تفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بمصر

(تصور مقترح فى ضوء النموذج الأمريكى)

إعـــداد

د. لمياء إبراهيم المسلمانى

دكتور باحث بشعبة بحوث المعلومات التربوية

المركز القومى للبحوث التربوية والتنمية

الناشر

المركز القومي للبحوث التربوية والتنمية بالقاهرة

جمهورية مصر العربية

يناير ٢٠٢٠

تفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بمصر (تصور مقترح فى ضوء النموذج الأمريكى)

إعداد/ د. لمياء إبراهيم المسلمانى

المستخلص

هدفت الدراسة إلى تعرف مفهوم التعليم من أجل التنمية المستدامة، وأهميته فى تحقيق التنمية المستدامة بالمجتمعات، وأهم سمات تعليم STEM فى الولايات المتحدة الأمريكية، وكيف تم استخدامه كأداة لتحقيق التنمية المستدامة بالمجتمع الأمريكى من خلال إعداد الكفاءات فى مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات القادرة من خلال ما تم اكتسابه من مهارات الابتكار والتصميم والتفكير النقدى وغيرها على حل المشكلات المجتمعية وتحقيق النمو الاقتصادى والاجتماعى وإحداث تغييرات فى المجتمع والكوكب ككل نحو الأفضل، وكذلك أهم سمات تعليم STEM فى مصر وأهميته فى إعداد أجيال قادرة على المنافسة عالميًا ومواجهة تحديات العصر. وتم استخدام المنهج الوصفى لمناسبته لموضوع الدراسة. كما تم إعداد استبانة لاستطلاع رأى الخبراء حول محاور التصور المقترح؛ حيث بلغت عينة الدراسة ١٠٣ خبير من بين أساتذة التربية، والقيادات التعليمية، والخبراء فى تعليم STEM. وأسفرت الدراسة عن عدد من النتائج أهمها: ارتباط العلوم والتكنولوجيا بكافة جوانب الحياة، وتزايد الاعتماد عليها كأداة لحل العديد من المشكلات والقضايا الملحة، وأهمية إعطاء الموضوعات الخاصة بالتنمية المستدامة أولوية في المناهج الدراسية من مرحلة الطفولة المبكرة وصولاً إلى إعداد المعلمين، ودمج مبادئ وقيم وممارسات التنمية المستدامة في جميع جوانب التعليم والتعلم، والاتجاه العالمى إلى تفعيل مدخل STEM فى التعليم لما له من دور فعال فى

تدريس الموضوعات المعرفية فى سياقات متكاملة تجمع بين الجوانب العلمية والتكنولوجية والهندسية والرياضية. وانتهت الدراسة بتقديم تصور مقترح يتضمن عددًا من المحاور التى تدور حول كيفية تفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بالمجتمع المصرى، من بينها: أن يكون تعليم STEM متاحًا لجميع الطلاب وعبر المراحل التعليمية المختلفة، وجعل التنمية المستدامة هدفًا أساسيًا للمناهج وخطط الدراسة، والقيام بمبادرات لتشجيع المنتجات المحلية المحيطة بالمدرسة، وتطبيق مدخل تعليم STEM البيئى، وربط معايير التنمية المستدامة بالوظائف المهنية التى تتولى مدارس STEM تأهيل الطلاب للعمل بها، وتدريب المعلمين على كيفية تحقيق الربط بين تعليم STEM والتنمية المستدامة.

الكلمات المفتاحية:

التنمية المستدامة– التعليم من أجل التنمية المستدامة – تعليم STEM

Activating the Role of STEM Education in Achieving Sustainable Development in Egypt (A Proposal in the Light of the American Model)

Dr. Lamiaa Ibrahim Al Moslemany
Researcher at Educational Information Research Division
National Center for Educational Research and Development

Abstract

The research paper aimed to identify the concept of education for sustainable development, its importance in achieving sustainable development in the communities, and the most important features of STEM education in the United States, and how it was used as a tool to achieve sustainable development in the American community through the preparation of competencies in the areas of science, technology, engineering and mathematics who are capable through what has been acquired of skills of innovation, design,

critical thinking and others to solve social problems, and achieve economic and social growth, and make changes in the society and the planet as a whole, as well as the most important features of STEM education in Egypt and its importance in preparing generations able to compete globally and meet the challenges of the era . The descriptive method was used as it suits the subject of the study. A questionnaire was prepared for the expert cncerning the axes of the proposal. The study sample consisted of 103 experts including educational professors, educational leaders and experts in STEM education. The study resulted in a number of findings including: : linking science and technology with all aspects of life, increasing reliance on them as a tool to solve many pressing problems and urgent issues; and the importance of giving priority to sustainability topics in the curriculum from early childhood to the preparation of teachers, and the integration of the principles, values and practices of sustainable development in All aspects of teaching and learning, and the global trend to activate the STEM approach in education because of its effective role in teaching cognitive topics in integrated contexts combining scientific, technological, engineering and mathematical aspects. The study concludes with a proposal that includes a number of themes on how to use STEM education to provide a sustainable Egyptian society such as making STEM education available to all students and across different educational levels, making sustainability a primary goal of curriculum and study plans, undertaking initiatives to promote local products surrounding the school, implementing Green STEM approach, linking sustainability standards to the professional functions that STEM schools prepare students for, and training teachers on how to link STEM education and sustainable development.

Key Words:

Sustainable Ddevelopment- Education for Sustainable Development- STEM Education

تفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بمصر (تصور مقترح فى ضوء النموذج الأمريكى)

إعداد

د. لمياء إبراهيم المسلمانى (*)

أولًا: الإطار التمهيدى للدراسة:

١- مقدمة الدراسة:

تتعلق العلوم والتكنولوجيا بكل جانب من جوانب الحياة تقريبًا، مما يساعد على حل المشكلات وخلق الفرص. وتوفر الاكتشافات العلمية والتقنيات الحديثة حلولًا للعديد من القضايا الملحة، وتزودنا بالمعرفة والوسائل للحفاظ على جودة بيئتنا، وحماية الأنواع المهددة بالانقراض، وتحسين صحتنا، وتعزيز السلامة العامة والأمن، وإدارة مواردنا الطبيعية وموارد الطاقة. وتتيح الابتكارات التكنولوجية للاقتصادات الحديثة تحسين القدرة التنافسية والإنتاجية، مما يسهم فى تحقيق مستوى معيشة أعلى ونوعية حياة أفضل (Krug, 2012, p. 248).

ولقد أدى ذلك إلى إكساب تعليم STEM (العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات) اهتمامًا متزايدًا على مدار العقد الماضي؛ حيث صار موضوعًا رئيسيًا في العديد من المنشورات العلمية التربوية، مع دعوات للتركيز بشكل أكبر على هذه

(*) دكتور باحث بشعبة بحوث المعلومات التربوية– المركز لقومى للبحوث التربوية والتنمية.

المجالات، وإجراء التحسينات فى المناهج الدراسية. ويقوم مدخل STEM التعليمى على طريقة جديدة للتعليم والتعلم ترتكز على البحث العلمي والاستكشاف، ويتيح هذا النهج للطلاب ذوي الاهتمامات والقدرات والخبرات المتنوعة تطوير المهارات التي سيتطلبها سوق العمل في القرن الحادي والعشرين (مثل حل المشكلات، والتفكير الإبداعي، والعمل الجماعي التعاوني، ومحو الأمية التكنولوجية، إلخ) (Wahono & Chang, 2019, pp. 1-2).

ويعد مدخل STEM من المداخل العالمية المستحدثة فى مجال التعليم التى تركز على تدريس الموضوعات فى سياقات تكاملية بين فروع المعرفة العلمية والتقنية والهندسية والرياضية، وذلك فى محاولة للتصدى لمشكلة ضعف مخرجات التدريس المنفرد للمجالات الأربعة (المالكى، ٢٠١٨، ص ١١٤). ولقد تم تقديم الفكرة الأولية لتعليم STEM في التسعينيات في الولايات المتحدة، وحاليًا يعد هذا النمط التعليمى هو الأمل فى الدول الآسيوية (Wahono & Chang, 2019, p. 2).

ففي الوقت الذي يتحرك فيه العالم بسرعة غير مسبوقة نحو مستقبل التكنولوجيا الفائقة في عصر العولمة التكنولوجي، ظهر تركيز شديد **على** أهمية تعليم STEM، وكيفية تأثيره على نمو الأمم وقدرتها على امتلاك القوى العاملة الماهرة والمتعلمة. ويرى الكثيرون أن تعليم الأجيال الحالية في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات هو المفتاح لتحويل سكان العالم نحو فهم أكبر لأهمية تحقيق النمو الاقتصادي والحفاظ على البيئة والتنمية المستدامة (Ahmed, 2016, p. 127).

ودعمًا لتلك الرؤى أصدر المجلس الدولي لجمعيات تعليم العلوم (ICASE) إعلان كوتشينغ بشأن تعليم العلوم والتكنولوجيا the Kuching

Declaration on Science and Technology Education الذي دعا جميع المعنيين بالبحث، وتطوير السياسات، وتعليم تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) للاعتراف بأهمية إعداد الطلاب بشكل أفضل لحياتهم المستقبلية باعتبارهم مواطنين عالميين. وتضمن الإعلان البيان التالي International Council of Associations for Science Education, (2013):

"إن الحصول على تعليم عالي الجودة هو حق أساسي للجميع. ففي أوقات الضعف العالمي يجب أن تكون قضايا مثل الاستدامة، والصحة، والسلام، وتخفيف حدة الفقر، والمساواة بين الجنسين، والحفاظ على التنوع البيولوجي في طليعة التفكير والتخطيط والإجراءات المتعلقة بتعزيز تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة الرياضيات. ففي حين أن التوازن والتركيز النسبي لهذه التخصصات يختلف في جميع أنحاء العالم، إلا أن الترابط والجمع بين هذه العوامل من شأنه دفع عجلة التقدم".

ويشير ما سبق إلى أن تعليم STEM يمكن استخدامه كأداة حقيقية لتحقيق الاقتصاد الرقمي واستدامته؛ فالتنمية المستدامة فى أبسط صورها تعنى التطوير الذي يلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال المقبلة على تلبية احتياجاتهم الخاصة. وبالنظر إلى تعليم STEM من حيث علاقته بعصر المعرفة الرقمية الجديد لبناء القدرات الوطنية، ترتكز التنمية المستدامة جنبًا إلى جنب مع تعليم STEM على تلبية الاحتياجات الأساسية للبشرية، وتوسيع فرص التقدم الاقتصادي والاجتماعي. مما أكسب تعليم STEM أهميته باعتباره قوة إيجابية داعمة للتنمية المستدامة من خلال توفير طرائق جديدة لحل المشكلات المجتمعية

العاجلة؛ أى أنه يمثل إحدى الآليات التي يمكن من خلالها تحقيق العديد من أهداف التنمية المستدامة في عصر المعرفة (Ndinechi & Okafor, 2016, p. 2).

وتعد الولايات المتحدة الأمريكية رائدة الدول فى استخدام هذا النمط من التعليم (Hom, 2014). و لقد بدأ استخدام المصطلح في التعليم بالولايات المتحدة عندما ظهرت المبادرات الهادفة إلى معالجة النقص الواضح للمرشحين المؤهلين للوظائف عالية التقنية، وكوسيلة لمعالجة القلق الناتج عن تدريس هذه الموضوعات في كثير من الأحيان بمعزل، بدلًا من تناولها كمنهج متكامل. ولذا صار الحفاظ على مواطنة تتمتع بقدرات جيدة في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات هو جزء أساسي من أجندة التعليم العام في الولايات المتحدة (Wikimedia Foundation, 2019). وعلى الرغم من ذلك أشارت الدراسات إلى أن نسبة ١٦% فقط من طلاب المدارس العليا يمتهنون بمهن (STEM)، ويعنى ذلك أن نسب الطلاب الذين سوف يفقدون اهتمامهم بتخصصات (STEM) سوف تتزايد مع الوقت. الأمر الذى دفع الرئيس أوباما إلى إعلان عام ٢٠٠٩ عام "تعلم لتبدع: "Educate to Innovate" لإثارة دافعية الطلاب للتميز فى موضوعات (STEM) (Hom, 2014).

وما دفع الولايات المتحدة إلى دعم هذا النمط من التعليم هو الرغبة فى تحقيق نجاح متزايد فى السوق العالمية، فمن وجهة نظر القادة وصانعى القرار أنه يجب أن يمتلك كل الناس فهمًا عمليًا لمحتوى (STEM)، ويجب زيادة عدد الأشخاص الذين يسعون إلى الحصول على درجات عالية في التخصصات المرتبطة بنظام (STEM) والالتحاق بالوظائف المستندة إلى مجالاته الأربعة. فجودة الحياة الحديثة تعتمد على الابتكار والتنمية في تخصصات (STEM)، ونتيجة لذلك فإن المحادثات الوطنية حول النظام التعليمي الوطنى فى الولايات

المتحدة تركز الآن على العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات كجزء لا يتجزأ من الجهود الحالية لتحسين التعليم والتمويل (Barakos, Lujan & Strang, 2012, p. 1).

