جامعة سوهاج

كلية التربية

المجلة التربوية

التنمية المهنية لمعلمي مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في الولايات المتحدة الأمريكية وإمكان الإفادة منها في مصر

إعداد

د. رانيا كمال أحمد محمد

مدرس التربية المقارنة والإدارة التعليمية

كلية التربية – جامعة سوهاج

تاريخ استلام البحث : ١٢ أغسطس ٢٠٢٢ م – تاريخ قبول النشر: ٧ سبتمبر ٢٠٢٢م

DOI: 10.12816/EDUSOHAG.2022.

مستخلص الدراسة باللغة العربية

هدفت الدراسة الحالية إلى التعرف على أهم ملامح برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة الأمريكية على ضوء السياق الثقافي المؤثر، والكشف عن الجهود المصرية في مجال التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM، والتعرف على أهم جوانب الإفادة من خبرة الولايات المتحدة الأمريكية في مجال برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في تطوير برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM في مصر على ضوء ظروف المجتمع المصري، واعتمدت الدراسة على المنهج المقارن؛ من خلال استخدام أسلوب المنهج الوصفي المقارن؛ لدراسة خبرة الولايات المتحدة الأمريكية في التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM ، وتحليلها وتفسير عوامل تميزها في ضوء السياق الثقافي للولايات المتحدة الأمريكية، وأظهرت نتائج الدراسة تميز خبرة الولايات المتحدة الأمريكية في برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM ، وتعد البرامج التدريبية المقدمة لمعلمي STEM في الولايات المتحدة الأمريكية نموذجا جيدا من حيث التخطيط والتنفيذ والتقويم والمتابعة، وتركيزها على مهارات القرن الحادي والعشرين، ومهارات سوق العمل، كما تقوم فلسفة برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM على إعداد معلمين متمكنين بالمعرفة والمهارات والكفاءات التي تمكنهم من الاستجابة لاحتياجات الطلاب ومتطلبات تعليم STEM على النحو الملائم، وقادرين على التعامل مع المهام الموكلة إليهم في القرن الحادي والعشرين. واستنادا على ما سبق أوصت الدراسة بضرورة دراسة تجارب الدول المتقدمة في التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM والاستفادة منها بما يتناسب مع خصوصية المجتمع المصري، ونشر ثقافة التنمية المهنية لدى معلمي مدارس STEM ، من خلال عقد الندوات والمحاضرات وورش العمل وغيرها؛ لتقوية دوافع المعلمين وتشجيعهم للالتحاق بالبرامج التدريبية في مجالات STEM، واعتبار التنمية المهنية أداة لتغيير أساليب تفكير المعلمين ليصبحوا أكثر قدرة على مساعدة الطلاب على تحويل الأفكار إلى مشروعات ناجحة.

الكلمات المفتاحية: التنمية المهنية – برامج التنمية المهنية – معلمي مدارس STEM .

Professional Development for STEM School Teachers in the United States of America and the Possibility of Benefiting from it in Egypt

Abstract

The current study aimed to identify the most important features of professional development programs for teachers of STEM schools in the United States of America in the light of the influential cultural context,and revealing the Egyptian efforts in the field of professional development for teachers of STEM schools, And to identify the most important aspects of benefiting from the experience of the United States of America in the field of professional development programs for teachers of STEM schools in developing professional development programs for STEM teachers in Egypt in the light of the conditions of Egyptian society. The study relied on the comparative method; Through the use of the comparative descriptive method; To study the case of the experience of the United States of America in the professional development of teachers of STEM schools, analyzing it and interpreting the factors that distinguish it in the light of the cultural context of the United States of America. The results of the study showed the distinction of the experience of the United States of America in professional development programs for teachers of STEM schools, the training programs offered to STEM teachers in the United States of America are a good model in terms of planning, implementation, evaluation and follow-up, and their focus on twenty-first century skills and labor market skills. The philosophy of professional development programs for STEM teachers is to prepare teachers who are empowered with the knowledge, skills, and competencies that enable them to adequately respond to students' needs and requirements for STEM education, and who are able to deal with the tasks assigned to them in the twenty-first century. Based on the foregoing, the study recommended the necessity of studying the experiences of developed countries in the professional development of teachers of STEM schools and benefiting from them in a way that is commensurate with the peculiarity of the Egyptian society, Spreading the culture of professional development among STEM school teachers, through holding seminars, lectures, workshops, and others; To strengthen teachers' motivation and encourage them to enroll in training programs in the fields of STEM, and consider professional development as a tool to change teachers' ways of thinking to become more able to help students transform ideas into successful projects.

Keywords: professional development - professional development programs - STEM school teachers.

مقدمة

يشهد العالم في القرن الحادي والعشرين ثورة علمية هائلة في كافة المجالات التكنولوجية، والاجتماعية والثقافية والاقتصادية وغيرها؛ هذه الثورة تحمل في طياتها متغيرات عديدة مثل العولمة، الثورة التكنولوجية، الانفجار المعرفي، والتقدم التقني المتسارع، والتي ألقت بظلالها على طبيعة حياة الأفراد والمجتمعات، وفرضت شروطا وآليات عمل معينة، وأصبح معها الاهتمام بتجويد التعليم معيار التنافس بين الدول.

وفي ظل هذه المتغيرات والتحديات العالمية، تواجه المجتمعات تحديات كبيرة تتسم بالتغير المستمر، والمنافسة العالمية، التي فرضت عليها واقعا جديدا وضرورة حتمية للاستفادة من المتغيرات، والبحث عن أفضل السبل لمواجهة التحديات، والوقوف بشكل قوى تجاهها، حتى تستطيع الاستمرار وتحقيق التميز ، وتحقيق التنمية المنشودة (أحمد، ٢٠١٥، ١٠١)، وعليه فإن قيادة الدول تحتاج إلى تبني نهج العلوم والتكنولوجيا والرياضيات STEM والتي يمكن أن توجد الابتكارات المختلفة في العديد من التخصصات، والاستفادة من القوة الحسابية لتسريع الاكتشافات وإيجاد طرق إبداعية للعمل والتعامل مع التحديات الكبيرة في المستقبل.

ويعد المعلم محور الزاوية في العملية التعليمية وعاملا مؤثرا وحيويا في رفع مستوى تحصيل الطلاب من خلال ممارساته التدريسية التي يتبعها والتي متى كانت متناغمة مع مستحدثات المجال وتطوراته انعكست إيجابا على أدائه (الصلاحي، ٢٠١٩، ٤)، ولقد حظي المعلم في معظم الدول بالاهتمام كونه حجر الزاوية لنجاح التعليم، والعنصر المؤثر في عملية إصلاح أو تطوير في العملية التربوية؛ لأنه مهما بذلت الجهود لتجويد المقررات وتوفير التكنولوجيا والوسائط التعليمية يبقى المعلم الأداة الأساسية في استثمار الإمكانات النتاحة لتحريك عقول الطلاب، ولأجل ذلك وضعت السياسات اللازمة للرفع من كفاءته الأكاديمية والمهنية نظريا وعمليا، وتنميته مهنيا، وإعداده لمسايرة متطلبات القرن الحادي والعشرين (الدبيان، ٢٠٢١، ٢٠)، حيث أن التحديات الجديدة والمتعددة التي يواجهونها في مدارس القرن الحادي والعشرين تتطلب منهم فهم كيفية تعلم العديد من المتعلمين المختلفين في القدرات المعرفية والمهارية، وأن مشاكل الحياة الحقيقية لا توجد في تخصصات منفصلة، مما

يتطلب منهم الوعي بكيفية توظيف تخصصات عدة في سياق خبراتي واحد (الشياب، ٢٠٢٠، ١٢٠٢).

ومع ظهور المستجدات المعاصرة في التعليم، أصبحت المدرسة الحديثة توجه اهتمامها إلى المعلم الذي يمثل العنصر الفاعل في المنظومة التعليمية والعناية به، وتأهيله ليكون أقدر على أداء دوره من منطلق علمي ومهني، وأن يتم اكتمال هذا التأهيل في أثناء الخدمة من خلال برامج التدريب المختلفة التي توفر الحد الأدنى من الاحتياجات التعليمية، والمعارف، والمهارات، التي تمكن المعلمين من النمو المهني، ومن الضروري أن تواكب برامج إعداد وتدريب المعلمين ما يتصف به العصر الحالي من تقدم مذهل في العلوم والتكنولوجيا، وما نتج عن ذلك من إحداث تغييرات مهمة في الحياة، ولعل من أبرز هذه التغييرات استخدام التكنولوجيا الحديثة في شتى أنحاء المعرفة المعاصرة (الأحمدي، ٢٠١٩، ١٥٠).

والتنمية المهنية للمعلم من أساسيات تحسين العملية التعليمية لما لها من أهمية بالغة في تطوير الأداء التدريسي، فالمعلم المتميز يعد نفسه ليكون قائدا للموقف التعليمي، ويهيئ الظروف المادية والنفسية للتعلم، ويعمل على استغلال قدراته واستعداداته وتنمية مواهبه والتزود المستمر بالمهارات والكفايات التعليمية اللازمة لأداء مهنته بكفاءة عالية (الصلاحي، ٢٠١٩، ٤)، ولهذا اهتمت دول العالم بالتعليم المعتمد على التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات؛ باعتباره ركيزة أساسية لمواجهة تحديات العصر، ولبناء مستقبل الدول، وفي إطار ذلك ظهر الاهتمام العالمي بتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM (مسيل وعبد العظيم، ٢٠٢١، ٢١).

ويعد منحى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Science, Technology, Engineering, Mathematics) STEM نهجا تكامليا متعدد التخصصات، يحظى باهتمام المؤسسات التعليمية والمنظمات الدولية التي تسعى إلى تطوير مواردها البشرية في المجالات التخصصية التي تدعم الابتكار والتنافسية؛ لذلك نادت رابطة الحكام الأمريكية National Governors Asocition (NGA) بضرورة زيادة كفاءة المعلمين في مجال STEM (عليان والمزروعي، ٢٠٢٠، ٥٨)، ويعد مدخل STEM من المداخل الواعدة التي تسعى إلى تحقيق التعلم المستمر مدى الحياة، والتربية من أجل تحقيق التنمية المستدامة، ويدعم تنمية التفكير العلمي، والابتكاري، ويعزز من دور المعرفة التكنولوجية في التعلم (أبو

رية وعبد العزيز، ٢٠٢٠، ٩٨٦)، وهو أحد مداخل التربية التكنولوجية الذي نشأ من حاجة اجتماعية اقتصادية نتيجة واقع الأزمة الاقتصادية العالمية في الدول الصناعية الكبرى في العقود الأخيرة، ويعتمد على التمركز حول الخبرة المفاهيمية المتكاملة حول المشكلات والتحري، والتطبيق المكثف للأنشطة العملية، والتمركز حول الخبرة المحددة عن طريق الذات، والبحث التجريبي المعملي في ثنائيات وفرق، والتقويم الواقعي متعدد الأبعاد والمستند على الأداء، والتركيز على قدرات التفكير العملي والإبداعي والناقد (السلامات، ٢٠١٩، ٧٤٣)، كما أنه يعد جوهر التقدم في العالم حيث يغذيه بطرق مواجهة تحدياته الكبرى ودفع طموحاته الاقتصادية وازدهاره في المستقبل، وتكوين قدرته التنافسية والاجتماعية والصحية واستيعاب مشكلاته، كما يوفر لأي مجتمع ثلاثة أنواع من رأس المال الفكري: علماء ومهندسين يواصلون البحث والتطوير للنمو الاقتصادي في المجتمع، وعمال مؤهلون تقنيا، وقادرون على مواكبة التطور السريع في الابتكارات العلمية والهندسية، ومواطنين يتخذون قرارات مناسبة، ويفهمون العالم من حولهم (محمود، ٢٠١٨، ١٦٨).

ويعرف منحى STEM على أنه منحى تدريسي يقوم على تكامل المحتوى لتخصصات العلوم والهندسة والتكنولوجيا والرياضيات في ضوء أهداف ومعايير ومؤشرات وأنشطة واستراتيجيات تدريس، تهدف إلى تنمية قدرات الطلاب على البحث والاستقصاء العلمي وممارسة التفكير الإبداعي، واكتساب وأداء مهارات القرن الواحد والعشرين في المواقف التعليمية (Maryland State Department of Education, 2012,3)، وهو نهج تعليمي جديد يربط بين مجموعة مواد العلوم والرياضيات والتكنولوجيا، وهو شكل من أشكال التعليم يتعلق بالحياة اليومية، يحسن الإبداع لدى الطلاب، ويساعدهم على حل المشكلات، وتحسين المهارات الاجتماعية ومهارات التفكير والاتصال (Karademir & Yildirm, 2021, 341) ، ويمتاز الطلاب الذين يدرسون وفق نظام التعليم STEM بارتفاع مهارات التفكير الاستنباطي والاستقرائي، ومهارات التفكير الناقد والإبداعي، والقدرة على حل المشكلات، فتعليم STEM هو المفهوم العالمي الذي يشمل التفكير الناقد والتحليل والتعاون في دمج العمليات والمفاهيم في العالم الحقيقي بهدف تطوير المهارات والكفاءات المهنية والحياة بشكل عام (محمود، ٢٠١٧، ١٧٧)، ويرجع الاهتمام بتعليم STEM إلى العديد من الدراسات التربوية التي أوضحت أهمية استخدام مدخل التعليم التكاملي الذي يقوم على ربط

المناهج الدراسية واستخدام طرق وأساليب تعليم وتعلم متنوعة، على أن يكون للطالب دور فاعل في عملية التعلم وباعتبار تعليم STEM مدخلا لتعزيز التعلم لتلك المجالات ذات الصلة، كما يعد نظام تعليم STEM أحد المداخل العالمية في إعداد المناهج الدراسية وبنائها، وتم تبنيه واتضحت فعاليته في كل من انجلترا والولايات المتحدة وكوريا وجنوب أفريقيا خلال الثلاثة عقود الماضية (رداد، ٢٠١٩، ٢٤٠)، وهو يقوم على إنشاء تخصص يعتمد على تكامل معارف واختصاصات مختلفة في تخصص واحد جديد فيجسر الهوة بين التخصصات القائم كل منها بذاته (علوم، تقنية، هندسة، رياضيات) بصفتهم كيان واحد، ويؤكد على أن المحور الأساسي في تعليم العلوم والرياضيات والتكنولوجيا يتمركز حول اكتساب الثقافة العلمية، وليس في تعليم المواد (الفروع) العلمية المنفصلة كل على حدة؛ لتكوين مهارات تطبيقية عملية للطالب (كوسة وبايونس، ٢٠١٩، ٤٦).

ولأهمية تعليم STEM فقد وجهت السياسة الأمريكية اهتمامها بهذا النمط من التعليم، وتزايد الاهتمام بالمنحى التكاملي STEM خاصة عقب ظهور نتائج الاختبارات الدولية الموحدة للطلبة TIMSS، حيث تخلفت الولايات عن منافسيها الدوليين، وأظهر تقرير رابطة الحكام الوطنية National Governors Association (NGA) أن من أهم أسباب الإخفاق هو عدم صرامة تطبيق معايير العلوم والرياضيات في مراحل التعليم العام، وعدم التكامل بين الموضوعات التي يتعلمها الطلاب، وقلة قدرتهم على ربط ما يتعلمونه بالعالم الحقيقي (LaForce et al., 2016,1)، كما يؤكد الاهتمام الدولي تجاه نهج وتعليم STEM التوصيات التي أصدرها الرئيس الأمريكي للعلوم والتقنية President's Council for Science and Technology في إطار التخطيط والاستعداد لتطبيق STEM ، تمكين ١٠٠ ألف معلم للتدريس في مجال تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM (David, 2014,2)، وذلك من خلال التركيز على المحتوى المعرفي والمهارات التربوية اللازمة لتعليم الموضوعات المتعلقة بهذا الاتجاه، وتدعيم الدعم القوي للبرامج المصممة لإنتاج مثل هؤلاء المعلمين على مدى العقود القادمة (آل فرحان، ٢٠١٨، ٢٥٣).

كما قامت بعض الولايات بالعديد من الجهود؛ لدعم التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM فقد قامت ولاية أوهايو بإنشاء مركز OSLN لتعليم STEM لتنمية وتطوير مهارات معلمي STEM ، وأعدت وزارة التعليم برنامجا لإعداد ١٠٠ ألف معلما من خلال

توظيف وتدريب أفضل الجامعيين لشغل وظائف التدريس في مدارس STEM (Unitd States Department of Education, 2016, 1)، كما أكدت الاستراتيجية الفيدرالية لتعليم العلوم والتكنولوجيا والرياضيات Federal STEM Education Strategic Plan على دعم جهود معلمي STEM ورفع كفاءتهم وخبراتهم لمواكبة المتغيرات الحديثة (Granovskiy, 2018, 6).

وتعد مصر من أوائل الدول العربية ودول الشرق الأوسط التي أدخلت هذا النوع من التعليم في نظامها التعليمي، إذ أنشئت أول مدرسة لتعليم STEM عام ٢٠١١م، وهي مدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا؛ بهدف رعاية الموهوبين والمتفوقين، والاهتمام بقدراتهم، وتدريس المناهج المتطورة في العلوم والرياضيات والتكنولوجيا، وتطوير استخدام أساليب تكنولوجيا المعلومات لتطوير العملية التعليمية (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١١، المادة ١، ٢).

ولقد أصبح من الضرورة الاهتمام بإعداد معلمي STEM وتنميتهم مهنيا قبل وأثناء الخدمة باعتبارهم يقومون بالدور الحاسم في إعداد وتشجيع الطلاب، فالمعلمون في تعليم STEM عليهم تعليم مجموعة من الطلاب وإرشادهم إلى تطوير مختلف مهاراتهم لتلبية معايير عالية المستوى للنجاح في مجالات STEM، كما أن الأدلة تدعم فكرة أن تعلم الطالب يتأثر إيجابيا من قبل المعلمين المؤهلين، وهم الأساس لتعليم STEM في المستقبل (محمود، ٢٠١٧، ١٧٧)، ولقد تنامت اتجاهات عالمية تؤكد على الحاجة الملحة لعمليات التنمية المهنية بناء على عدة اعتبارات من أهمها: الرغبة في التدريس، وحاجة المعلمين لمهارات بناء ومراجعة، وتقديم المناهج بطرق أكثر فاعلية وباستمرار، والاتجاهات الجديدة نحو مهنة التدريس كمهنة مستقلة (نصار، ٢٠٢١، ٥٤٤)، كما تعد التنمية المهنية للمعلمين مكونا أساسيا وجوهريا لمساعدة المعلمين على تحسين مخرجات أدائهم التدريسي، وتمكينهم من التعامل مع المشروعات العلمية والمشكلات الهندسية والتطبيقات التكنولوجية واستخدام الرياضيات (الشياب، ٢٠٢٠، ١٢١٠)، وحتى يتحقق التعليم الجيد في تعليم STEM تظهر الحاجة إلى تمكن المعلم من العديد من الكفايات المهنية، في ظل التطور التقني المتسارع. حيث يحتاج تطبيق STEM إلى نوعية من المعلمين قادرين على الكشف

عن مواهب الطلبة وتدريبهم على حل المشكلات والتفكير الإبداعي من خلال المنهج، وأن يكون المعلم ملما بالتخصصات المشتركة (عقل وصالح وصيام، ٢٠٢٠، ٢٧).

ومن أجل الاهتمام بمعلمي مدارس STEM وبتحقيق التنمية المهنية لهم اهتمت معظم الجامعات الأمريكية بزيادة كفاءة المعلمين في مجال STEM، كما تلقت العديد من الجامعات في الولايات المتحدة الأمريكية الدعم المالي من الولايات لرفع مستوى المعلمين بمدارس STEM؛ مثل جامعة سنسناتي The University of Cincinnati في ولاية أوهايو Ohio State التي تتلقى الدعم المالي من مكتب التعليم في الولاية لعقد الدورات التدريبية لتحسين مستوى المعلمين علميا ومهنيا (السبيل، ٢٠١٥، ٢٥٩)، وفي اجتماع عقده المركز الوطني لتعليم العلوم في بريطانيا Science Learning Centres عام ٢٠١٥ لمناقشة تسريع تطوير تعليم STEM أوصى باستمرار الدعم المالي الكافي لاستقطاب المعلمين المتميزين لهذه المدارس وتدريب المعلمين الجدد منهم، وتقديم برامج تطوير مهني مستمرة لهم (السبيل، ٢٠١٥، ٢٦٤)، وأكدت إحدى الدراسات الحاجة على تطوير وتنمية وعي المعلمين بمهارات STEM (Leonard Gelford Center, 2008, 18).

وتشير العديد من الدراسات (Bell, 2016؛ Bozkurt & Ercan, 2016 ؛ Nadelsone & Seifert, 2017؛ Herro & Quigley, 2017؛ عبد الرءوف، ٢٠١٧؛ مخلوف، ٢٠١٨؛ الأحمدي، ٢٠١٩؛ كوسة وبايونس، ٢٠١٩؛ عبد السلام، ٢٠١٩؛ الشياب، ٢٠٢٠، ١٢٠٥؛ حويل والأسمري، ٢٠٢١ ؛ Karademir & Yildirm, 2021؛ Lo, 2021) إلى أهمية التنمية المهنية للمعلم في نجاح تعليم STEM ؛ وضرورة تأهيلهم التأهيل الملائم مع طبيعة هذا النوع من التعليم؛ ليتمكن من تقديم تعليم يساعد الطلاب على تطبيق معرفتهم مع أقرانهم في مواقف ذات معنى، ويعزز الخبرات التعليمية التعلمية المتكاملة في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وتوفير التعليم المتميز، وتلبية احتياجات سوق العمل لدى طلبتهم، ومساعدتهم على اكتساب مهارات التعامل مع المشاريع العلمية والمشاكل الهندسية عن طريق توظيف مدخل التكامل. كما أكدت دراسة (Gonzalez & Kuenzi, 2012) على أهمية التنمية المهنية لمعلمي STEM للوصول للفهم الكامل لهذا النوع من التعليم، ومعرفة طرق تدريسه، وتنمية مهارات المعلمين

واتجاهاتهم نحو تعليم STEM ، كما أكدت دراسة بهجت (٢٠١٦) على ضرورة التوسع في برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM، وبناء خطط للتطوير المهني لمعلمي STEM في ضوء متطلبات تعليم STEM. كما أكدت دراسة (Saderholm et al., 2020) على حاجة معلمي STEM للتنمية المهنية.

ولم يقتصر الاهتمام بالمنحى التكاملي STEM على الولايات المتحدة الأمريكية فقط، بل امتد ليشمل معظم دول العالم المهتمة بتعليم العلوم والرياضيات، مثل الدول الأوربية، والآسيوية، وبعض الدول الأفريقية، ولم تكن مصر بمنأى عن هذه التوجهات العالمية؛ فقد شهدت مصر اهتماما ملحوظا بمدارس STEM؛ فقد بذلت العديد من الجهود لنشر تعليم STEM، وذلك بالشراكة مع المؤسسات الدولية، فقد مولت الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية USAID الشراكة مع منظمة تعلم العالم World Learning ومعهد فرانكلين The Franklin Instite (TFI) وشراكة القرن الحادي والعشرين لتعليم STEM 21st Century Partnership for STEM Education (21PSTEM) مشروع إنشاء مدارس STEM في مصر، وبدأ المشروع في عام ٢٠١١م، من أجل تصميم مدارس STEM ووضع المناهج والسياسات وتنمية الثقافة المدرسية والتطوير المهني وتجنيد المواهب وقبول الطلاب، وشمل عقد المشروع أربعة أعوام لإنجاز خمس مدارس في المناطق الرئيسة بالقطر المصري، ويترك المجال لوزارة التربية والتعليم لرفع مستوى النموذج في المستقبل (محمود، ٢٠١٧، ١٨٠) نقلا عن (World Learning, 2015)،

ويتم اختيار معلمي مدارس STEM في مصر من معلمي وزارة التربية والتعليم، الحاصلين على مؤهل في التخصص مع إجادة اللغة الإنجليزية، وممن تتواجد لديهم القدرة على حل المشكلات، ولكن هؤلاء المعلمين تم إعدادهم تقليديا للتدريس بشكل قائم على الانفصال بين التخصصات العلمية، وبالتالي يفتقد الطرق التكاملية في العمل بطريقة المشروعات، والتي تتطلب العمل التعاوني بين معلمي التخصصات المختلفة (السيد، ٢٠١١، ٣٨٣)، وقد قامت بعض الجامعات المصرية بتطوير برامج الدراسات العليا بها لإعداد وتدريب معلمي مدارس STEM منها جامعة عين شمس، وجامعة الزقازيق، وجامعة المنصورة.

ونظرا لأن المعلم حجر الزاوية في العملية التعليمية، ومحورها الأساسي، وأن أي تطوير في العملية التربوية يجب أن يبدأ به؛ إذ لا تربية جيدة بدون معلم جيد، لذا فإن أهم

الدعائم التي ترتكز عليها التربية الحديثة تتمثل في تهيئة المعلمين وإعدادهم وتطويرهم بصورة مستمرة لتلبية حاجات المجتمع الضرورية والارتقاء بالمستوى التعليمي للطلاب، وتزويدهم بالخبرات التي تؤهلهم للعمل التربوي المتميز(عبد السلام، ٢٠١٩، ٣١٧) ؛ وفي ضوء هذه الأهمية الخاصة بمدارس STEM وأهمية التنمية المهنية للمعلمين؛ تأتي هذه الدراسة للتعرف على التنمية المهنية لمعلمي مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في الولايات المتحدة الأمريكية وإمكان الإفادة منها في مصر.

مشكلة الدراسة وأسئلتها

يسعى تطبيق نظام STEM إلى تلبية احتياجات سوق العمل وتوفير القوى البشرية اللازمة لسد العجز في المهن والوظائف المختلفة، وذلك من خلال السعي إلى بناء تعليم يسهم في دفع عجلة الاقتصاد وتمكين الطلاب من إحراز نتائج متقدمة مقارنة بمتوسط النتائج الدولية والحصول على تصنيف متقدم في المؤشرات العالمية للتحصيل التعليمي، وضمان مواءمة مخرجات التعليم مع سوق العمل، ولتحقيق ذلك لابد من الأخذ في الاعتبار قضية تأهيل المعلم بما يتناسب مع العمل وفقا لنظام STEM (عبد السلام، ٢٠١٩، ٣١٨).

وتعد التنمية المهنية عنصرا أساسيا في إكساب المعلمين المعارف والمهارات، وتنمية قدراتهم وتطوير مهاراتهم وضمان مواكبتهم لمستجدات التربية والتعليم، ونظرا لحداثة مدخل STEM كان لازما تقديم العديد من البرامج لتحقيق التنمية المهنية للمعلمين (الصلاحي، ٢٠١٩، ٤)، وإن تطبيق مدخل التكامل STEM في الميدان التربوي بما يحقق الأهداف المرجوة منه يواجه العديد من التحديات في توفير متطلبات تطبيقه ومن أهمها المعلم المبدع المتمكن القادر على إعداد طلاب ذو مهارات عالية، وسمات متميزة تساعدهم في الحصول على أفضل الفرص الوظيفية، وحل مشكلات حياتهم وبيئاتهم، فمعلم STEM لابد أن يكون قادرا على تكوين وصلات وارتباطات بين مجالات STEM وإدراج مهام تثير فضول الطالب وتكسبه مهارات القرن الحادي والعشرين، وهذا لا يكون إلا بامتلاك المعلم للكفايات التدريسية المناسبة تخطيطا وتنفيذا وتقويما (الدبيان، ٢٠٢١، ٢١).

وبالرجوع إلى الدراسات السابقة التي أجريت في البيئة المصرية يتضح معاناة المؤسسات التعليمية المصرية من العديد من المشكلات؛ فقد أظهرت دراسة غانم (٢٠١٣)

أن هناك قصورا في فهم وامتلاك المعلمين لمتطلبات STEM كان حائلا دون توظيفهم هذا المدخل في مراحل التعليم العام. وعلى الرغم من العديد من الاصلاحات في السياسات التعليمية في تعليم STEM، وفي مجال التنمية المهنية للمعلم، والطموحات لدى القائمين على هذا التعليم في مصر، إلا أن هذه الاصلاحات كانت أقل من مستوى الطموحات في ظل المشكلات المتجذرة في التعليم المصري بوجه عام، مما يدل على وجود فجوة تتمثل في عدم التزامن في درجة التغييرات على مستوى السياسات والاصلاحات النظرية، وبين التطبيق الفعلي لها على أرض الواقع، نتيجة بروز العديد من المشكلات التي تتطلب زيادة الاهتمام بهذا النوع من التعليم والتنمية المهنية المستمرة لمختلف القائمين عليه (محمود، ٢٠١٧، ١٨١)، وأشارت دراسة يوسف (٢٠٢١، ٣٤٣) إلى وجود تدني في مستوى تأهيل المعلمين في التعامل مع المتفوقين دراسيا، وقلة تدريب المعلمين على المناهج الحديثة، كما أشارت دراسة مخلوف (٢٠١٨، ٥٠) إلى قلة تدريبات المعلمين على المناهج الحديثة، فمعظم المعلمين يجتهدون بطرق ذاتية عن طريق الإنترنت للاطلاع على طرق التدريس والفهم لبعض الموضوعات، تدريب المعلمين غير مستمر وغير مفيد لكثير من المعلمين، ولا توجد اختبارات كفايات للمعلمين لتحديد الاحتياجات التدريبية، يتم إيفاد بعض المعلمين إلى الخارج للتدريب في أضيق الحدود، وأشارت دراسة مسيل وعبد العظيم (٢٠٢١، ٢٨) إلى المركزية في اختيار معلمي مدارس المتفوقين من خلال الوحدة المركزية، وأن معظم التدريبات المتعلقة بالمعلمين تتم من خلال المعونة الأمريكية، وإهمال دور الأكاديميات المهنية للمعلم المنتشرة في المحافظات. وأشارت دراسة مسيل ومنصور (٢٠١٦، ١٢٢) إلى قلة توافر المعلمين التربويين المؤهلين لتدريس مقررات ومناهج تلك المدارس، وهذا ناتج عن ضعف برامج التنمية المهنية المقدمة لهم. وتؤكد الدراسات السابقة أن هناك العديد من مشكلات التنمية المهنية للمعلمين عامة ومعلمي مدارس STEM خاصة؛ وكان من مظاهر المشكلات السابقة أن أظهرت نتائج الاختبارات الدولية للعلوم والرياضيات TIMSS، تدني مستوى أداء الطلبة في مصر، فمن بين ٣٨ دولة تقدمت لاختبار العلوم حصلت مصر على المركز ٣٣، كما جاء ترتيب مصر من بين أسوأ ثلاث دول على المؤشر في جودة منظومة التعليم بأكملها، وساهم تراجع مؤشرات التعليم في مصر إلى تراجع مركزها إلى الـ ١١١ عالميا (غنايم، ٢٠١٩، ٩٢).

ويبدو مما سبق أنه على الرغم من أهمية التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM إلا أنها تواجه العديد من المشكلات، والتي قد ترجع إلى قلة وجود خطة استراتيجية للتنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM وضعف برامج التدريب وقلتها من قبل الأكاديمية المهنية للمعلمين، ولما كانت الولايات المتحدة أبرز الدول في دعم تعليم STEM وإعداد معلميها وتنميتهم، لذا تبدو الحاجة ماسة إلى دراسة التنمية المهنية لمعلمي مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في الولايات المتحدة الأمريكية وإمكان الإفادة منها في مصر، واستنادا على ما سبق تحاول الدراسة الإجابة عن السؤال الرئيس التالي:

كيف يمكن الاستفادة من خبرة الولايات المتحدة الأمريكية في دعم التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في مصر؟ ويتفرع من هذا السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية الآتية:

١– ما الإطار الفكري والفلسفي لتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في الأدبيات التربوية المعاصرة ؟

٢– ما الإطار الفكري والفلسفي للتنمية المهنية لمعلمي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في الأدبيات التربوية المعاصرة ؟

٣– ما أهم برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة الأمريكية على ضوء السياق الثقافي المؤثر؟

٤– ما الجهود المصرية الحالية في مجال التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM على ضوء السياق الثقافي المؤثر؟

٥– ما أهم جوانب الإفادة من خبرة الولايات المتحدة الأمريكية في تطوير برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في مصر على ضوء ظروف المجتمع المصري وسياقه الثقافي؟

أهداف الدراسة :

تهدف الدراسة الحالية إلى تحقيق الهدف الرئيس التالي: الاستفادة من خبرة الولايات المتحدة الأمريكية في مجال التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في تطوير برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في مصر ، ويتفرع من هذا السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية التالية:

١- التعرف على الإطار الفكري والفلسفي لتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في الأدبيات التربوية المعاصرة .

٢- التعرف على الإطار الفكري والفلسفي للتنمية المهنية لمعلمي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في الأدبيات التربوية المعاصرة.

٣- الوقوف على أهم برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة الأمريكية على ضوء السياق الثقافي المؤثر.

٤- الكشف عن الجهود المصرية الحالية في مجال التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM على ضوء السياق الثقافي المؤثر.

٥- التعرف على أهم جوانب الإفادة من خبرة الولايات المتحدة الأمريكية في تطوير برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في مصر على ضوء ظروف المجتمع المصري وسياقه الثقافي.

أهمية الدراسة :

تنبع أهمية الدراسة مما يلي:

- قد تساعد الدراسة معلمي مدارس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في التعرف على الممارسات الحديثة في التنمية المهنية، والتي تضمن تنمية مهارات الأجيال القادمة؛ ليزود المجتمع بمتعلمين أكفاء مبدعين قادرين على تلبية احتياجات كل الجوانب الحياتية.
- قد تساعد الدراسة صناع القرار والقائمين على التعليم في مصر، والقائمين على التنمية المهنية للمعلمين، والقائمين على تعليم STEM في التعرف على خبرة الولايات المتحدة الأمريكية في التنمية المهنية، والتعرف على الممارسات المتميزة في التنمية المهنية

لمعلمي STEM ، وتوظيفها في تصميم برامج تدريبية وورش عمل، وغيرها، من أجل التنمية المهنية المستدامة لمعلمي STEM في مصر.

- تأتي الدراسة استجابة للاتجاهات التربوية العالمية وتوصيات العديد من الأبحاث والمؤتمرات التي نادت بأهمية رفع مستوى معلمي مدارس STEM، والاهتمام بفئة الطلاب في مدارس STEM؛ نظرا لدورهم في تقدم المجتمع ورقيه.
- قد تفيد الخبراء والمسئولين عن برامج التنمية المهنية للمعلمين بمدارس STEM في وضع خطة استراتيجية للتنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM؛ من خلال تحديد احتياجاتهم التدريبية ووضع البرامج المناسبة لتنميتهم مهنيا؛ وتطوير تلك البرامج؛ مما ينعكس إيجابيا على العملية التعليمية.
- قد تنبه الدراسة المسئولين عن التعليم في مصر إلى أهمية التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في ضوء الاستفادة من خبرة الولايات المتحدة الأمريكية؛ باعتبارها رائدة في هذا المجال، وبما يتناسب مع ظروف المجتمع المصري.
- إمكانية أن تستفيد كليات التربية والأكاديمية المهنية للمعلمين من نتائج الدراسة في التخطيط وتطوير برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM.
- قد تفتح الدراسة المجال أمام الباحثين في تركيز الاهتمام حول برامج وأساليب التنمية المهنية لمعلمي STEM من أجل معالجة مواطن القصور؛ بما ينعكس إيجابيا على تطور هذا النوع من التعليم.

حدود الدراسة:

تتمثل حدود الدراسة فيما يلي:

- حدود موضوعية: تركز الدراسة الحالية في حدودها الموضوعية على إعطاء نبذة عن التنمية المهنية للمعلمين في الأدبيات التربوية المعاصرة من حيث: مفهوم التنمية المهنية، أهدافها، أهميتها، نماذج التنمية المهنية للمعلمين، خصائص التنمية المهنية للمعلمين، مبادئ التنمية المهنية للمعلمين، مبررات التنمية المهنية للمعلمين، أساليب التنمية المهنية للمعلمين، أنواع برامج التنمية المهنية للمعلمين، ومعوقات التنمية المهنية للمعلمين، كما استعرضت الدراسة الجهود المصرية في التنمية المهنية لمعلمي مدارس

STEM مع عرض بعض مشكلات التنمية المهنية، كما تناولت نبذة عن خبرة الولايات المتحدة الأمريكية في التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM، (نبذة عن تعليم STEM في الولايات المتحدة الأمريكية، أهداف التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة الأمريكية، أهمية التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة الأمريكية، أساليب التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة الأمريكية، وبرامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة الأمريكية)، واستعرضت الدراسة السياق الثقافي للولايات المتحدة الأمريكية وأثره في تطور الاهتمام ببرامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM، وتم اختيار الولايات المتحدة الأمريكية كدولة مقارنة للأسباب التالية:

- **تعد الولايات المتحدة الأمريكية الدولة الأولى على مستوى العالم التي بدأت مبكرا في الاهتمام بمدارس STEM على مستوى جميع الولايات، ويرجع ذلك لتنمية الاقتصاد الأمريكي القائم على المعرفة، حيث أنها حصلت على المركز الأول في ريادة الأعمال، وقد قدمت الولايات المتحدة الأمريكية منحا لإنشاء مدارس STEM للدول النامية ومنها مصر (يوسف، ٢٠٢١، ٣٤٨).**
- **تحتل الولايات المتحدة الأمريكية المرتبة العاشرة عالميا في مؤشر التنافسية العالمية لعام ٢٠٢١م، التي تسهم في قوة الابتكار، وتسجل المرتبة الخامسة من حيث الأداء الاقتصادي.**
- **تعد الولايات المتحدة الأمريكية من أقدم الدول التي قامت بالعديد من الجهود البارزة في إعداد وتنمية معلمي مدارس STEM وتأهيلهم لامتلاك المهارات والكفايات اللازمة التي تؤهلهم لتحقيق أهداف هذا النوع من التعليم.**
- **نجحت العديد من الولايات الأمريكية في تطبيق الكثير من الأساليب والطرق والبرامج التدريبية الخاصة بمعلمي مدارس STEM سواء كانت برامج حكومية أو خاصة.**
- **تعدد جهات التدريب والتطوير التربوي لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة الأمريكية؛ من أجل تأهيل المعلمين، وتعزيز مهاراتهم، وإعدادهم بما يواكب متغيرات القرن الحادي والعشرين.**

- حدود مكانية: تتخذ الدراسة الحالية الولايات المتحدة الأمريكية كدولة للمقارنة للاستفادة من تجربتها في تطوير برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في مصر.
- حدود زمنية: أجريت الدراسة في الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي ٢٠٢١/٢٠٢٢م.

منهج الدراسة وخطواته:

اعتمدت الدراسة الحالية على المنهج المقارن؛ لدراسة خبرة الولايات المتحدة الأمريكية في مجال التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM ، وتحليلها وتفسير عوامل تميزها على ضوء السياق الثقافي للولايات المتحدة الأمريكية؛ لفهمها بصورة أكثر عمقا، ومحاولة الإفادة منها في تطوير برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في مصر.

مصطلحات الدراسة :

تتضمن الدراسة الحالية المصطلحات التالية:

١- التنمية المهنية للمعلمين Professional Development for Teachers:

جاء في معجم المعاني، أن التنمية بمعنى الزيادة، ونمى الشيء أو الحديث تنميةً: أنماه، ونمى النار: أشبع وقودها، والمهنة؛ الحذق بالخدمة والعمل، أي: العمل يحتاج إلى خبرة ومهارة وحنق بممارسته، ويقال: ماهن العمل، أي مارسه (معجم المعاني، ٢٠٢٠، ١)، وتعرف التنمية المهنية بأنها: استراتيجية قوية لتحسين فعالية المعلم (Hanover Research, 2017,4)، وهي بعض البرامج التي تقدم لمعالجة النقص في أداء المعلم (Kennedy, 2005, 235)، وهي مجموعة واسعة من الأنشطة يقوم المعلمون بشكل فردي بتحسين ممارساتهم المهنية وتعزيز تعلم الطلاب (Alberta Education, 2006, 2)، كما تعرف بأنها: جهود منظمة ومستمرة لتحسين قدرات المعلمين المعرفية والمهارية والإدارية والفنية، وإحداث تغييرات إيجابية في اتجاهاتهم وسلوكياتهم نحو تحسين ثقافة العمل من أجل تحقيق الجودة في المؤسسة (عبد الرحمن وتادرس، ٢٠١٣، ٣)، وهي: مجموعة من الفرص التي تقدم للمعلمين لتحسين مهاراتهم وتعزيز تعلمهم، لتحقيق النمو المستمر نحو التميز العام في التدريس والتعلم (Cetin & Bayrakci, 2019, 32)، كما تعرف بأنها: عملية منظمة وهادفة تسعى إلى تطوير مقدرة المعلمين المعرفية والمهارية والأدائية، من أجل إحداث

التغيير في اتجاهاتهم وسلوكياتهم نحو تحسين أدائهم التدريسي والمهني (حداد، ٢٠١٩، ١٤٦). وتعرف التنمية المهنية إجرائيا بأنها: عملية مخططة ومنظمة ومستمرة لجميع جوانب المهنة، وتعني مجمل الأنشطة التي تقدم لمعلمي مدارس STEM في مصر، والتي تعمل على تحسين أداء المعلمين، وتطوير كفاياتهم، وتزويدهم بكل جديد من معارف ومهارات وسلوكيات، وتقنيات، بما يمكنهم من تلبية الاحتياجات الحالية والمستقبلية للطلاب، وفقا لمعايير ومتطلبات الجودة والتميز.

٢- تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM Education:

تعليم STEM هو اختصار يستخدم لوصف التعليم أو الممارسة المهنية في مجالات العلوم Science والتكنولوجيا Technology والهندسة Engineering والرياضيات Mathematics (LONGMAN Dictionary, 2020, 1)، ويهدف إلى بناء معرفة الطلاب المفاهيمية بالطبيعة المترابطة للعلوم والرياضيات، من أجل السماح للطلبة بتطوير فهمهم للهندسة والتكنولوجيا، ويعرف تعليم STEM بأنه: مدخل لتقديم المعرفة العلمية المتكاملة لمحتوى المناهج في صورة وظيفية تدمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وتقدمها للطلاب بطرق مترابطة غير مجزأة عند دراسة المفاهيم والقضايا والمشكلات المرتبطة بالمجتمع، وتحثهم على ممارسة أنماط متعددة من التفكير في ظل أنشطة الاستقصاء والاكتشاف والتجريب، وتصميم المشروعات التطبيقية القائمة على فكرة التكامل بين العلوم المختلفة (عبد الرءوف، ٢٠١٧، ١٤٥)، كما عرف بأنه: مدخل بيني يتم فيه دراسة المفاهيم الأكاديمية في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من خلال مشكلات ومهام مرتبطة بالعالم الواقعي، معتمدا على التصميمات المتمركزة حول الطالب، وباستخدام الوحدات التكاملية القائمة على البحث والاستقصاء عبر المواد الدراسية والمشروعات (عبد القادر، ٢٠١٧، ١٦٩).

