهم التدريسي يعد مطلبا ضروريا لتحقيق الجودة في التعليم، فهناك قصور في أداء معلمي العلوم لممارسات التدريس وفق تعليم STEMحيث يتطلب تدريس العلوم للجيل القادم الاهتمام بمهارات الاستقصاء العلمي والتصميم الهندسي معا، لذا ينبغي إعداد برامج تدريبية تعيين معلمي العلوم على الارتقاء بمستوى أدائه ومن ثم مستوى طلابهم، لذا تحددت مشكلة الدراسة الحالية في السؤال الرئيس الآتي :

ما فعالية برنامج تدريبي في تعليم STEM لتنمية عمق المعرفة والممارسات التدريسية والتفكير التصميمي لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة ؟

ويتفرع من هذا السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية التالية:

١- ما ممارسات التدريس وفق تعليم STEM الواجب تنميتها لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة ؟

٢- ما مهارات التفكير التصميمي الواجب تنميتها لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة؟

٣- ما التصور المقترح لبرنامج تدريبي في تعليم STEM لتنمية عمق المعرفة والممارسات التدريسية ومهارات التفكير التصميمي لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة ؟

٤- ما فعالية البرنامج المقترح في تنمية عمق المعرفة العلمية لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة؟

٥- ما فعالية البرنامج المقترح في تنمية الممارسات التدريسية وفق تعليم STEM لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة ؟

٦- ما فعالية البرنامج المقترح في تنمية بعض مهارات التفكير التصميمي لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة؟

أهمية الدراسة

تفيد الدراسة فيما يلي :

١- يمكن أن تمثل الدراسة الحالية استجابة لتوصية التربويين بضرورة الاهتمام بتقديم برامج تنمية مهنية لمعلمي العلوم لتحسين مستوى الأداء التدريسي للمعلم في ضوء تعليم STEM .

٢- إفادة موجهي العلوم من خلال تقديم قائمة بممارسات التدريس وفق تعليم STEM ومهارات التفكير التصميمي التي تمثل إطار مرجعي يمكن الاستناد إليه عند تقييم أداء معلمي العلوم فيما يخص تعليم STEM.

٣- إفادة معلمي العلوم أثناء الخدمة، من خلال إلقاء الضوء على الوضع الحالي لمستوى أداءهم لممارسات التدريس وفق تعليم STEM وما يرتبط بها من معارف تربوية، ومحاولة رفع الكفاءة المهنية لهم في مجال التخصص.

٤- إفادة مخططي برامج تدريب معلمي العلوم أثناء الخدمة من خلال تقديم برنامج تدريبي في تعليم STEM يرتبط بمتغيرات الواقع التربوي المعاصر ومتطلبات التدريب المهني الإلكتروني.

أهداف الدراسة

١- تقديم قائمة بالممارسات التدريسية وفق تعليم STEM الواجب تنميتها لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة .

٢- تقديم قائمة بمهارات التفكير التصميمي الواجب تنميتها لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة.

٣- تصميم برنامج تدريبي إلكتروني في تعليم STEM لمعلمي العلوم أثناء الخدمة بهدف تنمية ممارسات التدريس لديهم وعمق المعرفة المرتبطة بها ومهارات التفكير التصميمي.

٤- تحديد مدى فعالية البرنامج التدريبي المقترح في تنمية ممارسات التدريس وفق تعليم STEM وعمق المعرفة المرتبطة بها ومهارات التفكير التصميمي لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة.

حدود الدراسة

١- تطبيق البرنامج التدريبي الإلكتروني على مجموعة من معلمي العلوم بمحافظة بورسعيد وعددهم (٢٢) معلما ممن يعملون بالخدمة.

٢- تطبيق البرنامج التدريبي الإلكتروني في الفصل الدراسي الثاني للعام ٢٠١٧/ ٢٠١٨ لمدة ١٠ أسابيع من خلال المدونات التعليمية المتاحة عبر الإنترنت مجانا.

٣- بناء اختبار عمق المعرفة المرتبطة بتعليم STEM في مستويات (الاستدعاء/ الانتاج- المهارة/ المفهوم- التفكير الاستراتيجي- التفكير الممتد) .

٤- بناء اختبار مهارات التفكير التصميمي في مهارات (التعاطف- التعريف- توليد الأفكار- النموذج- الاختبار) .

منهج الدراسة

١- المنهج الوصفي التحليلي Descriptive Research لوصف وتحليل الأدبيات ذات الصلة بمشكلة الدراسة واعداد البرنامج التدريبي المقترح واعداد أدوات الدراسة وتفسير ومناقشة النتائج.

٢- المنهج التجريبيExperimental Research ذو تصميم شبه تجريبي لقياس فعالية البرنامج التدريبي كمتغير مستقل في تنمية عمق المعرفة والممارسات التدريسية ومهارات التفكير التصميمي كمتغيرات تابعة.

أدوات الدراسة

١-قائمة بممارسات التدريس وفق تعليم STEM الواجب تنميتها لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة.

٢-قائمة بمهارات التفكير التصميمي الواجب تنميتها لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة.

٣-اختبار عمق المعرفة المرتبطة بتعليم STEM.

٤-بطاقة التقويم الذاتي لأداء ممارسات التدريس وفق تعليم STEM لمعلمي العلوم في ضوء قائمة ممارسات التدريس المعدة سابقا .

٥-اختبار مهارات التفكير التصميمي لمعلمي العلوم أثناء الخدمة.

مواد المعالجة التجريبية

١- البرنامج التدريبي الإلكتروني في تعليم STEM لمعلمي العلوم أثناء الخدمة.

٢-دليل المتدرب لدراسة البرنامج التدريبي الإلكتروني.

التصميم التجريبي

أولا : متغيرات الدراسة

١- **المتغير المستقل:** وهو البرنامج التدريبي في تعليم STEM بما يتضمنه من أنشطة واستراتيجيات تدريب.

٢- **المتغيرات التابعة:**

أ- أداء ممارسات التدريس وفق تعليم STEM لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة .

ب- عمق معرفة معلمي العلوم للمعارف المرتبطة بتعليم STEM.

ج- مهارات التفكير التصميمي لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة .

ثانيا: مجموعة الدراسة: مجموعة تجريبية واحدة ذات القياس القبلي البعدي.

مصطلحات الدراسة

البرنامج التدريبي الإلكتروني **E-Training Program**

يعرف إجرائيا بأنه: خطة تعليمية منظمة تتضمن مجموعة من الخبرات والأنشطة والأساليب التدريسية الإلكترونية المتنوعة وضعت بهدف إحداث تغيرات مرغوبة في الجوانب المعرفية والمهارية والوجدانية لمعلمي العلوم أثناء الخدمة.

تعليم العلم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM **STEM Education**

يعرف تعليم STEM في الدراسة الحالية بأنه: نظام تعليمي يدمج مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات معا، بحيث تتكامل المفاهيم الأكاديمية مع العالم الواقعي، ويدرس فيه الطلاب من خلال عمليات الاستقصاء العلمي والتصميم الهندسي بهدف إنتاج معرفة جديدة تسهم في حل مشكلات العالم من حولهم وهو ما يجب تدريب معلمي العلوم على ممارساته التدريسية لتحسين مستوى أدائهم.

عمق المعرفة **Depth of Knowledge**

يقصد به إجرائيا: مدى قدرة معلمي العلوم أثناء الخدمة على استدعاء المعلومات والمعارف المرتبطة بمحتوى البرنامج المقترح في تعليم STEM واستخدامها في خطوتين أو أكثر، وكذلك تقديم الأسباب والخطط وتحديد تتابع الخطوات، واقتراح الخطط والحلول لاكتساب هذه المعرفة العلمية والتربوية، وتقاس بما يحصلون عليه من درجات في الاختبار المعد لذلك.

الممارسات التدريسية **Teaching Practices**

يقصد بها إجرائيا: مجموعة الأداءات التدريسية التي يمارسها معلمي العلوم أثناء الخدمة والقائمة على تعليم STEM بما يتضمنه من ممارسات علمية وهندسية، وتقاس بما يحصلون عليه من درجات في بطاقة التقويم الذاتي المعدة لذلك.

التفكير التصميمي **Design Thinking**

يقصد به إجرائيا : مجموعة العمليات العقلية التي يمارسها معلمي العلوم أثناء الخدمة، بهدف حل القضايا والمشكلات الواقعية من خلال ممارسة التخيل والقدرة على تحديد المشكلة وتوليد الأفكار الخلاقة وانتاج النماذج الأولية واختبارها وتقاس بما يحصلون عليه من درجات في الاختبار المعد لذلك.

الإطار النظري والدراسات السابقة

المحور الأول: تعليم STEM

في ضوء الاهتمام بإعداد خريج متنور علميا وتكنولوجيا قادرا على حل ما يواجهه من مشكلات، كان هناك اهتمام عالمي تحت مسمى STEM، وهو اختصار لأربعة علوم معرفية، يدرسها المتعلم وهي: العلوم، التكنولوجيا، التصميم الهندسي، الرياضيات، وتتطلب هذه العلوم التكامل والدمج في تعليمها وتعلمها، كما أن طبيعة هذه العلوم تتطلب تجهيز بيئات تعليمية حقيقية وواقعية بحيث تساعد الطلاب على الاستمتاع في الأنشطة والمشروعات التعليمية التي تمكنهم من الوصول إلى المعرفة الشاملة والمترابطة للموضوعات الدراسية.

وقد تعددت الرؤي والتعريفات حول تعليم STEM وتم تعريفه من وجهات نظر متعددة ومختلفة كالتالي:

- تعريف STEM كحركة إصلاح تعليمي: حيث أشار (Hanover, 2011) أن STEM حركة إصلاح وتطوير لمجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، حيث يسعى لإعداد جيل متنور ومنفتح الذهن في تلك المجالات وبما يسهم في تطبيق المعارف والممارسات المكتسبة لمواجهة التحديات التي تواجههم في حياتهم اليومية وسوق العمل، من خلال توظيف المدخل التكاملي.
- تعريف STEM كنظام تعليمي: حيث يرى (Gonzales & Kuenzi, 2012,3) أن STEM نظام تعليم وتعلم للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من خلال تضمين الأنشطة التعليمية وتوظيفها في جميع المراحل التعليمية سواء بشكل مقصود ومنظم داخل الفصل الدراسي أو بشكل غير رسمي خارج أسوار المدرسة .
- تعريف STEM كمدخل تدريسي : حيث تعرفه المؤسسة التربوية بولاية مريلاند بالولايات المتحدة Stem Maryland الأمريكية STEM أنه مدخل تدريسي يتضمن تكامل المحتوى العلمي للعلوم والهندسة والتكنولوجيا والرياضيات في ضوء عدة معايير ومؤشرات للأهداف والأنشطة واستراتيجيات التدريس، بغرض تنمية قدرة المتعلمين على الاستقصاء العلمي وممارسة التفكير المنطقي الإبداعي، واكتساب وأداء مهارات القرن الواحد والعشرين في المواقف التعليمية المختلفة (أبو عليوة، ٢٠١٥، ٧٦).
- تعريف STEM كأسلوب تعلم قائم على المشكلة: حيث يعرفه (Moore, et al, 2014, 38) أنه أسلوب تعلم القائم على حل المشكلة من خلال التطبيق العملي لتدريس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات ويستخدم المنهج متعدد التخصصات لتطوير مهارات التفكير الناقد وحل المشكلات وتسهيل الابتكار ويستخدم تطبيقات من العالم الحقيقي كأساس للأنشطة المستخدمة حيث يتعلم الطلاب كيف أن مهارات حل المشكلة والإجراءات العلمية تنطبق على مواقف الحياة اليومية بهدف جعل الطلاب يستمتعون في مجالات STEM ويحسنون من كفاءتهم في هذه المجالات.

وعلى الرغم من اختلاف الرؤي والتعريفات حول تعليم STEM إلا أنها تتفق جميعا على ضرورة وجود تكامل في أربعة فروع معرفية هي العلم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وأن يتم ذلك من خلال منهج تكاملي ومداخل تدريسية وأنشطة تعليمية متكاملة ومرتبطة بالعالم الحقيقي.

ويمكن تعريف تعليم STEM في الدراسة الحالية بأنه **نظام تعليمي يدمج مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات معا، بحيث تتكامل المفاهيم الأكاديمية مع العالم الواقعي، ويدرس الطلاب من خلال عمليات الاستقصاء العلمي والتصميم الهندسي بهدف إنتاج معرفة جديدة تسهم في حل مشكلات العالم من حولهم.**

مبررات التوجه نحو تعليم STEM

أشارت دراسات(MSTe Project, 2001,1)،(أبو عليوة ،٢٠١٥، ٩٨)، (مراد، ٢٠١٤،٢٤) إلى عدد من مبررات الأخذ بنظام تعليم STEM لتكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، منها:

١. إن كثيرا من المناهج الحالية مازالت تعتمد على فلسفة العلم للعلم، وتقدم الحقائق العلمية في صورة مجزأة ، وتفتقر لمهارات التفكير، وفهم العلاقة التبادلية بين العلوم والتكنولوجيا والرياضيات في إطار مفاهيمي تكاملي.

٢. وجود أوجه قصور عديدة في تعليم العلوم والرياضيات، فقد أكدت وزارة التربية والتعليم على أن ترتيب تلاميذ مصر متدني في اختبارات (الاتجاهات الدولية في دراسة الرياضيات والعلوم Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS))، فقد حصلت عامي ٢٠٠٣ ، ٢٠٠٧ على ترتيب متأخر في الرياضيات والعلوم بالنسبة للدول المشاركة، وكان أداء الغالبية العظمى من التلاميذ في مادتي العلوم والرياضيات منخفضا.

٣. مناهج العلوم تفتقر إلى مهارات القرن الحادي والعشرين، ومن أهمها مهارات التكنولوجيا، والتي غالبا ما يكتسبها الطلاب بشكل غير رسمي من خارج المدرسة، كما تعاني قصورا واضحا في إعداد الطلاب للحياة والعمل.

٤. ضعف مستوى التلاميذ في مجالي العلوم والرياضيات، وافتقاد الخريجين للمعارف الأساسية في العلوم والتكنولوجيا. وهذه المعارف والمهارات مطلبا أساسيا لتكوين رأس المال المعرفي والمشاركة الفاعلة في مجتمع المعرفة.

٥. برامج التنمية المهنية ضعيفة وغير قائمة على الاحتياجات الفعلية للمعلمين، والاعتماد على طرق التدريس التقليدية حيث يعتبر المعلم هو المصدر الوحيد للمعرفة، وهذا لا يتناسب مع طبيعة التعلم القائم على الاستقصاء والاكتشاف.

أهمية تعليم STEM

يعد تعليم STEM موضع الاهتمام الأساسي للمنافسات الدولية في مجال التعليم، واكتساب المهارات التكنولوجية التي تمثل مطلبا أساسيا لسوق العمل العالمي، وترجع أهمية تعليم STEM إلى أنه يساعد على (Michelsen& Sriraman, 2009, 236), (Bryan& Fennel, 2009, 405)، (Carnegie Science Center, 2015)، (السعيد والغرقي،٢٠١٥، ١٤٥)، (رزق، ٢٠١٥، ٩٣) :

- اشتراك الطلاب في تجارب تعليم STEM الأصلية من خلال ربطهم مع العاملين في هذه المجالات، سوف يساعد على زيادة حماسهم واثارتهم وتطوير الفضول لديهم لمعرفة العالم كيف يعمل، وتساعدهم أيضا على رؤية أن المشاركة في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وسيلة لتوليد أفكار جديدة يمكن أن تؤدي إلى وظائف من شأنها أن تسهم في نوعية الحياة .