ولكون الولايات المتحدة واحدة من الدول التى تبنت أهداف التنمية المستدامة فى سبتمبر ٢٠١٥، والتزمت بتحقيقها بحلول عام ٢٠٣٠ (Prakash, et al., 2017)، لذلك وضعت رؤية لتعليم STEM تربط بينه وبين التنمية المستدامة، وتنظر إليه على أنه نهج متعدد التخصصات للتعلم، تقترن من خلاله مفاهيم أكاديمية صارمة بتطبيقات في العالم الحقيقي؛ حيث يستخدمه الطلاب في سياقات تربط بين المدرسة والمجتمع والعمل والعالم بأسره. ويواصل قادة تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات توسيع نطاقه وتعميقه وتجاوز مجالات الدراسة الأربعة لتشمل تخصصات أخرى كالفنون والعلوم الإنسانية، مع عدم اقتصار تعليم STEM الحديث على مهارات مثل التفكير النقدي وحل المشكلات والتصميم والاستدلال فحسب، بل أيضًا الكفايات السلوكية مثل المثابرة والقدرة على التكيف والتعاون والتنظيم والمسئولية. ومع إدراك أن تعليم STEM عالي الجودة يجب أن يكون متاحًا للأمريكيين من جميع الأعمار والخلفيات والمجتمعات والمسارات المهنية، تبذل المنظمات جهودًا فى تحسين تعليم STEM والتدريب، ومن الأمثلة على ذلك: إنشاء المدارس التي تركز على العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في جميع أنحاء البلاد، ودعم الاستثمارات الفيدرالية لمجموعة واسعة من أنشطة تعليم STEM التي تشمل جميع الفئات العمرية وبيئات التعلم، وقيام الشركات والمؤسسات غير الربحية والجمعيات المهنية ببناء برامج لدعم متعلمي STEM محلياً ووطنياً. وتشكل هذه النجاحات أساسًا لتحسين تعليم STEM، والحفاظ على

تنافسية الولايات المتحدة (Committee on STEM Education of the National Science & Technology Council, 2018, pp. 1- 2).

وتحقيقًا لهذا الرؤية تم وضع مبادرات لتفعيل دور تعليم STEM من أجل توفير مستقبل مستدام فى الولايات المتحدة، تقوم على عدد من الأسس قوامها وضع استراتيجيات جديدة لتطوير تنظيم وممارسات تعليم STEM، وبما يسمح بتوفير مجتمع يقدر مواطنيه وأصحاب المهن المرتبطة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وذلك فى محاولة لمواجهة التحديات العلمية والاجتماعية والاقتصادية العاجلة التي تواجه كوكب الأرض وسكانه، كما يعد المعلمون والمتعلمون على جميع المستويات من العناصر الأساسية لمثل هذا المجتمع لما لهم من دور نشط في هذه القضايا المعقدة التي تنطوي على تخصصات (STEM) ويتحمسون لها ويعملون بفاعلية لتطويرها (The University of Wisconsin-Madison, 2009).

وحرصًا من القيادة السياسية فى مصر على مسايرة ما يجرى على الساحة، وتحقيق أهداف التنمية المستدامة، والتي أقرت في الجمعية العامة للأمم المتحدة في سبتمبر ٢٠١٥، تم وضع (اسراتيجية التنمية المستدامة: رؤية مصر ٢٠٣٠)، التى تبنت مفهوم التنمية المستدامة كإطار عام يهدف إلى تحسين الحياة فى الوقت الحاضر بما لا يخل بحقوق الأجيال القادمة فى حياة أفضل. وتأتى أهمية هذه الاستراتيجية خاصة فى ظل الظروف الراهنة التي تعيشها مصر بأبعادها المحلية والإقليمية والعالمية، والتي تتطلب إعادة النظر فى الرؤية التنموية لمواكبة هذه التطورات ووضع أفضل السبل للتعامل معها مما يمكن المجتمع المصري من النهوض من عثرته، والانتقال إلى مصاف الدول المتقدمة، وتحقيق الغايات التنموية المنشودة للبلاد (رئاسة مجلس الوزراء، د. ت.، ص٢). كما ترجع أهميتها

فى أنها ترسم إجراءات الحكومة على مدى السنوات الخمسة عشرة المقبلة، وتعمل كاستراتيجية إنمائية طويلة الأجل تغطي الأبعاد الإنمائية الثلاثة؛ الاقتصادية والاجتماعية والبيئية (برنامج الأمم المتحدة الإنمائى حول العالم، ٢٠١٩). وتتمثل هذه الرؤية فيما يلى (رئاسة مجلس الوزراء، د. ت.، ص١٠):

"مصر جديدة بحلول عام ٢٠٣٠، ذات اقتصاد تنافسى ومتزن ومتنوع يعتمد على الابتكار والمعرفة، قائمة على العدالة والاندماج الاجتماعي والمشاركة، ذات نظام إيكولوجي متزن ومتنوع، تستثمر عبقرية المكان والإنسان لتحقيق التنمية المستدامة وترتقي بجودة حياة المصريين".

ولتحقيق الرؤية تم وضع عدد من المحاور تغطى الأبعاد الثلاثة للتنمية المستدامة فى مصر كما يلى (رئاسة مجلس الوزراء، د. ت.، ص ص ١١-١٤):

- *البعد الاقتصادى*، ويشمل محاور: (التنمية الاقتصادية- الطاقة- الابتكار والمعرفة والبحث العلمى- الشفافية وكفاءة المؤسسات الحكومية).
- *البعد الاجتماعى*، ويشمل محاور: (العدالة الاجتماعية، الصحة، التعليم والتدريب، الثقافة).
- *البعد البيئى*، ويشمل محاور: (البيئة- التنمية العمرانية).

ولم يقتصر الأمر على ذلك بل كانت مصر ضمن الدول الأفريقية التى اشتركت فى وضع الوثيقة الإطارية لأجندة ٢٠٦٣ لأفريقيا، والتى تعد بمثابة رؤية طموحة لنهضة أفريقيا جعلت العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في أولويات تحقيقها؛ حيث أكدت على أن تعليم التخصصات الأربعة في المرحلة الثانوية يلعب دورًا حيويًا في التنمية المستدامة وتوفير فرص عمل مستدامة. لذا فمن الأهمية

بمكان أن يكون هذا النوع من التعليم ذا صلة وجذابًا ومتاحًا لجميع الطلاب (Tikly, 2018, pp. 4, 10; The African Union Commission, 2015, p. 43).

وفى عام ٢٠١٩ كانت مصر ضمن الدول التى التزمت بتنفيذ ما أورده إعلان يوكوهاما (Yokohama Declaration) الذى صدر عن المؤتمر الدولى السابع لطوكيو حول التنمية الأفريقية "The Seventh Tokyo International Conference on African Development (TICAD 7)"، المنعقد فى يوكوهاما- اليابان فى الفترة من ٢٨- ٣٠ أغسطس ٢٠١٩، والخاص بالنهوض بالتنمية الأفريقية من خلال الأشخاص والتكنولوجيا والابتكار، مع الالتزام العالمي بأجندة التنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠، والاتساق مع الرؤية الأفريقية الواردة في أجندة الاتحاد الأفريقي ٢٠٦٣ (Yokohama Declaration 2019, 2019).

ولقد اهتم المسئولون بوزارة التربية والتعليم فى مصر بتأسيس المدارس الثانوية التى تتبنى مدخل STEM بهدف إعداد كوادر مؤهلة قادرة على مواجهة المتغيرات العالمية فى ظل التقدم العلمى والتكنولوجى (عبد القادر، ٢٠١٧، ص ١٦٨). وتم افتتاح أول مدرسة فى سبتمبر ٢٠١١ بالقرية الكونية بمدينة السادس من أكتوبر، وكانت مخصصة لخدمة المتفوقين من البنين (STEM Egypt, 2019). تلى ذلك إنشاء العديد من المدارس وصلت حتى الآن إلى ١١ مدرسة موزعة على محافظات القاهرة، والإسكندرية، وأسيوط، والدقهلية، والأقصر، وكفر الشيخ، والبحر الأحمر، والغربية، والمنوفية (Office of Inspector General, U.S. Agency for International Development, 2018, p. 11).

وتطبق هذه المدارس مناهج وطرائق تدريس جديدة تعتمد على المشروعات الاستقصائية، والمدخل التكاملى في التدريس، وتحقيق التكامل بين مناهج العلوم

والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا من خلال الكشف عن مدى الارتباط بين هذه المجالات؛ لإعداد قاعدة علمية متميزة لديها القدرة على التصميم والإبداع والتفكير النقدى (وزارة التربية والتعليم والتعليم الفنى، ٢٠١٩؛ القرشى، ٢٠١٨، ص٢).

ولقد قامت وزارة التعليم بإصدار العديد من القرارات لتنظيم العمل بهذه المدارس، أهمها: القرار الوزارى رقم (٣٦٩) بتاريخ ٢٠١١/١٠/١١ بشأن نظام مدارس المتفوقين الثانوية فى العلوم والتكنولوجيا، والقرار الوزارى رقم (٣٨٢) بتاريخ ٢٠١٢/١٠/٢- بشأن نظام القبول والدراسة والامتحانات بمدارس المتفوقين الثانوية فى العلوم والتكنولوجيا، والقرار الوزارى رقم (٢٠٢) بتاريخ ٢٠١٢/٤/٢١- بشأن منح الشهادة الثانوية المصرية فى العلوم والتكنولوجيا من مدارس المتفوقين الثانوية فى العلوم والتكنولوجيا، والقرار الوزارى رقم (٣١٣) بتاريخ ٢٠١٥/٨/٢٤- بشأن إنشاء اللجان الفرعية لدعم مدارس المتفوقين فى العلوم والتكنولوجيا (STEM) فى محافظات الجمهورية.

ولما كانت حياة الأجيال القادمة تتحدد بالكامل من خلال الجيل الحالي، لذلك يجب عند تلبية احتياجات الجيل الحالي النظر في استدامة الحياة للأجيال القادمة. ولأن التعليم يلعب دورًا مهمًا في هذا الصدد؛ بل إنه يعتبر العنصر الرئيسي للتنمية المستدامة، لذا يجب أن يكون هناك دائمًا جهود لتحسين التعليم الحالي أو تقييمه أو تطويره، بما في ذلك تطبيق وتقييم وتطوير تعليم STEM. فالتعليم أمر حاسم لتعزيز التنمية المستدامة، وتحسين قدرة الناس على معالجة القضايا البيئية والإنمائية (Wahono & Chang, 2019, p. 4).

وفى إطار ما سبق تسعى الدراسة الحالية فى السطور التالية إلى الاستفادة من النموذج الأمريكى فى تفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة

بمصر. وتضم الدراسة أربعة أجزاء: يتضمن الجزء الأول الإطار التمهيدى للدراسة من حيث: المقدمة، ومشكلة الدراسة، وأهدافها، وأهميتها، ومنهجها، وحدودها، وخطوات السير فيها، ومصطلحاتها. ويتضمن الجزء الثانى الإطار النظرى للدراسة والذى يعرض مفهوم التعليم من أجل التنمية المستدامة، ودور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة، والنموذج الأمريكى فى تعليم STEM، والنموذج المصرى فى تعليم STEM. ثم يأتى الجزء الثالث ليعرض الدراسة الميدانية، والتى تتضمن استطلاع رأى الخبراء حول التصور المقترح الخاص بكيفية الاستفادة من النموذج الأمريكى فى تفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بمصر. وفى ضوء ما يتم استخلاصه من الإطار النظرى، ونتائج الدراسة الميدانية، يأتى الجزء الأخير فى الدراسة والخاص بوضع التصور المقترح النهائى للدراسة.

٢- **مشكلة الدراسة**:

من المعروف أن شباب اليوم هم قادة الغد، وهم الفوج السكاني الأكثر تنوعًا حتى الآن، ويعتبرون مواطنين رقميين. ومع ذلك وفي خضم أزمة تعليم STEM تشير الأبحاث والتشريعات ووسائل الإعلام وحتى الإحصاءات في كل مكان إلى الحاجة الماسة للإصلاح التعليمي في هذا النمط من التعليم لإنشاء قوة عاملة متعلمة فى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وزيادة نسبة الإناث في هذه المجالات، بالإضافة إلى ذلك يعتقد أصحاب الأعمال اليوم أن جميع الناس وخاصة الشباب يحتاجون إلى شكل من أشكال المعرفة التكنولوجية ومحو الأمية في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من أجل أن يصبحوا مواطنين منتجين، حتى لو كانوا لا يعتزمون العمل بمهن متعلقة بمجالات STEM (Mohr- Schroeder, Cavalcanti & Blyman, 2015, p. 3).

وبذلك يمكن القول بأن التعليم والتعلم فيما يتعلق بموضوعات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) لهما أهمية كبيرة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة؛ فحجم أعداد الطلاب في العديد من المؤسسات التعليمية يجعلهم هدفًا حاسمًا لأي مبادرات للاستدامة. كما أن المهن التى تتوافر أمام طلاب STEMتتيح لهم العديد من الفرص للإسهام في البحث والابتكار، والتي تعتبرها معظم المناقشات ضرورية لخلق أنماط وتقنيات أكثر إفادة للبيئة. فضلًا عن ذلك يمكن أن يكون للأشخاص الذين لديهم خلفيات STEM تأثير كبير على المناقشات العامة والسياسية، وبالتالي فإن تعزيز دور تعليم STEM فى التنمية المستدامة هو موضوع مهم للغاية. وتعد مواضيع STEM أكثر مناسبة لتطبيق التعليم من أجل التنمية المستدامة (ESD). ويهدف هذا إلى زيادة وعي الطلاب حول الروابط بين الموضوعات التى يدرسونها والتنمية المستدامة، وما لها من تأثيرات محتملة وإسهامات فى تحقيقها، وتطوير الكفايات التي تمكنهم من المضي قدمًا في حياتهم المهنية؛ حيث تتكون لديهم القدرة على إحداث اختلافات كبيرة بين الناس والكوكب (Hopkinson & James, 2010, pp. 365- 366).

