دراسة مقارنة لبعض تطبيقات نظرية النظم الإيكولوجية (البيئية) في تعلم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية في الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا وإمكانية الإفادة منها في جمهورية مصر العربية

د. رانيا عبد المعز الجمـــال*

ملخص:

تتناول الدراسة دراسة بعض تطبيقات نظرية النظم الإيكولوجية (البيئية) في تعلم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية في الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا من حيث السياسات والتشريعات، والتعلم غير الرسمي، والبرامج، والمعلمين.

وتتحدد مشكلة الدراسة في الإجابة على السؤال التالي:

كيف يمكن الاستفادة من بعض تطبيقات نظرية النظم الإيكولوجية في تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية بجمهورية مصر العربية في ضوء الخبرات الأجنبية؟

وتسعى الدراسة إلى تقديم إجراءات مقترحة؛ للاستفادة من تطبيقات نظرية النظم الإيكولوجية في تعلم STEM برياض الأطفال، والمدرسة الابتدائية بجمهورية مصر العربية.

ولتحقيق هذا الهدف؛ تطبق الدراسة المنهج المقارن **باتباع مدخل بيرداي G.Beredy** وفقاً للخطوات التالية:

* أستاذ مساعد بقسم العلوم التربوية بكلية رياض الأطفال - جامعة الفيوم

الخطوة الأولى: تقديم إطار نظري يتناول تعلم STEM برياض الأطفال، والمدرسة الابتدائية، وسياساته وبرامجه ومعلميه، ونظرية النظم الإيكولوجية وتطبيقاتها في مجال تعلم STEM.

الخطوة الثانية: عرض تطبيقات نظرية النظم الإيكولوجية في تعلم STEM برياض الأطفال، والمدرسة الابتدائية في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا.

الخطوة الثالثة: الوقوف على واقع الجهود المصرية لتعلم STEM.

الخطوة الرابعة: وضع إجراءات مقترحة؛ للاستفادة من تطبيقات نظرية النظم الإيكولوجية في تعلم STEM برياض الأطفال، والمدرسة الابتدائية بجمهورية مصر العربية.

A comparative study of some of the applications of the environmental theory of science, technology, engineering and mathematics (STEM) in kindergartens and elementary schools in the United States and Australia and the possibility of benefiting from them in the Arab Republic of Egypt

Dr. Rania Abdel Moez El Gammal *

Abstract

The study deals with some of the applications of ecosystem in learning of science, technology, engineering and mathematics (STEM) in kindergarten and primary education in the United States and Australia in terms of policies and legislation, informal learning, programs and teachers.

The study problem is identified by answering the following question:
How can some of the applications of ecosystem theory be used in learning STEM in kindergarten and primary school in the Arab Republic of Egypt in the light of foreign experiences?

The study seeks to present suggested procedures to benefit from the application of the theory of ecosystems in learning STEM in kindergarten and primary school in the Arab Republic of Egypt.

To achieve this objective, the study applies the comparative method following the introduction of G.Beredy Bearday according to the following steps:

The first step: Providing a theoretical framework on STEM education in kindergarten and primary school, policies, programs and teachers, and the theory of ecosystems and their applications in STEM learning.

Step 2: Describing the applications of ecosystem theory to STEM learning in kindergarten and primary education in the USA and Australia.

* Assistant Professor, Department of Educational Sciences, Faculty of Kindergarten, Fayoum University

Step 3: Learning about the Egyptian efforts in STEM Education.

Step 4: Developing suggested procedures for utilizing the applications of the ecosystem theory in STEM learning in kindergarten and primary school in the Arab Republic of Egypt.

دراسة مقارنة لبعض تطبيقات نظرية النظم الإيكولوجية (البيئية) في تعلم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية في الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا وإمكانية الإفادة منها في جمهورية مصر العربية

د. رانيا عبد المعز الجمـــال*

مقـدمـــــــــة :

الاقتصـاد العـالمي آخـذ فـي التغيـر، والتكنولوجيـات الجديـدة والشـراكات الذكيـة تملـك القيادة، وصناعات جديدة ومصادر جديدة للثروة في طور البزوغ، وثمة حاجة إلى مهارات جديدة للعمال على جميع المستويات، فالأمم على جميع أصعدة التنمية تركز الآن على القدرات اللازمـة لبنـاء وظـائف جديـدة وخلـق الثـروة بالشـراكة مـع رجـال الأعمـال لتـأمين المهارات والاستثمارات والتحالفات الدولية في المستقبل. فتحديات العلم والتكنولوجيا التي يحركها القرن الحادى والعشرون تملي على نحو متزايد أن يمتلك الجميع معرفة وفهم لتعليم STEM الذي يعد أفضل الصيغ لتحقيق ذلك، فهو يشمل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، من أجل المشاركة الفعالة في الشؤون المدنية والثقافية، والإنتاجية الاقتصادية.

وفـي هـذا العصـر حيـث المشـاكل الاجتماعيـة والبيئيـة الكبـرى التـي تهـدد بقـاء الإنسان، أضحى تعليم العلوم والرياضيات عالي الجودة أمراً أساسياً للاستدامة الإيكولوجية والاقتصادية. إن المشاكل العالمية مثل تغير المناخ، والاكتظاظ السكاني، وإدارة الموارد، والإنتاج الزراعي، والصحة، والتنوع البيولوجي، والانخفاض في مصادر الطاقة والمياه من بين القضايا التي أضافت المزيد من الضغوط على تطوير العلوم والتكنولوجيا، وتتطلب نهجا دوليا لحل هذه المشاكل، ويعد تعلم STEM أفضل الصيغ للتفكير وفهم أساس هذه المشاكل، فهو يشمل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، كما يسهم في تحقيق جودة مخرجـات النظـام التعليمـى، وتطـوير الاقتصـاد القـومى، وخاصـة فـي مجـال الإنتـاج الصناعى.

* أستاذ مساعد بقسم العلوم التربوية بكلية رياض الأطفال - جامعة الفيوم

والعديد من التطبيقات المستقبلية للعلوم والتكنولوجيا، مثل علم النانو، لا تزال تعتبر الخلاص للمشكلات التي تواجه المجتمعات وحكوماتها؛ ويعد تعليم(STEM) أولوية لصانعي السياسات في جميع أرجاء العالم؛ حيث يتضمن جدول أعمال (STEM) للحكومات عدة جوانب: 1) وضع جدول أعمال للسياسة الاقتصادية مع الاهتمام برفع الجودة العامة عبر توفير رأس مال بشري مؤهل لمجموعة واسعة من الوظائف أكاديمياً ومهنيا؛ 2) توسيع قاعدة القوى العاملة المهرة في مجال تعليم (STEM) للمشاركة في البحث والتطوير، والابتكار في الصناعة ومواجهة التغيير التكنولوجي،3) استقطاب المزيد من الطلبة لدراسة العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في المراحل الثانوية العليا والجامعية[1].

وبعد التركيز الشديد على تطوير مهارات القراءة والكتابة في برامج الطفولة المبكرة والمدرسة الابتدائية في الفترات السابقة، تحول الانتباه اليوم إلى أهمية تدريس الرياضيات، والتكنولوجيا والعلوم في السنوات الأولى من العمر، وازدادت الحاجة إلى تسليط الضوء على العلوم والرياضيات والتكنولوجيا والهندسة في المدارس لتعزيز مهارات القرن الحادى والعشرون مثل التفكير الناقد والإبداع، والفضول العلمى، والتعاون بدءا من مرحلة رياض الأطفال باستخدام مدخل"ممارسات التعلم النمائية developmentally appropriate approach"، والتي أشارت إليها الكثير من البحوث، فمفهوم تعليم STEM يشير إلى البرامج المتعلقة بالتعليم في تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وهو يهدف إلى تدريس هذه التخصصات باعتبارها كل متكامل، بدءاً من مرحلة رياض الأطفال إلى التعليم العالي[2].

وتولى السياسة التعليمية **الأمريكية** اهتماماً بارزاً بتعليم STEM، فالخطة الاستراتيجية الأمريكية في مجال تعليم STEM، لمدة 5 سنوات، تضمنت مجالاتها الرئيسية: تحسين تعليم (STEM) بدءا من الروضة وحتى 12 عاما، وزيادة إستدامة مشاركة الشباب في STEM، وتحسين التعليم الجامعي(STEM)، وتقديم خدمات أفضل للفئات المحرومة؛ وتصميم تعليم (STEM) للدراسات العليا للقوى العاملة. فضلا عن مجموعة من المبادرات التي اعتمدتها الولايات المتحدة مثل مشروع "قيادة الطريق" لتعزيز

المهن الهندسية، وتعليم STEMبدءاً من الروضة، ومبادرة معايير العلوم للجيل القادم من أجل تطوير برامج تعليم العلوم المستقبلية[3].

وفي أستراليا ثمة جهد حكومى مكثف من جهات عديدة لتعزيز النهج الاستراتيجي لتعليم (STEM)بالمدارس لمعالجة التحديات الخمسة الأكثر أهمية التي تواجه المجتمع:1) العيش في بيئة متغيرة، 2) تعزيز صحة السكان ورفاههم؛ 3) إدارة الأصول الغذائية والمائية، 4) تأمين مكانة أستراليا في عالم متغير، 5) رفع الإنتاجية والنمو الاقتصادي [4]. بينما في **إنجلترا**، تم إنشاء مركز STEM الوطني لتقديم مجموعة واسعة من الدعم الرفيع المستوى لمعلمى مواد STEM واستكشاف مناهج وطرق تدريس جديدة لمفاهيم STEM، و**في اسكتلندا**، قدم الفريق الاستشاري للتعليم العلمي والهندسي توصيات للإصلاح التعليمي في تعليم STEM، والبحث عن توجه متكامل للمعرفة [5]. أما في آسيا، جمع نظام التعليم **الكوري** موضوعات العلوم والتكنولوجيا، والاقتصاد المنزلي كمجال تعلم واحد في عام 2011، وتم إضافة الفنون إلى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لإعادة هيكلة المناهج الدراسية الكورية، وفي أحدث خطط **تايوان** للتعليم الأساسي الإلزامي K-12، سيكون التعليم التكنولوجي جنبا إلى جنب مع تكنولوجيا المعلومات، وبالتالي خلق مجال جديد للتعلم [6]، وتقوم **الصين** أيضا بتجريب استراتيجيات تعليم STEM. في المدرسة الدولية يو تشونج بكين، ويشمل التدريس العلوم، والرياضيات، والجغرافيا، وغيرها من الموضوعات [7]، وتأمل **كندا** زيادة اهتمامات الطلاب في مجالات STEM من خلال ربط المتطوعين المحترفين والذين يسمون بالكبار مع معلمي الفصول الدراسية، ويعمل الكبار كموجهين لكل من المعلمين والطلاب، وثمة برنامج يدعى "دعونا نتحدث عن العلوم يدرس للطلاب في 8 أسابيع بناء وبرمجة السيارة الروبوتية [8].

أما عن **جمهورية مصر العربية** فقد بدأت مؤخراً في الاهتمام بتعليم (العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات) STEM ؛ حيث تم افتتاح أول مدرسة للمتفوقين عام 2011 (بالقرية الكونية بمدينة السادس من أكتوبر)، تلاها افتتاح أكثر من فرع في عدد من محافظات الجمهورية، ومعلميها من ضمن المعينين بوزارة التربية والتعليم من الحاصلين على مؤهل في التخصص مع إجادة اللغة الانجليزية والقدرة على حل

المشكلات والإبداع طبقا لما نصت عليه المادة (12) القرار الوزارى رقم (382) لعام 2012[9].

مشكلة الدراسة وتساؤلاتها: بالرغم من جهود مصر لإجراء العديد من الإصلاحات في مجال تعليم STEM بالتعليم قبل الجامعى فإنه من الملاحظ أن الواقع الفعلى لمنظومة تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات يعاني أوجه قصور عديدة من أهمها:

- اقتصار مدارس STEM في جمهورية مصر العربية على المرحلة الثانوية فقط ويعد هذا من نقاط الضعف؛ حيث إن مدخلاتها من الطلاب الذين تعلموا بالطريقة التقليدية وفقاً للمناهج التقليدية على مدى سنوات التعليم الأساسى، وهو ما يمثل صعوبة لدى الطلاب في التكيف لطبيعة الدراسة بهذه المدرسة، وأيضاً صعوبة الدراسة باللغة الإنجليزية والتمكن من مهاراتها. علاوة على أن برامج التنمية المهنية التي التحق بها المعلمون تفتقد لكثير من معايير النجاح فثمة فجوة بين ما تنص عليه السياسة التعليمية وتطبيقها [10].
- قصور مناهج المرحلة الثانوية الحالية في تضمين المهارات الأساسية في العلوم، والرياضيات بشكل وظيفي فعال، ومحدودية بناء، وتصميم المناهج الحالية في تضمين مداخل العلوم المتكاملة المتمركزة حول التحرى والبحث والاستقصاء، وحل المشكلات، وتنمية قدرات التقويم الذاتى، واتخاذ القرار، وتنمية مستوى الطلاب في المرحلة الثانوية في مجال المهارات العلمية والمهارات الهندسية والرياضية، وقدرات تطبيق التكنولوجيا في مواقف الحياة[11].
- رغم أن قانون إنشاء الأكاديمية المهنية للمعلمين في مصر رقم (155) لسنة 2007 ينص على تعاون الأكاديمية مع كليات التربية في كل خططها وأنشطتها وبرامجا وتنفيذها [12]، فإن هذا التعاون لا يتحقق في كثير من الأحيان نتيجة عمل الأكاديمية بمعزل عن كليات التربية، وقلة مواكبة البرامج التي تقدمها الاكاديمية إلى حد كبير التطورات المتلاحقة في التعليم ومشكلاته محلياً وعالمياً، كما أن تلك البرامج لا تتمشى مع المستجدات التربوية المعاصرة بمجال التنمية المهنية للمعلم[13].

- قصور برامج التدريب وضعف انتقال أثر التدريب في الفصول الدراسية، إذ أنها غير قائمة على الاحتياجات الفعلية للمعلمين [14]. علاوة على أن الدورات التدريبية المقدمة للمعلمين تقليدية ويبتعد محتواها عن متطلبات القرن الحادى والعشرين؛ مما ينعكس سلبياً على التفاعل الإيجابى للمعلم مع تطورات الثورة المعرفية [15].
- وجود معوقات لتطبيق التعليم الالكترونى ودمج التكنولوجيا، منها: افتقاد بعض المعلمين والإداريين والطلاب لمهارات التعامل مع التكنولوجيا الحديثة، وتخوف بعض المعلمين من تأثير التكنولوجيا على أدوارهم، وقصور عمليات الدعم الفنى، وقلة توافر فنيين متخصصيين لمساعدة المعلمين [16].
- العجز في المدرسين المتخصصين والمميزين بمدارس المتفوقين للعلوم والتكنولوجيا، ولا توجد معايير علمية لاختيارهم، وتدنى مستوى تأهيلهم في التعامل مع المتفوقين دراسياً، ولا تتوفر خطة واضحة للتعامل معهم [17].
- تراجع مستوى مصر في تدريس العلوم والرياضيات؛ حيث حققت مصر المركز 38 من بين 48 دولة في الرياضيات، والمركز 41 من بين 48 دولة في العلوم بالمسابقة الدولية TIMSS عام 2007، علاوة على عزوف طلاب الصف الثالث الإعدادى عن الالتحاق بالتخصصات العلمية. فضلاً عن قلة مسايرة المناهج للمستجدات العلمية والتكنولوجية، الأمر الذي يترتب عليه تعلم المعلومات في صورة مجزأة، والاعتماد على الحفظ والتلقين في التدريس، وتقليدية الكتب المدرسية، وضعف ارتباطها بمجتمع المعرفة وبناء القدرات التنافسية، وطرق التدريس تنمى الفردية وتفتقد المهارات التي يتطلبها سوق العمل [18].

وبناء على ما سبق تحاول الدراسة الإجابة على السؤال الرئيس التالي:

كيف يمكن الاستفادة من بعض تطبيقات نظرية النظم الإيكولوجية في تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية بجمهورية مصر العربية في ضوء الخبرات الأجنبية؟

ويتفرع من هذا التساؤل الرئيس الأسئلة الفرعية التالية:

1- ما المنظور الفلسفي لتعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية وسياساته وبرامجه ومعلميه؟

2- ما نظرية النظم الإيكولوجية وتطبيقاتها في مجال تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية؟

3- ما تطبيقات نظرية النظم الإيكولوجية في تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا؟

4- ما واقع الجهود المصرية لتعليم STEM؟

5- ما الإجراءات المقترحة للاستفادة من بعض التطبيقات لنظرية النظم الإيكولوجية تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية في الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا بجمهورية مصر العربية؟

الفروض المبدئية للدراسة :

1- يؤدى وجود الدعم السياسى والسياسات المتكاملة إلى نجاح تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية.

2- يؤدى توفر برامج التعلم الممتد وغير الرسمى إلى نجاح تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية.

3- يؤدى الاهتمام ببرامج الرياضيات والعلوم والهندسة والتكنولوجيا STEM إلى نجاح تعلمها برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية.

4- يؤدى الاهتمام بإعداد وتدريب المعلمين إلى نجاح تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية.

أهداف الدراسة : تهدف الدراسة إلى ما يأتي:

1- تعرف المنظور الفلسفي لتعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية وسياساته وبرامجه ومعلميه.

2- تعرف نظرية النظم الإيكولوجية وتطبيقاتها في مجال تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية.

3- عرض تطبيقات نظرية النظم الإيكولوجية في تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا.

4- تعرف واقع الجهود المصرية لتعليم STEM.

5- التوصل إلى إجراءات مقترحة للاستفادة من تطبيقات نظرية النظم الإيكولوجية في تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية بجمهورية مصر العربية.

أهمية الدراسة : تنطلق أهمية الدراسة من أنها قد يستفيد منها صانعي القرار وواضعي السياسة التعليمية بمصر لتطبيق خبرات تعلم STEM بمؤسسات رياض الأطفال والمدرسة الابتدائية لتحسين الأداء وتحقيق التميز في مجتمع المعرفة ومواكبة التوجهات العالمية في ظل اقتصاد المعرفة، كما قد تسهم هذه الدراسة في مساعدة قيادات التعليم في مرحلة الطفولة المبكرة والمدرسة الابتدائية بمصر للتعرف على أفضل الممارسات في تعليم STEM ، خاصة وأن هناك توجه في مصر للاشتراك في الاختبارات الدولية لتقييم الطلاب، كما توفر هذه الدراسة معلومات وأفكار مفيدة لصانعي السياسات والمسئولين في المؤسسات الأكاديمية الحكومية والخاصة لتنفيذ ممارسات فعالة لتبادل خبرات STEM بين المعنيين بالطفولة المبكرة والمدرسة الابتدائية على المستوى المحلي والإقليمي والعالمي، وقد توجه أنظار كليات التربية ورياض الأطفال لفتح شعب جديدة لإعداد معلمى STEM.

حدود الدراسة : تمثلت حدود الدراسة فيما يلي:

1- **الحدود الموضوعية:** تتحدد في الأساس النظرى لنظرية النظم الإيكولوجية، وتعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية، من حيث السياسات والتشريعات، والتعلم غير الرسمى، والبرامج، والمعلمين.

2- **الحدود المكانية:** اقتصرت الدراسة الحالية على بعض تطبيقات نظرية النظم الإيكولوجية في تعلم STEM بالولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا **للمبررات التالية:**

- **الولايات المتحدة الأمريكية:** لأنها من التجارب الرائدة وأكثر الدول اهتماماً بتعلم STEM، في أنماط التعليم الرسمى وغير الرسمى؛ حيث يمتد STEM في المدارس والكليات والجامعات والشركات الكبيرة والمتاحف والمراكز العلمية، علاوة على مبادراتها المتميزة في وضع مجموعة متناسقة من المعايير والمناهج الدراسية في STEM، والتنمية المهنية لمعلميه عبر شبكات التعلم المهنى، مع نظام داعم للتقييم والمحاسبية.

- **أستراليا:** نموذجاً ناجحاً في الابتكار وريادة الأعمال على نطاق عالمي، مع استمرار التميز في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM). إذ يحظى هذا التعليم باهتمام كبير وأولوية على المستوى السياسى بدءا من مرحلة الطفولة المبكرة وحتى المراحل اللاحقة باعتباره مفتاحا لتعزيز الإنتاجية، وتعزيز القدرة التنافسية الدولية، والحد من الاعتماد الاقتصادي لأستراليا على الموارد الطبيعية.

مصطلحات الدراسة: تتحدد مصطلحات الدراسة فيما يلي:

نظرية النظم الإيكولوجية: وضع برونفنبرنر Bronfenbrenner (1986) نظرية النظم الإيكولوجية في محاولة لتحديد وفهم التنمية البشرية في إطار نظام العلاقات التي تشكل بيئة الشخص، وكان تعريفه للنظرية على النحو التالي: "البيئة الطبيعية للتنمية البشرية هي الدراسة العلمية التقدمية، المتبادلة التكيف طوال الحياة بين الإنسان النشط والخصائص المتغيرة للبيئة المباشرة التي يعيش بها الشخص النامي. هذه العملية تتأثر بالعلاقات بين هذه البيئات والسياقات الأكبر التي هي جزء لا يتجزأ من هذه البيئة"[19].

تعلم (STEM): يتكون من الحروف الأولى من تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Science, Technology, Engineering &Mathematics (STEM، فهو تعليم يجمع بين هذه التخصصات في موضوع واحد جديد متعدد التخصصات في المدارس، يوفر للطلاب فرصة فهم العالم الذي نعيش فيه فهماً شاملاً متكاملاً [21]، و**يعرفه تسبروس وآخرون** بأنه " نهج متعدد التخصصات للتعلم، تقترن فيه المفاهيم الأكاديمية الصارمة مع الدروس المستمدة من العالم الحقيقى، ويطبق فيه الطلاب العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في سياقات تربط بين المدرسة والمجتمع والعمل والمؤسسات العالمية التي تساعد على تطوير المعرفة بمجالاته، وكذلك بالقدرة على المنافسة في الاقتصاد الجديد"[22].

ومن ثم يمكن تعريف تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية إجرائياً بأنه "نهج متكامل متعدد التخصصات للتعلم، يدمج تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وتطبيقها في سياقات متعددة من خلال الخبرات المباشرة ومجموعة من الأنشطة تشتمل القدرة على تنمية الاستقصاء، والتفكير المنطقى، والتجريب، والاستكشاف

والتفكير الناقد والإبداعى ومهارات الاتصال والعمل الجماعى لدى الأطفال في إطار التعلم الرسمى أو غير الرسمى".

الدراسات السابقة : تم حصر الدراسات التي تناولت تعليم STEM من أبعاد مختلفة، وتم ترتيبها تاريخيا بما يحقق أهداف الدراسة على النحو التالي:

1- دراسة لامبرج وترينـدلوش Trzynadlowski & Lamberg1 (2015) [23]: بعنوان " كيف معلمي أكاديمية STEM وضعوا تصور لتنفيذ تعليم STEM"، وهدفت الدراسة إلى تعرف كيف سبعة مدرسين بالمدرسة الابتدائية في ثلاث مدارس STEM قاموا بوضع تصور وتنفيذ هذا الشكل من التعليم في صفوفهم الابتدائية، واستخدمت الدراسة المنهج الوصفى، وأجريت مقابلات مع المعلمين، وكشفت النتائج عن تنفيذ كل مدرسة تصورها نحو STEM بشكل مختلف، تبعا لمدى توفر الموارد الكافية وسهولة الوصول اليها ومدى الدعم المقدم للمعلمين من قبل المدربين لتخطيط وتنفيذ الدروس.

2- دراسة ملفورد وتبيت Milford & Tippett (2015) [24]: بعنوان" تصميم وتقصى صحة فصول STEM بالطفولة المبكرة – بروتوكول رصد"، استهدفت التحقق من كيفية تطبيق منهج STEM على أفضل وجه في السنوات الأولى من عمر الطفل، واستخدمت المنهج الوصفى، وقدمت الدراسة أداة جمع بيانات توفر للمعلمين والباحثين دليل لممارسات STEM في الفصول الدراسية و/أو البيئات البحثية، فضلاً عن طرح مقترحات عن تأثير تنفيذ برامج STEM في مؤسسات الطفولة المبكرة.

3- دراسة يانج جيو وآخرون.Ying Guo et al(2015) [25] بعنوان" استكشاف محتوى معرفة العلوم لأطفال ما قبل المدرسة"، استهدفت وصف محتوى المعرفة العلمي للأطفال ودراسة التنبؤ بمحتوى المعرفة للعلوم لدى الأطفال في سن مبكر، واستخدمت الدراسة المنهج التجريبى، وأجريت على عينة تكونت من 194 طفل من أطفال ما قبل المدرسة، وتم تقييم محتوى المعرفة للعلوم للأطفال على مدار فترتي الخريف والربيع في نفس السنة، وأظهرت النتائج مكاسب كبيرة لدى الأطفال في المحتوى المعرفى للعلوم على مدار السنة.

4- دراسة الدغيدى El-Deghaidy (2015) [26]: بعنوان "تصورات معلمي العلوم لتعليم STEM: الاحتمالات والتحديات"، واستهدفت تحديد تصورات معلمي العلوم

بالمدرسة الابتدائية فيما يتعلق بتعليم STEM وطبيعته متعددة التخصصات وتحديد العوامل التي تيسر وتعيق مثل هذا الشكل من أشكال التعليم في المدارس السعودية، واستخدمت الدراسة المنهج الوصفى التحليلي، وانتهت الدراسة إلى تقديم مجموعة من المقترحات تسهم في تطوير نموذج التنمية المهنية لمعلمي العلوم من حيث معرفة المحتوى التربوي لـ STEM وتطبيقه داخل الصف.

5-دراسة بياستا وآخرون .Piasta et al (2015)[27]: بعنوان" التطوير المهني للمعلمين في مرحلة الطفولة المبكرة: الجهود الرامية إلى تحسين فرص تعلم الرياضيات والعلوم في فصول الطفولة المبكرة"، استهدفت تحرى تأثير التنمية المهنية للمعلمين في مرحلة الطفولة المبكرة في مجالى الرياضيات والعلوم، واستخدمت الدراسة المنهج الوصفى، وتم التطبيق على عينة عشوائية قوامها 65 معلم لمدة 10.5 يوم (64 ساعة) تم تدريبهم في مجالى الرياضيات والعلوم، وتم دراسة تأثير هذا التدريب على عدد 385 من الأطفال المسجلين في فصولهم الدراسية، وكشفت النتائج عن تأثير التنمية المهنية بشكل كبير على مجال العلوم، ولكن ليس الرياضيات، لكن كانت فرص تعلم الرياضيات والعلوم مرتبطة ارتباطا إيجابيا بتعلم الأطفال.

6- دراسة أبو عليوه (2015) [28]: بعنوان" دراسة مقارنة لبعض تطبيقات نظرية مجتمع الممارسة في التنمية المهنية لمعلمى STEM في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وكوريا الجنوبية وإمكانية الإفادة منها في جمهورية مصر العربية"، واستهدفت تعرف نظرية مجتمع الممارسة وتطبيقاتها في مجال التنمية المهنية للمعلمين وعرض لبعض الخبرات في هذا المجال، واستخدمت الدراسة المنهج المقارن على أساس اتباع مدخل المشكلة (منهج هولمز)، وأسفرت نتائج الدراسة عن تقديم بعض الإجراءات المقترحة للاستفادة من تطبيقات نظرية مجتمع الممارسة في التنمية المهنية لمعلمى STEM بجمهورية مصر العربية.

7- دراسة رفاعى (2015) [29]: بعنوان بطاقة الأداء المتوازن كمدخل لتقييم الأداء الإدارى لمديري مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا (STEM) بجمهورية مصر العربية ، واستهدفت تعرف منهجية تطبيق مدخل القياس المتوازن في تقييم الأداء الإدارى لمديري مدارس العلوم والتكنولوجيا، واستخدمت الدراسة المنهج الوصفى، وأسفرت عن

وجود ضعف في الأداء الإدارى لمديري مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا فيما يتعلق بالبعد المالى، وبعد التعليم والنمو، وكذلك ضعف الأداء الإدارى فيما يتعلق ببعد رضا الطلاب.