وهو مدخل للتعليم المتكامل لمجالات العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا؛ من خلال المناهج التعليمية القائمة على التصميم التكنولوجي والهندسي التي تدمج عن عمد مفاهيم وممارسات تعليم العلوم والرياضيات؛ التي تدعم الأسلوب العلمي ومهارات التفكير النقدي والمنطقي في حل المشكلات، بهدف توفير القوى البشرية اللازمة لسد العجز في

المهن والوظائف المستقبلية العلمية والتطبيقية تلبية لاحتياجات سوق العمل ودفعا لعجلة الاقتصاد والتنمية المجتمعية (عبد العال، ٢٠٢٠، ٢٩٣٠)،

وهو أحد مداخل التكامل المعرفي ذو التخصصات المتعددة والذي يقوم على الربط والدمج بين مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وتدريسها من خلال نموذج تكاملي واحد متماسك يتضمن مواقف تدريسية في سياق العالم الحقيقي بحيث تتحقق المتعة للطلاب من خلال العمل في مشاريع تعليمية وورش عمل يقوموا من خلالها بعمليات الاستقصاء العلمي والتصميم الهندسي والاستكشاف والابتكار بهدف إنتاج معرفة جديدة تسهم في حل المشكلات الواقعية ومن ثم تحقيق التواصل بين المدرسة والمجتمع وسوق العمل، كما يتطلب هذا المدخل تمكين المعلم والمتعلم من فهم الأفكار الأساسية والمفاهيم المتداخلة والممارسات العلمية والهندسية لمجالات STEM (أبو رية وعبد العزيز، ٢٠٢٠، ١٠٠٦)،

ويعرف تعليم STEM إجرائيا بأنه: مدخل تتكامل فيه تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، ويتم التعلم فيه بعدة طرق؛ كالتعلم النشط، والتعلم العميق، والتعلم التعاوني والفريقي، ويعمل على تحسين المهارات المعرفية من خلال تحسين الإبداع، وحل المشكلات، وتحسين المهارات الاجتماعية، وتحسين الثقة بالنفس، والتعلم من خلال العمل، وتحسين المهارات العاطفية (في: تحسين الخيال، ورفع الأداء الأكاديمي، وتحسين الثقة بالنفس، والوعي وزيادة الدافع)، ويهدف إلى إعداد القوى البشرية اللازمة لتلبية احتياجات المهن في المستقبل.

٣–مدارس المتفوقين للعلوم والتكنولجيا والهندسة والرياضيات STEM :

Schools of Excellence for Science, Technology, Engineering and Mathematics

هي تلك المدارس التي تركز مناهجها على تقديم أفضل أساليب العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، بحيث تكون مقررات تلك المناهج مترابطة ومتكاملة، وتقدم للطلاب في صورة مشروعات بحثية، مما يشجع على الإبداع والابتكار لديهم في ضوء توافر إمكانات مادية وبشرية مدربة على أفضل وسائل وطرق التدريس، مما ينعكس على نهضة العملية التعليمية والاقتصادية (Harry, 2012, 3). وهي مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، والتي يتم القبول بها وفقا لشروط، وتركز على إعداد الطالب للجاهزية

للمهن والجامعات التي لها علاقة بمجالات STEM، والتي ترتكز على تكامل التخصصات الأربعة بمدخل ما بين التخصصات Interdisciplinary Approach الذي يكامل بين التخصصات، مع الحفاظ على حدود كل تخصص، والتكامل بين المناهج وطرق التدريس، والربط بين المدرسة والعالم الحقيقي (محمود، ٢٠١٧، ٢٠٣)، وتتبنى الدراسة الحالية التعريف السابق.

الدراسات السابقة :

هناك العديد من الدراسات التي تناولت التنمية المهنية لمعلمي STEM، يمكن عرضها فيما يلي:

هدفت دراسة عبد القادر (٢٠١٧) إلى إعداد تصور مقترح لحزمة البرامج التدريبية اللازمة لمعلمي المدارس الثانوية لتطبيق مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في ضوء احتياجاتهم التدريبية، واستخدمت المنهج الوصفي، وأظهرت نتائج الدراسة وجود ٣٣ احتياج تدريبي تحتاج إليها عينة الدراسة بدرجة مرتفعة، و٣٨ احتياج تدريبي تحتاج إليها عينة الدراسة بدرجة متوسطة موزعين في ستة مجالات، وقدمت الدراسة تصورا مقترحا لحزمة البرامج التدريبية تضمن منطلقاته وأهدافه وطبيعته، وحزمة البرامج التدريبية، وآليات تفعيل التصور المقترح، وكيفية تنفيذه.

وهدفت دراسة (Mishra et al., 2017) التعرف على جوانب الإبداع في التطوير المهني لمعلمي STEM وتوصلت الدراسة إلى أهمية التطوير المهني في تنمية المهارات والقدرات التدريسية والقيادية للمعلمين، وأكدت على ضرورة وضع نماذج جديدة للتطوير المهني للمعلمين، لتدريبهم على أساليب التكامل، وإيجاد التوازن بين المواد المختلفة، وتقديم الدعم للمعلمين من خلال تقديم المنح وفرص الدراسات العليا.

أما دراسة آل فرحان (٢٠١٨) فهدفت إلى إلقاء الضوء على النمو المهني لمعلمي العلوم والرياضيات في ضوء مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM، وخلص البحث إلى التوصل إلى قائمة بمتطلبات التنمية المهنية لمعلمي العلوم والرياضيات في ضوء مدخل STEM قسمه إلى أربعة محاور رئيسة وهي: الثقافة المعرفية،

والتكنولوجيا، والهندسية، والرياضية، وتم في ضوء هذه المتطلبات بناء تصور مقترح لبرنامج الدبلوم لمعلمي العلوم والرياضيات.

وهدفت دراسة الأحمدي (٢٠١٩) إلى التعرف على مدى امتلاك الكفايات المهنية اللازمة للمعلمين المعنيين بتطبيق مدخل STEM ، وأظهرت النتائج امتلاك المعلمين الكفايات المهنية اللازمة لتطبيق مدخل STEM بدرجة عالية، ووجود فروق ذات دلالة إحصائية في مدى امتلاك الكفايات المهنية اللازمة للمعلمين المعنيين بتطبيق مدخل STEM وفقا للجنس، مع عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية تبعا لمتغير المؤهل، وسنوات الخبرة، والدورات التدريبية.

وهدفت دراسة الصلاحي (٢٠١٩) إلى الكشف عن الاحتياجات التدريبية لمعلمي الرياضيات في ضوء مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM، واستخدمت المنهج الوصفي، وتوصلت إلى أن الاحتياج التدريبي لمعلمي الرياضيات في ضوء مدخل التكامل STEM كان بدرجة عالية، وإلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين أفراد عينة الدراسة تعزي لمتغير سنوات الخدمة، وعدد البرامج التدريبية التي التحق بها المعلم والمرحلة الدراسية التي يدرس بها.

أما دراسة عبد السلام (٢٠١٩) فهدفت إلى التعرف على الكفايات اللازمة لإعداد معلم STEM ، والتعرف على التجارب العالمية في إعداد معلم STEM وإمكانية الاستفادة منها في مصر، ووضع تصور مقترح لإعداد معلم STEM في ضوء المعايير العالمية، وتوصلت الدراسة إلى مجموعة من الكفايات اللازمة لإعداد معلم STEM منها: الكفايات الأكاديمية، المهنية، الشخصية، والثقافية، كما وضعت الدراسة تصورا مقترحا لمعايير إعداد معلم الكفايات اللازمة لإعداد معلم STEM في ضوء تجارب بعض الدول.

وهدفت دراسة كوسة وبايونس (٢٠١٩) إلى التعرف على درجة توافر الكفايات التدريسية لدى معلمات الرياضيات بمكة المكرمة في ضوء مدخل تكامل STEM، وتوصلت إلى أن: درجة توافر الكفايات التدريسية لدة معلمة الرياضيات في ضوء مدخل تكامل STEM في مجال التخطيط كانت متوسطة، وفي مجال التنفيذ كانت عالية، وفي مجال التقويم كانت متوسطة، مع عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) في درجة توافر الكفايات التدريسية لدى معلمات الرياضيات تبعا لمتغيرات المرحلة الدراسية

والخبرة والمؤهل، مع وجود فروق ذات دلالة إحصائية في درجة توافر الكفايات التدريسية لدى معلمات الرياضيات تبعا لمتغير الدورات التدريبية.

وهدفت دراسة الشياب (٢٠٢٠) إلى تحديد متطلبات التنمية المهنية اللازمة لمعلمي العلوم لتنفيذ مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM ، واستخدمت المنهج الوصفي، وأشارت نتائج البحث إلى توزع المتطلبات على مجالات ستة رئيسة هي (نظام التنمية المهنية لمعلمي مدخل STEM ، المحتوى المعرفي المرتبط بمدخل STEM ، المهارات التربوية اللازمة لتعليم مدخل STEM ، استراتيجيات وآليات التنمية المهنية المرتبطة بمدخل STEM ، الدعم والمساندة المهنية المرتبط بمدخل STEM، مهارات القرن الحادي والعشرين للتنمية المهنية في ضوء مدخل STEM .

كما هدفت دراسة عاشور (٢٠٢٠) إلى قياس درجة تطبيق معلمات رياض الأطفال الحكومية في قطر لمنهج STEM، والتعرف على وجهة نظرهن حول أثر منهج STEM على كل من الطفل والمعلم والعملية التعليمية، وأظهرت نتائج الدراسة أن المعلمات تطبقن منهج STEM بدرجة بيسطة خلال اليوم الدراسي، وأن منهج STEM يؤثر بدرجة كبيرة على الطفل والعملية التعليمية، وبدرجة متوسطة على المعلم من وجهة نظر المعلمات، وأن للمعلمات وجهات نظر إيجابية نحو أثر منهج STEM على كل من الطفل والمعلم والعملية التعليمية، إلا أنهن لا تقمن بتطبيقه بالطريقة الصحيحة وبالدرجة المطلوبة.

كما هدفت دراسة عليان والمزروعي (٢٠٢٠) إلى الكشف عن المعوقات التي تواجه المعلمين في تطبيق المنحى التكاملي STEM في سلطنة عمان، واستخدمت المنهج الوصفي، وأظهرت نتائج الدراسة وجود معوقات بدرجة متوسطة إلى عالية في تطبيق منحى STEM، حيث جاءت (معوقات تتعلق بالمحتوى)، وبدرجة عالية، تليه (معوقات تتعلق ببيئة التعلم)، بدرجة متوسطة، ثم (معوقات تتعلق بالمعلم) بدرجة متوسطة، كما أظهرت عدم وجود فروق دالة إحصائيا في استجابات معلمي العلوم حول معوقات منحى STEM تعزي لمتغير الجنس.

كما هدفت دراسة (Bush, et al., 2020) إلى التعرف على هيكلة التنمية المهنية لتعليم STEM ، والكشف عن تحدياتها، وأظهرت نتائج الدراسة أن التنمية المهنية تحسن من خبرات المعلم، وتعمق من فهمه للبيئة التعليمية، وفهم محتوى وسياق العلوم والتكنولوجيا

والهندسة والرياضيات، والوعي بالروابط المفاهيمية للتخصصات المختلفة، وفهم الطبيعة التكاملية التي تربط التكنولوجيا مع العلوم والرياضيات والهندسة والتخصصات الأخرى.

وهدفت دراسة (Karademir & Yildirm, 2021) إلى التعرف على آراء معلمات الحضانة قبل الخدمة في تعليم STEM ، وتوصلت إلى أن تعليم STEM جعل المعلمات أكثر جاهزية للمشاركة في العملية التعليمية بشكل أفضل، وأنه يساعد على تطوير المهارات، وتجديدها، وزيادة قدرتهم على مواجهة التحديات، وأنه يؤدي إلى نتائج تعليمية متكاملة.

كما هدفت دراسة الدبيان (٢٠٢١) إلى تحديد درجة الاحتياجات التدريبية في ضوء مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM لمعلمات الرياضيات في مدينة الخبر، واستخدمت المنهج الوصفي، وتوصلت الدراسة إلى أن درجة الاحتياج التدريبي لمعلمات الرياضيات في ضوء مدخل STEM كان بدرجة عالية في المجالات الثلاثة (التخطيط، التنفيذ، التقويم)، ولا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين استجابات عينة الدراسة تعزي إلى المؤهل التعليمي أو المرحلة التعليمية التي تدرس بها المعلمة، بينما ظهرت فروق ذات دلالة إحصائية تعزي إلى عدد سنوات الخبرة وعدد البرامج التدريبية.

وهدفت دراسة حسن وحسين (٢٠٢١) إلى استقصاء تصورات معلمي الرياضيات بالتعليم العام حول التعلم والتعليم بمدخل STEM، وتحديد مستوى الاختلاف في تصورات أفراد العينة، وأشارت نتائج الدراسة إلى ارتفاع تصورات عينة الدراسة عن مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM ومتطلبات تدريسه وأنها ذات مستوى عال، وأنه لا يوجد اختلاف في تصورات معلمي الرياضيات بالتعليم العام نحو مدخل STEM وفقا لسنوات خبرة المعلم والمؤهل التعليمي والنوع والمرحلة الدراسية التي يقوم بالتدريس فيها وعدد البرامج التدريبية التي حضرها.

وهدفت دراسة (Jong, et al., 2021) إلى إلقاء الضوء على جوانب التطوير المهني للمعلم في تعليم العلوم والتكنولوجيا والرياضيات، وأظهرت نتائج الدراسة أن تعليم STEM يتطلب تحقيق الجودة المهنية للمعلمين، للتعامل الإيجابي مع المناهج التكاملية، وأن التطوير المهني للمعلم يسهم في تعزيز القدرة التنافسية للطلاب، ويحقق تميز المعلمين وزيادة قدرتهم على استخدام التعلم النشط، وتوظيف تعليم الأقران، وزيادة التعلم التطبيقي.

وهدفت دراسة (Lo, 2021) إلى إجراء مراجعة منهجية لمبادئ التصميم للتطوير الفعال للمعلم في التعليم المتكامل في مجالات العلوم والرياضيات، وأظهرت الدراسة أن هناك حاجة لتطوير أداء المعلمين لتوفير فرص تعلم عالي الجودة، والتعامل مع الطبيعة المترابطة للمواد الدراسية، وأن هناك عدة عناصر لتصميم التطوير الفعال للمعلم، منها: تركيز المحتوى، استخدام النمذجة، التعلم النشط، التعاون، التدريب، التغذية الراجعة والتفكير، الاستدامة.

ومن خلال عرض الدراسات السابقة يتضح أن: هناك اهتماما كبيرا على في معظم دول العالم بالتنمية المهنية للمعلمين وخاصة معلمي مدارس STEM؛ وذلك لمواجهة تحديات الحاضر والمستقبل؛ فالتنمية المهنية تدعم كفايات المعلم ولها تأثير قوي على أداء المعلمين وممارساتها، وقد ركزت معظم الدراسات السابقة على أهمية تطوير برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM وضرورة تحقيق انسجامها مع التطورات والاتجاهات العالمية الحديثة، ويتضح أن هناك شبه اجماع على أن بناء المعلم وتطوير أدائه أحد الأدوات الرئيسة في تطوير النظام التعليمي، والمساهمة الإيجابية في تأهيل الطلاب لمواكبة مستجدات القرن الحادي والعشرين. ويستفاد من الدراسات السابقة في تكوين فكرة واسعة وعميقة عن موضوع الدراسة، وفي تكوين تصور عام لموضوع الدراسة ، مما أسهم في صياغة المشكلة، وإعداد الإطار النظري، واختيار منهج الدراسة وأدواتها، وتحديد المعالجة الإحصائية المناسبة، وبناء أداة الدراسة، وصياغة التوصيات والمقترحات .

خطوات الدراسة:

تسير الدراسة الحالية وفق الخطوات التالية:

الخطوة الأولى: عرض منهجية الدراسة؛ وتشمل مقدمة، مشكلة الدراسة وأسئلتها، أهدافها، أهميتها، حدود الدراسة، المصطلحات، ثم الدراسات السابقة.

الخطوة الثانية: للإجابة عن السؤال الأول والثاني " ما الإطار الفكري والفلسفي لتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في الأدبيات التربوية المعاصرة؟، وما الإطار الفكري والفلسفي للتنمية المهنية لمعلمي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في الأدبيات التربوية المعاصرة؟" تم تناول الأدبيات التربوية المعاصرة في التنمية المهنية

لمعلمي مدارس STEM، وكذلك الأدبيات التربوية المعاصرة في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM .

الخطوة الثالثة: للإجابة عن السؤال الثالث " ما أهم برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة الأمريكية على ضوء السياق الثقافي المؤثر؟ تم عرض أهم ملامح برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة الأمريكية على ضوء السياق الثقافي المؤثر.

الخطوة الرابعة: للإجابة عن السؤال الرابع " ما الجهود المصرية الحالية في مجال التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM" تم استراض الجهود المصرية في التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في ضوء السياق الثقافي.

الخطوة الخامسة: للإجابة عن السؤال الخامس " ما أهم جوانب الإفادة من خبرة الولايات المتحدة الأمريكية في مجال برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في تطوير برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM في مصر على ضوء ظروف المجتمع المصري؟"، تم استعراض أهم جوانب الإفادة من خبرة الولايات المتحدة الأمريكية في مجال برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في تطوير برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM في مصر على ضوء ظروف المجتمع المصري.

وبعد أن تناولت الباحثة المنهجية البحثية للدراسة ، يتم تناول الإطار النظري والميداني على النحو التالي:

المحور الأول : الإطار النظري للدراسة :

ويتم تناول الإطار النظري كما يلي:

أولا: الإطار الفكري والفلسفي للتنمية المهنية لمعلمي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في الأدبيات التربوية المعاصرة، ويتضمن ما يلي:

١- مفهوم التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM:

يشهد العالم موجة من التطورات في كل جوانب العملية التعليمية؛ وذلك لمواكبة التطور الكبير في جوانب الحياة المختلفة الاقتصادية والاجتماعية والثقافية والتكنولوجية، وغيرها، ومن تلك الجوانب التي شهدت تطورا كبيرا هي برامج التنمية المهنية للمعلمين، والتي

أصبحت عملية شاملة ومستمرة؛ لبناء المهارات التربوية والأكاديمية والشخصية والإدارية للمعلمين، من أجل تحقيق أداء فعال يسهم في تطوير مستوى العملية التعليمية وتحقيق جودتها.

والتنمية المهنية هي: مجموعة من الإجراءات المخططة والمنظمة والتي ينتج عنها النمو المهني للمعلمين متمثلا في زيادة وتحسين ما لديهم من معارف ومفاهيم ومهارات تتعلق بعملهم ومسئوليتهم المهنية، واتجاهاتهم نحو قبول الوظيفة والاقتناع بأهميتها والقيام بواجباتها (الذبياني، ٢٠١٤، ١٠٩)، كما تعرف بأنها: الجهود المخططة لتطوير أداء المعلمين من خلال برامج وأساليب محددة في أطر علمية وفق خطط منظمة وفعاليات مستمرة للقيام بواجباتهم التدريسية والتربوية في ضوء متطلبات الاعتماد المهني لهؤلاء المعلمين (الزائدي وأحمد، ٢٠١٥، ٣٤٦)، وهي: عملية تستهدف إضافة معارف وتنمية مهارات وقيم مهنية لدى المعلم لتحقيق تربية فاعلة لطلبته، وتحقيق نواتج تعلم إيجابية (إبراهيم ومخلوف ومحمد، ٢٠١٦، ٣٥١)، أي أن التنمية المهنية آلية مهمة لتعزيز معارف المعلمين ومهاراتهم وممارساتهم التعليمية. كما تعرف بأنها: توفير الأنشطة لتحسين معرفة المعلمين ومهاراتهم وفهمهم، وتفكيرهم، بما ينعكس إيجابيا على تعلم الطلاب (Kartal et al., 2019, 402)، وهي عملية مستمرة مخطط لها ومصممة في صورة برامج تقنية للارتقاء بمستوى الكفايات المهنية للمعلمين لتمكينهم من تطوير أدائهم المهني (الرابغي، ٢٠١٩، ١٠١)، وهي : مجموعة من المهارات والعمليات التي تقدم في محتوى تدريبي تطويري للمعلمين بهدف إكسابهم العديد من الأساليب والأنشطة والسلوكيات في جميع المجالات التقنية والمعرفية والسلوكية، ليكون عطاؤهم محققا لأهداف التعليم وأكثر مواكبة لمتغيرات العصر (السلمي والحارثي، ٢٠٢١، ٢٠٠).

وفي ضوء ما سبق يمكن تعريف التنمية المهنية بأنها: عملية مؤسسية تتضمن مجموعة من الأنشطة والعمليات لتعليم أو تدريب مستمر مصمم بشكل علمي ومستمر لتحسين معارف ومهارات وقدرات معلم STEM وتنمية الاتجاهات الإيجابية لديه، واكسابه كفاءات جديدة داخل المدرسة وخارجها؛ لتحسين مستوى التعليم والتعلم لستجابة للمتغيرات المعاصرة واحتياجات المجتمع.

٢- أهمية التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM:

يعد المعلم الركيزة الرئيسة في عمليات التعليم والتعلم داخل المدارس، فهو المسئول الأول عن تعليم الطلاب وتعلمهم، حيث إنه مسئول عن توفير تعليم متميز لجميع الطلاب من خلال إعداده للدروس إعدادا جيدا، واستخدام أسالسيب وطرق تدريس حديثة، وتوفير بيئة آمنة باعثة على التعلم في قاعات الدروس، وتوثيق دعم علاقاته مع التلاميذ ودعم علاقات التلاميذ بعضهم البعض، واستخدام استراتيجيات متنوعة في إدارة الفصل، وزيادة معارف التلاميذ ومهاراتهم، وتنمية الإبتكار والابداع لديهم، وتزويد التلاميذ بالخبرات والمهارات التي تمكنهم من تحمل المسئوليات واتخاذ القرارات، ولم يعد المعلم ناقلا للمعرفة فحسب بل أصبح يمارس أدوار القائد والمخطط التربوي، وواضع السيناريوهات الذكية لكيفية إنجاز المواقف التعليمية اليومية وإخراجها، وأصبح القاضي والمشرع ومدير الحوارات التي تهدف إلى زيادة الوعي البيئي والسياسي والثقافي والجمالي والقيمي (محمد، ٢٠١١، ٥٦).

إن تعليم STEM لا يعد مجرد تجميعة من المواد الدراسية، ولكنه حركة لتطوير الاحتياجات العلمية والرياضية اللازمة لإعداد الطلاب لوظائف معينة في المستقبل؛ لكي يصبحوا قادرين على المنافسة في سوق العمل، كما أنه يذهب إلى أبعد من ذلك حيث يطور مهارات التفكير والمنطق والاستقصاء والمهارات الإبداعية والعمل ضمن فريق، ومن ثم فهو يحتاج إلى قيادات تعليمية ومعلمين لديهم فكر وتوجهات استراتيجية نحو التغيير والتطوير، والعمل التعاوني في فريق، وتوفير بيئة تعلم تتمركز حول الطالب، وتدعيم التواصل مع أولياء الأمور ومؤسسات المجتمع ذات العلاقة، وتركز على المعرفة المتكاملة (الهلالي، ٢٠٢١، ٤).

لذا تأتي أهمية التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM لتحقيق أهداف المنظومة التعليمية، ومواجهة تحديات المجتمع وحل مشكلاته، ومواكبة التطورات العلمية في مختلف المجالات.

وجاء تخصيص قسم في كلية التربية جامعة عين شمس لإعداد معلم مدارس STEM وتنميته مهنيا عام ٢٠١٤م؛ من خلال الدورات التدريبية والبرامج المختلفة ليزيد فرصة تخريج معلمين مؤهلين قادرين على مواكبة المتغيرات العصرية؛ ليؤكد على أهمية إعداد معلم مدارس STEM والتنمية المهنية لمعلمي تلك المدارس.

وتشير الدراسات إلى وجود عجز على المستوى العالمي في تلبية احتياجات سوق العمل، وتوفير القوى العاملة اللازمة في تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، مما كان له دور في انخفاض المؤشرات الاقتصادية، ويتميز تعليم STEM عن غيره من فروع الدراسة الأكاديمية بأنه قد يحقق الرفاهية الشخصية للأفراد، والقدرة التنافسية للأمة في الاقتصاد العالمي، وقد أظهرت الدراسات المختلفة أن ما بين ٥٠% و٨٥% من النمو في الناتج المحلي الإجمالي للولايات المتحدة على مدى السنوات الخمسين الماضية كان بسبب التطور في العلوم والهندسة (أبو ثنتين، ٢٠٢١، ٢٩٢)،

ولأهمية منحى STEM تنامى الاهتمام به على الصعيد العالمي والمحلي، وحاولت جاهدة نشر الوعي بهذا المنحى بين أفراد المجتمع بشكل عام، وبين أطراف العملية التربوية بشكل خاص من خلال سبل مختلفة، منها إقامة المؤتمرات المتخصصة بمنحى STEM فقد أقامت الولايات المتحدة الأمريكية عام ٢٠١٢م مؤتمرا لدعم ونشر مجالات STEM، كما نظم معهد التكنولوجيا التطبيقية بمدينة أبو ظبي عام ٢٠١٤م مؤتمرا دوليا أطلق خلاله منحى STEM العالمية لتدريس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (السلامات، ٢٠١٩، ٧٤٧).

وتهتم مدارس STEM بتطبيق صيغ ونماذج التعلم القائم على المشروعات والذي يدعم التفكير الإبداعي، والتدريب على التكنولوجيا، وإثراء المحتوى الرقمي على شبكات الإنترنت، وتحسين نوعية التعليم، وتزويد الكفاءات التربوية لأداء دورهم المنتظر داخل المدارس (إسماعيل، ٢٠٢٠، ٢٤٢)، وإن تطبيق المعلم لطريقة تدريس أو أسلوب تدريس يرتبط بوعيه ومعتقداته التي يحملها، فهي تؤثر بشكل كبير على الكيفية التي يفهم بها المواقف التدريسية، وتؤثر على ما يفعله من ممارسات وسلوكيات أثناء هذه المواقف (السلامات، ٢٠١٩، ٧٤٧).

كما تبرز أهمية التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM فيما يلي:

–تحسين الأداء المهني والشخصي للمعلم، وتطوير حياتهم المهنية من خلال مساعدتهم على تغيير ومراجعة مهاراتهم ومعارفهم ومواقفهم.

– تقديم مجموعة من الأنشطة للمعلمين لتحسين مهاراتهم التدريسية، كما أن التنمية المهنية لها تأثير على معتقدات المعلمين وسلوكهم، وزيادة قدرتهم على تعزيز نتائج تعلم الطلاب.

- توفير الفرص اللازمة لاكتساب أو تجديد المعارف والمهارات الأساسية بشكل شامل في مجالات متعددة منها: المجال المهني والأكاديمي، مجال تكنولوجيا المعلومات، الثقافة والعلاقات الاجتماعية.
- تطوير أساليب التدريس، وأشكاله، واستراتيجياته.
- تعزيز قدرة المعلم على العمل التعاوني سواء على مستوى الفصول الدراسية أو المدرسة أو المجتمع (Cetin & Bayrakci,2019, 36)

٣- أهداف التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM:

إن أهداف التنمية المهنية للمعلمين ليست إلا تطلعات تسعى برامج التنمية المهنية إلى تحقيقها من أجل الارتقاء بمستوى أداء المعلم وزيادة كفاءته المهنية وهي تدور حول عدة نقاط منها: تحديث المعرفة والوقوف على كل ما هو جديد، تحسين الأداء الوظيفي وتطويره وتحديثه، مواجهة التغيرات المهنية والقدرة على التكيف معها، زيادة خبرات المعلمين بالأساليب الحديثة في التدريب، إطلاع المعلمين على المستجدات الحديثة في مجال طرق التدريس وتقنيات التدريس ومحتوى المنهج، والاستفادة من تكنولوجيا التعليم والتدريب الحديث وتوظيفهما في عملية التدريس، مساعدة المعلمين الجدد على التأقلم مع العمل المدرسي وفهم متطلبات العمل، إتاحة الفرصة للمعلمين للحصول على مهارات جديدة وتوسيع وتعميق معرفة المعلمين لأمورهم التربوية، تزويد المعلمين بالنشاطات والخبرات ذات العلاقة بعملية التعليم في غرفة الصف، تنمية روح الثقة بالنفس والارتقاء بالروح المعنوية وتحسين الممارسات والجودة والأهداف المطلوبة في بيئة العمل (الذبياني، ٢٠١٤، ١٢٧).

وحدد المسكري (٢٠١٧، ٣١) أهداف برامج التنمية المهنية فيما يلي:

- تنمية المهارات التدريسية للمعلم حتى يكون أكثر كفاءة في أدائه التدريسي.
- تنمية قدراته واستعداداته على التفكير الإبداعي.
- تفعيل مهارات إدارة الفصل ومهارات الاتصال بينه وبين المتعلمين، وإدارة الوقت والتعامل مع إدارة الأزمات.
- تحقيق مبدأ الرقابة الذاتية، وتنمية الاتجاهات الإيجابية نحو المدرسة والعملية التدريسية.
- تنمية مهارات التعلم الذاتي والتقويم الذاتي والتعلم عن بعد باستخدام الوسائل التطنولوجية الحديثة.

ولخص حداد (٢٠١٩، ١٤٦) أهداف التنمية المهنية للمعلمين فيما يلي:

- تحقيق النمو المستمر للمعلمين؛ لرفع مستوى أدائهم المهني، وتحسين اتجاهاتهم وصقل مهاراتهم التعليمية، وزيادة معارفهم، وزيادة مقدرتهم على الإبداع والتجديد.
- تعميق الأصول المهنية عن طريق زيادة فعالية المعلم ورفع كفايته الإنتاجية إلى حدها الأقصى، وتصحيح عيوب البرامج التي تلقاها قبل انخراطه في العمل.
- تجديد معلومات المعلمين وتنميتها وإيقافهم على التطورات الحديثة في تقنيات التعليم، وطرق التدريس والمحتوى الدراسي، وغير ذلك من مكونات المنهاج الدراسي.
- الاطلاع على أحدث النظريات التربوية والنفسية، والطرق الفعالة، وتقنيات التعليم الحديثة، واستخدام الأساليب الحديثة في التدريس.
- تلافي أوجه النقص والقصور في برامج إعداد المعلمين قبل التحاقهم بالخدمة، وإعطاء نوع من التعزيز لمؤسسات الإعداد والتدريب عن نوعية وكفاءة المعلمين المتخرجين فيها.

أي أن برامج التنمية المهنية تهدف إلى تنمية قدرات واستعدادات المعلمين، وتنمية اتجاهاتهم الإيجابية نحو المهنة، وتزويدهم بالخبرات لتلبية احتياجاتهم التربوية والعلمية والمهنية، وتطوير معارفهم وقدراتهم، وتعزيز مهاراتهم التدريسية المختلفة؛ حتى يكونوا أكثر كفاءة في أدائهم التدريسي،

أما النمر (٢٠١٤، ٧) فقد حدد أهداف التنمية المهنية للمعلمين في:

- مساعدة المعلم على الارتقاء بجوانب شخصيته وأدائه الأكاديمي.
- تحقيق الشمول في النظرة للمعلم كوحدة واحدة فكأنما نموه العلمي أمر أساسي.
- دعم وتبادل الخبرة بين المعلمين.
- المحافظة على الأداء المتميز ورفع الروح المعنوية.

وحدد العازمي (٢٠٢١، ٨٨) أهداف التنمية المهنية للمعلمين في:

- تحقيق النمو المستمر للمعلم ورفع مستواه المهني، وتنمية الجوانب الإبداعية لديه.
- تنمية قدرات المعلم على مواجهة التغيرات المهنية والتكيف معها.
- رفع مستوى كفاءة المعلمين على مواجهة التغيرات المهنية والتكيف معها.
- الارتقاء بالمستوى العلمي والمهني والثقافي للمعلمين بما يحقق طموحاتهم واستقرارهم ورضاهم المهني تجاه عملهم.

– مساعدة المعلم على تطوير نفسه بالاطلاع على أحدث النظريات التربوية والتطورات الحديثة في مجال التدريس.

– تحسين فرص التميز العلمي والإنجاز المهني للمعلمين وإتاحة الفرصة أمام المتميزين والمبدعين للتدرج والترقي الوظيفي.

ويتضح مما سبق تنوع أهداف التنمية المهنية للمعلمين؛ من تعريف المعلمين بما يستجد من تغيرات في جوانب العملية التعليمية، وتنمية كفاءات المعلمين، وتحسين معارفهم ومهاراتهم وتحديثها، ومعالجة مواطن الضعف في أدائهم، وكذلك علاج نواحي القصور في إعداد المعلمين، وتدريبهم على حل المشكلات التربوية والمهنية التي تواجههم أثناء العمل، بل والعمل على تحسين اتجاهات المعلمين،

٤– نماذج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM:

إن تعليم STEM من أهم الاتجاهات والمداخل العلمية في تصميم المناهج التي أثبتت فاعليتها في بناء المناهج بصورة تكاملية بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات والذي يؤكد على التعلم من خلال الأنشطة العلمية المتمركزة حول الخبرة عن طريق الاستكشاف والتقصي والعمل اليدوي، وأنشطة التفكير العلمي والمنطقي واتخاذ القرار (الصلاحي، ٢٠١٩، ٧)، ويعتمد تعليم STEM في الأساس على "التعلم الأصيل" التعلم الذي من خلاله يتمثل الطلاب المشكلات الواقعية والتحدث عنها، والإنتاج بدلا من أن يعيدوا ما اكتسبوه، وأن تكون إنجازاتهم ذات قيمة لهم ولمجتمعاتهم، وإشباع حاجات الطلاب للاستجابة مثل حاجاتهم للعطاء وخدمة الآخرين ومواجهة قضايا المجتمع، ومحاكاة مصغرة للعالم الحقيقي، كما أنه يوفر سياق أصيل يعكس استخدام المعرفة في الحياة الحقيقية من خلال محاكاة أو نمذجة أداء الخبراء ودعم بناء المعرفة من خلال التأمل والتعبير اللفظي عن المعرفة الضمنية وتحويلها إلى معرفة صريحة واستخدام التقييم القائم على الأداء، وحث الطلاب على بناء معرفتهم الخاصة بالعالم من حولهم، وتزويدهم بفرص بناء معارف جديدة من خلال عمليات تصميم هندسي من صنعهم وبأفكارهم وبحسهم بقضايا مجتمعاتهم وعالمهم الطبيعي، وتدريبهم على أنشطة مفتوحة النهاية، وإنجاز الفكرة الكبيرة التي تعالج مفاهيم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (محمود، ٢٠١٨، ١٧١)،

وحدد بعض الباحثين نماذج التنمية المهنية للمعلمين فيما يلي (Cetin & Bayrakci, 2019, 34) و(Sulzberger, 2003, 3):

أ–التطوير الموجه بشكل فردي؛ حيث يقوم المعلم بتصميم أهداف التعلم الخاصة بهم، والأنشطة التي ستؤدي إلى تحقيق تلك الأهداف، كما يتم توفير مجموعة متنوعة من الخيارات المرنة التي تمكن المعلمين من إضفاء الطابع الفردي على مهنتهم، وتمكين المعلمين من معالجة مشكلاتهم الخاصة.

ب– الملاحظة والتقويم: ويعتمد ذلك على ملاحظات المعلم، كما يتلقى ملاحظان من معلم آخر، ويتم تقديم التغذية الراجعة الفعالة للتأثير على السلوك الدراسي للمعلمين. ويستخدم هذا النموذج كإجراء دعم بعد ورش العمل أو كشكل من أشكال تدريب الأقران.

ج– المشاركة في عملية التطوير أو التحسين؛ حيث يتم مشاركة المعلمين في برامج التنمية بالمدارس مثل تخطيط المناهج، وصياغة البرامج، وتحسين عملية التدريس، ويمكن أن تؤدي عملية المشاركة في عملية التحسين والتطوير إلى قيم ومواقف وسلوكيات جديدة يتعرض لها المعلمون وتؤثر فيهم إيجابيا.

د– التدريب: يتم تقديم التدريب بشكل نموذجي في شكل ورش عمل أو ندوات أو شكل آخر من أشكال التدريب، ويتم التدريب وفقا لمجموعة من الأهداف أو نتائج التعلم.

هـ– الاستفسار: يعرف نموذج الاستفسار باسم نموذج البحث العملي، ويتم في نموذج الاستفسار أو البحث الإجرائي استخدام طريقة منظمة للتحقيق في كيفية ممارسة عملية التدريس وتطبيق الأفكار واستراتيجيات التدريس الحديثة.

و– التوجيه؛ يقوم المعلم الأكبر سنا والأكثر خبرة بتوجيه ومساعدة الشباب والمبتدئين، ويتم التوجيه في الملاحظات الصفية، والتدريب، والتدريس التعاوني، وذلك يساعد المعلمين الجدد في كيفية مواجهة تحديات التدريس اليومية بشكل خلاق وفعال. وهناك ثلاثة أنماط للتوجيه: نموذج التلمذة الصناعية؛ وفيه يقلد المعلم المبتدئ المعلم الرئيس، ونموذج الممارسة، والنموذج الانعكاسي؛ وفيه يتبنى المرشد دور الصديق الناقد الذي يساعد في تقييم تعلم المعلم.

ز- مجموعة الأصدقاء الحرجة؛ وهو مجتمع مهني يتعاون في وضع الأهداف، ورصد طور مستويات الطلاب، ويهدف إلى تنمية حس المجتمع المهني بشكل تعاوني، والتعلم من بعضهم البعض في بيئة بناءة ومشاركة.

ح- مدارس التطوير المهني؛ وهي نوع من المدارس التي تعتمد على الشراكة بين المعلمين والمدرسة، وهدفها تقديم الدعم المؤسسي للمعلمين، وتساعد في تطوير المهارات الأساسية للمعلمين، وتتم من خلال إنشاء مجموعات من المعلمين الأصغر سنا لتدريبهم تدريبا عاليا من خلال المعلمين ذوي الخبرات الكبيرة.

٥- خصائص التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM:

تتمثل خصائص التنمية المهنية للمعلمين فيما يلي:

- إنها عملية مخطط لها من قبل المؤسسة التعليمية المعنية.
- أنها تستهدف تحسين أداء المعلمين في كافة الجوانب.
- أنها تبدأ منذ تخرج المعلم والتحاقه بالمهنة وتستمر أثناء الخدمة.
- أنها تمد المعلم بكل ما هو جديد في مجال تخصصه لتنمية مهاراته المهنية.
- أنها لابد وأن تنعكس على الطلاب.
- أن دورها لا يقتصر على تحسين أداء المعلمين وتنميتهم، بل يشمل المدرسة ككل.
- أنها تعد عملا من أعمال الإدارة المدرسية وأحد وظائفها المهمة لتحقيق جودة الأداء.
- أنها يتم تحديثها من خلال عدة مصادر وأساليب مختلفة، منها: التدريب أثناء الخدمة، التعلم الذاتي، التعلم المستمر، تمثيل الأدوار، المؤتمرات، الندوات، التعلم والتدريب عن بعد، ... وغير ذلك (الذبياني، ٢٠١٤، ١٢٧).

كما لخص المسكري (٢٠١٧، ٣٣) خصائص برامج التنمية المهنية اللازمة لتحقيق الأهداف المرجوة، منها أن تتسم بالخصائص التالية:

-هادفة ومقصودة، وليست مجرد مجموعة عشوائية من الأنشطة غير المترابطة التي ليس لها اتجاه واضح.

- عملية ديناميكية؛ وليست حدثا خاصا بثلاثة أو أربعة أيام خلال العام الدراسي، بل عملية مستمرة، وجزء لا يتجزأ من اليوم الدراسي.

- عملية شاملة تأخذ في الاعتبار التغير على مدى فترة زمنية طويلة، وتراعي كل المستويات المؤسسية، وتأخذ في الاعتبار كل من التنمية الفردية والمؤسسية، كما تراعي جميع جوانب المعلم.

أما حجازي (٢٠١٨، ١٢٩) فحدد عدة خصائص للتنمية المهنية للمعلمين، منها:

- الشمول والتكامل؛ حيث تستهدف تحسين أداء المعلمين وتنميتهم في كافة الجوانب، وتتماشى بشكل منظومي مع أهداف المدرسة ككل.
- الاستمرارية؛ حيث تبدأ منذ تخرج المعلم والتحاقه بالمهنة وتستمر أثناء الخدمة.
- المرونة والتجديد؛ حيث تمد برامج التنمية المهنية المعلم بكل ما هو جديد في مجال تخصصه؛ لتنمية مهاراته المهنية ومعارفه وخبراته وتركز على بناء القدرات الإبداعية بجانب القدرات والمهارات الإدارية التقليدية، للوفاء بمتطلبات الأدوار المتغيرة للمعلمين، وبما ينعكس على أداء الطلاب في المستقبل.

٦- مبادئ التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM:

تكشف دراسات برامج التنمية المهنية إجماع تلك الدراسات على أن التنمية المهنية لكي تكون فعالة ومؤثرة ينبغي أن تتميز بما يلي:

- يجب أن تكون التنمية المهنية أثناء التعلم، وأن تكون مرتبطة بموضوعات محددة بعيدة عن العمومية الشديدة، وأن تقتصر على محتوى علمي محدد، وكيفية تعامل المعلمين مع هذا المحتوى، وكيف يتعلم الطلاب عن ذلك المحتوى العلمي، وأن تركز خبرات التنمية المهنية على قضايا التدريس مثل إدارة الفصول الدراسية، أو التعلم التعاوني، أو تخطيط الدروس، وكيفية مساعدة الطلبة على تطوير نماذج عملية، وغير ذلك.
- تحتاج التنمية المهنية إلى التعلم النشط، وأن تتضمن المهام العملية صنع الحواس وحل المشكلات، إلى أبعد من مجرد تقديم الأفكار والاستراتيجيات، وتركز على استثمار وقت المعلمين في التعامل مع الأفكار الجديدة.
- تمكين المعلمين؛ من خلال ربط برامج التنمية المهنية بقضايا خاصة بالمعلمين، وتنفيذها من خلال ورش عمل لعرض ومناقشة القضايا التربوية.

- التنمية المهنية المستمرة، من خلال تسليط الضوء على جوانب مختلفة من الاتساق عبر دراسات التنمية المهنية، والتوافق مع أهداف المعلمين، والتوافق مع التغييرات في القوانين والمناهج (Brian, 2013, 12).
- أن تركز برامج التنمية المهنية على تطوير ممارسات المعلم لتحسين تعلم الطلاب، من خلال أن تكون تلك البرامج في الوقت المناسب، وأن يكون هناك دعما للمعلم أثناء مرحلة التنفيذ، وأن يتعامل مع تحديات محددة في البيئة الصفية، وأن تكون مدة التنمية المهنية طويلة ومستمرة، وأن يكون هناك تشاركا من المعلمين في الممارسات المختلفة من خلال مناهج متنوعة، وأن تكون هناك نمذجة للممارسات لمساعدة المعلمين على فهم المستجدات،
- توفير الموارد التي تمكن المعلمين من التفكير من خلال طرق مبتكرة، مع تقديم الدعم للمعلمين أثناء تنفيذ المهمات الجديدة (Allison, 2020, 12).
- هناك أربعة مكونات أساسية للمعلمين لتعلم مهارة أو استراتيجية جديدة؛ عرض نظري، عرض للاستراتيجية أو المهارة، ممارسة أولية في ورشة عمل، تغذية راجعة فورية حول تعليمهم.
- تصميم الدورات التدريبية المختلفة في التنمية المهنية عامل مؤثر في نجاحها (Cooper, 2020, 4).
- توفير المزيد من المعرفة العامة حول عمليات التعليم والتعلم، مع ضمان عمق المحتوى، وتوفير أساس قوي في أصول التدريس.
- المساهمة في تحقيق إنجازات قابلة للقياس في تعلم الطلاب (Amadi, 2013, 175).