وبذلك يمكن بلورة مشكلة الدراسة فى السؤال الرئيس التالى:

كيف يمكن الاستفادة من النموذج الأمريكى فى تفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بمصر؟

وللإجابة على السؤال الرئيس تسعى الدراسة للإجابة على التساؤلات الفرعية التالية:

١- ما مفهوم التعليم من أجل التنمية المستدامة، وما دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة؟

٢- ما أهم سمات النموذج الأمريكى فى تعليم STEM؟

٣- ما أهم سمات النموذج المصرى فى تعليم STEM؟

٤- ما آراء السادة الخبراء حول التصور المقترح لتفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بمصر فى ضوء النموذج الأمريكى؟

٥- ما التصور المقترح النهائى لتفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بمصر فى ضوء النموذج الأمريكى؟

٣- أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الحالية إلى اقتراح تصور لتفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بمصر فى ضوء النموذج الأمريكى، من خلال تعرف مفهوم التعليم من أجل التنمية المستدامة، وأهميته فى تحقيق التنمية المستدامة فى المجتمعات، وأهم سمات تعليم STEM فى الولايات المتحدة الأمريكية، وكيف تم استخدامه كأداة لتحقيق التنمية المستدامة بالمجتمع الأمريكى من خلال إعداد الكفاءات فى مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات القادرة من خلال ما تم اكتسابه من مهارات الابتكار والتصميم والتفكير النقدى وغيرها على حل المشكلات المجتمعية، وتحقيق النمو الاقتصادى والاجتماعى، وإحداث تغييرات فى المجتمع والكوكب ككل نحو الأفضل، وكذلك أهم سمات تعليم STEM فى مصر، ووضع تصور مقترح لكيفية الاستفادة من النموذج الأمريكى فى تفعيل دور تعليم STEM فى مساعدة مصر على تحقيق أهداف التنمية المستدامة، ومقابلة متطلبات النداءات الدولية الرامية إلى ربط تعليم STEM بالتنمية المستدامة فى المجتمعات.

٤- أهمية الدراسة:

تتبع أهمية الدراسة الحالية من الآتى:

- تناولها لموضوع من أهم الموضوعات على الساحة العالمية، وهو التنمية المستدامة ودور تعليم STEM فى تحقيقها. ومما يبرز هذه الأهمية ظهور الدعوة إلى عقد الحوار الدولي حول تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) The International Dialogue on STEM Education ببرلين- ألمانيا فى الفترة من ٥- ٦ ديسمبر ٢٠١٩؛ حيث يرتكز موضوعه الرئيس حول "تعليم STEM لأغراض التنمية المستدامة STEM Education for Sustainable Development". وسيحضر هذا الحدث ما يقرب من ١٠٠ خبير دولي من جميع أنحاء العالم، بهدف وضع استراتيجية لدعم دور تعليم STEM فى إعداد الطلاب حتى يتمكنوا من تحقيق التنمية المستدامة بالمجتمعات فى القرن الحادى والعشرين (kleinen Forscher, 2019).
- الاستجابة للنداءات الدولية المطالبة بتوظيف تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بالمجتمعات.
- إبراز دور تعليم STEM فى إعداد القوى العاملة الماهرة المتملكة لمهارات القرن الحادى والعشرين، والقادرة على ربط التعليم بالقضايا المجتمعية والبيئية، وحل المشكلات، وابتكار أساليب وطرائق لتنمية واستدامة المجتمع.

- تزويد صانعى القرار والمهتمين بتطوير التعليم فى مصر بمعلومات عن كيفية توظيف تعليم STEM فى مقابلة أهداف التنمية المستدامة ٢٠١٥، واستراتيجية التنمية المستدامة– رؤية مصر ٢٠٣٠، وأجندة أفريقيا ٢٠٦٣، وإعلان يوكوهاما ٢٠١٩.
- فتح آفاق جديدة لمجالات بحثية تطبيقية تربط بين تعليم STEM والتنمية المستدامة للمجتمعات.

٥- منهج الدراسة، وأداتها، وخطوات السير فيها:

تقتضى طبيعة الدراسة الحالية استخدام المنهج الوصفى، وذلك لمناسبته لطبيعة موضوع الدراسة؛ من حيث قدرته على الإسهام فى جمع المعلومات اللازمة لدراسة الظاهرة بشكل موضوعى وعلمى، ومن ثم تحليل هذه المعلومات، وتفسيرها، بغرض الوصول إلى النتائج التى تسهم فى تحقيق الأهداف المرجوة، والإجابة على أسئلة الدراسة.

وتتمثل أداة الدراسة فى استطلاع رأى الخبراء حول التصور المقترح الخاص بكيفية الاستفادة من النموذج الأمريكى فى تفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بمصر.

وفى ضوء خطوات المنهج البحثى المستخدم تسير الدراسة الحالية وفقًا للخطوات التالية:

- الإطار التمهيدى للدراسة: ويشمل (المقدمة، مشكلة الدراسة، أهميتها، أهدافها، منهجها، حدودها، مصطلحاتها).

الإطار النظرى للدراسة: ويشمل (مفهوم التعليم من أجل التنمية المستدامة، ودور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بالمجتمعات، وأهم

سمات النموذج الأمريكى فى تعليم STEM، وأهم سمات النموذج المصرى فى تعليم STEM).

- الدراسة الميدانية: لتعرف آراء السادة الخبراء حول التصور المقترح الخاص بكيفية الاستفادة من النموذج الأمريكى فى تفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بمصر.
- التصور المقترح: تنتهى الدراسة بتقديم تصور مقترح حول كيفية الاستفادة من النموذج الأمريكى فى تفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بمصر.

٦- حدود الدراسة:

تتحدد الدراسة الحالية طبقاً للنقاط التالية:

- **الحد المكاني:** ويقتصر على:

- النموذج الأمريكى فى تعليم STEM، ويرجع السبب فى اختياره إلى كون الولايات المتحدة رائدة الدول فى تطبيق هذا المدخل فى التعليم، ولأنها تمثل النموذج الذى تم تصميم تعليم STEM فى مصر على غراره، ولتوافر معلومات ثرية فيما يتعلق بموضوع الدراسة.
- مدارس المتفوقين الثانوية للعلوم والتكنولوجيا فى مصر؛ لأنها هى الوحيدة القائمة على مدخل STEM فى التعليم.

- **الحد الزماني:** ويقتصر على تطبيق استطلاع الرأى فى الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ٢٠١٩/ ٢٠٢٠ م.

- **الحد البشري:** ويقتصر على استطلاع رأى أساتذة التربية من الخبراء فى مجالات (المناهج وطرق التدريس، والسياسات التعليمية، والتخطيط التربوى، والتجديد التربوى، والأنشطة التربوية، وغيرهم من المهتمين)، والقيادات التعليمية، والخبراء فى تعليم STEM.
- **الحد الموضوعى:** ويقتصر على دراسة تعليم STEM فى كل من الولايات المتحدة الأمريكية ومصر من حيث: نشأته، وأهميته، وأهدافه، وأنواع المدارس التى تقدمه، وما تم تبنيه فى الولايات المتحدة من استراتيجيات لدعم دوره فى تحقيق التنمية المستدمة بالمجتمع.

٧- مصطلحات الدراسة:

١- *تعليم STEM*:

STEM هو اختصار للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Science, Tecnology, Engineering, Mathemetics). وتعتبر المجالات الأربعة على جانب كبير من الأهمية؛ لأنها تحدد قدرة البلاد على المنافسة الاقتصادية، وقدرة الشباب على النجاح في القرن الحادى والعشرين (Khadri, 2014, p. 283).

ويعرف تسوبروس وكوهلر وهالينين (٢٠٠٩) تعليم STEM على أنه " نهج متعدد التخصصات للتعلم تقترن من خلاله مفاهيم أكاديمية صارمة مع دروس العالم الحقيقي من خلال تطبيق الطلاب للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في السياقات التي تربط بين المدرسة والمجتمع والعمل والسياق العالمي ككل، مما يتيح تطوير عملية التعلم لهذه المجالات الأربعة، جنبًا إلى جنب مع تطوير القدرة على المنافسة في الاقتصاد الجديد (Gubbins, et al., 2013, p. 8; Tsupros, Kohler & Hallinen, 2009).

وأشار إليه موريسون (٢٠٠٦) فى إحدى دراساته على أنه دمج للتخصصات الأربعة في نموذج تعليمي واحد متماسك يهدف إلى إزالة الحواجز التقليدية التي نشأت بين التخصصات الأربعة (Morrison, 2006).

كما عرّفه براون، وآخرون (٢٠١١) بأنه نهج قائم على المعايير؛ حيث يستخدم من خلاله جميع المعلمين، (وخاصة المتخصصين فى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات) المدخل المتكامل فى التعليم والتعلم (Brown, et al. 2011).

وتعليم STEM هو بيئة تعلم تعتمد على قيام الطلاب باستكشاف واختراع واكتشاف واستخدام مشاكل ومواقف العالم الحقيقى، وتشجع على الابتكار من خلال الجمع بين المجالات الدراسية الأربعة، مما يساعد الطلاب على تكوين روابط جديدة بين التخصصات، كما يخلق فرص التعلم للحياة الحقيقية للطلاب، ويعزز بيئة التعلم، ليس فقط لتعلم مهارات القرن الحادي والعشرين، ولكن أيضًا ليكون لديهم الفرصة لخلق مهارات جديدة (Khadri, 2014, p. 283).

٢- ***الاستدامة والتنمية المستدامة***:

الاستدامة لغة مصدر استدام، فهو مستديم، والمفعول مستدام. واستدامة العيش رغده واستمراره، واستدام الشيء أى استمر وثبت ودام، واستدام الشيء أى طلب استمراره (عمر، ٢٠٠٨، ص ٧٩٠). وتقابل بالإنجليزية (Sustainability)، وهو مصطلح بيئي يصف كيف تبقى النظم الحيوية متنوعة ومنتجة مع مرور الوقت. والاستدامة بالنسبة للبشر هي القدرة على حفظ نوعية الحياة التي نعيشها على المدى الطويل، وهذا بدوره يعتمد على حفظ العالم الطبيعي والاستخدام المسؤول للموارد الطبيعية (مؤسسة ويكيميديا، ٢٠١٩).

والاستدامة هي نموذج للتفكير حول المستقبل الذي يضع في الحسبان الاعتبارات البيئية والاجتماعية والاقتصادية في إطار السعي للتنمية وتحسين جودة الحياة. ويميل البعض إلى التمييز بين التنمية المستدامة والاستدامة؛ حيث يعتقد في غالب الأحيان أن الاستدامة هدف طويل الأجل (عالم أكثر استدامة)، بينما التنمية المستدامة تشير الى العمليات والطرائق العديدة لتحقيق ذلك (مثل الغابات المستدامة، والزراعة المستدامة، والإنتاج والاستهلاك المستدام، والحكومة الناشطة، والبحوث ونقل التكنولوجيا، والتعليم والتدريب....إلخ) (اليونسكو، ٢٠١٣، ص ٥).

ويعد مفهوم *التنمية المستدامة* محل خلاف بين الكثيرين، وعلى الرغم من ذلك يميل البعض إلى تبنى تعريف Bruntland الذى يشير إليها على أنها (World Commission on Environment and Development, 1987):

"تطور يلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال المقبلة على تلبية احتياجاتهم".

وتعرفها ويكيبيديا على أنها " وسيلة للناس لاستخدام الموارد دون نفاذها، ويعني ذلك القيام بالتنمية دون الإضرار بالبيئة أو التأثير عليها" (Wikimedia Foundation, 2019a).

وأهداف التنمية المستدامة (SDGs) هي أجندة عالمية اعتمدتها البلدان في عام ٢٠١٥، مع رؤية للقضاء على الفقر وحماية الكوكب وضمان تمتع جميع الناس بالسلام والازدهار. وتضم ١٧ هدفًا تم التخطيط لتحقيقها بحلول عام ٢٠٣٠ ، وتقر بأن "القضاء على الفقر بجميع أشكاله وأبعاده بما في ذلك الفقر المدقع هو أكبر تحدى عالمي وشرط لا غنى عنه للتنمية المستدامة". ومن خلال تبني جدول الأعمال، عقدت البلدان العزم على اتخاذ خطوات جريئة وتحويلية وعاجلة لخلق عالم مستدام ومرن (International Institute for Sustainable Development, 2019).

(١) شكل
يوضح أهداف التنمية المستدامة

Source: UNESCO (2019). *UNESCO and Sustainable Development Goals*. Paris.

٣- ***<u>التعليم من أجل التنمية المستدامة</u>*:**

التعليم من أجل التنمية المستدامة (ESD) هو رؤية للتعليم تسعى إلى تحقيق التوازن بين الرفاه البشري والاقتصادي والتقاليد الثقافية، وكذلك احترام الموارد الطبيعية للأرض، وتؤكد على جوانب التعلم التي تعزز الانتقال نحو الاستدامة. وتشمل هذه الجوانب التعليم في المستقبل، وتعليم المواطنة، والتعليم لثقافة السلام،

والمساواة بين الجنسين، واحترام حقوق الإنسان، والتعليم الصحي، وحماية الموارد الطبيعية، والتعليم من أجل الاستهلاك المستدام. ويقع على عاتق كافة المستويات والمجالات التعليمية الإسهام في التنمية المستدامة، بما في ذلك تعليم STEM في المدارس الثانوية (Wahono & Chang, 2019, p. 4).