8-دراسة سولفيان وبيرس(2015)[30]: بعنوان" الروبوتات في الفصول الدراسية في مرحلة الطفولة المبكرة: نتائج التعلم لمنهج الروبوتات 8 أسابيع بمرحلة ما قبل الروضة وحتى الصف الثاني"، واستهدفت تقييم 60 طفلا في مرحلة ما قبل الروضة وحتى الصف الثاني الذين أكملوا منهجا للروبوتات لمدة 8 أسابيع في الفصول الدراسية باستخدام مجموعة أدوات الروبوت جنبا إلى جنب مع لغة البرمجة الملموسة، وأسفرت النتائج عن سيطرة أطفال الروضة على مهارات البرمجة والروبوتات، في حين أن الأطفال الأكبر سنا كانوا قادرين على إتقان المفاهيم المعقدة بشكل متزايد باستخدام نفس مجموعة الروبوتات في نفس الوقت من الزمن.

9-دراسة جينيفر وآخرون .Jennifer et al (2016)[31]: بعنوان" نموذج لكيفية بناء الأطفال للمعرفة وفهم التصميم الهندسى داخل سياقات ترتكز على الروبوتات"، واستهدفت إلقاء نظرة متعمقة في كيفية بناء الأطفال بالمدرسة الابتدائية للمعرفة والفهم عن التصميم الهندسى ضمن سياق الروبوتات، واستخدمت الدراسة المنهج الوصفى، وأظهرت الدراسة أن النظريات الناتجة تصف الأطر المفاهيمية للأطفال لفهم الروبوتات في التصميم الهندسي، كما أسفرت عن توصيات لتحسين وتسهيل التصميم الهندسي على مستوى المدارس الابتدائية والمتوسطة.

تعقيب على الدراسات السابقة: لوحظ ندرة في الدراسات العربية بمجال الدراسة الحالية، فمنها ما عرض لنظرية مجتمع الممارسة وتطبيقاتها في مجال التنمية المهنية لمعلمى STEM (أبو عليوه، 2015)، ومنها ما تناول الأداء المتوازن كمدخل لتقييم الأداء الإدارى لمديري مدارس المتفوقين(الرفاعى،2015)، في حين انفردت الدراسة الحالية بتناول خبرتين جديدتين لتعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية في أمريكا وأستراليا، و**فيما يتعلق بالدراسات الأجنبية** فهى اختلفت مع الدراسة الحالية في تناولها موضوعات مثل تعريف أطفال ما قبل المدرسة لمحتوى العلوم (Guo et al. ، 2015)، ومنها ما تناول تطبيق منهج الروبوتات في الفصول الدراسية بمرحلة الطفولة المبكرة(2014،

Jennifer et al،2016)، وأخرى ركزت على التطويرالمهني للمعلمين بمرحلة الطفولة المبكرة في العلوم والرياضيات(Piasta et al ،2015) وأخرى عرضت لأنشطة برنامج ما بعد المدرسة STEM (Ayar& Adiguzel ، 2014) ومنها ما عرض للتحقق من صحة فصول STEM في الطفولة المبكرة (Milford&Tippett، 2015). لكن الدراسة الحالية تختلف عن الدراسات السابقة في تناولها بعض تطبيقات نظرية النظم الأيكويوجية في تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية بمصر من منظور مقارن، كما اختلفت الدراسة الحالية مع الدراسات الأجنبية السابقة في المنهج المستخدم؛ حيث اعتمدت معظمها على المنهج الوصفى وبعضها على المنهج التجريبى في حين استعانت الدراسة الحالية بالمنهج المقارن **باستخدام مدخل "جورج بيرداي"** ، كما اختلفت في أهداف الدراسة ومجالها، وبصفة عامة قد استفادت الدراسة الحالية من الدراسات السابقة علي تنوعها واختلاف نتائجها في التأكيد على أهمية الدراسة الحالية، وبناء الإطار النظرى لها، وفى اهتمامها بضرورة تعلم STEM منذ المراحل الأولى من عمر الطفل، كما استفادت من النتائج والتوصيات التي توصلت إليها تلك الدراسات، وفى اقتراح إجراءات للاستفادة من تطبيقاتها بمؤسسات رياض الأطفال والمدرسة الابتدائية بجمهورية مصر العربية.

منهج الدراسة وخطواته: **اتبعت الباحثة المنهج المقارن على أساس مدخل بيرداي G.Beredy في مجال الدراسات التربوية المقارنة بخطواته المنطقية المنظمة للوصول إلى التحقق من صحة فروض البحث الحقيقية، وتعتبر هذه المنهجية من أبرز المعالجات التي تأخذ بمنحنى الحلول الكبرى حيث يشير بيرداي إلى التربية المقارنة باعتبارها الجغرافية السياسية للمؤسسات التعليمية، وأن الغرض منها هو البحث عن دروس يمكن استخلاصها من المتغيرات التي يمكن الحصول عليها من التطبيقات التربوية في المجتمعات المختلفة[32]، كما يؤكد على أنها المسح التحليلي لنظم التعليم الأجنبية وضرورة دراستها لتقويم نظام التعليم القومي[33] وذلك من خلال آلياته المحددة في الخطوات التالية:**

1- **الوصف** :**Description** للخبرة التربوية لكل دولة على حدة في مجال تعليم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية.

2- **التفسير Interpretation** بتحليل الخبرة التربوية في سياقها الثقافي والتعرف على العوامل والقوى المؤثرة فيها.

3- **المقابلة:Juxtaposition** بهدف التوصل إلى نقاط التشابه والاختلاف بين دول المقارنة وجدولتها (المقارنة المبدئية) للتوصل إلى تحقيق الفروض المبدئية للدراسة.

4- **المقارنة Comparison** كخطوة أخيرة للتأكد من صحة فروض الدراسة الحقيقية في ضوء الحقائق المتصلة بطبيعة مشكلة الدراسة وتفسير ما يتصل بخبرات الدول في تعليم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية وتحديد أوجه الاستفادة الخاصة بمحاور المقارنة .

وتسير الدراسة وفقاً للخطوات التالية:

الخطوة الأولى: تقديم إطار نظرى يتناول تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية وسياساته وبرامجه ومعلميه، ونظرية النظم الإيكولوجية وتطبيقاتها في مجال تعلم STEM.

الخطوة الثانية: عرض تطبيقات نظرية النظم الإيكولوجية في تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا.

الخطوة الثالثة: الوقوف على واقع الجهود المصرية لتعلم STEM.

الخطوة الرابعة: وضع إجراءات مقترحة للاستفادة من تطبيقات نظرية النظم الإيكولوجية في تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية بجمهورية مصر العربية.

الإطار النظري - المحور الأول (المنظور الفلسفي لتعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية)

يتناول هذا المحور من الدراسة الإطار النظرى ويتضمن:

أولاً: تعليم STEM المفهوم والأهمية، والوظائف والخصائص.

ثانياً: السياسات والبرامج والمعلمين، وتعلم STEM غير الرسمى.

ثالثاً: نظرية النظم الإيكولوجية لبرونفرنمبر.

أولاً : تعليم STEM المفهوم والأهداف والخصائص: هذا النوع من التعليم هو فلسفة للتعلم القائم علي التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والفنون والرياضيات، وفلسفياً، بالنسبة للمتعلمين برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية، تدعم نظرية فيجوتسكي(1986) التعلم

الاجتماعي والثقافي المبنى على فكرة أن الطفل يبني/معرفته بنفسه من خلال"المشاركة الفعالة"، ومداخل التعلم التي تشمل الفضول، والمبادرة والمثابرة والإبداع هي السمات الهامة المرتبطة بمبادرة STEM في تعلم وبناء الأطفال للمعرفة[34]، وفى هذا السياق يؤكد كاتز(2010)على أن الأطفال فضوليون وحريصون على استكشاف العالم من حولهم باستخدام طريقة التجربة والخطأ، فهم متعلمين نشطاء ومستفسرين ابداعيين، وبالتالي دعم الأطفال لاكتساب الخبرات المباشرة للأنشطة العلمية الرسمية وغير الرسمية برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية سيكون لها تأثير إيجابي على أدائهم في العلوم الأكاديمية بالمستقبل[35]، **ومن بين أهم أهداف تعليم STEM ما يأتى**[36]:

- توفير الفرص لتنمية مهارات وخبرات الطلاب في مجالات STEM.
- التركيز على المستقبل وتحقيق جودة الحياة عبرالابتكارات العلمية والتكنولوجيا.
- منح المعلمين فرصاً لنموهم المهنى المستمر، وتعزيز ذلك بالتواصل مع المعنيين.
- تحسين التحصيل العلمى والإنجاز الأكاديمى للطلاب، وتبنى الدول لمبادرات إصلاح التعليم ولا سيما في ضوء نتائج الاختبارات الدولية.

ومن أهم خصائص تعليم STEM[37] **ما يلي:**

• موضوعات STEM تراكمية للغاية ومتسلسلة، ففي الرياضيات، على سبيل المثال كل خطوة تعتمد على المعرفة والمهارات السابقة. فإذا فشل التلاميذ في فهم النسب والكسور أو خواص المادة، فإنه من المرجح أن تزداد تخلفا في الرياضيات أو الدورات العلمية التي تتبعها.

• معرفة تعلم STEM متخصصة فبعضها يصعب على التلاميذ إتقانها في سياق حياتهم اليومية، وهنا يحتاج المعلمون تعميق محتوى المعرفة ليكونوا قادرين على شرح المفاهيم الأساسية بشكل جيد، وكذلك للإجابة على أسئلة التلاميذ الفضوليين.

• معرفة تعلم STEM تتغير بسرعة، وهذا يتطلب من المعلمين التحديث المستمر لمعلوماتهم.

ثانيا: السياسات والبرامج والمعلمين والتعلم غير الرسمى لـ STEM:

1- السياسات والتشريعات: أصدر المجلس القومى للعلوم والتكنولوجيا خطة استراتيجية لمدة 5 سنوات لتعليم STEM ، تبدأ من مرحلة ما قبل المدرسة[41]، وقد أعلنت المفوضية

الأوروبية عام 2007، الحاجة إلى تعليم العلوم للطلاب بجميع المراحل التعليمية، من أجل تعزيز القدرات، ورغم أن تقرير المفوضية سلط الضوء على أهمية التنفيذ المبكر لتعليم العلوم، فإنه ليست هناك أي اقتراحات تستهدف المعلمين برياض الأطفال، وقد اعترفت بعض الدول مثل المملكة المتحدة وألمانيا وإيرلندا وفنلندا بتعليم STEM كأولوية لنظام التعليم الوطني بها إلا أنه لا زالت برامج التعليم والتربية في رياض الأطفال تلقى اهتمام قليل في هذه البلدان[38].

2- التعلم الغير رسمي لـ STEM: أكدت العديد من البحوث أن التعلم العميق يتطور عبر بيئات وأطر زمنية متعددة خارج الفصول الدراسية ويؤثر بشكل مباشر على ما هو ممكن داخل الفصول الدراسية وبالعكس[39]، ويمكن أن تأخذ الأنشطة خارج الفصول الدراسية والمعروفة بالفصول الممتدة في STEM العديد من الأشكال منها: المشاركة في مسابقات، والمعارض العلمية، أو مسابقات الروبوتات، أو حضور برامج ما بعد المدرسة التي تربط الرياضيات بالأنشطة المنزلية، وبناء الروبوتات، وقص القصص باستخدام تكنولوجيا الرسوم المتحركة، وزيارة المتاحف، وحدائق الحيوان، أو المخيمات الصيفية في الهندسة[40].

3- البرامج: تشير الأبحاث إلى أن تعليم الرياضيات والعلوم المناسبة برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية له أثر إيجابي في تعلمهما في وقت لاحق للتعلم، والأطفال الذين يحققون ممارسات تعلم نمائية ملائمة في الرياضيات والهندسة وتعليم العلوم برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية، يتفوقون في حياتهم الأكاديمية في المستقبل، وبالتالي التعلم في كل مجال يعزز الآخر. لذا ينصح بأن يولى المعلمين اهتمام كبير لدمج هذه المجالات معا من أجل تشجيع الأطفال على التعلم داخل وعبر التخصصات، علاوة على التخطيط لتجارب المنهج[41]، وتشير كاتز (2010) في هذا الصدد إلى أن نهج المشروع يعزز الأطفال ليكونوا عناصر فاعلة تتحمل المسؤولية في تحديد أسئلة البحث، وكيفية جمع البيانات، وتقديم تقرير عن النتائج، كما أن المناهج القائمة على اللعب تعد عاملا أساسيا لفعالية تعلم العلوم والرياضيات برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية، إلا أن الأنشطة يجب أن يتم التخطيط لها بشكل جيد، وأن يكون للأطفال دور في طرح الأسئلة، والاستقصاء، والتفكير في الحلول الممكنة، وأخذ زمام المبادرة[42].

4 – المعلمون: يحتاج المعلمون برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية إقامة مناخ من الاكتشاف والتنقيب فيها ''4 Cs'' الاتصالات والإبداع، والتفكير الناقد، والتشارك Communication, Creativity, Critical Thinking, and Collaboration، بالإضافة إلى ذلك، توجيه أسئلة مفتوحة/استفزازية للأطفال ذات مغزى حول إبداعاتهم وعالمهم؛ حيث يبدأ الأطفال في التفكير الناقد والمشاركة في مناقشات هادفة[43]، وقد وجد أن تعلم STEM يمكن أن يتم تعزيزه من قبل المعلمين إذا تم استخدام التكنولوجيا لما يلي [44]:

- تقديم نماذج لتضامن حقيقي للمعلمين وأولياء الأمور والأطفال.
- توفير سهولة الوصول إلى الموارد المهنية اللازمة لتدريب المعلمين.
- تعريض الأطفال والكبار للظواهرالبصرية والسمعية مثل مراقبة الأشياء وتسجيل البيانات.
- إشراك الأطفال في مهام باستخدام التكنولوجيا مثل اللعب المزدوج بالألعاب الرقمية.
- تشجيع التفاعلات الاجتماعية والتواصل المشترك بين الأطفال والبالغين.

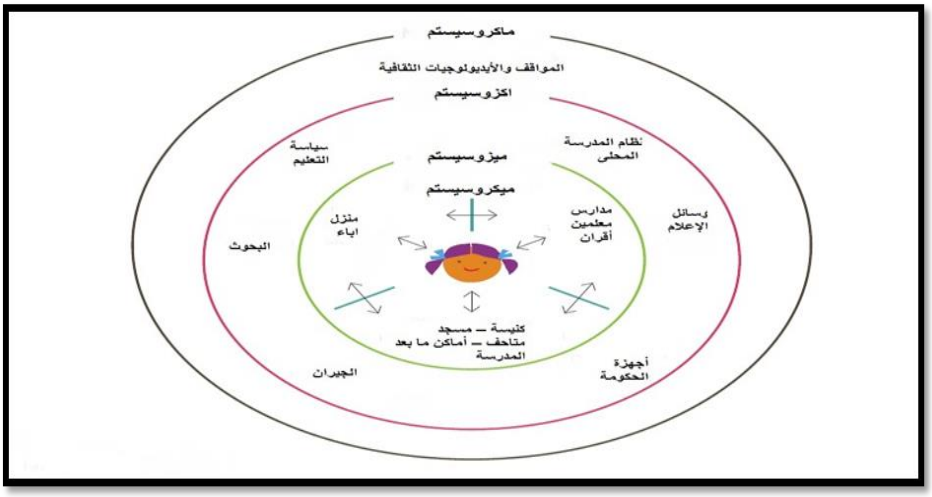
ثالثاً: نظرية النظم الإيكولوجية: ينمو ويتعلم الأطفال في إطار علاقات وخبرات وبيئات وشبكات إنترنت متشابكة ومعقدة من العلاقات والخبرات، ووضع برونفنمبر Urie Bronfenbrenner (1966) حجة مبتكرة وقوية: فهم كامل للتنمية البشرية يتطلب تجاوز العلاقات الفردية بين الأطفال ومحيطهم المباشر أو مقدمي الرعاية، وطالب بفحص المجتمع، والبيئات المترابطة التي يعيشون فيها الأطفال والسياقات الكبيرة التي قد تؤثر عليهم. فنظرية النظم البيئية أصبحت أداة هامة للباحثين، وصناع السياسات، والعاملين على حد سواء، وتؤثر في كل شيء، وقد وضع برونفنمبر نظرية النظم الإيكولوجية في محاولة لتحديد وفهم التنمية البشرية في إطار نظام العلاقات التي تشكل بيئة الشخص، وهو يرى أن الأطفال يتعلمون عن أنفسهم ويبنون هويتهم الخاصة ضمن سياق الأسر والمجتمعات المحلية، وهذا يشمل علاقاتهم مع الناس والأماكن والأشياء وتفاعل الآخرين، وتتشكل الشخصية من خلال الخبرات. فعندما يكون لدى الأطفال تجارب إيجابية يطورون فهم أنفسهم، ويتكون لديهم شعور بالانتماء. فالعلاقات هي أسس بناء الهوية[45]، **ووفقا للنظرية الأولية** لـ Bronfenbrenner، تتألف البيئة، من أربع طبقات من النظم التي تتفاعل بطرق معقدة ويمكن أن تؤثر وتتأثر على حد سواء بتطوير

ونمو الشخص، وفي وقت لاحق تم إضافة بعدا خامساً يضم عنصر الوقت، ومن ثم يمكن تمديد هذه النظرية بشكل خاص لوصف أنظمة معقدة في بيئة المدرسة[46].

1- الأبعاد الأربعة لنظرية النظم الإيكولوجية: في مجال التعليم، يعد تأثير البيئات المتعددة والنظم المترابطة على الطفل ضروريًا جداً، ويؤثر على جميع المعنيين، فلا يمكن للمربين نجاح تعليمهم بدون تدريب وموارد كافية، ومشاركة من الأهالي، ولا يمكن للباحثين إنتاج دراسات ذات الصلة دون دعم بالأموال المتاحة، ومساهمة ودعم المعلمين في الفصول الدراسية، وفهم النظم السياسية التي سيتم تطبيق عملهم بها، وكذلك صناع السياسة لا يمكنهم وضع سياسات فعالة دون فهم الجمهور، وتعاون المعلمين، ودعم البحوث، ولا يستطيع الأطفال التعلم بكامل إمكاناتهم دون اعتبار كل هذه العوامل، وقد اقترح "برونفنبربر" أن الأطفال تتطور داخل النظم المتداخلة، وتخيل مجموعة من الدوائر متحدة المركز، الطفل في مركزها (الشكل 2) [47]؛ لتوضيح كيف يمكن أن توفر هذه الأنظمة إطاراً لفهم تعليم STEM مع تعزيز تطوير STEM لجميع الأبعاد الأربعة[48]:

- **الميكروسيستم microsystem:** أول دائرة حول الطفل، أى البيئات المتجذرة حوله، وتشمل المنازل، والفصول الدراسية، ودور رعاية الأطفال أو برامج ما بعد المدرسة، ودورالعبادة أو غيرها من البيئات، وبطبيعة الحال، الناس والخبرات داخل هذه البيئات.
- **ميزوسيستم mesosystem**، الدائرة التالية التي تعترف بالعلاقات بين بيئات الميكروسيستم والتجارب أو الأشخاص التي تؤثر بشكل مباشر في العلاقة بين البالغين والأطفال. فمثلا، الطرق التي يؤثر بها التعليم المدرسى على حياة الطفل بالمنزل- وبالعكس- بصورة مباشرة أو غير مباشرة، أو عبر طرق تدريب الكبار ومستوى الضغوط التي يمكن أن تؤثر على قدرة الشخص على إحداث تأثير إيجابي للطفل تدرج في النظام.
- **ايكزوسيستم exosystem** وتمثل الهياكل والمؤسسات المجتمعية التي لا تؤثر مباشرة على الطفل ولكن يمكن أن تؤثر فيه، بصورة مباشرة أو غير مباشرة، على سبيل المثال سياسات الحكومة والبحوث التي تحفز تلك السياسات.
-

- **ماكروسيستم macrosystem**، هى أبعد دائرة تتألف من الأطر الثقافية والنماذج والقيم، التي تشكل البيئة التي يتعلم فيها الطفل، وانخراطه وعلاقاته في جميع الأنظمة الأخرى.



شكل (1) الأبعاد الأربعة لنظرية النظم الإيكولوجية

يتضح من الجدول السابق أن النظم الإيكولوجية لتعلم STEM تشمل مجموعة متنوعة من البيئات التي تخلق معا مجموعة غنية من فرص التعلم للأطفال تتكيف وتتطور بمرور الوقت.

ومن ثم فالنموذج الأيكولوجى يقر حياة كل طفل ضمن سياق بيئى واجتماعى واقتصادى وسياسى كما يوضحه شكل(3) [49]. حيث يوضح شبكة قوية من المجتمع، والخدمات والبرامج التي تدعم تعلم الأطفال، ويعد كل طفل في مركز النموذج البيئي فريدًا من نوعه، نشطًا، ومشاركًا في التعلم الخاص به وفي سياقه المحلي، الذي يشكله الأسرة، والثقافة، والخبرة.

- الأسر والأقارب لهم تأثير أساسي على تعلم أطفالهم وتنميتهم؛ حيث تزويد الأطفال بالعلاقات والفرص والتجارب التي تشكل إحساس الانتماء لدى كل طفل .
- كل شخص بالغ حول الطفل يعلم، ويدعم ويستثمر بنشاط نجاح الطفل.

- المجتمع المحلي، والأحداث الثقافية، تعزز الشعور بالانتماء والرفاهية للطفل وأسرته.
- الإطار الواسع للسياسات المترابطة تعكس رؤية لتعلم الأطفال وتنميته.

شكل(2) النموذج الأيكولوجى لتعلم STEM

يتضح من الشكل السابق أن الأطفال في صميم نموذج النظام البيئي لتعلم STEM، لأنهم يتأثرون بشكل مباشر بأشخاص آخرين (العائلة والأصدقاء) وبالبيئات(المدارس والأحياء)، وبشكل غير مباشر ببيئتهم وثقافتهم، والأطفال أنفسهم يتأثرون بالبيئة من خلال تصرفاتهم، وقيمهم.

وقد تم تضمين الوقت في هذا النموذج لتوضيح أن هناك تغييرات مستمرة في الأطفال أنفسهم وفي السياق المحيط بهم. على سبيل المثال، الصفات المعرفية والعاطفية والاجتماعية والتحفيزية التي يجلبها الأطفال إلى تجارب التعلم تتطور باستمرار وتنضج وتتراكم؛ مما يؤدي إلى تفاعل ديناميكي مع مرور الوقت بين صفات الأطفال وتلك الخاصة ببيئات التعلم، ومن ثم، فمنظور النظم الإيكولوجية لتعلم STEM ، والتفاعلات بين المتعلمين، والأصول المجتمعية، والثقافة الأوسع نطاقا أمر بالغ الأهمية لدعم تعلم الأطفال[50]. وقد وجد الباحثون أن النظم الإيكولوجية لتعلم STEM لديها القدرة على بناء مهارات الممارسة العلمية للأطفال والمعرفة من خلال التعرض المتعدد للخبرات؛ وتطوير اهتمام الأطفال وحماسهم عبر الوقت باستخدام مجموعة متنوعة من الممارسات الرسمية

وغير الرسمية على السواء؛ ومساعدة الأطفال في بناء المهارات المعقدة، وحل مشاكل العالم الحقيقي، وحددوا ثلاثة لبنات أساسية للنظم الإيكولوجية **لتعلم STEM هى** [51]:

- نظام مدرسي من الروضة إلى الصف الثاني عشر بقيادة تقدر التعاون بين القطاعات.
- برنامج ما بعد الدوام المدرسي في أى منظمة لها القدرة على التعاون بفعالية داخل وعبر بيئات التعليم الرسمية و/أو غير الرسمية.
- مؤسسات خبرة قوية لتجارب STEM توفر الموارد للمعلمين، والطلاب، والأسر.

2- نظرية النظم الإيكولوجية وتعلم STEM للأطفال في سياقات مختلفة: كشفت دراسة المعهد الطبى والمجلس القومى للبحوث(2015) وجود علاقة بين تعلم الخبرات المبكرة لموضوعات STEM والنجاح في وقت لاحق في تلك الموضوعات أو في المدرسة. فتعلم الرياضيات بدءاً بمرحلة ما قبل المدرسة، يتوقع منه إنجاز كبير حتى المرحلة الثانوية، ويمكن للمعلمين تعزيز هذا من خلال توفير مقدمة لهذا النوع من الرياضيات على صورة "نقاش" يساعد الأطفال على بناء مفردات STEM واكتساب المعارف لفهم الموضوعات بشكل أعمق[52].وأشارت دراسة باتريك وآخرون(2008) أن الأطفال الذين ينخرطون في أنشطة العلوم منذ سن مبكرة تنمو لديهم الاتجاهات الإيجابية نحو العلوم، كما يرتبط ذلك بالإنجاز العلمي اللاحق، ومن ثم يكونون أكثر تحمساً لمتابعة خبرات STEM[53]، وقدد حددت الرابطة الوطنية لمعلمى العلوم المبادئ الأساسية التالية لتوجيه تعلم العلوم بين الأطفال الصغار[54]:

• الأطفال لديهم القدرة على الانخراط في ممارسات العلوم وتطوير فهمهم على المستوى النظري.

• الكبار يلعبون دورا محوريا وهاما في مساعدة الأطفال الصغار تعلم العلوم.

• يحتاج الأطفال الصغار فرص متعددة ومتنوعة للمشاركة في التنقيب عن العلم والاكتشاف.

• الأطفال قادرون على تطوير مهارات العلوم والمعرفة في كل الأوساط الرسمية وغير الرسمية.

• الأطفال الصغار لديهم القدرة على تطوير مهارات العلوم والمعرفة مع مرور الوقت.

• **الأطفال لديهم القدرة على تطوير مهارات العلوم والتعلم من خلال الانخراط في التعلم التجريبي.**

وفيما يتعلق بتعلم التكنولوجيا في رياض الأطفال والمدرسة الابتدائية أكدت العديد من الدراسات الأثر الإيجابي لوسائل الإعلام الرقمية المصممة تصميما جيدا عندما تستخدم بشكل مدروس ومتعمد لدعم تعلم الطفولة في وقت مبكر[55]، وجدير بالذكر أن تدريس البرمجة للأطفال تدعم تعلم STEM، فقد أظهرت الدراسات أن الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين أربع سنوات من العمر يمكنهم بنجاح بناء وبرمجة مشاريع الروبوتات البسيطة بالتوازى مع تعلم مجموعة من المفاهيم الهندسية وعلوم الكمبيوتر في هذه العملية، وأن المعلمين يمكن أن يدمجون بنجاح الروبوتات مع غيرها من المجالات في المناهج الدراسية[56].

وبالنسبة لتعلم الهندسة للأطفال برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية، أشارت دراسة حديثة أن المناهج الدراسية التي تشجع الأطفال لبناء هياكل متقلبة مثل السلالم باستخدام الخشب، والكرات، وغيرها، تجعل الأطفال الذين يدرسونها قادرون على فهم العلاقات بين زاوية السلالم وحركة الأجسام، فضلا عن الحاجة إلى اختبار وتحليل وإعادة صياغة تصاميمهم، وفي مجال الهندسة، يستفسر الأطفال عن التواصل المعرفي بين التخصصات؛ باستخدام مهارات حل المشكلات، مثل صياغة المشكلة، والتكرار، واختبار الحلول البديلة، وتقييم البيانات لتوجيه القرارات، وغالبا ما يستخدم التعلم القائم على المشاريع مع التدريب العملي للمساعدة في تحسين قدرات الأطفال على التفكير مكانيا، وكل هذه المهارات في غاية الأهمية لمساعدة الأطفال لاستكشاف العالم من حولهم، وهي في صميم البحث العلمي[57].