وقد قدم المحيسن وخجا (٢٠١٥) والصلاحي (٢٠١٩، ١١) بعض المعايير للتنمية المهنية للمعلمين في ضوء متطلبات STEM تمثلت في أربعة أبعاد:

١–التطوير المهني كنظام: ويتضمن وضع السياسات والخطط التي تدعم تطبيق مدخل STEM: مثل: تخصيص الميزانيات الكافية لدعم وتحقيق متطلبات هذا المدخل، بناء الخطط طويلة المدى، وصياغة الحوافز والمكافآت ونظام الترقيات.

٢–التطوير المهني في المجال المعرفي: ويتضمن تحديد الاحتياجات التطويرية التي يتم بناء البرامج التدريبية في ضوئها، مثل: تحديد المجالات التخصصية في إطار مدخل

STEM، تحديد الخبرات التدريسية لمدخل STEM، تطوير الحقائب والنشاطات المرتبطة بمدخل STEM.

٣- استراتيجيات التطوير المهني؛ ويتضمن هذا البعد استراتيجيات وملامح تنفيذ برامج التطوير المهني لتعليم STEM، مثل: التنوع في تطبيق البرامج لتمكين المعلمين من بناء معارفهم، توفير الفرص للمعلمين للتعلم الذاتي، توسيع ودمج التكنولوجيا واستخدامها في التواصل بين المجتمعات المهنية لتبادل الخبرات والأفكار، الاستفادة من المعلمين المتميزين في STEM لتسهيل التكامل بين مجالاته.

٤- الدعم والمساندة للتطوير المهني؛ ويتضمن جوانب الدعم والمساندة لضمان تحقيق أهداف مدخل STEM، مثل: دعم القيادة المدرسية، توفير الدعم المادي والمعنوي الكافي، توفير فرص التنمية المهنية للمعلمين، ودعم مؤسسات المجتمع وإسهامها ومشاركتها في تطوير المعلمين وفق مدخل STEM.

٧- مبررات التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM:

لخص حداد (٢٠١٩، ١٤٧) وإبراهيم ومخلوف ومحمد (٢٠١٦، ٣٥١) مبررات التنمية المهنية للمعلمين فيما يلي:

- **الثورة المعرفية في جميع مجالات العلم والمعرفة.**
- **الثورة في مجال تقنيات المعلمات والاتصالات.**
- **تعددية أدوار المعلمين وتعدد مسئولياتهم في المجال التعليمي.**
- **المستجدات المتسارعة في مجال استراتيجيات التدريس والتعليم.**
- **التوجه العالمي نحو التقيد بالجودة الشاملة للعملية التعليمية، والاعتماد الأكاديمي في عملية التعلم.**
- **مواكبة كل ما هو جديد ومتطور في العملية التعليمية، وتطبيقه في المعايير الدولية.**
- **تعدد الأنظمة التعليمية وتنوع أساليب التطوير، والتعلم الذاتي وفق التطور والتنوع في التقنيات المعاصرة.**

كما أشار الرابغي (٢٠١٩، ١٠٢) إلى أن هناك العديد من المبررات للتنمية المهنية للمعلمين منها: تعدد أدوار المعلم وتعدد مسئولياته، وتحوله من ملقن للمعلومة ليصبح

مساعدا للمتعلم على اكتشافها، والتوجه العالمي نحو الجودة الشاملة في العملية التعليمية، وتنوع أساليب التطوير والتعلم الذاتي.

وأشارت المهدي (٢٠١١، ٣٧٣) إلى العديد من المبررات للتنمية المهنية للمعلمين، ومنها:

- مبررات معرفية: من حيث التقدم العلمي الكبير في جميع الميادين وتقدم وسائل المعرفة، وتطور مفهوم العمل؛ حيث يستلزم تعليم المعلم تعليما مستمرا لتدعيم العمل بالمعرفة المتطورة والمهارات المتجددة التي تجعل منه قوة فعالة في إحداث تغيير أفضل وأرقى، واستكمال الكفاءة العلمية والمهنية من خلال إعادة تأهيل وتدريب المعلمين لمواكبة التقدم العلمي والتكنولوجي الذي يسير بسرعة متزايدة مما يؤكد على استمرارية التعليم للمعلم لتنمية طاقاته الذاتية.
- مبررات تكنولوجية: حيث إن المعلم في حاجة إلى معرفة استخدام الآليات الحديثة كالحاسب الآلي وشبكات الوسائط المتعددة من صوت وصورة ورسومات وآليات البحث والمكتبات الالكترونية كل ذلك في حاجة إلى تنمية مهنية للمعلمين لسهولة توصيل المعلومات للمتعلمين.
- مبررات تربوية: حيث إن ما يستحدث في مجال العلوم التربوية والمواد التي يتخصص في تدريسها من حقائق ونظريات جديدة والاختراعات العديدة والتقنيات المتقدمة، يثير العديد من التساؤلات حول دور المعلم وموقفه من هذا التقدم الهائل في مجال عمله، مما يلزم تهيئته للمشاركة الإيجابية في تجديد معلوماته وتحسين مهاراته بلا توقف أو انقطاع.

٨- أنواع برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM:

يختلف برنامج التنمية المهنية للمعلمين –ومنها برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM– باختلاف الهدف منه، ومع تعدد الأهداف تتعدد الأنواع وبرامج التنمية المهنية، والتي منها (الذبياني، ٢٠١٤، ١٣٣):

أ–برامج التأهيل: والهدف الرئيس لمثل هذه البرامج المساعدة على تأهيل المعلم المستجد والمعلمين الذين يحملون مؤهلات غير تربوية على القيام بمهامهم بشكل صحيح، إذ تعقد لهم برامج، أو دورات تساعدهم على الاطلاع على أساليب الأداء وطرق التدريس،

والإبداع في استخدام الوسائل، وفن توصيل المعلومة، وطرق التواصل مع الطلاب، والتعامل مع الزملاء والهيكل المدرسي، وغير ذلك.

ب- برامج العلاج: وتكون لوجود أي قصور في المعلمين سواء من الناحية الشخصية أم الفنية أو الإدارية أم التربوية، ومن ثم فهي تناقش جوانب محددة في أداء المعلم وتعمل على علاج ما بها من قصور.

ج- برامج التجديد: وهي برامج تعقد عادة بشكل دوري لتعريف المعلمين بالنظريات التربوية الحديثة، والمعارف الجديدة في مجال تخصصهم في التربية والتعليم.

د- برامج الترقي: تعقد هذه البرامج للمتوقع ترقيتهم إلى مناصب إدارية بهدف تعريفهم بمتطلبات العمل الجديد، لذا يكون محتواها متعلقا بطبيعة الوظيفة التي سيرقى إليها المعلم، وبالتالي فهي جوانب معرفية ومهارية ووجدانية تتعلق بطبيعة العمل الجديد.

وصنف القرني (٢٠١٠، ٤٥) التنمية المهنية للمعلمين إلى خمسة أنماط رئيسة، وهي:

- التنمية المهنية المتضمنة في الوظيفة: وهي تنمية مهنية تتم كجزء من العمل المحدد، أو بالأحرى الوظيفة التي يقوم بها الفرد، حيث يتم التأكيد على خبرة العمل نفسه؛ لتحسين مهارات التدريس أثناء الممارسة اليومية لعملية التعليم والتعامل مع الطلاب.
- التنمية المهنية المرتبطة بالوظيفة: وهي تنمية مهنية ترتبط ارتباطا وثيقا بالعمل نفسه وبأداء وظيفة محددة، ولكنها لا تتم أثناء التدريس، ولا من خلال الممارسة اليومية كما هو الحال بالنسبة للنمط السابق، إنما تتم على فترات زمنية في برامج خاصة.
- التنمية المهنية العامة: وهذا النمط من التنمية المهنية يتضمن تقديم خبرات تهدف إلى تنمية كفايات عامة لأداء العمل بوجه عام، ولا ترتبط ارتباطا مباشرا بحاجة عمل معينة.
- التنمية المهنية للترقية: ويتضمن هذا النمط تقديم برامج تدريبية تعزز خبرات تساعد في الحصول على مؤهلات جديدة لإعداد المعلمين لدور محدد في وظيفة جديدة.
- التنمية المهنية الشخصية: وهو نمط من التنمية المهنية يرتبط بتنمية شخصية المعلم في جوانب عامة متعددة، وقد ترتبط أو لا ترتبط بالتدريس.

ويتضح مما سبق تعدد وتنوع أساليب التنمية المهنية للمعلمين، والتي تتمثل في التدريبات المهنية؛ مثل ورش العمل ، والدعم المهني الذي يؤكد على التعلم الذاتي، والتعلم

المهني؛ الذي يتضمن الدورات والتدريبات طويلة الأجل والتي تركز على المعارف والمهارات المتنوعة.

٩- معوقات التنمية المهنية للمعلمين:

هناك العديد من المعوقات التي تواجه التنمية المهنية للمعلمين منها:

-وقت المعلمين؛ حيث قد لا يمكل المعلمون الوقت الكاف للالتحاق ببرامج التنمية المهنية؛ نتيجة ضغط العمل.

- العوامل المدرسية؛ حيث قد توجد بعض العقبات المدرسية التي قد تحول دون تحسين ممارسات المعلمين المهنية كالمعوقات الإدارية أو غيرها.
- التكاليف؛ فالتنمية المهنية عالية التكاليف (Cetin & Bayrakci, 2019, 36).
- صعوبة حضور المؤتمرات والندوات في مجال التخصص.
- صعوبة اللوائح والبيروقراطية التي تحول دون سرعة الاستجابة لمتطلبات البحث العلمي.
- ضعف ميزانيات التنمية المهنية، والخلل في قواعد منح الحوافز والجوائز التشجيعية.
- عدم وجود حوافز مالية أو مميزات للمعلمين الذين انخرطوا في برامج التنمية المهنية.
- عدم توفر التقنيات التربوية الحديثة المعينة على تحقيق برامج التنمية المهنية (نصار، ٢٠٢١، ٥٤٦).
- عدم وجود خطة واضحة لتنفيذ البرامج التعليمية بصورة متكاملة مما أدى إلى انخفاض المستوى التدريبي للمعلمين أثناء الخدمة.
- اقتصار دور مراكز التدريب على تنفيذ البرامج التدريبية التي تضعها الإدارة المركزية دون مشاركة المراكز في التخطيط والإعداد لها.
- الافتقار إلى التكامل بين مراكز التدريب الرئيسة والمحلية.
- ضعف قناعة المعلمين ببرامج التدريب وجدواها.
- غلبة الطابع النظري على الجانب التطبيقي والعملي في برامج التدريب.
- إغفال متابعة المتدربين بعد تدريبهم.
- الانفصال بين برامج التدريب وبرامج الإعداد.
- غلبة استخدام الأساليب التقليدية في التدريس والتدريب واقتصارها على المحاضرات دون أي تطوير أو تجديد لهذه الأساليب.

– غالبا ما تكون برامج التدريب قصيرة تمتد لمدة أسبوع أو أكثر قليلا (٢٠٠٩، ٢٠).

وحدد جوهر وحواتر وإسماعيل (٢٠١٨، ٣١٤) معوقات التنمية المهنية في العديد من الأبعاد؛ منها: معوقات خاصة بالجهات المنظمة للتنمية المهنية، مثل: ضعف العلاقة بين مؤسسات الإعداد والتدريب وكليات التربية وقلة توافر قاعدة بيانات دقيقة توضح البرامج التدريبية وتنوعها، ومعوقات خاصة بالمدربين، مثل: قلة توافر كوادر مدربة متفرغة بدرجة كافية تضطلع بتنفيذ البرامج التدريبية، ومعوقات خاصة بالبرامج التدريبية، مثل: قصور بعض برامج التدريب بسبب سوء تخطيطها وقلة مراعاتها للاحتياجات التدريبية وضعف مستوى بعض برامج التدريب، ومعوقات خاصة بالتمويل، مثل: ضعف الحوافز المادية والمعنوية والبطء والتراخي في تلبية احتياجات المدارس سواء المادية والبشرية، ومعوقات قانونية، مثل: ارتباط الترقيات بالتطوير المهني، ومعوقات خاصة بالقيادة الإدارية، مثل: نقص الكفاءات اللازمة للتطوير، وغلبة الطابع الروتيني عند إنجاز المعاملات الإدارية لعملية التنمية المهنية.

ثانيا: الإطار الفكري والفلسفي لتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في الأدبيات التربوية المعاصرة: ويتم تناوله كما يلي:

١– نبذة عن تعليم STEM :

عرف تعليم STEM في بدايته بمدخل SET (العلوم والهندسة والتكنولوجيا) Science, Engineering, Technology ، ثم أضيفت إليه الرياضيات بعد ذلك ليصبح STEM، وبدأ المصطلح بالاختصار إلى SMET في عام ١٩٩٠م، ثم تم تغييره إلى STEM في عام ٢٠٠١م عن طريق Judith A. Ramaley المدير السابق لقسم التعليم والموارد البشرية THE NSF'S Education and Human Resources Division ومنذ ذلك الوقت اكتسب المصطلح زخما كبيرا في الدراسات العلمية والتعليمية على المستويات المحلية والعالمية (Breiner,et al., 2017, 4). وعرف بأنه: مدخل تعليمي متكامل ومتعدد التخصصات، تندمج فيه فروع العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، ويعتمد على طرق للتدريس تقوم على المشروعات والخبرات التعليمية القائمة على حل المشكلات، وتعود الأفكار الأساسية لهذا المدخل إلى مصادر متنوعة منها رؤية جون ديوي في عام ١٩٩٢٠م حول

توسيع الفكر وتطوير مهارات حل المشكلات، والتفكير النقدي بدلا من مجرد الحفظ، كما يستند إلى نتائج النظرية.

وقد تعاظم الاهتمام بتعليم STEM من قبل جهات عديدة في الولايات المتحدة الأمريكية بعد أن أطلق الاتحاد السوفيتي السابق قمره الصناعي الأول Sputnik في خريف عام ١٩٥٧م، حيث شعر المجتمع الأمريكي بالخزي من تدني جودة مناهج الرياضيات والعلوم في المدارس الأمريكية العامة، ومن ثم توالت التحذيرات، وصدرت كثير من التقارير في الولايات المتحدة بشأن تدني جودة الرياضيات والعلوم وتدريسهما في المرحلة الثانوية، منها تقرير " أمة في خطر " عام ١٩٨٤م، وتقرير " قبل فوات الأوان " في عام ٢٠٠٠م، وتقرير " مركز التنافسية الأمريكية" في عام ٢٠٠٧م البنائية (الهلالي، ٢٠٢١، ٢).

وكان أول ظهور للمفهوم عندما نفذت المؤسسة الوطنية الأمريكية للعلوم عام ١٩٩٨م مشروعا تعاونيا لمعلمي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، والذي بلغت تكلفته خمسة ملايين دولار، واستمر لمدة خمس سنوات، وأشرف عليه وأداره معهد تعليم STEM بجامعة ماساتشوستس (UMass) بالتعاون مع خمس كليات ضمن عدة مناطق إقليمية (حسن، ٢٠٢٠، ٨).

وفي هذا السياق ظهرت أيضا حركة " المشروع الأمريكي ٢٠٦١م" عام ١٩٨٣م تحت شعارات "العلوم لجميع الأمريكيين" و "العلم للجميع" و" الثقافة العلمية للجميع"، وقد تم صياغة المشروع على شكل مجموعة من التوصيات التي تحدد ما يجب أن يعرفه الطلاب في مجالات العلوم والرياضيات والتكنولوجيا ابتداء من مرحلة رياض الأطفال وحتى نهاية المرحلة الثانوية.

ومع مرور الوقت، تزايد الاهتمام بتعليم STEM، خاصة عقب ظهور نتائج الاختبارات الدولية الموحدة للطلبة TIMSS ، حيث تخلفت الولايات المتحدة عن منافسيها الدوليين، وأظهر تقرير رابطة الحكام الوطنية في الولايات المتحدة أن من أهم أسباب الإخفاق هو عدم صرامة تطبيق معايير العلوم والرياضيات في مراحل التعليم العام، وعدم الاهتمام بنهج STEM، والقصور في تشجيع الطلبة على تعلم الرياضيات والعلوم، وعدم التكامل بين الموضوعات التي يتعلمونها والعالم الحقيقي (الهلالي، ٢٠٢١، ٣).

وتعددت التعريفات التي تطرقت لمدخل STEM، فقد عرف بأنه: تعليم متعدد التخصصات تقترن فيه المفاهيم الأكاديمية الصارمة بالتطبيقات في العالم، ويشمل الأحرف الأولى من تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات التي تدرس بالمدارس الثانوية لتعليم STEM بشكل متكامل مرتكزة على وحدة المعرفة وتطبيقها في العالم الحقيقي، من خلال التكامل بين المناهج وطرق التدريس والتخصصات كعلم واحد، واتصالات قوية بين المدرسة والمجتمع لمختلف مؤسساته ذات الصلة، وذلك لتحقيق القدرة التنافسية في الاقتصاد الجديد المرتكز على المعرفة (محمود، ٢٠١٧، ٢٠٢)، واتفق الأحمدي (٢٠١٩، ١٥٨) وكوسة وبايونس (٢٠١٩، ٤٤) على أنه: مدخل يجمع أربع مجالات دراسية هي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، ويتطلب التكامل المعرفي والعملي فيما بينهم بالتعلم القائم على المشروعات وحل المشكلات، لحل المشكلات الحياتية والواقعية التي تساعده على رفع المهارات الرياضية وتكسبه مهارات إبداعية تؤهله لسوق العمل. كما عرف بأنه: مجموعة الإجراءات التي يتم من خلالها توفير وتهيئة بيئة التعلم المناسبة والتي تضمن وتساند تكامل موضوعات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في تعليمها وتعلمها بحيث يندمجا لمتعلمين في ورش عمل ومشاريع تعليمية تمكنهم من تنمية خبراتهم العلمية والعملية، وبما يتيح لهم فرص فهم هذا التكامل وإدراكه بصورة مترابطة ومتعددة وميسرة وسهلة وممتعة، تساعدهم على تلبية متطلبات وظائف المستقبل (الشياب، ٢٠٢٠، ١٢١٢)، ويرى آخر بأنه: مدرسة متطورة تعاونية تمتاز بالمرونة، وتدريس العلوم والرياضيات من خلال الأنشطة الحياتية، وتركز على التطبيقات العملية، وتقوم هذه المدرسة على أداء فرق العمل وعلى التخطيط الاستراتيجي الجيد والقيادة الواعية، كما تقوم على التعاون بين المعلمين وبين المدرسة والمنظمات العلمية، ولها علاقة وثيقة بالمجتمع، والقدرة على المنافسة في ظل اقتصاد المعرفة (يوسف، ٢٠٢١، ٣٤٩).

فيما تناوله بعض الباحثين على أنه نظام تعليمي؛ حيث يرى عقل وصالح وصيام (٢٠٢٠، ٢٦) أنه: بناء معرفي يتكون من الخبرات المفاهيمية المتكاملة التي تجمع فروع العلوم، التكنولوجيا، الهندسة، الرياضيات، وتسمح بالتعلم باستخدام مجموعة من الطرق العلمية المتمركزة حول الطالب، والمعتمدة في بنائها على مدخل حل المشكلات والتفكير الناقد، ويوظف التقويم الواقعي.

وعرف بأنه: مدخل للتعليم يعمل على التكامل ما بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، من خلال استراتيجيات وطرق تعليمية ترتكز على حل المشكلات، والتعلم المستند إلى المشاريع، والتعلم بالاكتشاف، وتوظيف التقنيات التعليمية، والبرامج الإلكترونية، ويتطلب هذا المدخل مشاركة الطلاب بفاعلية في الأنشطة والمواقف التعليمية لإيجاد حلول لمشكلات محددة؛ يكتسبون من خلالها مفاعيم ومهارات يربطونها بالمجالات الأخرى، وبالحياة العامة (العمري، ٢٠١٩، ٧٠)، كما عرف بأنه: منحى تعليمي يقوم على تحقيق التكامل بين عدة تخصصات من خلال الدمج بينها في بناء تعليمي واحد، بهدف تطوير مهارات حل المشكلات العلمية والحياتية من خلال إنتاج مشروعات تعليمية إبداعية، وتأهيل الطلبة لسوق العمل (عقل وأبو سكران، ٢٠٢٠، ٣٥).

وتتضمن فكرة تعليم STEM دراسة المجالات المعرفية في منهج واحد من خلال بناء معرفي شامل ومترابط ومتكامل وتطبيقي من تلك المجالات الأربع التالية (عبد القادر، ٢٠١٧، ١٧٠):

- العلوم: وتتضمن المعارف والمهارات، وطرق التفكير العلمي، والإبداعي، واتخاذ القرار.
- التكنولوجيا: وتتضمن التطبيقات العلمية، والهندسية، وعلوم الكمبيوتر.
- التصميم الهندسي: ويتضمن عنصرين يحققان التعلم المتمركز حول التصميم الهندسي وهما: تقديم قاعدة أساسية من الثقافة التكنولوجية في مرحلة المدرسة الثانوية، وإعداد الطلاب لدراسة التصميم الهندسي فيما بعد مرحلة المدرسة الثانوية.
- الرياضيات: وتتضمن تدريس قاعدة عريضة من أساسيات الرياضيات، وحل المشكلات الرياضية.

ويتضح مما سبق أن مدخل يعد تطورا في مجال تعليم الرياضيات والعلوم والتكنولوجيا؛ لأن يعمل على التكامل بين هذه المجالات، ودمج المحتوى العلمي ومهارات التفكير في تلك التخصصات، وهو ما يركز على الخبرات المفاهيمية المتكاملة، وحل المشكلات، والتجريب العملي، والتقويم الواقعي المستند على الأداء، والذي يسهم في تحقيق الترابط بين الدراسة والعمل واحتياجات المجتمع؛ وعليه فالتنمية المهنية في ضوء مدخل التكامل تحقق فلسفة التنمية المهنية في الربط بين جوانب العملية التعليمية في الاهتمام بالمعلم والطالب والمنهج والإدارة والبيئة التعليمية ومحتوياتها.

٢- أهداف تعليم STEM:

يهدف تعليم STEM إلى تحسين استيعاب الطلاب واكتسابهم للمهارات العملية والتفكير العلمي وزيادة تحصيلهم، وذلك من خلال عدد من الإجراءات التي تتضمن تطوير مواد تعليمية رقمية لدعم التعليم والتعلم، وتطوير قدرات المعلمين وتمكينهم من التدريس الفعال، وتأسيس مختبرات العلوم الافتراضية والتقليدية، وتوسيع فرص تطبيق المعارف والمهارات العلمية والرياضية، وبناء الاتجاهات الإيجابية من خلال المعارض والمسابقات العلمية (السلامات، ٢٠١٩، ٧٤٦).

كما يهدف تعليم STEM إلى تمكين الطلاب من تطبيق المجالات العلمية في السياقات التي تجعل الاتصال بين المدرسة والمجتمع والعمل اتصالا فعالا، مما يتيح اكتساب الثقافة العلمية والقدرة على التنافس في الاقتصاد العالمي (Gerlach, 2012, 1)، زيادة تطوير الطلاب ليصبحوا متعلمين مدى الحياة في مجال العلوم والتكنولوجيا، تمكين الطلاب من مواجهة تحديات القرن الحادي والعشرين، رعاية مواهب متعددة مع مجموعات ومستويات مختلفة من المعرفة والمهارة، وتعزيز القدرة التنافسية الدولية (مخلوف، ٢٠١٨، ٥٨).

وحدد المجلس الاستشاري القومي للعلوم والتكنولوجيا National Science and Technology Council (NSTC, 2012,1) أهداف تعليم STEM في: زيادة جودة التعليم وربطه بالاقتصاد القومي، إكساب المتعلمين المعارف التكاملية في العلوم المعاصرة، تنمية أنماط التفكير لدى الطلاب، تنمية المهارات الابتكارية في مواجهة المشكلات لدى الطلاب، إعداد الطلاب لمواجهة التطورات العلمية والاقتصادية، إعداد الطلاب لسوق العمل ومتكلبات المجتمع، وربط الدراسة بالحياة العملية لتكون أكثر متعة.

واتفق غانم (٢٠١٣، ٣٠) مع الدبيان (٢٠٢١، ٢٥) على أن تعليم STEM يحقق الأهداف التالية:

أ-إكساب الطلاب المعرفة؛ ويتضمن ذلك المفاهيم العلمية، والعمليات الرياضية، والمعرفة التكنولوجية والتصميم الهندسي.

ب- إكساب الطلبة المهارات؛ مثل المهارات العلمية الأساسية، ومهارات الرياضيات الأساسية، وحل المشكلات، ومهارات استخدام التكنولوجيا، والبرمجة الحاسوبية، ومهارات التفكير العليا.

ج- إكساب الطلاب الاتجاهات الإيجابية والميول والقيم؛ من خلال زيادة وعي الطالب بالمشكلات المحلية والعالمية وتوظيف العلم لحلها.

د- توظيف التصاميم الهندسية والتطبيقات الرياضية في التفسيرات المنطقية والتبرير.

هـ- التعاون مع الخبراء في مجالات التكنولوجيا والرياضيات والهندسة.

وأكد حسن وحسين (٢٠٢١، ١١٨) أن أهداف STEM تتمثل فيما يلي:

-زيادة فهم الطلاب لمجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

- زيادة قدرة الطلاب على تطبيق مدخل STEM في حل المشكلات المعقدة التي تقابلهم في مواقف الحياة الواقعية.

- تمكين الطلاب من مهارات التفكير الناقد، وتحسين مهارات التفكير العليا، وتنمية قدراتهم على الابداع واتخاذ القرارات المناسبة.

- جعل التعليم مشوقا وممتعا وفعالا.

أي أن تعليم STEM يسعى إلى تغليب الخبرات العملية في المحتوى العلمي على الخبرات النظرية، وتحفيز الطلاب على البحث والاطلاع من مصادر متعددة؛ لتحقيق التكامل المعرفي، والتركيز على القضايا والمشكلات الحقيقية، واتخاذ القرارات بناء على معلومات واقعية، والدمج بين الأنشطة العلمية أو الرياضية في التصميمات الهندسية، كما يعمل على زيادة ثقة الطلاب بأنفسهم، وبواقعهم، وتحسين استيعابهم، وتوسيع فرص تطبيقهم للمعارف والمهارات العلمية والرياضية والتكنولوجية.

كما حدد البعض أهداف تعليم STEM فيما يلي:

-امتلاك الطالب للخبرة ومهارات البحث التطبيقي في مجالات ذات أهمية وطنية، وإعداد مواطن صالح من خلال تطوير المعارف والمهارات والمواقف اللازمة لتطوير الحلول للقضايا الاجتماعية والاقتصادية المرتبطة بتحقيق الصالح العام للمجتمع.

- تطوير الطلاب ليكونوا مبتكرين في حل المشكلات ومستعدين لمواجهة تحديات الاقتصاد العالمي، وبناء مجتمع تعلم قابل للتحدي يختبر الطلاب فيه العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من خلال مجموعة متنوعة من التخصصات، والانخراط في الابتكار والتفكير، وحل المشكلة أثناء النظر في القضايا البيئية والاجتماعية للأجيال الحالية والمستقبلية،

والتكيف مع عالم دائم التغيير، وإعداد الطلاب للعالم، والتعاون حول قضايا العالم الحقيقي في عصر العولمة (محمود، ٢٠١٧، ٢١٨).

- تطوير مهارات التفكير الناقد لدى الطلاب، وتنمية قدرتهم على حل المشكلات المعقدة من خلال دمج الموضوعات المختلفة وتطبيقها في الحياة الواقعية (Herro & Quigley, 2017, 417).
- يمكن للطالب الخريج البحث عن فرص العمل؛ نظرا لتدريبه على مهارات حل المشكلات والتفكير الناقد، وزيادة التواصل والتشارك بين الطالب والمجتمع (عقل وصالح وصيام، ٢٠٢٠، ٢٧).
- خلق جيل جديد ذو عقليات مبتكرة من خلال تنمية الطلاب ليصبحوا مفكرين ومبتكرين وناقدين وقادرين على حل المشكلات بطرق مبتكرة وخلاقة وتنمية الاعتماد على النفس وتوجيههم وربطهم ببيئة التعلم الجماعي والتعاوني.
- إكساب الطلاب مهارات القرن الحادي والعشرين من خلال دعم أعمق للتعلم ونقل المعرفة عبر مناهج متكاملة تساعدهم في مواجهة المشكلات العصرية، ومحو أمية STEM والالتحاق بالجامعات ذات الصلة، وتوفير القوى العاملة في مجالات STEM.
- تنمية الطلاب ليكونوا ركيزة للبحث والتطوير، وتطوير مهاراتهم، وتطبيق مفاهيم STEM في الواقع.
- تطوير الثقافة العامة والمهنية للطلاب ومهارات العمل الجماعي، وزيادة الثقة بالنفس، وتطوير مهارات استخدام المعلومات في إنتاج المعرفة، وتعزيز الرؤية العلمية للطلاب وفقا للمعايير الدولية ليكونوا صالحين مدى الحياة.
- تطوير مهارات الطلاب للنجاح في الاقتصاد التكنولوجي في القرن الحادي والعشرين، وزيادة تصورات الطلاب في قيمة STEM لحياتهم، وتوفير المعلمين وتزويدهم للمحتوى العلمي لـSTEM .
- إعداد الطلاب للعالم والتعاون حول قضايا العالم الحقيقي في عصر المعرفة، والتكيف في عالم سريع ودائم التغيير (رداد، ٢٠١٩، ٢٤١).

وحدد عبد الرءوف (٢٠١٧، ١٥٧) أهداف تعليم STEM فيما يلي:

-يهدف تعليم STEM إلى التمركز حول الخبرة المفاهيمية المتكاملة، من خلال تنظيم وتنسيق الخبرات التعليمية والتطبيق الهادف للأنشطة العملية التي تتطلب توظيف العديد من المفاهيم والمهارات المختلفة للتخصصات العلمية.

- يربط تعليم STEM المحتوى العلمي المتكامل القائم على تعدد التخصصات بحياة وواقع المتعلمين من خلال تقديم مشكلات ومواقف يعيشها المتعلم في مجتمعه الطبيعي.
- توظيف المدخل التكاملي STEM يسهم في تنمية القدرات العقلية للمتعلمين، وبعض أوجه التفكير المتعلقة بالتكنولوجيا والعلوم والرياضيات.
- يعطي تعليم STEM فرصا للمتعلمين للتعامل مع العديد من التطبيقات التكنولوجية والهندسية الموجودة حول المتعلم في بيئته الطبيعية، مما يزيد من دوافعه الذاتية للاستقصاء العلمي داخل وخارج فصول الدراسة.
- يمكن المتعلم من القدرة على الافتراض والتحقق العلمي من خلال استخدام الأدوات الهندسية والتكنولوجية الحديثة.

أما الأحمدي (٢٠١٩، ١٥٨) فقد أشار إلى مجموعة من الأهداف لتعليم STEM تتمثل في:

-رفع عدد المتعلمين الساعين إلى الحصول على درجات علمية مرتفعة ووظائف في مجال STEM.

- رفع عدد القوى العاملة ذوي الكفاءة اللازمة وفق منهج STEM.
- رفع المستوى المعرفي لكل المتعلمين في مجالات STEM بمن فيهم أولئك الذين يرفضون الحصول على وظائف تتعلق بمجالات STEM أو دراسة إضافية فيها.
- العلم والمعرفة العلمية واستخدامها في فهم وتفسير العالم الطبيعي من خلال مجالات الفيزياء والكيمياء والأحياء وعلوم الأرض والفضاء، والقدرة على المشاركة في القرارات التي تؤثر على هذه المجالات.

ويتطلب تحقيق الأهداف السابقة تطوير أداء المعلمين وتأهيلهم مهنيا؛ من خلال تزويدهم بالمعارف والمهارات المرتبطة بمجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، والتي تمكنهم من النجاح والتميز في تطبيق منظومة STEM، معلمون قادرون على التغيير، وإيجاد فرص للنمو والتطوير.

وتؤكد الأهداف السابقة على أن تعليم STEM يسعى إلى تنمية قدرات المعلمين لتمكين الطلاب من لتنفيذ الأنشطة التعليمية، وتعزيز قدرات المعلمين في الاهتمام بأفكار وقدرات الطلاب، وإكساب الطلاب لمهارات التفكير العلمي والإبداعي، وتعزيز قدرات المعلمين لتنفيذ مواقف ومشكلات واقعية تتحدى تفكير الطلبة، وتوجد بيئة تعليمية تتصل بالعالم الواقعي، وتزيد من خبرات الطلبة وقدرتهم على توظيف التكنولوجيا، واكتساب مهارات الاستكشاف والتجريب والتعلم الذاتي .

٣- أهمية ومبررات تعليم STEM:

تظهر أهمية تعليم STEM كمطلب تعليمي مناسب لمتطلبات القرن الحادي والعشرين للوصول بالعنصر البشري في أقصى درجات الاستعداد، ولضمان رؤية حصة كبيرة من العاملين في تخصصات STEM في المستقبل، ولأن هذه التخصصات هي التي تؤثر في اقتصاد المعرفة، بالإضافة إلى كون عدد العاملين في تلك التخصصات يعد مؤشرا لقوة الدولة معرفيا واقتصاديا، فأهمية تعليم STEM تكمن في قدرته على تطوير إمكانات الفرد المعرفية والعملية والعقلية والشخصية، لتصنع بذلك جيل جديد بمواجهة المستقبل وقادر على الإنتاج والتطوير (الأحمدي، ٢٠١٩، ١٥٩)،

كما تتمثل أهمية تعليم STEM فيما يلي:

- تخريج المزيد من الطلاب في العلوم والتكنولوجيا والهندسة؛ للمحافظة على التنافسية بين دول العالم (Breiner et al., 2017, 3).
- تنمية ميول الطلاب تجاه تخصصات العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا مبكرا، حيث يعتبر وسيلة مهمة لتشجيع الطلاب على مواصلة دراستهم في مجالات العلوم والرياضيات، واكتسابهم المهارات اللازمة لبدء الحياة المهنية (Esther, 2017,1).
- يوفر تعليم STEM فرص تعلم ذات جودة عالية من خلال أنشطة قائمة على مشاركة الطلاب بحيث تتناسب مع ميولهم واهتماماتهم، التدريس من خلال المشاريع القائمة على التعلم الاستقصائي، تحقيق فرص العدالة وتكافؤ الفرص من خلال مراعاة الفروق الفردية بين الطلاب، التطوير المهني وزيادة المشاركة والدافعية للمعلمين، وزيادة مشاركة الطلاب في تطبيق المعرفة وعمليات التعلم (مخلوف، ٢٠١٨، ٤٧).

- يزيد من إبداع الطلاب بما يمكنهم من استخدام مفاهيم ومبادئ العلوم والتكنولوجيا بصورة إبداعية، يزيد من قدرة الطلاب على تحديد احتياجات العالم الواقعي وتصميم واختبار وإعادة التصميم بصورة إبداعية ومن ثم ينفذون الحلول التي توصلوا إليها، يزيد من قدرتهم على تطبيق عمليات التفكير المنطقي العقلاني للعلوم والرياضيات والتصميمات الهندسية من أجل الاختراع والإبداع، كما يزيد من المعرفة التكنولوجية للطلاب بما يمكنهم من فهم وشرح طبيعة التكنولوجيا وتطوير المهارات الضرورية، وتطبيق التكنولوجيا بصورة سليمة (الغصون والشناق والجوارنة، ٢٠٢٠، ٧٧٨).
- يقدم للطلاب منظور متعدد التخصصات، ويطور مهارات حل المشكلات والتفكير الناقد والعملية الإبداعية، ويدعم تنشئة الطلاب المبتكرين والمخترعين، ويدفع الطلاب للالتحاق بالمهن المرتبطة بمجالات STEM (الأحول، ٢٠٢١، ٢٢٧).
- يوفر للطلاب الفرص المناسبة لتجربة التعلم في العالم الحقيقي، فتعليم STEM أكثر من مجرد تكامل بين المجالات الأربعة، ولكنه يشمل التعلم الواقعي، والتعلم القائم على حل المشكلات، والذي يربط بين التخصصات من خلال مداخل تعليم وتعلم مترابطة وفعالة، وكما أن هذه التخصصات لا توجد في العالم الحقيقي في عزلة، فإن تدريسها لا ينبغي أن يكون كمواد منفصلة (حسن، ٢٠٢١، ١١٠).
- مواكبة تطورات القرن الحادي والعشرين من خلال ثورة التقنيات والمعلومات، ونجاحه في تحقيق الاستثمار الجيد للطلبة الموهوبين والمتفوقين (الهلالي، ٢٠٢٠، ١١٧).

كما تتمثل مبررات الأخذ بهذا المنحى فيما يلي (أبو ثنتين، ٢٠٢١، ٢٩٤):

أ–دعم الجهود في إقامة مجتمع المعرفة والاقتصاد القائم على المعرفة.

ب– تحقيق التنمية المستدامة من خلال التركيز على دور العلوم والتكنولوجيا في تقديم الحلول المبتكرة والاستثمار في العقول في مراحل مبكرة للتعليم.

ج– التطوير المستمر للبرامج التعليمية المعنية بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في منظومة التعليم العام.

د– تحسين أداء المتعلمين في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

هـ– تنمية ميول المتعلمين المهنية نحو مجالات STEM.

و- إيجاد بيئة تعليمية باعثة على الابتكار، باعتبار أن أنواع الابتكارات لا تخرج عن مجالات STEM وتتطلب التكامل بين تلك المجالات.

وحدد الشبل (٢٠٢٠، ٢٦٨) أهمية تعليم STEM في:

-المجتمع: يساعد تعليم STEM على إيجاد حلول للكثير من التحديات التي تواجه المجتمع؛ من خلال الارتقاء بالمهارات في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لتمكين الأيدي العاملة الماهرة والمتمكنة تقنيا، وتحقيق التربية من أجل التنمية المستدامة في المجتمع.

- المدرسة: يربط بين المدرسة والمجتمع من خلال الأنشطة التدريبية؛ حيث يجعل المدرسة منفتحة على المجتمع لمواجهة المشكلات والتحديات وإنتاج المشروعات.

- المناهج: تحسين المناهج التعليمية من خلال تنوع استراتيجيات التدريس ووسائل التعليم والتعلم والتقويم، والتكامل بين المواد الدراسية بحيث تدرس كمادة واحدة تمكن من الوصول إلى المعرفة العلمية الشاملة بطريقة عملية بعيدا عن الأطر النظرية.

- المعلم: يمنح المعلم فرصا للنمو المهني وتطوير أدائه التدريسي وتدعيمه.

- الطالب: يجعل التعلم أكثر ارتباطا بحياة الطلاب اليومية، حيث يطبق الطالب ما يتعلمه في المدرسة فيما يواجهه في الواقع من مشكلات وتحديات تستلزم الحل أو إنتاج مشروع، وينمي مهارات الابتكار والتقنية والنمو المهني والاتصال.

ويؤكد ما سبق أن تعليم STEM يخدم جميع جوانب العملية التعليمية، وبالتالي ينعكس إيجابيا على المجتمع والاقتصاد؛ من خلال زيادة قدرة الطلاب على الإبداع والابتكار، وزيادة دافعية الطلاب، وتخريج طلاب يتمتعون بمهارات القرن الحادي والعشرين، وهو ما يسهم في التغير الاجتماعي والاقتصادي وزيادة قدرة المجتمع على المنافسة. كما أن التكامل بين العلوم والكنولجيا والهندسة والرياضيات يلبي احتياجات القوى العاملة في التخصصات المختلفة، ويسهم في تنمية تفكير الطلاب، ويمكنهم من بناء المعارف وتوظيفها عمليا، ويربط المفاهيم العلمية بالمهارات الحياتية، ويدعم ركائز الاقتصاد القائم على المعرفة، وهو ما يسهم في إيجاد مجتمع أفضل قادر على المنافسة العالمية.

٤- مبادئ تعليم STEM

هناك مجموعة من المبادئ التي أنشئت من أجلها مدارس STEM تتمثل فيما يلي:

- **تعليم STEM أولوية قومية ويتم إصلاح السياسات الخاصة به لدفع الابتكار ويحدد كأولوية للتمويل.**
- **إنشاء نظام بيئي نشط يسود فيه الإبداع والابتكار والقيادة الفعالة.**
- **ارتباط تعليم STEM ارتباطا وثيقا بالازدهار الاقتصادي.**
- **تنوع القوى العاملة.**
- **تعليم STEM له تأثير إيجابي على الاقتصاد والأمن القومي.**
- **تفعيل التعلم النشط من خلال تقديم سلسلة من الخبرات التعليمية المتميزة.**
- **خدمة المجتمع في حل المشكلات الحياتية.**
- **العمل على توفير الوسائل والأساليب التكنولوجية الرقمية الحديثة اللازمة للمنافسة العالمية.**
- **الارتقاء بشخصية الطالب المتفوق والمبدع (Maryland State Department of Education, 2012,1).**

ثالثا: برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة الأمريكية في ضوء السياق الثقافي المؤثر:

ويتم تناولها كما يلي:

١) نبذة عن التنمية المهنية لمعلمي STEM في الولايات المتحدة الأمريكية:

يحتل المعلم مكانة عظيمة في الولايات المتحدة الأمريكية، ونظرا لسعي الولايات المتحدة إلى التميز والريادة العالمية في سوق العمل؛ فقد أولت اهتماما كبيرا بالمعلم من حيث إعداده، وتأهيله، وتدريبه؛ ليكون هذا المعلم قادرا على تخريج أجيال قادرة على مواكبة سوق العمل والمنافسة الحرة (ميخائيل، ٢٠٢١، ٥٥٨).

وتعد تجربة الولايات المتحدة الأمريكية في تعليم STEM من التجارب الرائدة، حيث أوضح المحللون أن هناك حوالي ما بين ١٠٥ إلى ٢٥٢ برنامج تعليمي خاص بـ STEM ، وأنشطة تعليمية خاصة به في ١٣ إلى ١٥ وكالة تعليمية، ويخدم هذا النظام جميع

المنظمات التعليمية في مرحلة ما بعد الثانوية أيضا، كما أنه يسهم في تمويل الطالب لدراسته، وفي إطار التخطيط الاستراتيجي لتطبيق مبادرة STEM أصدر مجلس الرئيس الأمريكي للعلوم والتقنية President's Council for Science and Technology جملة من التوصيات الأساسية كان من أهمها تمكين ١٠٠ ألف معلم من التدريس في مجال STEM ، وذلك من خلال التركيز على المحتوى المعرفي والمهارات التربوية اللازمة (United States Department of Education, 2016,1)، ويصف التقرير إطار المبادرة ومحورها، حيث تركز المبادرة على ثلاثة محاور رئيسة تعد إطارا شاملا لتعليم STEM وهي: تمكين معلمي العلوم والرياضيات من مجالات STEM، وتحسين الممارسات التدريسية لمعلمي المستقبل في مجالات STEM، وتوسيع نطاق فرص التعليم والحياة الوظيفية في مجال STEM لفئات الأقليات والنساء، وقد رصدت الولايات ميزانيات سنوية ضخمة تتراوح ما بين ٢,٨ إلى ٣,٤ بليون دولار لتحقيق محاورها وغاياتها الكبرى في تعليم STEM، وذلك لدعم مشاريع المبادرة وبرامجها، ومن أهمها برامج التنمية المهنية للمعلمين في مجال تعليم STEM (علي، ٢٠١٦، ٥٤).