- إنتاج قوة بشرية قادرة على المنافسة العالمية، وسيكون هناك باستمرار أجيال متعاقبة من العلماء والمهندسين والتقنيين القادرين علي إنتاج أفكار جديدة وتطبيقها بما يتناسب مع متطلبات القرن الحادي والعشرين.
- التصدي إلى ضعف مخرجات تدريس الفروع الأربع بشكل فردي باستخدام مدخل متعدد التخصصات، مما يسهم في معالجة سلبيات مداخل التعليم الأخرى وأوجه قصورها وتحقيق وحدة المعرفة.
- يتيح فرصة التعلم من خلال تطبيق الأنشطة العلمية التطبيقية، والتكنولوجية الرقمية، وأنشطة الاكتشاف، والخبرة اليدوية، وأنشطة التفكير العلمي والمنطقي والابتكاري واتخاذ القرار.
- يسهم في تحقيق التعلم المستمر مدى الحياة، والتربية من أجل تحقيق التنمية المستدامة.
- المساهمة في طرح طرق واستراتيجيات جديدة لتدريس العلوم وتحقيق تكامل جوانب المعرفة العلمية، والمهارات العملية التطبيقية.
- يعمل على تطوير مهارات وقدرات المعلم وتحويله إلى التدريس الفاعل في ضوء متطلبات التعلم الحديث.
- يؤهل الطلاب الموهوبين علميا للاستمرار في المسار العلمي واطلاق مواهب الطلاب في الإبداع، والحصول على براءات اختراع لمنتجات قاموا بابتكارها وبناء الاتجاهات الإيجابية من خلال المعارض والمسابقات العلمية والمسابقات العالمية للإبداع، وزيادة الفترة الزمنية لتعليم وتعلم وتطبيق المواد العلمية من خلال برامج ما بعد المدرسة.
- تنظيم وتنسيق الخبرات التعليمية المقدمة للطالب بطريقة تساعده على تحقيق نظرة موحدة ومتسقة لأي موضوع من موضوعات المنهج وتساعده أيضا على أن ينمو كليا مع ربط المفاهيم الدراسية بالجوانب التطبيقية ويتم ذلك من خلال تضمين مدخل STEM في مناهج العلوم.
- اكتساب الطلاب أنماط من التفكير، كما إنه يعد الطلاب للتعامل مع القضايا اليومية بحكمة مثل التعامل مع قضايا الرعاية الصحية وحماية البيئة، وهذا يزيد بدوره من دافعية الطلاب لدراسة الرياضيات والعلوم؛ حيث يتعامل الطلاب مباشرة مع تطبيقات العالم الحقيقي.

التدريس الفعال في تعليم STEM

يشير مجلس البحث الوطني بالولايات المتحدة الأمريكية (National Research Council, 2011, 18) إن التدريس الفعال هو "التدريس الذي يحقق أقصي فائدة محتملة، وفي وقت مبكر، من الميول والخبرات التي يملكها الطلاب، وهو التدريس الذي يحدد معارفهم الحالية ثم يبني عليها، ويوفر لهم خبرات جديدة تشركهم بجدية، في ممارسات علمية حقيقية، تحقق لهم تطلعاتهم.

حيث التدريس الفعال هو الذي يدمج الطلاب، في الممارسات التعليمية ذات الصلة بتعليم العلوم والرياضيات والهندسة، والتكنولوجيا طوال فترة دراستهم لتلك التخصصات. ويحرص المعلم الفعال علي استغلال جميع ما يعرفه حول مستويات الفهم التي بلغها الطلاب، في مساعدتهم على تطبيق هذه الممارسات علي أرض الواقع. وبتلك الطريقة، يتمكن الطلاب، بصورة تدريجية ومتتابعة، من تعميق مستويات فهمهم، لجميع الأفكار الأساسية الواردة في التخصصات العلمية ذات الصلة بتعليم STEM، ولجميع المفاهيم المشتركة التي تتقاسمها تخصصات العلوم والرياضيات والهندسة.

وبذلك، يجري استثارة حب الاستطلاع في نفوس الطلاب، وحثهم على الانهماك في البحث عن إجابات لعدد من الأسئلة التي تدور حول العوالم المادية والطبيعية. وبذلك يكتسبون الخبرة المطلوبة بالطرق البحثية التي يسلكها العلماء في إجراء بحوثهم العلمية حول نفس الأسئلة، وتساعدهم في إيجاد إجابات عليها. ويتوجب علي الطلاب، في الصفوف الدراسية بمرحلة التعليم الأساسي، تنفيذ الاستقصاءات العلمية، ومشاريع التصميم الهندسي ذات الصلة بالأفكار الأساسية في تخصصاتهم الدراسية، بحيث يصبحون، عند انتهاء دراستهم الثانوية، على دراية أكثر عمقا بالأفكار الأساسية في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، ويكون قد أتيح لهم فرصة كافية لتطوير هوياتهم الخاصة وشخصياتهم كمتعلمين بـ STEM، وبما يزودهم بقدرة قوية علي تنفيذ الممارسات ذات الصلة بمجالات العلوم، والرياضيات، والهندسة , (Young et al. 2011, 29).

العناصر الرئيسة في الممارسات التدريسية وفق تعليم STEM

هناك عدد من العناصر والممارسات التدريسية التي يجب أن يلتفت معلمو STEMوصانعو السياسات لضمان نجاح تعليم STEM كالتالي (National Research Council, 2011, 19-23):

١. توافر مجموعة متماسكة ومتوافقة من المعايير والمناهج الدراسية:

إن البيانات المتاحة من الدراسات الدولية المقارنة TIMSS، ترجح أن هذه النتائج المتراجعة، ترجع إلى الاختلافات الكبيرة بين طبيعة المعايير، والمناهج الدراسية، والكتب المدرسية، في النظام التعليمي في الدول المختلفة.

فلابد من العمل في مشروع وضع معايير أساسية ومشتركة لتعليم الرياضيات، وكذلك في مشروع الإطار المفاهيمي لمعايير تعليم العلوم الجديدة، والتحرك الفاعل نحو إقرار واستحداث وتطوير، مناهج دراسية جديدة، تقدم معالجة جيدة لأهم الموضوعات، وتركز أكثر على تنمية تطوير كفايات الطلاب في تخصصات الرياضيات والعلوم.

ومن المأمول فيه أيضا، أن تتيح الجهود المبذولة في سبيل اعتماد هذه المعايير المشتركة، فرصة قوية للتركيز علي الكيفية التي يجري بها إعداد المعلمين وتطويرها، واتاحة فرص كافية أمامهم للتطور المهني، وبخاصة في المواد الدراسية ذات الصلة بعملهم. حيث أظهرت كثير من نتائج الأبحاث أنه كلما ارتفع مستوى المعلمين وتأهيلهم للتعامل مع منهج الرياضيات والعلوم، كلما انعكس ذلك نتائج الاختبارات التي يحققها طلابهم.

٢. الاستعانة بمعلمين من ذوي القدرة العالية على التدريس في مواد تخصصهم:

لكي يكون المعلم فعال في أداء الأدوار المأمولة منه، فإنه بحاجة إلى معرفة محتوى المادة الدراسية، وامتلاك حد أدنى من الخبرة في تدريس هذا المحتوى، ومن المؤسف أن نتائج كثير من البحوث العلمية تؤكد افتقار معظم معلمي العلوم والرياضيات لهاتين الحاجتين، وبالتالي فإنهم غير مؤهلين لتلبية الآمال المعقودة عليهم. فعلى سبيل المثال، في جميع المدارس الإعدادية والثانوية، توجد نسب عالية، من المعلمين غير المتخصصين، الذين يتولون تدريس مقررات العلوم والرياضيات بالرغم من عدم حصولهم علي رخصة معتمدة لتدريس تلك المواد، ولم يكتسبوا الخبرة التدريسية المناسبة التي تؤهلهم لتدريس تلك المواد أو إحدى المجالات ذات الصلة بها، سواء في مرحلة دراستهم الجامعية أو بعدها. وقد وجدت إحدى الدراسات الحديثة التي ركزت علي البرامج الجامعية لإعداد المعلم، أن معلمي المرحلة الابتدائية غير المتخصصين يعهد إليهم بتدريس اثنين علي الأقل من مقررات الرياضيات. وربما يرجع هذا الوضع إلى النقص في أعداد المعلمين، ولكنه يترك انعكاسات سلبية خطيرة، أهمها عدم شعور المعلمين بالراحة الكافية، وعدم توافر فرص كافية للاستعداد لتدريس المحتوى المطلوب.

٣. وجود نظام داعم للتقييم والمحاسبة عن المسئولية:

إن نظم التقييم الحالية تحد من قدرة المعلمين على الاستعانة بطرق تدريس تعزز تعلم الطلاب للمحتويات والممارسات التعليمية العلمية والرياضية. ففي مجال الرياضيات، لا يخفى أنه منذ البدء في تنفيذ قانون "لا يترك طفل في الوراء" (No Child Left Behind Act (NCLB))، تحول المعلمون بعيدا عن استخدام نظم تقييم الأداء المعقدة، واتجهوا إلى الاعتماد علي نظم التقييم القائمة على عناصر الاختيار من متعدد.

وقد أوصت إحدى اللجان السابقة بمجلس البحوث الوطني، بأن أي نظام ناجح لتقييم العلوم، يجب أن يكون قائما علي معايير دقيقة، ومستند إلى مجموعة متماسكة ومتجانسة من الطرق. وهذا التجانس يأخذ شكلين، أولهما هو التجانس الأفقي، وفيه يجري المواءمة بين المناهج الدراسية وطرق التدريس ونظم التقييم من ناحية، مع المعايير الموضوعة من ناحية أخرى، ويسعى هذا الشكل إلى تحقيق نفس أهداف عملية التعلم، والعمل المشترك لدعم نمو الطلاب، والارتقاء بوعيهم العلمي.

أما الشكل الثاني فهو التجانس العمودي، وفيه يتم بناء جميع مكونات النظام التعليمي– بما فيها الفصول الدراسية، والمدارس، والمنطقة التعليمية، والسلطات المختصة الأخرى– تبعا لرؤية مشتركة للأهداف والغايات المنشودة من تعليم العلوم، وأغراض التقييم واستخداماته، وعناصر الحكم علي الأداء الكفء. وبذلك ينشأ النظام التعليمي متماسكا من الناحية التنموية والتطورية، لأنه يأخذ في الاعتبار الكيفية التي يتطور بها الفهم العلمي للطلاب مع مرور الوقت، ومحتوي المعارف العلمية، والقدرات ومستويات الفهم المطلوبة للتعلم والتقدم في كل مرحلة من مراحل العملية، إلى المرحلة التي تليها.

وأي نظام داعم لمبدأ المحاسبة عن المسئولية، يجب أن يركز، ليس فقط على نتائج الطالب، ولكن أيضا على الممارسات التعليمية التي يتبعها المعلم في عمله. فمثلا بأكاديمية إلينوي للرياضيات والعلوم (IMSA)، تستخدم ثلاث طرق مختلفة وهي:

- في كل فصل دراسي، وفي كل مادة دراسية لكل معلم، يستكمل الطلاب بالأكاديمية استبيانا، يشمل أسئلة حول مدى تحقيق الهدف من وجهة نظرهم.
- يقوم أعضاء هيئة التدريس، المدربون علي تدوين الملاحظات، بإجراء زيارات متكررة داخل الفصول الدراسية، لقياس معدل الاستخدام الفعلي لطرق البحث العلمي القائمة على الاستفسار والاستقصاء.
- يقوم المراجعون الخارجيون بتقييم قسمين أو ثلاثة أقسام كل عام، لتحديد إلى أي مدى تركز عمليتي التعليم والتعلم بالأكاديمية علي "الاستقصاء العلمي وحل المشكلات".

٤. إتاحة وقت كاف للتدريس

أحدث قانون "لا يترك طفل في الوراء" ((No Child Left Behind Act (NCLB)، تغييرا ملحوظا في الوقت المخصص لتدريس العلوم والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات في مناهج مرحلة التعليم الأساسي. ففي المدرسة الابتدائية، أصبح التركيز منصب تعليميا على تدريس الرياضيات وفنون اللغة الإنجليزية، لأن هذه المواضيع يتم اختبار الطلاب فيها سنويا، في إطار نظام المساءلة الحالي. وقد أقرت المدارس الابتدائية – تبعا لبيانات إحدى الدراسات المسحية– بتخصيص ١٧٨ دقيقة أسبوعيا، في المتوسط، لتعليم العلوم، و٣٢٣ دقيقة لتعليم الرياضيات، و٥٠٣ دقيقة لتعليم فنون اللغة الإنجليزية. وبالتدقيق في محتوى هذه الدراسة وبياناتها، يتبين أن ٢٨٪ من المناطق التعليمية، أقرت بخفضها لحجم الوقت المخصص لتدريس العلوم في المدارس الابتدائية، بمتوسط لا يقل عن ٧٥ دقيقة في الأسبوع الواحد، بتلك المناطق. وفي المقابل، أفادت ٤٥% من المناطق التعليمية بزيادة حجم الوقت المخصص لتعليم الرياضيات في المدارس الابتدائية، بمتوسط لا يقل عن ٨٩ دقيقة في الأسبوع الواحد.

وعموما، إن النقص المتزايد في الوقت المخصص لتدريس العلوم، يثير قلق المختصين، لأن بعض البحوث تشير إلى ضرورة رفع مستويات اهتمام الطلاب بالمهن العلمية، وضرورة البدء في ذلك انطلاقا من سنوات الدراسة بالمرحلة الابتدائية.

٥. إتاحة فرص متكافئة أمام جميع الطلاب للحصول علي تعلم عالي الجودة:

أشارت نتائج البحوث العلمية، إلى الفجوات الموجودة في معدلات التحصيل، بين الطلاب لأسباب تتصل بالنواح الاجتماعية والاقتصادية، وغيرها من العوامل المدرسية والصفية مثل عدم توفير بنية تحتية ملائمة بالمعامل وعدم تيسير استعمالها، وعدم توفير الموارد والمصادر العلمية واتاحتها للجميع، إن هذه العوامل تعرقل تعلم العلوم والرياضيات في أوساط الطلاب المنتمين إلى أسر مختلفة، وتصنع بينهم فوارق تعليمية، مثل الفوارق في إمكانية التواصل مع المعلمين المؤهلين والقادرين علي تزويدهم بتدريب جيد، والفرص المتاحة لمتابعة وتطوير القدرات والمهارات في الصفوف الدراسية المبكرة. ولا يخفي أن تلك الفوارق، وخاصة في مجال العلوم والرياضيات، تخلف ورائها انعكاسات سلبية، تتراكم عاما وراء الآخر، وتظهر تدريجيا مع انتقال التلاميذ من صف إلى آخر بمرحلة التعليم الأساسي، وهذه المسألة في غاية الخطورة لأن العلوم والرياضيات بالذات هي المدخل الحقيقي لأي تفوق أكاديمي.

ويمكن معالجة بعض من هذه السلبيات بأساليب متعددة. فإيجاد سياسات عادلة، مثلا، تكفل توظيف معلمين جرى إعدادهم إعدادا جيدا، وتوزيعهم بصورة عادلة علي جميع الفصول الدراسية، قد يسهم في معالجة الخلل الناتج عن إشكالية صعوبة الاتصال بالمعلمين المؤهلين، والتي تستشري بين جميع الطلاب الأغنياء أو الفقراء علي حد سواء.

التطوير المهني لمعلمي STEM

ويشير (National Research Council, 2013, 22–25) إلى عدد من المؤشرات المهمة لتحقيق نجاح ملموس في تعليم STEM وهي مرتبطة بالتطوير المهني للمعلمين والقادة وتتمثل في :

١. **مستوي معرفة معلمي العلوم والرياضيات بالمحتوى الدراسي:** حيث الهدف الرئيس لهذا المؤشر هو قياس عمق فهم المعلمين واستيعابهم للمحتوى الدراسي الذي يدرسونه، ومدى توافر حد أدنى من المعرفة لديهم بالأدوات والأساليب اللازمة لبلوغ التدريس الفعال.

فيجب أن يتوافر حد أدنى لدى المعلم من المعرفة بالمحتوى الدراسي واستراتيجيات التعليم والتعلم الفعالة، ويجب عليه دمج المحتوى وطرق التدريس سويا، ومزجهم بطريقة تعكس فهمه العميق "للكيفية التي يتطور بها تعلم الطلاب في تخصص ما، وأنواع المفاهيم الخاطئة ونماذجها التي قد تنشأ لديهم، والاستراتيجيات المثلى للتعامل مع احتياجاتهم المتنامية من فترة عمرية لفترة عمرية أخرى" (National Research Council, 2010, 73) الدرجات العلمية التي ينالها المعلم، والمقررات الدراسية التي يتلقاها بعد التحاقه بالكلية، غالبا ما ينظر إليها كدليل مادي

علي امتلاكه الحد اللازم من المعرفة بمحتوى منهج العلوم أو الرياضيات. وترى بعض الجهات التعليمية أن من الخطأ الاكتفاء بذلك، بل يجب استنباط مقاييس أخرى، أكثر قوة، تعينها على تعرف المعلم الكفء من دون غيره، لذا هناك حاجة ماسة إلى مزيد من البحوث، التي توفر مقاييس، تقيس بصورة مباشرة، المستويات المعرفية للمعلمين في تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات المدرجة بتعليم STEM، وكذلك مقاييس، تقيس قدرات المعلمين على الدمج بين معرفة المحتوى والارتقاء بمستويات الفهم والتفكير لدى الطلاب.