٤- ***التعريف الإجرائى***:

فى ضوء التعريفات السابقة يمكن الخروج بتعريف إجرائى يحقق هدف الدراسة، ويربط بين تعليم STEM والتنمية المستدامة كما يلى:

تعليم STEM لتحقيق التنمية المستدامة هو عبارة عن توفير بيئة تعلم تعتمد على التكامل بين المجالات الدراسية الأربعة (العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات)، يقوم خلالها الطلاب باستكشاف مشاكل ومواقف المجتمع المصرى بمختلف أنواعها البيئية والاجتماعية والاقتصادية، والبحث عن حلول لها من خلال استغلال الموارد المتاحة دون الإضرار بالبيئة أو التأثير عليها، والعمل فى نفس الوقت على البحث عن الوسائل التى يمكن من خلالها تلبية الاحتياجات الأساسية للبشرية، وتوسيع فرص التقدم الاقتصادي والاجتماعي، وتوفير مستوى عال من الرفاه وجودة الحياة لجميع الأجيال الحالية والمستقبلية، وابتكار أفضل السبل لحماية كوكب الأرض.

ثانيًا: الإطار النظرى للدراسة:

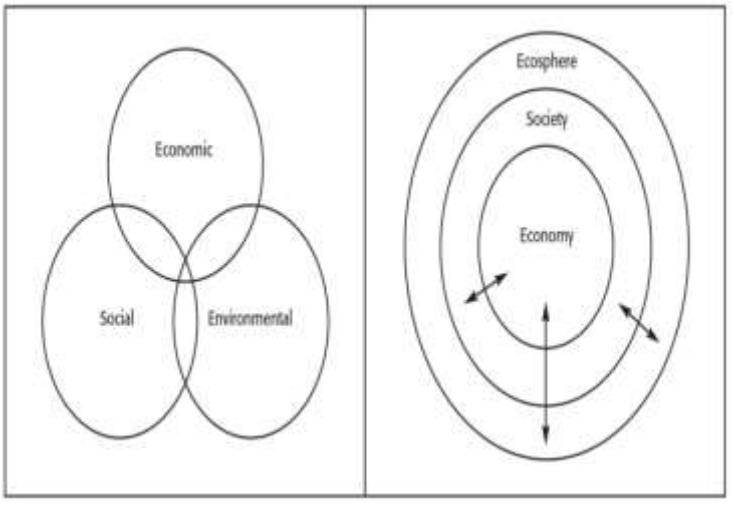
١- التعليم من أجل التنمية المستدامة:

ترتكز التنمية المستدامة على الرغبة في تعزيز نوعية الحياة والرفاهية التي تحترم وتتدرج ضمن الحدود الفيزيائية والبيولوجية للأرض؛ فهى تدو حول البحث

عن رفاه الأجيال القادمة (Opertti, 2017, p. 17). وفي سياق خطة التنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠ (UNESCO et al., 2015)، ناقش بلدان الشمال والجنوب فكرة أن التنمية فى أبسط صورها هى النمو الاقتصادي دون إيلاء الاعتبار الواجب لاعتمادها وتأثيرها على الموارد الطبيعية للأرض والتوزيع العادل. وعلى العكس من ذلك وفى ضوء الآراء الاقتصادية الجزئية للتنمية، يركز مفهوم التنمية المستدامة على كيفية القيام بذلك من أجل تلبية احتياجات الأجيال الحالية دون المساس باحتياجات أجيال المستقبل، وبما يتماشى مع الرؤية الإنسانية للتعليم (UNESCO, 2015). ويعني ذلك أيضًا من ناحية أخرى إقناع المجتمعات والأفراد باتباع أساليب حياة مستدامة، تعكس بشكل أساسي هوياتنا، ويمكن رؤيتها على سبيل المثال: في كيفية الاعتناء بأنفسنا، وكيف نطعم أنفسنا، وكيف نسافر، وكيف نستمتع ونتفاعل مع الآخرين (Opertti, 2017, p. 18).

ولقد أشار بونيت (٢٠٠٣) إلى كيف أصبحت التنمية المستدامة هي الفكرة السائدة والجذابة سياسيًا عند معالجة القضايا البيئية؛ حيث إنها تهتم بالتوفيق بين الرغبة في الحفاظ على الطبيعة وعملية الحفاظ عليها، والحث على تلبية طموحات الإنسان في التطور نحو الأكثر أو الأفضل (Bonnett, 2003, p. 676).

وغالبًا ما يُعتقد أن للتنمية المستدامة أبعادًا اقتصادية وبيئية واجتماعية؛ فحتى يتسنى لأى تنمية أو تغيير أن تكون مستدامة، يجب أن تفي بالمعايير الاجتماعية والاقتصادية المتعلقة باحتياجات الأجيال المقبلة، وليس فقط الاستناد على اعتبارات بيئية ضيقة. ويمكن تمثيل ذلك كما يشير الشكل التالى (الجزء الأيسر من الشكل) بثلاث دوائر متشابكة توضح أن التطوير في أي بعد يمكن أن يحدث دون التأثير على الأبعاد الأخرى.



شكل (٢)

يوضح التداخل بين الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية للتنمية المستدامة

Source: Webster, Ken (2004). *Rethink, Refuse, Reduce . . . Education for Sustainability in a Changing World*. Preston Montford: FSC Publications. P. 40.

وتقترح ويبستر (٢٠٠٤) شكلًا بديلًا يتمثل فى الدوائر المتداخلة الثلاث (الجزء الأيمن من الشكل) التى يظهر خلالها الاقتصاد في المركز، والذى يخدم احتياجات المجتمع التي تمثلها الدائرة الوسطى. وترى ويبستر أن الاقتصاد يعد وسيلة لخدمة الاحتياجات البشرية وليس الناس والموارد هى التي تخدم الاقتصاد، شريطة أن يعمل كلًا من الاقتصاد والمجتمع ضمن القيود المحدودة للغلاف البيئي. وتتحدث ويبستر عن مجتمع تحتاج التنمية فيه إلى التركيز على تحسين نوعية الحياة، والسعي إلى التغيير الذي يكون فيه الإنصاف والعلاقات الإنسانية الأفضل أكثر أهمية من البحث عن الاستهلاك الأكثر(Webster, 2004, pp. 40- 41). وتجدر الإشارة إلى أن العلاقة بين هذه الأبعاد الثلاثة للتنمية المستدامة هى أمر

بالغ الأهمية، كما يعد تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) المسهم الإيجابي في معالجة مشكلات القرن الحادي والعشرين Pitt, 2009, p. (39).

ولقد بدأ استخدام مصطلح التعليم من أجل التنمية المستدامة بعد تقرير برونتلاند (١٩٨٧)، والذى يستند إلى الاعتراف بأن النمو الاقتصادي والاستمرار فى استخراج الموارد لا يمكن أن يستمر على كوكب محدود دون تفاقم الاضطرابات البيئية والاجتماعية الخطيرة. ويشمل التعليم من أجل التنمية المستدامة مجموعة من العمليات الموجودة ضمن نظام الرؤية والقيمة الذي ينظر إلى الأرض على أنها نظام مترابط ومعقد ومحدود (Smith & Watson, 2016, p. 5).

ولقد طرأ على مفهوم التعليم من أجل التنمية المستدامة عدد من التغيرات كما حدث مع مفهوم التنمية المستدامة. ففى الفترة التى انعقدت خلالها قمة الأرض لعام ٢٠٠٢، كانت البيئة والتنمية المستدامة قد تجاوزت جذورها في مجال التربية البيئية؛ حيث صار ينظر إليها على أنها حافز على التغيير، وطريقة لتحدي المواقف والسلوكيات الصعبة، وأداة تهتم بالسياقات والقرارات الحقيقية المتعلقة بالبيئة والاقتصاد، ورفاهية المجتمع، والعلاقات بينها لصالح الأجيال الحاضرة والأجيال المقبلة (Pitt, 2009, p. 39).

ويميز بونيت بين نوعين من التعليم من أجل التنمية المستدامة، وهما: التعليم لتعزيز سياسة الاستدامة، والاستدامة باعتبارها "إطارًا للعقل". ويرتكز هذا النهج على نشر المعرفة بين المتعلمين حول القضايا الرئيسية المتعلقة بالتنمية المستدامة (مثل أزمة الطاقة ودورة الكربون والاحتباس الحراري ومنع الهدر). وبما أن المتعلمين ومجتمعاتهم يفهمون بشكل أفضل أسباب وعواقب التنمية غير المستدامة، فإن هذا سيؤدي إلى تغييرات في السلوك (Pitt, 2009, p. 39).

ولقد قام فير وسكوت بمراجعة دراسة سابقة أجراها سكوت وجوف فى عام (2003)، والتي حدد فيها الباحثان ثلاثة أنواع من المداخل للتنمية المستدامة والتعلم والتغيير، تتمثل فيما يلى (Vare & Scott, 2007):

- *النوع الأول*: يضم المداخل التى تفترض أن المشكلات الإنسانية التي نواجهها هي مشكلات بيئية فى الأساس، ويمكن فهمها من خلال العلم، وحلها عن طريق الإجراءات والتقنيات البيئية و/ أو الاجتماعية المناسبة.
- *النوع الثانى*: يضم المداخل التى تفترض أن مشكلاتنا الأساسية اجتماعية و/ أو سياسية، وأن هذه المشكلات تنتج عنها أعراض بيئية. ويمكن فهم هذه المشكلات الأساسية عن طريق التحليل الاجتماعي – العلمي للمعرفة الأصلية. والحل في كل حالة هو إحداث تغيير اجتماعي؛ حيث يكون التعليم أداة لتسهيل الاختيار بين الحلول المستقبلية البديلة، والتي يمكن تحديدها على أساس ما هو معروف في الوقت الحاضر.

وفي كلا المدخلين الأول والثانى يكتسب المتعلمون بشكل عام القدرة على تقييم ما يقوله الآخرون لهم. ولكلا المدخلين تاريخ طويل وجذاب للجماعات التي تنادي بالتحول نحو الاستدامة.

- *النوع الثالث*: يضم المداخل التى تفترض أن ما هو معروف في الوقت الحاضر غير كافٍ، وهذا يعني أن أي تعلم يجب أن يكون مفتوحًا. وتعد مداخل النوع الثالث ضرورية إذا كانت أوجه عدم اليقين

والتعقيدات الملازمة لكيفية عيشنا الآن تؤدي إلى تعلم اجتماعي يدور حول كيفية عيشنا في المستقبل.

ولقد اعتمد فير وسكوت (٢٠٠٧) على ذلك التصنيف فى التمييز بين التعليم من أجل التنمية المستدامة ١ (والذى يستند إلى النوعين الأول والثانى، ووصفاه بأنه "تعزيز السلوكيات المستنيرة الماهرة وطرائق التفكير، وهو مفيد على المدى القصير؛ حيث يتم تحديد الحاجة بوضوح والاتفاق عليها". وهذا هو التعلم من أجل التنمية المستدامة learning for Sustainable Development). والتعليم من أجل التنمية المستدامة ٢ (ويستند إلى النوع الثالث، ووصفاه بأنه "بناء القدرة على التفكير بشكل نقدي فيما يقوله الخبراء واختبار الأفكار، واستكشاف المعضلات والتناقضات الملازمة للحياة المستدامة". وهذا هو التعلم كالتنمية المستدامة (learning as Sustainable Development) (Vare & Scott, 2007, p.) .191

ويتمثل التحدي الأكبر للتعليم اليوم في ضمان نجاح الطلاب في فهم القيم والمواقف والمهارات والمعارف الأساسية اللازمة ليتمكنوا من العمل النشط لصالح المجتمعات المستدامة وكوكب مستدام. وفى هذا الصدد يتحدث أستاذ التعلم الاجتماعي والتنمية المستدامة أرجن والس (٢٠١٠) عن ثلاث مهارات أساسية يجب أن يتمكن الطلاب من تملكها: (١) المعرفة البيئية، بمعنى أن يكون الطالب على دراية بالقضايا البيئية والمسائل الأخرى ذات الصلة، والالتزام بالعمل بشكل فردي وجماعي في البحث عن حلول للمشكلات الفعلية ومنع وقوع مشكلات جديدة. (٢) التربية على المواطنة العالمية، والتي تعزز الإحساس بالانتماء إلى الإنسانية المشتركة، وتعترف بالتبادل الثقافي والسياسي والاجتماعي والاقتصادي على المستويات المحلية والوطنية والدولية. (٣) تعلم الاستدامة، والتي تتضمن التفكير

النقدي والاستباقي حول الذات والمجتمع من أجل تحسين صحة الإنسان والرفاهية الفردية والجماعية، مع حماية الموارد الطبيعية التي تدعم الحياة (Wals, 2010).