وتوجد عدة مستويات لعمليات التنمية المهنية للمعلمين في الولايات المتحدة الأمريكية، لخصها ميخائيل (٢٠٢١، ٥٤٣) الذي ورد في (عامر، ٢٠١١، ١٩٤) فيما يلي:

- مستوى إعداد المعلمين (الطلاب)؛ وتعتمد على مبدأ الكفايات التي ينبغي توافرها فيمن يعمل بمهنة التعليم، وتتمثل في ثلاثة جوانب رئيسة هي الثقافة العامة، والمهنية (مهارات التدريس)، والأكاديمية (المادة الدراسية).
- مستوى تنمية المعلمين الجدد (المؤقتين)؛ بعد تخرج المعلمين الجدد، وحصولهم على فرص للعمل في مجال التعليم، وإكسابهم الخبرات الميدانية تحت إشراف المعلمين الأكثر خبرة، لا يستطيعون الاستمرار في التدريس دون الحصول على دورات تدريبية وتحقيق إنجاز أكاديمي معين في مقررات معينة.
- مستوى تنمية المعلمين القدامى (المحترفين)؛ لا يمنح الترخيص إلا لمن حصل من المعلمين على درجة الماجستير في التدريس، إلى جانب دراسة المواد التي كانت الاختيار العملي الرئيسي، أو الفرعي للدارس خلال مراحل دراسته الجامعية، إلى جانب دراسة مواد

تربوية، وإنسانية، وأسلوب العمل في قاعات الدرس مع الطلاب ضعيفي المستوى، ثم قضاء عام كامل في التدريس تحت الإشراف الكامل.

– مستوى تنمية المعلمين الخبراء (المهنيين)؛ حيث يحصل المعلمون على الترخيص بمزاولة وممارسة المهنة بعد ما تأكدت قدراتهم العلمية وإنجازاتهم في الأداء بشكل مستمر ومتواصل.

وتنظر الولايات المتحدة إلى العلوم والهندسة والرياضيات على أنها حيوية للنجاح في المستقبل، وتحسين الرفاهية، ومما زاد من اهتمام الولايات المتحدة بتعليم STEM ما أكده الرئيس الأمريكي في كلمته خلال معرض البيت الأبيض للعلوم White House Science Fair, 2013 بقوله " إن زيادة فرص الشباب الأمريكي لاكتساب مهارات قوية في العلوم والتكنولوجيا والرياضيات يعد أمرا ضروريا إذا كانت الولايات المتحدة ترغب في مواصلة سجلها الرائع من النجاح في العلم والابتكار" (Federal Scienc, Technology, Engineering, and Mathematics Education, 2013, 1).

ولقد قال الرئيس الأمريكي أوباما في أحد كلماته أن " جودة الرياضيات والعلوم لدينا تجعل التعليم مختلف عن التعليم في الدول الأخرى" (Adam et al., 2020, 5196) كما أكد على ضرورة التركيز على العلوم والرياضيات لتيسير عملية التغير، وتوظيف التكنولوجيا، وزيادة القدرة على تحقيق الأهداف العلمية والاقتصادية، واكتشاف الموهوبين وتوظيفهم، وزيادة قدرتهم على المنافسة؛ حيث هناك نقصا في القوى العاملة المتاحة ذات الكفاءات البديلة في العلوم والرياضيات،

وهناك العديد من الأسباب التي دفعت الولايات المتحدة إلى تبني تعليم STEM؛ فخلال الحرب العالمية الثانية استخدمت إيطاليا المطاط الصناعي في إنتاج بعض الأسلحة المتطورة مثل المركبات النقل البرية والمائية، كما أطلق الاتحاد السوفيتي السابق عام ١٩٥٧م أول قمر صناعي (سبوتنيك) والذي اعتبر معلما تقنيا بدأ في سباق الفضاء بين الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي، وعليه فقد أصدر الكونجرس الأمريكي في عام ١٩٥٨م ما يعرف "بقانون الفضاء" أو (ناسا) وكانت مهمتها توسيع وتحسين الوجود الفضائي من خلال توظيف العلوم والهندسة بطريقة فعالة، ثم استمرت الانتصارات التكنولوجية بما في ذلك وضع الرجل على القمر (David, 2014, 3).

وهناك اهتمام بتعليم STEM في جميع الولايات الأمريكية؛ ففي محاولة لزيادة اهتمام الطلاب بالمجالات المتعلقة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في جميع أنحاء البلاد، تم التوسع في إنشاء مدارس STEM، وتم إنشاء مجلس استشاري بكل ولاية خاص بهذه المدارس، كما يتم تنسيق الجهود بين تحالف ابتكار تعليم STEM وأنظمة التعليم والتدريب في الولايات لتأهيل المعلمين ورفع جودتهم في تلك المجالات (ACT, 2017,3)، كما أكد تقرير ACT أن عدد الوظائف في الولايات المتحدة ستنمو بنسبة ٨,٩ % فيما بين عامي ٢٠١٤ و ٢٠٢٤م في المجالات المرتبطة بـ STEM ، كما أكد التقرير الأهمية الحاسمة للمعلمين في التأثير على نتائج الطلاب في الحياة اللاحقة، ولذا أوصى التقرير بالعديد من الإجراءات الواجب اتباعها لرفع مستوى المعلمين وتحقيق كفاءتهم وجودتهم، ومنها (ACT, 2017,19):

- تحفيز المعلمين للمشاركة في أكبر عدد من البرامج التدريبية، وتوفير الوصول العادل إلى تلك الدورات عالية الجودة.
- تدريب المعلمين في مواقع العمل لربط المعارف النظرية بالممارسات التطبيقية.
- مشاركة مركز تطوير التعليم The Education Development Center في وضع سياسات تدريب المعلمين ورفع كفاءتهم المهنية.
- زيادة رواتب المعلمين بما يفوق ٣٩٠٠٠ دولار، لجذبهم إلى العمل بمدارس STEM، مع زيادة سنوية بمقدار ١٠% مع حلول عام ٢٠٢٢م (على الرغم من التقرير الذي أصدرته منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية OECD في عام ٢٠١١م، والتي أكدت فيه أن الولايات المتحدة احتلت المرتبة ٢٢ من ٢٧ دولة في متوسط دخل المعلمين).
- إنشاء برنامج الإعفاء من القرض لمعلمي STEM بدعم من حكومة الاتحاد البريدي؛ لحث المعلمين على الالتحاق بالمناطق التي يوجد بها نقص في أعداد المعلمين.

كما أكدت الخطة الاستراتيجية الفيدرالية التي أصدرتها لجنة تعليم العلوم والتكنولوجيا والرياضيات بالمجلس الوطني للعلوم والتكنولوجيا على Federal Scienc, Technology, Engineering, and Mathematics Education, 2013, 4) على ضرورة الإعداد والتدريب لمعلمي العلوم والهندسة والرياضيات، وإعادة التدريب لمطابقة مهارات المعلمين مع متطلبات التغير السريع، والعمل على تحسين تعليم العلوم والهندسة والرياضيات.

كما أشارت دراسة تونى وآخرون (Toni, et al., 2021, 4) إلى أن البيانات من وزارة التعليم الأمريكية أكدت الحاجة إلى زيادة التربويين في تخصصات العلوم والتكنولوجيا والرياضيات اعتبارا من العام ٢٠١٥/ ٢٠١٦ ، وأبلغت أكثر من ٤٠ ولاية عن نقص المعلمين في تخصصات STEM ، وأن هذا النقص له القدرة على التأثير بشكل كبير على قدرة الأمة على دفع القدرات التكنولوجية. وأشارت دراسة (Templeton, et al., 2020) إلى أن ولاية تكساس تعاني عجزا في معلمي STEM. كما أن هناك بعض المهن التي تعمل مزيجا من المعرفة والمهارات في العلوم والرياضيات، وأن التمكن من مهارات STEM يزيد من توقعات التوظيف للعقد القادم (Adam et al., 2020, 48).

وأشارت العديد من التقارير التعليمية إلى ضرورة الاهتمام بمعلمي العلوم والرياضيات والتكنولوجيا؛ مثل: اللجنة الوطنية للتميز في التعليم National Commission on Excellence in Education (NCEE)، ووزارة التعليم الأمريكية U.S. Department of Education ، والرابطة الأمريكية لتقدم العلوم The American Association for the Advancement of Science (AAAS) وتقرير " أمة في خطر A Nation at Risk " وتقرير " العلم لجميع المريكيين" Science for All Americans وتقارير اللجان الوطنية المهنية مثل؛ الرابطة الوطنية لمعلمي العلوم The National Science Teachers Association (NSTA)، والمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات The National Council of Teachers of Mathematics، على ضرورة الاهتمام بالعلوم والرياضيات (Breiner,et al., 2017, 4).

٢) مبررات الاهتمام بالتنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة الأمريكية:

تتمثل مبررات الاهتمام بمدارس STEM في الولايات المتحدة الأمريكية فيما يلي (Adam et al., 2020, 56):

– زرع البذور من خلال العلوم والهندسة؛ لاستدامة وتقوية الأمة، وزيادة تدفق الأفكار الجديدة التي تغذي الاقتصاد، وتعزز جودة الحياة.

- **جعل الولايات المتحدة الأفضل في التعليم العالي في العلوم والهندسة؛ وأن تكون الأكثر مكانة في البحث والدراسة في العلوم والرياضيات؛ حتى تستطيع الاحتفاظ بأفضل الطلاب والعلماء والمهندسين.**
- **الرغبة في زيادة عدد المواطنين الأمريكيين الحاصلين على شهادة في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.**

وفي ضوء المبررات السابقة، سعت الولايات المتحدة إلى وضع خارطة طريق لتحسين العلوم والهندسة والرياضيات من مرحلة ما قبل الروضة إلى الكلية تتمثل فيما يلي:

- **توفير التنسيق الأفقي لتعليم العلوم والرياضيات والتكنولوجيا من قبل جميع أصحاب المصلحة، ووضع المبادئ التوجيهية لمعلومات العلوم والهندسة والرياضيات التي تحدد المعرفة الأساسية اللازمة في كل مستوى.**
- **تعزيز المواءمة الرأسية لتعليم العلوم والتكنولوجيا والرياضيات عبر المستويات الصفية، من خلال تحسين الارتباط بين المدرسة الثانوية والتعليم العالي والقوى العاملة، بواسطة إنشاء أو تعزيز مجال تعليم العلوم والهندسة والرياضيات في كل ولاية، وبواسطة P-12 في جميع أنحاء النظام التعليمي.**
- **وضع استراتيجيات لرفع مستوى مدرسي العلوم والهندسة والرياضيات، وإنشاء مدارس لإعداد معلمي STEM في معظم الولايات.**
- **مواصلة دعم برامج إعداد المعلمين وتحقيق التنمية المهنية لهم في تخصصات العلوم والتكنولوجيا والرياضيات؛ للحصول على معلمين ذوي جودة عالية.**
- **تضمين مفاهيم جودة تعليم العلوم والهندسة والرياضيات في المدارس الابتدائية العامة، وتحفيز الوالدين وأفراد المجتمع لدعم تلك الأهداف.**
- **الاتصال والتعاون؛ تشجيع وتمويل ائتلافات بين أنظمة المدارس من رياض الأطفال وحتى التعليم الثانوي، مع الكليات والجامعات، وتنشيط البحث التربوي في مجالات STEM (Adam et al., 2020, 57).**

وهناك أربعة أنواع من المدارس التي تقدم تعليم STEM هي (Beatty, 2011, 13):

أ- مدارس المتميزين؛ وهي مدارس لا تقبل أي طالب إلا بعد اجتياز اختبارات القبول، وهي تركز على إعداد الطالب لمهن ذات علاقة بمجالات STEM المستقبلية.

ب- مدارس STEM الشاملة؛ وهي لا تتطلب اختبارات قبول، وتتيح للطالب التخصص في واحد أو أكثر من تخصصات STEM.

ج- مدارس تركز على التعليم التقني والمهن ذات العلاقة بمجالات STEM، وتقدم برامج ضمن التعليم الثانوي الشامل في المدرسة.

د- برامج STEM في الثانويات الشاملة، والتي لا تركز على تعليم STEM ولكن تقدم بعض المقررات أو البرامج لتدريب الطلاب على مهن ذات علاقة بهذه المجالات.

ويتم تنفيذ تعليم STEM في الولايات المتحدة الأمريكية من خلال تعاون مجموعة متنوعة من الشركات والهيئات للقطاع الخاص والعام، بالاعتماد على استراتيجيات العلوم والتكنولوجيا، وتضع هذه الاستراتيجيات الحكومة الفيدرالية، بينما يحدد برامجها الهيئة القومية للعلوم، ويتمحور اهتمام استراتيجيات العلوم والتكنولوجيا في الولايات المتحدة الأمريكية في تنمية العلوم والهندسة، وتطوير البحوث والتنمية، وتحسين التعليم والتشغيل، بهدف تحقيق النمو الاقتصادي، وتحسين مستوى المعيشة (مخلوف، ٢٠١٨، ٥٥)،

ويصف التقرير الصادر عن مجلس الرئيس الأمريكي للعلوم والتقنية (PCAST, 2010) إطار مبادرة تركز على عدة محاور منها: تمكين معلمي العلوم والرياضيات من مجالات STEM، وتحسين الممارسات التدريسية في مجالات STEM (مخلوف، ٢٠١٨، ٥٦).

وأشارت دراسة علي (٢٠١٦، ٥٥) إلى أن تمكن المعلمين من المحتوى المعرفي في مجال STEM لن يكون كافيا بمفرده لتحقيق التنمية المهنية، ولكن أن تمكن برامج التنمية المهنية للمعلمين من المهارات التربوية المتعمقة التي تمكنهم من تطبيق ذلك المحتوى في فصولهم الدراسية، ومن أهم تلك المهارات:

-أن يكون لدى المعلمين الفهم الدقيق لطريقة تقدم المتعلمين في مجال التعليم التكاملي STEM .

- أن يتعرف المعلمون على المفاهيم الخاطئة الطبيعية التي يمكن أن تنشأ في هذا المجال، ومعرفة السبل التي تساعد الطلاب على التخلي عنها.

- أن يتمكن المعلمون من توجيه الطلاب للبحث العلمي، وتصميم التجارب، ومعالجة البيانات.

- أن يتعرف المعلمون على كيفية تحفيز التعلم وإثارة الطلاب لمواضيع التعليم التكاملي STEM .

٣) أهداف التنمية المهنية لمعلمي STEM في الولايات المتحدة الأمريكية:

تسعى الولايات المتحدة الأمريكية إلى تحقيق العديد من الأهداف المحلية والعالمية من خلال التنمية المهنية لمعلمي STEM منها ما يلي:

- تحسين تعليم العلوم والرياضيات والتكنولوجيا ؛ للاحتفاظ بأفضل العلماء والمهندسين في العالم؛ لتلبية متطلبات الوظائف المستقبلية (Breiner,et al., 2017, 4).

- اكتساب المعرفة التأسيسية في العلوم والتكنولوجيا والرياضيات، بما يعد الفهم المتقدم للمعلمين للكيفية التي يتعلم بها الطلاب للحصول على أفضل التعلم وتحسين الإبداع في سن مبكرة، وغرس ثقافة الاكتشافات التنافسية.

- زيادة التنوع والشمول للقوى العاملة في مجالات العلوم والرياضيات، وتعظيم الفرص، وامتلاك الأدوات اللازمة للمشاركة في اقتصاد الابتكار؛ من خلال القوى العاملة المدربة والماهرة.

- خلق فرص لجميع المعلمين لتلقي تعليم العلوم والهندسة والرياضيات ومساعدتهم على تعزيز حب وفضول العلوم والرياضيات (National Science Foundation, 2020, 6).

- توفير وظائف عالية الجودة، وتركيز جهود العلوم والتكنولوجيا على احتياجات الأمة (Leonard Gelfand Center, 2008, 8).

- تساعد برامج التطوير المهني لمعلمي STEM في زيادة وعي المعلمين بمجالات العلوم والهندسة والتكنولوجيا والرياضيات، بمساعدتهم في تحقيق المزيد من النجاح في

مشاريعهم، وإكسابهم المهارات اللازمة لتحقيق الوظائف أو المشكلات الهندسية، من خلال أنشطة التعلم القائمة على العمل التعاوني، والتعلم من الفشل (Leonard Gelford Center, 2008, 8).

- جعل الأفراد متحمسين بشأن الوظائف التي تتاح لهم فيها فرصة تحسين مستوى معيشتهم (Leonard Gelford Center, 2008, 8).
- دعم معرفة وخبرة المعلمين في تخصصات العلوم والتكنولوجيا والرياضيات.
- تطوير طرق تدريس فعالة في العلوم والتكنولوجيا والرياضيات لتحسين التدريس والتعلم.
- دعم مسارات القيادة لمعلمي العلوم والهندسة والرياضيات (United States Development of Education, 2017, 6).
- تحسين مهارات الأفراد وزيادة ثقافتهم نحو مجالات التكامل في STEM.
- إثراء فهم المجتمع للتكامل في STEM؛ وتهيئتهم للحياة في القرن الحادي والعشرين (Honey, et al., 2014, 34).
- توفير الوعي المجتمعي لدعم STEM من خلال بناء قاعدة متنوعة من الداعمين لمجالات STEM وتوفير فرص العمل وبرامج التنمية المهنية اللازمة (OCED, 2010, 13).

٤) أهمية التنمية المهنية لمعلمي STEM في الولايات المتحدة الأمريكية:

تتمثل أهمية التنمية المهنية لمعلمي STEM في الولايات المتحدة الأمريكية فيما يلي:

- مساعدة المعلمين على تطوير طرق تعلم مختلفة؛ لمساعدة الطلاب على التفكير في حل المشكلات، وتحسين إبداعهم وثقتهم بأنفسهم، وتعزيز التعلم النشط عن طريق العمل، واكتساب مهارات احترافية في العلوم والرياضيات والتكنولوجيا.
- تنمية قدرات المعلمين على تمكين الطلبة من زيادة فرص الإبداع والابتكار وريادة الأعمال.
- دعم تحسين مهارات اللغة الإنجليزية لمعلمي STEM، وتدريبهم على تلبية احتياجات.
- زيادة قدرة المعلمين على الابتكار التكنولوجي، وسد النقص في مهارات معلمي STEM، وتوعيتهم بالأساليب الحديثة في التدريس.

- تطوير المعرفة التربوية العميقة بعلم أصول التدريس لدى معلمي STEM؛ لتسهيل تعلم الطلاب في العلوم والرياضيات والتكنولوجيا.
- سد الفجوات وأوجه القصور في الإعداد الأولي لمعلمي STEM، وزيادة قدرة المعلمين على تقييم تعلم الطلاب (Templeton, et al., 2020, 8).
- مساعدة المعلمين على مواجهة التحديات التعليمية في بيئات التعلم المتنوعة، وتحسين نتائج برامج إعداد المعلمين (Toldson & Lewis, 2017, 85).
- زيادة التدريب العملي على حل المشكلات المفتوحة، وأن يكونوا بارعين في مواد العلوم والتكنولوجيا والرياضيات، وزيادة استبقاء المعلمين في مدارس STEM، وتمكين المعلمين من اتباع نهج متوازن في تدريس العلوم والرياضيات والتكنولوجيا (The American Society of Machanical Engineers, 2020,1).
- تنمية المهارات المستقبلية والإنتاج العلمي لدى معلمي STEM (Feldon et al., 2016, 154).
- تقديم الدعم المستمر لمعلمي STEM في ممارسة مهارات جديدة تعزز ممارساتهم التعليمية في مشاركة الطلاب دون القلق من الفشل، واتباع إجراءات احترافية في التعامل مع مشكلات الطلاب، وتدريب المعلمين على توظيف تقنيات جديدة قائمة على البحث بنجاح، وفهم ديناميات التعامل مع الخلفيات الثقافية والمهارية للطلاب.
- تحسين التعلم داخل مجتمع متنوع ومتعدد الثقافات، واكتساب خبرات تعليمية متنوعة، وتفعيل مشاركة المعلمين في أنشطة إنتاجية بالتعاون مع الطلاب؛ لتحسين نتائج تعلم الطلاب.
- تشجيع المعلمين على امتلاك عقلية النمو، والانفتاح على الأفكار الجديدة، (Hanover Research, 2017, 16-17).
- دعم قيادة المعلم، وإعادة التفكير في تصميم التدريس، والربط بين جودة المعلم وتحسين تعلم الطالب وتحصيله، والمساهمة في تطوير أنظمة فعالة لتعليم المعلمين على مستوى المدرسة وعلى مستوى النظام،
- تزويد المعلمين بأحدث الممارسات التي تساعدهم في تعزيز جودة التدريس؛ ليكونوا مستعدين للاستجابة لأهداف التعلم والطلاب.

فالتنمية المهنية تسعى إلى تحسين تعلم الطلاب، وبناء ثقافة التحسين المستمر، من خلال التحليل المدروس لعملية التدريس، وإثراء الخبرات السابقة للمعلمين بممارسات تواكب التغيرات الحديثة، وتمكين المعلمين من تطوير المعرفة والممارسات التعليمية، ودعم أقرانهم، والمساهمة في التحسين الجماعي للمهنة، واكتساب الثقة والمكانة والفعالية الذاتية للقيام باعمالهم بدرجة احترافية.

٥) أساليب التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة الأمريكية:

تعتمد الولايات المتحدة الأمريكية العديد من الأساليب الحديثة للتنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM وذلك بالإضافة إلى الأساليب التقليدية مثل المحاضرة والمناقشة ودراسات الحالة، وغيرها، ومن تلك الأساليب:

أ- تنفيذ مشروعات بحثية لتدريب الطلاب والمعلمين عليها مثل مشروع (IQEST) Investigation for Quality Understanding and Engagement Students and Teachers

حيث تتم التنمية المهنية للمعلمين من خلال عقد دورات تدريبية لمدة أسبوعين للطلاب والمعلمين، باستخدام أساليب متعددة، منها: تبادل الخبرات، تخطيط الدروس التعاونية، التعامل مع العلماء، التدريب على الممارسات المتميزة في التدريس ودمج التكنولوجيا، توظيف شبكات التواصل الاجتماعي في التواصل وتبادل الخبرات بين المعلمين، وبين الطلاب، التدريب على طرق التدريس الحديثة (Katherine, 2011).

ب–التعلم القائم على حل المشكلات:

تقوم هذه الاستراتيجية على افتراض أن المتعلمين يشتركون بصورة أفضل في التعلم عندما يعملون بصورة نشطة في محتوى ذي معنى مرتبط بخبراتهم اليومية ومعارفهم السابقة، بما يعني تركيز هذه الاستراتيجية على التعلم العميق وليس التعلم السطحي (Glen & Elaine, 2012, 4)، وهي استراتيجية تتمركز حول المتعلم من خلال التركيز على أحد المشكلات الواقعية، والتي يكون فيها المتعلم نشطا، متعاونا مع الآخرين، يبحث عن المعلومات، ويطرح الأسئلة، ويصيغ المشكلة بصورة واضحة، ومنظمة، ويضع الحلول المناسبة، ويمارس مهارات التفكير الناقد، وحل المشكلات، ويصل إلى قرارات فعالة.

وتسهم تلك الاستراتيجية في تحقيق التكامل بين النظرية والتطبيق، ويتسم فيها التعلم بالانفتاح والتنوع (Brears, et al., 2011, 36)، وتتكون تلك الاستراتيجية من ثلاثة مراحل؛ التعرض للمهمة (المشكلة)، الجماعات التعاونية، ثم المشاركة، وتتميز تلك الاستراتيجية بأنها مثيرة للتفكير، وتراعي قدرات المتعلمين، وتحترم اهتماماتهم، وتشجعهم على بناء طرقهم الخاصة في التعلم.

ج- التعلم القائم على المشروع Project –based learning:

وهي أحد استراتيجيات التعلم التي تركز حول المتعلم، فهي أحد أنماط التعلم الذاتي، حيث يعتمد المتعلم على نفسه في عملية التعلم، وهو منهج نشط للتدريس؛ يكتشف فيه المتعلمون المشكلات والتحديات المحيطة بهم، ويمارسون التعلم من خلال العمل في مجموعات صغيرة، فيشاركون الآخرين، ويتبادلون الخبرات، ويربطون عملية التعلم بالتجارب الواقعية في الحياة العملية (Norazla et al., 2015, 1)، ويمر اختيار المشروع بعدة مراحل، تتمثل في: اختيار المشروع، التخطيط للمشروع، تنفيذ المشروع، وتقويم المشروع (Posner & Applegrath, 2008, 69)، ويسهم التعلم القائم على المشروع في تشجيع المتعلمين على التمييز بين المعرفة وممارسة العمل، وتنمية مهاراتهم المختلفة في المشاركة، والتعاون، والتعلم الذاتي، والعمل الجماعي، والربط بين النظرية والتطبيق، وتحمل المسئولية، والتعلم حسب القدرات، وحل المشكلات، وتطوير مستويات التفكير، والتفكير المنظم.

د- التعلم القائم على المختبر:

كما طورت بعض الجامعات الأمريكية (مثل جامعة وسترن Northwestern University) في أساليب التعلم لتتضمن أسلوب المعامل على الإنترنت Online Laboratories ، وهي بيئة افتراضية يتم من خلالها تدريس وتعلم العلوم والرياضيات في جميع مستويات التعليم، وكذلك في البرامج التدريبية لمعلمي STEM، وهي تسمح بالوصول لمجموعة واسعة من التعلم، وتسمح للمعلمين بالحصول على المزيد من التجارب، وتعد تلك المعامل مكملا للمعامل التقليدية، وقد بلغ عدد المعامل عبر الانترنت حوالي ٩٠٧ في عام ٢٠١٣م، وتتميز تلك المعامل بالعديد من المميزات، منها: وصول منخفض التكاليف، زيادة وقت الدراسة، تساعد في دعم فهم الطلاب وإنجازاتهم، وتحسين التحصيل العلمي (Kiira & Stephan, 2013, 30).

هـ- توظيف التكنولوجيا في التنمية المهنية بمدارس STEM:

تعد التكنولوجيا من الروافد الداعمة لمنظومة التنمية المهنية في المجتمعات الحديثة؛ وذلك لتلبية الاحتياجات الحديثة والمتجددة للمتعلمين، من خلال إيجاد البيئة التكنولوجية الغنية بمصادر التعلم، التي تسهم في انسياب المعلومات والخبرات بما يواكب التطورات السريعة والمتجددة.

ويعد تدريب المعلمين على توظيف التكنولوجيا في برامج التنمية المهنية من المهارات اللازمة التي ترفع من كفاءة المعلمين، وزيادة قدرتهم على تهيئة البيئة العلمية للطلاب، ومواكبة ما يحدث من ثورة تكنولوجية، وثورة اتصالات، حيث أنها تعد أحد الاحتياجات التي فرضها القرن الحادي والعشرين.

ويسهم توظيف التكنولوجيا في التنمية المهنية للمعلمين في تعزيز التعاون من خلال التداول التكنولوجي ومشاركتهم وتعلمهم مهارات التفكير، بالإضافة إلى زيادة المرونة والتنوع في التجارب التعليمية، كما يعزز التعلم المدعوم بالتكنولوجيا وعي المعلمين بالتحديات العالمية وتطوير فهمهم للثقافات الأخرى، (Kiira & Stephan,2013, 32) ويتم دعم التعاون التكنولجي بأدوات مثل الحوسبة السحابية، ومؤتمرات الفيديو، أو المنصات عبر الإنترنت. كما يمكن التعلم من خلال التكنولوجيا المعلمين بالعمل والتفاعل في مجموعات؛ مما يحسن مستويات التفكير العليا، وتوسيع نطاق عملية التعلم إلى مواقع بعيدة عبر الحدود.

٦) برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM في الولايات المتحدة الأمريكية:

تشير الإحصاءات إلى أن هناك أكثر من ٣,٦ مليون معلم بدوام كامل في STEM K-12 وهناك حوالي ٢٨٠٠ مؤسسة تعليمية تعد المعلمين لمدارس STEM، ولكن هناك حاجة لمزيد من المعلمين في هذا المجال، كما أن هناك حاجة أكبر للتنمية المهنية لمعلمي STEM (Executive Office of The President of The United States, 2013, 17)، وكان من أهداف الخطة الاستراتيجية لتحسين تعليم العلوم والتكنولوجيا والرياضيات تخصيص حوالي ٣١٥ مليون دولار لدعم معلمي العلوم والتكنولوجيا والندسة والرياضيات،

كما تمت عدة شراكات بين بعض المؤسسات في الولايات المتحدة الأمريكية من أجل تدريب معلمي STEM ؛ ففي عام ٢٠١٩م قامت المؤسسة الوطنية للعلوم National

Science Foundation (NSF) بتمويل بعض البرامج التدريبية لمعلمات STEM من خلال برنامج Woman Make ، وتم تمويل هذه البرامج التدريبية جزئيا من قبل شركة بوينج The Boeing Company من خلال مشروع Woman Make Us Better and Woman in Leeadership Initiatives "نحن أفضل، النساء في القيادة" وذلك من خلال تقديم الخبرات العملية والبحثية في مجالات العلوم التطبيقية، والتنمية القيادية، والمهن الماهرة، والتقنيات الحديثة، وعلوم الحاسب الآلي والهندسة والخطط الجغرافية المكانية، والتكنولوجيا متناهية الصغر.

كما قدمت هيئة المساحة البيولوجية الأمريكية The U.S. Geological Survey (USGS) برنامجا تدريبيا وظيفيا للشباب بالشراكة مع المناطق التعليمية؛ لتنمية الخبرات الوظيفية لمعلمي مدارس STEM، وفي ديسمبر ٢٠٢٠م قدمت وكالة الصحافة الوطنية The national Geospatial-Intelligence Agency برامجا تدريبية داخلية ومقابلات مكثفة لمدة أسبوع واحد وورش عمل لبحث مشكلات الإدارة، والتعاون مع القطاع الخاص (Executive Office of The President of The United States, 2013, 24).

وتهتم الولايات المتحدة الأمريكية اهتماما كبيرا بتدريب المعلمين، وتحقيق التنمية المهنية لمعلمي STEMسواء كان ذلك داخل المدرسة أم خارجها من أجل الارتقاء بمستوى المعلم، وقدراته المعرفية والمهارية، وتزويده بالخبرات العملية والممارسات التي تحقق أهداف العملية التعليمية، وهناك صور عديدة للتنمية كبرامج التدريب، ومجتمعات التعلم المهنية، والدكتوراه المهنية، ومدارس التنمية المهنية، هذا بجانب البرامج والمشروعات التي تسعى إلى تحقيق التنمية المهنية لمعلمي STEM ومنها:

١–برامج مركز التميز الهندسي بولاية مينيسوتا لتدريب معلمي STEM للصفوف المتوسطة:

Minnesota Engineering Center of Excellence Programs for Middle Grade STEM Teacher Training:

تم إنشاء مراكز التميز بولاية مينيسوتا في عام ٢٠٠٥ كمبادرة من الحاكم وتم إصدارها وتمويلها من قبل الهيئة التشريعية في قانون جلسة مينيسوتا لعام ٢٠٠٥ ، الفصل ١٠٧ ، المادة ٢ ، القسم ٣١ ، MS.136F.31. تم إنشاء أربعة مراكز في عام ٢٠٠٦ وتم

تشكيل أربعة مراكز إضافية في عام ٢٠١٣ استجابةً لمبادرة تقييم القوى العاملة لعام ٢٠١٢ ، والتي تمت رعايتها بالتعاون مع وزارة التوظيف والتنمية الاقتصادية في مينيسوتا وغرفة التجارة بولاية مينيسوتا.

وتعمل مراكز التميز على تعزيز الاتصال بين الصناعة والكليات والجامعات، وذلك لمساعدة الطلاب على الوصول إلى أحدث التقنيات وفرص التعلم القائم على العمل ، وتسهيل التعليم والتدريب لشركاء الأعمال لتلبية احتياجات القوى العاملة اليوم وفي المستقبل. كما تساعد المراكز في الحفاظ على تنافسية اقتصاد مينيسوتا عالميًا في سبعة قطاعات صناعية مهمة: الزراعة، الطاقة، الهندسة، الرعاية الصحية، تكنولوجيا المعلومات، التصنيع، وسائل النقل، ويركز عمل مراكز التميز على الإطار الاستراتيجي للنظام، ويوفر أساسًا قويًا لمزيد من التعاون بين المدارس والجامعات، ويسعون إلى الاستجابة للتغيرات السريعة في الصناعة والتوظيف ويقدمون استراتيجيات تعليم وتعلم مبتكرة.

وتساعد مراكز التميز في تعزيز التعليم على كل المستويات – من K-12 إلى ما بعد المرحلة الثانوية وما بعدها. وتقدم العديد من فرص التنمية المهنية لمعلمي المدارس الإعدادية والثانوية ، مثل: المعسكرات المهنية وجولات الصناعة، الفصول الدراسية المتنقلة ومقطورات المعرض الوظيفي، التدريب على الاستعداد الوظيفي ومناهج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) مجانية أو منخفضة التكلفة، الدورات التثقيفية للمعلمين عبر الإنترنت.

كما تقدم تلك المراكز لمعلمي ما بعد المرحلة الثانوية الفرص للوصول إلى المنح وموارد الصناعة للمعلمين الراغبين في تحسين المناهج الدراسية الحالية لتلبية أهداف الصناعة والتوظيف الوظيفي للطلاب، المساعدة في الحصول والحفاظ على الترخيص والشهادات، استراتيجيات لزيادة القيد في برامج محددة. كما تقدم لمعلمي مراكز التدريب في مكان العمل والقوى العاملة مسارات مهنية وخيارات تعليمية من شأنها: السماح للموظفين الحاليين والباحثين عن عمل باكتساب المهارات وبيانات الاعتماد والدرجات التي يمكن أن تؤدي إلى زيادة القوة في الكسب، ويمكن استخدامها لإعداد الموظفين الجدد والمتدربين والمتدربين والمرشحين للعمل والدراسة.

كما يرعى مركز التميز الهندسي لولاية مينيسوتا تدريبًا لمنهج الصفوف المتوسطة القائم على مشروع العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من قبل مجلس التعليم الإقليمي الجنوبي (SREB) ، وهو أكبر شبكة لتحسين المدارس في البلاد ، وتدريب افتراضي للمعلمين.

ويعزز مركز ولاية مينيسوتا للتميز الاتصال بين الصناعة وكليات وجامعات ولاية مينيسوتا، وتسهيل العلاقات من خلال إشراك المؤسسات الأكاديمية مع الصناعة وتوفير التوعية التعليمية من خلال إلهام الاهتمام بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM)، انطلاقا من أن هذه الجهود ستشكل الجيل القادم من المهندسين الذين سيحلون مشاكل العالم الحقيقي. كما تمكن المعلمين من تعزيز إمكانية الوصول إلى أحدث التقنيات وبرامج القوى العاملة والتعليم ما بعد الثانوي، وتعزيز الخدمات والأنشطة لتوظيف / الاحتفاظ بمجموعة طلابية أكثر تنوعًا لتعكس بشكل أفضل التركيبة السكانية المتغيرة في مينيسوتا.

وتتمثل رؤية Vision مركز التميز بولاية مينيسوتا في النهوض بالابتكار الهندسي والقدرة التنافسية في مينيسوتا من خلال تعزيز التعليم وإشراك الصناعة وإلهام الطلاب، كما تتمثل رسالته Mission في "يعمل مركز التميز الهندسي بولاية مينيسوتا على تسهيل العلاقات من خلال إشراك المؤسسات الأكاديمية في الصناعة وتوفير التوعية التعليمية من خلال إلهام الاهتمام بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM). تشكل هذه الجهود الجيل القادم من المهندسين الذين سيحلون مشاكل العالم الحقيقي" .

وتركز البرامج التدريبية بالمركز على تقديم محتوى علمي لتدريب المعلمين على أساليب التعامل مع طلبة مدارس STEM ، كما يغطي المنهج الدراسي الكامل لثلاثة مشاريع تتمحور حول الطالب. ويمكن تدريس المشاريع في الفصول الدراسية الافتراضية أو الهجينة أو الشخصية. وتتوافق المشاريع مع معايير العلوم الوطنية والممارسات الرياضية ومعايير محو الأمية الأساسية المشتركة.

ويحضر معلمو مينيسوتا معهد تدريب معلمي الصفوف المتوسطة المكثف (TTI) ليصبحوا مستعدين لاستخدام النهج المتمحور حول الطالب لتدريس مشاريع STEM للصفوف المتوسطة في SREB. وتركز مشاريع التدريب على: سد الفجوة، الهندسة العكسية، والترميز من أجل المتعة.

كما يتم تعليم المعلمين كيفية تنفيذ هذه المشاريع وتدريبهم على استخدام التكنولوجيا والبرمجيات المطلوبة لإكمال مشاريع الطلاب بنجاح، ويتم تمكين معلمي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات للصفوف المتوسطة من تقديم المناهج للطلاب ولديهم فريق من زملائهم المعلمين لدعم جهودهم من أجل نجاح الطلاب، وتغطي التدريبات المنهج الكامل للمشاريع، حيث يتكون كل مشروع من ٣٥ كتلة في ٥٠ دقيقة.

٢–برامج المعهد الوطني لتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات

National Institute for STEM Education (NISE) Programs

يعد المعهد الوطني لتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من أبرز النماذج التي تقدم برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM ، وهو يوفر الفرصة للمعلمين لاكتساب الكفاءات في تدريس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM)، ويهدف المعهد لتدريب معلمي STEM ومنحهم شهادات تعتمد على الكفاءة ، وتمكينهم من:

أ– تعلم وتطبيّق المجالات الثلاثة لتدريس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM).

ب– فهم أصول التدريس اللازمة لفصل دراسي فعال في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

ج– زيادة تحصيل الطلاب من خلال تقنيات التدريس المحسنة.

د– الحصول على الشهادة الوطنية لتدريس STEM.

وتنطلق رؤية المعهد الوطني لتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من فهم عميق لأهداف تعليم STEM، ومعرفة لأساليب التكامل بين مجالاته، وفهم لممارساته وكيفية تطبيقها.

ويصادق المعهد الوطني لتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (NISE) على المعلمين والجامعات والمناطق باستخدام منصة التعلم عبر الإنترنت القائمة على الكفاءة والتي يقودها مدربون أكاديميون، وينتج المعلمون مجموعة من الأعمال التي توضح الكفاءة عبر ١٥ إجراءًا لمعلمي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

والمعهد الوطني لتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (NISE) هو أكثر من مجرد هيئة تصديق NISE ، فهو نظام دعم للجامعات التي تسعى إلى تحسين تنفيذها

لممارسات STEM، ويهدف المعهد إلى دعم التميز في البرامج التعليمية ومجالات STEM ، ومن أجل إنشاء برنامج شهادة لتدريس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، يسعى المعهد إلى الإجابة على سؤالين أساسيين. أولها ، "ما هي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات؟" وتتم الإجابة على هذا السؤال بثلاث طرق أساسية: عناصر العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات ، وكيف تترابط هذه العناصر ، وكيف ترتبط هذه العناصر بالمتعلم والعالم بأسره.

أولاً ، STEM هي اختصار لأربعة مجالات مختلفة ، العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات. هذه هي عناصر تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) وكل التدريس والتعلم في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات مرتبط ببناء القدرات في هذه المجالات.

الثاني هو الترابط بين هذه العناصر؛ فكل مجال هو شيء مميز ، ولا يتم التعامل مع هذه الحقول ككيانات منفصلة تمامًا، بل يسعى تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات إلى الاستفادة من أوجه التشابه والتفاعل بين المهارات والمعرفة بين هذه المجالات لنسج بيئة تعليمية غنية وذات مغزى.

أخيرًا ، يكرس تدريس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) لإشراك الطلاب بطرق لا تستطيع المجالات الأخرى القيام بها ، من أجل تطوير مهارات معرفية فريدة وعادات ذهنية ومواقف من شأنها أن تفيد المتعلمين طوال حياتهم. يدرك تدريس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات أيضًا أن المتعلم الذي يتقن منهج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات يتمتع بصلاحية فريدة للدخول إلى عالم القرن الحادي والعشرين.

السؤال الثاني الذي تتم إجابته عند تطوير برنامج تدريس STEM هو ، "ما الذي يشكل تعليمًا ممتازًا في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات؟" تستلزم الإجابة على هذا السؤال تحديد ماهية التدريس الممتاز بشكل عام ، بالإضافة إلى الطرق التي قد يختلف بها التدريس الممتاز في فصل دراسي STEM عن الفصول الدراسية التي لا تعتمد على العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات. تُظهر القائمة النهائية لممارسات التدريس التي طورها المعهد تقدمًا واضحًا من العام – إجراءات المعلم الفعالة في أي فصل دراسي – إلى إجراءات المعلم الأكثر ملاءمة بشكل خاص في فصل STEM.

ويتم تنظيم إجراءات المعلم الـ ١٥ المختارة لشهادة NISE Foundation STEM في ثلاثة مجالات؛ تعكس هذه المجالات ثلاثة أفكار كبيرة تعد ضرورية لتدريس STEM الفعال؛ لخلق بيئة للتعلم وبناء التفاهم العلمي وإشراك الطلاب في ممارسات العلوم والهندسة. ولا تعكس تصرفات المعلم هذه الأفكار الثلاثة الكبيرة فحسب ، بل تعكس أيضًا المبادئ التوجيهية الموضحة أعلاه. علاوة على ذلك ، يتم تقسيم هذه الإجراءات نفسها إلى تسعة وثلاثين مؤشرًا تشكل الهيكل الأساسي لبرنامج الشهادة، وتتمثل تلك المجالات (وهي تمثل نطاق التدريب) فيما يلي:

المجال الأول: خلق بيئة للتعلم: Creating an Environment for Learning

ويتضمن ما يلي:

-خلق بيئة صفية إيجابية: Creating A Positive Classroom Culture : يجب أن تكون بيئة الفصل الدراسي مكانًا آمنًا للطلاب ، حتى يشعروا بالراحة عند المخاطرة والمشاركة في تجربة التعلم. يشمل إجراء المعلم هذا كل تلك الممارسات التي تشجع العلاقة الإيجابية بين المعلم والطالب ، بين الطلاب ، وتمتد إلى المجتمع الأوسع.

- تأسيس التعلم التعاوني: Establishing Cooperative Learning : التعلم التعاوني هو عنصر أساسي في الفصل الدراسي الذي يسعى إلى تطوير المهارات الاجتماعية والشخصية لدى الطلاب. يتضمن إجراء المعلم هذا الممارسات التي تغرس التعاون في بيئة التعلم

-تكامل التكنولوجيا: Integrating Technology :التكنولوجيا جزء لا مفر منه في المجتمع الحديث. يتطلب انتشار التكنولوجيا وجود مواطنين على دراية بأشكال التكنولوجيا المختلفة والقدرة على اختيارها وتقييمها وتطبيقها بشكل فعال. يتضمن إجراء المعلم هذا تلك الممارسات التي لا يحل فيها المعلم محل التدريس بالتكنولوجيا ، ولكنه يستفيد من التكنولوجيا لتعزيز التدريس الفعال.

- ربط التعلم خارج الفصل الدراسي: Connecting Learning Outsida The Classroom: فأحد الأهداف الأساسية للتعليم هو إعداد الطلاب للعالم خارج الفصل الدراسي. بالإضافة إلى إعداد الطلاب، فإن إجراء اتصالات بالعالم الحقيقي يوفر للطلاب

إطارًا لإثبات أهمية تعلمهم. يتضمن إجراء المعلم هذا تلك الممارسات التي تشجع الطلاب على رؤية العلاقة بين محتوى الفصل والعالم خارج المدرسة.