٢. مشاركة المعلمين وانخراطهم في أنشطة التطوير المهني ذات الصلة بتعليم STEM.

يهدف هذا المؤشر لقياس مستويات مشاركة المعلمين وانخراطهم في نشاطات للتطوير المهني في تخصصي العلوم والرياضيات، على أن تكون تلك النشاطات عالية الجودة، ومستندة إلى بحث علمي قوي. وعلى الرغم من أن البحث العلمي لم يقدم إجابات جامعة في شأن مسألة التطوير المهني، إلا أن هناك إجماع واسع بين الباحثين على أن الحكم على إحدى نشاطات التطوير المهني بأنها عالية الجودة، يلزمه أن تتوافر بها عدد من الخصائص الرئيسة، وهي:

أ- أن يركز النشاط على تطوير قدرات المعلمين والارتقاء من معارفهم وامكاناتهم اللازمة لتدريس المحتوى والمادة الدراسية نفسها.

ب- أن يتناول الأعمال الصفية للمعلمين، ويعالج المشاكل التي يواجهونها في السياق المدرسي.

ت- أن يوفر أمام المعلمين فرص متعددة ومستدامة للتعلم، خلال فترات زمنية متقطعة (National Research Council, 2011, 21).

ولا يخفى أن التحديات المتصلة بتدريس العلوم والرياضيات، والمشكلات الخاصة بجودة برامج التطوير المهني المقدمة للمعلم، هي مشكلات متنوعة، وتتباين من صف لآخر، ومن مادة لأخرى. ومن المعروف أن، من الأهداف المرغوب فيها دائما في كل نشاطات التطوير المهني، أن يكون محتوى برنامج التطوير المهني المقدم للمعلمين العاملين في مدارس STEM، ثريا ومليئا، بالممارسات والتدريبات ذات الصلة، وتركز على الارتقاء بمعرفتهم بمحتوى المادة الدراسية التي يتولون تعليمها لطلابهم. كما يجب استنباط أنواع جديدة من التقييمات بجانب الاختبارات التقييمية في الرياضيات والعلوم، بما يتيح الفرصة للربط بين البيانات المتواترة عن معدلات تحصيل الطلاب من جهة، ومستويات مشاركة المعلمين في برامج التطوير المهني.

٣. مشاركة قادة التدريس في نشاطات وبرامج التطوير المهني، لخلق ظروف مدرسية مواتية، لتعزيز التعلم STEM.

يهدف هذا المؤشر إلى إيجاد الظروف المدرسية الجيدة التي تحفز الطلاب نحو التعلم وتحسين مستوياتهم التحصيلية. من خلال مشاركة مديري المدارس في نشاطات وبرامج التطوير المهني، عالية الجودة، وأثر ذلك في مساعدتهم على خلق هذه الظروف المدرسية المأمولة، فقد أظهرت الأبحاث أن بعض النواح المتصلة بالسياق المدرسي لها تأثير علي عملية التدريس لا

يقل عن التدريس المتصل بالمؤهلات التي يحملها المعلمين (DeAngelis & Presley, 2011, 85; McLaughlin& Talbert, 2006, 16) . فهناك خمسة عناصر مشتركة لها صلة وثيقة بتحسين نتائج الطلاب (Bryk et al., 2010, 18)، وهي:

أ- القيادة المدرسية كدافع للتغيير.
ب- الإمكانات المهنية لأعضاء هيئة التدريس بالمدارس.
ت- تواجد علاقات قوية مع أولياء الأمور ومؤسسات المجتمع.
ث- توافر مناخ تعليمي مرتكز على الطالب.
ج- تعزيز برامج التوجيه والارشاد التعليمي للمعلمين.

وتعد القيادة المدرسية القوية أمرا حيويا لتهيئة الظروف والثقافات المدرسية لدعم نجاح الطلاب وتعلمهم في جميع المواد الدراسية، وينبغي على المناطق التعليمية أن تزود قادة التدريس بفرص قوية لتعزيز تطورهم المهني، وبشكل يساعدهم على إنتاج الظروف المدرسية الملائمة التي تعزز من مستويات التحصيل التي يحرزها كل طالب. كما يجب الملائمة بين محتوى برنامج التطوير المهني من جانب، والطبيعة الخاصة التي تتسم بها تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات المتضمنة بتعليم STEM.

وقد اهتمت بعض الدراسات ببرامج إعداد وتدريب معلم STEM ومنها: دراسة (Khadri,2014) التي اقترحت خطة لإنشاء إدارة لتعليم STEM داخل كلية التربية جامعة عين شمس، من مرحلة البكالوريوس وحتى مرحلة الدكتوراه وقدمت خطة تفصيلية عن محتوى المقررات الدراسية في كل برنامج، حيث لا يوجد قسم أكاديمي لتعليم STEM في الجامعات المصرية تقوم بإعداد معلمي تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وتقدم التطوير المهني المناسب لهم برغم نقص المعلمين، دراسة (Dailey ; Bunn & Cotabish , 2015) التي فحصت برنامجا يوفر الحصول على شهادة معلم STEM في مرحلة البكالوريوس، استخدم هذا البرنامج التجارب الميدانية المبكرة التي تسمح للطلاب المعلمين بممارسة التدريس الذي يركز على الاستفسار خلال صفهم الأول في محاولة لتأهيلهم لمهنة التدريس وتأمين التزاماتهم بالحصول على رخصة تدريس في الرياضيات أو العلوم. كشفت الدراسة عن المتغيرات التي ساهمت في نموهم المهني. ووجد الباحثون أن الطلاب كانوا راضين للغاية عن البرنامج وكانوا يستكملون الدورة الأولى بدافعية عالية لمواصلة البرنامج.

وهدفت دراسة (Eckman; Williams & Thorn,2016) تقييم نموذج مكثف ومتكامل لإعداد معلم STEM الذي يتضمن كل من محتوى العلوم والرياضيات مع معرفة المحتوى التربوي ، في البرنامج يتشارك المعلمون في تجربة تعليمية تعاونية ميدانية من خلال وضعهم في موقع مدرسة محلية لضمان الربط بين النظرية والممارسة. أشارت النتائج أن النموذج التعاوني لإعداد المعلم كان أكثر فعالية بشأن مهاراتهم في التدريس ، وأكثر راحة مع معرفة المحتوى الخاص بهم ، وجعلهم على استعداد للعمل بفعالية مع الطلاب ذوي الاحتياجات الخاصة مقارنة بنموذج إعداد المعلم التقليدي .

كما اهتمت دراسة (العنزي، الجبر، ٢٠١٧) بتعرف تصورات معلمي العلوم في المملكة العربية السعودية نحو توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM وعلاقتها بالخبرة التدريسية والمرحلة التي يدرسها المعلم، وأشارت النتائج إلى ارتفاع مستوى تصورات المعلمين وعدم وجود فروق في هذه التصورات تعود للخبرة التدريسية بينما توجد فروق في التصورات تعود للمرحلة التي يدرس بها المعلم.

وفي دراسة (الدغيم، ٢٠١٧) كشفت عن البنية المعرفية للطالب المعلم تخصص علوم فيما يتعلق بمجالات توجه STEM وتعليم العلوم، وأشارت النتائج أن البنية المعرفية للطلاب المعلمين كانت مستقلة عن بعضها، كما أنهم لم يستطيعوا التمييز بشكل واضح بين العلوم وتعليم العلوم، أو الربط وبناء علاقات بين تلك المجالات وتعليم العلوم. كما قدمت دراسة (عبد الرؤف، ٢٠١٧) تصور مقترح لتطوير الأداء التدريسي لمعلمي العلوم بالمرحلة الإعدادية في ضوء معايير توجه STEM من خلال تقديم معايير لتقويم الأداء التدريسي للمعلمين والاحتياجات التدريبية لهم في ضوء معايير ومؤشرات الأداء لتوجه STEM.

وفي دراسة (سليمان، ٢٠١٧) قامت بتقييم الممارسات التدريسية لمعلمي العلوم بالمرحلة الثانوية في ضوء مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM، وأشارت لضعف الممارسات التدريسية لهم في ثلاث محاور هي: التركيز على فهم طبيعة العلم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، التركيز على ممارسة عمليات العلم والاستقصاء، التركيز على تنمية مهارات التفكير.

المحور الثاني: عمق المعرفة Depth of knowledge

في العام ١٩٩٧ قام العالم Norman lott Webb – هو أحد علماء مركز ويسكونس للبحوث التربوية Wisconsin Center for Education Research – بتطوير نموذج "عمق المعرفة" Depth of knowledge(DOK) للمؤامة بين معايير المنهج وعملية التقييم . وذلك بتحليل التوقعات المعرفية التي تتطلبها المعايير، والأنشطة المنهجية ومهام التقييم، ويعتمد نموذج DOK على افتراض أن جميع عناصر المنهج يمكن تصنيفها على أساس المعرفي لإنتاج استجابة مقبولة، وكل مجموعة من المهام تعكس مستوى مختلف من الإدراك في عمق المعرفة المطلوبة لإكمال المهمة، وقد حدد Webb (٢٠٠٩) أربعة مستويات لعمق المعرفة، وهي (Webb,2009,7- 1) ، (Hess, 2013, 6-20):

المستوى الأول – الاستدعاء – إعادة الإنتاج Recall- Reproduction :

يتطلب هذا المستوى من المتعلم استدعاء أو إعادة إنتاج المعرفة أو المهارات، والعمل مع الحقائق والمصطلحات والتفاصيل والحسابات والمبادئ والخصائص، والقدرة أيضا على استخدام إجراءات أو صيغ بسيطة، ويتمثل دور المعلم في هذا المستوى في أن يطرح على الطالب أسئلة تستدعي ما تم شرحه واستذكاره مع تدرج عمق السؤال وصولا به إلى الفهم (Webb,2009,7).

ويمكن للمعلم رفع عمق المعرفة في هذا المستوى بأن يكلف الطالب بالأنشطة التالية: تطوير خريطة مفاهيم توضح عملية أو تصف موضوعا، عمل جدول زمني، اكتب قائمة بالكلمات الرئيسة التي تعرفها ، ضع مخططا يظهر، اقرأ حقيقة متعلقة بـ ، اكتب بكلماتك الخاصة، قص أو رسم صورة توضح حدثا أو عملية أو قصة، عمل تقرير أو تقديم إلى الفصل، أنشئ شريطا كرتونيا يعرض تسلسل حدث أو عملية أو قصة، اكتب ملخصا موجزا واشرح الحدث أو العملية أو القصة، قم بإعداد مخطط انسيابي يوضح تسلسل الأحداث، إعادة صياغة فصل في الكتاب (Hess, 2013, 7).

المستوى الثاني – المهارة– المفهوم Skill – Concept:

يتطلب هذا المستوى من المتعلم إدراك طبيعة المفاهيم والقوانين وتطبيقها في مواقف جديدة، والقدرة على مقارنة الأشخاص والأماكن والأحداث والمفاهيم؛ تحويل المعلومات من شكل لآخر. وتصنيف أو فرز العناصر إلى فئات ذات معنى، أي إنه يتجاوز وصف أو شرح المعلومات التي تم استدعاؤها لوصف أو شرح نتيجة أو "كيف" أو "لماذا". وهنا يجب على المتعلم استخدام المعلومات في سياق مختلف عن ذلك التي تم تعلمها، ومن العمليات العقلية التي تشير إلى هذا المستوى : التلخيص والتقرير والتنظيم والتصنيف والاستنتاج، ويتمثل دور المعلم في طرح على الطالب أسئلة تجعله يستخدم المجردات (سواء كانت أفكارا عامة أو قواعد أو وسائل أو طرقا وأساليب) في المواقف العملية، وقد تكون هذه المواقف جديدة تماما على خبرة المعلم، أو مواقف مألوفة ولكن معدلة بشكل أو آخر عن طبيعتها السابقة (Webb,2009,9)

ويمكن رفع عمق المعرفة في المستوى الثاني من خلال تكليف الطلاب بالأنشطة التالية: حل المسائل متعددة الخطوات، شرح كيفية أداء مهمة معينة، كتابة يوميات، تشكيل لغز أو لعبة حول موضوع معين، عمل دراما لتوضيح حدث، صناعة نموذج، صنف سلسلة من الخطوات، تعرف مهام أكثر تعقيدا التي تتضمن التعرف على المفاهيم والعمليات التي قد تختلف في كيفية عملها، مهام حسابية أكثر تعقيدا (مثل الحسابات متعددة الخطوات مثل الانحراف المعياري)، مشاريع البحث وكتابة الأنشطة التي تنطوي على تحديد وجمع وتنظيم وعرض المعلومات، مهام القياس التي تحدث على مدى فترة زمنية وتتضمن تجميع وتنظيم البيانات التي تم جمعها إلى أشكال العرض الأساسية مثل جدول بسيط أو رسم بياني (Hess, 2013, 11).

المستوى الثالث – التفكير الاستراتيجي Strategic Thinking:

يتطلب هذا المستوى من المتعلم استخداما قصير المدى لعمليات التفكير العليا، مثل التحليل والتقييم، لحل مشاكل العالم الحقيقي مع النتائج المتوقعة. توضيح تفكير المتعلم هو علامة أساسية للمهام التي تقع في هذه الفئة . كما يتطلب هذا المستوى تنسيق المعرفة والمهارة في مجالات موضوعية متعددة لتنفيذ العمليات والوصول إلى الحل القائم على المشروع. وتشمل العمليات الرئيسة التي تشير إلى هذا المستوى إلى: التحليل والشرح و الدعم مع الأدلة والتعميم، والابتكار.

ويتمثل دور المعلم في أن يطرح على الطالب أسئلة تجعله يفكر تفكيرا تحليليا ويجزئ المعلومات ويصنفها ويعيد ترتيبها ويقسمها إلى عناصر، ويبحث في نقاط قوتها وضعفها، ويتوصل إلى خطوات واستراتيجيات لحل المشكلات (Webb,2009,11).

ويمكن رفع عمق المعرفة في المستوى الثالث من خلال تكليف الطلاب بالأنشطة التالية: استخدام أشكال Venn لتوضيح موضوعين متشابهين ومختلفين، تصميم استبيان لجمع المعلومات، عمل مخطط انسيابي لعرض المراحل الحرجة، تصنيف تصرفات الشخصيات في الكتاب، إعداد تقرير عن مجال الدراسة، إجراء استقصاء لإنتاج معلومات لدعم طريقة عرض، كتابة رسالة إلى المحرر لتقييم منتج، عمل كتيب عن خمسة قواعد مهمة في اقناع الآخرين، كتابة خطابا مقنعا يتجادل مع / ضد ..، عمل المشروعات قصيرة الأجل التي تركز بقوة على نقل المعرفة لحلها، مهام الاستقصاء عندما تكون البيئة التي تمت ملاحظتها تمثل عالم حقيقي، إنشاء الرسوم البيانية والجداول والمخططات التي يجب على الطلاب التفكير فيها وتنظيمها باستخدام المعلومات، المهام التي تنطوي على اقتراح حلول أو إجراء تنبؤات (Hess, 2013, 15) .

المستوى الرابع – التفكير الموسع Extend Thinking:

يتطلب هذا المستوى الاستخدام الموسع لعمليات التفكير العليا مثل التركيب والتفكير والتقويم وضبط وتعديل الخطط بمرور الوقت. يشارك الطلاب في إجراء استقصاءات لحل مشاكل العالم الحقيقي . وتوظيف عمليات التفكير الاستراتيجي التي تتضمن التأمل والإدارة والسلوك على مدى زمني أطول، ويتمثل دور المعلم في أن يطرح على الطالب أسئلة لتوسيع التفكير وتوسيع وجهات النظر وتسهل التعاون بين الطلاب، ويثير أسئلة للتقييم الذاتي (Webb,2009,13).