المحور الثاني: بعض تطبيقات نظرية النظم الإيكولوجية في تعلم STEM برياض الاطفال والمدرسة الابتدائية بكل من الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا

يتناول هذا المحور بعض تطبيقات نظرية النظم الإيكولوجية في تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية بكل من الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا، وسيتم توظيف النموذج الأيكولوجى لبرونفرنمبر كوسيلة لتفعيل تعلم STEM ، ودراسة النظم المترابطة المختلفة لفهم العلاقات المتداخلة والمعقدة بين النظم المختلفة التي تلعب دورا في التنمية البشرية، وكيف يمكن أن توفر هذه الأنظمة إطارا لفهم وتعزيز تطوير تعلم STEM لجميع الأبعاد الأربعة لبرونفرنمبر، كالتالى:

- **نظام الماكروسيستم: الأهداف الثقافية والسياسية التي تدفع الأولويات التعليمية ذات الصلة بتعلم STEM.**
- **نظام الايكزوسيستم: يمثله محور السياسات في الدراسة الحالية.**
- **نظام الميزوسيستم: يمثله محور التعلم غير الرسمى خارج المدرسة في الدراسة الحالية.**
- **نظام الميكروسيستم: ويمثله محورى البرامج والمعلمين في الدراسة الحالية.**

أولاً: الولايات المتحدة الأمريكية:

في ضوء تحليل السياق الثقافي للمجتمع الأمريكى يتبين أنها تمتد **جغرافيا** عبر قارة أمريكا الشمالية ، من المحيط الأطلنطى (في الشرق إلي المحيط الهادي) الباسيفيكي (في الغرب ، و من دولة كندا في الشمال إلي دولة المكسيك و خليج المكسيك في الجنوب ، و تعد الولايات المتحدة الأمريكية رابع اكبر دول العالم من حيث المساحة إذ تبلغ مساحتها (٩,٦٣١,٤٢٠كم٢)، ونظرًا لاتساع الولايات المتحدة الأمريكية وامتدادها على دوائر عرض متعددة وعدة أسباب أخرى كالسطح والمؤثرات البحرية فإنها تختلف الظروف المناخية فيها من منطقة لأخرى[58]، و**من الناحية الديموجرافية والسياسية** يقدر عدد سكانها بأكثر من 300 مليون نسمه. ويتميز المجتمع الأمريكي بأنه مجتمع تتنوع فيه الأديان والأعراف والمعتقدات والأصل القومي، ويزداد فيه

التباين في المستوى الاقتصادي والاجتماعي وكان التعليم بعامة وتعليم اللغة الإنجليزية (الأمريكية) بخاصة أكبر الأثر في تقوية النسيج الاجتماعي في أمريكا، هذا بالإضافة إلى عناية نظام الحكم ومؤسسات المجتمع المدني في أمريكا بتأكيد الحقوق الإنسانية لكل المواطنين. دون تفرقة تعزى إلى الدين أو العرق أو الأصل القومي أو الانتماء الفكري في ضوء سياسة الحكم الديمقراطي، الذي أصل في دستور الدولة الأمريكية والقوانين الفيدرالية، وفي تشريعات الولايات، وفي أحكام القضاء في مستوياته المختلفة[59]، و**من الناحية الاقتصادية** تعتمد الولايات المتحدة اقتصاد السوق المبني على الاستثمار الحر والمنافسة التجارية، وتمتلك ثروات كبيرة من الموارد المنجمية ومصادر الطاقة من بترول وغاز طبيعي وفحم ويورانيوم، وعلى الرغم من هذه الثروة الطائلة؛ فإن الولايات المتحدة هي أكثر بلدان العالم استيراداً لمصادر الطاقة، كما أنها تعد من أكثر دول العالم تطورًا وإنتاجية؛ فلايوجد نظير لها في مجال إنتاج السلع وتوفير الخدمات، إضافة إلى تميز الزراعة الأمريكية بأراضي خصبة ومناخ مناسب؛ وتحتل الولايات المتحدة الأمريكية الصدارة في مجال التصنيع مثل وصناعات الطيران والكهرباء والإلكترونيات، ويعود ذلك إلى قدرتها على التجديد واستخدام التكنولوجيا الدقيقة المتطورة، ووجود اليد العاملة المؤهلة، إذ يقوم النظام الرأسمالي الأمريكي على ثلاث مبادئ هي : الملكية الخاصة لوسائل الانتاج ، و المنافسة الحرة ، واعتبار الربح المحرك الأساسي لعملية الانتاج[60]، و**من الناحية التعليمية** أوضح تقرير اللجنة الوطنية للارتقاء بالتعليم والمعنون "أمة في خطر A Nation at Risk" عام 1983، أن أمريكا قد فقدت قدرة التنافس في الاقتصاد العالمي بسبب تدني أداء النظام التعليمي، وركز التقرير على ضعف تحصيل الطلاب في المواد الدراسية مقارنة مع طلاب الدول الصناعية في سبع مرات أجريت فيها الاختبارات ضمن البحوث الدولية، وأقر التقرير إدخال متطلبات المناهج الإلزامية المشتركة وهي اللغة الإنجليزية والرياضيات والعلوم الاجتماعية والحاسوب واللغات الأجنبية، واعتماد وتطبيق معايير صارمة، وإطالة مدة الدراسة، وإدارة الوقت بكفاءة، وإتباع أساليب أفضل في اختيار وإعداد وتدريب المعلمين، واجتذاب المعلمين المتميزين والتخلص من المعلمين الضعاف[61]، وقد انعكست العوامل السابقة على تعلم STEM ، إذ شكّل صدور قانون "لا طفل يترك بالخلف Child Left Behind(NCLB)" نقطة تحول في السياسة التعليمية

الأمريكية؛ حيث أكد القانون على: 1) تغيير مناهج رياض الأطفال والابتدائى (K-12) في العلوم والرياضيات والتكنولوجيا والهندسة، 2) توفير التمويل للشراكات في الرياضيات والعلوم بين المدارس والكليات والجامعات المحلية، 3) جمع البيانات سنويًا عن تقدم الطلاب والمدارس في الرياضيات والعلوم، 4) ربط تمويل التعليم الفيدرالى بالتقدم في الأداء[62].

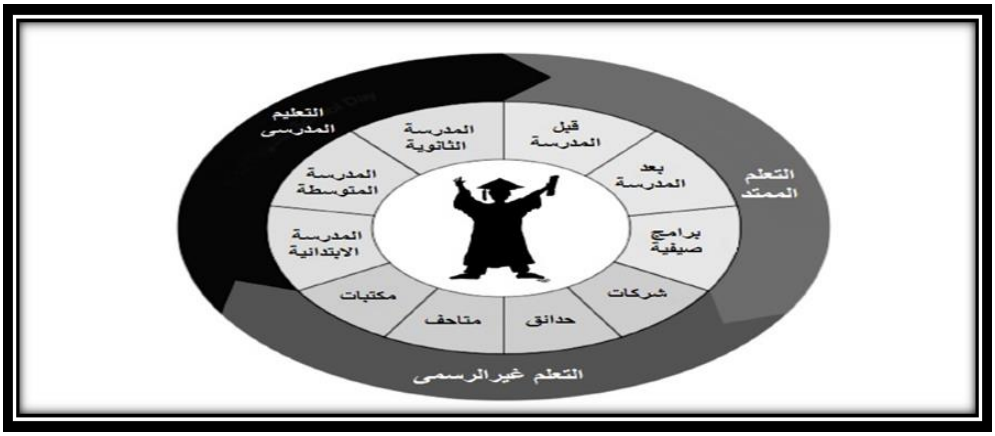
لقد مثل العرض السابق منظور الماكروسيستم macrosystem؛ حيث تعكس مبادرات تعلم STEM بمرحلة رياض الأطفال التفاعل بين المعتقدات الثقافية والاقتصادية، والاجتماعية، والأهداف السياسية التي تنبثق من تلك المعتقدات. ففي الولايات المتحدة، المخاوف بشأن الاقتصاد والقدرة التنافسية العالمية، والتحصيل العلمي للطلاب في تقييم الأداء الدولي، والقضايا الوطنية الكبيرة الأخرى لديها (الرعاية الصحية والاهتمامات البيئية) ساهمت في نقل STEM إلى مقدمة أولويات السياسة التعليمية، وهذه المخاوف كانت بمثابة محفز لدفع السياسة للتركيز الأساسي على تعليم STEM منذ مرحلة رياض الأطفال، وتعزيز التفكير الناقد، ودعم أعلى تحصيل علمي للأطفال من أجل إعداد القوى العاملة للقرن الـ 21، وفى هذا السياق تفاعلت نظم التعليم على مستوى الدولة والولايات، كرد فعل لهذه النداءات الوطنية من أجل التغيير، فقد بدأت في العمل في إطار التعليم الحالي لتلبية الحاجات، على سبيل المثال، جامعة كاليفورنيا | فيوجن عملت مع شبكة كاليفورنيا لتعلم STEM وشركائها؛ لتطوير اثنين من المدارس القائمة على STEM؛ كان ذلك نتيجة مباشرة لمبادرات الماكروسيستم لبناء قدرات المعلمين والأطفال في STEM وتغيير ثقافة التعليم، وهو ما يوضح كيفية تأثير الماكروسيستم في نظام تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية بالمجتمع.

1- السياسات والتشريعات: برز إجماع واضح على الحاجة لإصلاح التعليم بشكل عام وأهمية تعليم STEM على وجه الخصوص، وصدور قانون التعليم 2002 "عدم التخلى عن أى طفلNO Child Left Behind" ضمن السياق العام لإصلاح التعليم في إدارة أوباما، أكد الرئيس على أهمية تعليم STEM في خطابه للأكاديمية الوطنية للعلوم في أبريل 2009، قائلاً: إنن الولايات المتحدة تحتاج إلى نقل

طلابها "من الوسط إلى الجزء العلوي من حزمة العلوم والرياضيات على مدى العقد المقبل"، وردا على الأزمة الاقتصادية، طرح الرئيس أوباما مبادرة البيت الأبيض: التعليم للإبداع 2009 لتحسين فرص تفوق أمريكا بالسوق العالمية، وتحدث عن "تعزيز دور أمريكا باعتبارها محرك في العالم للاكتشافات العلمية والتكنولوجية والابتكار "، وأعلن" تحسين تعليم STEM كأولوية وطنية " وشدد على مرحلة رياض الأطفال والمدرسة الابتدائية [63]. لقد جعلت إدارة أوباما إصلاح التعليم واحدة من أعلى أولوياتها؛ حيث أقام قانون الانتعاش وإعادة الاستثمار الأمريكى لعام 2009 أربعة "ضمانات" واسعة لتحسين K-12 من خلال: تحسين فعالية المعلم والمدير، وتوفير معلومات للأسر والمعلمين والباحثين لتحسين تعلم التلاميذ بالمدارس، وتنفيذ معايير مهنية وطنية وتطوير التقييمات التي تتماشى مع هذه المعايير، وتحسين تعلم وإنجاز الطالب في المناطق المحرومة من خلال التدخلات الفعالة[64]، وانطلاقاً من حرص أمريكا على تطوير تعليم STEM باعتباره وسيلة لتعزيز قدرتها التنافسية وهيمنة الولايات المتحدة في مجالات العلوم والتكنولوجيا، أصدر الكونجرس الأمريكى تقريراً حدد به أربع توصيات لخلق فرص عمل عالية الجودة وتركيز الجهود على العلوم والتكنولوجيا الجديدة، تمثلت فى: 1) زيادة المواهب بأمريكا من خلال تحسين كبير في تعلم الرياضيات والعلوم منذ مرحلة رياض الأطفال وحتى عمر 12 سنة (K-12)، 2) دعم وتعزيز التزام البلاد بالبحوث الأساسية طويلة الأجل؛ 3) تطويروتجنيد واستبقاء الطلاب المتفوقين والعلماء والمهندسين بأمريكا والخارج، 4) التأكد من أن أمريكا هي المكان الرائد في العالم للابتكار، كما قادت الدولة في عام 2008 مبادرة لصياغة معايير واضحة ومتسقة لتعليم الرياضيات وفنون اللغة الإنجليزية بدءا من الروضة وحتى عمر 12 سنة، فضلاً عن اهتمام كبير باعتماد معايير مماثلة للعلوم، والتي ستكون ضرورية لتحسين تعليم STEM [65]. وفيما وراء هذه السياسات والمبادرات التي سمحت لأمريكا بالتنافس، أصدر مجلس الرئيس الأمريكى للعلوم والتقنية في إطار التخطيط والاستعداد لتطبيق مبادرة STEM جملة من التوصيات أهمها إعداد 100.000 معلم ومعلمة فى(STEM) من قبل الجامعات والكليات المعنية عبر التركيز على مهارات تدريس قوية ومعرفة ذات محتوى عميق لتحقيق هذا الهدف[66]، والتوجيه للحكومة بدعم 100000 مدرسة في مختلف المراحل الدراسية لتمكينها من

تـدريس الحقـول النوعيـة فـي مجـال STEM، وتقـديم الـدعم القـوى للبـرامج المصـممة، وتخصيص مرتبات متميزة للمعلمين المحترفين في هذا المجال، وتطوير برامج الماجستير لتطوير الأداء المهنى للمعلمين في ذات الاتجاه [67]، كما أقامت أمريكا في 2012 مؤتمر قمـة لـدعم مجـالات STEM، وتشـجيع التكامـل بـين العلـوم المرتبطـة بهـا[68]، كمـا اقتـرح قـانون عـام 2010 "أمريكـا تنـافس" إنشـاء لجنـة لتعلـيم STEM بـالمجلس الـوطني للعلـوم والتكنولوجيا لتنسيق استثمارات STEM الفيدرالية، ووضـع خطـة استراتيجية خمسية لتعليم STEM[69]، وكما هو معترف به في قانون نجاح كل طفل عام 2015 Every Child Succeeds Act، بشأن ضمان النجاح للطلاب والمدارس، ساهمت مبادرة الرئيس أوباما لعلوم الكمبيوتر للجميع عام 2015 في جعل STEM عنصر حاسم يوفر الوصول إلى العلوم والدراسات الاجتماعية والأدب، والفنون، والتربية البدنية والصحة، وإتاحة الفرصة لتعلم لغة إضافية، كما دعت الإدارة الفيدرالية عام 2015، نحو 30 خبيرا من قادة الفكر في مجال STEM للمشاركة في سلسلة من حلقات العمل القائمة على المناقشة لتبادل الأفكار ووضع توصيات لمستقبل تعليم STEM[70].

2- التعلم الغير رسمي لـ **STEM:** أكدت لجنة تكامل تعليم STEM بالأكاديمية الوطنية للهندسة والمجلس القومى للبحوث أهمية دمج التعلم الممتد وغير الرسمي منذ مرحلة الطفولة المبكرة وحتى الصف الثانى عشر (k-12) بالتعلم خلال اليوم الدراسي وهو ما يوضحه الشكل **التالى**[71]:



شكل (3) البيئات المتكاملة للتعلم الممتد وغير الرسمي والتعلم باليوم الدراسي العادى (K-12)

يؤكد الشكل السابق على التكامل بين برامج التعلم الموسعة المهيكلة مثل برامج ما بعد الدوام، وفرص التعلم غير الرسمية في مؤسسات مثل المتاحف، والحدائق، والمكتبات، وغيرها من المنظمات المجتمعية متعددة بيئات تعلم STEM ، وبيئات اليوم الدراسي العادي (K-12) لتمكين برامج التعلم الموسعة من مواءمة الأنشطة مع محتوى التعلم والتدريس بالفصول.

وقد نفذت المؤسسات الخاصة أيضا مبادرات STEM للتعلم الممتد حيث استثمرت كل من مؤسسات بكتيل، ونويس، وساموبلي في التعلم الممتد لـ STEM من خلال مبادرة "قوة الاكتشاف: The Power of Discovery: STEM ، والتى تدار كشراكة بين شبكة كاليفورنيا للتعلم بعد المدرسة وشبكة كاليفورنيا لتعلم STEM الممتد، وتوفر برامج تعليمية[72]، وقد تأسس برنامج شيكاغو، إيل & ديترويت في عام 1976 ويخدم الآن 3000 فردا تتراوح أعمارهم بين 4–18 سنة في منطقة العاصمة ديترويت، ويهدف إلى: زيادة معرفة أولياء الأمور والتعريف بالفرص المتاحة في مجالات STEM، وبالتالي تحسين قدرتهم على دعم أطفالهم خلال المدرسة الابتدائية والثانوية، وزيادة فعالية المعلمين في إشراك الطلاب والآباء والأمهات في أنشطة التعلم ذات الصلة بالعلوم،

ويوفر هذا البرنامج تدريبا عمليا، والأنشطة الهندسية يقودها المعلمون /المدارس، وأساتذة الجامعات، أو طلاب الدراسات العليا في برامج التعلم غير الرسمى خارج المدرسة، وتقدم البرامج في الجامعات أو المراكز العلمية بالجامعات؛ حيث يتعلم الطلاب الأصغر سنا وآبائهم جنبا إلى جنب مع بعضهم البعض ، كما يوفر برنامج شيكاغو، إيل & ديترويت لمعلمى STEM تنمية مهنية ومناهج لدعم وتسهيل عملهم خلال اليوم الدراسي أو بعد المدرسة[73]، ويشارك ملايين الأطفال بالفعل في برامج خارج المدرسة المتعلقة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM، ومن الأمثلة على ذلك مسابقة سيمنز في الرياضيات، وماثكونتس في العلوم والتكنولوجيا، وبحوث إنتل لعلوم المواهب، والمعرض الدولى للعلوم والهندسة، ومسابقة الروبوتات، وغيرها؛ حيث توفر فرصا ممتازة للمشاريع الموسعة على أساس التحرى والاستفسار والبناء، والاكتشاف، ويمكن لهذه المشاريع الجمع بين الموارد المادية الرقمية بطرق تهم جميع الأطفال[74].

لقد مثل المحور السابق منظور الميزوسيستم Mesosystem؛ حيث العلاقات بين الأنظمة التي تؤثر على الأطفال. على هذا المستوى، كل الأنظمة تؤثر مباشرة في الأطفال وتفاعلهم مع بعضهم البعض، ومن ثم فالميزوسيستم هو التفاعل المعقد بين مختلف أنماط الميكروسيستم. هذا التقاطع يتضمن ميكانزمات وآليات دمج تعليم STEM في بيئات مختلفة مثل المنزل والمدرسة وخارج المدرسة. فعلى سبيل المثال استثمرت مجموعة من الشركات الخاصة في التعلم الممتد من خلال مبادرة قوة الاكتشاف STEM لتوفر برامج تعليمية موسعة لتعلم STEM عالى الجودة "، وثمة مصدر آخر هام لفرص التطور المهني لمعلمى STEM يشمل سياقات تعليمية غير رسمية مثل المتاحف العلمية بسان فرانسيسكو وقاعة لورانس للعلوم والاستكشاف[75]، وفي كاليفورنيا، تم تشكيل مجموعة واسعة من الأعمال التجارية، والخيرية، والشراكات المجتمعية لدعم تعليم STEM، وتقدم مؤسسات التعليم غير الرسمية أيضا للوالدين والمجتمع الأكبر فرصة للمشاركة في تجارب STEM مع الطلاب[76].

3- البرامج : يعد مدخل تعلم STEM من أهم المداخل العالمية في تصميم المناهج. وفيما يتعلق بتعليم **الرياضيات** تحددت المعايير عام 2001 في خمسة مسارات رئيسية هى[77]:

1. الفهم المفاهيمي : فهم المفاهيم ، والعمليات، والعلاقات الرياضية.
2. الطلاقة الإجرائية : المهارة في تنفيذ الإجراءات بمرونة ودقة، وبشكل مناسب.
3. الكفاءة الاستراتيجية : القدرة على صياغة وتمثيل، وحل المسائل الرياضية.
4. المنطق التكيفي : القدرة على التفكير المنطقي، والتفكير، والتفسير، والتبرير.
5. التوجه للإنتاجية : الميل المعتاد لمعرفة أهمية الرياضيات وجدارتها بالاهتمام.

ويوضح الجدول التالي معايير المنهج في الرياضيات للأطفال (K-12)[78]

جدول (1): معايير المنهج في الرياضيات للأطفال (K-12)

العمر	الرياضيات كحل مشكلة
K-4	دراسة الرياضيات ينبغي ان تؤكد على حل المشكلة؛ بحيث يمكن للطفل ان: • يستخدم نهج الاستقصاء والاستفسار وفهم المحتوى الرياضي لحل المشكلة. • يصيغ مشاكل من الحياة اليومية والمواقف الرياضية. • يطور ويطبق استراتيجيات لحل مجموعة واسعة من المشاكل؛ • يتحقق من النتائج وتفسيرها فيما يتعلق بالمشكلة الأصلية.
8-5	منهج الرياضيات ينبغي ان يتضمن خبرات عديدة ومتنوعة في حل المشكلة باعتبارها من وسائل التحرى والتطبيق؛ بحيث يستطيع الطفل أن: • يستخدم نهج للتحرى والاستفسار وفهم المحتوى الرياضي في حل المشكلة. • يطور ويطبق مجموعة متنوعة من الاستراتيجيات لحل المشاكل، مع التركيز على قضايا متعددة الخطوات غير مألوفة. • يتحقق من النتائج وتفسيرها فيما يتعلق بوضع المشكلة الأصلي؛ • يعمم الحلول والاستراتيجيات لحالات ومشاكل جديدة؛ • يكتسب الثقة في استخدام الرياضيات.
9-12	منهج الرياضيات ينبغي ان يتضمن صقل وتمديد اساليب الرياضية في حل المشكلات ؛بحيث يمكن لجميع التلاميذ: • استخدام، مع زيادة الثقة، نهج حل المشاكل للتحقيق وفهم المحتوى الرياضي؛ • تطبيق استراتيجيات حل المشاكل الرياضية المتكاملة لحل المشاكل من داخل وخارج إطار الرياضيات؛ • التعرف على وصياغة المشاكل داخل وخارج إطار الرياضيات. • تطبيق عملية النمذجة الرياضية لحالات في العالم الحقيقي.

والجدول السابق يؤكد أهمية الرياضيات لدى الأطفال منذ سن مبكر،عبر استخدام نهج التحرى والاستفسار وفهم المحتوى الرياضي، وتطبيق استراتيجيات لحل مجموعة واسعة من المشاكل.

علاوة على ما تقدم تم طرح منهج دراسي" كتل البناء Building Blocks" ممول من قبل مؤسسة العلوم الوطنية لمرحلة ما قبل الروضة إلى الصف الثاني الذي يتضمن الرياضيات في مراكز التعلم بالروضة باستخدام أنشطة مثل الفن، والألغاز، والموسيقى والحركة ذات الصلة بخبرات الحياة اليومية، ويتوافق هذا المنهج مع معايير الولايات

الأخرى، ويمكن استخدامه كمنهج تكميلي لمساعدة المعلمين في إدماج التقييم في تدريسهم[79].

وفي عام 2007 أنشأت لجنة المجلس الوطني للبحوث إطارا جديدا للكفاءة في العلوم وحددت أربعة معايير رئيسية لتعليم **العلوم**، وما ينبغى أن يتعلمه الطلاب[80]:

1. تعرف، واستخدام، وتفسير الحقائق العلمية للعالم الطبيعي، ليكتسب الطلاب الحقائق والهياكل المفاهيمية واستخدامها لفهم العديد من الظواهر في العالم الطبيعي.
2. توليد وتقييم الأدلة العلمية والتفسيرات من خلال تنمية معارفهم والمهارات اللازمة لبناء النماذج القائمة على الأدلة، واستخدام الأدلة التجريبية المستندة على الأدلة.
3. فهم طبيعة وتطوير المعرفة العلمية؛ بحيث يدرك الطلاب بأن العلم هو نوع معين من المعرفة له مصادره الخاصة، ويبنى على المبررات، والشكوك، والافتراضات.
4. المشاركة بشكل مثمر في الممارسات العلمية والنقاشات من خلال فهم قواعد العلم وكيفية المشاركة في المناقشات العلمية أو اتخاذ موقف حاسم، وعلى استعداد لطرح الأسئلة.

وحرصا على دمج العلوم للأطفال بالروضات والمدرسة الابتدائية تم إعداد منهج العلوم الشامل "يد الأطفال في العلوم Early Childhood Hands on Science (ECHOS) عام 2010 من قبل متحف ميامي للعلوم، لقيادة الأطفال الصغار نحو فهم أعمق لمحتوى العلوم باستخدام عمليات علمية، وفي عام 2014، بدأت عمليات التطوير المهني والمشاركة الأسرية من خلال التدريب الشامل للمعلمين على مناهج (ECHOS)، وتوفير فرص للطلاب المعلمين لتدريس العلوم في الفصول الدراسية بهيدستارت، وورش عمل الآباء حول كيفية دمج أنشطة العلوم[81].

أما ما يتعلق **بالهندسة والتكنولوجيا**، إدراكا لأهمية محو الأمية التكنولوجية لجميع المواطنين، أدرجت عدد من الولايات معايير التكنولوجيا والهندسة في معايير العلوم، فعلى سبيل المثال، في ولاية ماساتشوستس، تم تضمين K-12 التكنولوجيا / الهندسة جنبا إلى جنب مع العلوم، وعلوم الحياة، وعلوم الأرض والفضاء ويوضحه الجدول التالى[82]:

جدول (2) المعايير الوطنية لتعليم العلوم والتى تتضمن قدرات التصميم التكنولوجي (K-12)

عمر (K-4)	▪ تحديد مشكلة بسيطة: يجب على الأطفال تطوير القدرة على تفسير مشكلة بلغتهم الخاصة وتحديد مهمة وحل محدد. ▪ اقتراح حل: يجب على الأطفال تقديم مقترحات لبناء شيء ما أو الحصول على شيء للعمل بشكل أفضل، وينبغي أن يكونوا قادرين على وصف وتوصيل أفكارهم، كما يجب أن يدركوا أن تصميم حل قد يكون له معوقات، مثل التكلفة والخامات، أو الزمان والمكان، أو السلامة. ▪ تنفيذ الحلول المقترحة: يجب على الأطفال تطوير قدراتهم للعمل بشكل فردي وتعاوني واستخدام الأدوات المناسبة، والتقنيات، والقياسات الكمية عند الاقتضاء. كما يجب على الأطفال إثبات القدرة على تحقيق التوازن بين القيود البسيطة في حل المشكلة. ▪ تقييم المنتج أو التصميم. يجب على الأطفال تقييم النتائج، من خلال النظر في مدى نجاح المنتج أو التصميم في مواجهة حل مشكلة، كما ينبغى على الأطفال استخدام القياسات ومعايير تقييمها، وأن يعدلوا التصاميم بناء على نتائج عمليات التقييم. ▪ التواصل بشان المشكلة، والتصميم، والحل: ينبغي أن تتضمن قدرات الطفل التواصل الشفوى والتحريرى، والاتصالات المصورة لعمليات التصميم والإنتاج، وقد يكون التواصل في صورة عرض، أو مناقشات جماعية، أو تقارير مكتوبة قصيرة، أو صور، وهذا يتوقف على قدرات الطلاب في تصميم مشروع.
عمر (8-5)	▪ تحديد المشاكل المناسبة لوضع تصميم تكنولوجي لها. يجب على الأطفال تطوير قدراتهم لتحديد حاجة محددة، معتبرين جوانبها المختلفة، والتحدث مع المستخدمين المحتملين أو المستفيدين. ▪ تصميم حل أو منتج. يجب على الأطفال تقديم ومقارنة مختلف المقترحات في ضوء المعايير التي تم تحديدها، وتوصيل الأفكار مع رسومات ونماذج بسيطة. ▪ تنفيذ التصميم المقترح: يجب على الأطفال تنظيم المواد والموارد المتاحة، وخطة عملهم، والاستفادة من مجموعة التعاون عند الاقتضاء، واختيار الأدوات والتقنيات المناسبة، والعمل مع طرق القياس المناسبة لضمان الدقة. ▪ تقييم التصاميم أو المنتجات التكنولوجية المنجزة: يجب على الأطفال استخدام المعايير ذات الصلة، والنظر في مجموعة متنوعة من العوامل التي قد تؤثر على قبول الحلول وصلاحيتها للمستخدمين أو المستفيدين المستهدفين، وتطوير إجراءات الجودة فيما يتعلق بهذه المعايير والعوامل، واقتراح التحسينات لمنتجاتهم الخاصة. ▪ عملية التواصل للتصميم التكنولوجي. يجب على الأطفال مراجعة ووصف أي قطعة من العمل والتعرف على مراحل تحديد المشكلة، وتصميم الحلول وتطبيقها، وتقييمها.