المجال الثاني: بناء التفاهم العلمي **Building Scientific Understanding**

-تنفيذ الاستفسار **Implementing Inquiry** : المتعلم مدى الحياة هو الشخص القادر على توليد الأسئلة الخاصة به والإجابة عليها. يتطلب إنشاء هذا النوع من المتعلمين خبرة في جميع جوانب الاستفسار. يتضمن إجراء المعلم هذا تلك الممارسات التي تقلل من التأكيد على دور المعلم كمستودع مركزي للمعلومات وتزيد من دور الطالب كمشارك ومهندس لعملية التعلم الخاصة به

- معالجة المفاهيم الخاطئة لدى الطلاب: **Addressing Student Misconception** : من المستحيل على الطلاب دمج مفهوم جديد إذا كان يتعارض مع بناء عقلي راسخ. خطوة أولى مهمة للتعلم هي تحطيم المفاهيم الخاطئة. يتضمن إجراء المعلم هذا تلك الممارسات التي تساعد الطلاب في تحديد المفاهيم الخاطئة لديهم حتى يتمكنوا من البدء في بناء فهم أكثر دقة.
- تسهيل الاستجواب والخطاب: **Facilitating Questioning and Discourse** : أحد الجوانب الأساسية لتسهيل فهم الطلاب هو البصيرة في تفكير الطلاب. أفضل طريقة لتقديم هذه الرؤية هي مراقبة كيفية قدرة الطلاب على إيصال فهمهم. يتضمن إجراء المعلم هذا تلك الممارسات المتعلقة بطرح الأسئلة الفعال والتواصل الهادف الذي يحدد ما يعرفه الطلاب وما يمكنهم فعله.
- استخدام التقييم: **Utilizing Assessment** : يعد التقييم الذي يوجه التدريس أمرًا ضروريًا إذا كان على المعلمين اختيار وتنفيذ خبرات التعلم التي تؤدي إلى فهم الطلاب. يتضمن إجراء المعلم هذا الممارسات التي تنفذ استراتيجيات تقييم حقيقية تسمح للمعلمين باستخدام البيانات لتحسين فرص التعلم.
- بناء المعرفة العلمية: **Building Scientific Literacy** : مجال العلوم لديه مجموعة المهارات والمعرفة الخاصة به. مع استمرار العلم في لعب دور أكبر في المجتمع، تزداد أهمية الحاجة إلى معرفة القراءة والكتابة علميًا. يشمل إجراء المعلم هذا الممارسات التي تعزز لدى الطلاب مهارات العلماء الممارسين والمواطنين المتعلمين علميًا.

المجال الثالث: إشراك الطلاب في الممارسات العلمية والهندسية Engaging Students in Scientific and Engineering Practices Cultivating Scientific Investigations

- **زراعة التحقيقات العلمية: Cultivating Scientific Investigations : المهارات الكامنة في تصميم وتنفيذ التحقيق العلمي قابلة للتطبيق على العديد من المواقف خارج الفصل الدراسي للعلوم. تعتبر المهارات مثل الملاحظة وطرح الأسئلة وجمع البيانات وتحليلها واستخلاص النتائج المعقولة وتوصيلها مهمة لجميع الأفراد. يتضمن إجراء المعلم هذا تلك الممارسات التي تساعد الطلاب على تطوير المهارات المرتبطة بالبحث العلمي.**
- **تطوير الحلول الهندسية: Developing Engineering Solutions : تعد المهارات التي يستخدمها المهندسون لتحديد المشكلات وحلها مفيدة بشكل كبير خارج الفصل الدراسي للعلوم وجزء مهم من القدرة على العمل والمساهمة بشكل هادف في المجتمع. يتضمن إجراء المعلم هذا تلك الممارسات التي تغمر الطلاب في عملية التصميم الهندسي التكراري.**
- **استخدام البيانات المعززة: Fostering Data Utilization : داخل الفصل الدراسي للعلوم ، وكذلك في العالم الحقيقي ، تعد القدرة على تحليل النتائج المستخلصة من البيانات وإيصالها أمرًا ضروريًا. يتضمن إجراء المعلم هذا تلك الممارسات التي تطور المهارات الرياضية ومهارات الاتصال التي تسمح للطلاب بتحليل البيانات نوعًا وكميًا وشرح معناها.**
- **تنفيذ التعلم القائم على المشروع Implementing Project-Based Learning (PBL) : لا يعكس التعلم المعتمد على المشروعات (PBL) بشكل أكثر دقة طبيعة كيفية تطبيق المهارات في العالم الحقيقي فحسب ، بل إنه يخلق أيضًا بيئة تعليمية أكثر احتمالية لإشراك الطلاب. يتضمن عمل المعلم هذا الممارسات المتعلقة بتنفيذ التعليم القائم على المشروعات. السمة الضرورية لـ PBL هي أنها تعزز التمكن من معايير المحتوى والعملية باستخدام نهج متكامل وشامل.**

- **تطوير التفسيرات العلمية: Developing Scientific Explanations : يحتاج الشخص المتعلم تمامًا إلى أن يكون قادرًا على تقديم مطالبة بشكل فعال ، والاستشهاد بالأدلة المناسبة ، وربط الأدلة بالادعاء باستخدام السبب (المطالبة – الأدلة – الاستدلال ، CER). بالإضافة إلى تمثيل مجموعة مهمة من المهارات ، يعد CER شكلاً لا يقدر بثمن من التقييم الحقيقي في الفصل الدراسي للعلوم. يتضمن إجراء المعلم هذا تلك الممارسات التي ستطور لدى الطلاب القدرة على استخدام طريقة CER.**
- **تعزيز الجدل العلمي Promoting Scientific Argumentation: الجدل العلمي ضروري ليس فقط للتفكير العلمي ، ولكن أيضًا لفهم العالم بشكل عام. بالإضافة إلى ذلك ، عندما ينخرط الطلاب في الجدل العلمي ، يكتسب المعلمون نظرة ثاقبة فريدة لفهمهم. يتضمن إجراء المعلم هذا تلك الممارسات التي تسهل إتقان المهارات المرتبطة باتباع خط من التفكير وتحديد نقاط القوة والضعف فيه.**

ومن الشهادات التي يقدمها المعهد الوطني لتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (NISE) ما يلي:

- **الشهادة الوطنية لتدريس العلوم: The National Certification for STEM Teaching**

يقدم المعهد الوطني لتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (NISE) برامج قائمة على الكفاءة تؤدي إلى الشهادة الوطنية لتدريس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM). المعلمون الناجحون الذين يرغبون في بناء مهاراتهم والمعلمين الذين يتطلعون إلى تنمية مهاراتهم في تدريس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لديهم الآن الفرصة للقيام بذلك. بالشراكة مع الكلية الأمريكية للتعليم (ACE) المعترف بها عالميًا ، تمنح شهادة العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) التي تمنحها NISE الوصول إلى درجة الماجستير منخفضة التكلفة والمعجلة في تدريس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات والدكتوراه في الكلية الأمريكية للتربية.

– الشهادة الوطنية للتميز في STEM: National Certificate for STEM Excellence

تُمنح الشهادة الوطنية لتميز العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (NCSE) حرم المدارس الفردية لالتزامها – والنمو في – تنفيذ المعلمين لاستراتيجيات القرن الحادي والعشرين والرياضيات والهندسة والرياضيات. تتطور شهادات NISE STEM من التطوير المهني لـ STEM والمنهج الدراسي الذي تم إنشاؤه في جامعة رايس ، حيث تدمج أحدث الأبحاث وأفضل الممارسات في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات والتعلم والتطوير المهني في القرن الحادي والعشرين. وتبلغ تكلفة الشهادة الوطنية لتميز العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM حوالي (12500) دولارًا أمريكيًا.

٣– برامج كلية سان دييجو ميسا: San Diego Mesa College Programs

نظرا لوجود نقص في مدارس كاليفورنيا لمدرسي الرياضيات والعلوم، يقدم برنامج تعليم المعلمين في كلية سان دييغو ميسا San Diego Mesa College للطلاب والمعلمين الذين يرغبون في أن يصبحوا معلمي مدارس STEM المتوسطة والثانوية الدعم والتوجيه الضروريين لمتابعة مسار المعلم.

ومن ضمن أهداف الكلية إعداد الطلاب والمعلمين في هذا المسار في Mesa ليصبحوا مدرسين STEM متنوعين لغويًا وثقافيًا والذين سيقومون بالتدريس في المناطق التعليمية في مقاطعة سان دييغو.

وتقبل الكلية الطلبة والمعلمين المهتمين بتدريس الرياضيات أو العلوم ، ويقوم الطالب بتقديم طلب لبرنامج STEM Teacher Ed، ويمكنه إكمال دورات تعليم المعلمين الخاصة به مع التركيز على STEM حتى يتمكن من نقل وكسب شهادة اعتماد التدريس، وتقدم الكلية حوافز مثل كمبيوتر محمول SurfacePro على سبيل الإعارة ورموز وصول WebAssign Math مجانية لصفوف الرياضيات.

في يونيو من عام ٢٠١٧ ، تمت إعادة تأكيد اعتماد كلية سان دييغو ميسا حتى عام ٢٠٢٤ من خلال رسالتين من قبل لجنة الاعتماد للكليات المجتمعية والصغرى (ACCJC) ، الرابطة الغربية للمدارس والكليات ، وهي وكالة الاعتماد الإقليمية التي تقيم الكليات ذات السنتين في كاليفورنيا.

وتم اعتماد كلية سان دييغو ميسا San Diego Mesa College من قبل لجنة الاعتماد للكليات المجتمعية والصغرى Accreditation Committee for Colleges and Junior Colleges (ACCJC) ، ، والرابطة الغربية للمدارس والكليات The Western Association of Schools and Colleges (WASC)، بعد زيارة فريق ACCJC الأخيرة في عام ٢٠١٧ ، تمت إعادة تأكيد اعتماد Mesa حتى عام ٢٠٢٤. وأثناء عملية إعادة التأكيد ، تلقت الكلية الثناء لما يلي:

أ– التنوع في الخدمات التعليمية الملتزمة والموظفون والبيئات التعاونية الموجهة نحو الفريق.

ب– الالتزام بالتعليم المهني المستمر لجميع الموظفين.

ج– الاهتمام بغرس ثقافة تتمحور حول الطالب عبر الحرم الجامعي.

د– المناهج المتمحورة حول الطالب باستخدام موارد التكنولوجيا.

ولقد تبنت كلية سان دييغو ميسا تحسين الجودة الانعكاسي الذاتي منذ أول زيارة للاعتماد في عام ١٩٦٦ وتستمر في التعلم والنمو نتيجة لذلك. ويتحمل أعضاء هيئة التدريس والموظفون والإداريون مسؤولية تجاه الطلبة والمعلمين لتحسين عملية التدريس والتعلم باستمرار بناءً على مهمتها وقيمها. وتحقيقا لهذه الغاية ، تعمل مراجعة البرنامج كعملية وآلية لتسهيل التحسين المستمر للتعليم والتعلم في كلية ميسا، والغرض من مراجعة البرنامج هو تقييم فعالية وجدوى وحدة مؤسسية معينة. توفر مراجعة البرنامج فرصة لكل وحدة مؤسسية لجمع البيانات وتحليلها ، وتحديد فرص التحسين ، والتخطيط المسبق ، وطلب الموارد. تعزز مراجعة البرنامج الفعالية المؤسسية ، وتعزز التحسين المستمر لجودة التعليم ، وهي عنصر أساسي في التخطيط الرئيسي التربوي المتكامل وقرارات الميزانية. نحن نسعى جاهدين لتنمية ثقافة استقصاء قوية تمتد عبر فئات الحرم الجامعي.

وتتمثل رؤية الكلية في دمج ممارسات الفعالية المؤسسية وتعزيزها بسلاسة بطريقة شاملة تدعم مهمة الكلية ورؤيتها وأهدافها وتساهم في نجاح الطلاب. ودعماً لذلك ، تسعى جاهدين لتنمية ثقافة استقصاء قوية تمتد عبر دوائر الحرم الجامعي.

ويوجد بالكلية مكتب الفعالية المؤسسية، وتتمثل مهمته في توفير القيادة على مستوى الكلية ودعم البنية التحتية وتكامل جهود الفعالية المؤسسية للكلية. وتشجيع الالتزام

بالتميز والتحسين المستمر للجودة من خلال التخطيط على مستوى الكلية والبحث ومراجعة البرنامج وتقييم النتائج وتخصيص الموارد والاعتماد.

ويتبع هذا المكتب رئيس الكلية ويخدم جميع دوائر الكلية. ويقوم بتنسيق التخطيط السنوي وطويل الأجل للكلية، ويدعم لجنة التخطيط والفعالية المؤسسية (PIE) ، واللجنة التوجيهية لمراجعة البرنامج (PRC) ، ولجنة النتائج والتقييم (COA)، وتقدم الإدارة الدعم والتدريب لعملية مراجعة البرنامج، وعملية تقييم النتائج.

تقدم الكلية ورش عمل SET Sail في الأكاديمية البحرية الأمريكية في أنابوليس ، ماريلاند. يركز التدريب على استخدام التعلم القائم على المشروعات في موضوعات مثل التصميم الهندسي والكيمياء والفيزياء والرياضيات والروبوتات والبرمجة وعلم الأحياء والمزيد. يتم تقديم دورتين لمدة أسبوع خلال فصل الصيف ، مع ورش عمل إضافية لمدة يوم واحد تعقد كل عام في سبتمبر وفبراير. التسجيل المتقدم مطلوب ، ويتم نشره على صفحة التطبيقات في أغسطس ويناير.

وتقدم كلية سان دييغو ميسا San Diego Mesa College العديد من الأنشطة والبرامج للتنمية المهنية تتمثل فيما يلي:

أ–مركز STEM للتعليم والتواصل:

يركز مركز USNA STEM على تلبية حاجة وطنية ملحة لمزيد من الشباب لمتابعة وظائف في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، ويوفر أعضاء هيئة التدريس والوسطاء في USNA الوصول إلى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات للمجتمعات المحلية والوطنية لإشراك الطلاب والمعلمين والتأثير عليهم.

وتتمثل مهمة مركز USNA STEM في أنه يعالج حاجة ملحة لتأهيل المزيد من الشباب لمتابعة وظائف في العلوم والهندسة ، لا سيما في المجالات الفنية التي تهم الجيش. توفر هيئة التدريس في المركز ورجال البحرية ، باستخدام الأنشطة المتعلقة بالدفاع ، الوصول إلى المجتمعات المحلية والوطنية ، بما في ذلك تلك التي تفتقر إلى الخدمات حاليًا ، للتأثير على الطلاب والمعلمين في دراسات الهندسة والعلوم ، ولتسهيل توظيف مرشحي USNA المهتمين بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وظائف.

يدعم المركز التوظيف والاحتفاظ بمرشحي USNA الذين لديهم تقارب تجاه تخصصات STEM وكذلك تطوير سمات midshipmen مثل القيادة في الفصل ، ومهارات حل المشكلات الإبداعية ، والتفكير الإبداعي ، والقدرة على التكيف مع المواقف غير المتوقعة. تُعد المشاركة في فعاليات STEM رجال البحرية للتفاعل مع تقنيات متعددة ، وتعريضهم للاعتماد المتبادل بين التخصصات المختلفة في التقنيات العسكرية لـ STEM ، وتعزز الكفاءة التكنولوجية ومهارات الاتصال للخريجين.

ب– ورش عمل التوعية حول العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات

بدعم من مكتب الأبحاث البحرية و DoD STEM ، يوفر مركز STEM ورش عمل بعنوان "أفضل الممارسات في التوعية بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات" لأفراد المجتمع في التوعية التعليمية الخاصة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات. تُعقد ورش العمل في مواقع العمل مع التركيز على التنفيذ الناجح للتعلم القائم على المشاريع في أنشطة وبرامج التوعية المتعلقة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات ، ومشاركة الأساليب لبناء مجتمعات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات المستدامة.

ج– ورش عمل تدريبية لمعلمي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في الموقع

بالتعاون مع المدارس والشركاء المجتمعيين ، يقدم مركز العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) ورش عمل تدريبية لمعلمي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) للمعلمين من القطاعين العام والخاص، والمعلمين غير الرسميين في مجموعة متنوعة من المواقع في المنطقة ، وفي جميع أنحاء البلاد ، وفي الخارج. تركز البرامج على الطرق العملية والفعالة لتقديم منهجية التعلم القائم على المشاريع إلى الفصل الدراسي في مجموعة من تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM).

د– برامج SeaPerch

SeaPerch هو برنامج وطني للمركبات التي تعمل عن بعد تحت الماء (ROV) برعاية مكتب البحوث البحرية (ONR) ورابطة أنظمة المركبات غير المأهولة الدولية (AUVSI). تستضيف USNA تحدي ماريلاند الإقليمي في أبريل من كل عام ، بالإضافة إلى معارض المدارس. يوفر مركز العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات ورش عمل تدريبية داخل وخارج الموقع ، لإرشاد المعلمين حول كيفية قيادة الطلاب في بناء

SeaPerch ROVs كجزء من الفصل الدراسي أو برنامج ما بعد المدرسة. يتم تقديم ورشة عمل تعاونية ، "الهندسة لاستكشاف المحيط" ، بالشراكة مع مكتب استكشاف المحيطات والبحوث التابع للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA).

٤– برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM بجامعة ولاية كاليفورنيا:

California State University Professional Development Programs for STEM Educators

أكدت إحدى الدراسات بجامعة كاليفورنيا أنه من المتوقع أن تحتاج مدارس كاليفورنيا إلى ما يزيد عن ٣٣٠٠٠ مدرسًا جديدًا للرياضيات والعلوم في غضون السنوات العشر القادمة. وتشير التوقعات الحالية إلى أنه خلال العقد القادم ، سيترك الآلاف من مدرسي العلوم في المدارس الإعدادية والثانوية التدريس؛ بنسبة كبيرة من خلال التقاعد. ولذا تبحث العديد من المدارس عن مدرسين مؤهلين للرياضيات والعلوم.

ويعد الطلب على المعلمين المعتمدين في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات أعلى بكثير من المعروض من المرشحين المؤهلين بالكامل، ويشير تقرير صادر عن مجلس كاليفورنيا للعلوم والتكنولوجيا California Science and Technology Council في عام ٢٠٠٧ إلى أنه وفقًا للمعدل الحالي لإعداد المعلمين ، ستخسر كاليفورنيا بنسبة ٣٠ بالمائة من معلمي الرياضيات والعلوم الذين تم إعدادهم بالكامل والذين تحتاجهم مدارس كاليفورنيا.

واستجابة لهذا الطلب ، التزمت جامعة ولاية كاليفورنيا (CSU) ، أكبر منتج لمعلمي الرياضيات والعلوم في الولاية، بمضاعفة إنتاجها السنوي من معلمي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات المعتمدين على مدى خمس سنوات، ومن بين الاستراتيجيات المستخدمة، الدعم المالي للطلاب الذين يتابعون وظائف التدريس وزيادة التعاون بين حرم CSU وكليات المجتمع المجاورة لهم.

وتقدم جامعة ولاية كاليفورنيا برنامجا لإعداد معلم STEM، كما تقدم العديد من برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM ، وتقدم منحا مدتها ثلاث سنوات من مؤسسة العلوم الوطنية (NSF) ، تتعاون كلية ماونت سان أنطونيو (Mt. SAC) مع جامعة كاليفورنيا إيرفين (UCI) وجامعة ولاية كاليفورنيا فولرتون (CSUF) في تنفيذ برنامج إعداد معلم

STEM وتنميتهم مهنيا (TP2) الذي يستهدف على وجه التحديد الطلاب والمعلمين الراغبين في التدريس في مستويات المدارس المتوسطة والثانوية.

ويوفر STEM TP2 المشورة والتوجيه وخبرة التدريس والمساعدات المالية والدعم الأكاديمي وأنشطة الإثراء المصممة لتحسين تعليم الطلاب والمعلمين وتعلمهم. ويتم تشجيع الطلاب الذين لديهم رغبة قوية وتفاني في أن يصبحوا معلمين علوم و / أو رياضيات مؤهلين تأهيلا عاليا في المدارس المتوسطة أو الثانوية على التقدم إلى البرنامج. ستتاح الفرصة للطلاب المختارين: (١) التدريس في Summer Science Exploration Experience (S2E2)) وكمدرس إضافي ((SI، 2)) المشاركة في مشاريع أبحاث الرياضيات والعلوم في كل من Mt.SAC وفي UCI ، و (٣) التحويل إلى UCI و CSUF أو برامج تعليم المعلمين الأخرى لإكمال الدراسات وكسب أوراق اعتماد التدريس. يحتوي الفيديو التالي على لمحة عامة عن البرنامج:

وفيما يلي وصف موجز للأنشطة الرئيسية لبرنامج STEM TP2.

أ–تجربة استكشاف العلوم الصيفية (S2E2)

Mt. SAC S2E2 هو برنامج مدته أربعة أسابيع مخصص لاستكشاف علوم الحياة اليومية وتطورات العلوم والتكنولوجيا الحديثة. ويتم تحقيق ذلك باستخدام الرسوم التوضيحية العلمية والتجارب العملية وتطبيق العلم لاستكشاف وفهم مجتمع اليوم. تم تصميم أنشطة S2E2 من قبل أعضاء هيئة التدريس والموظفين ذوي الخبرة مع نهج عملي يهدف إلى توسيع آفاق وخبرات الطلاب المعلمين، تحت إشراف مدير S2E2 وأعضاء هيئة التدريس بجبل SAC ومعلمي المدارس المتوسطة والثانوية ، يشارك خمسون (٥٠) طالبًا في S2E2 كل صيف من البرنامج. يتضمن البرنامج موضوعات متعددة منها: فرص التعلم باستخدام أجهزة الكمبيوتر، والأدوات التحليلية، ومواقع الدراسة الميدانية، والاختبار الكيميائي التشخيصي.

ويوفر برنامج STEM TP2 تجربة بحثية من شقين في العالم الحقيقي للطلاب المختارين ليصبحوا معلمين فعالين في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات. في البداية؛ يعمل الطلاب في واحد من عدة مشاريع بحثية في Mt. SAC بناءً على تخصصهم واهتماماتهم. ثانيًا؛ يجري الطلاب ستة أسابيع من فرصة البحث الممولة بدوام كامل في

جامعة كاليفورنيا في إيرفين أو كلية أخرى. وتتم فرص البحث في جامعة كاليفورنيا خلال فصل الصيف للسماح للطلاب بالتركيز على دراساتهم خلال العام الدراسي العادي. تم تصميم هذه التجارب لمساعدة طلاب STEM TP2 على اكتساب مهارات مهمة مثل التفكير النقدي وحل المشكلات وتحسين مهارات الاتصال لديهم. أحد أهم جوانب برنامج البحث هو اكتساب الطلاب الثقة بالنفس عند القيام بعمل مستقل.

ب- مشروع البحث الصيفي UCI

بالإضافة إلى الخبرات البحثية داخل الحرم الجامعي ، تتاح للمعلمين الفرصة للمشاركة في برنامج بحث صيفي مدفوع الأجر مدته ستة أسابيع بدوام كامل في المختبرات في جامعة كاليفورنيا في إيرفين أو جامعة كاليفورنيا في فولرتون أو كلية هارفي مود. ينضم المعلمون إلى مجموعة بحثية تتناسب بشكل أفضل مع تخصصهم ومصالحهم. يتم الإشراف عليهم وتوجيههم من قبل أعضاء هيئة التدريس وطلاب ما بعد الدكتوراه وطلاب الدراسات العليا الذين يعملون في مشاريع بحثية تأديبية أو متعددة التخصصات. بعد الانتهاء من مشاريعهم البحثية ، تتاح للطلاب فرصة لتقديم نتائج أبحاثهم في Mt. SAC و UC Irvine وفي المؤتمر السنوي لجنوب كاليفورنيا حول البحث الجامعي (SCCUR).

٥- برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM بجامعة لويولا بولاية ماريلاند Professional Development Programs for STEM Teachers at Loyola University, Maryland

تقدم جامعة لويولا بولاية ماريلاند فرصا متميزة للتنمية المهنية لمعلمي تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) لتطبيق مهاراتهم في مهنة التدريس، وتتمثل مهمة Loyola's School of Education في إعداد المعلمين وتنميتهم مهنيا بما يمكنهم من إحداث تغيير أساسي لطالب أو مدرسة أو نظام، وتهدف إلى تطوير قادة تربويين فعالين وأخلاقيين ووكلاء تغيير يلتزمون بتحقيق العدالة الاجتماعية من خلال تحسين توافر وجودة التعليم لجميع الطلاب، وتقدم الجامعة برامج ومسارات للمعلمين الطموحين المهتمين بمهنة كمعلمي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

ويمكن للطلاب الجامعيين أو الحاصلين على درجة البكالوريوس في مجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات التقدم إلى برنامج Loyola's Master of Arts in

Teaching (MAT) – الذي يقدم مستويات متقدمة في مجال STEM في علم الأحياء والكيمياء وعلوم الأرض / الفضاء والرياضيات والفيزياء ، بالإضافة إلى العديد من المجالات الأخرى. ويمكن للطلاب الجامعيين المهتمين أو المسجلين في تخصص STEM التسجيل أيضًا في برمجة STEM Educator الخاصة في Loyola لمعرفة المزيد حول مجال تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات

وتقدم جامعة لويولا بولاية ماريلاند Loyola University Maryland مشروعا يحمل عنوان "بناء القدرات لشبكة تعلم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) لإعداد معلمي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) ذوي الكفاءة العالية للتدريس في المدارس ذات الاحتياجات العالية" ، ووضع البنية التحتية لتطوير مجموعة من المعلمين المؤهلين تأهيلا عاليا مع خلفيات قوية في محتوى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات ، بالإضافة إلى التدريب في طرق تدريس فعالة ومتجاوبة ثقافيًا ولغويًا.

ويهدف هذا المشروع إلى تلبية الحاجة الوطنية لمعلمي STEM K-12 ذوي الكفاءة العالية المدربين على مناهج التدريس المستجيبة ثقافيًا ولغويًا للقيام بذلك ، حيث يساعد Loyola University Maryland على بناء البنية التحتية لتوظيف الطلاب الجامعيين والمهنيين في برامج تعليم STEM الخاصة بها. ويضع المشروع أيضًا الأساس لإعداد هؤلاء المعلمين للتدريس في المناطق التعليمية ذات الاحتياجات العالية في منطقة بالتيمور. ويقوم فريق المشروع بتطوير مجتمع تعليمي من المعلمين قبل الخدمة وأثناء الخدمة ، بالإضافة إلى تحسين الأكاديميين والمهنيين وتقديم المشورة وتطوير الفرص للتعرض المبكر للتدريس في بيئات أكاديمية متنوعة ومطلوبة بشدة. ويتمثل الهدف طويل المدى في تطوير وتنفيذ استراتيجيات ناجحة لتوظيف والاحتفاظ بتخصصات ومحترفي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) في مهنة التدريس

كما يتضمن مشروع بناء القدرات هذا في Loyola University Maryland شراكات بين أعضاء هيئة التدريس في كلية التربية وقسم العلوم الوطنية والتطبيقية ، بالإضافة إلى ممثلين من مدارس مقاطعة بالتيمور العامة، وهي وكالة تعليمية محلية ذات احتياجات عالية، وتتضمن أهداف المشروع ما يلي:

١) تطوير واختبار وجمع البيانات الأساسية حول استراتيجيات التوظيف والاحتفاظ بالتعليم في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

٢) تزويد المعلمين بالتطوير المهني لاختبار ونشر ودمج ابتكارات التعلم النشط في دورات تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) ؛

٣) تطوير شبكة تعاونية STEM لتقوية العلاقة مع المدارس العامة في مقاطعة بالتيمور واستكشاف استراتيجيات لسد فجوة التنوع بين الطلاب والمعلمين. وتهدف النتائج والدروس المستفادة من هذا العمل إلى توفير المعلومات للمجتمع الأكبر من مؤسسات الفنون الحرة الصغيرة ، والجامعية في المقام الأول ، التي تدرب معلمي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) في المستقبل.

وعلى المدى الطويل، فإن مشروع بناء القدرات هذا لديه القدرة على المساهمة في تطوير قوة عمل متنوعة ومتمرسين في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات ، والتي بدورها ستدعم تحسين التحصيل الأكاديمي لطلاب المرحلة K-12 وتنمية استعدادهم لتعلم مهارات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات. ويتم دعم مشروع بناء القدرات هذا من خلال برنامج منحة روبرت نويس للمعلمين (نويس). كما يدعم برنامج Noyce التخصصات الجامعية والمهنيين الموهوبين في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) ليصبحوا معلمين فعالين في K-12 STEM ومعلمي K-12 STEM ذوي الخبرة والمثاليين ليصبحوا معلمين ماجستير في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) في مناطق المدارس ذات الاحتياجات العالية. كما أنه يدعم البحث حول استمرار ، والاحتفاظ ، وفعالية معلمي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات K-12 في المناطق التعليمية ذات الاحتياجات العالية.

٦- برامج أكاديمية التنمية المهنية (التدريس والتعلم) بولاية أوستن بالولايات المتحدة الأمريكية

Professional Development Academy Programs (Teaching and Learning) in Austin, USA

تقدم أكاديمية التنمية المهنية بولاية أوستن Austin State Professional Development Academy برامجا متطورة للتنمية المهنية لمعلمي STEM ؛ والتي

تدعم عن طريق المجلس القومي للمعايير المهنية للتدريس The National Council for Professional Standards for Teaching، وتعد الشهادة التي يحصل عليها المعلم من الأكاديمية إثبات للممارسات التعليمية الفعالة.

وهي منظمة نشطة في مجال التدريب المهني واللغوي ، AMFI International ، وهي منظمة غير ربحية تقع في قلب سيلانو Silano ، وتحافظ AMFI على قيمها التي تعمل كمبدأ توجيهي لجميع الإجراءات: التعاون، المسؤولية الاجتماعية، الشغف، التنوع، الإبداع، روح الفريق، النمو والتعلم، الجودة والتميز، التضامن والثقة، النزاهة.

وتقدم أكاديمية التدريس والتعلم ٤ دورات للمعلمين، مدة كل دورة ١٥ ساعة تتضمن ١٢ ساعة من الدورات الدراسية غير المتزامنة عبر الإنترنت، يتم الانتهاء من الساعات الثلاث المتبقية في اجتماع المجموعة يوم الجمعة الأخيرة من كل دورة من الساعة ٨:٣٠ إلى ١١:٣٠ صباحًا. تم تخصيص اجتماع الفوج لمشاركة المعلمين والتعلم والتعاون مع بعضهم البعض حول فن ومهارات التدريس.

كما تقدم برنامجا في فصلي الخريف، والربيع؛ يبدأ البرنامج الذي يستمر لمدة عام لتأسيس مجتمع من المتعلمين الذين يستكشفون المنح الدراسية والفن وشغف التدريس ويستمر خلال فصلي الخريف والربيع من خلال الدورات الدراسية المختلطة.

وتتمثل رؤية الأكاديمية في أن المعلمين في مجتمع أوستن نموذجًا للتميز في التدريس والتعلم في التعليم العالي. ويوجد بالأكاديمية قسم التميز في التدريس والتعلم (TLED) وهو مخصص للدعم التعليمي والابتكار.

وتهدف البرامج التدريبية المقدمة إلى تحقيق ما يلي:

- تطوير بيئات تعليمية وتعليمية قائمة على الأدلة للوصول إلى مجموعات متنوعة من الطلاب.
- تطوير التميز في التدريس من خلال ممارسات التدريس الفعالة والمبتكرة.
- استخدم الاستراتيجيات والتقنيات التعليمية الحالية والناشئة للنهوض بالفصول الدراسية القائمة على الحرم الجامعي وعبر الإنترنت التي تتمحور حول الطالب.
- تقييم نتائج التعلم المبنية على احتياجات الطالب.
- المشاركة في التحسين المستمر من خلال ثقافة البحث والتخطيط والمشاركة والإنصاف.

– تطوير المناهج الدراسية لمواءمة المسارات من المدرسة الثانوية من خلال التحويل إلى الجامعة.

– الاستفادة من فرص تطوير أعضاء هيئة التدريس للنمو المهني.

ويتم تقديم العديد من المقررات الدراسية التي تشملها الدورات التدريبية (خلال فصلي الخريف والربيع) لتأهيل المعلمين منها:

أ–التدريس للدماغ Teaching to the Brain

في هذا المساق ، يدرس المعلمون استراتيجيات التدريس المبتكرة المدعومة بالبحث والممارسات القائمة على الأدلة في علم النفس وعلم الأعصاب للتعلم، ويتم تقديم أدوات لتحسين تعلم الطلاب، سواء في دورة التعليم وجهًا لوجه أو عن بعد. تشمل الموضوعات التي يتم تناولها علم الأعصاب للتعلم ، وكيفية عمل الذاكرة ، واستراتيجيات ما وراء المعرفة التي تعزز تفكير الطلاب ومثابرتهم ، والتقنيات المبتكرة لتعزيز عقلية النمو.

ب– بناء مجتمع من المتعلمين Building a Community of Learners

تعلم كيفية تصميم مجتمع من المتعلمين في الفصل الدراسي، سواء أكان التدريس وجهًا لوجه أو دورة التعليم عن بعد، وتشمل الموضوعات التي يتم تناولها تحديد بيئة التعلم لتعزيز التفاعل والتواصل والاندماج؛ تصميم دورة عالمية التدريس المستجيب ثقافيا؛ تطبيق عدسة الإنصاف لفحص اختلالات القوة والصراعات في بيئة التعلم.

ج–إشراك الطلاب في التعلم Engaging Students for Learning

تعرف على كيفية إشراك الطلاب ليصبحوا متعلمين أكثر نشاطًا، سواء في دورة التعليم وجهًا لوجه أو عن بعد. ويفحص هذا المقرر الدراسي ممارسات التدريس القائمة على الأدلة التي تشرك الطلاب وتعمق فهمهم لمواد الدورة التدريبية. وتشمل الموضوعات التي يتم تناولها تأثير تعلم الكبار على تصميم المناهج الدراسية، واستخدام استراتيجيات التعلم النشط في الفصل، والمحاضرات التفاعلية وأساليب التعلم التعاوني التي سينعكس عليها المعلمون ويشاركونها مع زملائهم في استراتيجيات وممارسات التدريس لزيادة تعلم الطلاب.

د–تقييم تعلم الطلاب Assessing Students' Learning

فحص الممارسات القائمة على الأدلة في التقييم لتعزيز تعلم الطلاب في دورات التعلم وجهًا لوجه والتعلم عن بعد. ويقدم هذا المساق لمحة عامة عن التقييمات وطرق التقييم التي تمكن من تحقيق نتائج قوية وعادلة حول أداء الطلاب. وتشمل الموضوعات التي يتم تناولها نظرة عامة على المناهج المختلفة للتقييم التعليمي الفعال، وتصميم التقييمات العادلة، وأدوات تقييم التعلم، واستخدام بيانات نتائج الدورة التدريبية لتعزيز ممارسات التدريس.

هـ– تدريب المعلمين على تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات

Teaching Training on STEM education

يعتمد STEM على فكرة تعليم الطلاب في أربعة تخصصات محددة – العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات – بطريقة متعددة التخصصات، بدلاً من تدريس التخصصات المذكورة أعلاه كمواد منفصلة ، تدمجها STEM في تطبيقات العالم الحقيقي، وتمنح هذه الدورات للمعلمين فهمًا أفضل لـ STEM وكيفية التدريس وفقًا لذلك، من جعل المعلمين يحصلون على أفضل الخبرات التعليمية والعملية واستكشاف أكبر قدر ممكن منها.

ويتم تطوير تلك الدورات في إطار العمل الذي وضعه برنامج Erasmus + ، لتشمل منهجيات التعليم الرسمية وغير الرسمية؛ من أجل ضمان وتحفيز مساهمة فعالة من المشاركين المعنيين، ويتم التركيز على العديد من الأنشطة، منها: العروض وتحليل حالات الدراسة، المناقشات في الفصول الدراسية، لعب أدوار؛ زيارات فنية للمؤسسات المحلية الخاصة والعامة ؛ مؤتمرات مع المهنيين المحليين لتبادل الممارسات الجيدة ؛ تجارب التظليل الوظيفي؛ ورش عمل لإعادة التفكير في الممارسات القديمة وإدخال ممارسات جديدة.

وتهدف البرامج التدريبية المقدمة من Austin STEM Academy لمعلمي مدارس STEM في هذا المجال إلى:

– رفع مستوى الوعي بأهمية تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات ومناقشة جميع خصائصه.

– استكشاف واكتشاف الفوائد التي يمكن أن يعززها تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

- مساعدة المشاركين على معرفة جميع الطرق المختلفة التي يمكن من خلالها تنفيذ تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في التعلم اليومي.
- توفير أدوات سهلة ويمكن الوصول إليها لتطبيق تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لإحداث ثورة في إستراتيجية التدريس الحالية الخاصة بالمعلمين.
- إنشاء تبادل وتفاهم بين الثقافات مع الزملاء المحليين حول الفوائد التي يمكن أن يقدمها تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات والطرق التي يمكن تطبيقها بشكل أفضل (Austin Community College, 2022,1)

وهناك العديد من المهارات التي تركز عليها Austin STEM Academy للتنمية المهنية لمعلمي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM منها:

أ- المعرفة المتخصصة Specialist knowledge : يجب أن يتمتع معلم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بمهارات ومعرفة متخصصة في المجال الذي يدرسه، وفي معظم الظروف ، يعني هذا أنهم حاصلون على درجة علمية في هذا الموضوع ، أو أنهم قد أتوا من مهنة في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM).

ب-تواصل قوي Strong communication: لا يكفي أن يكون معلم STEM رائعًا في تخصصه ؛ يجب أن يكون أيضًا قادرًا على إيصال الأفكار المعقدة إلى فصل دراسي ليس على دراية بالمفاهيم التي يقوم بتدريسها؛ بشكل عام، يجب أن يكون متواصلاً جيدًا حتى يستمع الفصل إليه ويحترمونه.

ج- المهارات التنظيمية Organisational skills: يحتاج المعلمون إلى مهارات تنظيمية جيدة لمواكبة متطلبات الفصل الدراسي ، مثل إنشاء خطط الدروس ، ووضع علامات على العمل ، وتتبع التقدم وتنظيم الاختبارات والتجارب، خاصة في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) ، فإن إنشاء خطط دروس منظمة سيفيد الطلاب حقًا عند تغطية المفاهيم الصعبة.

د- الصبر Patience: يحتاج جميع المعلمين إلى الصبر؛ لأنهم يتعاملون مع الكثير من الأشخاص في وقت واحد، ويجب أن يكونوا قادرين على الحفاظ على هدوئهم عندما يسيء الطلاب التصرف ويشرحون الأشياء بصبر عندما لا يفهمها أحد (National STEM Learning Centre, 2022,1)

٧- مشروع PrimeD : تم هذا البرنامج في شرق الولايات المتحدة، وتمثلت أهدافه في: تحديد مواقف المعلمين ومعتقداتهم واهتماماتهم وخبراتهم بدمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، تقييم معرفة المعلمين ومهاراتهم التربوية في المدرسة الثانوية والتعليم التكنولوجي، ربط معرفة المعلم بمستوى المهارات الهندسية والتربوية مع تعلم الطلاب. وركز المشروع على التطوير والاختبار الميداني في المواد، وتقديم برامج التنمية المهنية من أجل إلهام المعلمين، ثم تقييم التدريب المهني للمعلمين. وتم تنفيذ المشروع في الفترة من ٢٠١٤- ٢٠١٨م ، وتضمن البرنامج ورش عمل صيفية، وجلسات مناقشة وتدريب للتنمية المهنية في المدارس الثانوية المشاركة. وتم تدريب المعلمين على اتباع طرق تربوية حديثة في تدريس الوحدات الدراسية، وكذلك كيفية تنفيذ تلك الوحدات في فصولهم.

وتم هذا المشروع على أربعة مراحل: المرحلة الأولى؛ وصف للاستراتيجيات والرؤية والأهداف والاستراتيجيات للعمل من أجل تحسين مستويات المعلمين، والمرحلة الثانية؛ تمت من خلال دورات كاملة، وتوفير هيكلا مناسبا لتنفيذ البرنامج، (Buch, et al., 2020, 29)

٨-مشروع Click2SciencePD

هدف هذا المشروع لتحسين المواصفات التعليمية لمعلمي STEM ، وتدعيم خبرات التطوير المهني، والتركيز على تطوير المهارات التربوية، من خلال الدورات التدريبية للتطوير المهني؛ لتطوير ممارسات وعقلية العلوم والرياضيات والتكنولوجيا لدى المعلمين، واعتمدت البرامج التدريبية في هذا المشروع على العديد من الاستراتيجيات والمهارات التدريبية مثل: إدارة مجموعات Enabling active STEM Learning، Making Authentic Assessment ، Modeling Engineering Practice ، Supporting Asking Purposeful Question ، Documentation of STEM Learning ، Reflecting and Processing Experience ، Modeling Science Practice نمذجة العلوم العلمية (Fenton et al., 2019, 181).

كما يشتمل هذا المشروع على بعض نماذج التطوير المهني مثل:

–يكمل المعلمون درسا موجها ذاتيا عبر الإنترنت لتقديم المهارة (١– ٢ ساعة).

– يكمل المعلمون تدريبا تجريبيا شخصيا (١–٢ ساعة).

– يتدرب المعلمون على استخدام المهارات أثناء البرمجة.

– يحضر المعلمون اجتماعا شخصيا أو افتراضيا (١٥– ٤٥ دقيقة).

– يؤدي المعلمون تدريبا فرديا (١٥– ٣٠ دقيقة).

– يطبق المعلمون المهارة في برنامجهم.

٧) السياق الثقافي المؤثر على التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة الأمريكية:

إن التعليم أساس تقدم أي دولة ونهضتها، وإذا تساءل البعض عن سر نجاح الدول المتقدمة فالإجابة تكمن في قدرة هذه الدول على تطوير نظمها التعليمية لتواكب أحدث المستجدات العلمية والتكنولوجسة، وكما يؤثر النظام التعليمي على الدولة فإنه يتأثر أيضا بالقوى والعوامل الثقافية المحيطة به سواء كانت سياسية أو اجتماعية أو اقتصادية أو ثقافية أو غيرها، ولهذ يختلف النظام التعليمي من لدولة لأخرى، وحتى يمكن تفسير التنمية المهنية لمعلمي STEM بالولايات المتحدة الأمريكية، لابد من الأخذ في الاعتبار القوى والعوامل المؤثرة والتي يمكن عرضها كما يلي: نشأت الولايات المتحدة الأمريكية بمقتضى إعلان الاستقلال في الرابع من يوليو عام ١٧٧٦م، وتعد القوة العظمى الأولى في العالم، وتأتي في المركز الثالث من حيث المساحة، وتحتل المرتبة الثالثة من حيث عدد السكان، ويعتبر الاقتصاد الأمريكي أكبر اقتصاد وطني في العالم، وتتميز بأنها واحدة من أكثر دول العالم تنوعا من حيث العرق والثقافة، وجاء ذلك نتيجة الهجرة الكبيرة إليها من بلدان مختلفة (رضوان، ٢٠١٩، ٤٧).