ويتطرق هذا النهج الثلاثي إلى الطريقة التي تنظم بها النظم التعليمية المحتوى وعملية تعلّمه، ويهدف إلى ضمان عدم تدريس الموضوعات التي تتطلب تفهماً عاماً للبلد والتعليم من خلال كل موضوع على حدة؛ بل إعطاء الموضوعات الشاملة للقطاعات أولوية عن المحتوى الخاص، مع ضرورة تطوير المناهج التربوية متعددة التخصصات التي تشجع الطلاب على إيجاد حلول لمشكلات الحياة الحقيقية (Opertti, 2017, p. 18).

وبوجه عام يجب أن تستند التنمية المستدامة إلى التعاون بين المعلمين من مختلف التخصصات، وكسر الحواجز بينها. فمن المهم النظر في معرفة النظم البشرية والإيكولوجية، وكذلك في سلسلة من الممارسات التي تمكن الطلاب من إعادة النظر في المعتقدات والفرضيات حول الطرائق التي يمكن من خلالها مشاهدة العالم، واستخدام مهارات التفكير النقدي لديهم لعلاج مشكلات العالم الذي يعيشون فيه، وتطوير الأفكار والمنتجات من أجل مستقبل مستدام. وينبغي اعتبار الطلاب في جميع مستويات التعليم منتجين للمعرفة بدلاً من مستقبلين لها كما كان الحال في الماضي (Opertti, 2017, p. 18).

وعلاوة على ما سبق، يجب تعليم التنمية المستدامة بطريقة تشجع الطلاب على طرح الأسئلة، والبحث عن إجابات للأسئلة الأساسية، وفحص إيجابيات وسلبيات الحلول المختلفة للمشكلات الواقعية التي تؤثر على المجتمع ككل ومكان إقامتهم. ويجب على المعلمين مساعدة الطلاب على فهم ما يرتبط بقضايا الاستدامة من تعقيد، بالإضافة إلى تشجيعهم على تحمل واجباتهم المدنية واستخدام إبداعاتهم

لتشكيل مستقبلهم. ويجب تعليم الاستدامة بطريقة تسمح بتغيير حياة الأفراد والمجتمعات بدلاً من التربية التي تعتمد على النقل الآلى المعرفة (Burns & Köster, 2016).

كما يعد الحوار البناء بين المجتمعات والنظم السياسية والتعليم عنصراً أساسياً في إعطاء الموضوعات الخاصة بالتنمية المستدامة أولوية في المناهج الدراسية من مرحلة الطفولة المبكرة وصولاً إلى إعداد المعلمين. وبالتالي يجب على جميع المواد الدراسية أن تتعامل مع هذه الموضوعات بطريقة متعددة التخصصات بالاستناد إلى رؤية إلى أين تتجه البلاد خلال العشرين سنة القادمة، وذلك لتشكيل الطلاب القادرين على بناء عالم مستدام ومجتمع حقيقي (Opertti, 2017, p. 18).

ولا شك فى أن ما تركته التنمية غير المستدامة من تأثير على سياسة التعليم على المستويات القومية والدولية قد دفع الأمم المتحدة إلى إعلان عقد التعليم من أجل التنمية المستدامة (2005 −2014) A Decade of Education for Sustainable Development بهدف تحقيق ما يلى (UNESCO, 2005, p. 6):

"دمج مبادئ وقيم وممارسات التنمية المستدامة في جميع جوانب التعليم والتعلم. وسوف يعزز هذا الجهد التعليمي التغييرات في السلوك التي ستخلق مستقبلاً أكثر استدامة من حيث السلامة البيئية، والقدرة على البقاء الاقتصادي، ومجتمع عادل للأجيال الحاضرة والمستقبلية".

ويشير ما سبق شرحه إلى ضرورة إعطاء الموضوعات الشاملة للقطاعات أولوية عن المحتوى الخاص، والاهتمام بتطوير المناهج التربوية متعددة التخصصات التي تشجع الطلاب على إيجاد حلول لمشكلات الحياة الحقيقية،

والحرص على تعليم التنمية المستدامة بطريقة تشجع الطلاب على طرح الأسئلة، والبحث عن إجابات لها، وفحص إيجابيات وسلبيات الحلول المختلفة للمشكلات الواقعية التي تؤثر على المجتمع ككل ومكان إقامتهم، وتشجيعهم على تحمل واجباتهم المدنية واستخدام أفكارهم ومهاراتهم وإبداعاتهم لتشكيل مستقبل مستدام. وهذا هو جوهر تعليم STEM، والذى يؤكد دوره المحورى فى توفير الاستدامة للمجتمعات، وهو ما سيتم تناوله تفصيليًا فى السطور التالية.

٢-دور تعليم (STEM) فى تحقيق التنمية المستدامة:

يبدأ الفهم المناسب لتعليم STEM بفحص المخرجات المستهدفة. وفى هذا الصدد يوصي مركز رابطة المحافظين الوطني لأفضل الممارسات The National Governor's Association Center for Best Practices بالأهداف الثلاثة التالية للتعليم من أجل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (The National Governor's Association Center for Best Practices, 2008, p. 16):

- تهيئة جميع الطلاب للتحديات والفرص المتوافرة في اقتصاد القرن الحادي والعشرين: فمن أجل التنافس في الاقتصاد العالمي، يجب أن يكون لدى الجيل القادم من الطلاب معرفة قوية بـ (STEM)، ويشمل ذلك فهم الرياضيات والعلوم والتكنولوجيا والهندسة، وحل المشكلات، ومهارات التفكير النقدي لتحقيق النجاح.
- تحسين تأثير النظام التعليمي وفعاليته الكلية؛ فالتعليم الجاد في مجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) يمكن أن يساعد في زيادة تحصيل الطلاب في مجالات متعددة؛ حيث يساعد على

تنمية مهارات التفكير النقدي والتحليلي، فضلًا عن الإسهام فى تنمية الاستعداد الجامعي والوظيفي لدى الطلاب.

- تزيد القوى العاملة المتعلمة في مجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات القيمة الإنتاجية والابتكارات إلى الاقتصاد؛ فالعاملون في هذه المجالات يخلقون ثقافة الابتكار في مجال الأعمال، ويشكلون مساهمين هامين في التنمية الاقتصادية.

وتهدف التخصصات الأربعة لتعليم STEM إلى ما يلى (Khadri, 2014, p. 284):

- **العلوم: Science** يطور تدريس العلوم قدرة الطلاب على استخدام المعرفة العلمية (في الفيزياء والكيمياء والعلوم البيولوجية وعلوم الأرض / الفضاء) والعمليات ليس فقط لفهم العالم الطبيعي، ولكن أيضًا للمشاركة في القرارات التي تؤثر عليه (في ثلاثة مجالات رئيسية – العلوم في الحياة والصحة، والعلوم في الأرض والبيئة، والعلوم في مجال التكنولوجيا).
- **التكنولوجيا: Technology** يطور تعليم التكنولوجيا قدرة الطلاب على استخدام التكنولوجيا وإدارتها وفهمها وتقييمها. فيجب أن يعرف الطلاب كيفية استخدام التقنيات الجديدة، وفهم كيفية تطوير هذه التقنيات، وأن يكون لديهم مهارات لتحليل كيفية تأثير التقنيات الجديدة علينا وعلى أمتنا والعالم ككل.
- **الهندسة: Engineering** ينمى التعليم الهندسي فهم الطلاب لكيفية تطوير التقنيات من خلال عملية التصميم الهندسي (التطبيق المنهجي والإبداعي للأساسيات العلمية والرياضية). وتستند الدروس إلى

المشاريع وتدمج مواضيع متعددة، مما يجعل المفاهيم الصعبة ذات صلة وملموسة للطلاب ومتسقة مع الاهتمام الطبيعي للطلاب في حل المشكلات.

- **الرياضيات: Mathematics** ينمى تعليم الرياضيات قدرة الطلاب على تحليل الأفكار، وتفسيرها، وتوصيلها بفعالية أثناء طرحهم لحل المشكلات الرياضية في العديد من المواقف، وصياغتها وحلها وتفسيرها.

وتعتمد التنمية المستدامة على فكرة أن ازدهار الحياة البشرية لا يمكن أن يتحقق من خلال الحلول التكنولوجية أو التنظيمات السياسية أو الأدوات المالية وحدها، كما تم الإشارة فى عقد الأمم المتحدة للتعليم من أجل التنمية المستدامة (٢٠٠٥- ٢٠١٤)، والذى أكد على الآتى :(UNESCO, 2014, p. 16)

"لا يمكن تحقيق التنمية المستدامة عن طريق الحلول التكنولوجية أو التنظيم السياسي أو الأدوات المالية وحدها. فنحن بحاجة إلى تغيير الطريقة التي نفكر ونتصرف بها"

ويتطلب ذلك توفير التعليم الجيد، والتعليم من أجل التنمية المستدامة على جميع المستويات وفي جميع السياقات الاجتماعية، والذى يهدف إلى تمكيننا من مواجهة التحديات العالمية الحالية والمستقبلية بشكل بناء وخلاق وإنشاء مجتمعات أكثر استدامة ومرونة، كما يهدف إلى تطوير المعارف والكفاءات، وخاصة وجهات النظر العالمية اللازمة لتمكين الأفراد من الإسهام في أنماط معيشة أكثر استدامة للجميع وسلامة النظم الإيكولوجية. ويربط التعليم من أجل التنمية المستدامة بين التفكير البيئي والاجتماعي والاقتصادي، مع التركيز الموسع على التفكير المتكامل

والشامل والمستقبليات، والعدالة البيئية والاجتماعية، وذلك بالاعتماد على التفكير النظامي والتعاون والأخلاق والقيم والتفكير النقدي والتعلم مدى الحياة (Smith & Watson, 2016, p. 5).

وتجدر الإشارة إلى أن الطلب على العمال المؤهلين يرتبط ارتباطًا وثيقًا بالتنافسية العالمية (World Economic Forum, 2014). وعلاوة على ذلك، وعلى المستوى العالمي هناك نقص في العاملين في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، خاصة فيما يتعلق بالنساء المؤهلات للعمل كفنيات أو باحثات في هذه المجالات، كما أن هناك عددًا متزايدًا من الطلاب الذين يسعون للحصول على شهادات جامعية في مجالات أخرى غير STEM (UNESCO, 2015a).

ويدعو هذا الموقف إلى تعزيز تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، ولتحقيق ذلك تم تحديد ستة جوانب أساسية ينبغى التركيز عليها، ممثلة فيما يلى:

أولاً: ينبغي أن يتماشى تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات مع رؤية للتنمية الوطنية ذات أهداف وغايات محددة. فعلى سبيل المثال يتمثل الهدف بالنسبة لماليزيا، والتي تعد واحدة من الدول الرائدة في العالم في تعليم STEM في خلق ١,٣ مليون وظيفة ترتبط بمجالات STEM في قطاعات مختلفة من الاقتصاد، هدفها النهائي هو أن تصبح دولة متقدمة بحلول عام ٢٠٢٠.

ثانيًا: ينبغي النظر إلى تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من منظور التعلم مدى الحياة، وبالتالي اعتباره عنصرًا أساسيًا في المواطنة والكفاءات الحياتية اللازمة لاتخاذ إجراءات مستنيرة في المجتمع. ويجب أن يتلقى الجميع

تدريباً في مجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لمساعدتهم على فهم الدور النشط والقيام به في بناء عالم أخضر من خلال المدن والتكنولوجيا الخضراء.

ثالثًا: ينبغي تشجيع تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات كمجال للدراسة في المدارس الثانوية، ولا سيما في السنوات الأخيرة. ولقد أدخلت عدة بلدان من بينها ماليزيا نظام الحصص بهدف الوصول إلى نسبة ٦٠٪ من التحاق طلاب المدرسة العليا بفروع STEM (من ١٠ إلى ١٢ سنة). ومن الأنسب تصميم مسارات التعلم استنادًا إلى موضوعات تتعلق باهتمامات الشباب، مثل أنماط الحياة الصحية والبرمجة وتغير المناخ.

رابعًا: يجب أن يكون المجتمع وخاصة المجتمعات المحلية على دراية بدور تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في تطوير المواطنين الأكفاء، وكذلك كيفية إستثارة الفضول من سن مبكرة جدًا كمحرك لعملية التعلم (Opertti, 2017, p. 19).

خامسًا: : يجب اعتبار تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات استراتيجية تعليمية تبرز الاستخدام المتكامل والحاسم والاستباقي للمعرفة والمهارات والقيم التي تدعو إليها تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لمساعدة الطلاب على مواجهة مشكلات العالم الحقيقي؛ حيث يقوم الطلاب بإنشاء واستخدام المعرفة لتطوير مهاراتهم المعرفية وغير المعرفية أثناء التفاعل مع الآخرين والتصرف بشكل جماعي.

سادسًا: إن مفتاح تعزيز تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات يكمن في وجود وتشجيع المعلمين الملتزمين والمهنيين والمنفتحين على النظر إلى كل طفل كبذرة للإبداع. ويواجه المعلمون تحديًا هائلاً يتمثل في ربط مواضيع

STEM بحياة طلابهم، فضلاً عن شرح المفاهيم والأفكار بصرامة ووضوح من خلال توفير الفرص المختلفة لطلابهم لمعرفة كيف يؤثر ما يتعلموه على تطويرهم كأشخاص ومواطنين .(UNESCO, 2017).