ويمكن رفع عمق المعرفة في المستوى الرابع من خلال تكليف الطلاب بالأنشطة التالية: تطبيق المعلومات لحل المشكلات غير المحددة في المواقف الجديدة، إجراء المهام التي تتطلب عددا من المهارات المعرفية والجسدية من أجل استكمالها، المهام البحثية التي تتطلب صياغة واختبار الفرضيات بمرور الوقت، المهام التي تتطلب من الطلاب اتخاذ قرارات استراتيجية واجرائية متعددة عند تقديمها، المهام التي تتطلب اتخاذ وجهات النظر والتعاون مع مجموعة من الأفراد، إنشاء الرسوم البيانية والجداول والمخططات التي يجب على الطلاب التفكير فيها وتنظيمها بدون استخدام المعلومات، كتابة المهام التي لها تركيز قوي على الإقناع، ابتكار طريقة، اكتب أغنية لإعلان منتج جديد (Hess, 2013, 18).

ومن الدراسات التي تناولت مستويات العمق المعرفي، دراسة (Olvera & Walkup, 2010) تقييم صلة بين عمق المعرفة واستراتيجيات طرح الأسئلة التي ينبغي على المعلمين التفكير فيها أثناء العمل في الدروس، وكيفية وضع خطط الدروس التي توفر فرصا معززة للطلاب للانخراط في التفكير الناقد. وطورت استراتيجية منهجية لتوظيف مشاركة الأقران وأنشطة المجموعات على أساس مستوى عمق المعرفة في الأسئلة.

ودراسة (Herman & Linn, 2014) التي هدفت بحث كيف تغطي التقييمات الجديدة (PARCC)، (SBAC) [1] والاختبارات الحكومية الحالية مستويات عمق المعرفة، وأشارت النتائج أن ما يقرب من ثلث البنود في التقييمات الجديدة يقع في المستويين الثالث والرابع في إطار عمق المعرفة. أما الاختبارات الحكومية الحالية تفتقر إلى مثل هذه الدقة. وأكدت الدراسة ضرورة تدريب المعلمين والطلاب على التقييمات الجديدة بشكل مسبق حتى لا تكون صادمة حيث تقع في مستويات عمق معرفي عالي.

ودراسة (Boyles, 2016) التي هدفت وضع عينة من الأسئلة لتوضيح ما يحتاجه الطلاب ليكونوا قادرين على اجتياز المستويات الأربعة لعمق المعرفة وكيف تبدو دقة عملية التعليم والتعلم في كل مستوى، وأكدت الدراسة أنه لا يجب التخلي عن دقة التعليم من أجل الوصول إلى أعمق مستويات عمق المعرفة، فمثلا، عندما يؤدي الطلاب مهمة في مستوى منخفض للعثور على أدلة واقعية في النص، يمكنهم ممارسة الدقة من خلال محاسبة أنفسهم على الدقة الفورية واختيار أفضل الأدلة.

كما هدفت دراسة (إبراهيم، ٢٠١٧) إلى الكشف عن أثر تدريس العلوم باستخدام وحدات التعلم الرقمية في تنمية مستويات عمق المعرفة العلمية، والثقة بالقدرة على تعلم العلوم لدى طلاب الصف الثاني المتوسط بالمملكة العربية السعودية، وأشارت نتائجها إلى وجود أثر كبير لاستخدام وحدات التعلم الرقمي في تنمية عمق المعرفة العلمية للطلاب، ودراسة (عزام، ٢٠١٨) التي هدفت قياس فعالية استخدام إستراتيجية عظم السمك في تدريس وحدة "النقل في الكائنات الحية" لطلاب الصف الثاني الثانوي في تنمية عمق المعرفة البيولوجية والتفكير البصري، وأشارت النتائج إلى فعالية الإستراتيجية في تنمية كل من عمق المعرفة البيولوجية، ومهارات التفكير البصري.

المحور الثالث: التفكير التصميمي

التفكير التصميمي هو نمط من التفكير، يعود تاريخ هذا المفهوم لعقود سابقة وهو نتاج تراكم أبحاث أكاديمية وممارسة فعلية مع تطوير مستمر، ويعتمد على خليط من العلوم أهمها العمارة، الهندسة، العلوم الإنسانية، وادارة الأعمال. وتستند منهجية التفكير التصميمي على حل القضايا من واقع الحياة وتبادل الآراء والابتكار وانتاج الأفكار المبدعة. وغالبا ما تستخدم هذه التقنية بهدف تحليل المشكلات الحقيقية التي تواجهها المنظمات (كاتب، ٢٠١٤، ١).

[1] The Partnership for Assessment of Readiness for College and Careers (PARCC) and Smarter Balanced Assessment Systems (SBAC)

نوع من التقييمات الجديدة ظهر في الولايات المتحدة الامريكية عام ٢٠١٤ التي سعت إلى تطبيقها بهدف تلبية معايير الدولة الأساسية المشتركة والرغبة في أن يكون الطلاب في الولايات المتحدة قادرين على المنافسة دوليا

مفهوم التفكير التصميمي

يعرف التفكير التصميمي بأنه "نهج لابتداع بدائل خلاقة عبر اتباع تقنيات أنثروبولوجية قائمة على سلوكيات واحتياجات وتفضيلات الإنسان" (Brown, 2008, 84).

ينظر إلى مفهوم التفكير التصميمي باعتباره تحويل التنظير إلى الممارسة العملية ضمن بيئة أنشطة ومنافسة والتخلي عن الأفكار الحالية مقابل أفكار أكثر جودة وممارسة طرق مختلفة للتعامل مع الأفكار سواء أثناء توليد الأفكار أو تنفيذها (كاتب، ٢٠١٤، ٦).

ويعرف التفكير التصميمي بأنه "عبارة عن عملية وآلية إبداعية لحل المشكلات وايجاد الفرص لفهم الأفراد وتطوير حلول مبتكرة لتلبية احتياجاتهم. كما يشار إليه باعتباره منهجا تصميميا يتمحور حول الإنسان، ويتضمن مجموعة المراحل التي يمر بها المصممون، بدءا من تحديد المشكلة ومرورا بتفهم رؤى الآخرين وانتهائا بالتنفيذ" (ديفينتالا وآخرون، ٢٠١٧، ٨).

ويوضح (ديفينتالا وآخرون، ٢٠١٧، ١٩) أن التفكير التصميمي يتميز بأنه:

- وثيق الصلة بأسلوب «التفكير والعمل»، وهو يتبع في طريقة عمله نفس طريقة تفكير المصممين وعملهم .
- يوظف «استراتيجيات تصميمية» للتصدي لطائفة واسعة من التحديات القائمة على حل المشكلات.
- يعتمد في حل المشكلات على عملية استكتشافية تتسم بأنها غير محددة بالمشكلة وغير تسلسلية.
- يشجع مراقبة الآخرين والاستماع إليهم باعتبارها وسيلة لتحديد الفرص الجديدة ومصدر إلهام لإطلاق طاقات الإبداع والابتكار .
- ممارسة أصيلة في التصدي لتحديات العالم الواقعي، ومع أن مصطلح 'مشكلة' يرد غالبا في سياق التفكير التصميمي، إلا أن نهجه يرتكز أكثر على فكرة 'التحدي' ويتقبل أكثر الخروج بنتائج أو حلول متعددة.

خطوات التفكير التصميمي:

تذكر مؤسسة التصميم دي سكول d.school في جامعة ستانفورد أن هناك خمسة خطوات للتفكير التصميمي كما يوضحها الشكل التالي (d.school at Stanford University,2016):

شكل (١) يوضح الخطوات الخمسة لعملية التفكير التصميمي في جامعة ستانفورد

(d.school at Stanford University,2016)

١- التقمص – التعاطف Empathize

وفيها يضع المصمم نفسه مكان المستخدم الذي يريد استهدافه ويحاول أن يتخيل انطباعاته. وكلما زادت قدرته على التخيل يصل لنتائج أفضل. فهو يحاول أن يعيش تجربة لهذا المستخدم في محيطه ليتعرف مشكلاته، واهتماماته، وأيضا التقمص يتم من خلال مقابلة عينة من المستخدمين الذي يحاول المصمم تقمص دورهم لأنهم مستهدفين بخدمة أو المنتج الذي تريد تصميمه لهم، وفي المقابلة يستمع لتجاربهم ومواقفهم ويقوم بتدوين كل ما يسمعه ويلاحظ طريقة كلامهم وتعبيراتهم. ويطرح عليهم أسئلة مفتوحة أيضا ليخرج بقصص نجاح وفشل، ويبحث عن ما يحتاجونه في حياتهم ليبدأ في تصميمه.

٢- التعريف Define

في هذه الخطوة يتم بفلترة المعلومات التي جمعها المصمم في المرحلة الأولى ويصنفها في زوايا وأقسام حتى تستطيع تحديد نوعية المشاكل الموجودة ثم يقرر بعدها أي مشكلة سيتولى حلها. ويتأكد من اختيار مشكلة تهم قطاع عريض من المستخدمين بحيث عند حلها، يستفاد منها عدد كبير.

٣- توليد الأفكار Ideate

بعد تحديد المشكلة، يتم العصف الذهني في مجموعات لتطوير الأفكار للعمل على حل المشكلة، ولا يتم استبعاد أي فكرة مهما كانت بسيطة أو غير قابلة للتنفيذ. ويجب ألا يتم الحكم على الأفكار بل تسجيلها كلها فالهدف كمي وليس كيفي أي الخروج بأكبر عدد ممكن من الأفكار. ويمكن الاستعانة بالتمثيلات البصرية من رسومات أو صور أو أشكال لتسهيل استيعاب الأفكار. ثم يحاول ربط الأشياء ببعضها. وبعد وضع عشرات الأفكار لحل المشكلة، يتم تصنيفها إلى حسب نوعها كالتالي: أفكار ممكنة أو قابلة للتنفيذ، أفكار يمكن تحويلها لألعاب، أفكار ممتعة ومسلية، أفكار تشكل تحديات.

٤- النموذج المبدئي Prototype

بعد التوصل إلى الحل، يدرس كيف سيتم ترجمته لمنتج أو خدمة ويستثير المستخدم لتجربته ولا يكتفي بالمشاهدة من بعيد.

٥- التجربة والاختبار Test

وفيها يختبر المستخدم ما توصل إليه المصمم من منتج أو خدمة لتقييمه دون شرح تفاصيل كيفية الاستخدام. لمعرفة ما إذا كان المنتج المبدئي سهل للمستخدم أم يحتاج إلى تعديل. في هذه الخطوة يكون الاهتمام بالتعلم، حيث تعد أول تجربة فعلية للمستخدم ولا يأخذ المصمم موقف المبرر ويشرح ما قام به. لكن بعد انتهاء التجربة، يمكنه تقديم شرح بسيط لوظائف وامكانيات الخدمة أو المنتج الذي صممه.

أهمية التفكير التصميمي

يشير الأدب التربوي (Mootee, (Brown, 2008, 84) (Warman, 2015, 52) (Morris & 2011,12) (العنزي والعمري، ٢٠١٧، ٧٠) إلى أهمية تنمية التفكير التصميمي لدى المتعلمين حيث يسهم في العديد من الفوائد في الجوانب العقلية والاجتماعية وترجع أهميته إلى إنه :

- يجمع الناس معا من مختلف التخصصات والإدارات، ما يؤدي إلى عقليات أفضل. ويتم تشجيع كل عضو في الفريق للتوصل إلى فهم للأمور، مما يؤدي إلى تطوير المنتجات المبتكرة التي تتماشى مع احتياجات الناس، وتساعد على التواصل مع العملاء على مستوى أعمق.
- يساعد في توليد معرفة ضمنية جديدة إيجابية ويركز على احتياجات المستفيدين النهائية لكشف الفرص من أجل خلق قيمة لبعض الاحتياجات المطلوبة.
- يسمح بالتجربة مع إنتاج للأفكار والتفكير الناقد، والذي يؤدي بدوره إلى مهارات فضلى في حل المشاكل والى خلق نظام بيئي للإبداع والابتكار.
- يساعد الطلاب على إظهار قدراتهم الإبداعية وتحسينها ومن خلال استثمار الخيال لديهم، باعتبار أن الخيال هو عملية تكوين صور ذهنية، بحيث يتم إنتاج الأفكار والحلول الإبداعية بعد معالجتها عن طريق الكتابة أو الرسم أو التمثيل ومن ثم يتم تعزيز المنتج النهائي.
- يستخدم كعملية تعلم مستمرة لدعم تعلم الطلاب متعدد التخصصات من أجل حل المشكلات المعقدة ومن ثم إعداد الطلاب لمواقع العمل مستقبلا.

التفكير التصميمي في سياق الممارسات التعليمية

أجريت الكثير من البحوث والدراسات حول التعلم القائم على حل المشكلات، والتعلم القائم على الاستقصاء، والتعلم القائم على المشروعات، والتي تشجع الممارسين على التركيز على طرق تكامل التفكير التصميمي مع هذه الممارسات التربوية القائمة على المتعلم، وهنا يجب توضيح الاختلافات القائمة بين التفكير التصميمي وبين هذه الممارسات كالتالي (ديفينتالا وآخرون، ٢٠١٧، ١٩):

- يحبذ التعلم القائم على حل المشكلات والتعلم القائم على الاستقصاء الانطلاق من مشكلة محددة، في حين يسعى التفكير التصميمي إلى الاستفادة من مهارات جميع المشاركين بوصفهم قادة ووسطاء محتملين.
- كما يميل التعلم القائم على حل المشكلات والتعلم القائم على الاستقصاء إلى وضع المعلم في قلب حل المشكلات، حيث يلعب دور الميسر الذي يطرح الأسئلة ويصوغ التحديات والأسئلة وأشكال القرارات الواجب اتخاذها. تنطوي هذه النظرة بالطبع على بنية هرمية يعمل التفكير التصميمي على تجنبها.
- أما التعلم القائم على المشروعات فيتميز عن هذين الاثنين لجهة اعتماده «استراتيجيات تعليم التصميم القائمة على السيناريو والنماذج الأولية » ولعله في هذا أقرب كثيرا إلى التفكير التصميمي من قربه منهما.
- كذلك يختلف التعلم القائم على المشروعات عنهما في أنه يميل إلى أن يكون متعدد التخصصات، والعمل أطول أمدا إذ يستمر لأسابيع أو أشهر، ومستندا إلى إطار أو عملية قائمة على خطوات، والى تقديم منتج نهائي أو أداء وثيق الصلة بالعالم الواقعي والمهام الحقيقية .
- وفي حين تشبه هذه السمات تلك التي تميز التفكير التصميمي، وتشكل آليات التفكير التي يستند إليها التفكير التصميمي جزءا من التعلم القائم على المشروعات.

التفكير التصميمي كجزء من المنهج الدراسي

بدأت المدارس بإدراك أهمية تدريس مهارات الابتكار إلى جانب المهارات الأكاديمية الأخرى، وبإدراك أنها ليست مجرد أنشطة لاصفية إضافية. وفي هذا الصدد، قامت مؤسسة دي سكول بجامعة ستانفورد بتطوير برنامج «أساسيات الابتكار » يمتد لفصل دراسي واحد، ويخصص للطلاب الجدد في الصفين السادس والتاسع، ويتعلم الطلاب فيه على مدار عشرة أسابيع أساسيات منهج التفكير التصميمي. ويجدر بالذكر هنا أنه يمكن تحميل المنهج الدراسي الأصلي بشكل مجاني (d.school at Stanford University,2017)

وقد قام عدد من المدارس الأخرى بدمج منهج التفكير التصميمي ضمن مناهجها الدراسية. وتشمل أبرز الأمثلة على ذلك مدرسة نويفا في ولاية كاليفورنيا، ومدرسة ماونت فيرنون المشيخية في جورجيا، وأكاديمية بيركولاج في ولاية نيو أورليانز، ومدرسة ديزاين لاب الثانوية في ولاية ديلاوير، ومدرسة ريفرسايد في مدينة أحمد أباد بولاية غوجارات الهندية، ومدرسة الجالية الأميركية في العاصمة الأردنية عمان (ديفينتالا وآخرون، ٢٠١٧، ٧٥).

وقد جرى إنشاء موقع إلكتروني من قبل منظمة آيديو وشبكة مختبر التعليم من مرحلة الروضة إلى الصف الثاني عشر (K12 Lab Network) التابعة لمؤسسة دي سكول بستانفورد، بهدف تخصيص منصة تربط بين العديد من المدارس والبرامج التي توفر تجارب تتعلق بوضع أفكار التصميم في جميع أنحاء العالم، كما يقدم الموقع الإلكتروني designthinkinginschools.org دليلا متعدد المصادر للمدارس والبرامج والموارد التي تقوم بتدريس منهج التفكير التصميمي للطلاب.