والولايات المتحدة الأمريكية United States of America هي جمهورية اتحادية تضم حوالي خمسين ولاية، وتقع معظم البلاد في وسط أمريكا الشمالية، حيث تقع ٤٨ ولاية، وواشنطن العاصمة، وتقع بين المحيط الهادي والمحيط الأطلسي، وتحدها شمالا كندا، والمكسيك جنوبا. وتمتلك الولايات المتحدة تنوعا كبيرا في المجموعات السكانية حيث يبلغ تعداد واحد وثلاثين مجموعة عرقية أكثر من مليون شخص، وتعد الولايات المتحدة دولة

علمانية رسميا، يكفل التعديل الأول لدستور الولايات المتحدة حرية ممارسة الأديان، ويمنع إنشاء أي حكم ديني.

وتأتي الولايات المتحدة في المركز الثالث من حيث المساحة (٣,٧٩ مليون ميل مربع، أو ٩,٨٣ مليون كم٢) وتحتل المرتبة الثالثة من حيث عدد السكان (٣٠٧ مليون نسمة)، وتتميز الولايات المتحدة بأنها واحدة من أكثر دول العالم تنوعا من حيث العرق والثقافة، وجاء ذلك نتيجة الهجرة الكبيرة إليها من بلدان مختلفة، ويعتبر الاقتصاد الأمريكي أكبر اقتصاد وطني في العالم، حيث يقدر إجمالي الناتج المحلي لعام ٢٠٢٠م بحوالي ٢٠,٣ تريليون دولار أمريكي (١٥,٩٣ % من المجموع العالمي لعام ٢٠١٩م)، ويبلغ عدد سكان الولايات المتحدة الأمريكية (٣٣٨,٢٩٠,٠٠٠) مليون نسمة تقريبا وفقا لآخر الإحصائيات (مايو ٢٠٢٢)، وتحتل المرتبة الثالثة من حيث عدد السكان على مستوى العالم.

وتعد الولايات المتحدة أقدم فيدرالية حية في العالم، هي جمهورية دستورية وديمقراطية تمثيلية (تحكمها الأغلبية ويصون فيها القانون حقوق الأقليات)، وهناك نظام للضوابط والتوازنات لتنظيم الحكومة حدده الدستور الأمريكي، والذي يعد الوثيقة القانونية العليا للبلاد، وفي النظام الفيدرالي يخضع المواطنون لثلاث مستويات من الحكومات؛ الحكومة الفيدرالية، وحكومة الولاية، والحكومة المحلية، وتنقسم واجبات الحكومة المحلية بين حكومة المقاطعات وحكومة البلديات. ويتم انتخاب مسئولي الحكومات من قبل المواطنين عبر انتخابات فردية في تلك المقاطعات، ولا يوجد نظام للتمثيل النسبي على المستوى الفيدرالي، وتتكون الحكومة الفيدرالية من ثلاثة فروع: السلطة التشريعية، والسلطة التنفيذية، والسلطة القضائية.

يحكم الولايات المتحدة منذ زمن بعيد نظام الحزبين في أغلب الأحيان (الحزب الديمقراطي، والحزب الجمهووري)، وكان هناك عدد من المؤثرات السياسية أبرزها عندما أصدر الكونجرس قانون الأمن القومي للتعليم الذي ينص على تقديم ربع مليون دولار سنويا لتحسين التعليم في المجالات التي تعتبر حيوية للأمن القومي واكتشاف الفضاء والاهتمام بتعليم العلوم واللغات الأجنبية ولاسيما الروسية وذلك بعد اطلاق الروس لصاروخ الفضاء سبوتنيك عام ١٩٥٧م (الوهابي وآخرون، ٢٠٢٠، ٢٩٠)،

وتمتلك الولايات المتحدة اقتصادا رأسماليا مختلطا تغذيه وفرة الموارد الطبيعية والبنية التحتية المتطورة والإنتاجية العالية، وطبقا لصندوق النقد الدولي يشكل إجمالي الناتج المحلي للولايات المتحدة البالغ ١٤,٨٧ تريليون دولار ٢٤ % من الناتج العالمي، كما يعد أكبر ناتج محلي إجمالي في العالم، وتعد الولايات المتحدة أكبر مستورد للسلع وثالث أكبر دولة مصدرة، ويشكل القطاع الخاص حوالي ٥٥,٣ % من الاقتصاد، بينما يمثل نشاط الحكومة الفيرالية ٢٤,١ % وأنشطة حكومات الولايات والسلطات المحلية ٢٠,٦ % المتبقية، وتعد الولايات المتحدة من الرواد في تصنيع المنتجات الكيماوية، كما أنها ثالث أكبر دولة منتجة للنفط في العالم وتعد أكبر مستورد له، كما أنها الدولة الأولى في العالم في إنتاج الكهرابء والطاقة النووية بالإضافة إلى الغاز الطبيعي السائل والكبريت والفوسفات والملح، في حين أن الزراعة تمثل أقل بقليل من ١ % من إجمالي الناتج المحلي، كما أنها أكبر منتج للذرة وفول الصويا.

وتعتبر الولايات المتحدة الأمريكية من الدول الرأسمالية، وهي تمتلك أكبر اقتصاد في العالم، وتتبنى الاقتصاد الحر القائم على الاستثمار والمنافسة التجارية، والولايات المتحدة لديها ثروات طبيعية كبيرة من الموارد ومصادر الطاقة، ورغم هذه الثروات فإنها أكثر البلدان استيرادا لمصادر الطاقة، كما تمثل أول قوة زراعية على المستوى العالمي سواء من حيث إنتاجها أو صادراتها، وقد حققت الولايات المتحدة الأمريكية تقدما كبيرا في النمو الاقتصادي خلال القرن العشرين وذلك لوجود نظام تعليمي قوي ذو جودة مرتفعة (Golden & Katz, 2009, 1)، تقف الولايات المتحدة الأمريكية منفردة على قمة منظومة الدول والمجتمعات التي تحولت إلى مجتمع المعرفة واقتصاد المعرفة، ومن أهم الاستراتيجيات التي اتخذتها للتحول إلى اقتصاد المعرفة: الاستثمار بقوة، وكفاءة التعلم، والتدريب على مختلف مستوياتها وفقا لرؤية واستراتيجية بعيدة المدى، بحيث يكون التعليم والتدريب مدى الحياة، وقد أثر هذا الفكر الاقتصادي على نظام التعليم بصفة عامة، والتنمية المهنية للمعلم بصفة خاصة، حيث يتحدد راتب المعلم في الولايات المتحدة الأمريكية في ضوء اربعة عوامل يظهر من خلالها أهمية الخبرة والتنمية المهنية والتدريب أثناء الخدمة، وهي: سنوات الخبرة كما تحددها كل ولاية، مستوى التعليم الحاصل عليه المعلم، نوعية التدريب الذي حصل عليه المعلم أثناء الخدمة، وكيفية احتساب عدد الساعات المكتسبة للمعلم من الجامعة وتكون ذات ارتباط بمجال العمل، وتأهيله المستمر للتدرج والترقي فيه (ميخائيل، ٢٠٢١، ٥٥٨)، وقد مرت

الولايات المتحدة الأمريكية بعدد من الأحداث الاقتصادية التي أثرت على التعليم بشكل عام، وعلى تشكيل وتأسيس العديد من مؤسسات التعليم، ولعل أهم تلك الأحداث الاقتصادية هو زيادة ميزانية التعليم لتتضاعف عدة مرات، والبدء في تأسيس العديد من الصيغ التعليمية (محمد، ٢٠٢٠، ١٦٧)، ولقد ارتفعت ميزانية التعليم عدة مرات حيث أثرت على التعليم تأثيرا ملموسا وتحولت الولايات المتحدة الأمريكية من مجتمع صناعي إلى مجتمع معلوماتي يتطلب اهتماما بالتعليم (الخيبري، ٢٠١٦، ١٢)، ويأتي اهتمام الولايات المتحدة الأمريكية بالتنمية المهنية لمعلمي STEM بعدما أصبح التنافس بين الدول قائما على امتلاكها للمعرفة، كما أصبحت الحلول الإبداعية أساس الاقتصاد الجديد، خاصة أنه اقتصاد مفتوح، كما أن الصراع العالمي في القرن الحادي والعشرين صراع على امتلاك المعرفة، ولذلك فقد زاد الانفاق على التعليم في الولايات المتحدة الأمريكية، وزاد الاهتمام بالمعلم وتنميته مهنيا، وخاصة أن سياسة التعليم في الولايات المتحدة ترتكز على الجودة والإبداع وتوفير خدمات تعليمية متميزة (Verger, 2014, 16)،

وتعد الولايات المتحدة رائدة في مجال البحث العلمي والابتكار التكنولوجي منذ أواخر القرن التاسع عشر، وتقود الولايات المتحدة العالم من حيث عدد أوراق البحث العلمي، ويملك الأمريكيون مستويات عالية من السلع الاستهلاكية التكنولوجية، كما أن نصف الأسر الأمريكية لديها إمكانية الاتصال بالإنترنت عبر حزم الاتصال عريضة النطاق،

وتدير الدولة والحكومات المحلية التعليم العام الأمريكي، وتنظمه وزارة التعليم الأمريكية من خلال فرض قيود على المنح الفيدرالية، ويجب على الأطفال في معظم الولايات الذهاب إلى المدرسة ابتداء من ستة أو سبعة أعوام (رياض الأطفال أو الصف الأول) حتى بلوغهم الثامنة عشر (نهاية المرحلة الثانوية)، وتمكن بعض الولايات الطلاب من ترك المدرسة في سن السادسة عشر أو السابعة عشر، ويلتحق حوالي ١٢% من الأطفال بمدارس خاصة دينية أو علمانية، وتحتل الجامعات الأمريكية مكانة مرموقة فوفقا للتصنيف العالمي لجامعات العالم تحتل عدد من الجامعات الأمريكية أولى المراتب حسب التصنيف منها جامعة هارفارد، جامعة يايل، معهد ماساتشوستس للتقنية، جامعة ستانفورد، جامعة كولومبيا، وجامعة كاليفورنيا، وغيرها.

وتعد الولايات المتحدة أمة متعددة الثقافات كونها تضم مجموعات متنوعة من المجموعات العرقية والتقاليد والقيم، وعلى الرغم من أن الثقافة السائدة في الولايات المتحدة لا تعترف بالطبقات، فقد حدد العلماء فوارقا بين الطبقات الاجتماعية في البلاد، والتي تؤثر على العلاقات الاجتماعية واللغة والقيم، (https://ar.wikipedia.org/wiki/)

وارتبط التعليم الأمريكي بالتراث الأوربي الذي حمله المهاجرون الأوائل الذين استوطنوا فيها حاملين معهم اختلافات كبيرة في اللغة والدين والثقافة والأصول السياسية والمكانة الاجتماعية والاقتصادية، وقد حمل أولئك المستوطنون أراءهم السياسية ومعتقداتهم الدينية وقيمهم الاجتماعية وعاداتهم، وظلت الولايات المتحدة الأمريكية خلال القرن التاسع عشر ملتقى هذه الثقافات المتباينة والوافدة إليها من مختلف البلاد الأوربية (الوهابي وآخرون، ٢٠٢٠، ٢٨٩)،

ونظام التعليم في الولايات المتحدة الأمريكية نظام لامركزي، ولهذا السبب فإن القوانين التي تحكم هيكل ومضمون برامج التعليم تتنوع بدرجة كبيرة من ولاية لأخرى، ومع ذلك تبدو هذه البرامج متشابهة بشكل ملحوظ بسبب العوامل المشتركة بين هذه الولايات كالحاجات الاجتماعية والاقتصادية، والتنقل المتكرر للطلاب والمعلمين من ولاية لأخرى، ومن ثم فإن التجريب والتنوع في كل ولاية لا يعوق دون ظهور شكل عام للنظام التعليمي في الولايات المتحدة الأمريكية (الخبيري، ٢٠١٦، ٤٦٤)،

يتأثر النظام التعليمي بما يسود المجتمع من عادات وتقاليد وقيم وثقافات؛ حيث يتأثر النظام التعليمي بالنظرة السائدة للعلاقة بين الفرد والمجتمع، والولايات المتحدة الأمريكية أمة متعددة الثقافات، وموطن مجموعة كبيرة متنوعة من الجماعات العرقية، ويعتبر التنوع الثقافي والعرقي والديني والطائفي مصدر قوة ونجاح الشعب الأمريكي، إلا أنه على الرغم من ذلك فهناك العديد من المشكلات التي يواجهها المعلمون، وخاصة المعلمين الجدد الذين يعانون من العزلة، وعدم وجود الدعم الكافي لهم، الأمر الذي يجعلهم يغادرون المهنة وعدم البقاء فيها، لذا فقد بحثت المدارس الأمريكية عن استراتيجيات حديثة تساعد على التخلي عن السلوكيات الانعزالية للمعلم والتعلم من الأقران (ميخائيل، ٢٠٢١، ٥٥٧)، وهناك العديد من العوامل المؤثرة، مثل: إعلان المحكمة العليا أن التفرقة لا تتفق مع قانون تكافؤ الفرص كان ذلك يخص الزنوج وبالتالي مساواتهم مع باقي الأمريكيين أدى ذلك إلى تطوير نظام تعليمهم

ومدارسهم، والهجرة المستمرة إلى الولايات المتحدة تفرض زيادة عدد المدارس لاستيعاب المهاجرين، وبعد انتهاء الحرب العالمية الثانية لصالح الأمريكيين، تم القيام بأعمال ملحة تطلبها المجتمع، وهذا فرض الاهتمام بالتعليم (الخبيري، ٢٠١٦، ٤٦٥).

وينقل النظام التعليمي في الولايات المتحدة الأمريكية مفهوم الديمقراطية إلى الأجيال التالية، ويهدف إلى تربية المواطن المتكامل الذي يعمل من أجل الديمقراطية، وهذا يعني أن النظام التعليمي جزء من المنظومة الاجتماعية لأي مجتمع، وهذا ما أكده الدستور الأمريكي الذي يدعو إلى الحرية وتحقيق مبدأ تكافؤ الفرص والمساواة، وانعكس ذلك على التعليم الأمريكي بكل مراحله وأنماطه، وخاصة في المرحلة الثانوية وذلك باعتبارها عاملا رئيسا في رعاية الطلاب المتفوقين، من خلال ما توفره من متطلبات مادية، وبشرية وتربوية (أبو ناصر والجعيمان، ٢٠١٢، ٩٨)، وإن مستقبل الولايات المتحدة ونجاحها في الاستمرار في قيادة العالم يتوقف على الأفكار المبتكرة والمهارات المتميزة التي يمتلكها أفراد المجتمع، وهو ما يحققه تعليم STEM الذي يساعد على إنتاج قوة بشرية قادرة على المنافسة العالمية (The President's Council of Advisors on Science and Technology, 2010, 1)،

وفي ضوء ما سبق يتضح أن الظروف والعوامل الثقافية المتميزة للولايات المتحدة الأمريكية من تمتعها بمساحة هائلة وقوة اقتصادية واحتلالها المركز الأول في النواحي الاقتصادية، وتمتعها باستقرار سياسي، وتنوع الجنسيات الموجودة بها، ساعد ذلك كله على التوسع في البرامج التدريبية لمعلمي مدارس STEM ، والتنوع في برامجها لمقابلة احتياجات المعلمين، ومواكبة المتغيرات المعاصرة، واحتياجات سوق العمل.

وقد اهتم التعليم الأمريكي منذ نشأته بتعليم العلوم والرياضيات باعتبارهما قاطرة التقدم لأي أمة تتطلع إلى الريادة وتقدم الصفوف، وأثر السياق الثقافي بالولايات المتحدة على النظام التعليمي، وساعد على تطوره، مما أسهم في ارتفاع مكانة المعلم علميا واقتصاديا واجتماعيا وثقافيا بصفة عامة، ومعلم مدارس STEM بصفة خاصة.

وعلى الرغم من القوة الاقتصادية للولايات المتحدة وتنوع مواردها الطبيعية إلا أنها اعتبرت الموارد البشرية من أهم الموارد، ويبدو ذلك جليا من خلال الاهتمام بالتعليم وبالمعلمين، وتحسين أحوالهم وتوفير مزيد من التمكين لهم، والاهتمام بانتقاء وجذب أفضل المعلمين للعمل، وتحفيزهم للعمل بمدارس STEM والاستمرار بها، كما كانت عملية التنمية

المهنية لمعلمي مدارس STEM مخططة ومنظمة وتتم وفق منهجيات علمية وسياسات تدريبية واضحة.

٨) نتائج دراسة وتحليل الخبرة الأمريكية في التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM :

باستقراء الخبرة الأمريكية في التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM يتضح تميز الخبرة الأمريكية في التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM وذلك كما يلي:

- تتميز الولايات المتحدة الأمريكية بميزات فريدة مثل عدد سكانها وأراضيها الشاسعة، وأنها أقوى اقتصاد في العالم.
- قطعت التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM خطوات كبيرة في تطوير أداء المعلمين، وتحسين قدراتهم وتطويرها.
- الاعتماد على المشاركة في إعداد وتنفيذ برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM، حيث تقوم العديد من المؤسسات سواء الحكومية أو الخاصة (بمقابل مادي أو بغير مقابل) بالعديد من الجهود في تنفيذ البرامج التدريبية؛ وهذا يؤكد على التواصل بين مؤسسات المجتمع، وارتباطها باحتياجات وطموحات المجتمع، والمساهمة في عملية صنع القرارات، وخلق شعور عميق بالانتماء المجتمعي.
- تتوافر البيئة المناسبة لنشر ثقافة التنمية المهنية، والرغبة في تجويد العملية التعليمية في مدارس STEM وتحقيق النمو المستمر للمعلمين، ورفع مستوى أدائهم المهني وتحسين اتجاهاتهم وصقل مهاراتهم، ورفع قدراتهم على الإبداع والتجديد، وهو ما يرجع إلى الثقافة الأمريكية وأيديولوجيتها في احتلال المراكز المتقدمة في تعليم العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا.
- أثر المناخ الاجتماعي للولايات المتحدة في إنشاء وتأسيس مدارس STEM ، لارتكازها على تعزيز تكافؤ الفرص التعليمية بين الطلاب، كما أن الظروف الثقافية للمجتمع الأمريكي ساهمت بشكل أساسي في نشأة وتطور تعليم STEM، من خلال القرارات والتشريعات التي أسست لهذا النوع من المدارس، وكان للظروف الاقتصادية الدور المهم في توفير الميزانيات والدعم الكامل لمدارس STEM ودعم التنمية المهنية للمعلمين، وكل ذلك علاوة على الظروف التكنولوجية التي تسهل عملية الاتصال والتواصل، وتساعد على سهولة الوصول إلى البرامج التدريبية وجعلها أكثر متعة، وفاعلية.

- يعد محتوى البرامج التدريبية لمعلمي STEM متكامل؛ حيث يشتمل على أنشطة للبحث العلمي، العمل الجماعي، المعارف المتخصصة، التواصل الفعال، المهارات التنظيمية، القيم الأخلاقية، المسئولية المجتمعية، الإبداع والابتكار، النمو والتعلم، وتقويم الطلاب.
- يتم تشجيع المعلمين على الالتحاق بالبرامج التدريبية سواء بشكل حضوري أو عن بعد وذلك من خلال الإعلان المتواصل على تلك الدورات التدريبية وتقديم بعض التخفيضات للمشتركين إذا كانت الدورات التدريبية عن بعد.
- يتمحور محتوى البرامج التدريبية لمعلمي STEM حول أنشطة التدريس، وأساليب تقويم الطلاب، وكيفية التعامل مع المشكلات بحلول إبداعية.
- يعد تعدد الثقافات وتباينها في الولايات المتحدة، والظروف الاجتماعية والثقافية المستقرة، أحد العوامل المهمة في الاهتمام بالبرامج التدريبية لمعلمي مدارس STEM ، والاتجاه نحو المستوى الإبداعي في المجتمع، والإعلاء من قيمة التعليم.
- تطور برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة الأمريكية نتيجة للعوامل والقوى الثقافية التي أثرت في نشرها والتوسع فيها، كما ساهمت القرارات والتشريعات المرتبطة بالتنمية المهنية في الاهتمام بتلك البرامج؛ فالعامل السياسي والمتمثل في الرغبة في وضع برامج تتناسب مع الإمكانات المتاحة، والسعي لإيجاد مخرجات قادرة على الإنجاز والنهوض والإسهام في التنمية الاجتماعية المستدامة، وكذلك العامل الاقتصادي والمرتبط بتقييم الاحتياجات التدريبية، ووضع الميزانيات اللازمة لتنفيذ البرامج التدريبية، وإمكانية توظيف التكنولوجيا الحديثة
- أتاحت الولايات المتحدة للمؤسسات الحكومية والخاصة القيام بإعداد برامج للتنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM، مما جعل للمؤسسات الخاصة في الولايات المتحدة الأمريكية دورا مهما في توفير برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM وتنوعها.
- أثر التنوع الثقافي في الولايات المتحدة الأمريكية في نشأة وتأسيس برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM وتعددها؛ فتنوع الظروف الثقافية في الولايات المتحدة ارتبط بشكل كبير في نشأة تلك المدارس، مما أدى إلى اللامركزية وعدم الارتكان للتنظيم الهرمي للبرامج التدريبية، والمركزية الشديدة في سلطة اتخاذ القرارات.

- كان الهدف من إنشاء مدارس STEM والاهتمام بالتنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة الأمريكية استجابة للقرارات السياسية في احتلال موقع المقدمة في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وتدعيم فرص الاختيار أمام الطلاب، وتمكينهم من أن يكونوا قوة دافعة للتقدم العلمي والتكنولوجي.
- تتيح برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة الأمريكية مساحة الحرية للمعلمين في الولايات المتحدة الأمريكية في الحصول على برامج التنمية المهنية، وتوفر الدعم المعنوي اللازم لديهم، وترتبط تلك البرامج بمشكلات الحياة الواقعية، كما يتنوع محتوى البرامج وفقا للمتغيرات المحيطة.
- يدير برامج التنمية المهنية في الولايات المتحدة الأمريكية مجالس أو هيئات مستقلة تتمتع بكامل الاستقلالية عن وزارة التعليم والمؤسسات التعليمية المختلفة، حكومية أو خاصة، مما منحها استقلالية في إصدار القرارات، والبرامج ومحتوياتها، والذي يخفف عن كاهل الحكومة في التخطيط والتنفيذ وتوفير الميزانيات اللازمة، كما أن معظم برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة بمقابل مادي؛ ويمكن تفسير ذلك في ضوء مفهوم "التخطيط التشاركي" والذي يعني وجود شركاء (مؤسسات قوية) من جانب المجتمع في صياغة خطط التنمية، وداعمة للتنمية المستدامة، وهو ما يعني وجود تقارب واتساق وثيق بين مؤسسات المجتمع المختلفة، وسعيا مشتركا نحو تحقيق الأهداف التنموية المطلوبة.
- تحرص الولايات المتحدة الأمريكية على توظيف التكنولوجيا الحديثة في برامج التنمية المهنية؛ اعتمادا على قوة البنية التحتية التكنولوجية، والتي تؤثر إيجابيا على نجاح البرامج التدريبية، كما تستخدم أفضل الطرق لتوظيف المستحدثات التكنولوجية والوسائط المتعددة والإنترنت لرفع جودة البرامج التدريبية لمعلمي مدارس STEM، ويمكن تفسير ذلك في ضوء مفهوم الفلسفة البراجماتية؛ والتي تنطلق من المستقبل، كما أنها تهتم بالنتائج العملية المؤثرة على السلوك والحياة، وأن الأفكار لابد أن تكون قابلة للتنفيذ.
- يتم التخطيط لبرامج التنمية المهنية لمعلمي STEM في الولايات المتحدة الأمريكية بشكل لا مركزي، والذي يعني البعد عن مفهوم "الإدارة المركزية" وهي الاتجاه نحو تركيز

السلطة في يد المستوى الإداري الأعلى، بحيث يمكنه وحده اتخاذ القرارات دون مشاركة المستويات الأخرى.

–تسعى برامج التنمية المهنية في الولايات المتحدة الأمريكية إلى تطوير أداء معلمي مدارس STEM ورفع كفاياتهم المهنية، وتدريبهم على المدخل التكاملي بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وذلك اعتمادا على تبني مفهوم التكامل بين مجالات STEM، وانطلاقا من مفهوم "إيجابية التطوير" والتي تشير إلى الجهود المتعمدة التي يبذلها الأفراد والمؤسسات لتنمية قدرات الأفراد ومهاراتهم، بما يمكنهم من المشارة الإيجابية في الأنشطة الإنتاجية.

– اهتمام الولايات المتحدة الأمريكية عند بناء فلسفة التعليم في مدارس STEM بتدعيم الاهتمام بالتنمية المهنية للمعلمين؛ لتأهيل الطلاب للالتحاق بعالم العمل، وإعداد العمالة الماهرة المؤهلة لقيادة الإنتاج وتحقيق التنمية المستدامة، ويمكن تفسير ذلك في ضوء مفهومي التعلم للعمل، وتعظيم الإنتاجية؛ واللذان يؤهلان الطلاب للالتحاق بسوق العمل، من خلال دمج التعليم والتدريب المهني بالتعلم في سوق العمل؛ والذي يمكن المعلمين من إكساب الطلاب المهارات المهنية للازمة لسوق العمل، وإكسابهم المهارات الحياتية، وآليات التواصل في بيئة العمل، وحل المشكلات والعمل ضمن فريق، واكتساب الخبرات اللازمة للحصول على عمل مناسب في المستقبل.

– إن الهدف الأساسي للتنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM هو اعتبار التنمية المهنية أحد الأسس لتمكين المعلمين من تعليم الطلاب وتدريبهم على اقتحام سوق العمل، وامتلاك القدرة على التوظيف الذاتي في المستقبل، ويمكن تفسير ذلك في ضوء مفهوم "التوجيه" والذي يعني توعية الطلاب وحثهم المستمر على العمل برغبة وحماس وملاحظتهم أثناء أدائهم لأعمالهم.

– تؤكد أهداف برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM في الولايات المتحدة الأمريكية على التخصص، والتوسع في تلك البرامج، ودعم التعلم الذاتي، والتركيز على التنمية المهنية المستمرة، وانعكاسها على أداء ومستويات الطلاب.

- تسعى برامج التنمية المهنية إلى تشجيع التركيز على خدمة المجتمع المحلي ومواكبة التطورات التكنولوجية المعاصرة، والسعي إلى تحقيق الجودة والممارسات المتميزة في برامج التنمية المهنية.
- تعتمد عملية التخطيط لبرامج التنمية المهنية في الولايات المتحدة الأمريكية على فلسفة تؤطر برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM وفق العوامل السياسية والاقتصادية والاجتماعية والثقافية التي تحدد طبيعة المجتمع، وارتباط رؤية التنمية المهنية بالارتقاء بأداء المعلمين وكفاياتهم من أجل الوصول بهم إلى مستوى متميز يمكنهم من تنمية قدرات الطلاب ومواهبهم ومهاراتهم المتخصصة، ويمكن تفسير ذلك في ضوء مفهوم "اقتصاد المعرفة" والذي يتهم بتحويل الطلاب إلى قطاعات منتجة ومستخدمة للمعلومات، حيث أن اقتصاد المعرفة يتطلب مجتمعا متعلما وماهرا، بإمكانه إنتاج المعرفة واستخدامها بفاعلية.
- تركز أهداف برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في الولايات المتحدة على تأهيل المعلمين للتعامل مع المراحل التعليمية المختلفة، ولا تقتصر على مرحلى التعليم الثانوي كما في بعض البلدان؛ ويرجع ذلك إلى أسبقية الولايات المتحدة في إنشاء مدارس STEM، وإيمانها بالفلسفة البراجماتية.
- عملت الولايات المتحدة على توظيف الثورة الهائلة التي حدثت في تقنيات الاتصالات والمعلومات في تنفيذ برامج التنمية المهنية، كما تدور أهداف البرامج التدريبية في الولايات المتحدة الأمريكية في إعداد جيل من الكوادر البشرية المؤهلة للمشاركة في سياق دولي متغير، والقدرة على تحليل مجالات التكامل بين مجالات STEM؛ لامتلاك القدرة على الإسهام المباشر في تطوير المجتمع وتنميته؛ للوصول به إلى مستوى التقدم المطلوب، ويمكن تفسير ذلك في ضوء مفهوم "تمكين المعلمين" والذي يعد ركيزة من ركائز العملية التعليمية، فالمدرسة التي لديها معلمين مؤهلين وذات كفاءة عالية من الخبرات والمهارات يتوافر لديها القدرة للاستمرار والتميز، ويمكنهم إطلاق العنان للطلاب لتفعيل معارفهم وقدراتهم الإبداعية.
- تسعى برامج التنمية المهنية في الولايات المتحدة الأمريكية إلى إمداد المعلمين بمعرفة واسعة ومتكاملة عن استراتيجيات التدريس المختلفة، ومساعدتهم على التخطيط الجيد

للدروس، وتشجيع المعلمين على المشاركة وإبداء الرأي في محتوى البرامج التدريبية المقدمة.

- أن التجربة الأمريكية طبقت تعليم STEM في المرحلة الثانوية ولم يتم التطبيق من بداية السلم التعليمي أو حتى في المرحلة الإعدادية على الرغم من تأكيد المجلس القومي الأمريكي على أهمية دمج مهارات وأنشطة STEM في مرحلة الطفولة المبكرة لما لها من دور في تحقيق النتائج المرجوة من نمو الطلبة في هذه المرحلة.

رابعا: الجهود المصرية الحالية في مجال التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM على ضوء السياق الثقافي المؤثر:

سعت وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني في مصر لمواكبة المستجدات الحديثة، وبذلت العديد من الجهود للتنمية المهنية لمعلمي التعليم العام، فقد تم تنفيذ العديد من البرامج التدريبية للمعلمين، حيث تم تدريب عدد كبير من المعلمين على استخدامات بنك المعرفة المصري، وتدريب قرابة ١٣٠ ألف معلما على منظومة التعليم الجديدة، بنسبة تقدر بـ ٣٧,٥% من إجمالي عدد معلمي المراحل المختلفة، ونسبة تقترب من ٧٩% من جملة معلمي مرحلة التعليم الثانوي العام، وذلك وفقا لتقديرات عام ٢٠١٨م (كمال الدين وصقر، ٢٠٢٠، ١٤٩٨).

ولقد بادرت وزارة التربية والتعليم بإنشاء مدارس المتفوقين الثانوية في العلوم والتكنولوجيا بهدف رعاية الموهوبين والمتفوقين، ونشر نظام تعليمي وهو نظام STEM في المدارس المصرية يعمل على تحقيق التكامل بين مناهج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بالاعتماد على المشروعات الاستقصائية والمدخل التكاملي في التدريس (وزارة التعليم المصرية، قرار وزاري رقم ٣٨٢).

ونشأت مدارس المتفوقين الثانوية في العلوم والتكنولوجيا STEM مصر استنادا إلى القرار الوزاري (٣٦٩) لسنة ٢٠١١م والذي ينص على إنشاء مدارس مصرية تسمى "مدارس المتفوقين الثانوية في العلوم والتكنولوجيا" تتبع وزارة التعليم (القراجي والسيد وأحمد، ٢٠٢٠، ٤٨٦).

وفي العام الدراسي (٢٠١٥– ٢٠١٦) تم التوسع في إنشاء سبع مدارس للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا في محافظات: الإسكندرية بمنطقة برج العرب، ومحافظة أسيوط بمدينة أسيوط، والأقصر بمدينة طيبة، ومحافظة البحر الأحمر بالغردقة، ومحافظة الإسماعيلية بالمجمع التعليمي، ومحافظة كفر الشيخ بمدينة كفر الشيخ، ومحافظة الدقهلية بمدينة جمصة، مع الحرص على اتباع مواصفات موحدة لجميع مدارس المتفوقين (توفيق وعبد المطلب، ٢٠١٩، ٢٦).

ثم شهد العام ٢٠١٩/٢٠٢٠م توسعا لمدارس العلوم والتكنولوجيا لتغطية المزيد من المحافظات داخل مصر، ليصل إجمالي عدد المدارس إلى ١٦ مدرسة، من خلال التعاون المباشر من قبل مشروع مدارس STEM المصرية ومع وحدة STEM المركزية واللجنة التنفيذية لـSTEM داخل الوزارة، ومراكز الوزارة ومكتب المستشارين والأكاديمية المهنية للمعلمين، ووصل عدد الطلاب الملتحقين بمدارس STEM إلى ما يقرب من ٣٠٠٠ طالبا في المدارس الإحدى عشرة (القراجي والسيد وأحمد، ٢٠٢٠، ٤٨٦).

ولما كانت التنمية المهنية حجر الزاوية في مواكبة المدارس للتطورات والتغيرات العالمية، ونظرا لأن معلمي مدارس STEM قد تم اختيارهم من قبل وزارة التربية والتعليم من ضمن المعلمين التابعين للوزارة، وكانوا يعملون بمدارس التعليم العام؛ حيث أجريت مقابلات مع المعلمين المتقدمين لاختيار من يمتلك الكفاءة للعمل في هذه المدرسة، لذا كان من الضروري الإعداد المهني لهؤلاء المعلمين بما يتناسب مع المهام والأعباء التي سيقومون بها في مدرسة STEM (يوسف، ٢٠٢١، ٣٩١).

لذا فقد قدمت مدرسة STEM خلال العام الدراسي ٢٠١١/٢٠١٢م برامج التطوير المهني والدعم للمعلمين، مع الالتزام المستمر بتعزيز الخبرات التعليمية، وقد تم توفير التمويل المطلوب لبدء التطوير المهني للمعلمين من قبل الوكالة الأمريكية للتنمية المقدر بمبلغ ٢٥ مليون دولار، كما قدمت منحة من شركة إكسون موبيل مصر بقيمة ٤٠٠,٠٠٠ دولار، وبمشاركة مؤسسة مصر الخير، ومن المساهمين في برنامج مدرسة STEM أكاديمية البحث العلمي في مصر، والجامعة البريطانية (BUE)، وجامعة القاهرة، والجامعة الأمريكية بالقاهرة، والمجلس الثقافي البريطاني، والدكتور أحمد زويل العالم المصري الحائز على جائزة نوبل (يوسف، ٢٠٢١، ٣٩٢).

كما وفرت وزارة التربية والتعليم الظروف الملائمة للتنمية المهنية لمعلمي STEM، حيث قامت الجامعة الأمريكية بالقاهرة America University of Cairo بتدريب معلمي STEM في مصر عام ٢٠١٢م، وعقدت مؤتمر عن تعليم STEM تم فيه إجراء كورسات Courses للمعلمين والطلاب عن كيفية تعليم مادتي العلوم والرياضيات بطريقة تكاملية (الجمال، ٢٠١٦، ٧٧).

لقد اهتم المسئولون بوزارة التربية والتعليم في مصر بإنشاء مدارس تتخذ من تعليم STEM أساسا لها، بهدف مواجهة المتغيرات الدولية في ظل التقدم العلمي والتكنولوجي، حيث تعتمد الدراسة في مدارس STEM على استخدام طرق تدريس متنوعة مثل: طريقة المشروعات ، وعلى المدخل التكاملي القائم على البحث والاستقصاء وذلك من خلال التعلم التعاوني في مجموعات صغيرة والتعلم الإلكتروني (رداد، ٢٠١٩، ٢٤٠).

١)مفهوم مدارس تعليم STEM في مصر:

تعرف مدارس تعليم STEM في مصر بأنها: مدارس تم إنشاؤها لكي يطبق الطلاب العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في سياق يربط بين المدرسة والمجتمع وسوق العمل، تهدف إلى إكساب الطلاب المهارات المطلوبة للنجاح ومواجهة التحديات اليومية والمستقبلية، ومهارات التفكير النقدي، ومهارات حل المشكلات، وقيادة التقدم في العلوم والتكنولوجيا، وكذلك القدرة على المنافسة في ظل اقتصاد المعرفة والاقتصاد الحر (مخلوف، ٢٠١٨، ٥٣)، وهي نمط تعليمي من بين المدارس الحكومية يعتمد على الربط بين أربعة مجالات (العلوم، الرياضيات، الهندسة، التكنولوجيا) من خلال سياق تكاملي لهذه المعارف، تتضمن سياقات ومواقف تدريسية تحاكي العالم الطبيعي بدلا من تدريسها بطريقة منفصلة؛ وذلك لتحقيق المعرفة الشاملة والمترابطة للموضوعات الدراسية التي تقدم للمتعلمين، مستخدمة الاستقصاء في الفكر، والذي يظهر توظيف مهاراته في المشروعات التي يقدمها الطلاب داخل المدارس (إسماعيل، ٢٠٢٠، ٢٥٠)، كما يقصد بها: أنها مدارس لرعاية المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات والاهتمام بقدراتهم، وتطبيق مناهج وطرق تدريس جديدة تعتمد على المشروعات الاستقصائية والمدخل التكاملي في التدريس، وتحقيق التكامل بين منهج العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا بما يكشف عن مدى الارتباط بين هذه المجالات لإعداد طالب لديه القدرة على التصميم والإبداع والتفكير النقدي،

وإكساب الطلاب مهارات التعلم التعاوني، بالإضافة إلى إعداد قاعدة علمية متميزة ومؤهلة للتعليم الجامعي والبحث العلمي (الموقع الإلكتروني لوزارة التربية والتعليم، moe.gov.eg/stem/goals.html).

٢) مبررات الاهتمام بالتنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في مصر:

نظرا لأن معلمي مدارس STEM قد تم اختيارهم من قبل وزارة التربية والتعليم من ضمن المعلمين التابعين للوزارة، وكانوا يعملون بمدارس التعليم العام؛ حيث أجريت مقابلات مع المعلمين المتقدمين لاختيار من يمتلك الكفاءة للعمل في هذه المدرسة، لذلك كان من الضروري الإعداد المهني لهؤلاء المعلمين بما يتناسب مع المهام والأعباء التي سيقومون بها في مدرسة STEM، لذلك فإن فرص التنمية المهنية للمعلمين متواصلة لتعزيز فهمهم للمادة التي يدرسونها، واستخدام أساليب التدريس المناسبة، وتطبيق استراتيجيات تقييم الفصول الدراسية المختلفة (يوسف، ٢٠٢١، ٣٩٢)، وذكر أحمد (٢٠١١، ٩) العديد من المبررات للتنمية المهنية للمعلمين؛ منها: الثورة المعرفية في جميع مجالات العلم والمعرفة، وتعدد أدوار المعلم ومسئولياته، وتحوله من ملقن للمعلومات إلى مساعد لاكتشافها، والتوجه العالمي نحو الجودة الشاملة في العملية التعليمية، وتعدد الأنظمة التعليمية، وتنوع أساليب التطوير والتعلم الذاتي؛ مما يفرض على المعلم ضرورة مواكبة تلك التطورات والتعاطي معها.

وفي ضوء ما سبق يمكن تحديد مبررات الاهتمام التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في مصر فيما يلي:

– مبررات مهنية: وتتمثل في رفع مستوى أداء معلمي مدارس STEM من خلال الارتقاء بكفاياتهم المتنوعة،

– مبررات تعليمية: حيث تنعكس نتائج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM على زيادة دافعية الطلاب، وتعزيز فرص الحصول على الخبرات التعليمية لديهم، والارتقاء بمستوى تحصيلهم، وهو ما يؤدي إلى تجويد العملية التعليمية وتميزها، وتحقيق النتائج المرجوة.

– مبررات اقتصادية: حيث تؤدي جودة أداء معلمي مدارس STEM إلى تحسين العملية التعليمية، والاهتمام بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، والتي بدورها تعمل على تعزيز الإبداع والابتكار والاكتشافات العلمية، وزيادة القدرة على الاستثمار في الأفراد المتميزين؛ بما يخدم الاقتصاد القومي والوصول إلى المنافسة العالمية.

٣) أهداف مدارس تعليم STEM في مصر:

يعد تعليم STEM مفتاح بناء قدرات تنافسية عالمية لمصر، لأن تغيرات القرن الحادي والعشرين تتطلب مهارات وقدرات جديدة للقوى العاملة لبناء وظائف جديدة، وإن لم تستطع مصر تلبية متطلبات هذه التغيرات ستكون خارج المنافسة، وأصبح تعليم STEM الشاغل الأكبر عالميا عند رسم السياسات والخطط التعليمية والاقتصادية لتوفير قوى عاملة ماهرة في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (مهنSTEM) لضمان الرخاء الاقتصادي المستقبلي في اقتصاد عالمي تنافسي، حيث إن (٧٥%) من المهن الأسرع نمو تتطلب مهارات STEM (توفيق وعبد المطلب، ٢٠١٩، ٢٠).

وحدد القرار الوزاري ٣٦٩ بتاريخ ١١/١٠/ ٢٠١١م أهداف مدارس المتفوقين في خمسة أهداف تم تعديلها إلى تسعة أهداف في القرار الوزاري ٣٨٢ بتاريخ ٢/١٠/ ٢٠١٢م (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٢، المادة ١)، وهي:

– رعاية المتفوقين في العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا والاهتمام بهم.

– تعظيم دور العلوم والرياضيات والعندسة والتكنولوجيا في التعليم المصري.

– نشر نظام تعليمي حديث وهو نظام STEM في المدارس المصرية.

– تشجيع التوجه نحو التخصصات العلمية لدى نسبة كبيرة من الطلاب في المرحلة الثانوية.

– تطبيق مناهج وطرق تدريس جديدة تعتمد على المشروعات الاستقصائية والمدخل التكاملي في التدريس.

– إكساب وتنمية ميول ومهارات الطلاب وزيادة مشاركتهم وتحصيلهم في العلوم والرياضيات.

– تحقيق التكامل بين منهج العلوم والرياضيات والتكنولوجيا والهندسة بما يكلف عن مدى الارتباط بين هذه المجالات لإعداد طالب لديه القدرة على التصميم والإبداع والتفكير النقدي.

– إكساب الطلاب مهارات التعلم التعاوني.

– إعداد قاعدة علمية متميزة ومؤهلة للتعليم الجامعي والبحث العلمي.

٤) أهمية التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في مصر:

برزت الحاجة للتنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في مصر؛ لتطوير مهاراتهم، فقد ازدادت الحاجة للتدريب مع ظهور التطورات المختلفة المحيطة بالعملية التعليمية من ثورة معرفية، وانفجار معرفي، وتطور تكنولوجي، وهو ما يقتضي النظر إلى كفايات المعلمين

وضرورة تطويرها؛ لكي يتفهموا التطورات الحديثة، ويطورون من أدائهم في التعامل مع الجوانب العملية بدلا من التركيز على الجوانب النظرية؛ حيث تسهم التنمية المهنية في تجديد معلومات المعلمين، وتغيير مهاراتهم ومواقفهم وسلوكياتهم؛ لتكون أكثر كفاءة وفعالية، والالمام بالاتجاهات الحديثة في التدريس وطرائقه، كما تعمل التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM على تنمية الخبرات الذاتية، والقدرات التطويرية، ونشر ثقافة التطوير الذاتي.

كما يمكن تحديد أهمية التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في مصر في العديد من الجوانب؛ منها:

- نشر الوعي لدى معلمي مدارس STEM بالفرص المناسبة للتعليم والتعلم، والتي يحتاجونها في تطوير أنفسهم وتطوير أدائهم، ومساعدة الطلاب على الإبداع والابتكار.
- تسهم التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في تنمية مهارات المعلمين في التعامل مع التكنولوجيا الحديثة، ومواكبة التطورات الجديدة في مجالات العلوم المختلفة.
- تزود التنمية المهنية المعلمين بأساليب إدارة المواقف التعليمية للتكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.
- تعمل برامج التنمية المهنية على استكمال ثقافة معلمي مدارس STEM، ومساعدتهم على فهم مشكلات الطلاب وحلها.
- تعمل برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM على زيادة قدرة المعلمين على تطبيق الأنشطة الإبداعية، واستثمارها لتنمية مهارات الطلاب وتلبية احتياجاتهم.
- تمكن برامج التنمية المهنية معلمي مدارس STEM من استثمار موارد البيئة بما يحقق أهداف عملية التعليم والتعلم.