12-9	▪ تحديد مشكلة أو تصميم فرصة. يجب أن يكون التلاميذ قادرين على تحديد مشاكل جديدة أو تغيير وتحسين التصاميم التكنولوجية. ▪ اقتراح التصاميم والاختيار بين الحلول البديلة. يجب على التلاميذ إثبات مدى نكمهم من التخطيط لجزء من التكنولوجيا أو التقنية، ويجب إعداد التلاميذ للمحاكاة في هذه العمليات. ▪ تنفيذ حل مقترح. هناك حاجة إلى مجموعة متنوعة من المهارات في اقتراح حل اعتمادا على نوع التكنولوجيا المستخدمة إما تشكيل، أومعالجة، بتوظيف خامات مشتركة مثل الخشب والمعادن والبلاستيك والمنسوجات، أو تنفذ باستخدام برامج الكمبيوتر. ▪ تقويم الحل وعواقبه. يجب على التلاميذ اختبار أي حل لمقابلة المعايير التي صممت ، وفي هذه المرحلة، يمكن استعراض معايير جديدة لم ينظر فيها أصلا. ▪ التواصل عبر المشكلة، والعملية، والحل. يجب على التلاميذ تقديم نتائجهم لتلاميذ اخرين، والمعلمين، وغيرهم بطرق متنوعة، شفويا وكتابيا وبأشكال أخرى - متضمنة النماذج، والرسوم البيانية، والعروض.

يلاحظ من الجدول السابق أن الأفكار الكبيرة في ثلاثية أبعاد التعليم الهندسي هى: المعرفة حول عملية التصميم الهندسي، والمهارات التي تمكن الأطفال من تطبيق هذه العملية، وعادات العقل التي تؤطر طريقة الأطفال لنهج المواقف الصعبة، وفى هذا السياق وجدت ميكروسوفت طرقا لدمج الأطفال الصغار في المفاهيم الأساسية لبرمجة الحاسب الآلي، ومن الأمثلة على ذلك برامج البرمجة البصرية.

كما تم طرح مبادرة "المستكشف المبكر STEMscopes" القائمة على التحرى والاستفسار العلمي لتعزيز التعلم في STEM، والهدف الأساسي لها هو تيسير وصول المعلمين إلى تعليم STEM بمرحلة ما قبل المدرسة والمدرسة الابتدائية. لذلك، تم تصميم المناهج الدراسية لتكون مرنة لتكمل جداول ما قبل المدرسة اليومية وهياكل الفصول الدراسية (على سبيل المثال، دائرة الوقت، اللعب الحر، مراكز التعلم) [83]، ويستند المستكشف المبكر على نموذج 'Ups' Model والذى تم تكييفه من العلوم البيولوجية لنموذج 5E كما يوضحه الجدول التالى[84]:

جدول(3) نموذج العلوم البيولوجية 5E لإعداد المستكشف المبكر

العنصر	الوصف
تكثيف Ramp Up	خلال هذا العنصر، يقدم المعلم المفاهيم العلمية للأطفال في أنشطة جماعية مختصرة ويساعد الأطفال على تخطيط مسارهم الواجب إجراؤه في العنصر التالي، كما يوفر المعلمون المعلومات الأساسية عن المحتوى الذي تغطيه الوحدة وتوجيه أسئلة قائمة على التحرى والاستفسار اثناء ممارسة الأطفال للنشاط.
جمع الشمل Round Up	يتفاعل الأطفال مع المراكز في الفصول الدراسية (المحتوى، والمواد، والأنشطة) من الوحدة المتكاملة، وقائمة الأنشطة والمواد متاحة لـ 15 من مراكز التعلم؛ بحيث يمكن للمعلمين اختيار الأنشطة القائمة على مركز التعلم المتوفر لديهم بالفصول الدراسية، ويستمر المعلمون في توجيه أسئلة قائمة على التحرى والاستفسار أثناء الاستكشاف.
الاحتواء Wrap Up	يلتقي المعلمون مع مجموعات صغيرة من الأطفال للمشاركة في المناقشة لقياس فهم الأطفال للمفاهيم الأساسية لكل وحدة، ويقدم الأطفال منتج يثبت فهمهم، ويتم إرسال المنتجات التي تم إنشاؤها للمنزل للآباء والأمهات مع إرفاق رسالة للوالدين تصف ما تعلمه الأطفال في العلوم ويقدمون اقتراحات للأسئلة التي يمكن للوالدين طرحها على أطفالهم عن استكشافهم العلمي.
الانخراط والابقاء Keep It Up	يشارك المعلمون في أنشطة صغيرة أو كبيرة لتوفير فرصا للتحرى والاستفسار المستمر من خلال المحطات أو الوحدات التي تستكشف الأنماط التي تحدث في العالم الطبيعي، ويتمثل أحد الأنشطة المستمرة في الفصل الدراسي المنصوص عليه لكل وحدة، وبالإضافة إلى ذلك، يتم توفير رسائل لولى الأمر مع ملخص المفاهيم مغطاة جنبا إلى جنب مع المحادثة لتشجيع الأطفال والآباء والأمهات لتوسيع التحرى العلمي في المنزل.

يتبين من الجدول السابق أنه عبر نموذج المستكشف المبكر، فإن الأطفال لديهم فرص متعددة لتعلم محتوى العلوم والمهارات العملية وتعزيز لغتهم ومهارات المجال العام داخل سياق تعلم STEM، ومن خلال تكييف الجدول الزمني الحالي وهيكل الفصول الدراسية لمرحلة ما قبل المدرسة ، يزيد المستكشف المبكر STEMscopes بشكل كبير من الوقت الذي يقضيه الطفل في تعلم STEM من خلال البحث والتحرى عن طريق تضمينه في الفصول الدراسية بمرحلة ما قبل المدرسة والمدرسة الابتدائية.

4- إعداد وتدريب المعلمين : أكد بشدة تقريرالأكاديمية الوطنية الحاجة إلى تحسين تعليم STEM وجعل على رأس أولوياته زيادة عدد المعلمين المؤهلين تأهيلا عاليا في STEM[85].

أ- سمات معلم STEM : تطوير المعلمين في STEM يتضمن التركيز على محورين[86]:

- **محتوى تعميق المعرفة** أن يفهم المعلمون بعمق موضوع التعليم التكاملى STEM بما يمكنهم من شرح المفاهيم والإجراءات من وجهات نظر متعددة، وبالتالي توجيه الأطفال للاستكشاف، وتشجيعهم على السؤال والافتراضات، والقدرة على التحرى والتنقيب بدلا من منحهم الإجابة على الأسئلة، وأن يندمج المحتوى المعرفى للمعلمين بقضايا ومشكلات العالم الحقيقى والأحداث الجارية ذات الصلة، وأن يتمكن المعلمون من تصميم وبناء الأسئلة للأطفال الموهوبين والتى تحفزهم وتتحداهم للاتجاه لحقول التعليم التكاملى STEM.
- **المهارات التربوية اللازمة للتمكن من طرق التدريس** المعرفة بالمحتوى وحدها لا تكفي، يجب أن يمتلك المعلمون الأساليب التي تساعدهم على إدارة الفصول الدراسية، وتسليط الضوء على موضوعات STEM، والأهم أن يكون هناك فهم دقيق لدى المعلمين لكيفية اقتراب المتعلمين من مواضيع STEM، وتوجيههم في تصميم التجارب، وتحفيز وإثارة الأطفال لتعلم مواضيع STEM من خلال برامج التطوير المهني، وبصفة عامة يمكن أن تدرس هذه المهارات في برامج إعداد المعلمين وبرامج التطوير المهنى في مجال STEM؛ بحيث تمكنهم من توظيفها في فصولهم ومواءمتها مع المناهج الدراسية.

ب- إعداد المعلمين STEM: يتم تدريب المعلمين STEM في المدارس العامة بالولايات المتحدة من خلال مجموعة متنوعة من "المسارات" التي تنقسم إلى قسمين: البرامج التقليدية القائمة في الكليات أو الجامعات ، والتي تؤدي إلى درجة البكالوريوس أو الماجستير وشهادة التدريس، أو برامج بديلة للمصادقة على عمل المعلمين، والتي تختلف على نطاق واسع في خصائصها، والأهم من ذلك أن البرامج داخل هذين المسارين

تختلف وتتنوع على نطاق واسع لتطوير سمات المعلم[87]، وثمة برامج فردية توفر إعداد تربوي قوي للمعلمين في STEM[88]:

- **برنامج UTeach:** لإعداد المعلمين والذى قدم في عام 1997 في جامعة تكساس اوستن والآن في 20 جامعة لإعداد معلمي الرياضيات والعلوم والتخصصات العلمية، وقد سمح هذا البرنامج للطلاب المعلمين الحصول على شهادة البكالوريوس في موضوع STEM ورخصة التدريس في غضون أربع سنوات، كما وفر تدريب مكثف في الفصول الدراسية يدعم المعلمين الجدد خلال سنوات التكوين الأولى للتعليم بالفصول الدراسية، بما في ذلك توفير مرشدين يزورون الفصول الدراسية للمعلمين الجدد وتدريبهم على طرق التدريس.
- **الرياضيات لأمريكا Math for America:** هو برنامج جديد نسبيا والذي بدأ في نيويورك عام 2004 وتوسع مؤخرا لبوسطن ولوس أنجلوس وسان دييجو، وواشنطن. يستخدم البرنامج يستخدم نهجين لتحسين جودة تدريس الرياضيات في المدن التي تخدمها.
  - **النهج الأول** هو برنامج الزمالة الذي يجند ويدرب معلمى الرياضيات المهرة ليكونوا بمثابة معلمين K-12 في المدارس الحكومية من خلال دفع الرسوم الدراسية لتلقي درجة الماجستير في الرياضيات.إذ يجند المعلمون الجدد في المقام الأول عبر التواصل مع الكليات، في معارض التوظيف، وفي لقاءات مع أقسام الرياضيات وأعضاء هيئة التدريس. هذا البرنامج هو انتقائي للغاية للمعلمين الذين لديهم كفاءة عالية للرياضيات.
  - **النهج الثاني** هو البرنامج الذي يضفي هيبة وراتب إضافى للمعلمين المثاليين في الرياضيات بالمدارس العامة، وقد منح البرنامج زمالات دراسية لاحتراف المعلمين في مدينة نيويورك، وتوفير رواتب سنوية، وتطوير مهني، وفرص قيادة، وينفق برنامج الرياضيات لأمريكا ما يقدر بنحو 25 ألف دولار سنويا لكل متدرب/معلم جديد ، وما بين 15000– 20000 دولار سنويا لكل معلم حصل على الزمالة، ويوفر كلا البرنامجين التوجيه والتعليم والدعم الفني الخاص بتعليم الرياضيات، ومنح فرص الخبرة للمعلمين المتفوقين. فضلاً عن عقد ورش عمل ثلاث مرات في الأسبوع

للتدريب على طرق التدريس الحديثة في الرياضيات، علاوة على مؤتمرات الفيديو كونفرنس، التي تستضيف معلمين خبراء لتقديم النصح والمشورة للمعلمين الجدد وتبادل المعارف حول تدريس الرياضيات[89].

مبادرة ماجستير معلمي STEM Master Teachers Corps : STEM : لرفع مستوى معلمي STEM ، واجتذاب واستبقاء أفضل المعلمين قدم البيت الأبيض هذه المبادرة باعتبارها وسيلة قوية لتعزيز التميز بين معلمين STEM، واختيار أفضل معلمي STEM في الأمة، ووضع رواتب إضافية لهم كتكملة لرواتبهم الأصلية (في حدود 20-25٪)، وكذلك تقديم بعض الأموال لدعم الأنشطة في مدارسهم، علاوة على التقدير والاحترام لمهنتهم، الأمر الذي ينعكس على تشجعهم على السعي لتلبية معايير عالية المستوى معترف بها وطنيا للتميز[90].

جـ- التنمية المهنية لمعلمي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM: من المبادرات التي تم تطويرها في أمريكا لتطوير تعليم STEM (K-12) في إطار شبكات الممارسة ومجتمع الممارسة المهنية ما يأتى:

- مشروع التحقق لفهم الجودة والمشاركة للطلاب والمعلمين **(iQUEST)Investigation for Quality Understanding and Engagement for Students and Teachers:** للتنمية المهنية لمعلمي STEM لتعزيز استخدام تكنولوجيا الاتصالات والمعلومات لخبرات تعليم العلوم والرياضيات مستنداً على الشراكة بين جامعة كاليفورنيا في سان ماركوس، ومعهد روشستر للتكنولوجيا في سان ديجو، واتحاد العلوم بسان ديجو، ومكتب إدارة التعليم بسان ديجو، والشبكة فائقة السرعة للتعليم الابتدائى ورياض الأطفال، ومتنزهات ولاية كاليفورنيا، وتسع مدارس متوسطة بجنوب كاليفورنيا، واشتمل على أدوات متنوعة، مثل: مصادر التعلم المفتوحة، ومؤتمرات الفيديو والدروس التفاعلية عبر الانترنت، وغيرها، بما تضمنته من المنتديات، والويكى، والمدونات، وقد ساهم هذا المشروع في تطوير أداء المعلمين واستخدامهم لطرق التدريس عبر دمج التكنولوجيا وتبادل الخبرات مع المعلمين الآخرين[91].

- **مشروع التركيز على الروبوتات للمعلمين في مرحلة رياض الأطفال باعتباره المجال الذي يجمع بين التكنولوجيا والهندسة**[92] ليحقق:

• معرفة المحتوى content knowledge (CK): الروبوتات كموضوع وجوانب البرمجة التي تحدد تسلسل ممارساتها، والجوانب الهندسية.

• المعرفة التربوية Pedagogical knowledge (PK): حول العمليات والممارسات والاستراتيجيات وطرق التدريس والهندسة والمحتوى التكنولوجي مع ممارسات تربوية مناسبة تنمويا.

• المعرفة التقنية Technology knowledge (TK): فهم معوقات الروبوتات بوصفها تكنولوجيا تعليم ومهارات ومفاهيم قابلة للنقل.

- **المركز الوطني لمحو الأمية التكنولوجيا** : متحف العلوم في بوسطن قام بتصميم ورش عمل "الهندسة هي الأساس" لمعلمى المدرسة الابتدائية، التي تضمنت التدريب العملي على ميزة المشاريع، وأحرز هذا البرنامج نجاحا في تحسين محتوى المعرفة في STEM[93].
- **المركز القومى لتعليم STEM بالمدرسة الابتدائية:** يعمل مباشرة مع المدارس لتسويق برامج الدراسة، وبرامج صيفية، أو برامج أثناء الخدمة لتطوير مفاهيم معلمى STEM[94].
- **أكاديمية معلمى ميكلسون إكسون:** تصميم برامج صيفية لتطوير معلمى الصف الثالث والرابع والخامس بالمدرسة الابتدائية، بالتركيز على التربية والمحتوى الذي يمكن أن يستخدمه المعلمون لتحفيز وإعداد الطلاب لممارسة المهن في مجالات STEM[95].

ومن ثم من الضرورى الربط بين المجالات الثلاثة من خلال تزويد المعلمين ليس فقط بالمعرفة حول التقنيات التعليمية القائمة لتلبية احتياجاتهم التربوية، والتكيف مع ممارسات التدريس وكيفية استخدام التقنيات التعليمية خاصة لمعالجة مجالات المحتوى، ولكن أيضا مع إطار عمل لفهم ودراسة العلاقة بين التكنولوجيا ومحتوى المعرفة، وهذا الفهم يساعدهم على اختيار الأدوات الصحيحة للمحتوى المناسب مع التربية الصحيحة.

لقد مثل المحورين السابقين (البرامج والمعلمين) منظور الميكروسيستم Microsystem؛ حيث يتميز بالتركيز على الطفل وتفاعل الطفل مع البيئة، والأقران، والمعلمين، والأسرة. على هذا المستوى، يوفر تعلم STEM المتطلبات البيئية وطرق التدريس المبتكرة التي تسعى إلى إيجاد نهج متماسك لتعلم العلوم، والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، ومن الأمثلة الجيدة على ممارسات التعلم المهنية الواعدة التي تستند على الشراكة بين القطاعين العام والخاص "مبادرة أورانج STEM"، ومشروع (iQUEST)، وغيرها من المبادرات التي نجحت في تطوير نظام أيكولوجي إقليمي لتعليم STEM، وتوفير البرامج التجريبية وفرص التعلم للمعلمين، وتعزيز التكامل بين جميع التخصصات ومنصات التعلم.

ثانياً: أستراليا:

من الناحية الجغرافية تقع أستراليا في نصف الكرة الجنوبي عند جنوب شرق آسيا على غرب المحيط الهادي، عاصمتها كانبرا، ويحيط القارة من الشمال بحر تيمور وبحر أرفورا ومضيق تورز وبالشرق بحر كورال وبحر تسمان وبالجنوب ممر باس، ويحيط بها من الجنوب والغرب المحيط الهندي، وهي أصغر قارات العالم من حيث المساحة وعاصمتها هي "كانبرا" وعملتها الدولار الأسترالي، وبرغم مساحتها التي تربو على مساحة الولايات المتحدة، فإن خمسة أسداس القارة على إجمالها صحراء قاسية، و**من الناحية الديموجرافية** عدد السكان يزيد عن 21 مليون نسمة، ويتكدس غالبية السكان على طول الساحل من برسبان إلى أديلاد، أما عن اللغة الرئيسية هي اللغة الانجليزية وهي المستخدمة من قبل معظم السكان ، وتقسم أستراليا إلى ستة ولايات هي :نيوساوث ويلز وكوينسلاند وأستراليا الجنوبية وتاسمانيا وفيكتوريا وأستراليا الغربية وتتنوع بها المجموعات العرقية ما بين بيض، وآسيوين، كما تتنوع بها اللغات مثل الإنجليزية والصينية واليونانية والعربية وغيرها[96]، و**من الجانب السياسي**، تعد القارة الأسترالية أحد دول الكومنولث البريطاني، ومنذ تأسيس الاتحاد، حافظت أستراليا على نظام سياسي ديمقراطي ليبرالي ، كما أن الهيئات الحكومية الأسترالية مبنية على قيم التسامح الديني، وحرية التعبير، وسيادة القانون، وتخضع برلمانات الولايات للدستور الوطني بالإضافة إلى دساتير الولاية، ويعد مجلس الحكومات الأسترالية منتدى لتطوير

وتطبيق إصلاحات السياسية الوطنية التي تتطلب نشاط تعاوني بين مستويات الحكومة الثلاثة: المستوى الوطني، ومستوى الولاية أو مستوى المقاطعة، والمستوى المحلي[97]، و**من الناحية الاقتصادية** تتمتع أستراليا باقتصاد مختلط مزدهر على الطراز الغربي، ، يهيمن عليه قطاع الخدمات حيث يمثل نسبة 68% من إجمالي الدخل القومي، كما أن استراليا دولة غنية بثرواتها الحيوانية حيث تنتشر المراعي في مساحات شاسعة من البلاد فتنتج اللحوم والألبان والجلود والأصواف بكميات هائلة وتصدرها للخارج، وثرواتها المعدنية: الذهب والرصاص والحديد والفحم وغيرها من المعادن التي يتم استخراجها من مناجمها، وتعتبر استراليا من كبرى منتجي ومصدري المنتجات الزراعية حيث تصل أرباحها إلى 155 مليار دولار في العام، وتتركز الصناعات الثقيلة بها في ولاية نيوساوث ويلز مثل صناعة السيارات وبناء السفن وغيرها، كما تتمتع أستراليا بالعديد من المدن السياحية ، والتي تأتي في مقدمتها سيدني عاصمة نيو ساوث وليز حيث تعد من أقدم المدن الاسترالية وأكبر مركز ثقافي واقتصادي وبها العديد من المعالم السياحية والثقافية الهامة مثل دار أوبرا سيدني وغيرها[98]، و**من الناحية التعليمية** يتمتع نظام التعليم الاسترالي بأفضل المعايير ويحظى بشهرة دولية رائدة، ونظام التعليم في أستراليا نظام مركزي في تحديد الأهداف العامة والخطوط الرئيسة للمحتوى ، ومعايير قياس التحصيل ، وفيما عدا ذلك فهو غير مركزي. ويعد التعليم المدرسي في كافة أنحاء أستراليا متشابهًا إلى درجة كبيرة إلا أن هناك بعض الاختلافات البسيطة بين الولايات والأقاليم، والتعليم المدرسي (للمرحلة الابتدائية والثانوية) إجباري بين سن ست وست عشرة سنة (من السنة الأولى وحتى السنة التاسعة أو العاشرة)، ويستغرق التعليم المدرسي ثلاثة عشر عامًا تقسم على :التعليم الابتدائي: تستمر هذه المرحلة لفترة سبعة أو ثمان سنوات بداية من رياض الأطفال/ الحضانة وانتهاء بالصف السادس أو السابع، والمرحلة الثانوية: تستمر هذه المرحلة لمدة ثلاث أو أربع سنوات وتبدأ من الصف السابع إلى العاشر أو من الصف الثامن إلى العاشر، والتعليم الثانوي العالي: يستمر لمدة عامين وهما الصف الحادي عشر والصف الثاني عشر[108]، وهناك ثلاث جهات تشرف على التعليم في أستراليا ، وهي: 1) الحكومة الفيدرالية : المسؤولة عن التعليم في العاصمة، وبعض المناطق الخارجية الصغيرة (المناطق النائية) من أجل ضمان تحقيق مبدأ تكافؤ الفرص التعليمية لسكان

المناطق النائية، 2) الحكومة المحلية : وبموجب الدستور يعتبر التعليم في الولايات مسؤولية الحكومة المحلية لكل ولاية ، وأبرز مسؤوليات الحكومة المحلية: إعداد المناهج، وتحديد أساليب التقويم، وتحديد المستوى الفني (معايير الأداء) وتوفير المرافق التعليمية، وتوفير الدعم المادي، وتدريب المعلمين ، والإشراف على المدارس 3) مجلس المدرسة : ويتكون من مدير المدرسة، وعدد من المعلمين، وأولياء الأمور، وأبرز مسؤولياته: إعداد دستور المدرسة بمشاركة الحكومة، والاضطلاع بالجوانب الإدارية والمالية، وإعداد التقارير السنوية عن أداء المدرسة، ولا مركزية التعليم التي يشهدها المجتمع الأسترالى هى التي جعلت المؤسسات التعليمية الأسترالية الرائدة في العالم من حيث تطوير تقنيات التعليم ، وثقافة الإبداع، والبحث العلمى والتى تعمل على جذب المتعلمين الطلاب والباحثين من جميع الدول لأستراليا (99).

وقد انعكست العوامل السابقة على تعلم STEM ، إذ التزمت الحكومة الأسترالية بدفع مبلغ إضافي قدره 12 مليون دولار لزيادة التحاق الطلبة بالعلوم، والتكنولوجيا، والهندسة والرياضيات واستعادة التركيز على تعلم STEM بدءاً من مرحلة ما قبل المدرسة وحتى التعليم الثانوي في جميع أنحاء البلاد؛ حيث وفرت المبادرة التمويل لأربعة عناصر رئيسية هي: توفر موارد مبتكرة لمناهج الرياضيات للأطفال برياض الأطفال والمدارس الابتدائية والثانوية، مع التركيز على التدريس بطريقة الاستقصاء، ودعم إدخال ترميز الكمبيوتر عبر مستويات مختلفة من العام بالمدارس الأسترالية ومزيد من التعرض للتفكير الحسابي، مع الهدف النهائي المتمثل في توسيع مجموعة من الطلاب ذوي المهارات في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.

لقد مثل العرض السابق منظور الماكروسيستم macrosystem؛ حيث يشير إلى التفاعل الديناميكي بين المتعلمين، والإعدادات المتنوعة التي يحدث بها التعلم داخل المجتمعات، والثقافة التي تندمج فيها، فجميع الأطفال يتأثرون بالبيئات التي تحيط بهم. ففي أستراليا، المخاوف بشأن الاقتصاد والقدرة التنافسية العالمية، والتحصيل العلمي للطلاب في تقييم الأداء الدولي، وازدياد البطالة التدريجي استدعى إعادة النظر في التعليم قبل الجامعي وتخصيص جزءا حيويا من استثمارها موجهاً لمجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM لجميع مستويات التعليم، والذي يضمن على حد سواء ثباتا

مستمرا للأفكار والمعرفة الجديدة والابتكار والارتباط بالقيم في المجال الاجتماعي. ففي القرن الـ 21 قدرة أستراليا على توفير جودة عالية في الحياة للجميع سوف تعتمد على القدرة على المنافسة في الاقتصاد العالمي وعالم المعرفة والابتكار، ويتمثل دور التعليم في إمداد الصغار بالمعرفة، والفهم، والمهارات والقيم لمواجهة تحديات هذا العصر بكل ثقة، وتلعب المدارس دورا حيويا في تعزيزها للنمو الفكري، والبدني، والاجتماعي، والعاطفية، والأخلاقي، والروحي والجمالي لرفاهية الشباب الأستراليين، وضمان الازدهار الاقتصادي المستمر والتماسك الاجتماعي، وهذه المخاوف كانت بمثابة محفز لدفع السياسة للتركيز الأساسي على تعليم STEM منذ رياض الأطفال والمدرسة الابتدائية ، وبالتالي، التوسع في مبادرات محو أمية STEM ، وتعزيز التفكير الناقد، والإبداع ومهارات الاتصال، اللازمة للنجاح في المستقبل على نطاق واسع.

1- السياسات والتشريعات: حرصت أستراليا على تطوير تعليم STEM وجعلت العلوم والابتكار من الأولويات الوطنية لحكومة الكومنولث، وتعهدت الخطة الوطنية لتحسين المدارس بالحصول على خدمات عالية الجودة، خاصة بعد أن بينت نتائج برامج التقييم الدولية، مثل الدراسة الدولية للرياضيات والعلوم International Mathematics and Science Study (TIMSS) والبرنامج الدولي لتقييم الطلاب Program for International Student Assessment (PISA) أن أداء طلاب مدارس أستراليا في العلوم والرياضيات آخذ في الانخفاض في بعض الحالات، وثابت في أحيان أخرى، وقد أظهرت نتائج PISA عام 2009 انخفاضا مع مرور الوقت في محو الأمية الرياضية[100]، وبناء عليه حدثت تغيرات هامة في تعليم العلوم الأسترالية بصدور منهج وطني في العلوم والرياضيات[101]، وفيما يتعلق بالمدارس وجودة التعليم ركزت تقارير حكومة الكومنولث على عناصر التعليم، وبرامج العلم والابتكار ذات الصلة بمجال STEM في مرحلة رياض الأطفال والمدرسة الابتدائية والتعليم المدرسي، والتعليم المهني والتدريب، وهو ما تمثل في إعلان ملبورن عام 2008 بشأن الأهداف التعليمية لصغار الأستراليين Melbourne Declaration on Educational Goals for Young Australians الذي ألزم كل الحكومات الأسترالية بجودة التعليم، متضمناً المعرفة في الرياضيات والعلوم (الفيزياء والكيمياء والبيولوجيا)، والاعتراف بأن التعليم

المدرسي ينبغي أن يدعم تنمية المهارات في التفكير متعدد التخصصات، ومهارات حل المشكلات، والتحليل الناقد، والتكنولوجيات الرقمية، كأساس لمهارات العمل في جميع وظائف القرن ال 21، وتكمن هذه الأهداف في صميم استراتيجية التعليم المدرسي لـ STEM[102]، وتولى السياسة الأسترالية اهتماما كبيرا بتعليم STEM، وهو ما تجلى في إعلان رئيس الوزراء الأسترالي في 2012 عن الخطة الوطنية لتحسين المدارس، وأنه بحلول عام 2025، يجب أن تكون أستراليا في المرتبة الخامسة على مستوى العالم في القراءة والعلوم والرياضيات، مع تزويد الأطفال بنظام تعليمي عالي الجودة من خلال رفع مستوى أداء الطالب في العلوم والرياضيات[103]، وقد حددت استراتيجية الابتكار للقرن الحادي والعشرين للحكومة الأسترالية أن "الاستثمار في العلوم والتكنولوجيات أمر بالغ الأهمية لنمو الاقتصادات القائمة على المعرفة، وهو أمر هام لمؤشر القدرة على الابتكار والأداء . فبناء رأس المال البشري عالي الجودة يتطلب الاهتمام بجميع مستويات التعليم: بدءاً من مرحلة رياض الأطفال، فضلاً عن اتفاقية الشراكة الوطنية لتحسين المعلم دعمت الجودة لتطوير المعايير المهنية الأسترالية للمعلمين من قبل المعهد الأسترالي للتعليم والقيادة المدرسية (إيتسل)، واعتماد دورات تدريب المعلمين قبل الخدمة، وأنظمة إدارة الأداء والتطوير المهني[104]، وكذلك حظى تعليم STEM باهتمام مميز من قبل حكومات الولايات والأقاليم بأستراليا، فقد أشارت استراتيجية مخطط فيكتوريا إلى أن النجاح بأي مكان للعمل بالعالم سوف يتطلب نظم تعليم بالقرن 21 تزيد من الأداء في STEM، وبالمثل، حكومة كوينزلاند، في خطتها العشرية للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، أكدت على أهمية STEM كرؤية للدولة الذكية[105].