ومن الدراسات التي اهتمت بالتفكير التصميمي، دراسة (Morris Warman, 2015) & التي استعرضت كيفية استخدام التفكير التصميمي في التعليم العالي وناقشت مبادئ التفكير التصميمي وعملياته، وأكدت أنه يستخدم في وصف نمط معين من التفكير التطبيقي الإبداعي في مختلف فروع المعرفة حيث يشبه نظم التفكير في تحديد منهج معين لفهم المشاكل وحلها.

ودراسة (خصاونة، ٢٠١٥) التي قدمت دراسة منهجية للتفكير الإبداعي في مجال التصميم وبينت مراحله العلمية من خلال دراسة أنواع التفكير، ولاسيما التفكير الابداعي وخصائصه ودوافعه ومهاراته، ومراحل العملية التصميمية، وهدفت إلى الوصول إلى الطريقة الابداعية للتوصل للأفكار وتقديم الحلول والنماذج والتصميم المناسب. وقد خرجت الدراسة بنتائج أهمها التركيز على أهمية التوصل إلى الملخص الابداعي قبل القيام بأي عملية تصميمية حيث يعد بمثابة التقرير الذي يقدم المسار المناسب للمصمم لطرح وتقييم الأفكار الإبداعية وتطبيقها.

دراسة (العنزي والعمري، ٢٠١٧) التي هدفت قياس فاعلية برنامج تدريبي قائم على التفكير التصميمي في تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى الطلاب الموهوبين بمدينة تبوك، واستخدم الباحثان في بناء البرنامج كتاب Design Thinking Workshops, Talks or Consultations للاستفادة منه في أنشطة التفكير التصميمي، وكشفت الدراسة عن فاعلية البرنامج التدريبي في تنمية مهارات التفكير الإبداعي (الطلاقة والمرونة والأصالة والتفاصيل).

كما اهتمت دراسة (Chao-Ming, 2018) التي هدفت إعداد دورة في التفكير التصميمي وهي دورة مهنية تجمع بين تطبيقات المواد وجماليات التصميم والعلامات التجارية للمنتجات، وهي دراسة شاملة للتفكير الإبداعي والقدرة على استخدام التقنيات العملية. تم تطبيق هذه الدراسة على مجموعة من الطلاب لتنمية قدراتهم على تصميم منتجات التعبئة والتغليف، أشارت النتائج إلى تحسن مستوى التفكير التصميمي لدى الطلاب وتعزيز إبداعهم البنيوي للمنتجات، بالإضافة إلى تحسين في حل مشكلة التصميم .

وبذلك اتفقت الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة في التأكيد على أهمية إعداد برامج تدريبية لمعلمي العلوم وفق نماذج التعليم الحديثة ومنها تعليم STEM والتي يمكن أن تسهم في تنمية ممارسات التدريس وعمق المعرفة المرتبطة بها ومهارات التفكير التصميمي لدى المعلمين.

فروض الدراسة

في ضوء ما تم عرضه من أدبيات ودراسات سابقة أمكن صياغة الفروض التالية:

١. يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات معلمي العلوم في اختبار عمق المعرفة قبل وبعد دراسة البرنامج التدريبي لصالح التطبيق البعدي سواء في النتيجة الكلية أو في نتيجة الأبعاد المختلفة للاختبار

٢. يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي أداء معلمي العلوم لممارسات التدريس وفق تعليم STEM قبل وبعد دراسة البرنامج التدريبي لصالح التطبيق البعدي سواء في النتيجة الكلية أو في نتيجة الأبعاد المختلفة لبطاقة التقويم الذاتي.

يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات معلمي العلوم في اختبار مهارات التفكير التصميمي قبل وبعد دراسة البرنامج التدريبي لصالح التطبيق البعدي سواء في النتيجة الكلية أو في نتيجة الأبعاد المختلفة للاختبار.

إجراءات الدراسة

أولا: إعداد قائمة بممارسات التدريس وفق تعليم STEM الواجب تنميتها لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة في ضوء ما يلي:-

أ- الاطلاع على معايير تعليم STEM ومعايير تعليم العلوم للجيل القادم NGSS والتجارب العالمية والدراسات السابقة في مجال تدريب معلمي العلوم وتعليم STEM.

ب- عرض قائمة الممارسات في صورتها الأولية على مجموعة من المحكمين المتخصصين في المناهج وطرق تدريس العلوم، وقد أقر المحكمون بأهمية الممارسات في القائمة مع إجراء بعض التعديلات بناء على آراءهم ومقترحاتهم.

ج- وضع الصورة النهائية للقائمة في ضوء آراء السادة المحكمين، وبعد عمل التعديلات أصبحت القائمة في صورتها النهائية [١] والتي يبينها الجدول التالي :

[١] ملحق (١) قائمة ممارسات التدريس وفق تعليم STEM الواجب تنميتها لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة

جدول (١) أبعاد قائمة ممارسات التدريس وفق تعليم STEM لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة

م	ممارسات التدريس وفق تعليم STEM	عدد الممارسات الفرعية	الوزن النسبي
١	ممارسة التخطيط وفق تعليم STEM	١٤	%٢٣.٣٣
٢	ممارسة استخدام أدوات ومصادر التدريس وفق تعليم STEM	٧	%١١.٦٧
٣	ممارسة استخدام استراتيجيات التدريس وفق تعليم STEM	١٧	%٢٨.٣٣
٤	ممارسة تنظيم بيئة تعليم STEM	٧	%١١.٦٧
٥	ممارسة التقويم وفق تعليم STEM	١٥	%٢٥
	المجموع	٦٠	%١٠٠

ثانيا: إعداد قائمة بمهارات التفكير التصميمي الواجب تنميتها لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة في ضوء ما يلي:-

أ- الاطلاع على البحوث والدراسات السابقة في مجال مهارات التفكير التصميمي.

ب- عرض قائمة المهارات في صورتها الأولية على مجموعة من المحكمين المتخصصين في المناهج وطرق تدريس العلوم، وقد أقر المحكمون بأهمية المهارات في القائمة مع إجراء بعض التعديلات بناء على آراءهم ومقترحاتهم.

ح- وضع الصورة النهائية للقائمة في ضوء آراء السادة المحكمين، وبعد عمل التعديلات أصبحت القائمة في صورتها النهائية [١] والتي يبينها الجدول التالي:

جدول (٢) أبعاد قائمة مهارات التفكير التصميمي لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة

م	المهارات الرئيسة	عدد المهارات الفرعية	الوزن النسبي
١	التعاطف/ التقمص	٦	%٢٤
٢	التعريف	٤	%١٦
٣	توليد الأفكار	٥	%٢٠
٤	النموذج	٦	%٢٤
٥	الاختبار	٤	%١٦
	المجموع	٢٥	%١٠٠

١ ملحق (٢) قائمة مهارات التفكير التصميمي الواجب تنميتها لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة

ثالثا: إعداد البرنامج الإلكتروني التدريبي المقترح في تعليم STEM:

تم الاطلاع على نماذج التصميم التعليمي المرتبطة بتصميم البرامج التعليمية عبر الانترنت ومنها: (الهادي، ٢٠٠٥)، (الباتع والمولى، ٢٠٠٩) ويمكن تلخيص مراحل بناء البرنامج كالتالي:

١- مرحلة التحليل وتشمل:

أ- تحليل خصائص المتعلمين : هم معلمي العلوم، ممن سبق لهم دراسة الحاسب الآلي ولديهم القدرة على استخدام الإنترنت والبريد الإلكتروني وتحميل الملفات والمحادثة .

ب- تحليل البيئة التعليمية: لا يحتاج دراسة البرنامج إلى قاعات دراسة ولا تتقيد بمكان محدد أو زمان محدد، ويتم تحميل البرنامج من خلال المدونة التعليمية المنشأة على موقع Blogger.

ت- تحديد أهداف البرنامج: يهدف البرنامج إلى تنمية عمق المعرفة والممارسات التدريسية المرتبطة بتعليم STEM وبعض مهارات التفكير التصميمي لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة.

ث- تحديد المحتوى التعليمي: تم وضع تصور للمحتوى الذي يحقق هدف البرنامج المقترح وذلك بالاطلاع على الكتب والمراجع والمجلات العلمية المهتمة بهذا المجال.

٢- مرحلة التصميم وتشمل:

أ- تنظيم الأهداف التعليمية للبرنامج: تم صياغتها في شكل عبارات سلوكية تصف سلوك المتعلم وذلك بالنسبة للبرنامج وأيضا لكل مديول تعليمي على حده.

ب- تنظيم المحتوى وطريقة عرضه: تم إعداد خريطة انسيابية للبرنامج وتم تنظيم المحتوى التعليمي للبرنامج في خمسة موديولات تعليمية، روعي فيها التسلسل المنطقي، والجدول التالي يوضح عناصر المحتوى العلمي للبرنامج :

جدول (٣) عناصر المحتوى العلمي للبرنامج التدريبي المقترح

الموديول	عنوان	محتوى الموديول
الأول	ماهية تعليم STEM	مفهوم تعليم STEM، STEM كنظام تعليمي، STEM كحركة إصلاح تعليمي، STEM كمدخل تكاملي، STEM كمدخل تدريسي، STEM كمنهج متعدد التخصصات، STEM كأسلوب تعلم قائم على المشكلة، فلسفة تعليم STEM، تخصصات تعليم STEM، مبررات التوجه نحو تعليم STEM، أهداف تعليم STEM، مبادئ وأسس تعليم STEM، معايير ومؤشرات تعليم STEM، مزايا تعليم STEM، تحديات ومعوقات تنفيذ تعليم STEM.
الثاني	مدارس تعليم STEM ومعايير معلمها	ماهية مدارس تعليم STEM، أهمية مدارس STEM، التحديات التي تواجه مدارس تعليم STEM، أنواع مدارس (STEM)، مقارنة بين التعليم في مدارس STEM والتعليم في المدرسة العادية، تعليم STEM في مصر(نشأته، مبررات التوجه نحوه، أهدافه، تحدياته، نماذج تعليم STEM الرسمية في "مدارس المتفوقين الثانوية في العلوم والتكنولوجيا STEM " ، نماذج تعليم STEM غير الرسمية)، معايير معلم STEM إعداده وتطويره المهني.
الثالث	التخطيط لتعليم STEM وتصميم مناهجها	أهمية تعليم STEM، مناهج تعليم STEM، أسس التصميم والتنفيذ والتقويم، متطلبات تطبيق مناهج STEM، مداخل تصميم مناهج STEM، أنشطة تعليم STEM ، معايير تخطيط لتعليم STEM، كيف يمكن التخطيط لدروس STEM.
الرابع	استراتيجيات التدريس وفق تعليم STEM	التعلم القائم على المشروعات، تصميم المشروعات الابتكارية المميزة (CAPSTONE) المتضمنة بتعليم STEM، التعلم القائم على التصميم، التعلم القائم على التحدي، التعلم القائم على الاستقصاء، التعلم القائم على المشكلات، الممارسات العلمية والهندسية في تدريس STEM، التفكير التصميمي في تعليم STEM
الخامس	التقويم وفق تعليم STEM	أسس تقويم مناهج STEM، التقويم الصفي، التقويم الصفي ونتاجات التعلم، خطوات إعداد محتوى تقويم مواقف التعلم، التقويم الواقعي، إستراتيجية التقويم المعتمد على الأداء، إستراتيجية الملاحظة، استراتيجية التقويم بالتواصل.

ويوجد لكل مديول أهداف تعليمية وتمهيد لموضوعاتها والأنشطة المرتبطة بها وأساليب للتقويم.

ت- تصميم الأنشطة التدريبية : تم إعداد مجموعة من الأنشطة والمهام الخاصة بكل مديول ومنها:

- استخدام محركات البحث ومواقع الإنترنت لإنجاز مهام التدريب مثل البحث عن نماذج علمية وأفكار لمشروعات علمية ومواقع بحث مرتبطة بتدريس العلوم بطرق ابتكارية...وغيرها.
- المشاركة في حلقات النقاش والتواصل مع الزملاء من خلال الشبكة الاجتماعية Facebook.

- إرسال رسائل البريد الإلكتروني واستقبالها، وتحميل بعض الملفات .
- التخطيط لتصميم مشروع يعتمد على إنتاج نماذج علمية ووسائل تعليمية مرتبطة بتدريس العلوم من خلال استخدام عمليتي الاستقصاء العلمي والتصميم الهندسي .
- عرض ما تم إنتاجه من تكليفات عبر المدونة الخاصة بالبرنامج لإبداء الرأي بها من قبل الآخرين.

ث- تحديد استراتيجيات التدريب بالبرنامج: تم استخدام عدة استراتيجيات لتحقيق أهداف البرنامج بحيث يتم الدمج فيما بينها وفقا لظروف الموقف التعليمي وتتكامل مع بعضها من خلال الإمكانات التي توفرها الويب ٢.٠ ومن هذه الاستراتيجيات: المناقشة الإلكترونية، التعلم التشاركي الإلكتروني، التعلم القائم على المشروعات، التعلم القائم على التصميم، التعلم القائم على الاستقصاء.

ج- تصميم الوسائل التعليمية ومصادر التعلم : نظرا لأن البرنامج يقدم عبر الإنترنت فقد اعتمدت الوسائل على شبكة الانترنت ومنها: صور ورسوم ، تسجيلات صوتية، ملفات الفيديو، مواقع إلكترونية لتدريس العلوم وجميعها تم توظيفها بما يحقق أهداف البرنامج.

ح- تصميم طرق التفاعل :

- بالنسبة للتفاعل بين المتدربين والمحتوى: يتم التفاعل من خلال التجول عبر الصفحات خلال المدونة التعليمية التي تعرض موديولات البرنامج ، والإجابة عن أسئلة التقويم الذاتي الخاصة بكل موديول واستخدام محركات البحث المحددة بالمدونة لإنجاز المهام والأنشطة.
- بالنسبة للتفاعل بين المتدربين: يتم التفاعل إما بشكل متزامن من خلال الشبكة الاجتماعية Facebook حيث تم تصميم صفحة لهذا الغرض أو بشكل غير متزامن من خلال البريد الإلكتروني أو المدونة .
- بالنسبة للتفاعل بين المتدربين والمدرب: يتم التفاعل بشكل غير متزامن من خلال البريد الإلكتروني، أو من خلال تعليقات المدونة، وبشكل متزامن من خلال الشبكة الاجتماعية Facebook.

خ- تحديد أسلوب التقويم وأدواته :

- التقويم القبلي ويتم من خلال تطبيق أدوات الدراسة قبليا والاختبارات القبلية للموديولات .
- التقويم التكويني ويتم من خلال تقديم التغذية الراجعة أثناء دراسة البرنامج والاختبارات في نهاية كل موديول.
- التقويم النهائي ويتم من خلال تطبيق أدوات الدراسة بعديا وانتاجيات وأداءات المعلمين.

٣- مرحلة الإنتاج[١] وتشمل:

- اعتمد إنتاج البرنامج علي تقنيات الويب ٢.٠ المتوفرة بشكل مجاني عبر الإنترنت كالتالي:

أ- **المدونة Blog**: تم كتابة محتوى موديولات البرنامج ونشرها على الإنترنت عبر مدونة إلكترونية تم إنشاءها عن طريق موقع Blogger واختيار عنوان مناسب لها وهو مهارات التدريس الإلكتروني على الرابط https://marwaelbaz201718.blogspot.com/.

ب- **صفحة فيسبوك Facebook** : تم إنشائها بغرض التواصل مع المتدربين حول موضوعات البرنامج التدريبي https://www.facebook.com/groups/169838656988748/

ج- **البريد الإلكتروني E-Mail** : وذلك لاستلام التكليفات والاختبارات المطلوبة.

- صدق البرنامج: تم عرض البرنامج المنشور عبر المدونة على مجموعة من المتخصصين لإبداء الرأي حوله والتأكد من صلاحيته للتطبيق وقد أشار المحكمون إلى صلاحية البرنامج للتطبيق.

- بناء دليل المتدرب: تم بناء دليل للمتدرب حتى يساعد المعلمين على السير في البرنامج واشتمل هذا الدليل على ما يلي: أهداف البرنامج، الموضوعات التي يحتويها، الأنشطة التعليمية المطلوب تنفيذها وطريقة تسليمها، طرق التفاعل في البرنامج، أساليب التقويم، الجدول الزمني لدراسة البرنامج[٢] .