٥) أساليب التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM:

هناك العديد من أساليب التنمية المهنية للمعلمين –ومن بينها معلمي مدارس STEM ، وهي كما يلي:

- المحاضرة: وتعد المحاضرة من أكثر الأساليب التدريبية شيوعا في البرامج التدريبية باعتبارها أسهل الأساليب الجماعية تنفيذا أو إدارة، فضلا عن تنظيمها لأعداد كبيرة بصورة اقتصادية، ومن مزايا هذه الطريقة: أن نفعها يقتصر على عرض بعض المشاكل على أن يقوم المتدربون بالتفكير فيها بأنفسهم، كما أنها تمتاز بسهولة وانخفاض تكلفتها،

وتفيد في إعطاء حقائق وبيانات تساعد الشخص الذي يتلقى التدريب في تحديد وجهة نظره بالنسبة للمسائل التي تعرض عليه (مسيل ودسوقي، ٢٠١٩، ٧٦).

- التدريب: ترفع الدورات التدريبية الكفاءة المهنية للمعلمين؛ لأنها تسهم في تطوير أسلوب الأداء أو تنوعه، والإبداع في استخدام التقنيات والوسائل التعليمية أو التدريس من خلال جهاز الحاسوب، والاستفادة من تكنولوجيا المعلومات، وأيضا الدورات التي تعقد في أساليب وطرائق التدريس وفن توصيل المعلومة (أنديجاني والغامدي، ٢٠٢١، ٣٢).
- المناقشة: ويعد هذا الأسلوب مصدرا للمعلومات لأنه يتيح الفرصة للمشاركة في المناقشة، وهو أسلوب مفيد في حالة المجموعات الكبيرة، حيث يجتمع المتدربون ليتحاوروا حول موضوع أو مشكلة معينة ترتكز على مشاركة المعلمين من أجل تنميتهم مهنيا، وتأخذ المناقشة عدة صور منها: المجموعات، الندوات، تمثيل المشكلات الاجتماعية، وتفيد المناقشة في: زيادة حصيلة المشتركين في المناقشة من الخبرة والمعرفة، وتزيد من النضج الفكري للمتدربين من خلال المناقشات الجماعية المفتوحة، وتمكن المتدربين المشاركين في المناقشة من تغيير سلوكهم التنظيمي إذا ما اقتنعوا بالنتائج التي تم الاتفاق عليها في المناقشة (مسيل ودسوقي، ٢٠١٩، ٧٨).
- العصف الذهني: يعمل هذا الأسلوب على تشجيع المعلمين المتدربين على إنتاج عدد كبير من الأفكار، والعمل على توليدها، بغرض تنمية قدراتهم العقلية وتوليد الأفكار حول مشكلة ما تطرح على المتدربين خلال الجلسة، ويمتاز هذا الأسلوب بجمع المعلومات بطريقة سريعة، والتشجيع على المشاركة، وتوليد أكبر عدد من الأفكار (حجازي، ٢٠١٨، ١٤١).
- التدريب الإلكتروني: ويتضمن استخدام التكنولوجيا الحديثة كالحاسب وشبكات الوسائط المتعددة من صوت وصور ورسومات وآليات للبحث والمكتبات الإلكترونية، حيث تقوم مراكز ومؤسسات التدريب بتصميم مواقع خاصة للتدريب على شبكة الإنترنت، يتعلم فيها المعلمون عن طريق الحاسب الآلي، ويتميز التدريب الإلكتروني بالمرونة؛ لأنه يساعد المتعلمين على التدريب والتعلم دون التقيد بالمكان والزمان.
- الأساليب الذاتية: وهي تلك الأساليب التي يتم بموجبها تزويد المتعلمين بالمعارف التي تساعد على تطوير كفاءته المهنية والعلمية وثقافته العامة، ومنها:

* التعليم بالمراسلة: وهو أسلوب تدريس يعتمد على إيصال مواد التدريب والتعليم إلى المعلمين في مقارهم، عن طريق المراسلة.
* التعليم المبرمج: وهو عبارة عن استخدام للمواد والإجراءات التي تكون برنامجا في التعلم الذاتي، والبرنامج عبارة عن سلسلة من العمليات المعدة سابقا لتشكل عملية تقدم للمتعلم تؤدي غلى توصيله إلى أغراض سلوكية محددة في التعليم.
* القراءة الموجهة والذاتية: وتعني التثقيف الذاتي؛ بحيث يقرأ الفرد كل ما يقع تحت عينه سواء في مجال تخصصه أو أي مجال آخر، فهو اسلوب تعليمي يهدف إلى تبصير المعلمين بكتب ودراسات تربوية يرى المدرب أنه سوف يقدم جانبا معرفيا للمعلمين (الذبياني، ٢٠١٤، ١٣٠).

– المؤتمرات العلمية: تعد المؤتمرات العلمية فرصة إيجابية لتلاقي الخبرات والأفكار في شكل جمعي، وفرصة للتدريب والمناقشة والاستفادة من الأراء والأفكار الجديدة، بالإضافة إلى أنها فرصة لاكتساب مزيد من المعلومات والخبرات والمهارات.

– الورش التعليمية: من أفضل أساليب التنمية المهنية التي تحظى بقدر كبير من النجاح والانتشار؛ لأنها تسير وفق نظام تعاوني في ضوء أسس من أهمها؛ وجود خبراء ومتخصصون يتوافر لديهم الوعي بنظام العمل والورش، والتخطيط الجيد للورشة بما يضمن نجاحها وتحقق أهدافها.

– التعليم عن بعد: يهتم بالحصول على المعرفة والعلم والتدريب الذي يحتاجه المعلم، وهو نموذج يعمل على توفير التعلم ونقل المعرفة للمتعلمين وتطور مهاراتهم في مختلف التخصصات (أنديجاني والغامدي، ٢٠٢١، ٣٢).

– الابتعاث: ويعد الابتعاث من الطرق المهمة لتحقيق التنمية المهمة للمعلمين، فالابتعاث يتيح للمعلم الاطلاع على المستجدات والطرق الحديثة في التدريس والاستفادة من الخبراء والمتخصصين، وتنوع طرق الابتعاث، فإما أن تكون زيارات متقدمة مختلفة أو تفرغ محدد المدة تسمح للمعلم الاطلاع والتدريب على الطرق الحديثة، وكيفية استخدام التكنولوجيا المتطورة (المهدي، ٢٠١١، ٣٨٦).

٦) معلم مدارس STEM في مصر:

تتمثل مهام معلم مدارس STEM في مصر فيما يلي:

- **ربط المشروع الذي يقدمه الطالب بالحياة الواقعية.**
- **دور المعلم كميسر يتيح الفرصة للطلاب لتنمية مهاراتهم في مجال اتخاذ القرارات وحل المشكلات، والتفاعل مع الآخرين، وتعلم مفاهيم جديدة وتطبيقها، واستخدام معارفهم ومعلوماتهم في سياقات تعليمية متنوعة.**
- **دور المعلم في الإشراف على مشاريع تخرج الطلاب، بما يسمح بالتعاون مع المعلمين، والتركيز على التعلم المستقل الذي يساعد في الرقي بمهارات التفكير العليا لدى الطلاب.**
- **دور المعلم في استخدام التكنولوجيا والبرامج الكمبيوترية، والبحث في سياقات حياتية حقيقية؛ للتأكد أن كامل الخبرة المأمولة من التعلم قد تم اكتسابها مع التركيز على العمل الجماعي والتعاوني (رضوان، ٢٠١٩، ٣٨).**

وبناء على ما سبق، وفي ضوء البحوث والدراسات فإن هناك العديد من جوانب القصور في التنمية المهنية للمعلم المصري بوجه عام، ومعلم STEM بوجه خاص، ويتمثل ذلك فيما يلي:

- **أن معايير برامج التنمية المهنية للمعلمين في مصر تعتمد على المعلم بشكل كبير، أكثر من اهتمامها بمحتويات البرامج والمراحل التي تمر بها وإدارتها، وتضارب الأدوار والتخصصات الأكاديمية مع بعض المؤسسات الأخرى (أحمد وحسن وصادق، ٢٠١٢، ٣٩).**
- **وجود قصور في تعليم STEM وقصور في إعداد المعلمين وبرامج تنميتهم لتحقيق التكامل بين مجالات STEM (محمود، ٢٠١٧، ٢٤٢).**
- **معظم التدريبات المتعلقة بالمعلمين تتم من خلال المعونة الأمريكية ومؤسسة تعلم العالم، وإهمال دور الأكاديميات المهنية للمعلم المنتشرة في المحافظات، وعدم وجود خطة استراتيجية لإحلال هذه الأكاديميات محلها.**
- **ندرة أعداد المعلمين المعدين والمدربين، وعدم وجود خطة للاحتفاظ بهم، هذا يمثل صعوبة في استبدال من تثبت ضعف كفاءتهم، وهذا نتيجة قصور التخطيط وإنشاء المدارس قبل الإعداد الكافي للمعلمين.**

- غياب دور كليات التربية في إعداد أو تنمية معلمي STEM أو في مرحلة الدراسات العليا باستثناء جامعة حلوان التي طرحت برنامج الدبلوم المهنية في التربية تخصص STEAMM بإضافة الآداب والفنون وعلم الصحة أو الطب، إلا أنها في حاجة إلى تدريب كوادرها. (محمود، ٢٠١٧، ٢٥٦).

ويتم اختيار المعلمين في مدارس STEM طبقا للمادتين (١١-١٢) من القرار الوزاري (٣٨٢) الصادر بتاريخ ٢/ ١٠/ ٢٠١٢م وذلك من خلال لجنة تشكل بقرار من وزير التربية والتعليم برئاسة رئيس قطاع التعليم العام وعضوية رئيس الأكاديمية المهنية للمعلمين، ورئيس الإدارة المركزية للتعليم الثانوي، وممثل لمجلس إدارة المدرسة، ومستشار المادة، ومدير المدرسة، وذلك عن طريق الإعلان بنظام التعاقد لمدة عام قابل للتجديد (مخلوف، ٢٠١٨، ٦٥)، وتم استبدال نص المادة رقم (١٢) من القرار الوزاري رقم (٣٨٢) الصادر بتاريخ ٢/ ١٠/ ٢٠١٢م بالنصر التالي: يشترط فيمن يتم اختيارهم لعضوية هيئة التدريس أو الإداريين أو أمناء المعامل وغيرهم الذين تحتاجهم المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا لمدة عام قابل للتجديد سواء من العاملين أو من غير العاملين في وزارة التربية والتعليم يفضل من يكون: قد سبق لهم السفر بالخارج في بعثات تعليمية وقاموا بالاطلاع على أحدث الطرق المتقدمة في التدريس، الحاصلون على درجة الماجستير أو الدكتوراه من المدرسين وأعضاء هيئة التدريس بالجامعات المصرية، ذوو الكفاءة المتميزة في التدريس من المدارس الرسمية للغات، المتخصصون في اللغة الإنجليزية ويفضل من اجتاز اختبارات المستوى في اللغة الإنجليزية (وزارة التربية والتعليم، المادة١، ص٤).

ويتم تدريب المعلمين الجدد على التدريس القائم على الاستقصاء بنظام المشروعات، وعلى المدخل التكاملي بنظام الكابستون Capstone والعمل التعاوني واللغة، قبل بدء عملهم؛ للتكيف طويل الأجل مع إطار مناهج STEM والتحديات الكبرى، وتطوير مشروعات كابستون Capstone ، ومقابلات فصلية مع القيادات لتنفيذ الاستراتيجية، وتقديم الدعم الفني، ومقابلات شهرية عبر مؤتمرات الفيديو والمنصة الرقمية (الهلالي، ٢٠٢١، ١١).

٧) بعض مؤسسات التنمية المهنية لمعلمي STEM في مصر:

أ–الأكاديمية المهنية للمعلمين:

تم إنشاء الأكاديمية المهنية للمعلمين بالقرار الجمهوري (١٢٩) لسنة ٢٠٠٨م، بتنظيمها وتحديد اختصاصاتها، كما صدر قرار رئيس مجلس الوزراء (١٣٢٢) لسنة ٢٠٠٨م بتشكيل مجلس إدارتها، وتتولى الأكاديمية المهام التالية:

- **المشاركة في وضع معايير جودة أداء أعضاء هيئة التعليم، وتطويرها.**
- **اقتراح سياسات ونظم تقويم الأداء المهني لأعضاء هيئة التعليم، وتطويرها.**
- **وضع سياسات جودة برامج التنمية المهنية، وخططها، ومعاييرها.**
- **إعداد برامج التنمية المهنية لأعضاء هيئة التعليم، وإدارتها عبر شراكة فاعلة مع الجامعات، ومراكز البحوث، والتنمية المهنية، والجمعيات الإقليمية ذات الصلة.**
- **دعم وحدات التدريب، والتقويم في المدارس؛ للارتقاء بالأداء المهني لأعضاء هيئة التعليم.**
- **توفير استشارات فنية لوزارة التربية والتعليم، والمديريات، والإدارات التعليمية، والمؤسسات المعنية بالتعاون مع كليات التربية، ومراكز البحوث، والتنمية المهنية في كل ما يحقق أهداف الأكاديمية (جمهورية مصر العربية، ٢٠٠٨، ١).**

وقامت الأكاديمية بالإشراف على تدريب ٩٥٠ ألف معلما من خلال كليات التربية على مستوى الجمهورية، في فروع الأكاديمية المنتشرة في الجمهورية، منهم تدريب ٣٠٠ معلما في اللغة الإنجليزية والعلوم والرياضيات (المهدي وحسين وحامد، ٢٠١٩، ١٢).

وباستقراء ما سبق يتضح أن هناك اهتماما على المستوى التشريعي والتنفيذي بالتنمية المهنية للمعلمين – ومنهم معلمي مدارس STEM – من أجل تنمية مهاراتهم وكفاياتهم في تطبيق المعرفة التكاملية بالرياضيات والعلوم والهندسة والتكنولوجيا؛ للارتقاء بأدائهم وتطويره باستمرار، وتمكينهم من دمج المفاهيم العلمية مع القضايا المحلية والعالمية ضمن سياق واقعي من خلال تطبيق الطلاب لمهارات التفكير العلمي، وزيادة قدرتهم على اتخاذ القرارات لمواجهة مشكلات الحياة اليومية، بما يسهم في تحقيق أهداف مدارس STEM .

ب– وحدات التدريب بمديريات التربية والتعليم والإدارات التعليمية بالمحافظات:

صدر القرار الوزاري رقم (٣٩٤) بتاريخ ٨ / ١٠/ ٢٠١٢م بشأن دور وحدات التدريب بمديريات التربية والتعليم والإدارات التعليمية بالمحافظات، وحدد في مادته الثانية أدوار وحدات التدريب بمديريات التربية والتعليم والإدارات التعليمية بالمحافظات فيما يلي (وزارة التربية والتعلين، ٢٠١٢، ٢):

–اعتماد الخطة التدريبية السنوية لها من الأكاديمية المهنية للمعلمين، لضمان أن تكون ضمن خطة التنمية المهنية الشاملة للمعلمين.

– اعتماد البرامج التدريبية التي يسعون لتقديمها من الأكاديمية المهنية للمعلمين، أو استخدام برامج تدريبية معتمدة من قبل الأكاديمية.

– الاستعانة بكوادر المدربين المعتمدين من الأكاديمية المهنية للمعلمين فقط في تنفيذ جميع البرامج التدريبية.

– توفير قاعات تدريبية مناسبة تتوافر بها الحد المناسب من أدوات ومستلزمات التدريب وفقا لمعايير الأكاديمية، وتقوم الأكاديمية بمراجعة مدى توافر تلك التجهيزات والمعايير المطلوبة.

– الاشتراك مع الأكاديمية المهنية للمعلمين في تحديد الفئات المستهدفة بالتدريب لضمان أن تكون ضمن الفئات التي تستهدفها الأكاديمية سواء في إطار الترقي أو التنمية المهنية.

– الالتزام بأن يتراوح عدد المتدربين في القاعة الواحدة ما بين (٣٠–٣٥) متدربا.

– تمنح وحدات التدريب شهادات باجتياز البرنامج التدريبي المقدم مع ذكر عنوانه وعدد الساعات التدريبية والفترة التي نفذ فيه البرنامج التدريبي.

– تعتمد تلك الشهادات من الأكاديمية المهنية للمعلمين حتى يستطيع المعلم أن يقدمها ضمن ملف الترقي الخاص به عند تقدمه للترقية من وظيفة إلى أخرى.

– تقوم الأكاديمية وفروعها بمتابعة تلك الوحدات عند تنفيذ تلك البرامج، كما تقوم باعتماد الشهادات الصادرة شريطة الالتزام بالبنود السابقة.

ج– وحدات التدريب والجودة بالمدارس:

تم إنشاء وحدة للتدريب في كل مدرسة طبقا للقرار الوزاري رقم (٩٠) بتاريخ ١٨/ ٤م ٢٠٠١م، وتم تغيير مسماها إلى وحدة التدريب والتقويم في نوفمبر ٢٠٠١م، وأخيرا ومع أنشاء هيئة الجودة والاعتماد أصبحت وحدة التدريب والجودة طبقا للقرار الوزاري رقم (١٣٧) بتاريخ ١١/ ٢/ ٢٠١٢م وتمثلت أهدافها في:

– وضع رؤية ورسالة وأهداف المدرسة.

– تحديد الأهداف المراد إنجازها سنويا من خلال الخطط السنوية في كافة المجالات والأنشطة.

– تحقيق أهداف الجودة في المدارس.

– التقويم الذاتي لجميع جوانب المنظومة التعليمية داخل المدرسة وفقا للمعايير المحددة للهيئة القومية لضمان الجودة والاعتماد (علام وجمال الدين وحسنين، ٢٠٢٠، ٤١٩).

وتتمثل أهداف الوحدة فيما يأتي:

–تنمية الكفايات المهنية والتخصصية والثقافية للمعلمين، ولجميع العاملين بالمدرسة خاصة المعينين الجدد منهم.

– توفير مناخ عام بالمدرسة يشجع على التنمية المهنية المستدامة بها.

– تنمية الأسلوب العلمي في التفكير والتفكير الناقد والقدرة على حل المشكلات لدى المعلمين والعاملين بالمدرسة بما يساعدهم على التجديد والتحديث والابتكار في عملهم.

– تنمية كفايات المعلمين والقيادات والإداريين، وغيرهم من العاملين بالمدرسة على استخدام التكنولوجيا المتطورة ومصادر المعرفة المتنوعة.

– تنمية الوعي والكفايات البحثية للمعلمين والعاملين في المدرسة من خلال قيامهم بإجراء بحوث ودراسات، تساعد في حل بعض المشكلات التعليمية الميدانية التي تواجههم.

– مواكبة التطورات والتجديدات التربوية في جميع مكونات المنظومة التعليمية (عطا، ٢٠٢١، ٢٠٧).

وباستقراء ما سبق يتضح اهتمام وزارة التربية والتعليم بالتنمية المهنية للمعلمين – ومنها معلمي مدارس STEM – ورفع كفاءتهم، حيث أصبحت التنمية المهنية للمعلمين ضرورة من ضرورات تجويد التعليم في ظل التغيرات والتطورات الحديثة، كما أنها مكونا رئيسا

لتطوير العملية التعليمية، من خلال تطوير قدرات المعلمين ومهاراتهم وخبراتهم المختلفة، وإعدادهم للقيام الأدوار المتغيرة التي تفرضها متغيرات العصر بطريقة أكثر كفاءة وفعالية؛ وسد الفجوة بين الأداء الواقعي والأداء المرغوب فيه، وهو ما ينعكس على تعلم الطلاب، وتعزيز مهاراتهم، وتمكينهم من التعامل بإيجابية مع متطلبات سوق العمل الميتقبلي.

٥) السياق الثقافي المؤثر على التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في مصر :

تقع جمهورية مصر العربية بين خطي عرض ٢٢، ٣٦ شمالا، ويحدها من الشمال البحر المتوسط ومن الشرق البحر الأحمر، وفي الشمال فلسطين، وفي الغرب ليبيا، ومن الجنوب السودان، وتبلغ مساحة مصر حوالي مليون كم ٢، وعدد السكان حوالي (١٠٤) مليون نسمة تقريبا (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، ٢٠٢٢، ١).

وتقع مصر عند ملتقى قارات العالم القديم : أفريقيا وآسيا وأوربا ، وتطل على بحرين هما البحر الأحمر والبحر المتوسط ، وارتباطا بهذا الموقع الجغرافي المتميز ظلت مصر منارة إشعاع للفكر والحضارة الإسلامية ، كما أن هذا الموقع الجغرافي بأبعاده الحضارية والإنسانية كانت له انعكاساته على تكوين الإنسان المصري.

ومصر بموقعها الجغرافي المهم والاستراتيجي في العالم جعلها مطمعا لكثير من الدول الاستعمارية على مر العصور ، إذ تعرضت لثلاث غزوات استعمارية أثرت بشدة على الحياة السياسية والاقتصادية والاجتماعية بشكل عام ما نتج عنه مشكلات في كافة القطاعات ، ومنها قطاع التعليم (أحمد، ٢٠١٥، ١١٠)، فبعد قيام ثورة ٢٣ يوليو ١٩٥٢م تغيرت ملامح المجتمع المصري، بما في ذلك التعليم ، حيث تحقق لمصر استقلالها السياسي والاقتصادي ، وتحررت من الضغوط الأجنبية ، ومع بداية التسعينات اتجهت مصر نحو الانفتاح الاقتصادي الذي كان السبب في التوسع في مشروعات تحسين التعليم (الجمال ، ٢٠١٠ ، ص١٦٤) .

ومصر دولة نظامها جمهوري ديمقراطي، وتنقسم السلطة فيها إلى ثلاث سلطات: السلطة التنفيذية والسلطة التشريعية والسلطة القضائية، وذلك بموجب أحكام مواد الدستور المصري،

ويتأثر مناخ مصر بعدة عوامل أهمها الموقع ومظاهر السطح والنظام العام للضغط والمنخفضات الجوية والمسطحات المائية؛ حيث ساعد ذلك كله على تقسيم مصر إلى عدة أقاليم مناخية متميزة، فتقع مصر في الإقليم المداري الجاف فيما عدا الأطراف الشمالية التي تدخل في المنطقة المعتدلة الدفيئة التي تتمتع بمناخ شبيه بإقليم مناخ البحر المتوسط الذي يتميز بالحرارة والجفاف في أشهر الصيف، وبالاعتدال في الشتاء مع سقوط أمطار قليلة تتزايد على الساحل.

ويعد العامل السياسي من أهم العوامل المؤثرة على التعليم في الدول، وبالتالي فهو أحد العوامل التي تؤثر على التعليم المصري ، فالنظام السياسي المصري يتسم بالمركزية ، وهو ما ينعكس على التنظيمات الإدارية المختلفة، حيث تتمركز عملية صنع واتخاذ القرار في مستوى الإدارة العليا ، مما يؤثر بدوره على التعليم ، وإن كان الاتجاه في الفترة الأخيرة إلى إعطاء بعض الصلاحيات للسلطات المحلية ، فإنه لا يمكن القول أن ذلك يعد تطبيقا للامركزية على الوجه الأكمل (أحمد، ٢٠١٥، ١١١)، ويمكن القول أن مدارس STEM لا تنعزل عن التغيرات السياسية المحيطة بها، حيث يمكن توجيه التغير السياسي بشكل إيجابي من خلال الحوار والمشاركة بين أعضاء المجتمع، وهذا بدوره يدعم جوانب التعلم والإبداع لديهم للتكيف مع الأوضاع والمتغيرات المحيطة (صقر، ٢٠١٣، ١٤٥).

وتتمتع مصر بالعديد من الموارد الطبيعية، فمن الموارد المائية بها ساحلي البحر الأحمر والمتوسط، إضافة إلى وجود ١٠ بحيرات طبيعية، بالإضافة إلى مورد المياه العذبة الرئيس وهو نهر النيل الذي يمتد بطول مصر، وساهم وجود نهر النيل في انتشار الرقعة الزراعية على طول ضفتيه، كذلك يوجد بمصر سلاسل جبلية تمتد في جبال البحر الأحمر وجبال سانت كاترين في سيناء، وقد ساهم التنوع في التضاريس والأماكن الجغرافية في توفير العديد من الثروات الطبيعية مثل الحديد والذهب والمنجنيز والفوسفات، وغيرها.

وتؤثر درجة النمو الاقتصادي تأثيرا واضحا على نظام التعليم وأهدافه وإدارته، وبالرغم من أن توفير المال للإنفاق على التعليم يعد شرطا ضروريا لكنه ليس كافيا لضمان جودة التعليم، ومع هذا فالدول التي تملك وفرة اقتصادية لديها الفرص والإمكانيات التي

تمكنها من الإنفاق على التعليم وتطويره، وقد تغيرت النظرة إلى التعليم من كونه سلعة استهلاكية أو خدمة إلى استثمار يعود بفائدة اجتماعية اقتصادية على الفرد والأسرة والمجتمع (غنايم، ٢٠١٩، ٣٢)، وتأتي العوامل الاقتصادية في مصر أحد العوامل المؤثرة على العملية التعليمية ، وتعاني مصر مثل غيرها من الدول النامية العديد من المشكلات ، والتي تتطلب تجويد التعليم ، لتحسين مخرجاته وربطها بسوق العمل، فالمعدلات العالية للتزايد السكاني تضيف أعباء مالية على التعليم ومشاكل أخرى تؤثر على جودته ، إلا أن الانتعاش الاقتصادي لمصر في فترة التسعينات كان سببا في التوسع بمشروعات تحسين النظام التعليمي (الجمال ، ٢٠١٠ ، ص ١٦٨) والتي من ضمنها عقد العديد من المؤتمرات والندوات ، وإجراء التدريبات ، وعقد الاتفاقات مع بعض المنظمات العالمية ، كما شهدت السنوات الأولى من القرن الحادي والعشرين بعض مشروعات التطوير منها : مشروع تطوير التعليم الثانوي (أحمد، ٢٠١٥، ١١١) .

كما تميزت الفترة الأخيرة في مصر الاتجاه نحو توظيف تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في المنظومة التعليمية ، وهو ما انعكس في إنشاء شبكات الفيديو كونفرانس ، والبوابة الالكترونية ، وعلى الرغم من ذلك إلا أنه مازال التعليم ومستوى الخريج لا يرقى لمستوى الخريج في الدول المتقدمة (أحمد، ٢٠١٥، ١١٢) .

وإذا كانت الزيادة السكانية تمثل تحديا رئيسا أمام مصر ، خاصة مع أنها تأتي في المرتبة السادسة عشر بين البلدان الأكثر كثافة في العالم ، وتحتل المرتبة الأولى في البلدان العربية ، فإن عدد الشباب في العمر من ٢٠ – ٥٠ سنة يمثلون ٤٤,٤٢ % من إجمالي سكان جمهورية مصر العربية (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء ، ٢٠١٤ ، ص٦) ، ولكن تعد الزيادة السكانية السبب الرئيس في وجود بعض المشاكل الاقتصادية والاجتماعية ، كما أنها تمثل مشكلة تعليمية في مصر ؛ نظرا لضعف قدرة الموارد الاقتصادية عن الوفاء باحتياجات المؤسسات التعليمية .

كما ارتبط بالزيادة السكانية زيادة الطلب الاجتماعي على التعليم ، وهو يعد أحد التحديات ، حيث إذا كان عالمنا يعيش حالة انفجار في عدد السكان فإنه يعيش أيضا حالة انفجار في الآمال وزيادة الطموحات والتطلعات التعليمية ، ولا يمكن للنظم التعليمية القائمة أن تحقق أهداف الأعداد المتزايدة من البشر والمطالبين بحقهم في التعليم والمتطلعين إلى

مجتمع المعلومات ، ولذا كان من الضروري إيجاد صيغ أو أشكال جديدة في مجال التعليم تعتمد على أدوات العصر ووسائله (بكر ، ٢٠١١ ، ص٤٧٠) .

وتعد مصر من أقدم الحضارات بالعالم التي ظهرت قبل كتابة وتدوين التاريخ، حيث استوطنتها الشعوب البدائية منذ القدم، تعود إلى أواخر العصر الحجري القديم، واستخدم فيها الإنسان المصري القديم أدوات من الحجر المنحوت نحتا بسيطا، وكان يستخدم الأخشاب والأحجار كأسلحة للصيد والدفاع عن نفسه.

وتنقسم مصر إلى ٧ أقاليم، وتضم هذه الأقاليم إجمالا ٢٧ محافظة، ويتركز معظم سكان مصر في وادي ودلتا النيل، لذا فإن كثافة المعمور المصري من أعلى الكثافات السكانية في العالم، بينما تعد الصحاري المصرية من أشدها إقفارا، ويتركز سكان مصر في ٧,٧ % فقط من إجمالي مساحة الجمهورية،

ويعد الاقتصاد المصري من أكثر اقتصاديات دول منطقة الشرق الأوسط تنوعا، حيث تشارك قطاعات الزراعة والصناعة والسياحة والخدمات بنسب شبه متقاربة في تطوينه الأساسي، ويعتمد اقتصاد البلاد بشكل رئيس على الزراعة وعائدات قناة السويس والسياحة والضرائب والإنتاج الثقافي والإعلامي والصادرات البترولية، وساهم الموقع الفريد لمصر لكونها كلتقى قارتي آسيا وأفريقيا في أن تكون من الدول الرائدة في التجارة، ومن أهم المنتجات التي تصدرها مصر إلى الخارج النفط ومشتقاته والقطن والمنسوجات والمنتجات المعدنية والكيماويات والمنتجات الزراعية، وأهم الواردات الآلات والمعدات والمركبات والمنتجات الغذائية والكيماويات ومنتجات الأخشاب والمنتجات المعدنية والوقود والزيوت الصناعية،

وتبلغ مساحة الرقعة الزراعية في مصر ٨,٥ مليون فدان، أي حوالي ٣,٥ % من إجمالي مساحة مصر، وتشكل الصادرات الزراعية مصدرا مهما للدخل القومي. وبدأت الصناعة في مصر منذ بدء حضارة مصر القديمة، فقد عرف قدماء المصريين استخراج المعادن كالنحاس والذهب والفضة وتصنيعها، كذلك عرفوا صناعة الآلات والأدوات الزراعية والمعدات الحربية وبناء السفن، وصناعات أخرى مثل المنسوجات

الكتانية والزيوت والحلي، واستمرت هذه الصناعات مع تطورها حسب كل حقبة، ومن أشهر المدن الصناعية في مصر: القاهرة، وشبرا الخيمة، وحلوان، ومدينة السادات، والعاشر من رمضان، والسادس من أكتوبر، والإسكندرية، والمحلة الكبرى، ونجع حمادي وكفر الزيات، وكفر الدوار والسويس.

وتعد مصر مقصدا للسياح على مر العصور لما تمتلكه البلاد من مقومات سياحية تضعها على الخريطة العالمية للسياحة، كذلك تعد السياحة مصدرا مهما للدخل القومي المصري، ويمكن تقسيم السياحة في مصر إلى أربعة أنواع رئيسة: السياحة الترفيهية، السياحة الثقافية، السياحة البيئية، السياحة العلاجية،

وبحسب الدستور المصري، فإن التعليم مجاني وإلزامي حتى نهاية المرحلة الثانوية أو ما يعادلها بحسب القانون، وتنفق الحكومة على التعليم ما لا يقل عن ٤% من الناتج القومي الإجمالي https://ar.wikipedia.org/wiki .

وتعد التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في مصر انعكاسا للظروف المجتمعية بجميع خصائصها السياسية والاقتصادية والاجتماعية والثقافية ، فمن استقراء تاريخ التعليم في مصر، يتضح ارتباط العملية التعليمية بالظروف المجتمعية؛ لارتباطها باحتياجات المجتمع من العمالة على المستويات المختلفة ، فهناك علاقة تأثيرية متبادلة بين النظام التعليمي وما يرتبط به من برامج – مثل برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM– والأوضاع الاقتصادية؛ فعند النظر للاقتصاد المصري يتضح حدوث تقلبات في سياسة الانفتاح الاقتصادي والاعتماد على الدعم الحكومي وكيفية التعامل مع آليات السوق، وتحرير الاقتصاد والانفتاح على الخارج، وصور مساهمة النظام الاقتصادي في تحسين وتطوير النظام التعليمي، وتوفير التمويل، وغير ذلك مما يؤثر على النظام التعليمي وبرامج التنمية المهنية بصفة عامة والتنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM بصفة خاصة.

كما أثر العامل السياسي على التعليم وبرامج التنمية المهنية، وخاصة في ظل الظروف التي مرت بها البلاد في الأعوام الأخيرة بعد ثورة ٢٥ يناير، وما تلاها من أحداث، وتطور الظروف المجتمعية السائدة والتي نادت باللامركزية والديمقراطية والمشاركة في الحياة السياسية وغير ذلك، والذي انعكس على النظام التعليمي وبرامج التنمية المهنية، كما كان

للعامل الاجتماعي أثرا واضحا على النظام التعليمي وبرامج التنمية المهنية للمعلمين خاصة مع زيادة عدد السكان وزيادة عدد الطلاب وكثافة الفصول وزيادة العبء التدريسي للمعلمين، والذي أدى إلى العجز في توفير الوسائل التكنولوجية الحديثة، وصعوبة وضع خطط مستمرة للتنمية المهنية للمعلمين وخاصة معلمي مدارس STEM.

كما كان لرغبة مصر في مواكبة المستجدات التكنولوجية المعاصرة وتلبية احتياجات سوق العمل الماهرة، ومواكبة متطلبات الثورة الصناعية الرابعة، والاهتمام بالتكامل بين تخصصات العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا، أثره في الاهتمام ببرامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM كجزء من الاهتمام ببرامج التنمية المهنية للمعلمين بصفة عامة، والذي تقوم به الأكاديمية المهنية للمعلمين في مصر ووحدات التدريب بالإدارات التعليمية؛ رغبة في تمكين معلمي STEM والارتقاء بجودة أدائهم، وزيادة فاعليتهم في التعامل مع طلبة مدارس STEM بما يحقق الجودة والتميز والمنافسة المحلية والعالمية.

خامسا: نتائج الدراسة:

في ضوء التحليل النظري للدراسة الحالية، ودراسة وتحليل خبرة الولايات المتحدة الأمريكية في التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM، أمكن التوصل إلى النتائج التالية:

- يعد المعلمون هم العنصر الأساسي في تجويد العملية التعليمية في مدارس STEM وهم مفتاح التقدم والتطوير وعليهم تقع المسئولية الكبرى في تحقيق أهداف تلك المدارس، مع ضرورة وجود الدوافع اللازمة لدى المعلمين في التطوير وتنمية قدراتهم وكفاياتهم.
- إن خطط التطوير للتنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في مصر هي خطط جزئية لا تراعي احتياجات المجتمع المصري، ومن ثم أثر ذلك على ضعف تنوع أنماط مدارس STEM في مصر، كما أن مدارس STEM حديثة الإنشاء.
- تعكس برامج التنمية المهنية في الولايات المتحدة الأمريكية الرؤية في ترسيخ الليبرالية وتحرر المجتمع الأمريكي الداعم للحريات، وهو ما يظهر في تنوع البرامج ما بين حكومية وخاصة (بمقابل مادي وبدون مقابل)، كما تعكس الرؤية المصرية لبرامج التنمية المهنية لمعلمي STEM الهوية الوطنية والثقافة الخاصة بالمجتمع المصري، وتطلعاته في تحقيق أهداف التنمية الشاملة؛ من خلال تركيز برامج التنمية المهنية

على الربط بين النظرية والتطبيق، ومعظمها جهود مرتبطة بمؤسسات رسمية حكومية؛ وهو ما يتفق مع النمط المركزي في التخطيط والتنفيذ لبرامج التنمية المهنية.

- تعد البرامج التدريبية المقدمة لمعلمي STEM في الولايات المتحدة الأمريكية نموذجا جيدا من حيث التخطيط والتنفيذ والتقويم والمتابعة، وتركيزها على مهارات القرن الحادي والعشرين، ومهارات سوق العمل.
- تقوم فلسفة برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM على إعداد معلمين متمكنين بالمعرفة والمهارات والكفاءات التي تمكنهم من الاستجابة لاحتياجات الطلاب ومتطلبات تعليم STEM على النحو الملائم، وقادرين على التعامل مع المهام الموكلة إليهم في القرن الحادي والعشرين.
- غياب فلسفة واضحة متكاملة لتدريب معلمي مدارس STEM في مصر على فكر تدريبي معاصر؛ حيث تقتصر أهداف البرامج التدريبية على ما تريده وزارة التعليم من المعلمين، دون الاهتمام بالاحتياجات التدريبية التي يجب أن يحددها بنفسه.
- ضعف مواكبة برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM في مصر للتوجهات العالمية في إعداد معلمين متمكنين من ثقافة البحث، والإبداع والابتكار في التعامل مع متطلبات تعليم STEM، وضعف القدرة على تنمية الكفاءة الذاتية للمعلمين.
- غياب سياسة واضحة لبرامج التنمية المهنية لمعلمي STEM في مصر؛ أدى إلى قلة وضوح البرامج التدريبية المطلوب تقديمها للمعلمين، للتمكن من التعامل مع تكامل مجالات STEM في ظل المتغيرات الحديثة، كما أن الجهود المبذولة لا تسير وفق خطة استراتيجية محددة ومعلنة.
- اتخذت مصر خطوات إيجابية نحو التوسع في برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM، ولكن تلك الجهود تأتي مركزية ضمن جهود وزارة التربية والتعليم لتدريب جميع معلمي الوزارة دون تخصيص خطط معينة لمعلمي STEM بما يؤدي إلى اضطراب البرامج التدريبية لمعلمي STEM في تركيزها على بعض الجوانب دون الأخرى، أو التركيز على بعض مجالات STEM دون المجالات الأخرى.

- برامج التنمية المهنية للمعلمين في مصر لها بعد سياسي؛ حيث تأتي ضمن جهود مركزية وهو ما يتفق مع النمط المركزي في إدارة التربية والتعليم في مصر، وإن كانت هناك بعض الجهود المحدودة التي تمثل النمط اللامركزي من خلال جهود الأكاديمية المهنية للمعلمين في كل محافظة.
- ركزت برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM في الولايات المتحدة الأمريكية على الجانب الأخلاقي، والمجتمعي، والتعلم الذاتي، والتعامل مع المصادر الرقمية، وإثراء التعلم، والتعامل مع مشكلات الحياة اليومية، ويرجع ذلك إلى تعدد موضوعات برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM في الولايات المتحدة الأمريكية واهتمامها بالجوانب الأخلاقية، والشخصية، العلمية، الاجتماعية، البيئية، والتكنولوجية للمعلمين.
- البداية المبكرة لمدارس تعليم STEM، وبالتالي برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM في الولايات المتحدة الأمريكية مكنها من توفير التنمية المهنية المستمرة، وبناء قدرات المعلمين، والتوافق مع توجه ورؤية الولايات المتحدة الأمريكية.
- مشاركة الجامعات في إعداد وتخطيط وتنفيذ برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM في الولايات المتحدة الأمريكية مكنها من تلبية احتياجات المعلمين من الكفايات، والوفاء بمتطلبات المجتمع من الكوادر المؤهلة القادرة على تحقيق العلاقة التكاملية بين مجالات STEM وبما ينعكس إيجابيا على تحقيق التقدم العلمي والتنمية الشاملة.
- قلة فرص التنمية المهنية لمعلمي STEM في مصر ، وإن توافرت فهي تنقصها الفعالية؛ حيث تتصف التدريبات بالشكلية وقلة ملاءمتها للاحتياجات الفعلية للمعلمين، ووجود قصور في تلك التدريبات على تنمية المهارات وفقا لمتغيرات سوق العمل.

سادسا: مقترحات تطوير برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM في مصر في ضوء الخبرة الأمريكية:

- ضرورة دراسة تجارب الدول المتقدمة في التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM والاستفادة منها بما يتناسب مع خصوصية المجتمع المصري؛ لاستخلاص الدروس اللازمة لتوفير البرامج والمبادرات والمشروعات الضرورية لتحقيق التنمية المهنية لمعلمي

مدارس STEM في مصر؛ لتأهيل المعلمين، والارتقاء بكفاياتهم المتنوعة، وتغيير المدارس نحو الأفضل.

- نشر ثقافة التنمية المهنية لدى معلمي مدارس STEM ، من خلال عقد الندوات والمحاضرات وورش العمل وغيرها؛ لتقوية دوافع المعلمين وتشجيعهم للالتحاق بالبرامج التدريبية في مجالات STEM، واعتبار التنمية المهنية أداة لتغيير أساليب تفكير المعلمين ليصبحوا أكثر قدرة على مساعدة الطلاب على تحويل الأفكار إلى مشروعات ناجحة.
- تحديد الاحتياجات التدريبية لمعلمي مدارس STEM للتعرف على أوجه القصور لديهم، ومعرفة معارفهم وقدراتهم ومهاراتهم المختلفة وأوجه النقص فيها، وتحديد الجوانب التي يحتاجون إلى تحسين وتطوير في ظل المتغيرات المحيطة ومتطلبات العصر الرقمي.
- تمكين معلمي مدارس STEM من كفاءات سوق العمل أثناء الالتحاق بالبرامج التدريبية، وتدريبهم على طرق التدريس الحديثة، وكيفية التعامل مع الأنواع المختلفة من الطلاب، واتباع أساليب الحوار والمناقشة والعمل التعاوني في التعامل مع الطلاب.
- عقد اختبارات دورية لمعلمي مدارس STEM؛ لتقييم أدائهم وفق أسس ومعايير موضوعية؛ للتعرف على قدراتهم المعرفية والتدريسية والثقافية والتربوية واتجاهاتهم نحو مهنة التدريس في مدارس STEM، وتطلعاتهم المستقبلية في هذا المجال.
- رفع كفاءة المعلمين في اللغة الإنجليزية، وتشجيع التنوع الثقافي وتشجيعهم على التواصل مع الثقافات الأخرى.
- مراعاة التوازن بين مجالات STEM في البرامج التدريبية، والإفادة من خبرة الولايات المتحدة الأمريكية في وضع برامج تدريبية متطورة تواكب كافة التغيرات التي تطرأ على سوق العمل العالمي.
- الاهتمام في البرامج التدريبية بتنظيم المشروعات، والمهارات المرتبطة ببيئة العمل المستقبلي، بما يؤهلهم لإعداد الطلاب لبيئة عمل ريادية، وإيجاد قاعدة عريضة من المبدعين في مجالات STEM.
- التركيز عند تصميم البرامج التدريبية لمعلمي مدارس STEM على أساليب المناقشة ودراسات الحالة، ومهارات سوق العمل المستقبلي، والإبداع والابتكار.