لقد مثل المحور السابق منظور الأيكزوسيستم Exosystem؛ حيث يتفاعل الايكزوسيستم بصفة عامة مع المعتقدات الثقافية والاقتصادية، والاجتماعية الممثلة في الماكروسيستم داخل الدولة والمجتمع، من خلال السياسات والاستراتيجيات والشراكات الإقليمية التي تعد من أثمن الموارد لدعم بيئة تعلم STEM (على سبيل المثال مبادرة أورانج STEM) التي تدعم الابتكار في تعلم STEM، وتغيير فهم المجتمع المحلي حول أهمية STEM، ويتم التواصل من خلال أفراد استراتيجيين، ونظم على الانترنت، والدعوة لمؤتمرات أسبوعية، واجتماعات دورية وجها لوجه، ويمكن للشراكات تيسير الوصول إلى

أصحاب المصلحة من أجل تمويل الموارد وتوفير الخبرات والأنشطة مثل توفير التطوير المهني في إعدادات STEM، والتخطيط وتطوير الخبرات وتوعية أفراد المجتمع/ والقادة الوطنيين.

2- التعلم الغير رسمي لـ **STEM:** تم وضع استراتيجية للمشاركة المجتمعية في مجال STEM من خلال مبادرة "إلهام أستراليا" التي تعمل مع الهيئات الحكومية وغير الحكومية على المستوى الوطني، وعلى المستوى المحلي تدعم هذه الاستراتيجية الباحثين والحكومات على العمل معا، وقد أعلنت الحكومة الأسترالية تنفيذ مبادرات جديدة لتحسين التركيز على مجالات STEM داخل وخارج مدارس رياض الأطفال والمدارس الابتدائية عن طريق زيادة المشاركة في البرامج الصيفية للأطفال في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، والتركيز على بعض الفئات مثل الفتيات والمحرومات وأولئك الذين يعيشون في المناطق الإقليمية والنائية[106]، وقد قامت العديد من المنظمات بتوسيع فرص التعلم في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في البرامج خارج المدرسة، فضلا عن زيادة التركيز على تعلم STEM في المؤسسات العامة، مثل مراكز العلوم والمتاحف، والمكتبات، وكذلك البرامج التي تركز على التحصيل الدراسي والإثراء مثل مراكز التعلم المجتمعي القرن الـ 21 بدأت لتدمج تعلم STEM ، فهناك أكثر من 15 ولاية جعلت من STEM أولوية بالتركيز على زيادة عدد مختبرات العلوم البيئية والرياضيات والهندسة؛ ونوادي الهواة بعد المدرسة في مواضيع مثل الروبوتات وعلم الفلك؛ التي توفر فرص تعلم STEM[107].

بالإضافة إلى التوسع في برامج التعلم الممتدة، هناك أكثر من 40 شبكة على مستوى الولايات تدعم النهج المنسقة لبرامج ما بعد المدرسة في تعلم STEM، علاوة على إنشاء تحالفات على مستوى الولاية لتوفير المزيد من فرص تعلم STEM عالية الجودة، وبناء سياسات وممارسات جيدة لمواصلة التوسع في برامج التعلم غير الرسمى لمرحلة ما بعد المدرسة، وبرامج الصيف، وتوسيع فرص التعلم[108]، وتوفر المتاحف وقطاع التعليم غير الرسمي الأوسع نطاقا وسيلة مباشرة للاستراليين للانخراط في تعلم STEM. بالإضافة إلى المراكز العلمية مثل كيستاكون في كانبيرا، سسيتش في بيرث وسسينسيوركس في ملبورن، وثمة مجموعة متنوعة غير رسمية وموارد التعلم التي تقدمها

المتاحف، والحدائق النباتية، وحدائق الحيوان، ومراكز التربية البيئية، والمراصد وغيرها من المؤسسات في جميع أنحاء البلاد[109]، ويعد برنامج العلماء وعلماء الرياضيات في المدارس(The Scientists and Mathematicians in Schools مبادرة رئيسة تمولها وزارة التربية والتعليم بالحكومة الأسترالية بالتزامن مع فريق برنامج وطني لنظام المعلومات الإدارية المتكامل، ويتضمن البرنامج مهنيين متطوعين في العلوم والرياضيات، والهندسة والتكنولوجيا بالشراكة مع المعلمين في المرحلتين الابتدائية والثانوية لإشراك الأطفال في تخصصات STEM[110].

لقد مثل هذا المحور منظور الميزوسيستم Mesosystem؛ حيث يجب مواكبة جميع العوامل لدعم البيئة التعليمية لجميع الأطفال داخل المدرسة وخارجها في بيئات التعلم الرسمية وغير الرسمية. على سبيل المثال، قبل البدء بتعليم الأطفال، ينبغى على المدارس وضع رؤية والتخطيط لتيسر الشراكات بين التعلم المدرسى والبرامج الصيفية والتعلم غير الرسمى، مع توفير معلمين وتدريبهم لتسهيل فهم STEM للجميع، والمناهج متعددة التخصصات، واستخدام أدوات تعليمية وتكنولوجية حديثة مثل استراتيجية "توجهات استراتيجية للعلوم والرياضيات في مدارس جنوب أستراليا بهدف تزويد الأطفال والطلاب والمعلمين بخبرات التعليم والتعلم، وجذب المعلمين ذوى الجودة العالية في العلوم والرياضيات وتكوين شراكات مع المجتمع.

3- البرامج : حددت الحكومة الأسترالية –كما جاء في إعلان ملبورن (2008)– مجالات ذات أهمية قومية: الإنجليزية، والرياضيات، والعلوم (بما في ذلك الفيزياء والكيمياء والبيولوجيا)، والعلوم الإنسانية والعلوم الاجتماعية (بما في ذلك التاريخ والجغرافيا والاقتصاد والأعمال التجارية، التربية المدنية والمواطنة)، والفنون (الأدائية والبصرية)، واللغات (وخاصة اللغات الآسيوية)، والصحة والتربية البدنية، وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، والتصميم والتكنولوجيا، وجمعت المجالات السابقة في خطة مدتها 10 سنوات[111]، وقد أبرزت هيئة كبار العلماء في أستراليا أن تعلم STEM أولوية وطنية، ومرتبط ارتباطا وثيقا بإنتاجية أستراليا ورفاهها الاقتصادي. لذا حددت الاستراتيجية الوطنية للتعليم المدرسي خمسة مجالات للعمل في مجالSTEM كالتالى:1) زيادة قدرة الطالب على تعلم STEM ورفع مستوى طموحه 2) زيادة إمكانات المعلمين وضمان جودة

التدريس بـ STEM، 3) دعم فرص تعليم STEM ضمن النظم المدرسية، 4) تسهيل إقامة شراكات فعالة مع مؤسسات التعليم العالي ومقدمي التعليم، والأعمال التجارية والصناعة، 5) بناء قاعدة بيانات أدلة قوية[112].

وفيما يتعلق بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، يوضح الجدول التالى معايير تقديم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للأطفال (1– 5) في المنهج الأسترالى [113]:

جدول (4) معايير تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للأطفال (1– 5) في المنهج الأسترالى

إدارة وتشغيل نظم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ICT					
المستوى 1 نهاية العام الأول من عمر الطفل	المستوى 2 عادة بحلول نهاية العام الثانى	المستوى 3 عادة بحلول نهاية العام الرابع	المستوى 4 عادة بحلول نهاية العام السادس	المستوى 5 عادة بنهاية العام الثامن	المستوى 6 عادة بنهاية العام العاشر
1- اختيار واستخدام الأجهزة والبرمجيات					
تحديد وتشغيل بأمان نظم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لكامل وطلب المساعدة عند مواجهة مشكلة	تحديد وتشغيل بأمان مصفوفة مختارة من الأجهزة المناسبة والبرمجيات،	تحديد وتشغيل بأمان مصفوفة مختارة من الأجهزة المناسبة والبرمجيات، والوظائف والأوامر، مع الأخذ بعين الاعتبار بيئة العمل	تحديد وتشغيل بأمان مصفوفة مختارة من الأجهزة المناسبة والبرمجيات للقيام بمهام محددة واستكشاف الأخطاء وإصلاحها	اختيار مجموعة من الأجهزة للعمل من خلال تعديل وظائف البرنامج لمتابعة مهام محددة، واستكشاف إجراءات لحل الأعطال الروتينية	تبرير اختيار، وتحسين مصفوفة مختارة من الأجهزة والبرمجيات لإكمال وظائف بمهام محددة، لمختلف الأغراض وفي مختلف السياقات الاجتماعية
امثلة • اختيار واستخدام كاميرا لالتقاط	امثلة • استخدام برنامج للصور والملصقات، باستخدام	امثلة استخدام الكاميرا، وميكروفون وبرنامج	امثلة • اختيار محدد لبرامج الرسومات	امثلة تعديل كاميرا رقمية وإعدادا	امثلة •التحديد العام للخيار المناسب لإنشاء موقع

صورة أو باستخدام طابعة لطباعة الصورة، واستخدام الكمبيوتر المحمول لقراءة كتاب أو رسوم	الماوس، USB، ومحرك أقراص فلاش، وطابعة، وكاميرا رقمية	عرض الشرائح لإنشاء عرض تقديمي	وأدوات الرسم في Word وذلك باستخدام قوائم الطابعة، والماسحات الضوئية، والكاميرا ت الرقمية	ت، إنشاء اختصارا ت	على شبكة الانترنت
2- فهم نظم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات					
تحديد القواسم المشتركة لنظم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات مع المدخلات والمخرجات	تحديد المكونات المشتركة لعميل نظم ICT ووظائفهم الأساسية باستخدام مصطلحات ICT	تحديد ومقارنة استخدام المكونات المختلفة لنظم ICT	تحديد ومقارنة تصنيف النظام الأساسي لمكونات ICT	تحديد ومقارنة نظام ICT الشبكية بما في ذلك مكونات الأجهزة والبرمجيات	تطبيق فهم مكونات نظام ICT الشبكية
امثلة • تحديد و / أو وضع قوائم مختلفة لنظم ICT مثل سطح المكتب، والكمبيوتر المحمول أو اللوحي	امثلة • تحديد الأجهزة الأساسية والطرفية، مثل الماوس ولوحة المفاتيح، والطابعة، وبعض البرامج مثل معالجةالنصوص،والرسم	امثلة • مقارنة استخدام شاشة تعمل باللمس والتطبيقات المنقولة مع الماوس وتطبيقات كمبيوتر سطح المكتب	امثلة عملية المعالجة المركزية ومكبرات الصوت، العرض، والتخزين - سحابة USB	امثلة • تحديد ومقارنة مفاهيم الشبكات المحلية وأنظمة حفظ الملفات وأحجامها المختلفة عبر البرامج المختلفة	امثلة • تطبيق فهمهم لاختيار استخدام خادم سحابة محلية أو التخزين المحلي؛ أو استخدام الكاميرا أو كاميرا الفيديو الرقمية
3- إدارة البيانات الرقمية					
تحديد كيفية استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بطرق متعددة في	تحديد كيفية استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في المنزل والمدرسة	تحديد قيمة ودور استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالا ت في	شرح الاستخداما ت الرئيسية لتكنولوجيا المعلومات بالمدرسة	لمجموعا ت من المستخدم ين توظيف مجموعة متنوعة	بشكل امن في مجموعة متنوعة من وسائط التخزين والأشكال

أجهزة متعددة		المنزل والمدرسة	والمنزل والمجتمع، والتعرف على إمكاناتها	من الأساليب والأنظمة	
أمثلة • التقاط صورة أو اللعب بلعبة رقمية من خلال الهاتف، وذلك باستخدام المحاكاة أو القراءة من كتاب على الانترنت او تابلت	أمثلة • تحديد كيفية استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في التواصل، والتسوق، والخدمات المصرفية، والبحث عن المعلومات	أمثلة • تقدير قيمة تكنولوجيا المعلومات بشكل سريع على عمل ألعاب مع الأصدقاء. أوأخذ جولات افتراضية.	أمثلة • طلب الطعام من المطاعم باستخدام أجهزة الجوال، أو مسح رموز للوصول إلى معلومات	أمثلة إعداد والحفاظ على المجلدات المشتركة	أمثلة تصميم واستخدام منطقي والحفاظ على مراقبة إصدار الوثائق؛ والحد من الوصول إلى البيانات أو كلمة المرور

يتضح ما سبق أن هذه المعايير تدعم إعلان ملبورن لتحقيق أهداف التعليم المحدد الذي يشجع على الإنصاف والتميز، وتطوير تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وأن يصبح جميع الشباب الاستراليون متعلمين ناجحين، مبتكرين مبدعيين، ومواطنين نشطين ومستنيرين.

وفيما يتعلق بالرياضيات، قامت الهيئة الأسترالية للمناهج والتقييم والمراجعة بإعداد مشروعا بحثيا إجرائياً، يسمى" STEM Connection " بالتعاون مع الرابطة الاسترالية لمعلمي الرياضيات للتحقق من فعالية استخدام نهج متكامل في تخصصات STEM، ويوضح الجدول التالى المناهج الأسترالية في الرياضيات منذ رياض الأطفال **وحتى العاشرة من العمر (F-10)** [114].

جدول (5) المناهج الأسترالية في الرياضيات للأطفال منذ رياض الأطفال وحتى العاشرة من العمر (F-10)

الاعداد والجبر	القياس والهندسة	الإحصاءات والاحتمالات
قيمة الرقم والمكان التحقيق في الشروط المطلوبة	استخدام وحدات القياس قياس ومقارنة الأشياء باستخدام وحدات مترية	فرصة إجراء فرص وتجارب، وتحديد ووصف النتائج

عد الأرقام حتى 100000 على الأقل	مألوفة مثل الطول، والكتلة والسعة	المحتملة والاعتراف بالتغير في النتائج
إعادة ترتيب وتجميع الأرقام إلى ما لا يقل عن 10 000 للمساعدة في الحسابات وحل المشاكل	التعرف على الوقت بالدقيقة والتحقق في العلاقة بين وحدات الزمن	تمثيل البيانات وتفسيرها
التعرف وشرح العلاقات بين الجمع والطرح	ربط أيام الأسبوع بالأحداث والإجراءات المألوفة	تحديد الأسئلة أو القضايا وفقا للمتغيرات الفئوية.
استدعاء حقائق الجمع وما يتصل بها من حقائق القسمة	شكل	تحديد مصادر البيانات وأساليب جمع وتسجيل البيانات
استدعاء حقائق الضرب في اثنين، وثلاثة، وخمسة وعشرة وما يتصل بها من تحديد التماثل في البيئة	عمل نماذج من الأشياء ثلاثية الأبعاد ووصف مفتاحها	تجميع البيانات، وتنظيمها في فئات وعرضها باستخدام القوائم والجداول، والرسوم البيانية البسيطة باستخدام / أو دون استخدام التكنولوجيا الرقمية
حل مسائل متضمنة الضرب باستخدام عقلية فعالة والتكنولوجيا الرقمية الملائمة	تحديد الاحتياجات اللازمة لتطابق المثلثات	تفسير البيانات ومقارنتها وحساب مجموع الاحتمالات.
الكسور العشرية	واستنتاج خصائص الأشكال الرباعية.	فهم ربط الأسماء والأرقام والكميات
تمثيل وحدة الكسور بما في ذلك 2/1، 4/1، 1/1، 5/3 ومضاعفاتها	أداء العمليات الحسابية لتحديد محيط ومساحة متوازي الأضلاع	تحديد القضايا التي تنطوي على جمع بيانات مستمرة
المال والرياضيات المالية	والمعينات والطائرات الورقية.	اختيار اللغة المناسبة لوصف الأحداث والتجارب
تمثيل القيم النقدية بطرق متعددة وعد التغيير المطلوبة البسيط	الموقع والانتقال	يشرح الطلاب القضايا المتعلقة بجمع البيانات وتأثير القيم المتطرفة
النماذج والجبر	إنشاء وتفسير بسيط خرائط الشبكة لعرض موقف أومسارات	يقارن الطلاب تقنيات جمع البيانات من المصادر الأولية والثانوية.
وصف وإنشاء عدد أنماط ناتجة عن الإضافة أو الطرح	المنطق الهندسي	
	تحديد الزوايا ومقارنة أحجام الزاوية في المواقف اليومية	

يتضح من الجدول السابق مدى تركيز السياسة التعليمية الأسترالية على محو أمية الأطفال في الرياضيات، فقد أعدت وثيقة المنهج وفقاً لهذا وتم تدريب المعلمون، واستخدمت تقنية الحاسب والوسائل التعليمية، وصيغ أسلوب التقويم بناء عليها.

وهناك نهج مماثل في المناهج الاسترالية للعلوم الجديدة (F-10) وينقسم المحتوى إلى ثلاثة فروع كما يوضحه جدول (6) على النحو التالى[115]:

- فهم العلوم، والتي تنقسم إلى أربعة تخصصات تقليدية (العلوم البيولوجية ، والعلوم الكيميائية، وعلوم الأرض والفضاء، والعلوم الفيزيائية والعلوم البيئية)
- جعل العلوم مسعى إنساني يركز على الطبيعة وتطوير العلوم واستخدام العلوم وتأثيرها على البيئة والإنسان.
- مهارات الاستفسار في العلوم، والتي تتبع "المنهج العلمي" في التساؤل والتنبؤ، والتخطيط ومعالجة وتحليل البيانات والمعلومات، والتقييم والتواصل.

جدول (6) المناهج الاسترالية للعلوم الجديدة منذ رياض الأطفال وحتى العاشرة من العمر (F-10)

العمر	المنهج الأسترالى للعلوم		مهارات التحرى والاستفسار في العلوم		
	التساؤل والتنبؤ	التخطيط وإجراء المعالجة	تحليل البيانات والمعلومات	التقويم	التواصل
2 – 1	الرد على الأسئلة حول الأشياء والأحداث المألوفة	استكشاف وتقديم الملاحظات باستخدام الحواس	الانخراط في المناقشات حول الملاحظات واستخدام أساليب مثل الرسم لتمثيل الأفكار		مشاركة الملاحظات والأفكار
4 – 3	التدريب على طرح الأسئلة والرد عليها، والتنبؤ حول الأشياء	المشاركة في أنواع مختلفة من الإرشاد والتحقيقات للاستكشاف والإجابة على الأسئلة،مثل تطويع المواد،	استخدام مجموعة من الطرق لفرز المعلومات، بما في ذلك الرسومات والجداول المقدمة من خلال	مقارنة الملاحظات مع الآخرين	تمثيل وتبادل الملاحظات والأفكار من خلال مجموعة متنوعة من الطرق مثل

	والأحداث المألوفة	واختبار الأفكار، والوصول إلى مصادر المعلومات. استخدام القياسات غير الرسمية في المجموعة وتسجيل الملاحظات، مع مساعدة التكنولوجيات الرقمية.	المناقشة، مقارنة الملاحظات مع التنبؤات		اللغة الشفوية والتحريرية، والرسم ولعب الأدوار
5 – 6	من خلال التوجيه، تحديد أسئلة في سياقات مألوفة التي يمكن التحقيق فيها علميا والتنبؤ بما قد يحدث بناء على ما سبق من معرفه	اقتراح طرق للتخطيط وإجراء التحرى للعثور على إجابات على الأسئلة استخدام الأدوات المناسبة الآمنة لتسجيل الملاحظات، باستخدام القياسات الرسمية والرقمية حسب الاقتضاء	استخدام مجموعة من الطرق بما في ذلك الجداول والرسوم البيانية البسيطة لتمثيل البيانات وتحديد الأنماط والاتجاهات مقارنة النتائج مع التنبؤات، مما يشير إلى الأسباب المحتملة للنتائج	التفكير في التحرى، سواء كان الاختبار عادلا أم لا	تمثيل وتواصل الأفكار والنتائج في مجموعة متنوعة من الطرق مثل الرسوم البيانية، والتقارير البسيطة
10-7	من خلال التوجيه، طرح الأسئلة لتوضيح المشاكل العملية والتحرى، والتنبؤ بنتائج	مع التوجيه، التخطيط لطرق تحرى مناسبة للإجابة على الأسئلة أو حل المشاكل تحديد المتغير الذي يجب تغييره وقياسه	بناء واستخدام مجموعة من التمثيلات، بما في ذلك الجداول والرسوم البيانية، لتمثيل ووصف الملاحظات والأنماط أو العلاقات في البيانات باستخدام	اقتراح تحسينات على الأساليب التي تستخدم للتحقيق في سؤال أو حل مشكلة	تواصل الأفكار والتفسيرات والعمليات في مجموعة متنوعة من الطرق، بما في ذلكالنصو ص متعددة

	التحرى	في الاختبارات العادلة والمراقبة بدقة، لقياس وتسجيل البيانات، وذلك باستخدام التكنولوجيا الرقمية استخدام المعدات والمواد بأمان، وتحديد المخاطر المحتملة	التكنولوجيات الرقمية حسب الا مقارنة البيانات مع التنبؤات واستخدامها أكدلة في تطوير التفسيرات		الوسائط

ومن ثم يتضح أن الإطار العام للمناهج والمعايير بأستراليا يعمل في تناسق تام مع الوثائق الوطنية، هذا وقد تم اعتماد هيكل الإطار العام في جميع المقاطعات والأقاليم وفي دول الكومنولث ليكون مدخلاً عاماً لوصف محتوى المنهج ومكوناته، ومازال الأمر متروكاً للمدارس لتحديد الطريقة المثلى لتقديم المنهج، وهنا تتضح لامركزية القرارات الخاصة بالبرامج التربوية بالروضات والمدرسة الابتدائية من خلال إتاحة فرص تحديد المحتوى والزمن المخصص بكل مجال للمدرسة والمعلمين؛ مما يتيح فرص التنافس والسعى للتميزبينهم.

وفيما يتعلق بالهندسة والتصميم الهندسى أقرت السياسة الأسترالية ما يلي:

أ- إدخال البرمجة في أنشطة التعليم المبكر بمرحلة ما قبل المدرسة والمدرسة الابتدائية: أقرت أستراليا تغييرات في المناهج الدراسية تتضمن تدريس برمجة الحاسب للأطفال منذ مرحلة ما قبل المدرسة، وحتى المدارس الثانوية، في خطة تعكس تزايد الاهتمام العالمي بتدريس علوم الحاسب استعدادًا لاقتصاد المستقبل، وتُوجه الحكومة الأسترالية 12 مليون دولار إلى مُبادرات مُنفصلة منها ما يختص بتطوير منهج مُبتكر للرياضيات، وتدريس برمجة الحاسب، وإعداد مدارس صيفية حول هذه المجالات للمناطق المهمشة[116].

ب- توظيف وبناء برامج الروبوتات في مرحلة ما قبل المدرسة والمدرسة الابتدائية: الروبوتات قد تكون وسيلة أخرى للأطفال لتجربة وفهم المحتوى؛ حيث تستخدم كأداة تسمح للأطفال بمعالجة مواد جديدة، وتدرس الروبوتات باستخدام الهندسة وعمليات التصميم الهندسي، وتعد وسيلة جذابة لتعزيز الاستكشافات متعددة التخصصات من خلال استخدام التكنولوجيا، وتطوير فهم أقوى للمفاهيم الرياضية مثل العدد والحجم والشكل[117].

4- إعداد وتدريب المعلمين: نص إعلان ملبورن بشأن الأهداف التعليمية لصغار الأستراليين على" أن تحسين جودة المعلم تعتبر إصلاحا أساسيا كجزء من جهود أستراليا لتحسين تحصيل الطالب والتأكد من أن امتلاكه لمستوى عالم من التأهيل"[118].

أ- إعداد المعلمين: وضع المعهد الأسترالي للتعليم والقيادة المدرسية المعايير المهنية الأسترالية للمعلمين، والتى تشتمل على ثلاثة مجالات، شكل() على النحو التالي[119]:

- **المعرفة المهنية: 1)**معرفة الطلاب وكيف يتعلمون **2)** معرفة المحتوى وكيفية تدريسه
- **الممارسة المهنية: 1)** تخطيط وتنفيذ التعليم والتعلم الفعال **2)** إنشاء والحفاظ على التعلم الداعم والبيئات الآمنة **3)** تقييم، وتوفير التغذية المرتدة وتقديم تقرير عن تعلم الطلاب
- **المشاركة المهنية: 1)** الانخراط في التعلم المهني **2)**الانخراط مهنيا مع الزملاء والآباء/ مقدمي الرعاية، وتتضمن المعايير الأسترالية المهنية للمعلمين سبعة معايير متداخلة مترابطة ومتسقة ومقسمة في ثلاثة مجالات على النحو التالى:

جدول (7) المعايير الاسترالية المهنية للمعلمين

المعرفة المهنية	الممارسة المهنية	المشاركة المهنية
▪يستفيد المعلمون من المعرفة المهنية والبحوث للإجابة عن احتياجات طلابهم داخل السياقات التعليمية. ▪المعلمين يعرفون طلابهم	▪المعلمون قادرون على جعل التعلم جذابا وذات قيمة. فهم قادرون على خلق والحفاظ على بيئات تعلم آمنة وشاملة ومتحدية، مع تنفيذ عادل لخطط إدارة السلوك	▪يقوم المعلمون بتطوير التعلم الفعال، وتحديد احتياجات التعلم الخاصة بهم وتحليلها وتقييمها وتوسيعها

جيدا، برغم تنوعهم اللغوي والثقافي والديني، ويعرفون تأثيرالتجارب التي يجلبها الطلاب إليهم. ▪ الفصول الدراسية تساعد على تعلمهم المستمر، ويعرفون كيفية هيكلة دروسهم لتلبية التطور المادي والاجتماعي والفكري والتعرف على خصائص طلابهم. ▪ المعلمون يعرفون محتوى موضوعاتهم والمناهج الدراسية، ويعرفون ويفهمون المفاهيم الأساسية، وهيكل وعمليات التحرى ذات الصلة ببرامج التعليم ▪ يفهم المعلمون استراتيجيات التعلم والتعليم المناسبة من الناحية التنموية، وكيفية استخدام هذه المعرفة لجعل المحتوى مفيد للطلاب. ▪ من خلال ممارساتهم التدريسية، يطور المعلمون مهارات القراءة والكتابة لدى الطلبة ضمن مجالاتها الموضوعية.	المنصفة، باستخدام تقنيات الاتصالات المتطورة ▪ يتمتع المعلمون بمجموعة من المعلومات المفيدة لاستراتيجيات التدريس واستخدامها لتنفيذ برامج تعليمية مصممة تصميما جيدا، ويقيمون بانتظام كل جوانب ممارسات التدريس لضمان تلبيتها احتياجات التعلم الخاصة، ويستخدمونها في تشخيص عقبات تعلم الطلاب وتحسين الأداء. ▪ وهم يعملون بشكل فعال في جميع مراحل التعليم والتعلم، من حيث التخطيط للتعلم والتقييم، وتطوير برامج التعلم، وتقييم التدريس، وتوفير التغذية المرتدة للطالب، وإبلاغ للآباء / مقدمي الرعاية بنتائج التقييم.	من أجل التعلم المهنى الفردي والجماعى. ▪ يظهر المعلمون الاحترام والمهنية في جميع تفاعلاتهم مع الطلاب، والزملاء، والآباء / مقدمي الرعاية وتواصل والمجتمع . هم حساسون لاحتياجات الآباء / مقدمي الرعاية ويمكنهم التواصل بشكل فعال فيما يتعلق بتعلم أطفالهم. ▪ يقدر المعلمون فرص لتفاعل مع مجتمعاتهم المدرسية داخل وخارج الفصول الدراسية لإثراء سياق تعليم الطلاب. انهم يفهمون أهمية العلاقات بين المدرسة والمنزل والمجتمع في التنمية الاجتماعية والفكرية لطلابهم.

يتضح من الشكل السابق أن المعايير المهنية للمعلمين يمكن أن توجه التعلم المهنى، والممارسة والمشاركة وتحسين جودة المعلمين وتساهم بشكل إيجابي في الارتقاء بالمكانة العامة للمهنة، كما توضح ما المتوقع أن يعرفه المعلمون، وتمثل تحليلا لممارسات المعلمين المعاصرة بأنحاء أستراليا، والتى تستخدمها سلطات الاعتماد والتسجيل، والروابط المهنية.