٤- مرحلة التطبيق تتضمن :

- التجريب الاستطلاعي للبرنامج للتأكد من خلوه من الأخطاء الإملائية أو الفنية أو أي مشكلات في التصميم، حيث تم تجربته على مجموعة من طلاب الفرقة الرابعة بكلية التربية ببورسعيد شعبة علوم ابتدائي وعددهم (١٢) طالبا.

- التطبيق القبلي لأدوات الدراسة ثم تطبيق البرنامج التدريبي ويليه التطبيق البعدي للأدوات.

٥- مرحلة التقويم تتضمن:

تقويم تعلم المعلمين للبرنامج وقياس فعاليته اعتمادا على:

- الأداءات Performances : وهي تمثل ما يقوم به المعلمين من أداءات أثناء دراسة البرنامج مثل المشاركة والتفاعل داخل البرنامج ، استخدام البريد الإلكتروني ، المشاركة في صفحة Facebook وابداء الرأي.

---

[١] ملحق (٣) البرنامج التدريبي في تعليم STEM ، ملحق (٥) صور شاشات البرنامج التدريبي

[٢] ملحق (٤) دليل المتدرب لدراسة البرنامج التدريبي

- الإنتاجيات Products: الإنتاج المتمثل في إنجاز المهمات المطلوبة مثل نشر صور أو فيديو أو إنتاج نماذج معينة وعمل مشروعات علمية باستخدام التصميم الهندسي وغيرها.
- أداء الاختبار الإلكترونية الخاصة بكل مديول تعليمي .
- أداء الاختبارات النهائية للبرنامج وهي: اختبار عمق المعرفة المرتبطة بتعليم STEM، بطاقة التقويم الذاتي لقياس الممارسات التدريسية، اختبار مهارات التفكير التصميمي.

ثالثا: إعداد أدوات الدراسة

أ- إعداد اختبار عمق المعرفة المرتبطة بتعليم STEM[1] :

١- **تحديد الهدف من الاختبار** : يهدف الاختبار إلى قياس عمق المعرفة المرتبطة بتعليم STEM لدى معلمي العلوم.

٢- **تحديد أبعاد الاختبار** : تضمن الاختبار الأبعاد الواردة في المحتوى العلمي البرنامج التدريبي المقترح .

٣- **وضع مفردات الاختبار** : صيغت مفردات الاختبار في المستويين الأول والثاني (الاستدعاء/ الإنتاج- المهارة/ المفهوم) في صورة الأسئلة الموضوعية من نمط الاختيار من متعدد ذي الأربعة بدائل، أما مفردات الاختبار في المستويين الثالث والرابع (التفكير الاستراتيجي- التفكير الممتد) فصيغت في صورة أسئلة مقالية، وتكون الاختبار في صورته الأولية من (٤٠) سؤالا.

٤- **صياغة تعليمات الاختبار** : تم صياغة تعليمات الاختبار روعي فيها الوضوح ، كما تم إعداد ورقة الإجابة ومفتاح تصحيح الاختبار .

٥- **إجراء الدراسة الاستطلاعية للاختبار**: تم إجراءها على مجموعة من طلاب الفرقة الرابعة شعبة علوم ابتدائي بكلية التربية ببورسعيد المقيدين بالعام الدراسي ٢٠١٨/٢٠١٧ مكونة من (١٤) طالبا وذلك لحساب ما يأتي:

أ- **صدق الاختبار**: تم حساب صدق الاختبار من خلال:

- صدق المحكمين: أشارت نتائج عرض الاختبار على مجموعة من المحكمين إلى انتماء السؤال لمستوى عمق المعرفة، وانتماء كل سؤال لجذع السؤال الذي وضع لقياسه، وصحة الأسئلة من الناحية العلمية واللغوية، ومناسبتها لمستوى المعلمين.
- صدق الاتساق الداخلي: تم حسابه باستخدام معامل ارتباط بيرسون، ويوضح جدول (٥) ذلك.

[1] ملحق (٦- أ) اختبار عمق المعرفة المرتبطة بتعليم STEM

جدول (٤) معاملات الارتباط بين درجات الطلاب في مستويات عمق المعرفة والدرجة الكلية للاختبار

البيانات / المستوى	الاستدعاء	المهارة / المفهوم	التفكير الاستراتيجي	التفكير الممتد
معامل الارتباط	٠.٨٨	٠.٨٩	٠.٩٣	٠.٩١
مستوى الدلالة	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠

يتضح من جدول (٥) أن جميع قيم معاملات الارتباط دالة عند مستوى دلالة (٠.٠١) مما يشير إلى صدق الاتساق الداخلي بين درجات مستويات الاختبار والدرجة الكلية للاختبار.

ب- **ثبات الاختبار** : تم حساب ثبات الاختبار باستخدام معادلة ألفاكرونباخ للثبات، وذلك بتطبيق الاختبار مرة واحدة ، فوجد أنه يساوي (٠.٧٢٢) وهو معامل ثبات مناسب .

ج- **زمن الاختبار** : تم حساب زمن الاختبار من خلال حساب المتوسط الزمني بين أول (٥) معلمين وآخر (٥) معلمين ينتهون من الإجابة وقد تم تحديد زمن (٩٥) دقيقة .

٧- **تقدير الدرجات وطريقة تصحيح الاختبار**: بالنسبة لأسئلة الجزء الأول أعطيت لكل إجابة صحيحة درجة واحدة، أما الإجابة الخطأ أو المتروكة فتعطى صفرا، وبالنسبة لأسئلة الجزء الثاني أعطيت الإجابة درجات (٤، ٣، ٢، ١) وفقا لإجابة الطالب، أما الإجابة الخطأ أو المتروكة فيعطى الطالب عنها صفرا، في ضوء مفتاح التصحيح[١] المعد للاختبار وبذلك تصبح الدرجة العظمى للاختبار (١٠٠) درجة.

٨- وضع الصورة النهائية للاختبار حيث أصبح على درجة مناسبة من الصدق والثبات وصالح للتطبيق والجدول التالي أبعاد اختبار عمق المعرفة:

جدول (٥) أبعاد اختبار عمق المعرفة المرتبطة بتعليم STEM لمعلمي العلوم أثناء الخدمة

م	مستويات التعلم / الابعاد	الاستدعاء	المهارة	التفكير الاستراتيجي	التفكير الممتد	المجموع الكلي	الوزن النسبي
		أرقام المفردات	أرقام المفردات	أرقام المفردات	أرقام المفردات		
١	ماهية تعليم STEM	١، ٢	١١، ١٢	٢١، ٢٢	٣١، ٣٢	٨	%٢٠
٢	مدارس تعليم STEM ومعايير معلمها	٣، ٤	١٣، ١٤	٢٣، ٢٤	٣٣، ٣٤	٨	%٢٠
٣	التخطيط لتعليم STEM وتصميم مناهجها	٥، ٦	١٥، ١٦	٢٥، ٢٦	٣٥، ٣٦	٨	%٢٠
٤	استراتيجيات التدريس وفق تعليم STEM	٧، ٨	١٧، ١٨	٢٧، ٢٨	٣٧، ٣٨	٨	%٢٠
٥	التقويم وفق تعليم STEM	٩، ١٠	١٩، ٢٠	٢٩، ٣٠	٣٩، ٤٠	٨	%٢٠
المجموع الكلي		١٠	١٠	١٠	١٠	٤٠	%١٠٠
النسبة المئوية		%٢٥	%٢٥	%٢٥	%٢٥	%١٠٠	

[١] ملحق (٦-ب) مفتاح تصحيح اختبار عمق المعرفة

ب- **إعداد بطاقة التقويم الذاتي[1] لقياس أداء معلمي العلوم أثناء الخدمة لممارسات التدريس وفق تعليم STEM**، لقد مرت عملية إعداد بطاقة التقويم الذاتي بمجموعة من الخطوات وهى :

١- **الهدف من بطاقة التقويم الذاتي** : هدفت البطاقة إلى قياس مستوى أداء معلمي العلوم أثناء الخدمة لممارسات التدريس وفق تعليم STEM في ضوء قائمة ممارسات التدريس التي تم إعدادها مسبقا.

٢- **صياغة فقرات بطاقة التقويم الذاتي** : تم صياغتها في صورة عبارات إجرائية روعي فيها : أن تكون محددة وواضحة وتصف كل عبارة نمطا أدائيا واحدا وألا يكون لها أكثر من تفسير للحكم عليه ويوضح الجدول التالي أبعاد بطاقة التقويم الذاتي والممارسات التي تقيسها :

جدول (٦) أبعاد بطاقة التقويم الذاتي والممارسات التي تقيسها لدي معلمي العلوم أثناء الخدمة

م	الممارسة الرئيسة	الممارسات الفرعية	الوزن النسبي
١	ممارسة التخطيط وفق تعليم STEM	١٤	%٢٣.٣٣
٢	ممارسة استخدام أدوات ومصادر التدريس وفق تعليم STEM	٧	%١١.٦٧
٣	ممارسة استخدام استراتيجيات التدريس وفق تعليم STEM	١٧	%٢٨.٣٣
٤	ممارسة تنظيم بيئة تعليم STEM	٧	%١١.٦٧
٥	ممارسة التقويم وفق تعليم STEM	١٥	%٢٥
	المجموع	٦٠	%١٠٠

٣- صياغة تعليمات بطاقة التقويم الذاتي

تم صياغة تعليمات بطاقة التقويم الذاتي، وروعي فيها الدقة والوضوح، وقد تضمنت توضيح الهدف من البطاقة وطبيعتها وكيفية تسجيل التقويم الذاتي فيها.

٤- صدق بطاقة التقويم الذاتي

للتأكد من صدق بطاقة التقويم الذاتي تم عرضها على مجموعة من المحكمين من أساتذة المناهج وطرق التدريس وموجهي العلوم، وقد أقر المحكمون بسلامة العبارات من حيث الصياغة والدقة والانتماء للممارسة الرئيسة، مع إجراء بعض التعديلات بناء على آراءهم ومقترحاتهم.

[1] ملحق (٧) بطاقة التقويم الذاتي لأداء ممارسات التدريس وفق تعليم STEM

٥- حساب ثبات بطاقة التقويم الذاتي

لحساب ثبات البطاقة تم باستخدام معادلة ألفاكرونباخ (خيري ،١٩٧٧، ٤٥٩) وبلغت نسبته (٠.٧٥٦) وهو معامل ثبات مناسب، مما يدل على صلاحية البطاقة للتطبيق.

٦- أسلوب تسجيل والتقدير الكمي للأداء في البطاقة

تم تحديد أسلوب تسجيل وتقدير الأداء حيث تم تحديد لكل ممارسة فرعية أربعة خانات تمثل درجة تحقيق الأداء مقدرة تقديرا كميا كالآتي:

- ثلاث درجات إذا حقق المعلم أداء الممارسة بدرجة كبيرة.
- درجتان إذا حقق المعلم الأداء بدرجة متوسطة.
- درجة واحدة إذا حقق المعلم الأداء بدرجة قليلة .
- صفر إذا لم يؤد المعلم أداء ممارسة التدريس مطلقا.

وبذلك بلغ تقدير النهاية العظمى لكل البطاقة (١٨٠) درجة والدرجة المتوسطة (١٢٠) درجة والدرجة الصغرى (٦٠) فأقل.

٧- **وضع الصورة النهائية لبطاقة** حيث أصبحت البطاقة على درجة عالية من الصدق والثبات وصالحة للتطبيق .

ت- إعداد اختبار مهارات التفكير التصميمي[١]

١- **تحديد الهدف من الاختبار** : قياس مستوى معلمي العلوم أثناء الخدمة في مهارات التفكير التصميمي .

٣- **تحديد أبعاد الاختبار**: تضمن الاختبار نفس الأبعاد الواردة في قائمة مهارات التفكير التصميمي.

٤- **صياغة عبارات الاختبار ونظام التقدير**: تم تصميم الاختبار من خلال مجموعة من المواقف/ المشكلات التي تتطلب استخدام مهارات التفكير التصميمي، وقد بلغ عدد المواقف في الاختبار (أربعة مواقف)، بحيث يقوم المعلم بوضع خطة عمل تتطلب المهارات الخمس للتفكير التصميمي في كل موقف من المواقف المعدة بالاختبار ، كما تم إعداد جداول خاصة توضح للمعلم الإجراءات العامة الواجب تنفيذه في كل مهارة فرعية من مهارات التفكير التصميمي، بحيث تمثل هذه الإجراءات العامة معايير تقييم المعلم في المهارات الخمس للتفكير التصميمي، كما تم تحديد معايير للحكم على الإجابة الصحيحة [٢]، وقد بلغ تقدير درجات كل موقف (٧٥) وبذلك بلغ تقدير النهاية العظمى لكل الاختبار (٣٠٠) درجة.

---

[١] ملحق (٨- أ) اختبار التفكير التصميمي لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة

[٢] ملحق (٨- ب) توزيع معايير تنفيذ المهارات وتوزيع الدرجات باختبار مهارات التفكير التصميمي

٥- **صياغة تعليمات الاختبار** : تم تخصيص ورقة في بداية الاختبار تضمنت تعريف مجال القياس (مهارات التفكير التصميمي) وتعليمات للمستجبين والتأكيد على ضرورة الإجابة عن كل المفردات.

٦- **إجراء الدراسة الاستطلاعية للاختبار**: تم إجراءها على مجموعة من طلاب الفرقة الرابعة شعبة علوم ابتدائي بكلية التربية ببورسعيد المقيدين بالعام الدراسي ٢٠١٨/٢٠١٧ مكونة من (١٤) طالبا وذلك لحساب ما يأتي:

أ- **صدق الاختبار**: تم حساب صدق الاختبار من خلال:

- صدق المحكمين: أشارت نتائج عرض الاختبار على مجموعة من المحكمين إلى انتماء السؤال للمهارة الرئيسة التي يقيسها، وصحة الأسئلة من الناحية العلمية واللغوية، ومناسبتها لمستوى المعلمين، وصالحية الاختبار للتطبيق.
- صدق الاتساق الداخلي: تم حسابه باستخدام معامل ارتباط بيرسون، ويوضح جدول (٧) ذلك.

جدول (٧) معاملات الارتباط بين درجات الطلاب في مهارات التفكير التصميمي والدرجة الكلية للاختبار

البيانات / المستوى	التعاطف	التعريف	توليد الافكار	النموذج	الاختبار
معامل الارتباط	٠.٧٨	٠.٨١	٠.٨٢	٠.٧٨	٠.٨٤
مستوى الدلالة	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠

يتضح من جدول (٧) أن جميع قيم معاملات الارتباط دالة عند مستوى دلالة (٠.٠١) مما يشير إلى صدق الاتساق الداخلي بين درجات مهارات التفكير التصميمي والدرجة الكلية للاختبار.

ب- **ثبات الاختبار** : تم حساب ثبات الاختبار باستخدام معادلة ألفاكرونباخ للثبات، وذلك بتطبيق الاختبار مرة واحدة ، فوجد أنه يساوي (٠.٧٨) وهو معامل ثبات مناسب .

ج- **زمن الاختبار** : تم حساب زمن الاختبار من خلال حساب المتوسط الزمني بين أول (٥) معلمين وآخر (٥) معلمين ينتهون من الإجابة وقد تم تحديد زمن (١٢٠) دقيقة .

٧- وضع الصورة النهائية للاختبار حيث أصبح على درجة مناسبة من الصدق والثبات وصالح للتطبيق.

الدراسة التجريبية

أ- اختيار أفراد الدراسة : تمثلت في مجموعة من معلمي العلوم أثناء الخدمة بمراحل التعليم العام وعددهم (٢٢) معلما ومنهم (٩) معلمين يدرسون بالدبلوم المهني بكلية التربية بورسعيد بالعام ٢٠١٧/ ٢٠١٨م وقد تم اختيارهم بعد التأكد من قدرتهم على التعامل مع الحاسب والإنترنت وأيضا رغبتهم في الاشتراك في تجربة الدراسة .

ب-تطبيق التجربة: في بداية تطبيق البرنامج تم إجراء ما يلي:

- محاضرة نظرية بسيطة عن البرنامج التدريبي والمدونة وأساليب التدريب بالبرنامج وطرق التواصل .
- إطلاع المعلمين على البرنامج عبر المدونة واعطاءهم دليل المتدرب.
- التطبيق القبلي لأدوات الدراسة.