ولا شك فى أن ما سبق يبرز أهمية ودور تعليم STEM فى تعزيز التنمية المستدامة بما يتضمنه من حل المئات من هذه التحديات العالمية والمحلية على مدار ١٢ عامًا من الدراسة التي تؤدي إلى التخرج من المدارس العليا، وهي تحديات تزداد صعوبة مع تقدم عمر الأطفال، والأطفال الذين هم على استعداد للحياة بهذه الطريقة سيكونون أكثر قدرة على حل كثير من المشكلات في مواقع العمل، مع قدراتهم على القيام بدور فى المنافسة في الاقتصاد العالمي. والأهم من ذلك أنهم سيكونون أشخاصًا أكثر عقلانية قادرين على إصدار أحكام رشيدة لأسرهم ومجتمعاتهم وأمتهم (Mohr-Schroeder, Cavalcanti & Blyman, 2015, p. 12).

٣- تعليم STEM (النموذج الأمريكى):

(١) تعليم STEM- نظرة تاريخية:

منذ ما يقرب من ٦٠ عامًا في الخامس من أكتوبر عام ١٩٥٧، تسبب إطلاق القمر الصناعي الروسي سبوتنك (Sputnik Satellite) في إثارة ضجة عميقة في الولايات المتحدة، تأججت بسبب الخوف من التراجع والطبيعة التنافسية للولايات المتحدة، الأمر الذى دفع الرئيس الأمريكى أيزنهاور في خطابه الشهير بعد إطلاق سبوتنك إلى تحدى الأمريكيين بدعوتهم إلى التحرك بقوله (Eisenhower, 1957, p. 7):

"يمتلك الاتحاد السوفيتي الآن – في فئة العلماء والمهندسين مجتمعة – عددًا أكبر من الولايات المتحدة. وينتج الخريجين في هذه المجالات بمعدل أسرع بكثير. . . لذا فنحن نحتاج العلماء في السنوات العشرة المقبلة. إنهم (مستشارى الرئيس) يقولون إننا بحاجة إليهم بالآلاف أكثر مما نخطط له الآن. ويمكن للحكومة الفيدرالية التعامل مع القضية بمفردها، لكن يجب على كل جهة أن تقوم بدورها وستفعله. فالمهمة تعاونية. ويجب على الحكومات الفيدرالية وحكومات الولايات والحكومات المحلية ومواطنينا بالكامل القيام بدورهم".

وعلى الفور تم تشكيل الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) the National Aeronautics and Space Administration (NASA) في عام ١٩٥٨. ومن خلال النمو السريع والنجاح لبرنامج الفضاء سرعان ما برزت الولايات المتحدة كرائد عالمي في عدد الطلاب الذين حصلوا على درجات الهندسة، ووصل عدد الخريجين في منتصف الثمانينات إلى ٨٠٠٠٠ خريج سنويًا، وذلك وفقًا للجنة القوى العاملة الهندسية (Mohr-Schroeder, Cavalcanti & Blyman, 2015, p. 5).

وكحافز لمواصلة جهود الإصلاح بما في ذلك الجهود التي تركز على تطوير مهارات التفكير النقدي وحل المشكلات بدلاً من حفظ الحقائق واستظهارها، قامت اللجنة الوطنية للتميز في التعليم في إدارة ريجان The Reagan Administration's National Commission on Excellence in Education بنشر تقرير "أمة في خطر A Nation at Risk" فى عام (١٩٨٣). بعد ذلك بفترة وجيزة وفي عام ١٩٨٥(عام اقتراب مذنب هالي من الأرض) أنشأت الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم (AAAS) مشروع ٢٠٦١ (العام الذي سنرى فيه عودة مذنب هالي)؛ والذى حدد العوامل التي من شأنها أن تعد مجموعة من

متعلمي العلوم، ونتج عنه أن تم فى عام (1989) إصدار مرجع العلوم لجميع الأمريكيين Science for All Americans، وكذلك المعايير اللاحقة لمحو الأمية العلمية التي لا تزال تستخدم على نطاق واسع حتى اليوم (American Association for the Advancement of Science, 1990).

وعلى الرغم من أن الدعوة إلى العمل في تعليم STEM قد ازدادت بعد إطلاق سبوتنك عام ١٩٥٧، إلا أن للولايات المتحدة تاريخًا حافلًا في إدراك أهمية القضايا العلمية والظواهر والأبحاث التي يعود تاريخها إلى "المؤتمر الأول The First Congress" (Teaching American History, 2019)، والرسالة السنوية الأولى للرئيس جورج واشنطن إلى الكونغرس حول حالة الاتحاد في ٨ يناير ١٧٩٠، والتي دعا فيها الكونغرس إلى تعزيز المعرفة العلمية بقوله (Miller Center, 2019):

"كما أنني لست أقل إقتناعًا بأنك سوف تتفق معي في الرأي القائل بأنه لا يوجد شيء يمكن أن يستحق رعايتك أفضل من الترويج للعلوم والأدب. فالمعرفة في كل بلد هي أضمن أساس للسعادة العامة. وتمثل أحد التدابير التى تكون من خلالها الحكومة انطباعاتها على الفور من شعور المجتمع ومجتمعنا يجب أن يكون كذلك".

"ولا يزال الدافع وراء القدرة على المنافسة والتفوق على شركائنا الدوليين مستمرًا حتى اليوم. فبعد مرور خمسين عامًا على سبوتنك و٢١٩ عام بعد خطاب حالة واشنطن الذي ألقاه الرئيس واشنطن، لا يزال الكونغرس والشعب الأمريكي مدعوين إلى أن يكونوا ابتكاريين وقادرين على تحقيق إنجازات في العلوم والرياضيات. كما دعا الرئيس أوباما الأمريكيين إلى تجديد هذه المهمة منذ ما يقرب من ٦٠ عامًا في خطاب "حالة الاتحاد لعام ٢٠٠٩" بقوله (The White House, 2009):

"لن نلتقي فحسب؛ بل سنتجاوز المستوى الذي تم تحقيقه في ذروة سباق الفضاء من خلال السياسات التي تستثمر في البحوث الأساسية والتطبيقية، وخلق حوافز جديدة للابتكار الخاص، وتعزيز الاختراقات في مجال الطاقة والطب، وتحسين التعليم في الرياضيات والعلوم. ... من خلال هذا الالتزام سينتقل الطلاب الأمريكيون ... من الوسط إلى القمة في العلوم والرياضيات على مدار العقد المقبل – لأننا نعرف أن الأمة التي تعلمنا اليوم ستقودنا غدًا".

وجدير بالذكر أن السياسة قد لعبت دورًا محوريًا فى تاريخ تعليم STEM، وبخاصة فى خلال السنوات العشرة الماضية؛ حيث إنها قد أثرت بشكل كبير على كيفية رؤيتنا لهذا النوع من التعليم اليوم. ففى خلال فترة رئاسته لمنصب الرئيس، أقر باراك أوباما وإدارته مبادرتين محددتين لتحسين التعليم والتعلم فى STEM، أطلقت المبادرة الأولى (تعلم لتبدع Educate to Innovate) في عام ٢٠٠٩، تلاها إطلاق مبادرة (غير المعادلة Change the Equation) في عام ٢٠١٠. وكانت الأخيرة بمثابة دعوة محددة لمجتمع الأعمال ليصبح أكثر مشاركة في تعليم STEM (The White House, 2010)، والتي كانت أيضًا إحدى أهداف المبادرة الأولى. وكان من بين الأهداف الأخرى التى تضمنتها المبادرة الأولى: زيادة التنوع في مجالات ووظائف STEM، وتحسين جودة معلم STEM، وحث الحكومة على زيادة الاستثمارات في تعليم STEM على المستوى الفيدرالي (Burke & McNeill, 2011, p.2). ومن بين الطرائق التي عمل بها الرئيس أوباما لتوفير قوة عاملة أكثر فعالية وتنوعًا في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من أجل مستقبل الولايات المتحدة، الاستثمار في تحسين تعليم STEM في مرحلة ما قبل التخرج بما يؤثر بشكل إيجابي على الأجيال القادمة (Mohr-Schroeder, Cavalcanti & Blyman, 2015, p. 6).

وكجزء من مبادرة الابتكار الأمريكية Innovation America Initiative، أصدرت رابطة المحافظين الوطنية (NGA) دليلًا إرشاديًا للمسئولين عن التعليم حول وضع أجندة العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في فبراير ٢٠٠٧. أوصى الدليل بأن يقود الحكام الجهود في ولاياتهم من أجل تحقيق ما يلى (The National Governor's Association Center for Best Practices, 2008, p.1):

- تكييف معايير الولاية والخاصة بالتعليم من رياض الأطفال وحتى المستوى الثانى عشر والتقييمات والمتطلبات الخاصة باحتياجات التعليم ما بعد الثانوى وسوق العمل ما بعد المدرسة الثانوية والقوى العاملة، مع ما يجب أن يعرفه خريجو المدارس العليا وما يستطيعون القيام به.
- دراسة وزيادة القدرة الداخلية للولاية لتحسين عمليتى والتعلم، بما في ذلك التطوير المستمر لنظم البيانات ووضع نماذج جديدة لزيادة جودة التدريس فى هذا المجال.
- تحديد أفضل الممارسات في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) وجعلها واسعة النطاق، بما في ذلك المدارس المتخصصة والمناهج الفعالة ومعايير التعليم المهني والتقني (CTE) الذي يعد الطلاب للمهن المرتبطة بمجالات (STEM).

وتعد هذه التوصيات السياسية بمثابة أداة لدعم الولايات في الوصول إلى هدف تخريج كل طالب من المدرسة العليا مزودًا بالمعرفة الأساسية في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، والكفايات اللازمة للنجاح في التعليم بعد

الثانوي والعمل. وهذا يتطلب من المدارس تقديم مقررات صارمة فى الرياضيات لكل طالب تؤكد على كيفية إسهام الرياضيات والعلوم والتكنولوجيا فى تشكيل عالمنا، وتركز على فكرة أن يعمل أعضاء هيئة التدريس والطلاب "خارج جدران المدرسة" للبحث عن حلول لمشكلات العالم الحقيقي. وعلى هذه المدارس أن تقوم بإعداد جميع الطلاب للنجاح بعد المدرسة العليا، بغض النظر عما إذا كانوا متخصصين في حقول (STEM) أم لا (The National Governor's Association Center for Best Practices, 2008, p. 1).

ومن قبل الرئيس أوباما، وافق الرئيس جورج دبليو بوش على مبادرة التنافسية الأمريكية The American Competitiveness Initiative لعام (٢٠٠٦)، التي كانت لها أهداف مماثلة لتلك الخاصة بمبادرات الرئيس أوباما. وتهدف مبادرة التنافسية الأمريكية إلى تحسين أداء الرياضيات والعلوم في الولايات المتحدة من أجل جعلها رائدة على مستوى العالم في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات. وتنطوى دعوة العمل هذه تحديداً على تدريب المزيد من معلمي الرياضيات والعلوم من ذوي المؤهلات العليا، وزيادة عدد المشاركين في الابتكار، وتقديم منح إضافية للمدارس لتشجيعهم على تبني وتنفيذ البحوث القائمة على مناهج الرياضيات بشكل أسرع (Bush, 2006).

وبالإضافة لما سبق شهدت السنوات الثلاثون الماضية صدور العديد من التقارير التي تدعو إلى إجراء تغييرات كبيرة وتوسعات وفرص وتحسينات في تعليم STEM، نشأت عنها العديد من المبادرات الكبرى التى أدت إلى التركيز على التعريف الدقيق لتعليم STEM، وما يرتبط به من عوامل التدريس الفعال، والتى شملت:

- المعايير الأساسية للولاية والخاصة بالرياضيات وتعلم العلوم (Council of Chief State School Officers [CCSSO], 2019).
- إطارًا عامًا لتعليم العلوم من رياض الأطفال وحتى المستوى الثانى عشر (National Research Council [NRC], 2012) ومعايير علوم الجيل التالي .(NGSS Lead States, 2013)
- اتحادات التقييم التي تهدف إلى وضع تقييمات تتوافق مع المعايير الجديدة.
- المدارس التي تركز على العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وشبكات شراكة STEM (على سبيل المثال: شبكة أوهايو لتعلم Ohio STEM Learning Network STEM، وتعليم STEM بواشنطن (Washington STEM (Mohr-Schroeder, Cavalcanti & Blyman, 2015, p. 4).

وبالرغم مما سبق سرده من تاريخ الاهتمام بتعليم STEM، إلا أن الدراسات والتقارير أكدت على أن الولايات المتحدة الأمريكية قد فشلت في جذب اهتمام الشباب بالأفكار العلمية والرياضية؛ وهذا ما أشار إليه جون جلين (٢٠٠٠) في مقدمة التقرير الوطني "قبل أن يفوت الأوان Before It's Too Late"؛ حيث لخص حالة تعليم الرياضيات والعلوم في جميع أنحاء البلاد بقوله .US): Department of Education, 2000)

"نحن نفشل في جذب اهتمام شبابنا بالأفكار العلمية والرياضية. نحن لا نعلمهم بمستوى الكفاءة الذي سيحتاجون إليه ليعيشوا حياتهم ويعملون في وظائفهم بشكل منتج. والأسوأ من ذلك كله أننا لا نتحدى مخيلتهم بعمق كافٍ".

ووفقًا لمؤشرات العلوم والهندسة التابعة للمجلس الوطني للعلوم، انخفض معدل الالتحاق ببرامج الهندسة والعلوم بالمرحلة الجامعية في الولايات المتحدة منذ الثمانينات(Glenn Commission, 2000) ، مما يؤكد أن هناك حاجة مستمرة لزيادة معدلات الالتحاق بهذه المجالات. وبذلك يمكن القول بأن العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) أصبحت أساسية بشكل متزايد للقدرة التنافسية الاقتصادية والنمو في الولايات المتحدة (Pecen, Humston, & Yildiz, 2012, p. 62) .