وقد أوصى المجلس الدائم للتعليم المدرسي بمنح شهادة وطنية على أساس المعايير المهنية الأسترالية للمعلمين، والتى تضمن حصول المعلمين، في كل نظام وقطاع، على تأهيل عالى الإنجاز في جميع أنحاء أستراليا، يعترف بجودة التعليم، ويوفر فرصة للمعلمين للتفكير في ممارستهم، ويوفر مؤشرا موثوقا للتعليم الجيد الذي يمكن استخدامه لتحديد الاعتماد و/ أو مكافأة المعلمين ذوي الإنجاز العالي[120].

ب- التنمية المهنية لمعلمى STEM: إن معرفة STEM ديناميكة، وكذلك المحتوى، وممارسات التدريس والتقييم في تطور باستمرار. لذا يجب دعم المعلمين لمواكبة ذلك التغيير، والحفاظ على معرفتهم وسط الضغوط اليومية بالفصول الدراسية، ومن المبادرات التي تم تطويرها في أستراليا لتطوير تعليم STEM (F-10) منذ مرحلة ما قبل المدرسة وحتى 10 سنوات في إطار مجتمعات التعلم المهنية ما يأتى:

- **برنامج تعزيز تدريب معلمي الرياضيات والعلوم:** أحرز هذا البرنامج تحسنا كبيرا في جودة معلمي الرياضيات والعلوم من خلال دعم برامج جديدة قبل الخدمة ، والتي تتعاون فيها الكليات والمدارس أو أقسام العلوم والرياضيات والتعليم على تصميم الدورات الدراسية وتقديمها، والجمع بين المحتوى النظرى والتربوي العملى؛ بحيث يتم تدريس الرياضيات والعلوم على أنها مساعي إنسانية ديناميكية وتطلعية وتعاونية، وبلغ تمويل البرنامج 12 مليون دولار على مدى ثلاث سنوات من 2014 إلى 2016[121].
- **مشروع إلهام معلمى الرياضيات والعلوم:** يهدف إلى تعزيز التعاون المستمر بين علماء الرياضيات والعلوم والتعليم من أجل إضفاء الطابع المؤسسي على طرق جديدة لدمج المحتوى الجماعي والخبرات التربوية من أجل تحسين توظيف المعلمين والاستمرار في التعلم المهني بعد التخرج، ويقود المشروع جامعة كوينزلاند مع شركاء من جامعة جيمس كوك، وجامعة نيوكاسل، وجامعة سيدني، وجامعة تسمانيا وجامعة ولونجونج[122].
- **مبادرة الروابط الأولية** PrimaryConnections**:** برنامج مبتكر بسجل حافل من النجاح، اكتسب من خلاله المعلمون الثقة لزيادة وقت الفصول الدراسية المخصصة للعلوم، وحققوا تحسنا قويا في أداء الطلاب، تديره الأكاديمية الأسترالية للعلوم بدعم

من الحكومة الأسترالية، ويهدف البرنامج إلى زيادة كفاءة معلمى الطفولة المبكرة والتعليم الابتدائي لتدريس العلوم، والرياضيات، وتركز هذه المبادرة على: نهج الاستقصاء والتحرى[123].

- **مبادرات التعلم المبكر National Innovation and Science Agenda (NISA):** قدمت الحكومة الأسترالية 5.8 مليون دولار على مدى ثلاث سنوات إلى جامعة كانبيرا، لتصميم وتطوير وتنفيذ تعلم STEM في السنوات الاولى من العمر للأطفال لاستكشاف بيئة التعلم على الانترنت، وبيئات التعلم القائم على اللعب من خلال سلسلة من التطبيقات لأجهزة الكمبيوتر اللوحي الثرية بمفاهيم تعلم STEM، وتطوير ستة تطبيقات، للأسر وللمعلم لتوسيع فرص التعلم في المنزل[124].
- **البرنامج الوطنى– المديرون كقادة في تعلم STEM:** بالشراكة بين الرابطة الأسترالية لمديري المدارس الابتدائية وروابط المعلمين والجامعات وقطاع الصناعة لتزويد المديرين بالتعليم الصحيح، وتشجيعهم على تطبيق فعال لتعلم STEM في مدارسهم[125].

وتقوم فلسفة التطوير المهني والتدريب برياض الاطفال والمدرسة الابتدائية بأستراليا على أن المدرسة والفصل هما المركز الأساس للتدريب من أجل الربط المباشر بين برامج التدريب والتطبيق، وتنبثق برامج التدريب والتطوير المهني من الاحتياجات الفعلية للمدرسة والفريق التعليمي؛ حيث تبرز هذه الاحتياجات من خلال الخطة التعليمية التي تعدها المدرسة وخطة المعلم السنوية؛ حيث تحدد الأهداف الأساسية التي تسعى المدرسة إلى تحقيقها وتوضح المهارات والمعارف اللازمة لتحقيق هذه الأهداف، وبذلك يكون هناك تلازم مباشر بين برامج التدريب والتطوير المهني والتطبيق الميداني، وتقدم المدرسة خدمات التوجيه المهنى للوظائف المرتبطة بمجالات STEM من خلال موقع الكترونى تابع للمدرسة[126].

لقد مثل المحورين السابقين (البرامج والمعلمين) منظور الميكروسيستم Microsystem؛ حيث ينطوي الميكروسيستم على كل العلاقات التي تتفاعل مباشرة مع الطفل من حيث صلتها بتعليم STEM، ومن الأمثلة الجيدة على ممارسات التعلم المهنية الواعدة "برنامج الشراكة الأسترالى بين العلوم والرياضيات"الذى يسر وصول المعلمين

لمصادر التعلم المهنى للرياضيات عن طريق الرابطة الاسترالية لمعلمي الرياضيات، أو عبر حدائق التكنولوجيا التي هدفت إلى تنمية مجتمع يشتمل على المهارات العلمية والاقتصادية، وتطوير شراكات قادرة على الاتجار بالتكنولوجيا، وكذلك من خلال استراتيجية التجديد والعلوم "تعزيز قدرة أستراليا– بناء المستقبل، والتى قدمها مركز التكنولوجيا والعلوم القومى ومجلس الوزراء للتجديد والهندسة والعلوم.

المحور الثالث : المقابلة والتحليل المقارن لتعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية بدولتى المقارنة

وفقاً لمنهج الدراسة تهدف المقابلة في هذا المحور إلى التوصل لأوجه التشابه والاختلاف بين دولتى المقارنة وجدولتها والموازنة بينها للتوصل إلى صحة فروض الدراسة المبدئية والمرتبطة بالاستفادة من الخبرات الخاصة بتعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية كالتالي:

أوجه التشابه وتفسيرها:

- الدعم السياسى والقومى لتعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية واعتماده كأولوية للحفاظ على المكانة التنافسية، وإنتاج قوى بشرية تتسم بالابتكار وريادة الأعمال عالميا.
- الاهتمام بالعنصر البشرى كمنطلق أساسى لتحقيق التنافسية، فأمريكا شجعت على تحفيز الأداء، وأستراليا اهتمت بصقل مهارات العنصر البشرى بما يتفق وعصر اقتصاد المعرفة.
- الشراكة بين قطاعات المجتمع المختلفة وتعلم ما قبل المدرسة والروضات لتطوير تعلم STEM بالطفولة المبكرة.
- توفر وثيقة فيدرالية بأمريكا وكذلك على مستوى حكومة الكومنولث بأستراليا (استراتيجية متكاملة) خاصة بتعلم STEM في مرحلة رياض الأطفال والتعليم المدرسي، وكذلك وجود خطط تعليمية واستراتيجيات وتقارير المراجعة ذات الصلة على مستوى الولايات.

- حرص كل من الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا على تقديم مبادرات متنوعة للتنمية المهنية لمعلمى STEM في إطار مجتمعات التعلم المهنى.
- التأكيد على دعم العلاقات بين الوالدين والروضات لدعم نجاح أبنائهم في تعلم STEM.

وقد ترجع أوجه التشابه إلى:

التوجه نحو الدراسات البينية: حيث أصبح تواصل المعارف وتشابكها والتداخل والتعاون والتمازج بين التخصصات المختلفة هو سمة العصر، إذ تقوم فكرة التخصصات والدراسات البينية والمتعددة على إيجاد حلولاً علمية لمشكلات تتسم بالتوسع والتعقيد؛ بحيث لا يمكن حلها من خلال تخصص علمى منفرد، ويتم في التخصصات والدراسات البينية والمتعددة تبادل وتكامل المعلومات والبيانات والأدوات والوسائل البحثية والأجهزة العلمية والمفاهيم والتوقعات والنظريات العلمية من تخصصيين علميين أو أكثر بهدف تعظيم المعارف وتكامل الخبرات بشكل يؤدى للتغلب على مشكلات تتوارى خلف أكثر من منظور أو تخصص.

مكانة المعلم: يحظى المعلم في كل من الولايات المتحدة الأمريكية بالاهتمام وتنميته مهنيا، ففلسفة التطوير المهني والتدريب تتمثل في أن المدرسة والفصل هما المركز الأساس للتدريب وذلك من أجل الربط المباشر بين برامج التدريب والتنفيذ؛ حيث تغيرت النظرة إلى المعلم فلم يعد المعلم مجرد ناقل للمعرفة، بل لابد أن يكون قادراً على ممارسة الأدوار والمهام الملقاة على عاتقه منها دوره في مساعدة طلابه على الإبداع والابتكار لمواكبة تغيرات العصر.

إدارة رأس المال الفكرى: الذي يرتبط بالمعرفة والتى من الممكن أن تؤدى إلى خلق قيمة، باعتبار أن المعرفة عنصراً أساسياً من عناصر رأس المال الفكري البشري. فتوفير القدرات البشرية وتنميتها والاستثمار فيها يدعم المركز التنافسى للمؤسسة ويعظم أرباحها.

التوجه نحو اقتصاد المعرفة: فالمعرفة هي التي تعطى القوة للابتكارات لأن تصبح مصادر مهمة لمزايا تنافسية مستدامة حيث تتطلب المعرفة الاستحواذ والخلق والتجميع والتطبيق لتلك المعرفة. إضافة إلى تزايد الطلب على ذوي المهارات التقنية العالية، مع تطور منظومات الاتصالات والتقنيات الرقمية والشبكة العنكبوتية (الانترنت) التي

ضاعفت من أدوات نشر المعلومات على أوسع نطاق وسهلت الحصول عليها واستخدامها ومعالجتها. باعتبار أن المعرفة عنصراً أساسياً من عناصر رأس المال الفكري البشري.

أوجه الاختلاف وتفسيرها:

- مشاركة الجامعات بصورة أوسع في الولايات المتحدة الأمريكية بتطبيق نظرية مجتمع الممارسة في التنمية المهنية لمعلمى STEM.
- نظام داعم للتقييم والمحاسبية لتعليم STEM بالولايات المتحدة الأمريكية يعتمد على نتائج الدراسات البحثية ونواتج التعلم، والذى يركز على ممارسات المعلمين وكذلك على نتائج الأطفال والملاحظات الصفية، والمراجعات الخارجية.
- تميز بعض الولايات بأمريكا بوضع معايير للرياضيات والعلوم التزاماً بقانون "عدم التخلى عن أى طفل" عام 2001، وهو ما لم تقدمه أستراليا.
- تميز أمريكا بوجود حزمة أوسع من برامج التعليم غير الرسمى المدعومة حكومياً بميزانيات ضخمة ومدعومة مالياً من القطاع الخاص، ولديها أنظمة تمويل ذاتية.
- تفرد الولايات المتحدة الأمريكية بطرح برامج متخصصة لإعداد المعلمين في مجالات STEM مثل برنامج UTeach، وبرنامج الرياضيات لأمريكا Math for America ، ومبادرة ماجستير معلمى STEM، وغيرها، تتعاون فيه كليات التربية مع الهندسة والعلوم، في حين اقتصر إعداد المعلم في أستراليا على كليات المعلمين.

ويمكن تفسير أوجه الاختلاف في ضوء العوامل التالية:

العوامل التاريخية: منذ ما يقرب من 60 عاما مضت، في 5 أكتوبر 1957، إطلاق القمر الصناعى الروسي سبوتنيك تسبب في ضجة عميقة في الولايات المتحدة، وتجسد ذلك في خطاب الرئيس ايزنهاور الشهير الذي دعا الأمريكيون والحكومات الفيدرالية والحكومات المحلية إلى التحدى والعمل، وإنتاج خريجين في مجال الهندسة والعلوم بمعدل أسرع بكثير، وبسرعة كبيرة بعد ذلك، شكلت وكالة (ناسا) في عام 1958، ومن خلال النمو السريع والنجاح لبرنامج الفضاء، سرعان ما برزت الولايات المتحدة باعتبارها الرائدة عالميا في عدد الطلاب الحاصلين درجات الهندسة؛ حيث تخرج حوالي 80.000 طالب سنويا في منتصف الثمانينيات. ثم أصدرت اللجنة الوطنية لإدارة ريجان تقرير "أمة في خطر (1983)"، وبعد فترة قصيرة، في عام 1985 مر المذنب هالي بالقرب من الأرض،

وهو ما دعا الجمعية الأمريكية لتطوير العلوم إنشاء مشروع 2061 لتحديد العوامل التي من شأنها تثقيف ومحو أمية جميع الأمريكيين في العلوم التي لا تزال تستخدم اليوم على نطاق واسع[141].

وعلى الرغم من أن الدعوة إلى العمل في مجال STEM ارتفعت بعد إطلاق سبوتنيك عام 1957، كان للولايات المتحدة تاريخ طويل من الاعتراف بأهمية القضايا العلمية، والظواهر، والبحوث، التي يرجع تاريخها إلى ما بعد الخطاب السنوى الأول إلى الكونجرس من قبل الرئيس جورج في يناير 1790، وهو الوقت الذي دعا فيه الكونجرس إلى تعزيز المعرفة العلمية، والمنافسة من أجل تجاوز الشركاء الدوليين، وبعد خمسين عاما من سبوتنيك و 219 عاما بعد خطاب الرئيس واشنطن ما زال الكونجرس والشعب الأمريكي مطالبين بالابتكار والإنجازات في العلوم والرياضيات، ودعا أوباما الأمريكيين لتجديد تلك المهمة منذ ما يقرب من 60 عاما في خطابه عام 2009 للدولة[142].

العوامل الاقتصادية: لعبت العوامل الاقتصادية والازدهار الاقتصادى للولايات المتحدة الأمريكية على تطوير تعليم STEM بما يتلاءم وعصر الاقتصاد القائم على المعرفة، وذلك من خلال تدعيم البرامج التعليمية، وتشجيع التنافس بشكل متزايد بين الطلاب، والاستجابة لاحتياجات الطلاب بشكل كاف، وتعزيز التنوع القائم بين مبادرات التنمية المهنية لمعلمى STEM، والإنفاق بسخاء على تدريب المعلمين، وتحديد مستويات معيارية تمثل الحد الأدنى من الأداء المرجو بلوغه في مجالى العلوم والرياضيات، علاوة على إتاحة حزمة من برامج التعلم غير الرسمى بالشراكة مع القطاع الخاص والشركات وغيرها.

العوامل التكنولوجية: لعب الاقتصاد التكنولوجى الموجه من قبل السوق دوراً حاسماً في تفعيل السياسات الحكومية الخاصة بنشر التعلم الالكترونى، والتعلم الرقمى وانعكاس ذلك على الإرادة السياسية بتعليم STEM والتشريعات الصادرة بشأنه والعمل على تطبيقها وتطويرها في ضوء نتائج البحوث العلمية، ولقد جاءت عملية التنفيذ لتساير الاتجاه العالمى نحو اللامركزية مع توفر التنسيق على كافة مستويات الدولة الفيدرالية.

العوامل المجتمعية: انعكس السياق المجتمعى للولايات الأمريكية على نظام التعليم قبل الجامعى الذي يؤكد على العدالة الاجتماعية وترسيخ تكافؤ الفرص ومبادىء الديمقراطية،

وهو ما اتضح في تنوع مدارس تعلم STEM ، ومحاولات الارتقاء بذوى الأداء المنخفض والتعرف على مواطن القصور وأسبابها لتعزيز قدرة التعليم قبل الجامعى على التنافسية.

ثانياً : جدولة محاور المقارنة: تهدف هذه الجدولة إلى تحديد أوجه الاستفادة من خبرات تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية في كل دولة في عناصر التحليل (السياسات، تعلم STEM غير الرسمي، البرامج، المعلمون) كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول(8) يوضح أوجه المقابلة "المقارنة" بتعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية في الدول المقارنة

محاور	الولايات المتحدة الأمريكية	أستراليا
السياسات و التشريعات	▪ مبادرة البيت الأبيض: التعليم للإبداع 2009 لتحسين فرص التفوق للولايات المتحدة الأمريكية في السوق العالمية. ▪ قانون الانتعاش وإعادة الاستثمار الأمريكى لعام 2009 وأربعة "ضمانات" واسعة لتحسين تعلم STEM ▪ تقرير الكونجرسس الأمريكى لخلق فرص عمل عالية الجودة وتركيز الجهود على العلوم والتكنولوجيا الجديدة. ▪ مبادرة البيت الأبيض: التعليم للإبداع 2009 لتحسين فرص التفوق للولايات المتحدة الأمريكية في السوق العالمية. تقرير الكونجرسس الأمريكى لخلق فرص عمل عالية الجودة وتركيز الجهود على العلوم والتكنولوجيا الجديدة. ▪ مبادرة صياغة معايير واضحة لتعليم الرياضيات وفنون اللغة الإنجليزية والعلوم بدءا من الروضة وحتى عمر 12 سنة، لتحسين تعلم STEM.	▪ تقارير حكومة الكومنولث على عناصر التعليم، وبرامج التعليم والابتكار ذات الصلة بالعلوم، والتكنولوجيا، والهندسة والرياضيات. ▪ إعلان ملبورن عام 2008 بشأن الأهداف التعليمية لصغار الأستراليين الذي ألزم كل الحكومات الأسترالية بجودة التعليم، متضمناً المعرفة في الرياضيات والعلوم (الفيزياء والكيمياء والبيولوجيا). ▪ إعلان رئيس الوزراء الأسترالي، في 2012 عن الخطة الوطنية لتحسين المدارس، وأنه بحلول عام 2025، يجب أن تكون أستراليا في المرتبة الخامسة على مستوى العالم في القراءة والعلوم والرياضيات ▪ استراتيجية الابتكار للقرن الحادي والعشرين الصادرة عن الحكومة الأسترالية عام 2009 بالاستثمار في العلوم والتكنولوجيات لنمو الاقتصادات القائمة على المعرفة. الاستراتيجية الوطنية لتعليم STEM بالمدارس (2016– 2026)

تعلم STEM غير الرسمي	▪ مبادرة "دمج التعلم الممتد / K-12"، لتعزيز العلاقات بين التعليم اليومي المدرسي والتعلم الممتد لـ STEM. ▪ مبادرة كلينتون العالمية 2013 لإنشاء "مجموعات الممارسة" التي تشمل المربين من مراكز العلوم، والمتاحف، وحدائق الحيوان، ومزودي برامج ما بعد المدرسة لدعم STEM.	▪ استراتيجية للمشاركة المجتمعية في مجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من خلال مبادرة "إلهام أستراليا". ▪ التوسع في برامج التعلم الممتدة، لدعم النهج المنسقة لبرامج ما بعد المدرسة في تعلم STEM. ▪ مراكز التعلم المجتمعي للقرن الـ 21 بدأت تدمج تعلم STEM.
البرامج	▪ معايير تعليم الرياضيات عام 2001 في خمسة مسارات رئيسية. ▪ وضع إطارا جديدا للكفاءة في العلوم عام 2007 في أربعة فروع ▪ إدراج بعض الولايات عدداً من معايير التكنولوجيا والهندسة في معايير العلوم.	▪ مشروع STEM Connections بالشراكة مع الرابطة الأسترالية لمعلمي الرياضيات لاستخدام نهج متكامل للتعليم في STEM. ▪ نهج جديد بالمناهج الأسترالية للعلوم (F-10) ينقسم إلى ثلاثة فروع. ▪ تدريس تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ICT وبرمجة الحاسب
المعلمون	▪ برامج فردية توفر إعداد تربوي قوي للمعلمين في STEM مثل برنامج UTeach وبرنامج الرياضيات لأمريكا. ▪ مبادرة ماجستير معلمي STEM ▪ مبادرات عديدة للتنمية المهنية لمعلمي STEM في إطار شبكات الممارسة ومجتمع الممارسة المهنية.	▪ المعايير المهنية الأسترالية للمعلمين، والتي تشتمل على ثلاثة مجالات: المعرفة المهنية، والممارسة المهنية والمشاركة المهنية. ▪ مبادرات عديدة للتنمية المهنية لمعلمي STEM في إطار مجتمعات التعلم المهنية.

وفي ضوء تحليل خبرات دول المقارنة والتعرف على واقع جهود تعلم STEM في مصر تم التحقق من صحة الفروض المبدئية للدارسة وهي:

1- أن وجود الدعم السياسي والسياسات المتكاملة يؤدى إلى نجاح تعليم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية.

2- أن توفر برامج التعلم الممتد وغير الرسمي يؤدى إلى نجاح تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية.

2- أن الاهتمام ببرامج الرياضيات والعلوم والهندسة والتكنولوجيا يؤدى إلى نجاح تعليم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية.

4- أن الاهتمام بإعداد وتدريب المعلمين يؤدى إلى نجاح تعليم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية.

وبعد خطوة المناظرة (المقابلة) السابقة وفي ضوء تحديد أفضلية الخبرات المتميزة في كل دولة فإنه يمكن تحديد أوجه الاستفادة في كل محور وذلك من خلال بعض الإجراءات العامة والخاصة وآليات تنفيذها وذلك في ضوء محاور للاستفادة من إيجابيات التجارب في كل دولة وهو ما يوضحه الجزء الختامي للدراسة لتوضيح إجراءات الاستفادة وفقاً للمنهجية المستخدمة.

المحور الرابع: واقع الجهود المصرية في تعليم STEM

نشأت مدارس المتفوقين الثانوية في العلوم والتكنولوجيا(STEM) بمقتضى القرار الوزاري رقم (369) لسنة 2011، وتأسست أول مدرسة بالقرية الكونية بالسادس من أكتوبر، وبدعم ألماني، ثم أنشئت الوزارة مدرسة أخرى في المعادي بالتعاون مع مؤسسة مصر الخير، وهيئة المعونة الأمريكية[127]، وصدرت عدة قرارات وزارية متوالية بتنظيم هذا النوع من المدارس، فقد نصت المادة الأولى من القرار الوزاري رقم (202) بتاريخ 2012/4/21 أن "تمنح مدارس المتفوقين الثانوية في العلوم والتكنولوجيا شهادة الثانوية العامة المصرية في العلوم والتكنولوجيا وهى معادلة في مناهجها للصفوف الثلاثة بالشهادة الثانوية العامة المصرية"[128].

في نهاية عام 2011، تبنت منظمة تعلم العالم The World Learning تنفيذ مبادرة STEM بمنحة قدرها 25 مليون دولار من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية، بالتعاون مع وزارة التعليم المصرية، وتم افتتاح أول مدرسة STEM مصرية للطلاب الموهوبين أيا كان جنسهم، أو ظروفهم الاقتصادية أو الاجتماعية، كما نفذت منظمة تعلم العالم بالاشتراك مع معهد التدريس للتميز في بداية إنشاء المدارس عام 2011 برنامج للتنمية المهنية للمعلمين ومديري المدارس، للوقوف على أفضل الممارسات التربوية بتعلم STEM[129]، كما تدعم منظمة مصر الخير غير الحكومية مع وزارة التعليم مدارس STEM ، وتسعى لتدبير المزيد من فرص العمل لهؤلاء الشباب بعد تخرجهم من

مدارسSTEM، وفي عام 2012، اضطلعت مصر الخير بتطوير مدرسة STEM المهنية بمحافظة السويس وتحويلها إلى مدرسة مهنية متقدمة[130].

وأنشئ مركز STEM بالجامعة الأمريكية بالقاهرة كالأول في الشرق الوسط لتقديم التطوير المهني لمعلمي مدارس STEM، وإجراء البحوث الإجرائية بها، كما أن لديه مذكرة تفاهم موقعة مع مركز STEM بجامعة مينيسوتا، لتوفير أحدث البحوث والممارسات التعليمية لتعزيز تعليم STEM، وتطوير أعضاء هيئة التدريس في التدريس القائم على الاستقصاء، واستراتيجيات التقييم القائمة على المشاريع[131]، وقد صدر القرار الوزاري رقم (382) بتاريخ 2012/10/2 بشأن نظام القبول والدراسة والامتحانات بمدارس المتفوقين الثانوية في العلوم والتكنولوجيا في المادة (1) [132]، أن تهدف هذه المدارس إلى ما يلي:

- رعاية المتفوقين في العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا والاهتمام بقدراتهم.
- تعظيم دور العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا في التعليم المصري.
- نشر نظام تعليم حديث وهو نظام STEMفي المدارس المصرية.
- تشجيع التوجه نحو التخصصات العلمية لدى نسبة كبيرة من الطلاب في المرحلة الثانوية.
- تطبيق مناهج وطرق تدريس جديدة تعتمد على المشاريع الاستقصائية والمدخل التكاملي.
- تنمية ميول ومهارات الطلاب وزيادة مشاركتهم وتحصيلهم في العلوم والرياضيات.
- تحقيق التكامل بين منهج العلوم والرياضيات والهندسة بما يكشف 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.

وتكون الدراسة في هذه المدارس باللغة الإنجليزية لمواد العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا وتتولى المدارس رفع مستوى اللغة الإنجليزية للطلاب الملتحقين بالمدارس، ويتم قبول الطلاب في هذه المدارس من الحاصلين على شهادة إتمام الدراسة بمرحلة التعليم الأساسي في نفس العام من جميع محافظات الجمهورية، وذلك وفقاً لشروط منها:

ألا يقل مجموع درجات الطالب عن 98% من المجموع الكلى للدرجات، وأن يكون الطالب حاصلاً على الدرجات النهائية في مادتين على الأقل من مواد (اللغة الإنجليزية– الرياضيات– العلوم)، وأن يجتاز بنجاح الكشف الطبي واختبارات مستوى الذكاء والتفكير النوعي في العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا والمقابلة الشخصية. [133]، وتشكل لجنة لكل مدرسة لقبول الطلاب الجدد، بقرار من وزير التربية والتعليم، وبرئاسة قطاع التعليم العام، وعضوية رئيس الإدارة المركزية للتعليم الثانوي العام، ومدير عام التعليم الثانوي، ومستشار مادة العلوم، ومستشار مادة الرياضيات، ومستشار مجلس إدارة المدرسة ومدير المدرسة، وتختص اللجنة بما يلي: تحديد موعد اختبار القدرات الإبداعية والذكاء والمقابلات الشخصية للطلاب الجدد ومخاطبتهم للحضور بمقر المدرسة، وإجراء المقابلات الشخصية للطلاب الجدد وتشكيل لجان عقد وتصحيح اختبارات القدرات المنصوص بالتنسيق مع المركز القومي للامتحانات، واعتماد النتائج النهائية لاختبارات القدرات والمقابلات الشخصية وقبول الطلاب الجدد [134].

أما فيما يتعلق بالمعلمين وتدريبهم، نصت المادة (11، 12،13) من القرار الوزاري رقم (382) بتاريخ 2012/10/2 بشأن نظام القبول والدراسة والامتحانات بمدارس المتفوقين الثانوية في العلوم والتكنولوجيا أن تشكل لجان بقرار من وزير التربية والتعليم في التخصصات برئاسة رئيس قطاع التعليم العام وعضوية كل من: رئيس الأكاديمية المهنية للمعلمين، ورئيس الإدارة المركزية للتعليم الثانوي، وممثل لمجلس إدارة المدرسة، ومستشار المادة، ومدير المدرسة، وتختص اللجان باختيار أعضاء هيئة التدريس في التخصصات المختلفة بمدارس المتفوقين عن طريق الإعلان بنظام التعاقد لمدة عام قابل للتجديد، ويشترط فيمن يتم اختيارهم لعضوية هيئة التدريس أو الإداريين أو أمناء المعامل وغيرهم أن يكون من بين الفئات التالية: من سبق لهم السفر بالخارج في بعثات تعليمية وقاموا بالاطلاع على أحدث الطرق المتقدمة في التدريس، والحاصلين على درجة الماجستير أو الدكتوراه من المدرسين العاملين في وزارة التعليم وأعضاء هيئة التدريس بالجامعات المصرية، ذوي الكفاءة التميز في التدريس من المدارس التجريبية، والمتخصصون في اللغة الإنجليزية ويفضل من اجتاز اختبارات المستوى في اللغة الإنجليزية، ويتم تدريب

المعلمون الجدد على التدريس القائم على الاستقصاء بنظام المشروعات وعلى المدخل التكاملي بنظام Capstone والعمل التعاوني واللغة الإنجليزية وذلك قبل بدء عملهم[135].