- عقد بروتوكولات تعاون بين الأكاديمية المهنية للمعلمين وكليات التربية؛ لتدريب معلمي مدارس STEM على أحدث طرق التدريس والنظريات التربوية، بما يحقق التنمية المهنية المستمرة للمعلمين.
- تشكيل مجلس أمناء لمؤسسات التنمية المهنية يتكون من بعض أعضاء هيئة التدريس بكلية التربية، وبعض المعلمين أصحاب الخبرة، ومدير الأكاديمية المهنية للمعلمين، ومديري مراكز التدريب الإدارات التعليمية، بالإضافة لبعض أولياء الأمور المهتمين وأصحاب الخبرة، وممثلين للمجتمع المحلي؛ وذلك لمناقشة الاحتياجات التربوية لمعلمي مدارس STEM وتقديم الدعم الكافي لهم لتنمينهم مهنيا بصورة مستمرة.
- الاطلاع على نتائج البحث الحالي، ونتائج البحوث ذات العلاقة في التعرف على خبرات وتجارب الدول الأجنبية في تقديم برامج التنمية المهنية لمعلمي STEM، لوضع معايير لتلك البرامج تتناسب وطبيعة المجتمع المصري وخصوصيته، وبعيدا عن الاقتباس والنقل المباشر.
- تأسيس لجنة بكل محافظة تتمتع بالكفاءة والمرونة والانفتاح للتواصل مع كليات التربية والجامعات من أجل تطوير خطط وبرامج التنمية المهنية لمعلمي STEM؛ في ضوء الاتجاهات العالمية المعاصرة.
- تشجيع كليات التربية على إنشاء برامج أو تخصصات لإعداد معلم مدارس STEM كما حدث في بعض الجامعات مثل جامعة عين شمس وجامعة جنوب الوادي، وتنميتهم مهنيا من خلال برامج للدراسات العليا.
- تشجيع الجامعات على تقديم برامج مشتركة مع مثيلاتها العربية والأجنبية، وفتح آفاق التعاون وتبادل الخبرات بين الجامعات المصرية والعربية بعضها ببعض وبينها وبين الجامعات الأجنبية في مجال التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM.
- العمل على حل المشكلات التي تواجه برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM وبما يتناسب مع تطوير وتحسين أدائها، وتدشين الأكاديمية المهنية للمعلمين لمجلة متخصصة في التنمية المهنية للمعلمين؛ يمكن من خلالها تعريفهم بالأساليب الحديثة في التخطيط والتنفيذ للتدريس وتقويمه، وكل ما هو جديد في هذا المجال.

- **تنظيم منتدى حواري لمعلمي مدارس STEM؛ للتعرف على خبرات بعضهم البعض والاستفادة منها، وتحقيق التشارك المعرفي فيما بينهم، وتشجيع المعلمين على إجراء أبحاث علمية لتطوير مدارس STEM والتعرف على مشكلاتها ووضع الحلول الإبداعية لتلك المشكلات، والأساليب الحديثة في التنمية المهنية.**
- **توفير قاعدة بيانات لمعلمي مدارس STEM على مستوى المدرسة، والإدارة والمديرية والوزارة، واحتياجاتهم التدريبية، وقدراتهم وخبراتهم؛ للاستفادة منها في إعداد برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM.**
- **زيادة المخصصات المالية اللازمة لتنفيذ برامج التنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM، للتوسع في تلك البرامج، وتطوير محتوياتها وتنوعها.**
- **وضع خطة استراتيجية للتنمية المهنية لمعلمي مدارس STEM، تلبي الاحتياجات الحالية والمستقبلية للمعلمين، وتراعي المتغيرات المعاصرة، ومتطلبات الثورة الصناعية الرابعة، على أن تكون عملية مؤسسية ولا مركزية، وتسهم في التخطيط لها وتنفيذها مؤسسات المجتمع المختلفة.**

المراجع

أولا: المراجع العربية:

إبراهيم، أسامة رءوف علي؛ مخلوف، سميحة علي؛ محمد؛ عبير أحمد (٢٠١٦). دور الأكاديمية المهنية للمعلمين في تحقيق التنمية المهنية المستدامة لأعضاء هيئة التدريس بمراحل التعليم قبل الجامعي. **مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية**، ٦(٢)، ٣٣٨– ٣٨٧.

أبو ثنتين، نواف رفاع مفرس (٢٠٢١). أثر توظيف منحى STEM في تدريس العلوم لتنمية مهارات اتخاذ القرار لدى الطلاب الموهوبين بالمرحلة المتوسطة بمحافظة عفيف. **مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية**، ٢٩(١)، ٢٨٨– ٣١٧. https://doi.org/10.33976/IUGJEPS.29./2021/12

أبو رية، حنان حمدي أحمد؛ عبد العزيز، دعاء عبد الرحمن (٢٠٢٠). ممارسات الاستقصاء العلمي الأصيل لدى طلاب الدبلوم المهني في ضوء مدخل STEM واستعدادهم لتطبيقها مستقبليا في دروس العلوم. المجلة التربوية، كلية التربية، جامعة سوهاج، ٨٣(٢)، مارس، ٩٨٢– ١٠٥٩. DOI:10.12816/EDUSOHAG.2021.143607

أبو لين، إيناس موسى خليل (٢٠١٧). التطوير المهني للمعلمين الفلسطينيين نحو استخدام المستحدثات التكنولوجية في ضوء خبرات بعض الدول. **مجلة جامعة الاستقلال للأبحاث**، ٢(١)، ١٣٧– ١٦٤.

أبو ناصر، فتحي محمد؛ الجعيمان، عبد الله محمد (٢٠١٢). **الإدارة والسياسات التربوية في مجال الموهوبين والمبدعين**. الرياض: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

أحمد، أحمد إبراهيم؛ حسين، سلامة عبد العظيم؛ محمد، فاطمة السيد صادق محمد (٢٠١٢). معايير اعتماد برامج التنمية المهنية للمعلمين في مصر، رؤية نقدية ونظرة عصرية. **مجلة كلية التربية ببنها**، ٩١، يوليو، ٣١– ٤٤.

أحمد، محمود حافظ؛ محمود، شوقي حسانين (٢٠١١). فاعلية برنامج تدريبي في التنمية المهنية لمعلمي الدراسات الاجتماعية في الحلقة الأولى من التعليم الأساسي في ضوء الاتجاهات العالمية المعاصرة. **مجلة الجمعية التربوية للدراسات الاجتماعية**، ٢٧(٣)، ١١٦– ١٤٠.

جمهورية مصر العربية (٢٠٠٨). قرار جمهوري رقم (١٢٩) لسنة ٢٠٠٨ بشأن تنظيم الأكاديمية المهنية للمعلمين وتحديد اختصاصاتها، الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية، القاهرة.

آل فرحان، إبراهيم أحمد (٢٠١٨). برنامج مقترح للتنمية المهنية لمعلمي العلوم والرياضيات في ضوء مدخل التكامل بين العلوم التقنية والهندسة والرياضيات STEM. **مجلة كلية التربية**، جامعة أسيوط، ٣٤(٥)، مايو، ٢٥١– ٢٨٦.

أنديجاني، سامي مشرب عصام الدين؛ الغامدي، عمير سفر عمير (٢٠٢١). أثر التنمية المهنية للمعلمين في تعزيز التميز المؤسسي لمدارس التعليم العام بمكة المكرمة من وجهة نظر المشرفين التربويين. **مركز رفاد للدراسات والأبحاث**، ١٠(١)، ٢٧– ٤٨.

أحمد، محمد جاد حسين (٢٠١٥). خصائص القيادة المدرسية العالمية ودرجة تحققها لديري المدارس الثانوية في مصر وسلطنة عمان، دراسة مقارنة. **مجلة الإدارة التربوية**، ٢(٥)، يونيو، ٦٥– ٢٠٧.

أحمد، محمد جاد حسين (٢٠١٥). متطلبات تطبيق ستة سيجما لتحقيق الميزة التنافسية بالجامعات، دراسة تطبيقية على بعض كليات جامعة جنوب الوادي. **مجلة كلية التربية، جامعة عين شمس**، ٣٩(٣–أ)، ٩٩– ٢٣٤.

الأحمدي، مها خليل محمد (٢٠١٩). الكفايات المهنية اللازمة للمعلمين المعنيين بتطبيق مدخل STEM في المدارس من وجهة نظرهم. **مجلة البحث العلمي في التربية**، كلية البنات للآداب والعلوم والتربية، جامعة عين شمس، ٢٠(١١)، ١٤٧– ١٨١.

الأحول، مروة نبيل عبد النبي (٢٠٢١). فاعلية وحدة مطورة في الرياضيات قائمة على مدخل STEM ومعايير الممارسة الرياضية CCSSM لتحسين قدرة تلاميذ المرحلة الإعدادية على حل المشكلات الرياضية الحياتية. **مجلة تربويات الرياضيات**، ٢٤(٢)، يناير، ٢٠٧– ٢٧٤.

أحمد، أحمد إبراهيم؛ حسن، سلامة عبد العظيم؛ صادق، فاطمة السيد (٢٠١٢). معايير اعتماد برامج التنمية المهنية للمعلمين في مصر: رؤية نقدية ونظرة عصرية. **مجلة كلية التربية**، جامعة بنها، ٢٣(٩١)، ٣١– ٤٤.

إسماعيل، علا عاصم السيد (٢٠٢٠). إشكاليات مشروع الكابستون بمدارس العلوم والتكنولوجيا STEM ومتطلبات مواجهتها، دراسة ميدانية بمحافظة الدقهلية. **مجلة كلية التربية ببنها**، ١٢٤(٣)، أكتوبر، ٢٣٧– ٣١٢.

بهزادي، كلثوم حسين عوض (٢٠٢٠). الريادة الاستراتيجية كمدخل لتطوير التنمية المهنية للمعلمين بدولة الكويت. **مستقبل التربية العربية**، ٢٧(١٢٥)، مارس، ٣٨٩– ٤٧٨.

توفيق، صلاح الدين محمد؛ عبد المطلب، أحمد عابد إبراهيم (٢٠١٩). مستقبل مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM من منظور منهجية ستة سيجما وأسلوب السيناريو. **مجلة كلية التربية ببنها**، جامعة بنها، ١١٨(١)، أبريل، ١– ٩٠.

الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء (٢٠٢٢). عدد سكان مصر، متاح على: https://www.capmas.gov.eg/Pages/populationClock.aspx

جوهر، علي صالح حامد؛ حواتر، رنا محمد السعيد عبد الفتاح؛ إسماعيل، توفيق علي (٢٠١٨). معوقات التنمية المهنية لمشرفات رياض الأطفال في مصر. **مجلة القراءة والمعرفة**، الجمعية المصرية للقراءة والمعرفة، كلية التربية، جامعة عين شمس، ٢٠١، يوليو، ٢٩٩– ٣٢٠.

حداد، ديانا نعيم (٢٠١٩). اتجاهات معلمي ومعلمات اللغة الإنجليزية في مدارس مديرية تربية وتعليم لواء بني عبيد نحو برامج التنمية المهنية المقدمة لهم. **مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية**، جامعة بابل، ٤٢، ١٤٣– ١٦٠.

حجازي، هناء شحات السيد إبراهيم (٢٠١٨). المنظمة المتعلمة مدخل لتفعيل التنمية المهنية للمعلمين، دراسة تحليلية. **مجلة كلية التربية**، جامعة بنها، ٢٩(١١٦)، أكتوبر، ١١٣– ٢٢٧.

حسن، إبراهيم محمد عبد الله (٢٠٢٠). تعليم STERM دمج الروبوتات في مدخل تكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM. **مجلة تربويات الرياضيات**، ٢٣(٣)، أبريل، ٧– ٢٣.

حسن، إبراهيم محمد عبد الله (٢٠٢١). مدخل تكامل العلوم والتكنولجيا والهندسة والرياضيات STEM. **المجلة الدولية للبحوث في العلوم التربوية**، المؤسسة الدولية لآفاق المستقبل، ٤(٤)، أكتوبر، ٩٩– ١٣٦.

حسن، إبراهيم محمد عبد الله؛ حسين، هشام بركات بشر (٢٠٢١). تصورات معلمي الرياضيات عن مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفن والرياضيات STEM. **مجلة تربويات الرياضيات**، ٢٤(٤)، أبريل، ١١١– ١٣٧.

حويل، إيناس إبراهيم أحمد؛ الأسمري، نورة عبد الرحمن علي سعيد (٢٠٢١). تطوير تعليم STEM في المرحلة القانوية في المملكة العربية السعودية في ضوء خبرة بعض الدول، دراسة مقارنة. **مجلة شباب الباحثين**، جامعة سوهاج، ١ (٨)، يوليو، ١٦٥– ٢٣٣.

خليل، نبيل سعد (٢٠٠٣). دراسة مقارنة الإدارة التعليمية في كل من فرنسا والولايات المتحدة الأمريكية وإمكان الإفادة منها في مصر. **مجلة التربية**، تصدر عن الجمعية المصرية للتربية المقارنة والإدارة التعليمية، ٩، يونية، ٧٧– ١٤٦.

الخيبري، ابتسام ياسف (٢٠١٦). تطوير نظام إعداد المعلم والمشرف التربوي في المملكة العربية السعودية في ضوء تجربة الولايات المتحدة الأمريكية. **مجلة كلية التربية**، جامعة الأزهر، ٣٥(١٧١)، ١– ٢٩.

الدبيان، عهود حمد محمد (٢٠٢١). الاحتياجات التدريبية في ضوء مدخل التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM لمعلمات الرياضيات في مدينة الخبر. مجلة العلوم التربوية والنفسية، ٥(١٥)، أبريل، ١٩– ٤٨. DOI:http://doi.org/10.26389/AJSRP.H211120

الذبياني، منى سليمان (٢٠١٤). تجارب بعض الدول في إعداد المعلم وتنميته مهنيا وإمكانية الإفادة منها في المملكة العربية السعودية. **مجلة دراسات تربوية ونفسية** (مجلة كلية التربية بالزقازيق)، جامعة الزقازيق، ٨٥(٢)، أكتوبر، ١٠٣– ١٥٩.

الرابغي، منيرة محمد (٢٠١٩). استخدام المقررات الإلكترونية مفتوحة المصدر (MOOCs) في التنمية المهنية لمعلمات العلوم في مدينة جدة. **مجلة العلوم التربوية والنفسية، المجلة العربية للعلوم ونشر الأبحاث**، ١٠(٣)، ٩٥– ١٢٦.

رداد، أشرف منصور البسيوني (٢٠١٩). الثقافة المعلوماتية لطلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM في مصر ودور النظام التعليمي بتلك المدارس في تعزيزها، دراسة ميدانية. **المجلة الدولية لعلوم المكتبات والمعلومات**، الجمعية المصرية للمكتبات والمعلومات والأرشيف، ٦(٢)، يونيو، ٢٣٩– ٢٩٣.

رضوان، عمر نصير مهران (٢٠١٩). مدارس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في الولايات المتحدة الأمريكية ومصر، دراسة مقارنة. مجلة التربية الدولية والمقارنة، ١٢، ديسمبر، ١١– ١٤١.

الزائدي، أحمد محمد؛ أحمد، أشرف السعيد (٢٠١٥). التنمية المهنية المستدامة لمعلمي المدارس الثانوية بمحافظة جدة في ضوء متطلبات معايير الاعتماد المهني، تصور مقترح. **مجلة مستقبل التربية العربية**، المركز العربي للتعليم والتنمية، ٢٢(٩٤)، أبريل، ٣٣١– ٤٥٨.

السبيل، مي عمر عبد العزيز (٢٠١٥). أهمية مدارس العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في تطوير تعليم العلوم: دراسة نظرية في إعداد المعلم. **مجلة الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس**، القاهرة، أغسطس، ٢٥٤– ٢٧٨.

السلامات، محمد خير محمود (٢٠١٩). تصورات معلمي علوم المرحلة الثانوية حول منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM وعلاقتها ببعض المتغيرات. **دراسات، العلوم التربوية**، ٤٦(١)، ٧٤٣– ٧٦١.

السلمي، سلطان رجا الله سلطان؛ الحارثي، عبد الرحمن محمد نفيز (٢٠٢١). إسهام التعليم التطوعي عبر المنصات الافتراضية في التنمية المهنية للمعلمين. **مجلة جامعة الملك عبد العزيز، الآداب والعلوم الإنسانية**، ٢٩(٣)، ١٩٥– ٢٢٩.

سليمان، خليل (٢٠١٧). الممارسات التدريسية لمعلمي العلوم بالمرحلة الثانوية في ضوء مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM. **مجلة التربية العلمية**، الجمعية المصرية للتربية العلمية، ٢٠(٨)، ٦٧– ١٠٧.

الشبل، منال عبد الرحمن يوسف (٢٠٢٠). نموذج مقترح لإعداد معلم الرياضيات للموهوبين والمتفوقين في ضوء مبادئ STEAM . **مجلة تربويات الرياضيات**، ٢٣(١)، يناير، ٢٥٥– ٣٠٤.

الشياب، معن قاسم محمد (٢٠٢٠). متطلبات التنمية المهنية اللازمة لمعلمي العلوم لتنفيذ مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM . **مجلة العلوم التربوية والنفسية**، جامعة القصيم، ١٣(٣)، مارس،١٢٠١– ١٢٢٩.

صقر، ولاء السيد عبد الله (٢٠١٣). التربية السياسية لطلاب المرحلة الثانوية العامة، دراسة مقارنة في جمهورية مصر العربية وأيرلندا وفنلندا. **مجلة التربية**، ٣٦(١٥)، ١٥٨– ٢٣١.

الصلاحي، محمد عيسى شنان (٢٠١٩). الاحتياجات التدريبية لمعلمي الرياضيات في ضوء مدخل التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM. **مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والنفسية**، ١١(١)، سبتمبر، ١– ٢٧.

العازمي، أماني راشد حمدان علي (٢٠٢١). الاتجاهات العالمية المعاصرة في التنمية المهنية للمعلمين. **مجلة الثقافة والتنمية**، جمعية الثقافة من أجل التنمية، ٢٠(١٦٤)، مايو، ٧٧– ١٠٦.

عاشور، أريج مسعود سلامة سالم (٢٠٢٠). **تطبيق STEM منهج في رياض الأطفال في دولة قطر وأثره على كل من الطفل والمعلم والعملية التعليمية من وجهة نظر المعلمات.** رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة قطر.

عامر، طارق عبد الرءوف (٢٠١١). **النمو والتنمية المهنية للمعلم، التدريب أثناء الخدمة.** القاهرة: طيبة للنشر والتوزيع.

عبد الرءوف، مصطفى محمد الشيخ (٢٠١٧). تصور مقترح لتطوير الأداء التدريسي لمعلمي العلوم بالمرحلة الإعدادية في ضوء معايير توجه STEM . **مجلة التربية العلمية**، الجمعية المصرية للتربية العلمية، ٢٠(٧)، ١٣٧– ١٩٠.

عبد الرحمن، إيمان جميل؛ تادرس، إبراهيم حربي (٢٠١٣). اتجاهات أعضاء هيئة التدريس بالكليات الجامعية المتوسطة الحكومية الأردنية نحو برامج التنمية المهنية. **دراسات**، العلوم التربوية، ٤٠(١)، ١–١٣.

عبد السلام، أماني محمد شريف (٢٠١٩). معايير إعداد معلم STEM في ضوء تجارب بعض الدول، دراسة تحليلية. **مجلة كلية التربية**، جامعة أسيوط، ٣٥(٥)، مايو، ٣١٤– ٣٥٩.

عبد العال، هدى معوض عبد الفتاح (٢٠٢٠). تفعيل دور جامعة الطفل بجامعة الفيوم في دعم تعليم STEM في ضوء "الاستراتيجية القومية للعلوم والتكنولوجيا والابتكار ٢٠٣٠" وخبرتي الولايات المتحدة الأمريكية واستراليا. المجلة التربوية، كلية التربية، جامعة سوهاج، ٧٧، سبتمبر، ٢٩١٨– ٣٠٤٥. DOI:10.12816/EDUSOHAG.2020.107780

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

عقل، مجدي سعيد؛ أبو سكران، محمد نعيم (٢٠٢٠). تطوير نموذج تعليمي قائم على أنشطة STEM لإنتاج المشاريع التعليمية الإبداعية. **مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية**، ٢٨(٧)، ٣٢– ٥٦.

عقل، مجدي سعيد؛ صالح، نجوى فوزي؛ صيام، شيماء عبده (٢٠٢٠). فاعلية منحى STEM في تنمية مهارات اللغة العربية لدى طلبة الصف الثاني الأساسي. **مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية**، ٢٨(١)، ٢٥– ٤٧.

علام، منال محمد السيد؛ جمال الدين، نادية؛ حسنين، محمد رفعت (٢٠٢٠). تطوير وحدات التدريب في ضوء متطلبات الجودة بمدارس التعليم الأساسي. **مجلة القراءة والمعرفة**، الجمعية المصرية للقراءة والمعرفة، ٤٠٩– ٤٣٥.

علي، عادل سيد (٢٠١٢). **التنمية المهنية لمعلمي التعليم الصناعي.** القاهرة: المجموعة العربية للتدريب والنشر.

علي، علي طاهر عثمان (٢٠١٦). تصور مقترح للتطوير المهني لمعلمي الرياضيات في المملكة العربية السعودية وفقا لتوجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM. **مجلة العلوم التربوية**، ١(٢)، ٤١– ٧٦.

عليان، شاهر ربحي؛ المزروعي، يوسف عبيد (٢٠٢٠). معوقات تطبيق منحى STEM في تدريس العلوم من وجهة نظر المعلمين في سلطنة عمان. المجلة العربية للعلوم ونشر الأبحاث، **مجلة العلوم التربوية والنفسية**، ٤(٢)، يناير، ٥٧– ٧٤.
DOI:https://doi.org/10.26389/AJSRP.S061119

العمري، ناعم محمد (٢٠١٩). فاعلية تدريس وحدات تعليمية مصممة وفق مدخل STEM في تنمية البراعة الرياضية لدى طلاب الصف الأول الثانوي. **مجلة تربويات الرياضيات**، ٢٢(١٠)، أكتوبر، ٦٣– ١٢٢.

غانم، تفيدة سيد أحمد (٢٠١٣). تصميم مناهج المتفوقين في ضوء مدخل STEM في المرحلة الثانوية. المركز القومي للبحوث التربوية والتنمية، شعبة بحوث تطوير المناهج، متاح على: https://www.academia.edu تم الرجوع في: ١٢/ ٧/ ٢٠٢٢.

الغصون، أسماء عارف؛ الشناق، مأمون محمد؛ الجوارنة، طارق يوسف (٢٠٢٠). فاعلية استخدام منحى STEM في تنمية مهارات حل المسألة الرياضية لدى طالبات الصف العاشر الأساسي في الأردن. **مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية**، ٢٨(٤)، ٧٧٢– ٧٩٢.

غنايم، مهنى (٢٠١٩). **التربية المقارنة ونظم التعليم**. القاهرة: دار الفكر العربي.

القراجي، عبد الحميد عبد المنعم عبد الحميد؛ أحمد، حنان عبد الفتاح؛ أحمد، أسامة أحمد (٢٠٢٠). تنمية القدرات الإبداعية للأخصائيين الاجتماعيين بمدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM. **مجلة التربية**، كلية التربية، جامعة الأزهر، ١٨٨(٥)، ٤٨١– ٥٠٥.

كمال الدين، يحيى مصطفى؛ صقر ولاء السيد عبد الله السيد (٢٠٢٠). سيناريوهات مقترحة لتدريب معلمي المرحلة الثانوية العامة بجمهورية مصر العربية في ضوء الاتجاهات الرقمية بكندا واستراليا. **المجلة التربوية**، كلية التربية، جامعة سوهاج، ٨٠، ديسمبر، ١٤٩٠– ١٦١٨.

كوسة، سوسن عبد الحميد؛ بايونس، أمل سالم (٢٠١٩). الكفايات التدريسية لدى معلمات الرياضيات بمكة المكرمة في ضوء مدخل تكامل STEM. **مجلة تربويات الرياضيات**، ٢٢(٣)، يناير، ٣٧– ٦٩.

محمد، ثابت حمدي ثابت (٢٠٢٠). المدارس الجاذبة؛ مدخل للإصلاح المدرسي بمصر في ضوء خبرتي الولايات المتحدة الأمريكية وإنجلترا، دراسة مقارنة. **مجلة التربية المقارنة والدولية**، ١٤، ديسمبر، ١٢٣– ٢١٥.

محمد، حسام الدين السيد (٢٠١١). التنمية المهنية للمعلمين في ضوء مدخل التخطيط الاستراتيجي. **رسالة التربية**، ٣١، يناير، ٥٦– ٦٥.

محمود، أشرف محمود (٢٠١٧). البرامج الداعمة للمدارس الثانوية للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في كل من الولايات المتحدة الأمريكية واستراليا وإمكانية الإفادة منها في مصر. **مجلة العلوم التربوية**، كلية التربية بقنا، جامعة جنوب الوادي، ٣٠، يناير، ١٧١– ٤٠٤.

محمود، الفرحاتي السيد (٢٠١٨). العقلية الأكاديمية كمخرجات للتعليم المشبع لمسارات القدرة الاستجابية والعمليات المعرفية للإبداع والتعلم الأصيل وموثوقية المدرسة لدى طلاب مدارس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM. **المجلة المصرية للدراسات النفسية،** الجمعية المصرية للدراسات النفسية، ٢٨(١٠١)، أكتوبر، ١٦٧– ٢٧٤.

المحيسن، إبراهيم عبد الله؛ خجا، بارعة بهجت (٢٠١٥). التطوير المهني لمعلمي العلوم في ضوء تكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات. **مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات،** الرياض، من ١٦: ١٨ رجب ١٤٣٨هـ، ١٣– ٢٧.

المسكري، علياء سعيد محمد (٢٠١٧). **تطوير برامج الإنماء المهني للمعلمين بسلطنة عمان بالإفادة من خبرة سنغافورة، دراسة مقارنة.** رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة السلطان قابوس.

مخلوف، سميحة علي محمد (٢٠١٨). تفعيل الإدارة المدرسية بمدارس المتفوقين للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM على ضوء أهدافها. **مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية،** كلية التربية، جامعة الفيوم، ٩(١)، ٤٤– ١٠٩.

مسيل، محمود عطا محمد علي؛ دسوقي، دعاء محمد أحمد (٢٠١٩). الخبرة الكندية في التنمية المهنية المتمركزة على المدرسة للمعلمين في ضوء مجتمع المعرفة وإمكانية الإفادة منها في مصر. **مجلة العلوم التربوية،** كلية الدراسات العليا، جامعة القاهرة، ٢٧(٤)، أكتوبر، ٣٠– ١٧٨.

مسيل، محمود عطا محمد علي؛ منصور، فيولا منير عبده (٢٠١٦). المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وتطبيقاتها بالولايات المتحدة الأمريكية وإمكانية الإفادة منها في مصر. **مجلة التربية المقارنة والدولية،** الجمعية المصرية للتربية المقارنة والإدارة التعليمية، ٢(٦)، ديسمبر، ١١٣– ٣١٤.

معجم المعاني (٢٠٢٠). متاح على: https://www.almaany.com/ar/dict/ar-ar

المهدي، سوزان محمد (٢٠١١). التنمية المهنية للمعلمين في دول أفريقيا. **المؤتمر العلمي التاسع عشر؛ التعليم والتنمية البشرية في دول قارة أفريقيا،** الجمعية المصرية للتربية المقارنة والإدارة التعليمية، القاهرة، يوليو، ٣٦٧– ٣٩٠.

المهدي، سوزان محمد؛ حسين، محمد جاد؛ حامد، إبراهيم محمد (٢٠١٩). الأكاديمية المهنية للمعلمين في مصر بين الواقع والمأمول. **مجلة العلوم التربوية،** كلية التربية بالغردقة، جامعة جنوب الوادي، ٣، ١– ٣١.

ميخائيل، إنجي طلعت نصيف (٢٠٢٠). التنمية المهنية للمعلمين في ضوء مجتمعات الممارسة بالولايات المتحدة الأمريكية واستراليا وإمكان الإفادة منها في مصر. **المجلة التربوية،** كلية التربية، جامعة سوهاج، ٨١(١)، يناير، ٥٠٥– ٦٠٤.

نصار، نور الدين محمد (٢٠٢١). سيناريوهات استشراف مستقبل التنمية المهنية لأعضاء هيئة التدريس في الجامعات العربية في ضوء متطلبات الثورة الصناعية الرابعة. **مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية،** ٢٩(٦) ٥٣٤– ٥٦٤.

النمر، مدحت أحمد (٢٠١٤). تجربة جامعة الإسكندرية في مجال التطوير المهني لأعضاء هيئة التدريس. ضمن ورشة عمل تجارب الجامعات العربية في مجال التطوير المهني لأعضاء هيئة التدريس، الجامعة الأردنية، ٥– ٢٢.

نور، طارق محمد محمود سيد؛ مهدي، آمال العرباوي؛ عباس، عبد السلام الشبراوي (٢٠٠٩). التنمية المهنية لمعلم التعليم الابتدائي في مصر في ضوء بعض الاتجاهات العالمية المعاصرة. **مجلة كلية التربية ببورسعيد**، جامعة بورسعيد، ٥، يناير، ١٨١– ٢٢٥.

الهلالي، الهلالي الشربيني (٢٠٢١). تعليم STEM في مصر بين الواقع والمأمول. **المجلة العلمية للتربية النوعية والعلوم التطبيقية**. ٤(٨)، ١– ٢٠.

الهلالي، سحر صالح (٢٠٢٠). واقع تدريس مادة العلوم استنادا لمعايير STEM من وجهة نظر الطلبة الموهوبين ومعلميهم. **مجلة شباب الباحثين**، كلية التربية، جامعة سوهاج، ٦، يناير، ١٠٣– ١٥٦.

وزارة التربية والتعليم (٢٠١١). قرار وزاري رقم ٣٦٩ لسنة ٢٠١١، بتاريخ ١١/ ١٠/ ٢٠١١م بشأن نظام مدارس المتفوقين الثانوية في العلوم والتكنولوجيا. الوقائع المصرية، ٢٤٨، ٢٩ أكتوبر.

وزارة التربية والتعليم (٢٠١٢). قرار وزاري رقم (٣٩٤) بتاريخ ٨ / ١٠/ ٢٠١٢م بشأن دور وحدات التدريب بمديريات التربية والتعليم والإدارات التعليمية بالمحافظات.

وزارة التربية والتعليم (٢٠١٥). قرار وزاري رقم ٣٠٧ لسنة ٢٠١٥، بتاريخ ٢٠/ ٨/ ٢٠١٥. الوقائع المصرية، ٢١٥، في ١٩ سبتمبر ٢٠١٥.

الوهابي، أميرة سعد؛ المريخي، ريم عويض؛ الزهراني، غادة عطية؛ التويجري، فاطمة عبد العزيز (٢٠٢٠). **مجلة كلية التربية**، جامعة عين شمس، ٤٤(٤)، ٢٦٧– ٣١٨.

اليامي، رحمة حمد محمد؛ الدوغان، حامد محمد إبراهيم (٢٠٢١). أثر التشارك المعرفي في تحقيق التنمية المهنية، دراسة ميدانية على أعضاء هيئة التدريس في جامعة نجران. **المجلة الدولية للاقتصاد والأعمال**، ١٠(٢)، ٣٤١– ٣٦٥.

يوسف، داليا طه محمود (٢٠٢١). تطوير نظام مدارس STEM بجمهورية مصر العربية على ضوء خبرة الولايات الأمريكية وسنغافورة. **مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية**، كلية التربية، جامعة الفيوم، ١٥(٢)، يناير، ٣٣٧– ٤٦٨.

ثانيا: المراجع الأجنبية:

ACT STEM (2017). STEM Education in The U.S.; where we are and what we can do? Retrieved from: www.act.org/STEM

Adam V.; Florin D.; Geoff P. & Craig D. (2020). STEM Education in the United States. Consultant Report, Retrieved from: www.acola.org.au

Alberta Education (2006). **Effective Professional Development: What the Research Says**. Canada: InPraxis Group Inc.

Allison, G. (2020). Teaching The Teachers, Effective Professional Development in an Era of Hight Stakes Accountability. Center for Public Education, National Institute for Excellence in Teaching.

Amadi, M. (2013). In Service Training and Professional Development of Teacher in Nigeria; Through Open and Distance Education, Faculty of Education, University of Lagos, Nigeria.

Bears, L. (2011). Preparing Teachers for the 21 Century Using PBL as an Integrating Strategy in Science and Technology Education. **Design and Technology Education**, 16(1), 36- 46.

Beatty, A. (2011). Successful STEM Education; A Workshop Summary. The National Academy of Science. Retrieved from http://elibrary.pcu.edu.ph:9000/digi/NA02/2011/13230.pdf

Bell, D. (2016). The Reality of STEM Education-Design and Technology Teachers Perceptions: a Phenomenographics Study. **International Journal of Technology and Design Education**, 26(1), 61-69.

Bozkurt, E. & Ercan, S. (2016). STEM Education Program for Science Teachers: Perceptions and Competences. **Journal of Turkish Science Education**, 13, 103- 117.

Breiner, J. & Harkness, S. & Johnson, C. & Koehler, C. (2017). What is STEM? A Discussion about Conceptions of STEM in Education and Partnerships. **School Science and Mathematics**, 112(1), 1- 11.

Brian, J. (2013). What Professional Development Strategies are Needed for Successful Implementation of the Next Generation Science Standards?. K-12 Center, Invitational Research Symposium on Science Assessment, September.

Bush, S.; Schroeder, M.; Cook, K.; Rakes, C.; Ronan, R. & Saderholm, J. (2020). Structing Integrated STEM Education Professional Development; Challenges Revealed and Insights Gained from a Cross-Case Synthesis. **Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education**, 24(1), 26-55.

California State University, San Antonio College (2022). The STEM Teacher Preparation Program. Retrieved from: https://www.mtsac.edu/stemtp2/

Cetin, C. & Bayrakci, M. (2019). Teacher Professional Development Models for Effictive Teaching and Learning in Schools. **The Online Journal of Quality in Higher Education**, 6(1), January, 32- 38.

Cooper, D. (2020). **Professional Development, An Effective Research-Based Model**. Houghton Mifflin Harcourt Professional Development.

Cunhur, M. & Masalimov, A. & Rostovtseva, P. & Shindryaev, N. & Kryukova, N. (2021). Content Analysis of Studies Conducted on

STEM education from 2010 to 2020: Perspective of Emerging Technologies in Learning. **iJET**, 16(19), 139- 151.

David, W. W. (2014). What is STEM education and why is it important. **Florida Association of Teacher Educators Journal**, 1(14), 1-9.

Department of Education (2018). STEM Strategic Plan – An Integrated K- 12 STEM Proposal for Tennessee, Division of College, Career & Technical Education, 1- 22.

Excutive Office of The president of The United States (2013). Federal Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education, 5- year Strategic Plan, A Report from The Committee on STEM education, National Science and Technology Council, May.

Excutive Office of The president of The United States (2021). Best Practices for Diversity and Inclusion in STEM education and Research: A Guide by and for Federal Agencies, A Report by The Interagency Working Groub on Inclusion in STEM Federal Coordination in STEM Education Subcommittee Committee on STEM education of The National Science and Technology Council, September, 1-57.

Esther, B. (2017). STEM education definition importance and standards. Retrieved 31 Jan. 2022, Retrieved from: https://study.com/academy/lesson/what-is-stem-education- definition-importance- standards. htmI.

Federal Scienc, Technology, Engineering, and Mathematics Education (2013). 5 – Year Strategic Plan, A Report from the Committee on STEM Education National Science and Technology Council, Washington, May.

Feldon, D.; Maher, M.; Roksa, J. & Peugh, J. (2016). Cumulative Advantage in the Skill Development of STEM Graduate Students: A Mixed-Methods Study. **American educational research Journal**, 53 (1), February, 132- 161.

Fenton, M.; Hawley, L.; Frerichs, S. & Lodl, K. (2019). STEM Professional Development for Youth Workers: Results of a Triangulated Study. **Journal of Youth Development**, 14(4), 178- 196. Doi: 10.5195/jyd.2019.738

Gerlach, J. (2012). STEM: Defying a simple definition, NSTA report. Retrieved from: https://www.nsta.org/publications/news/story.aspx?id=59305.

Glen, O. & Elaine, G. (2012). **One-Day, One Problem; An Approach to Prob;em based Learning**. Singapore Heidelberg, Springer.

Golden, C. & Katz, L. (2009). Education and Technology. Cambridge-Ma; Harvard University, The Race the President s Council of Advisors on Science and Technology.

Gonzalez, H. B. & Kuenzi, J. J. (2012). Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education: A Primer Specialist in Science and Technology Policy, CRS report for Congress prepared for Members and Committees of Congress.

Granovskiy, B. (2018). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): An Overview. Congressional Research Service, June.

Hanover Research (2017). Best Practice in Professional Development, March, 1-39.

Harry, T. (2012). Stem- Its Importance and Promise for Gifted Students. Journal of the Illinois Association for Gifted Children, March, Retrieved from: https://www.edisonmuckers.org

Herro, D. & Quigley, C. (2017). Exploring teachers' perceptions of STEM teaching through professional development: implications for teachers educators, **Professional Development in Education**, 43(3), 416- 438. DOI: 10.1080/19415257.2016.1205507.

Herr, N. (2020). Inquiry and The National Science Education Standards; A Guide for Teaching and Learning. From: http:www.sites.google.com/sites/elps710/reading. Retrieved at: 8/6/ 2022.

International Center for Leadership in Education (2020). Successful Practice Network, Manor New Technology High School, Manor, Texas, International Center for Leadership in Education. Retrieved from: http://senate.texas.gov/emtes/82/c350/0913stevenZipes-7pdf. Retrieved at: 8/6/ 2022.

Jong, M. & Song, Y. & Solway, E. & Norris, C. (2021). Editorial Note: Teacher Professional Development in STEM education. **Educational technology & Society**, 24(4), 81- 85.

Karademir, A. & Yildirm, B. (2021). A Different Perspective on Preschool STEM Education: STEM Education and View on Engineering. **Journal of Turlish Science Education**, 18(3), 338- 350.

Kartal, E.; Dogan, N.; Irez, S. & Yalaki (2019). A five-level desigen for Evaluating Professional Development Program: Teaching and Learning about nature of Science. **Issues in Educational Research**, 29(2), 401- 426.

Kennedy, A. (2005). Models of Continuing Professional Development: a framework for analysis. **Journal of In-service Education**, 31(2), 234-250.

Kiira, K. & Stephan, V. (2013). Sparking Innovation in STEM education with Technology and Collaboration, A Case Study of The HP Catalyst Initiative, Centre for Educational Research and Innovation.

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

Leonard Gelford Center (2008). STEM Education in Southwestern Pennsylvania. Report of project to identify the missing components, A summary report of focus groups and surveys of educators in Allegheny, Washington, Greene and Fayette counties conducted during the Spring of 2008. Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach at Carnegie Mellon University.

LO, C. (2021). Design Principle for Effective Teacher Professional Development in Integrated STEM Education: A Systematic Review. **Educational Technology & Society**, 24(4), 136- 152.

Loyola University Maryland (2022). STEM Education. Retrieved from: https://www.loyola.edu/school-education/academics/stem

Maryland State Department of Education (2012). Maryland STEM; Innovation Today to meet Tomorrow s Global Challenges, Maryland State Standards of Practice, April.

Maryland State Department of Education (2012). STEM Standards of Practice. Retrieved form: https://events.development.asia/system/files/materials/2019/05/201905-maryland-state-stem-standards-practice-framework-grades-k-5.pdf

Minnesota Stat Engineering Center Excellence (2022). Middle Grades STEM Teacher Training. Retrieved from: https://engineering.mnsu.edu/middle-grades-stem-teacher-training/

Mishra, P.; Moton, S.; Wolf, L.; Pitcher, I. & Seals, C. (2017). Introduction: Innovative STEM Progessional Development for Urban Educators; Multiple Perspectives on the MSUrban STEM Project. **Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching**, 36(3), 211- 217.

Nadelson, L. & Seifert, A. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, Challenges, and the future, **The Journal of Educational Research**, 110(3), 221- 223. Doi:10.1080/00220671.2017.129775

National Institute for STEM Education (2022). Retrieved from: https://nise.institute/

National Science Foundation (2020). A Subcommittee of the Advisory Committee of the Education & Human Resources Directorate, STEM Education for the Future. A Visioning Report, Spring.

National STEM Learning Centre (2022). Available from: https://www.futurelearn.com/experttracks/teaching-practical-science-secondary

Norazla, M. (2015). A Meta-Analysis on Effective Strategies for Intergrated STEM Educatin, United States of America, Advanced Science Letter, 12.

NSTC (2012). A National strategic plan for advanced manufacturing, Executive Office of the President, Manufacturing Policy Portal.

Organization for Economic Cooperation and Development (2018). Education, Science, Mathematics Performance (PISA), Organization for Economic Cooperation and Development, Paris. Retrieved from: http://www.Data.OECD.org/korea htm.

Posner, K. & Applegarth, E. (2008). **Project Management Pocketbook**. 2nd edition, Management Pocketbook Ltd, UK.

San Diego Mesa College (2022). STEM Teacher Education Program. Available from: https://www.sdmesa.edu/academics/stem/stem-teacher-education.shtml

Sulzberger, L. (2003). Designing Effective Professional Development Considerations Packet. Teaching & Technical Assistance Center. Available at: http://education.wm.edu/centers/ttac/index.php.

Teaching & Learning Excellence Division (2022). Available from: https://tled.austincc.edu/

Templeton, T.; White, C.; Tran, M.; Lowrey, S. & Hom, C. (2021). STEM Teachers in Highest- Need Schools: An Analysis of the Effects of the Robert Noyce Teacher Scholarship Program on STEM Teachers Placement and Retention. University of Houston Education Research Center Working Paper.

The American Society of Machanical Engineers (2020). Strengthening Pre-College STEM Education in the United States as a Technology Literacy and Workforce Imperative. October, 1-8.

The President s Council of Advisors on Science and Technology (2010). Report to The President Prepare and America s Future, PCAST.

Toldson, I. & Lewis, C. (2017). Advancing Teacher Training Programs at Historically Black Colleges and Universities through Technical Assistance and Federal Investments. **The Journal of Negro Education**, 86(2), 83- 93.

United States Agency for International Development (2020). STEM Teacher Education and School Strengthening Activity Project (STESSA). Quarterly Report, October 1st through December 31st , 1-29.

United States Development of Education (2016). Science, Technology, Engineering and Math (STEM) Education. Retrieved from: https://www2.ed.gov/about/overview/budget/budget14/crosscutting issues.pdf. Retrieved at: 10/6/ 2022.

United States Development of Education (2017). **Resources for STEM Education**. Washington. April.

University of South Florida, College of Education (2022). College of Education STEM Teacher Preparation Initiative endorsed for appropriations funding by Rep. Kathy Castor. Retrieved from: https://www.usf.edu/education/blog/2021/college-of-education-stem-teacher-preparation-initiative-kathy-castor.aspx

Varying, A. (2014). Why do Policy- makers Adopt Global Education Policies? Toward a Research Framework on the Varying Role of Ideas in education Reform-Current Issues in Comparative education –Teachers College, Colombia University, 16-18.

World Learning (2015). Expanding science and math education in Egypt. Retrieved from: http://blog.worldlearning.org/now/2012/09/26/expanding-science-and-math-education-in-egypt/.

ثالثا: مواقع إلكترونية:

https://nise.institute/
https://tled.austincc.edu/
https://www.futurelearn.com/experttracks/teaching-practical-science-secondary
https://ar.wikipedia.org/wiki/
https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%B5%D8%B1
moe.gov.eg/stem/goals.html
https://www.amfinternational.org/sports-education
https://www.almaany.com/ar/dict/ar-ar
https://www.ldoceonline.com/dictionary/stem