وفي الآونة الأخيرة قدم مجلس العلوم القومى The National Science Board (NSB) خطة عمل لمعالجة القضايا الملحة في تعليم STEM بالولايات المتحدة. وفي خطة العمل هذه حدد المجلس الإجراءات ذات الأولوية التي يجب أن يتخذها جميع أصحاب المصلحة الذين يعملون معًا بشكل تعاوني لتحقيق تحسينات قابلة للقياس في نظام تعليم STEM في الولايات. وخلص المجلس إلى أن الأمة تفشل في تلبية الاحتياجات التعليمية لطلاب STEM في الولايات المتحدة، والتي لها آثار خطيرة على القوى العاملة العلمية والهندسية في القرن الحادي والعشرين. وأشار مجلس الإدارة إلى أن معالجة هذه القضية أمر ضروري للغاية للنجاح الاقتصادي المستمر للولايات المتحدة وأمنها القومي. ووفقًا لتقرير مجلس الإدارة يجب أن يكون لدى جميع المواطنين الأمريكيين المعرفة العلمية والتكنولوجية والرياضية الأساسية لاتخاذ خيارات شخصية مستنيرة، وأن يكونوا ناخبين مثقفين، وأن يزدهروا في السوق العالمية التكنولوجية المتزايدة. وكإجراء أخير، أوصى مجلس العلوم القومى بالإجراءات التي تضمن أن يتم تعليم الطلاب من قبل معلمي STEM المجهزين جيدًا والفعالين. وتتضمن هذه التوصيات: استراتيجيات لزيادة عدد هؤلاء المعلمين، وتحسين جودة إعدادهم من خلال: (أ) وضع استراتيجيات

لتعويض معلمي STEM وفقًا لأسعار السوق، (ب) توفير الموارد لإعداد معلمي STEM في المستقبل، (ج) زيادة فرص نقل معلمى STEM بين المناطق من خلال وضع معايير لشهادات معلم STEM الوطنية، (د) إعداد المعلمين لتدريس محتوى STEM على نحو فعال (National Science Board, 2007, p. 2).

ونظرًا للحاجة الواضحة للقوى العاملة في مجال الهندسة والعلوم في المستقبل القريب، فإن أعدادًا كبيرة من المعلمين في الكليات قاموا بالترويج للأنشطة للمساعدة في زيادة التحاق الطلاب في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات .(Pecen, Humston, & Yildiz, 2012, p. 62)

بالإضافة إلى لجنة غلين، يعتقد باحثون آخرون أن جزءًا من المشكلة الأساسية لتعليم STEM هو عدم وجود تعريف واضح لما يجب أن يتم إنجازه من هذا التعليم. ووفقًا للانتز (٢٠٠٩) كانت هناك محاولات لتحديد النتائج المرجوة لتعليم STEM، بما في ذلك التوصيات الأربع التي حددتها الأكاديمية الوطنية للعلوم والأكاديمية الوطنية للهندسة ومعهد الطب، والتى ركزت على تحديد وظيفة تعليم STEM ولكنهم لم يفعلوا الكثير لوصف كيف ينبغي أن يكون (شكله) في الفصل الدراسي (Lantz, 2009, p. 3). وأوضح موريسون (٢٠٠٦) أن الطلاب يجب أن يكونوا قادرين على: حل المشكلات، والإبداع، والاختراع، والاعتماد على الذات، والتفكير المنطقي، والقراءة والكتابة من الناحية التكنولوجية Morrison, (2006, pp. 2-3).

(٢) أهمية تعليم STEM فى الولايات المتحدة:

يحمل تعليم (STEM) العديد من الفوائد للأفراد وللأمة ككل. وفى هذا الصدد أوضح نورمان أوغسطين Norman Augustine في أحد العروض

الافتتاحية أنه من بين العوامل التي تميز هذا النوع من التعليم عن غيره من فروع الدراسة الأكاديمية أن تعلم مواضيع (STEM) هام للرفاهية الشخصية لكل مواطن وللقدرة التنافسية للبلاد في الاقتصاد العالمي. ولقد أوضح أوجستين فى دراسات مختلفة أن ما بين ٥٠% و ٨٥% من النمو فى الناتج المحلي الإجمالي للولايات المتحدة على مدار الخمسين عامًا الماضية يعزى إلى التقدم في العلوم والهندسة. كما سلطت لجنة الأمن الوطني فى تقريرها الصادر في أوائل عام ٢٠٠١ الضوء على أكبر تهديد يواجه البلد وهو الفشل في إدارة النظام التعليمي بشكل صحيح والاستثمارات في البحث (Beatty, 2011, p. 3).

ولقد استعرض تقرير "تجاوز الخطر المدقع Rising Above the Gathering Storm" الذى أصدرته الأكاديميات الوطنية للعلوم والهندسة والطب فى عام (٢٠٠٧) العوامل التي تؤثر على القدرة التنافسية للولايات المتحدة، وأوصى بالأهمية القصوى لتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (The National Academy of Sciences, The National Academy of Engineering, and The Institute of Medicine, 2007). كما أشار تقرير آخر للأكاديميات صدر فى عام (٢٠١٠) إلى بعض الأسباب التي تدفع الولايات المتحدة إلى تحسين هذا النوع من التعليم؛ فأمريكا كما أشار التقرير يجب أن تكون الأولى فى كل شىء، لكن الواقع يشير إلى أنها تحتل المرتبة السادسة بين الدول المتقدمة في القدرة التنافسية المبنية على الابتكار، والمرتبة الحادية عشرة فى نسبة الشباب الذين تخرجوا من المدرسة العليا، والمرتبة الثامنة والأربعين في جودة تعليم العلوم الرياضيات (The National Academy of Sciences, The National Academy of Engineering, and The Institute of Medicine, 2010, pp. 6-9).

واستنادًا إلى هذه البيانات وغيرها من الأدلة على أن الولايات المتحدة موقفها ضعيف فى المقارنات الدولية، أوصت الأكاديمية الوطنية للعلوم والأكاديمية الوطنية للهندسة ومعهد الطب فى تقريرها الصادر فى عام (٢٠٠٧) بالتركيز على تحسين تعليم STEM؛ وسلطت الضوء علي الاهتمام الأبوي، والدعم، والمعلمين المؤهلين، وغيرها من العناصر الأساسية المكونة لتعليم (STEM) (The National Academy of Sciences, The National Academy of Engineering, and The Institute of Medicine, 2007).

(٣) أهداف تعليم STEM فى الولايات المتحدة:

وفى إطار ما سبق يهدف تعليم STEM فى الولايات المتحدة إلى تحقيق ما يلى (Kennedy & Odell, 2014, p. 249; The National Academy of Sciences, The National Academy of Engineering and the Institute of Medicine, 2011, pp. 4-5):

- توسيع عدد الطلاب الذين يسعون في نهاية المطاف إلى الحصول على درجات متقدمة ومهن في حقول العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وتوسيع مشاركة الإناث والأقليات في تلك المجالات.
- توسيع قاعدة القوى العاملة الماهرة من دارسى (STEM)، وتوسيع نطاق مشاركة الإناث والأقليات في تلك القوى العاملة.
- توفير التعليم في مجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لجميع الطلاب، بما في ذلك الطلاب الذين لا يرغبون فى ممارسة المهن المرتبطة بهذا المجال أومواصلة الدراسة فى نظام (STEM).

وسعيًا نحو تحقيق هذه الأهداف نشأت العديد من المدارس والبرامج المتخصصة التي تركز على العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات يتم عرضها فيما يلى.

(٤) أنواع المدارس التى تقدم تعليم STEM فى الولايات المتحدة:

يتم تقديم تعليم STEM من خلال العديد من المدارس، والتى تشمل (Beatty, 2011, pp. 7-8):

- *مدارس STEM الانتقائية*: Selective STEM-Focused Schools

والتي يتم تنظيمها حول تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، ولها معايير قبول محددة، وتخدم فقط الطلاب ذوي الدافعية والقدرة العالية، وتركز على إعدادهم لاستكمال الدراسة الطموحة بعد المدرسة العليا والمهن المرتبطة بتخصصات (STEM).

- *مدارس STEM الشاملة*: Inclusive STEM-Focused Schools

هذه المدارس ليس لديها متطلبات محددة للقبول، ولكنها تقدم التخصص في واحد أو أكثرمن مجالات (STEM). والكثير من هذه المدارس يهدف إلى مساعدة الطلاب من الفئات المهمشة بإعدادهم للدراسة الجامعية والالتحاق بمهن (STEM).

- *مدارس STEM للتعليم المهنى والتعليم الفنى:* STEM-Focused Career and Technical Education (CTE)

وتركز على المقررات القائمة على التطبيقات. ويمكن أن تقدم برامجها في المدارس العليا كما هو الحال في البرامج التى تقدمها الأكاديميات المهنية في المدارس العليا الشاملة، أو في المراكز الإقليمية التي تخدم العديد من المدارس. ولقد تم تصميم هذه البرامج لإعداد الطلاب لمجموعة واسعة من وظائف (STEM)، وتركز في كثير من الأحيان على إلحاق الطلاب المعرضين لخطر التسرب من المدرسة.

- *برامج STEM في المدارس الشاملة غير المتخصصة في تخصصات STEM:* STEM Programs in Comprehensive Schools that are not STEM-Focused

غالبية المدارس فى الولايات المتحدة مدارس شاملة، وبالتالي فهم يعدون العديد من الطلاب للعمل بوظائف (STEM). وتقدم العديد من هذه المدارس دورات دراسية متقدمة من خلال برامج التنسيب المتقدم و البكالوريا الدولية، بالإضافة إلى فرص أخرى للطلاب ذوي الدوافع العالية.

وفيما يلى عرض لكل نمط من هذه الأنماط مصحوبًا بمثال توضيحى:

- **مدارس STEM الانتقائية:** Selective STEM Focused Schools

هى عبارة عن مدارس عليا لها معايير محددة فى القبول، تقبل فى العادة أعدادًا قليلة من الطلاب الموهوبين، وتندرج تحت أربعة أنواع: (المدارس الداخلية بالولاية State Residential Schools– المدارس المستقلة Stand–Alone Schools– المدارس داخل مدارس Schools Within Schools– مراكز إقليمية بدورات لمدة نصف يوم Regional Centers with half Day Courses).

ولتوفير تعليم عالى الجودة بهذه المدارس لإعداد الطلاب حتى يتمكنوا من النجاح فى التخصصات المرتبطة بمجالات (STEM)، يتم توفير خبراء من المعلمين، ومناهج متقدمة، ومعدات مختبرية متطورة، والتلمذة الصناعية مع العلماء، كما توفر المدارس للمعلمين التنمية المهنية والبرامج الإضافية المساندة (Erdogan & Stuessy, 2015, p. 81). وفيما يلى عرض لأحد الأمثلة على هذه المدارس (مدرسة نورث كارولينا للعلوم والرياضيات).

مدرسة نورث كارولينا للعلوم والرياضيات: North Carolina School of Science and Mathematics

هى أول مدرسة عليا عامة سكنية مختلطة من نوعها متخصصة فى تعليم الموهوبين أكاديميًا تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (North Carolina School of Science and Mathematics, 2019). ولقد أنشئت في عام ١٩٧٨. وفي عام ٢٠٠٧ أصبحت جزءًا من جامعة نورث كارولينا. وتخدم المدرسة طلاب الصف الحادي عشر والثاني عشر، وتقبل طلاب الولاية فقط، وتتم عملية القبول فى ضوء تشريعات الولاية؛ حيث يرتكز معيار القبول على اهتمام الطلاب بالعلوم والرياضيات، ودرجات الاختبارات الموحدة، والأداء الأكاديمي، والمقالات، والمواهب الخاصة، والإنجازات، والأنشطة اللامنهجية. ولا تفرض على الطلاب رسومًا دراسية؛ فالمدرسة تعد مؤسسة غير هادفة للربح. ويقتصر عدد المقبولين على ٦٨٠ طالب. وفى العام الدراسى ٢٠١٠/٢٠١١ اشتمل التركيب العرقي والإثنى للطلاب على: (البيض، والسود، وأصل أسبانى، والجزر الأسيوية/ الباسيفيكى، والأمريكيين الأصل). ويلتحق أكثر من ٩٩% من خريجي هذه المدرسة بالجامعات فى العام الذى يلى عام التخرج مباشرة، وعدد قليل من الطلاب الذين لا

يفعلون ذلك عادة ما يختارون القيام بالعمل التطوعي أو تأجيل الجامعة للعام التالى (The National Academy of Sciences, The National Academy of Engineering and The Institute of Medicine, 2011, p. 10).