أما نظام الدراسة في مدارس المتفوقين الثانوية في العلوم والتكنولوجيا فيسير وفقاً لطريقة المشروعات والوحدات التكاملية القائمة على البحث والاستقصاء عبر المواد الدراسية، ويتم اختيار هذه المقررات في إطار المعايير القومية والمعايير العالمية لنظام STEM، وتكون معادلة للإطار العام للمناهج في المراحل الثانوية العامة المصرية، ويجوز لمجلس الإدارة إضافة بعض المقررات الإثرائية والأنشطة بعد العرض على وزير التربية والتعليم، ويحدد أعضاء هيئة التدريس في كل مادة الموضوعات الدراسية التي تحقق أهداف المنهج طوال الفصل الدراسي، والمشروعات التي يقوم الطالب بإجرائها وتجمع بواسطة مدير المدرسة وتعرض على مجلس إدارة المدرسة للموافقة عليها، ويتم مقارنة جميع المشروعات في كل المواد الدراسية للتوصل إلى المشروعات المشتركة بين المواد المختلفة وتحويل هذه المشروعات إلى أفكار محورية تدور حولها المشروعات التكاملية (مادة المشروع)، وتقوم المدرسة بتوفير مصادر متنوعة لتعلم الطلاب أثناء الدراسة داخل المكتبة وعلى شبكة المعلومات ويتم الاستعانة بمكتبات أكاديمية البحث العلمي والجامعات المصرية، كما يدعم التدريس بمدارس المتفوقين الثانوية بمجموعة من الأنشطة المرتبطة بالمشروعات البحثية وذلك من خلال زيارات ورحلات علمية لبعض الجامعات ومراكز البحوث العلمية وغيرها ويحدد لها يوم كل أسبوع في الجدول الدراسي[136]، وصدر القرار الوزاري رقم (172) بتاريخ 2014/4/14 لإنشاء وحدة إدارية وفنية بمدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا (STEM)، وتتبع الإدارة المركزية للتعليم الثانوي بقطاع التعليم العام، ويكون مقرها ديوان وزارة التعليم [137].

وفى عام 2015 صدر القرار الوزاري رقم (313) بشأن إنشاء اللجان الفرعية لدعم مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM في محافظات الجمهورية والذى حدد في (المادتين الأولى والثالثة) تنشأ لجنة فرعية لمدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM في كل من محافظات (الإسكندرية والدقهلية وكفر الشيخ والإسماعيلية وأسيوط والبحر الأحمر والأقصر)، وتشكل في كل مديرية لجنة تحت إشراف مدير المديرية وتتكون من: مدير عام التعليم العام، وموجه عام مادة العلوم والموجه الأول في كل من

الفيزياء والكيمياء والأحياء والجيولوجيا، وموجه عام الرياضيات، وموجه عام اللغة الإنجليزية، وموجه عام التربية الاجتماعية، وموجه عام التطوير التكنولوجي، ويضاف للتشكيل من تراه اللجنة ضروريا[138].

وتشير (أبو عليوة) أن مدارس المتفوقين الثانوية في العلوم والتكنولوجيا تقتصر على المرحلة الثانوية فقط ويعتبر هذا من نقاط الضعف؛ حيث إن مدخلاتها من الطلاب الذين تعلموا بالطريقة التقليدية وفقاً للمناهج التقليدية على مدى سنوات التعليم الأساسي؛ مما يمثل صعوبة لدى الطلاب في التكيف لطبيعة الدراسة في هذه المدرسة، كما أن شروط اختيار معلمي هذه المدارس تفتقد إلى الدقة في انتقاء أفضل العناصر، ولم يحدد فيما إذا كان اختيارهم يتم وفقاً للتقارير السنوية التي يحصل عليها المعلم، مع الأخذ بعين الاعتبار أنه في بعض الأحيان يخضع ذلك لأمور عديدة، من بينها علاقة المعلم مع مدير المدرسة والموجه، فقد لا يعبر بشكل واقعي عن مستوى المعلم، كما يتم انتقاء المعلمين ممن يعملون بالوزارة، أي ممن تم إعدادهم بكليات التربية وفقاً لنظام الإعداد القائم على الفصل بين المقررات الدراسية. علاوة على عدم استمرارية المعلمين بالعمل في مدرسة المتفوقين بعد تدريبهم على طريقة المشروعات والتي تمثل تحدياً كبيراً للمعلم؛ مما يؤدى إلى الهدر في الوقت والجهد [139].

وتعانى بعض مدارس المتفوقين من بعض أوجه القصور والمتمثل في: عجز في توفر الأجهزة اللوحية ومنصات التعلم، كما أن المصادر الإلكترونية للعلوم والهندسة تحتاج إلى تحديد وتحديث وزيادتها بشكل منتظم، ولا تعد مكتبات المدارس مختبرات للتعلم نظرا لوجود موارد مطبوعة قليلة لدعم التعليم والتعلم، ومن جهة أخرى لا يضمن صوت الطالب في القرارات المتعلقة بالجدولة والمشاريع وسياسات المجلس والتخطيط الاستراتيجي، ومديري مدارس STEM يحتاجون إلى تدريب سنة واحدة لاكتساب الخبرة في التدريس، والتدريب الكافي على أساس المشروع والتعلم والتقييم[140].

المحور الخامس: الإجراءات المقترحة للاستفادة من الخبرات الخاصة بتعليم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية في دولتي المقارنة

في ضوء نتائج الدراسات السابقة وتحليل خبرتي دولتي المقارنة وواقع الجهود المصرية يمكن استخلاص عدد من المسلمات أو الموجهات الأساسية قبل تحديد الإجراءات المقترحة للاستفادة من تجارب تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية بدولتي المقارنة، كالتالي

أولاً: موجهات الاستفادة العامة:

- التوجه العالمي نحو تشجيع البحوث البينية لتحقق التكامل في إنتاج المعرفة التربوية والتكامل بين التخصصات للوصول إلى حلول للمشكلات من وجهات نظر متعددة.
- التوجه نحو اقتصاد المعرفة، فالتميز في المستقبل لمن يملك الإبداع والابتكار، وأفضل الصيغ لتحقيق ذلك هو تعلم STEM بإعداده لكوادر من الفنيين والمهندسين والعلماء.
- المبادرات العالمية لتعلم STEM في مختلف مراحل التعليم ولا سيما برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية باعتبارهما مفتاحا لتعزيز الإنتاجية، وخلق وظائف أكثر وأفضل، وتعزيز القدرة التنافسية وتنامي الاقتصاد تعد مصدراً خصباً للتعرف على عوامل نجاحها والاستفادة منها في تطوير مؤسسات الطفولة المبكرة والمدرسة الابتدائية بمصر.
- التكنولوجيات الجديدة والشراكات الذكية وانتشار البيئات الافتراضية والتي تعتمد فيها العملية الإنتاجية والتوزيعية على العقل البشري والإلكترونيات الدقيقة والهندسة الحيوية والذكاء الصناعي، وهو ما يفرض ضرورة امتلاك الأفراد مهارات ترتكز على التكنولوجيا والمعرفة، وهذا يتحقق عن طريق تعليم STEM الذي يتواكب ومتطلبات مجتمع المعرفة.
- علوم الإنسان الآلي **Robotics** والتي تجمع ثلاثة جوانب رئيسة: الميكانيكا، والإلكترونيات، والبرمجة الحاسوبية، وتنوع ارتباطها بمجموعة من العلوم، وقد احتلت معظم الروبوتات المجالات التقنية، والفنية، والخدمية لتنوع استخدام التقنيات المتصلة بالإنسان الآلي في التعامل مع الآلات الأوتوماتيكية التي يمكن أن تحل محل البشرفى بيئات خطرة.

ثانياً: إجراءات خاصة مرتبطة بمحاور المقارنة: ترتبط الإجراءات الخاصة بمحاور المقارنة لخبرات مبادرات إدارة المعرفة وفيما يلي تحديد آلياتها:

1- آليات مرتبطة بالسياسات والتشريعات:

- ❖ تبنى مبادرة قومية لرفع الوعي والاهتمام بتعليم STEM في جميع مراحل التعليم ولا سيما برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية من خلال تعاون أعضاء المجتمع المحلى مع متخصصي STEM للتحفيز على التفوق في هذا المجال من التعليم.
- ❖ إنشاء مكتب لتعليم STEM داخل وزارة التعليم، مع توفير القيادة والتخطيط الاستراتيجي، والتنسيق، والميزانية الكافية لتحقيق الأهداف المنشودة.
- ❖ وضع استراتيجية قومية شاملة لزيادة التنسيق ودعم الابتكار في تعليم STEM بدءاً من مرحلة رياض الأطفال–من خلال مكتب STEM المقترح– لتنسيق المنح والبرامج.
- ❖ إنشاء لجنة مستقلة تعنى بتعليم STEM بالمجالس القومية المتخصصة، لرصد وتعزيز التقدم بتعلم STEM على أن تقدم تقريرا مرة كل سنتين عن التقدم المحرز نحو تحقيق الأهداف.
- ❖ إعداد خطة وطنية لحوكمة تعليم STEM والسياسات التشريعات المنظمة له، مع توفير الميزانيات الكافية له.
- ❖ وضع إطار عمل لجودة تعلم STEM بدءاً من مرحلة رياض الأطفال، والاستفادة من المشورة والدعم من خارج الحكومة من الأوساط الأكاديمية والمنظمات غير الربحية ومجالس الدولة، والقطاع الخاص، وأصحاب المصلحة والخبراء.
- ❖ تعزيز الشراكة والتنسيق بين كافة مؤسسات المجتمع المصري في مجال تعليم STEM، مع ضمان المساواة الرقمية عبر توفير الوصول إلى الإنترنت عالي السرعة وغيرها من مصادر العصر الرقمي، ودعم البنية التحتية لجميع الأسر والمهنيين الذين يعملون معهم.

- ❖ إطلاق مواقع قومية على شبكة الإنترنت تختص بكل ما يتعلق بتعليم STEM لتعزيز التواصل بين المؤسسات المختلفة، يتم من خلاله استخدام تقنيات المشاركة في الحصول على المعرفة، ودعم التواصل مع الزملاء لتبادل الخبرات.
- ❖ الاستفادة من الشراكات مع مؤسسات التعليم العالي وإيجاد تنظيم لعقد الشراكات والمنح الطلابية في تخصصات STEM.
- ❖ تنشيط إنشاء شبكة دعم وطنية للتعزيز الفني والتربوي لتعليم STEM، ويمكن أن يتم ذلك بالتعاون مع المدينة العلمية للدكتور أحمد زويل لرعاية علماء المستقبل بالمدارس ودعمهم في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بالمدارس.
- ❖ الاستفادة من الخبرات الأجنبية في إنشاء مدارس نموذجية خاصة بتعلم STEM.

2- آليات مرتبطة بتعلم **STEM** غير الرسمي:

- ❖ تطوير مجموعة واسعة ذات جودة عالية من برامج تعلم STEM غير الرسمية المستندة على بيئات التعلم غير الرسمية مثل (المتاحف والمكتبات ومنظمات المجتمع والحدائق والمعارض) وأنشطة ما بعد المدرسة الموسعة مثل (مسابقات STEM، وبرامج ما بعد المدرسة، والأنشطة المماثلة) بدعم وتمويل من وزارة التربية والتعليم.
- ❖ ضرورة النظر إلى التعليم غير النظامي من قبل صانعي السياسات كاستراتيجية أساسية لتعزيز وتحسين تعلم STEM، ويجب اعتبار المربين والبرامج غير الرسمية شركاء ثمينين في مجال STEM، ولتحقيق النجاح، يجب توفير ما يلي:
  - توفير مصادر تمويل مخصصة لهذه البرامج اعترافاً بالدور الفريد للبرامج التعليمية غير الرسمية STEM في تطوير المهارات بطريقة تختلف عن التعلم في اليوم الدراسي.
  - دمج ممارسات التعلم بعد المدرسة في برامج التطوير المهني لمعلمي STEM.
  - تنفيذ استراتيجية شاملة على المستوى القومي لتنسيق وإدارة الاستثمارات في برامج التعليم غير الرسمي في مجال STEM، والموارد والأنشطة.
  - تقديم برامج مسائية وصيفية خاصة بتعلم STEM للأطفال برياض الأطفال والابتدائي.

- الربط بين تعلم STEM داخل وخارج المدرسة بشكل يومي من خلال إجراء بعض التعديلات على جداول المعلمين لتيسير التخطيط التعاوني والمتابعة، والترحيب بالمعلمين غير الرسميين بالانضمام إلى فرق التخطيط والقيادة.
- إنشاء مجتمع من الممارسات للنظم الإيكولوجية لتعلم STEM الممتد وغير الرسمي خارج الروضات يتضمن أصحاب المصلحة الوطنيين، والشركات ورجال الأعمال من أجل تبادل الممارسات المبتكرة، كما يمكن لمجتمع الممارسة مزج منصات التواصل الافتراضية التي ينبغي دعمها من قبل أعضاء ممولين من الأعمال الخيرية العامة والخاصة.
- زيادة الكفاءة المهنية لقادة البرامج خارج المدرسة والموظفين والاستثمار في البحوث لتحسين فهم تعلم STEM في البرامج خارج المدرسة، مع دعم برامج تدريب مقدمي الخدمات، وتطوير مواد تعليمية عالية الجودة في برامج ما بعد الدوام المدرسي واليوم الممتد.

3- آليات مرتبطة بالبرامج:

- صياغة مجموعة متناسقة من المعايير والبرامج التربوية المناسبة تنمويا لتخصصات STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية، على أن تبنى هذه المعايير على الوضوح والشفافية ومواكبة مهارات القرن الـ 21.
- تطوير مناهج وبرامج العلوم والرياضيات برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية لدعم التحري المتواصل، والاكتشاف، وحل المشكلات، والإبداع ومهارات الاتصال لدى الأطفال، والتعلم القائم على المشروع والاتصالات في العالم الحقيقي من خلال انخراط الأطفال في الممارسات العلمية لتعلم STEM داخل وخارج المدرسة.
- إعادة بناء الفصول الدراسية لمرحلة ما قبل المدرسة والمدرسة الابتدائية لتسليط الضوء على مفاهيم STEM، لمواصلة تشجيع استكشافات الأطفال، واستخدام الخامات الطبيعية الموجودة خارج قاعات النشاط لتعزيز الاستكشافات بدلا من النسخ المتماثلة للألعاب.
- تقترح الباحثة جدول زمني رقم (8) لتعلم STEM برياض الأطفال يختلف تبعا لاحتياجات الأطفال والأسر، وخطط دروس المعلم، مصمم بمجموعة من المثيرات

لحث الفضول الفوري، والاستكشاف، والاستقصاء والتحري لدى الأطفال، علاوة على فترات تعلم في الهواء الطلق. من خلال إعطاء الأطفال وقتا طويلا للعب دون انقطاع تستثمر في استكشافاتهم، وإجراء واستكمال تجاربهم والانخراط في اللعب الاجتماعي على كالتالي:

جدول (9) الجدول الزمني المقترح
(الجداول الزمنية اليومية سوف تختلف تبعا لاحتياجات الأطفال والأسر، وخطط دروس المعلم)

الزمن	النشاط	المكان	الغرض
8:30-9:15	الفضول والتساؤل	الملعب أو الفنون أو مختبر	إتاحة الوقت لمحادثات فردية
9:15-9:30	وجبة خفيفة	الفصل أو الملعب	توفير الوقت للمحادثات الفردية
9:30-10:00	التحية ولقاء الصباح	محطة الفرضيات	بدء التحري، والتوجيه للأنشطة اليومية
10:00-11:00	مغامرات البحث والتحري (العمل في حديقة المدرسة، تحقق الطقس - التحقيق في درجة الحرارة، والأشجار، وهطول الأمطار وخلافه، الذهاب في رحلة ميدانية، قضاء وقت بالملعب)	الملعب/ خارج الفصل، الهواء الطلق أو رحلات ميدانية	إشراك الأطفال في الفرص التي تدعم تجاربهم
11.00-12:00	استكشافات التحري (استكشاف فرضيات الأسئلة، والمشاركة في اللعب الحر والاستكشافات في مجموعات صغيرة	داخل الفصول الدراسية (قد تتناوب مع مغامرات)	إشراك الأطفال في الفرص التي تدعم تجاربهم

	بتوجيه المعلم، تصميم تجارب لمزيد من التحري)		
12:00-12:15	وقت التفكير (الحديث عن استكشافات الصباح، مشاركة المعلومات حول ما تعلموه، إعداد للانتقال إلى النشاط التالي)	محطة الافتراضات	نقاش مع الأطفال حول نتائج تجربتهم
12:15-1:00	الغداء	كمجموعة سواء في الداخل أو في الخارج	توفير الوقت للمحادثات الرسمية
1:00-2:00	وقت التخيل والأحلام (لعب الموسيقى الهادئة مثل الكلاسيكية، الجاز، أو الموسيقى متعددة الثقافات)	قصة و راحة	الفرص للاستماع إلى قصة هادئة، أو الشعر، أوالموسيقى
2:00-3:00	الفضول والتساؤل (إعادة اختبار الفرضيات، مواصلة الاستكشافات بالخارج)	الملعب أو بالفصول الدراسية	فرص للأطفال لتواصل أنشطة الصباح واختبار فرضيات إضافية

❖ تقترح الباحثة جدول لمحتويات تدريس STEM عبر مختلف الصفوف الدراسية كالتالي:

جدول (10) جدول محتويات تدريس STEM عبر مختلف الصفوف الدراسية

الصف	المحتوى
K-3	برنامج العلوم الاستكشافية: حيث ينصب التركيز على الرياضيات بقوة وتطوير مهارات محو أمية مجالات STEM، والتعليم في هذه الصفوف يستند على عمليات الاستقصاء والتحري ، وحل المشكلات والتفكير النقدي
الصفوف 4- 5	• الرياضيات والعلوم: تدرس كفترة مزدوجة مشتركة للصفوف باستخدام المناهج القائمة على معايير "استقصاء الرياضيات" • دمج التكنولوجيا مع أنشطة الرياضيات والعلوم والهندسة.

	• فصول STEM متعددة التخصصات وتستند إلى التعليم القائم على المشاريع. • يشارك الطلاب في معارض العلوم. • تستخدم التكنولوجيا لأغراض التدخل وإثراء الفرص • تدريب تقنية على استخدام Microsoft Word و Excel و Outlook و PowerPoint
الصفوف 6-8	• يقوم الطلاب بحل المشاكل باستخدام الجبر والهندسة • تجارب مختبرية باستخدام معظم التقنيات العلمية المعاصرة (الاستقصاء، العمليات الحسابية، والتصميم الهندسي والتقني على حل المشاكل). • التوسع في استخدام التكنولوجيا (أجهزة الكمبيوتر وهندسة البرمجيات والعروض الإلكترونية) في جميع الصفوف. • دمج مناهج القراءة التحليلية وتطوير المهارات الفنية للكتابة. • تصميم مهام الاتصالات المكثفة لتحسين قدرات الاتصال البصرية واللفظية. • المشاركة في معارض العلوم على جميع المستويات. • المشاركة في المسابقات العلمية والهندسية المعترف بها على الصعيد الوطني. • يسمح للطلاب عبر المدرسة الافتراضية الحصول على دورات على الإنترنت.

4- آليات مرتبطة بالمعلمين:

- ❖ تضمين برامج إعداد المعلمين وبرامج التدريب على حد سواء قبل وأثناء الخدمة طرق مترابطة وذات مغزى لتعلم STEM من حيث المحتوى، والتدريب على نمو الطفل، والاستفادة من نماذج ومواد التدريب على الإنترنت المرتبطة بهذه البرامج.
- ❖ استحداث شعب لتعلم STEM في كليات التربية أو في كليات رياض الأطفال، وعلى مستوى الدراسات العليا، مع توفير معايير اعتماد للبرامج المستحدثة للتأكد من أن المعلمين لديهم اعتماد و/أو خلفية كافية في STEM كمتطلب للتوظيف.
- ❖ إنشاء زمالات إعداد معلمي الطفولة المبكرة والمدرسة الابتدائية في STEM ويمكن تحقيق ذلك عن طريق إنشاء المنح الدراسية التي تدعم الماجستير وطلاب الدكتوراه بالتركيز على تخصص STEM، ومتابعة تعيين وظائف هيئة التدريس في هذا التخصص.
- ❖ ابتعاث وإيفاد معلمي العلوم والرياضيات داخلياً وخارجياً لتأهيلهم في تعليم STEM.

- ❖ إنشاء مجتمعات تعلم مهنية احترافية افتراضية لدعم التطور المهني لتعليم STEM.
- ❖ توفير فرص للمسؤولين وقادة المدارس على تعلم STEM عالي الجودة برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية، مع تطوير كادر من أوائل مدربين الدورات الدراسية والذي يمكن أن يخدمون كقادة للتنمية المهنية برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية.
- ❖ الالتزام بخطة طويلة الأجل لمعلمي STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية لزيادة أعداد المعلمين ذوي الإعداد الجيد في تدريس STEM. على أن تشتمل هذه الأهداف: ربط الإعداد قبل الخدمة بمسارات الإعداد وأثناءه لتنمية المعلمين، وتدريب المزيد من مدربين STEM، وأعضاء هيئة التدريس لتقديم الدعم قبل وأثناء الخدمة للمعلمين وفقا لنتائج أحدث الأبحاث.
- ❖ طرح وظيفة أخصائي / مرشد STEM داخل المدرسة.
- ❖ إعداد خطة سنوية "للتميز في تدريس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM" للتعرف على هؤلاء المعلمين المتميزين والذين لديهم ابتكارات رائدة في هذا المجال.
- ❖ الاهتمام ببرامج التنمية المهنية لمعلمي STEM في إطار متكامل لمجتمعات التعلم المهني بشكل يتناسب مع فلسفة STEM من خلال الشراكة بين الأكاديمية المهنية للمعلمين وكليات التربية ورياض الأطفال ومراكز الأبحاث.
- ❖ تفعيل الأجهزة التنفيذية من قبل مجلس الوزراء وإقامة الشراكات مع الأقاليم لضمان توفير الإنترنت لمعلمي STEM برياض الأطفال لتسهيل حصولهم على دورات التنمية المهنية، وتحديث الدروس، وتقييم أساليب التدريس، وتوفير أدوات التوثيق في قاعة الدراسة.
- ❖ تطوير مواد تعليمية للمعلمين متخصصة في مجال STEM مثل برامج المحاكاة الرقمية ومقاطع الفيديو وغيرها والاستزادة من المعرفة حول هذا المجال.
- ❖ التركيز على تدريب المعلمين والسخاء في تقديم الحوافز من أجل الحصول على الأفضل مع الربط بين حوافز معلمي STEM ومحاسبية الأداء.

ثالثاً: إجـــراءات عامـــة:

لتحقيق الآليات السابقة هناك بعض الإجراءات الضرورية يمكن إيجازها في الجدول التالي:

جدول (11) مجالات العمل الاستراتيجية لتعلم STEM

مجال العمل	وصف مختصر	الخطوات ذات الأولوية
زيادة الوعى العام بتعلم STEM	إنشاء حملة ذات قاعدة عريضة للتوعية بأهمية تعلم STEM وضمان توافر الموارد الكافية والدعم العام لتحقيق رؤية تعلم STEM	• تحديد شركاء وقادة الحملة • تحديد الجماهير المستهدفة ذات الأولوية
زيادة موارد STEM	زيادة الموارد لتعلم STEM من قبل جميع أصحاب المصلحة (الحكومة، والأعمال التجارية، والأعمال الخيرية، والمجتمعات المحلية) عن طريق إعادة توزيعها وإعادة تخصيصها بتمويل من الحكومة وبالدعم العيني، ومن القطاعات المتعددة، والمبادرات العامة / والشراكات الخاصة.	• تخصيص ميزانية من الدولة لتعلم STEM. • جعل STEM أولوية محلية من خلال المشاركة في خطة العمل المحلية. • تقديم الحوافز التشريعية للشركات والشركاء في بيئات تعلم STEM
زيادة الوصول إلى تعلم STEM	زيادة التمكن من الوصول إلى جودة عالية في تعلم STEM ومزيد من الخبرات والبرامج الشاملة لجميع الطلاب منذ رياض الأطفال وحتى المراحل اللاحقة من خلال مجموعة متنوعة من الفرص في المدرسة، والتعلم الممتد، والشراكات المجتمعية عبر المسارات الرقمية الرسمية وغير الرسمية.	• تحديد تحديات وفرص الوصول • المشاركة في مبادرات محلية لضمان دمج تعلم STEM
إنشاء إطار تعلم SEEM	إنشاء إطار تعلم SEEM منذ رياض الأطفال وحتى المراحل اللاحقة الذي يحدد تسلسل معرفة STEM، والمهارات، والمواقف تجاه تطوير القدرات، والمهارات المهنية، ومهارات الاستعداد للحياة، وأطر البرامج التربوية المرتبطة بها.	• تحديد تسلسل STEM من المعارف والمهارات. • تحديد المواد عالية الجودة التي تدعم تطوير STEM
دعم التعلم	اعتماد سياسات ومعايير الجودة لنظم	• تعزيز التعاون والتعلم

المهني لمعلمي Stem	التعلم المهني والتدريب والتوجيه في STEM.	المهني على جميع المستويات • زيادة فرص المعلمين والإداريين للوصول إلى تعلم STEM في القطاعين العام والخاص
دمج STEM في نظم التقييم والمساءلة	دمج STEM في نظم التطوير والتقييم والمسائلة بطرق مبتكرة والاستفادة من مجموعة كاملة من أدوات التقييم المتاحة.	• تحديد أدوات التقييم التراكمي والتكويني لـ- STEM عالية الجودة

- ❖ استحداث مؤسسة بحثية لتوجيه السياسات والاستثمارات المتعلقة بتعليم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية، وتطوير ودعم الأجندة البحثية في مسارات التنمية والموارد الفعالة، وأفضل الممارسات في تعليم STEM بهما.
- ❖ اقتراح أجندة بحثية متعددة الجوانب لتعليم STEM لمساعدة المؤسسات الخاصة والحكومية لتحديد أولويات التمويل، على أن تتضمن هذه الأجندة الأهداف على المدى القصير (الأبحاث المباشرة) وعلى المدى الطويل (الأبحاث والدراسات الطولية).
- ❖ تفعيل الشراكات البحثية للحفاظ على المسارات التي تربط وتدعم التأثير الثنائي بين البحوث والممارسات والتي تشتمل على الدراسات التطبيقية والأبحاث على الأطفال في البيئات المنزلية، وبيئتهم الصفية، ويمكن أن تتضمن شراكات الباحثين في التعليم، وأولياء الأمور، والمعلمين، وقادة المدارس وواضعي المناهج الدراسية، و/ أو مقدمي التطوير المهني.
- ❖ إنشاء مركز وطني لبحوث التعليم في مجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، ليعمل ليس فقط كمركز امتياز للبحث والابتكار في تعليم STEM، بل أيضا لتوفير مواقع لتقديم برامج تنمية مهنية للقادة والمعلمين والعاملين في مجال تعليم STEM.
- ❖ تطوير إشراك المجتمع المحلي في تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية وتوفير فرص التعليم التي تركز على الآباء والأسر لتغيير مواقفهم وتوقعاتهم حول

STEM، لذا يجب حصول الآباء على المعلومات من مجموعة واسعة من مصادر المجتمع مثل:

- مقدمو الخدمات برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية يمكنهم إرسال" توعية STEM" في صورة مجلات تحتوي على معلومات على ما يفعله الأطفال في المدرسة وكيف يمكن للوالدين الاستمرار للتعلم في المنزل، وتبادل الأفكار والأنشطة حول STEM بالمنزل.
- **مؤسسات التعليم غير الرسمية، مثل المتاحف والمكتبات، ومراكز الطبيعة، والتوعية الإلكترونية**

❖ إعادة ترتيب أولويات البحوث وتحسين تمويل بحوث STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية، والبحوث البينية ومتعددة التخصصات في التعليم المبكر.