ث- تم تطبيق البرنامج في الفترة من ٢٠١٨/٢/١٧ وحتى ٢١/ ٤/ ٢٠١٨ لمدة ١٠ أسابيع ومن ثم التطبيق البعدي لأدوات الدراسة، وقد هناك بعض الصعوبات التي واجهت الباحثة لتطبيق البرنامج أهمها: اعتقاد المعلمين بصعوبة استخدام المدونة وعدم معرفة بعضهم بها وتم التغلب عليها بالتأكيد على المعلمين بأن الأمر سهل لكنه يحتاج تدريب بسيط وتم توجيههم إلى مجموعة من القراءات حول المدونة المتاحة على الإنترنت.

نتائج الدراسة مناقشتها وتفسيرها

قامت الباحثة بتطبيق أدوات الدراسة وحساب المتوسطات والانحرافات المعيارية وقيمة (ت) ، وذلك للتحقق من دلالة الفروق بين متوسطي درجات التطبيقيين القبلي والبعدي باستخدام برنامج (SPSS) كما يلي :

بالنسبة للفرض الأول:

للتحقق من صحة الفرض الأول ونصه " يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات معلمي العلوم في اختبار عمق المعرفة قبل وبعد دراسة البرنامج التدريبي لصالح التطبيق البعدي سواء في النتيجة الكلية أو في نتيجة الأبعاد المختلفة للاختبار" ، تم تطبيق اختبار عمق المعرفة المرتبطة بتعليم STEM قبل وبعد تطبيق البرنامج التدريبي وحساب قيمة (ت)[1] لمتوسطي مترابطين (السيد ،١٩٧٨، ٣٣٦) وجاءت النتائج كما يلي:

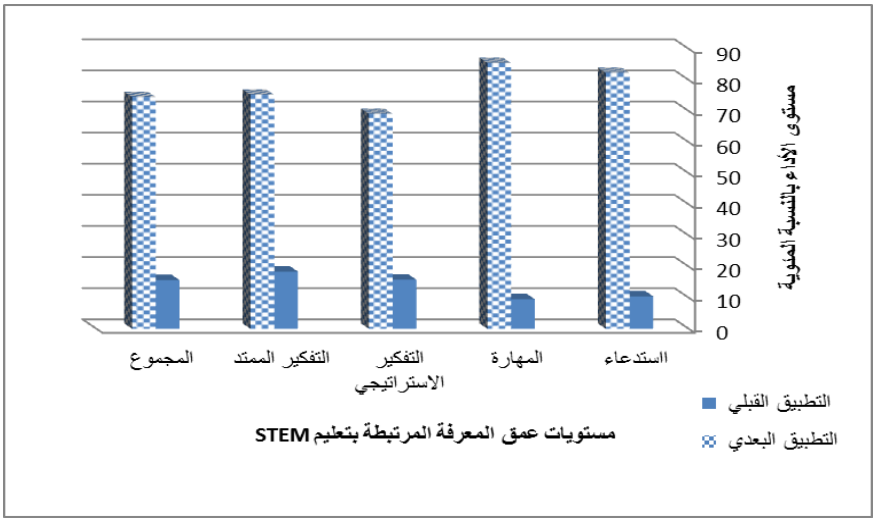
[1] نظرا لصغر حجم العينة تم تطبيق اختبار Wilcoxon اللابارمتري باستخدام SPSS أيضا للتأكد من دلالة الفروق وجاءت النتائج متفقة مع نتائج اختبار ت

جدول (٨) دلالة الفروق بين متوسط درجات معلمي العلوم في التطبيقيين القبلي والبعدي على اختبار عمق المعرفة المرتبطة بتعليم STEM

مستويات عمق المعرفة	الدرجة العظمى	القبلي		البعدي		قيمة "ت"	مستوى الدلالة	مربع ايتا η^2	حجم التأثير
		م١	ع١	م٢	ع٢				
الاستدعاء/ الإنتاج	١٠	١.٠٤	٠.٧٢	٨.٢٣	٠.٩٢	٧.١٨	دالة عند ٠.٠٠١	٠.٩٥٢	كبير
المهارة/ المفهوم	١٠	٠.٩٥	٠.٧٨	٨.٥٤	٠.٩١	٧.٥٩	دالة عند ٠.٠٠١	٠.٩٥٤	كبير
التفكير الاستراتيجي	٤٠	٦.٣١	١.٢	٢٧.٦	٦.١	٢١.٣٢	دالة عند ٠.٠٠١	٠.٨٦٠	كبير
التفكير الممتد	٤٠	٧.٣٦	١.٠٤	٣٠.٠٩	٢.٠٤	٢٢.٧٢	دالة عند ٠.٠٠١	٠.٩٨١	كبير
المجموع الكلي	١٠٠	١٥.٦٨	١.٧٨	٧٤.٥	٦.٨	٥٨.٨٢	دالة عند ٠.٠٠١	٠.٩٧٣	كبير

يتضح من الجدول السابق:

- بلغت قيمة ت (٥٨.٨٢) ، وهي دالة عند مستوى ٠.٠٠١ ، مما يدل على وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات معلمي العلوم في اختبار عمق المعرفة لصالح التطبيق البعدي سواء في النتيجة الكلية أو في نتيجة المستويات المختلفة للاختبار، وهذا يشير إلى زيادة مستوى عمق المعرفة المرتبطة بتعليم STEM لدى معلمي العلوم.
- لقياس فعالية البرنامج التدريبي تم حساب حجم التأثير الكلي بإيجاد مربع إيتا η^2 وقد كان حجم التأثير كبير حيث بلغت نسبة η^2 (٠.٩٧٣) وهي أكبر من الحد الفاصل(٠.١٤) (رشدي منصور ، ١٩٩٧، ٦٩)، كما تراوح حجم التأثير لأبعاد الاختبار من (٠.٨٦٠– ٠.٩٨١) مما يدل على فعالية البرنامج التدريبي في تنمية عمق المعرفة المرتبطة بتعليم STEM للمعلمين وبذلك تتحقق صحة الفرض الأول. ويمكن التعبير عن هذه النتيجة بيانيا في الشكل التالي:



شكل (٢) مستويات عمق المعرفة المرتبطة بتعليم STEM معلمي العلوم في التطبيقين القبلي والبعدي

ويمكن تفسير هذه النتيجة فيما يلي:

- ضعف مستوى عمق المعرفة المعلمين قبليا في المعارف المرتبطة بتعليم STEM ويرجع إلى عدم دراستهم لموضوعات البرنامج من قبل وحداثة المعارف المتضمنة به.
- ارتفاع مستوى عمق المعرفة للمعلمين بعديا يدل على استيعابهم للمعارف المتضمنة بالبرنامج التدريبي ويرجع ذلك لتدعيم البرنامج بوسائل متعددة حفزت المعلمين على التعلم والتدريب، وأيضا توظيفه استراتيجيات تدريس تعتمد على المهارات العقلية العليا والتفكير الاستراتيجي والتفكير الممتد وهي ذاتها التي تم تدريبهم عليها ليستخدمها مع تلاميذهم في فصول تعليم STEM.

بالنسبة للفرض الثاني :

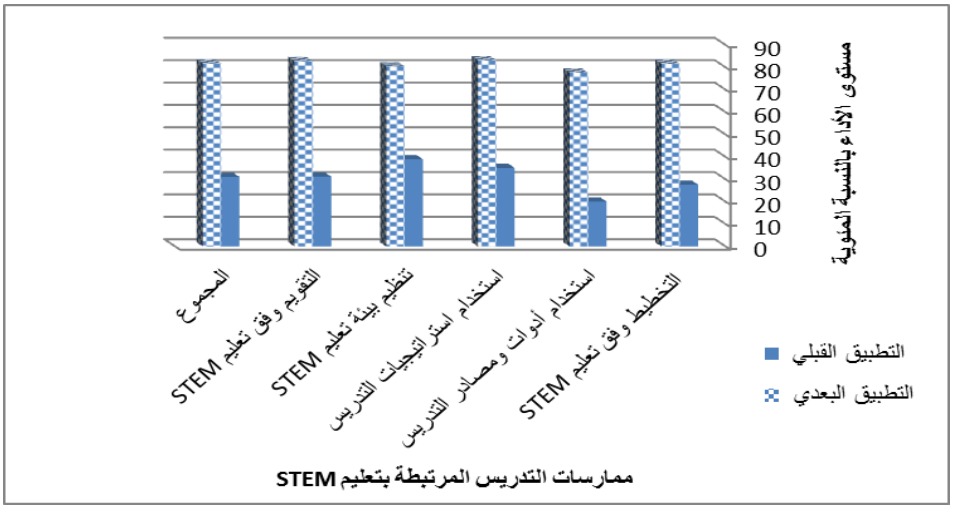
للتحقق من صحة الفرض الثاني ونصه "يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي أداء معلمي العلوم لممارسات التدريس وفق تعليم STEM قبل وبعد دراسة البرنامج التدريبي لصالح التطبيق البعدي سواء في النتيجة الكلية أو في نتيجة الأبعاد المختلفة لبطاقة التقويم الذاتي" ، تم تطبيق بطاقة التقويم الذاتي لأداء ممارسات التدريس وفق تعليم STEM قبل وبعد تطبيق البرنامج التدريبي وحساب قيمة (ت) كالتالي:

جدول (٩) دلالة الفروق بين متوسطات درجات معلمي العلوم في التطبيقيين القبلي والبعدي على أبعاد بطاقة التقويم الذاتي لأداء ممارسات التدريس وفق تعليم STEM

ممارسات التدريس وفق تعليم STEM	الدرجة العظمى	القبلي		البعدي		قيمة "ت"	مستوى الدلالة	مربع ايتا η^2	حجم التأثير
		م١	ع١	م٢	ع٢				
ممارسة التخطيط وفق تعليم STEM	٤٢	١١.٥٩	١.١٤	٣٤.٣٢	١.٤٩	٥٦.٧٥	دالة عند ٠.٠٠١	٠.٩٨٧	كبير
ممارسة استخدام أدوات ومصادر التدريس وفق تعليم STEM	٢١	٤.٢	٠.٨٦	١٦.٣٢	٠.٨٩	٤٥.٤٩	دالة عند ٠.٠٠١	٠.٩٨٠	كبير
ممارسة استخدام استراتيجيات التدريس وفق تعليم STEM	٥١	١٧.٩	١.٧٩	٤٢.٤٥	١.٥	٤٩.١٤	دالة عند ٠.٠٠١	٠.٩٨٣	كبير
ممارسة تنظيم بيئة تعليم STEM	٢١	٨.٢	٠.٧٣	١٦.٩	١.٠٦	٣١.٦٦	دالة عند ٠.٠٠١	٠.٩٦٠	كبير
ممارسة التقويم وفق تعليم STEM	٤٥	١٤.٠٤	٠.٧٨	٣٧.٢٧	١.٣٨	٦٨.٣٧	دالة عند ٠.٠٠١	٠.٩٩١	كبير
المجموع الكلي	١٨٠	٥٥.٩	٢.٤٧	١٤٧.٣	٣.٣١	١٠٣.٥٤	دالة عند ٠.٠٠١	٠.٩٩٦	كبير

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

- بلغت قيمة ت (١٠٣.٥٤) في النتيجة الكلية للبطاقة، وهي دالة عند مستوى ٠.٠٠١ ، مما يدل على وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات معلمي العلوم في بطاقة تقويم الأداء لصالح التطبيق البعدي، وهذا يشير إلى ارتفاع مستوى أداء معلمي العلوم لممارسات التدريس وفق تعليم STEM.
- بحساب قيمة (ت) لممارسات التدريس كل على حده، وجد أنها دالة عند مستوى ٠.٠٠١، مما يدل على ارتفاع مستوى أداء معلمي العلوم لممارسات التدريس سواء في النتيجة الكلية أو في نتيجة الممارسات المختلفة لبطاقة التقويم الذاتي للأداء .
- لحساب فعالية البرنامج التدريبي في تنمية ممارسات التدريس لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة، تم حساب حجم التأثير حيث بلغت η^2 (٠.٩٩٦) للنتيجة الكلية، كما تراوح قيم η^2 للمهارات المختلفة ما بين (٠.٩٦٠–٠.٩٩١) وهي نسب كبيرة ، مما يدل على فعالية البرنامج في تنمية ممارسات التدريس وفق تعليم STEM لدى معلمي العلوم وبذلك تتحقق صحة الفرض الثاني، ويمكن التعبير عن هذه النتيجة بيانيا في الشكل التالي:



شكل (٣) مستوى أداء معلمي العلوم لممارسات التدريس وفق تعليم STEM في التطبيقين القبلي والبعدي

ويمكن تفسير هذه النتيجة فيما يلي:

- ضعف مستوى أداء المعلمين قبليا لممارسات التدريس وفق تعليم STEM يرجع إلى عدم تدريبهم من قبل على هذه الممارسات سواء في برنامج الإعداد بكلية التربية أو في برامج التنمية المهنية.
- ارتفاع مستوى أداء المعلمين بعديا يدل على تحسن مستوى أدائهم لممارسات التدريس وفق تعليم STEM، وقد يرجع ذلك إلى أن البرنامج التدريبي أعتمد في تقديمه للمعلمين على استراتيجيات تدريس تعتمد على الاستقصاء العلمي والتصميم الهندسي والتي هي ذاتها محل اهتمام الدراسة والمتوقع من المعلمين التدريس بها بعد انتهاء البرنامج، مما ساهم في تنميتها لدى المعلمين بشكل جيد .
- أيضا إعداد البرنامج ونشره من خلال المدونة التعليمية ساهم في تنمية ممارسات استخدام مصادر وأدوات تعليم STEM حيث تعتمد على البحث والاستقصاء العلمي بشكل كبير.

بالنسبة للفرض الثالث :

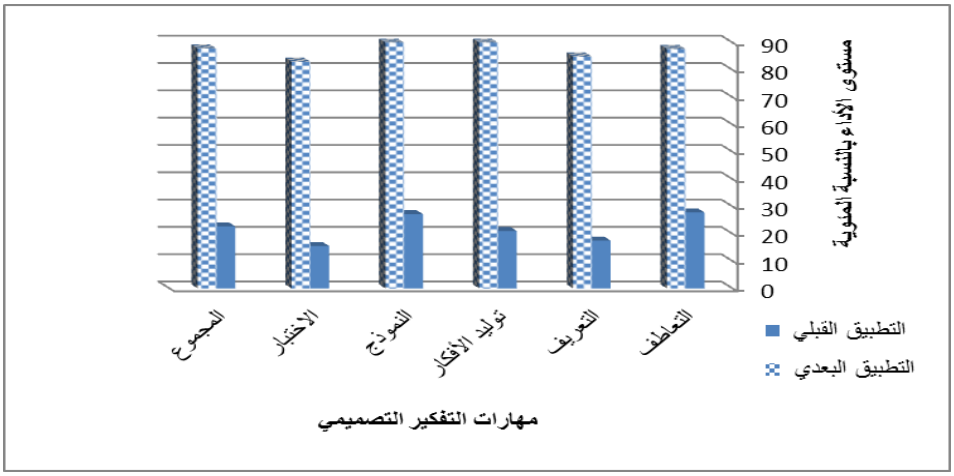
للتحقق من صحة الفرض الثالث ونصه " يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات معلمي العلوم في اختبار مهارات التفكير التصميمي قبل وبعد دراسة البرنامج التدريبي لصالح التطبيق البعدي سواء في النتيجة الكلية أو في نتيجة الأبعاد المختلفة للاختبار" ، تم تطبيق اختبار مهارات التفكير التصميمي قبل وبعد تطبيق البرنامج التدريبي وحساب قيمة (ت) لمتوسطي درجات أفراد الدراسة في التطبيقيين القبلي والبعدي وجاءت النتائج كما يلي:

جدول (١٠) دلالة الفروق بين متوسطي درجات معلمي العلوم في التطبيقيين القبلي والبعدي على اختبار مهارات التفكير التصميمي