❖ زيادة فرص ربط البحوث بالممارسة على أرض الواقع عبر القطاعات بتشجيع الباحثين والممارسين على وضع أجندات تعاونية تمتد عبر البيئات غير الرسمية والرسمية.

❖ منح الآباء أفضل المعلومات وتثقيفهم حول دورهم الخاص في تعلم STEM مثل: اقتراح سبل إدماج STEM في فرص التعلم بمواقف الحياة اليومية، مثل تناول الطعام، الحمام، السفر، أو تقديم بعض الأفكار حول كيف يمكن للوالدين مساعدة الأطفال على التعلم والتحمس لمواضيع STEM، والمساعدة على نشر أنشطة STEM المناسبة تنمويا للأطفال.

❖ إجراء مجموعة من الحملات المجتمعية على مستوى كل محافظة باستخدام وسائل الإعلام، بما في ذلك قنوات الشبكات الاجتماعية ووسائل الإعلام الترفيهية لعمل حملات إعلامية، ومؤتمرات قمة حول تعليم STEM، ومنتديات بالمجتمع الإقليمي، وتقديم عروض خاصة به في اجتماعات مجالس المدارس، وندوات للتوعية خارج المدرسة.

وختاماً فان هناك بعض المعوقات التي قد تواجه تطبيق تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية في مصر منها:

1. جمود اللوائح والتشريعات المساندة للتطوير وتطبيق STEM بالروضات والمدرسة الابتدائية وارتباطها بالمركزية الشديدة والبيروقراطية، والتي تتطلب إعادة النظر والتطوير المستمر.
2. مقاومة التغيير من جانب العاملين في بعض قطاعات المجتمع مثل الروضات والمدرسة الابتدائية وكليات التربية ورياض الأطفال؛ مما يتطلب تبنى حملات توعية يتم من خلالها بناء الوعي بأهمية التغيير، وتشجيع الرغبة لدى القادة والمسئولين لتنفيذ تعلم STEM، ويمكن دعم ذلك بتوفير الحوافز والمكافآت المرتبطة بتنفيذ تلك الأنشطة.
3. ضعف الإمكانات المادية والتكنولوجية لتنفيذ ونشر تعلم STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية ويمكن التغلب على ذلك بتنويع مصادر التمويل والشراكة مع قطاعات المجتمع المختلفة لدعم التمويل.
4. صعوبة إشراك الأسر بنجاح، نظرا لأن الجهود كثيرا ما تقصر في اجتذابها، ويمكن التغلب على ذلك بزيادة حملات التوعية في ذلك المجال فضلاً عن البحث عن آليات جديدة لاجتذاب الأسر للمشاركة في تعلم الأبناء.

المراجـــــــــــــع

1- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B. & Roberts, K. (2013): **STEM: Country comparisons Final report**,Melbourne, Australian Council of Learned Academies,p.89.

2- Moomaw, S. (2013): **Teaching STEM in the early years: Activities for integrating science, technology,engineering, and mathematics**. St Paul, MN: Redleaf Press,p.23.

3- NGSS Lead States. (2013): **Next generation science standards: For states, by states,** Washington, DC:National Academies Press,p.12.

4- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013)**:Opcit**,p.90.

5- Pitt, J. (2009): Blurring the boundaries–STEM education and education for sustainable development. Design and Technology Education: **An International Journal**, 14(1), pp.40-41.

6- Kim, J. S. (2011, November):New national curriculum of technology education, Paper presented at **the 2011 international conference on technology education in the Pacific-Rim Countries**, Nagoya, Japan,p.40.

7- American Society for Engineering Education (ASEE). (2011): Preparing future engineers around the world,**Prism**, 21(5), pp.33-34.

8- Krug, D. H. (2012):STEM education and sustainability in Canada and the United States. Paper presented at **the 2nd international STEM in education conference**, Beijing, China,p.63.

9- وزارة التربيـة والتعلـيم: **قـرار وزاري رقـم (382)** بتـاريخ 2012/10/2 بشـأن نظـام القبـول والدراسـة والامتحانـات بمـدارس المتفـوقين الثانويـة فـي العلـوم والتكنولوجيـا، جمهورية مصر العربية، 2012.

10- نهله سيد حسن أبو عليوة: دراسة مقارنة لبعض تطبيقات نظرية مجتمع الممارسة في التنمية المهنية لمعلمي STEM في كل من الولايات المتحـدة الأمريكيـة وكوريـا الجنوبيـة وإمكانية الإفادة منها في جمهورية مصر العربية، **مجلة دراسات تربوية واجتماعية**، كلية التربية، جامعة حلوان، المجلد الحادي والعشرون، العدد الثاني، أبريل2015، ص 102.

11- تفيده سيد أحمد غـانم: تصـميم منـاهج المتفـوقين فـي ضـوء مـدخل STEMالعلـوم – التكنولوجيـا – التصـميم الهندسـي – الرياضـيات فـي المرحلـة الثانويـة **المركـز القـومي للبـحوث التربـوية والتنميـة**، القاهرة، يونيو 2012، ص 10.

12- رئاسة مجلس الوزراء بمصر: **اللائحة التنفيذية للقانون رقم (155)** لسنة 2007 بقرار رئيس مجلس الوزراء رقم (2840) لسنة 2007، القاهرة، رئاسة مجلس الوزراء، ص 3.
13- عماد صموئيل وهبه: تطوير أدوار الأكاديمية المهنية للمعلمين في مجال التنمية المهنية للمعلم في مصر في ضوء الاتجاهات الحديثة في هذا المجال: دراسة ميدانية، **المجلة التربوية**، كلية التربية بجامعة سوهاج، المجلد (33)، يناير 2013، ص 423.
14- الخطة الاستراتيجية (2030/2014): **التعليم المشروع القومي لمصر**، وزارة التربية والتعليم، جمهورية مصر العربية، ص 60.
15- نادية حسن السيد/ تحديد الاحتياجات التدريبية للمعلمين في ضوء متطلبات مجتمع المعرفة، **مجلة مستقبل التربية العربية**، المركز العربي للتعليم والتنمية، المجلد (18)، ع (72)، يوليو 2011، ص 393.
16- رانيا عبد المعز الجمال: دراسة مقارنة لسياسات التعليم الإلكتروني في كل من فرنسا وفنلندا والنرويج وإمكانية الاستفادة منها في جمهورية مصر العربية، **مجلة دراسات تربوية واجتماعية**، كلية التربية، جامعة حلوان، المجلد الثامن عشر، العدد الرابع، أكتوبر 2013، ص 545.
17- نعيمه حسن وآخرون (2012): إعداد اختبارات للقبول بمدارس المتفوقين، المركز القومي للامتحانات والتقويم التربوي، القاهرة، ص 34.
18- الخطة الاستراتيجية (2030/2014): **مرجع سابق**، ص ص 59-62.
19- Bronfenbrenner, U. (1986): **Recent advances in research on human development**, In R. K. Silbereisen,K. Eyferth, & G. Rudinger (Eds.), Development as action in context: Problem behavior and normal youth development,New York: Springer,1986,p.188.
20- رئيس مجلس الوزراء قرار رقم 345 لسنة 1997 بإصدار اللائحة التنفيذية لقانون الطفل الصادر بالقانون رقم (12) لسنة 1996، ص 50.
21- William E. Dugger,Jr.,Senior Fellow: **International Technology and Engeneering Educators Ssociation and emeritus Professor of Technology Education**, Virginia Tech.,2012,p.55.
22- Tsupros,N.,R.Kohler, and Hallinen(2009): **STEM education: A Project to identify the missing components**,intermediate Unit 1 and Carnegie Mellon,Pensylvania,p.64.
23- Teruni Lamberg1 , Nicole Trzynadlowski(2015): How STEM Academy Teachers Conceptualize and Implement STEM Education, ournal of Research in STEM Education, Vol 1, No 1, July 2015.
24- Todd Milford &Christine Tippett (2015): The Design and Validation of an Early Childhood STEM Classroom Observational

Protocol, **International Research in Early Childhood Education**, Vol. 6, No. 1,p.54.
25- Ying Guo et al.(2015): Exploring Preschool Children's Science Content Knowledge, **Early Educ Dev.,** 26(1),p.130.
26- H. El-Deghaidy (2015): Science Teachers' Perceptions of STEM Education: Possibilities and Challenges ,International Journal of Learning and Teaching Vol. 1, No. 1, June 2015
27- Shayne B. Piasta et al.(2015): Professional Development for Early Childhood Educators: Efforts to Improve Math and Science Learning Opportunities in Early Childhood Classrooms, **J Educ Psychol.** ; 107(2),p.45.
28- نهله سيد حسن أبو عليوة (2015): **مرجع سابق**.
29- عقيل محمود محمود رفاعى (2015): بطاقة الأداء المتوازن كمدخل لتقييم الأداء الإداري لمديري مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا (STEM) بجمهورية مصر العربية، **مجلة كلية التربية**، جامعة الأزهر، العدد (162) الجزء الأول، يناير 2015.
30- Amanda Sullivan1 & Marina Umaschi Bers(2015): **Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade**, Springer Science-Business Media Dordrecht,p.30.
31- Stone, Jennifer et al.(2016): A model of how children construct knowledge and understanding of engineering design within robotics focused contexts, **International Journal of Research Studies in Educational Technology**, Volume (5) 1,p.34.
32- شاكر محمد فتحى (1999): **التربية المقارنة (الأصول المنهجية)** ،بيت الحكمة للإعلام والنشر،القاهرة، ص 68.
33- مرفت صالح ناصف (1997):رؤية نقدية لمدخل بيرايدي في الدراسات التربوية المقارنة،**مجلة كلية التربية**،ع(21)،الجزء الرابع، ص ص 273-284.
34- NAEYC & Fred Rogers Center for Early Learning and Children's Media (2012):**Technology and interactive media as tools in early childhood programs serving children from birth through age 8**: Joint position statement. Washington DC: NAEYC; Latrobe, PA: Fred Rogers Center at St. Vincent College,p.56.
35- Katz, L. G. (2010):STEM in the early years. In SEED **(STEM in Early Education and Development) Conference,**Cedar Falls, IOWA,2010,p.71.

36-Conner Lindsey (2013): **Could your School have a STEM Emphasis?** Available on ir.canterbury.ac.nz,Relative at 18/12/2014,pp.1-2.

37- Pew Research Center for the People & the Press (2009): **Public Praises Science; Scientists Fault Public,** Media press,p.23.

38- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walwerg-Heriksson, H., & Hemmo, V. (2007):Science Education Now: a A Renewed pedagogy for the future of Europe, Report for the European Comission, Directorate-General for Research, Information and Communication Unit, Belgium,p.43.

39- National Research Council (2009):**Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits,**Committee on Learning Science in Informal Environmens,Washington, DC: The National Academies Press,p.64.

40- D. L. Vandell, E. R. Reisner, and K. M. Pierce (2007):**Outcomes Linked to High-Quality Afterschool Programs**: Longitudinal findings from the Study of Promising Afterschool Programs. Irvine, California: University of California,p.50.

41- Bell, R. L., & Clair, T. L. S. (2015): **Too Little, Too Late: Addressing Nature of Science in Early Childhood Education**,Research in Early Childhood Science Education, Netherlands : Springer,p.134.

42- Katz, L. G. (2010). STEM in the early years**,Opcit**,p.3.

43- Katz, L. G. (2010). STEM in the early years,**Opcit**,pp11-12.

44- Pasnik, S., & Hupert, N. (2016):**Early STEM Learning and the Roles of Technologies**,Waltham, MA: Education Development Center, Inc.,pp.4-5.

45- Shonkoff, J. P., & Phillips, D. A. (2000): **From neurons to neighborhoods: The science of early childhood development,**Washington, DC: National Academies Press,p.21.

46- Bronfenbrenner, U. (1995):**Developmental ecology through space and time: A future perspective**,In P. Moen & G. H. Elder, Jr., (Eds.), Examining lives in context: Perspectives on the ecology of human development (pp. 619-647). Washington, DC: American Psychological Association

47-Takeuchi, L. M., & Levine, M. H. (2014):**Learning in a digital age: Toward a new ecology of human development**,In A. B. Jordan & D. Romer (Eds.), Media and the Well-Being of Children and Adolescents , New York: Oxford University Press,pp.20-22.
48- Ibid**,p.30.**
49- Liben, L.S. (June 2014):**An Ecological Framework for STEM Learning,**Presentation at the National Summit on Successful Out-of-School STEM Learning, June, National Academy of Sciences, Washington DC.
50- Barron, B. (2006):Interest and self-sustained learning as catalyst of development: A learning ecologies perspective**. Human Development**, (49),p.195.
51- Traphagen, K , & Trail, S (2014) :**Working Paper: How Cross-Sector Collaborations are Advancing STEM Learning,** Noyce Foundation, Available at: http://www.noycefdn.org/documents/STEM_ECOSYSTEMS_REPORT_140128.pdf,p.31.
52- Institute of Medicine (IOM) and National Research Council (NRC)(2015):**Transforming the workforce for children birth through age 8: A unifying foundation**, Allen, L., & Kelly, B. B. (Eds.),Washington, DC: National Academies Press.
53- Patrick, H., Mantzicopoulos, P., Samarapungavan, A., & French, B. F. (2008): Patterns of young children's motivation for science and teacher-child relationship. **The Journal of Experimental Education,** 76(2), p.135.
54- Gelman, R., K. Brenneman, G. Macdonald, and M. Roman(2010): **Preschool pathways to science: Ways of doing, thinking, communicating and knowing about science**, Baltimore, MD: Brookes Publishing,p.21. 55- Foster, M. E., Anthony, J. L., Clements, D. H., & Sarama, J. (2016): Improving mathematics learning of kindergarten students through computer assisted instruction**. Journal for Research in Mathematics Education**, 47(3), pp.210-211.
56- Bers, M. U. & Horn, M. (2010): **Tangible programming in early childhood: Revisiting developmental assumptions through new technologies**, In I. R. Berson & M. J.Berson (Eds.), High-tech

tots: Childhood in a digital world , Greenwich, CT: Information Age Publishing,p.51.

57- Counsell, S. et al. (2016): **STEM learning with young children: Inquiry teaching with ramps and pathway**.New York: Teachers College Press,p.43.

58- United States Geography(2009): Available on linehttp://www.infoplease.com/ipa/A0873836.html,Relative at 20/11/2014.

59- أحمد المهدي عبد الحليم (2005): حكايـة المعـايير القوميـة للتعلـيم و توابعهـا ، " مـن بحـوث مـؤتمر مذـاهج التعلـيم والمسـتويات المعياريـة ، **المـؤتمر العلمـي السـابع عشـر للجمعيـة المصـرية للمنـاهج وطـرق التـدريس** ،المجلد الثالـث ،المنعقـد بـدار الضـيافة- جامعـة عـين شمـس، فـي الفـترة مـن - ٢٧ ٢٦يوليـو ، القـاهرة : الجمعيـة المصرية للمناهج وطرق التدريس ،ص١١٠.

60- United States(2010): Available on linehttp://usinfo.state.gov/infousa/economy/technology/ dig_economy.html, Accessed in at 12/11/2017.

61- National Commission on Excellence in Education. (1983):**A nation at risk: Te imperative for educational reform**, Washington, D.C. U.S. Department of Education ,p.2

62- Report to Accompany the Commerce, Justice, Science and Related Agencies Appropriations(2010): **Act for FY 2010** ,House Report ,p.133.

63- President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST)(2010): **REPORT TO THE PRESIDENT PREPARE AND INSPIRE: K-12 EDUCATION IN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATH (STEM) FOR AMERICA'S FUTURE**, President's Council of Advisors on Science and Technology, The White House Washington, D.C. 20502 , SEPTEMBER,p.7.

64- U.S. Department of Education. (2010): **A Blueprint for Reform: The Reauthorization of the Elementary and Secondary Education Act,**Washington, DC: U.S. Department of Education.

65- NAS, NAE, and IOM (National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, and Institute of Medicine(2007): **Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future**, Washington, D.C.: The National Academies Press,p.2.

66- White House Office of Science and Technology Policy(2012):**Winning the Race to Educate Our Children,** STEM Education in the 2012 Budget, p.1.
67- PCAST: REPORT TO THE PRESIDENT**,Opcit**,p.37.
68- White House Office of Science and Technology Policy, Innovation, Education, and Infrastructure(2012): **Science, Technology,** STEM Education, and 21st Century Infrastructure in the 2012 Budget,p. 2
69- Ibid,p.5.
70-Bailey, A., Kaufman, E., & Subotic, S. (2015): **Education, technology, and the 21st century skills gap**, Retrieved from https://www.bcgperspectives.com/content/articles/public_sector_education_technology_twenty_frst_century_skills_gap_wef/
71- Faye Ong and John McLean(2014) : **INNOVATE**, A Blueprint for Science, Technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education, Californians Dedicated to Education Foundation, Dublin, California 94568,p.19.
72- Rahila Simzar et al.(2014): Findings from The Power of Discovery: STEM2 Afterschool Learning Initiative 2015 Study, University of California, Irvine,p.21.
73- Kathleen Traphagen & Saskia Traill(2014): **Opcit**,p.3.
74- PCAST(2010) **:Opcit**,p.90.
75- Power of Discovery(2014): **Opcit,**p.2.
76- Bell, P, Lewenstein, B , Shouse, A W , & Feder, M A (2009) :**Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits** ,Washington, DC: National Academies Press,pp.24-25.
77- National Research Council (2001):**Adding it Up: Helping Children Learn Mathematics**, Washington, DC: National Academies Press,p.11.
78- NRC. (2001) :**Investigating the Influence of Standards: A Framework for Research in Mathematics, Science, and Technology Education,** Committee on Understanding the Influence of Standards in K–12 Science, Mathematics, and Technology Education. Washington, DC: National Academies Press,p.28.

79- Zeynep, Inan, H. & Inan, T. (2015): 3Hs Education:Examining hands-on, heads-on, and hearts-on early childhood science education,**International Journal of Science Education**, (37), p.1977.

80- National Research Council (2007): **Taking Science to School**, Washington, DC: National Academies Press

81- Association of Children's Museums (2016, November 2):**Museums for all**, Retrieved from http://www.childrensmuseums.org/

82- NAE and NRC (National Academy of Engineering and National Research Council) (2009):**Engineering in K–12 Education: Understanding the Status and Improving the Prospects**,Washington, DC: National Academies Press,p.44.

94- Eick, C. J., & Reed, C. J. (2002):What makes an inquiry-oriented science teacher? The influence of learning histories on student teacher role identity and practice, **Science Education**, (86), p.110.

83- Bybee, R. W. et al.: (2006): **The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness,** Office of Science Education, National Institute of Health, Retrieved from http://website.bscsconnect.org/pdf/bscs5efullreport2006.pdf

84-The Need for an Early Childhood STEM Curriculum, acceleratelearning.com,Available at: https://www.acceleratelearning.com/resources/cs_stemscopes_the_need_for_early_childhood_stem_curriculum.pdf,p.1.

85- White House Office of Science and Technology Policy(2012),**Opcit**, p.1.

86- National Mathematics Advisory Panel (2008): **Foundations for Success: The Final Report of the National Mathematics Advisory Panel**, Washington, DC: U.S. Department of Education. More recent studies suggest an even larger effect size,p.11.

87- National Research Council (2010): **Preparing Teachers: Building Evidence for Sound Policy**, Washington, DC: National Academies Press,p.34.

88-National Mathematics Advisory Panel (2008): **Foundations for Success: The Final Report of the National Mathematics**

Advisory Panel, U.S. Department of Education: Washington, DC.,p. 40.
89- PCAST(2010) **,Opcit**,p.67.
90- Ibid,p.69.
91- Hayden Katherine et al.(2011): Increasing Student Interest and Attitudes in STEM " Professional Development and Activities to Engage and Inspire Learners, **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education,** Vol(11), No(1),pp 50-51.
92- Bers, M. (2008): engineers and storytellers: Using robotic manipulatives to de velop technological fluency in early childhood. in o. saracho & B. spodek (eds.), **Contemporary Perspectives on Science and Technology in EarlyChildhood Education** , charlotte, nc: information age Publishing,p.110.
93- K-12 Programs: Professional Development." National Center for Technological Literacy http://www.mos.org/nctl/k12_development.php
94-STEM Graduate Certificates." 2011. National Center for STEM Elementary Education - St. Catherine University. http://stem.stkate.edu/stk/grad_certificates.php
95-Teachers and Grown-Ups." 2011. Mickelson ExxonMobil Teachers Academy. http://www.sendmyteacher.com/teachers_and_grown_ups.htm
96: يرجى الرجوع إلى -
-Australian government: Australia's Size Compared, Geoscience Australia, https://web.archive.org/web/20070324194241/http://www.ga.gov.au/education/facts/dimensions/compare.htm,acess in 25-3-2017.
-GEOGRAPHIC DISTRIBUTION OF THE POPULATION, Australian Bureau of Statistic, shttp://www.abs.gov.au/ausstats/abs@.nsf/Lookup,acess in 25-3-2017.
97- The World Factbook 2009, Washington, D.C.: Central Intelligence Agency, https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html
Australia, 201798- Index of Economic Freedom http://www.heritage.org/index/country/australia,acess in 25-3-2017.

108- "Our system of education",Australian Government: Department of Foreign Affairs and Trade, 14 May 2011. Retrieved 13 January 2012..
99- Skibek.M.& Connell,H.(2003): **Attracting Developing and aretaining Effective Teachers**: **Australian Country Background Report**,Australia,Canbera:DEST,2003,pp.8-10.
100- Thomson, S et al.(2010): **Challenges for Australian education: results from PISA2009 : the PISA 2009 assessment of students' reading, mathematical and scientific literacy,** Australian Council for Educational Research Ltd, ACER Press, Australia,p.p.110-112.
101- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (ACARA) (2010):**The shape of the Australian Curriculum**, Version 2.0. Sydney,p.11.
102- MCEETYA(2008) :**Melbourne Declaration on Educational Goals for Young Australians,** the Ministerial Council on Education, Employment, Training and Youth Affairs, Melbourne, December 2008,pp.8-9.
103- Australian Education Ministers(2015) : **NATIONAL STEM SCHOOL EDUCATION STRATEGY A COMPREHENSIVE PLAN FOR SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING AND MATHEMATICS EDUCATION IN AUSTRALIA,**DECEMBER 2015,from http://www.educationcouncil.edu.au
104- Gillard, G (2012): National Plan for School Improvement, Commonwealth of Australia, National Press Club: Canberra,p.5.
105- Australian Government 2009, Powering Ideas: An Innovation Agenda for the 21st Century, Commonwealth of Australia, Canberra,p.49.
106- Office of the Chief Scientist (2012): Mathematics, engineering and science in the national interest, Commonwealth of Australia, Canberra,p.20.
107- - Department of Education and Early Childhood Development (2013),Opcit,p.7.
108- Ibid,p.6.
109- Australian Government (2015) : **Vision For A Science Nation, Responding to Science,Technology, Engineering and**

Mathemathics, Australia's Future, Consultation Paper,Commonwealth of Australia,p.3.
110- Tytler et al.(2016): **Building Productive Partnerships for STEM Education Evaluating the model & outcomes of the Scientists and Mathematicians in Schools program 2015**, STEME Researche Group, Washington, DC.,p.3.
111- MCEETYA(2008) :**Melbourne Declaration on Educational Goals for Young Australians**, the Ministerial Council on Education, Employment, Training and Youth Affairs, Melbourne,p.14.
112- Education Council 2015, National STEM School Education Strategy 2016–2026,Available at: http://www.educationcouncil.edu.au/site/DefaultSite/filesystem/documents/National%20STEM%20School%20Education%20Strategy.pdf,p.3.
113- Ibid,p.4.
114- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (ACARA) (2011):Opcit.,p.13.
115- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (ACARA). (2013): F-10 Curriculum: Science, from www.australiancurriculum.edu.au/science/curriculum/f-10,Accessed in 11-4-2017.
116- Bers, M.U. (2010): Beyond computer literacy: Supporting youth's positive development through technology, **New Directions for Youth Development** (128), pp.20-21.
117- Bers, M. U. (2008): **Blocks to robots: Learning with technology in the early childhood classroom**, NY, NY:Teachers College Press,p.25.
118- Ministerial Council for Education, Employment, Training and Youth Affairs, **Melbourne declaration on educational goals for young Australians**, Melbourne, 2008,Available at: http://www.curriculum.edu.au/verve/_resources/National_Declaration_on_the_Educational_Goals_for_Young_Australians.pdf,Accessed in 11-4-2017.
119- Education Services Australia(2012) : **AUSTRALIAN PROFESSIONAL STANDARDS FOR TEACHERS ,** Board of Studies, Teaching and Educational Standards NSW, BOSTES,p.5.

120- Australian Institute for Teaching and School Leadership (2012): **Certification of Highly Accomplished and Lead Teachers in Australia,** AITSL,Available at: http://www.newsroom.aitsl.edu.au/blog/teacher-certification,Accessed in 12-4-2016.

121- Australian Government (2016): **Enhancing the Training of Mathematics and Science Teachers Programme,** Department of Education and Training ,Australian Government Office for Learning and Teaching ,p.1.

122- Australian Government, Department of Education and Training, :**Restoring the focus on STEM in schools initiative**, www.studentsfirst. gov.au/restoring-focus-stem-schools-initiative

123- Australian Academy of Science: Primary Connections: Linking science with literacy", www.primaryconnections.org.au

124- Department of the Prime Minister and Cabinet(2015) :**National Innovation and Science Agenda,** Commonwealth of Australia, National Innovation and Science Agenda,p.5.

125- Community for Advancing Discovery Research in Education(2012):**Preparing and supporting STEM educators**, (Education Development Center, 2012, cadrek12.org/sites/default/files/Preparing%20 Supporting%20STEM%20Educators_FINAL.pdf)

126- Australian Government(2015):**National Innovation and Science Agenda**, Commonwealth of Australia 2015, Department of the Prime Minister and Cabinet,pp.12-15.

127- ج.م.ع.، وزارة التربية والتعليم: القرار الوزارى رقم (369) لسنة 2011.

128- وزارة التربية والتعليم: **قرار وزاري رقم (202)** بتاريخ 2012/4/21 بشأن منح الشهادة الثانوية المصرية في العلوم والتكنولوجيا من مدارس المتفوقين الثانوية في العلوم والتكنولوجيا، جمهورية مصر العربية، 2012، مادة (1).

129- TIES(2012):**Egyptian STM Model School Teachers in Cleveland**-Teaching Institute For Excellence In STEM –Available on www.tiesteach.org,Relative at 20/11/2014,pp.2-3.

130- Noha Abbas Abd El Aziz(2015): Egyptian STEAM International Partnerships for Sustainable Development, **International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education (IJCDSE)**, Special Issue Volume 5 Issue 4,p.2656.

131- Stacie Rissmann-Joyce& Mohamed El Nagdi(2013): **A CASE STUDY- EGYPT'S FIRST STEM SCHOOLS: LESSONS LEARNED**, Proceeding of the Global Summit on Education (GSE2013) 11-12 March 2013, Kuala Lumpur. Organized by WorldConferences.net,p.48.

132- وزارة التربية والتعليم: **قرار وزاري رقم (382)** بتاريخ 2012/10/2 بشأن نظام القبول والدراسة والامتحانات بمدارس المتفوقين الثانوية في العلوم والتكنولوجيا، جمهورية مصر العربية، 2012، مادة (1).

133- المرجع السابق، مادة (2، 28).

134- المرجع السابق، مادة (4،5).

135- المرجع السابق، مادة (11، 12،13)

136- المرجع السابق، مادة (17،18،19،20، 22)

137- ج.م.ع.، وزارة التربية والتعليم: القرار الوزاري رقم (172) بتاريخ 2014/4/14.

138- وزارة التربية والتعليم: قرار وزارى رقم (313) بتاريخ 2015/8/24 بشأن إنشاء اللجان الفرعية لدعم مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM في محافظات الجمهورية ، جمهورية مصر العربية، 2012.

139- نهله سيد حسن أبو عليوة (2015): مرجع سابق، ص 57.

140- Stacie Rissmann-Joyce& Mohamed El Nagdi(2013):**Opcit**,p.49

141- Alpaslan Sahin(2015): **A Practice-based Model of STEM Teaching STEM Students on the Stage,** Harmony Public Schools, Houston, USA (SOS), Sense Publishers, Library of Congress,pp.5-6.

142- Ibid,p.6.