مهارات التفكير التصميمي	الدرجة العظمى	القبلي		البعدي		قيمة "ت"	مستوى الدلالة	مربع ايتا η^2	حجم التأثير
		م١	ع١	م٢	ع٢				
التعاطف/ الإنتاج	٧٢	٢٠.٠٤	١.٢٥	٦٣.١٤	١.٧٣	٩٤.٧٥	دالة عند ٠.٠٠١	٠.٩٩٥	كبير
التعريف	٤٨	٨.٤	٠.٧٩	٤٠.٧٧	١.٢٣	١٠٣.٤٩	دالة عند ٠.٠٠١	٠.٩٩٦	كبير
توليد الأفكار	٦٠	١٢.٦٣	١.٧٠	٥٤.١٨	١.٣٦	٨٩.١٤	دالة عند ٠.٠٠١	٠.٩٩٥	كبير
النموذج	٧٢	١٩.٥٩	١.٣٧	٦٥.٦٣	١.٩٦	٩٠.١٩	دالة عند ٠.٠٠١	٠.٩٩٥	كبير
الاختبار	٤٨	٧.٤٥	١.٢٢	٣٩.٨٦	١.٦٧	٧٣.٤١	دالة عند ٠.٠٠١	٠.٩٩٢	كبير
المجموع الكلي	٣٠٠	٦٨.١٤	٢.٥٥	١٦٣.٥٩	٤.٣٠	١٨٣.١٩	دالة عند ٠.٠٠١	٠.٩٩٩	كبير

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

- بلغت قيمة ت (١٨٣.١٩) وهي دالة احصائيا عند مستوى ٠.٠٠١، مما يدل على وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات معلمي العلوم على اختبار مهارات التفكير التصميمي لصالح التطبيق البعدي، مما يشير إلى نمو تلك المهارات لديهم.
- أن حجم التأثير كبير حيث بلغت قيمة η^2 (٠.٩٩٩) وهي نسبة كبيرة وتراوحت نسبته للأبعاد ما بين (٠.٩٩٢– ٠.٩٩٦) مما يدل على فعالية البرنامج التدريبي في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى معلمي العلوم وبذلك تتحقق صحة الفرض الثالث ويمكن التعبير عن هذه النتيجة بيانيا في الشكل التالي:



شكل (٤) مهارات التفكير التصميمي لدى معلمي العلوم في التطبيقين القبلي والبعدي

ويمكن تفسير هذه النتيجة فيما يلي:

- ضعف مستوى أداء المعلمين قبليا يرجع إلى عدم تدريبهم من قبل على مهارات التفكير التصميمي سواء في برنامج الإعداد بكلية التربية أو في برامج التنمية المهنية.
- ارتفاع مستوى أداء المعلمين بعديا يدل على تحسن مستوى أدائهم لمهارات التفكير التصميمي، وقد يرجع ذلك إلى أن البرنامج التدريبي تضمن في محتواه جزء عن مهارات التفكير التصميمي وكيفية تنميتها لدى الطلاب ، كما أن استراتيجيات التدريس اعتمدت على التعلم القائم على التصميم والتعلم القائم على التحدي الذي ساهم بشكل كبير في تنمية تلك المهارات لدى المعلمين.
- وتتفق هذه النتيجة مع ما أكدته دراسات كل من (رزق، ٢٠١٥) (Eckman; Williams & Thorn,2016)، (سليمان، ٢٠١٧)، (الدغيم، ٢٠١٧)،(Boyles, 2016) ، (خصاونة، ٢٠١٥)، (إبراهيم، ٢٠١٧).

توصيات الدراسة

- ضرورة تدريب الطلاب المعلمين بكليات التربية على ممارسات التدريس وفق تعليم STEM .
- ضرورة اهتمام الموجهين التربويين بالممارسات العلمية والهندسية ومحاولة التركيز على الطرق والوسائل الخاصة بتنمية تلك الممارسات لدى التلاميذ من خلال معلميهم عند زياراتهم الصفية.
- ضرورة أخذ آراء المعلمين والمشرفين عند تصميم برامج التدريب المهنية للوقوف على الاحتياجات التدريبية الفعلية للمعلمين وفق الاتجاهات الحديثة لتدريس العلوم.
- الاستعانة ببطاقة التقويم الذاتي المعدة في الدراسة الحالية لتقييم أداء معلمي العلوم بمدارس STEM للوقوف على مدى امتلاكهم لممارسات التدريس وفق تعليم STEM.

بحوث مقترحة

١- فعالية برنامج إعداد معلم العلوم بكليات التربية في تنمية ممارسات التدريس وفق تعليم STEM.

٢- تقويم برامج التنمية المهنية لمعلمي العلوم في ضوء متطلبات التدريس وفق تعليم STEM.

٣- فعالية برنامج مقترح لإعداد معلم STEM في كليات التربية.

المراجع

أولا: المراجع العربية

- إبراهيم، عاصم محمد. (٢٠١٧). أثر تدريس العلوم باستخدام وحدات التعليم الرقمية في تنمية مستويات عمق المعرفة العلمية والثقة بالقدرة على تعلم العلوم لدى طلاب الصف الثاني المتوسط. *المجلة التربوية*. جامعة الكويت. ٣٢ (١٣٥). ٩٩- ١٤٥.
- أبو عليوة، نهلة (٢٠١٥). دراسة مقارنة لبعض تطبيقات نظرية مجتمع الممارسة في التنمية المهنية لمعلمي STEM في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وكوريا الجنوبية وامكانية الإفادة منها في جمهورية مصر العربية، دراسات تربوية واجتماعية، مج ٢١، ع ٢، ٢٩-١٢٠.
- إسماعيل، حمدان. (٢٠١٧). أثر أنشطة إثرائية في الكيمياء قائمة على مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في تنمية الوعي بالمهن العلمية والميول المهنية لطلاب المرحلة الثانوية ذوي استراتيجيات التعلم العميق .مجلة التربية العلمية –مصر، مج٢٠، ع٢ ، ١: ٥٦.
- أمبوسعيدي، عبدالله، والحارثي، أمل، والشحيمة، أحلام (٢٠١٥): معتقدات معلمي العلوم بسلطنة عمان نحو منحى العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM)، مؤتمر التميز في تعليم العلوم والرياضيات الاول: توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، جامعة الملك سعود، الرياض، كتاب البحوث، ٣٩١- ٤٠٦.
- الباتع، حسن ، وعبد المولي، السيد (٢٠٠٩): **التعلم الإلكتروني الرقمي، النظرية – التطبيق– الإنتاج**، الإسكندرية، دار الجامعة الجديدة.
- خصاونة، فؤاد أياد (٢٠١٥) عملية التفكير الإبداعي في التصميم، دراسات، العلوم الإنسانية والاجتماعية، مج ٤٢ ، https://journals.ju.edu.jo/DirasatHum/article/download/7443/4853
- خيري، السيد محمد (١٩٧٧) : **الإحصاء في البحوث النفسية والتربوية والاجتماعية** ،القاهرة، دار الفكر العربي.
- الدغيم، خالد بن إبراهيم بن صالح (٢٠١٧). البنية المعرفية للطالب المعلم تخصص علوم فيما يتعلق بمجالات توجه STEM (العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات) وتعليم العلوم. دراسات في المناهج وطرق التدريس، ع٢٢٦، ٨٦- ١٢١.

- ديفينتالا. أنيتى؛ مورهيد. لورا؛ سبيتشر ساندي؛ بير، شارلا؛ سيرمينارو، ديردرا (٢٠١٧). فكر واعمل كمصمم: كيف يدعم التفكير عبر التصميم الابتكار في التعليم من مرحلة الروضة حتى الصف الثاني عشر، مؤتمر القمة العالمي للابتكار في التعليم ، https://www.wise-qatar.org/ar/sites/default/files/rr.1.2017_ideo_arabic.pdf
- رزق، فاطمة مصطفى محمد (٢٠١٥) : استخدام مدخل STEM التكاملي لتعلم العلوم في تنمية مهارات القرن الحادي و العشرين و مهارات اتخاذ القرار لدى طلاب الفرقة الأولى بكلية التربية ، مجلة دراسات عربية في التربية و علم النفس ، العدد ٦٢، ٧٩- ١٢٨.
- السعيد، رضا مسعد والغرقي، وسيم محمد (٢٠١٥). STEM مدخل قائم على المشروعات الإبداعية لتطوير تعليم الرياضيات في مصر والوطن العربي. المؤتمر العلمي السنوي الخامس عشر- تعليم وتعلم الرياضيات وتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، مصر، ٨-٩ اغسطس، ١٣٣- ١٤٩.
- سليمان، خليل رضوان خليل (٢٠١٧). الممارسات التدريسية لمعلمي العلوم بالمرحلة الثانوية في ضوء مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM، مجلة التربية العلمية، مج ٢٠، ع٨، ٦٧- ١٠٧.
- السيد، فؤاد البهي (١٩٧٨): **علم النفس الإحصائي وقياس العقل البشري**، القاهرة، دار الفكر العربي.
- عبد الرؤف، مصطفى محمد الشيخ (٢٠١٧). تصور مقترح لتطوير الأداء التدريسي لمعلمي العلوم بالمرحلة الإعدادية في ضوء معايير توجه STEM. مجلة التربية العلمية، مج٢٠، ع٧، ١٣٧-١٩٠.
- عزام، محمود رمضان (٢٠١٨). فعالية استخدام إستراتيجية عظم السمك في تدريس البيولوجي لطلاب الصف الثاني الثانوي في تنمية عمق المعرفة البيولوجية ومهارات التفكير البصري، بمجلة التربية العلمية،، مج (٢١)،ع (٩)، ١- ٣٦.
- العنزي، سالم مزلوه مطر والعمري، عبد العزيز غازي راضي (٢٠١٧) . فاعلية برنامج تدريبي قائم على التفكير التصميمي في تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى الطلاب الموهوبين بمدينة تبوك، المجلة التربوية الدولية المتخصصة – الجمعية الأردنية لعلم النفس – الأردن، مج٦، ع٤، ٦٨-٨١.

- العنزي، عبدالله بن موسى عطالله والجبر، جبر بن محمد(٢٠١٧). تصورات معلمي العلوم في المملكة العربية السعودية نحو توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM وعلاقتها ببعض المتغيرات، مجلة كلية التربية بأسيوط، مج ٣٣ ، ع٢، ٦٤٧ – ٣١٢.
- كاتب، نجلاء عمران (٢٠١٤). منهجية التفكير التصميمي المزتكز على التصميم الإنساني في القطاع الصحي، ملتقى القطاع الصحي غير الربحي، http://www.natakaml.com/files/1/natakaml_14.pdf
- مراد، سهام. (٢٠١٤). تصور مقترح لبرنامج تدريبي لتنمية مهارات التدريس لدى معلمات الفيزياء بالمرحلة الثانوية في ضوء مبادئ ومتطلبات التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) بمدينة حائل بالمملكة العربية السعودية .دراسات عربية في التربية وعلم النفس – السعودية، ع٥٦ ، ١٧-٥٠.
- الهادي، محمد محمد (٢٠٠٥): التعليم الإلكتروني عبر شبكة الإنترنت، القاهرة ، الدار المصرية اللبنانية.

ثانيا: المراجع الأجنبية

- Boyles, Nancy (2016). Pursuing the Depths of Knowledge. Educational Leadership, v74 n2 p46-50.
- Brown, T. (2008). Design thinking. Harvard Business Review, 86(6), 84-92.
- Bryan, J. A & Fennell, B.D (2009). Wave modeling: a lesson illustrating the integration of mathematics, science and technology through multiple representations. Physics education, 44(4), 403- 410.
- Bryk, A.S., Sebring, P.B., Allensworth, E., Luppescu, S., and Easton, J.Q. (2010). Organizing schools for improvement: Lessons from Chicago. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Carnegie Science Center (2015). Science Fair, Chevron Center for STEM Education and Career Development, Carnegie Museums of Pittsburgh, available at: https://www.scitechfestival.org/mainsf_over.asp
- Chao-Ming, Yang (2018). Applying Design Thinking as a Method for Teaching Packaging Design, Journal of Education and Learning; Vol. 7, No. 5, 52- 61.
- d.school at Stanford University (2017): The K12 Lab Wiki, https://dschool-old.stanford.edu/groups/k12/wiki/e04cb/HFLI_Rubric.html
- d.school at Stanford University. (2016). Design Thinking Bootleg : Stanford University Institute of Design, https://static1.squarespace.com/static/57c6b79629687fde090a0fdd/t/5b19b2f2aa4a99e99b26b6bb/1528410876119/dschool_bootleg_deck_2018_final_sm+%282%29.pdf

- Dailey, Debbie ; Bunn, Gary & Cotabish, Alicia (2015). Answering the Call to Improve STEM Education: A STEM Teacher Preparation Program, JNAAC, Vol. 10, Number 2, 3-16.
- DeAngelis, K.J., and Presley, J.B. (2011). Teacher qualifications and school climate: Examining their interrelationship for school improvement. Leadership and Policy in Schools, 10(1), 84-120.
- Eckman, Ellen W ; Williams, Mary Allison & Thorn, M. Barbara Silver (2016). An Integrated Model for STEM Teacher Preparation: The Value of a Teaching Cooperative Educational Experience , Journal of STEM Teacher Education, Vol. 51, No. 1, pp. 71–82.
- Fan, Szu-Chun & Ritz, John (2014). International Views of STEM Education, www.Iteea.org.
- Gonzalez, H. B and Kuenzi, J (2012): Science, technology engineering and mathematics, Education: A primer specialist in science and technology polics, CRS report for congress prepared for Members and committees of congress. www.Fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf.
- Hanover research. (2011). K- 12 STEM Education Overview. Retrieved from http://www.hanoverresearch.com
- Herman, Joan & Linn , Robert (2014). New Assessments, New Rigor, Educational Leadership, v71 n6 p34-37.
- Hess, Karin K. (2013). A Guide for Using Webb's Depth of Knowledge with Common Core State Standards, The Common Core Institute https://www.flvs.net/docs/default-source/default/attachment-2---depth-of-knowledge-guidelines.pdf?sfvrsn=0

- Khadri, Hanaa Ouda (2014). Planning For Establishing STEM Education Department Within Faculty Of Education – Ain Shamas University an Interdisciplinary Model, European Scientific Journal October 2014 edition vol.10, No.28, 280-311.
- McLaughlin, M.W., and Talbert, J.E. (2006). Building school-based teacher learning communities. New York: Teachers College Press.
- Michelsen, C & Sriraman, B (2009). Does Interdisciplinary Instruction Raise Students interest in Mathematics and the Subjects of the natural science ? Mathematics Education, 41: 231-244.
- Moore, T. J.; Stohlmann, M. S.; Wang, H.; Tank, K. M.; Glancy, A. W., & Roehrig, G. H.(2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), Engineering in pre-college settings: Research into practice (pp. 35–60). West Lafayette, IN: Purdue University Press.
- Mootee, I. (2011). Teaching Note "Design Thinking for Creativity and Business Innovation Series". New York, NY: Idea Couture Inc.
- Morris, Holly & Warman, Greg (2015). Using Design Thinking in Higher Education, EduSearch, No.51, 50-55, https://search.mandumah.com/Record/631683
- MSTe Project (2001). Integrating Mathematics, Science, and Technology in the Elementary Schools. Implementation and Resource Guide. Stony Brook, NY: SUNY-Stony Brook.

- National Research Council (2011): Successful STEM Education: A workshop, summary. A Beatly, Rapporteur. Committee on Highly Successful Schools or Programs for k-12 STEM Education , Board on Science Education and Board on Testing and Assessment division of Behavioral And Social Science and Aducation. Washington, DC: The National Academics Press.
- National Research Council. (2010). Preparing teachers: Building evidence for sound policy. Committee on the Study of Teacher Preparation Programs in the United States, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2013).Monitoring Progress Toward Successful K-12 STEM Education: A Nation Advancing? ,The National Academies Press Washington, D.C.
- Olvera, Gerlinde W.; Walkup, John R (2010). Questioning Strategies for Teaching Cognitively Rigorous Curricula, ED518988, https://eric.ed.gov/?q=%22Depth+of+knowledge%22&id=ED518988
- Webb. N. L. (2009). *Webb's Depth of Knowledge Guide Career and Technical Education Definitions*. Retrieved from. http://www.aps.edu/re/documents/resources/Webbs_DOK_Guide.pdf. Last visited. 9th February 2018.
- Young, V.M., House, A., Wang, H., Singleton, C., and Klopfenstein, K. (2011). Inclusive STEM schools: Early promise in Texas and unanswered questions. Paper presented at the National Research Council Workshop on Successful STEM Education in K-12 Schools. Available at:

  http://www7.nationalacademies.org/bose/STEM Schools_Workshop_Paper_Young.pdf.