ومن المزايا الرئيسية للبرنامج توفير فرصة للطلاب من كل جزء من الولاية لمواصلة التعلم المتقدم، والتعامل مع مجموعة من الطلاب يجمعهم الحماس والدافعية لدراسة العلوم والرياضيات. والمدرسة لديها برنامج لاختيار الطلاب قبل الالتحاق. وتشجع المدرسة الطلاب على التعاون، والقيام بعمل الأبحاث، والعمل مع المرشدين. ولأن المدرسة تقع فى منطقة المثلث البحثى لجامعة نورث كارولينا، فيعد ذلك بمثابة مورد ثري للبحث بالنسبة للطلاب أثناء العام الدراسى وبرامج التدريب فى الصيف. ولما كان الهدف من تأسيس المدرسة ليس فقط تقديم نموذج لمدخل جديد فى التعليم؛ بل أيضًا دعم الأهداف الاقتصادية للولاية من خلال إمدادها بالعمال المؤهلين تأهيلًا عاليًا، لذا فإن نسبة ٦٣% من خريجى المدرسة يعودون للعيش والعمل فى الولاية بعد التخرج (Beatty, 2011, pp. 8-9).

وكجزء من مهمة التوعية، توفر المدرسة خدمات للطلاب بالولاية من خلال دورات التعليم من بعد وأنشطة الإثراء. وتخدم المدرسة أكثر من ٩٠٠ طالب من طلاب المدارس العليا بالولاية كل فصل دراسى من خلال الرياضيات المتقدمة والعلوم والعلوم الإنسانية، وذلك عبر الإنترنت ودورات الفيديو كونفرانس. كما تخدم المدرسة ٢٠٠٠ طالب من خلال الأنشطة الإثرائية التى تقدمها عبر الفيديو كونفرانس. وتوفر أيضًا التنمية المهنية فى العلوم والرياضيات للمعلمين من جميع أنحاء الولاية (The National Academy of Sciences, The National Academy of Engineering and The Institute of Medicine, 2011, p. 10).

- **مدارس STEM الشاملة**: Inclusive STEM-Focused Schools

تمثل نمطًا جديدًا من المدارس العامة التى تقدم خدماتها لجميع الطلاب، وليس لها معايير قبول محددة، ولكنها تقبل جميع الطلاب الراغبين فى دراسة مجالات STEM (وبخاصة الفئات المهمشة) بالاستناد إلى اهتماماتهم، بصرف النظر عن درجاتهم الأكاديمية (Means, et al. 2017; Peters-Burton, et al., 2014, pp. 64- 65). وتسعى هذه المدارس إلى تطوير مهارات الطلاب فى العلوم والرياضيات حتى يتمكنوا من المشاركة فى النمو الاقتصادى. ويفضل الطلاب الالتحاق بها للعديد من الأسباب منها: البيئة الآمنة، والمعلمون المهرة، وبرامج الإعداد للجامعة، والبيئة الغنية بالتكنولوجيا (Erdogan & Stuessy, 2015, p. 82; The National Academy of Sciences, The National Academy of Engineering and The Institute of Medicine, 2011, p. 11). ومن الأمثلة عليها مدرسة مانور نيوتيكنولوجى.

مدرسة مانور نيوتيكنولوجى: Manor New Technology

افتتحت بالقرب من أوستن– تكساس في عام ٢٠٠٧ باعتبارها واحدة من أكاديميات ولاية تكساس الرسمية للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM). وتخدم المدرسة الطلاب فى الصفوف من ٩–١٢ بهدف تحقيق التفوق في مجتمع متقدم تكنولوجيًا قائم على المعلومات. ويشجع برنامجها التعليمى الطلاب على تطوير مهارة حل المشكلات، والمهارات الشخصية، وتزويدهم بالمرونة التي يحتاجون إليها للنجاح في عالم سريع التغير والتنافسية. ويرتكز المنهج على التكنولوجيا الحديثة، والمشاركة المجتمعية، وحل المشكلات، وتدريس المقررات بصورة متكاملة والتعليم المتكامل للتخصصات، والاهتمام بالرؤى العالمية التى تهتم بكيفية إدارة مجتمع تعليمى تعاونى متمحور حول الطالب. وتستخدم المدرسة نموذجًا

يتسم بثلاث سمات أساسية (Manor New Technology High School, 2019):

- استخدام التعلم القائم على المشاريع كنهج تعليمي للتدريب على المشاركة والتعاون.
- استخدام التكنولوجيا المتكاملة عبر المناهج الدراسية.
- خلق ثقافة مدرسية مبنية على الثقة والاحترام والمسؤولية.

وتقبل المدرسة كل المستويات الاقتصادية؛ ففى العام الدراسى ٢٠٠٩/٢٠١٠ سجل الطلاب من الفئات المحرومة اقتصاديًا حوالي ٥٦%من الطلاب، واشتمل الطلاب المقبولون فى المدرسة الفئات الإثنية والعرقية التالية: (البيض، والسود، وأصل أسباني، وأصل آسيوي / جزر المحيط الهادئ). وترتكز الدراسة على المشروعات، لذلك تهتم المدرسة بتدريب المعلمين على أفضل الممارسات الخاصة بالتعلم القائم على المشروع والقيادة وتطبيقات مهارات القرن الحادى والعشرين (The National Academy of Sciences, The National Academy of Engineering and the Institute of Medicine, 2011, p. 12).

- **مدارس STEM للتعليم المهني والتعليم الفني:** STEM-Focused Career and Technical Education (CTE)

يقدم هذا التعليم فى المراكز الإقليمية، والمدارس العليا المخصصة للتعليم الفنى والمهنى، والمدارس الشاملة، والأكاديميات المهنية. ويهدف إلى إعداد الطلاب للمهن المرتبطة بتخصصات (STEM)، ومنعهم من التسرب من المدرسة؛ حيث يساعد الطلاب على استكشاف الخيارات الوظيفية المتعلقة بتخصصات (STEM)، وتعلم التطبيقات العملية للموضوعات التى يدرسونها بالمدرسة من خلال مجموعة

واسعة من آليات التوصيل. وغالبًا ما يحضر الطلاب هذه البرامج أو المدارس نظام نصف يوم، وذلك بعد انتهاء يومهم الدراسى بالمدارس العادية (Erdogan & Stuessy, 2015, p. 82). ومن الأمثلة عليها مدرسة دوزير ليبى الطبية العليا.

مدرسة دوزير ليبى الطبية العليا: Dozier-Libbey Medical High School

هى مدرسة تتبع المسار الموحد، تم افتتاحها فى أغسطس ٢٠٠٨، وتخدم ٧٥٠ طالب في الصفوف من التاسع إلى الثاني عشر. وتقدم برنامجًا دراسيًا مدته أربع سنوات لإعداد الطلاب لكل المهن المرتبطة بالقطاع الصحى، وتركز بقوة على دراسة الرياضيات والعلوم. والطالب يجب عليه أن يدرس ما لا يقل عن أربعة مقررات فى الرياضيات، وأربعة مقررات فى العلوم، وعامين على الأقل فى دراسة لغة أجنبية. ويسمح لكل الطلاب الذين تمكنوا من النجاح فى هذه المقررات بالالتحاق بجامعة كاليفورنيا. ولقد تم دمج موضوع العلوم الصحية مع التركيز على المشاريع القائمة على أساس متكامل. بالإضافة إلى ذلك يدرس الطلاب مقرر المصطلحات الطبية. وتوفر للطلاب فرص الاستكشاف الوظيفى فى مجال الوظائف الصحية خلال فترة الدراسة. ويتعلمون معلومات حول الصحة العالمية والممارسات الشرعية والأخلاقية ومهارات العمل. ويعد التدريب العملي المتكرر من أهم الأنشطة التى يرتكز عليها برنامج المدرسة. ويتم تطويره بالتعاون مع قطاع الصناعة والشركاء من المجتمع. ومن الأمثلة على هذه الأنشطة هي جولات الدراسة الموجهة، وفرص تعلم الخدمة، والعروض من قبل المتحدثين الضيوف، والمشاريع البحثية المرتبطة بمقررات الدراسة، والتدريب. بالإضافة إلى ذلك، يتم تشجيع جميع الطلاب بقوة على الانضمام والمشاركة في المهن الصحية بأمريكا. وتحرص المدرسة على تأسيس روابط قوية بينها وبين التعليم ما بعد الثانوى وعالم العمل (Dozier-Libbey Medical High School, 2019).

وفى العام الدراسى ٢٠٠٩- ٢٠١٠ اشتمل التركيب العرقي / الإثنى للطلاب على التالي: (البيض، والسود، وأصل أسباني، وأصل آسيوي / جزر المحيط الهادئ). وفي عام ٢٠١١ كانت المدرسة واحدة من ٩٧ مدرسة متوسطة وعليا ممن حصلوا على لقب مدارس كاليفورنيا المتميزة (The National Academy of Sciences, The National Academy of Engineering and The Institute of Medicine, 2011, p. 14).

- **برامج STEM في المدارس الشاملة غير المتخصصة فى تخصصات STEM:** STEM Programs in Comprehensive Schools that are not STEM-Focused

يتوافر تعليم (STEM) أيضًا فى المدارس العامة من رياض الأطفال وحتى المستوى الثانى عشر. وإن لم تكن هذه المدارس تركز صراحة على تخصصات (STEM)، إلا أنها تسعى بدلاً من ذلك لتحقيق التميز لجميع الطلاب فى كل التخصصات. ولقد أشارت العديد من الأبحاث إلى أن الممارسات الفعالة فى هذا المجال تأتي من المدارس الشاملة، التي تعد الغالبية العظمى من طلاب الأمة – بما في ذلك العديد من الموهوبين والعلماء الطموحين وعلماء الرياضيات والمهندسين الذين قد لا يستطيعون الالتحاق بمدارس (STEM) التى ترتكز على العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات. وتختلف أهداف تعليم (STEM) بالمدارس الشاملة بصورة واسعة وتشمل (The National Academy of Sciences, The National Academy of Engineering and The Institute of Medicine, 2011, p. 15).

- إعداد الجيل القادم من العلماء والمبتكرين.

- توسيع عدد الطلاب المؤهلين للالتحاق بسوق العمل في مجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.
- محو الأمية العلمية للجميع، وإعداد الطلاب للنجاح فيما بعد المرحلة الثانوية العليا.

وفى إطار ما سبق يمكن تحديد الخصائص العامة لمدارس STEM بالولايات المتحدة الأمريكية فيما يلى:

- **القبول:**

تختلف خصائص المدارس المتخصصة في مجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) حسب سياق وموقع المدرسة، وغالبًا ما يكون القبول في هذه المدارس انتقائيًا، ويستند إلى مجموعة من المعايير بما في ذلك: درجات الاختبارات الموحدة، المقالات، ملف الطالب، المقابلات. وقد يكون عدد الطلاب في هذه المدارس متنوعًا، مما يعكس الخلفية الديموغرافية للطلاب الموجودين داخل الولاية التى توجد بها المدرسة. بالإضافة إلى ذلك فإن تجمعات الطلاب داخل هذه المدارس تكون في الغالب متجانسة من حيث الاهتمام بمقررات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Erdogan & Stuessy, 2015, p. 80).

- **المنهج:**

لقد قام بفايفر وأوفرستريت وبارك (٢٠١٠) بدراسة كيفية دمج المدارس المتخصصة في (STEM) للمحتوى في المناهج الدراسية. وأشارت نتائج الدراسة والتى شملت ١٦ مدرسة مشاركة إلى أن مدارس (STEM) المتخصصة من المحتمل أن توفر فرصًا بحثية للطلاب؛ حيث أجرى الطلاب في ١٥ مدرسة من أصل ١٦ مدرسة عينة الدراسة أبحاثًا مع أحد أعضاء هيئة التدريس أو أحد المرشدين، وواصل الطلاب في ١٣ مدرسة أبحاثهم طوال فترة الصيف بمساعدة أحد المرشدين. كما أجرى الطلاب في ١٢ مدرسة أبحاثهم الخاصة إما فى المختبر أو خارج المدرسة. وشارك الطلاب في ١١ مدرسة في مسابقات لنشر نتائج البحوث. كما أشار المسؤولون في ست مدارس إلى أن محتوى STEM يتم دمجه مع منهج الإنسانيات. وبلغ متوسط عدد مقررات العلوم التي تقدمها هذه المدارس ٣٤ مقررًا، ومتوسط عدد مقررات الرياضيات ٢١ مقررًا (Pfeiffer, Overstreet & Park, 2010).

وجدير بالذكر أن التحول إلى المدارس المتخصصة في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) خلال القرن الماضي قد غير العديد من الأهداف التعليمية للطلاب والمناهج. ومن أهم هذه الأهداف هدف إعداد الطلاب لكى يصبحوا خبراء في العلوم. ومن أجل إعداد هؤلاء الخبراء، صار على التربويين ضرورة الالتزام بتطوير ممارسات تربوية منظمة حول أهداف تعلم مجدية ومناسبة. ويجب أن تؤدي هذه الممارسات التعليمية إلى تنمية نوعين من القدرات لدى الطلاب وهما: تطبيق المعرفة السابقة، وإتقان المعرفة المرتبطة بالمجال. ويعتمد مدخل "كيف يتعلم الناس" على الممارسات التعليمية بالاستناد إلى أربعة محاور: المتعلم، والمعرفة، والتقييم، والمجتمع. ففي البيئات المتمحورة حول المتعلم، يقوم الطلاب بتأسيس المعرفة الفكرية والثقافية على حد سواء، وفي البيئات المتمحورة حول

المعرفة، يتعرف الطلاب على المحتوى المكتسب. وفي البيئات التي تتمحور حول التقييم، يتلقى الطلاب تعليقات من الخبراء. وأخيرًا في البيئات التي تركز على المجتمع، يتعلم الطلاب من أعضاء آخرين في مجموعة. وهذا هو جوهر تعليم محتوى مناهج STEM (Erdogan & Stuessy, 2015, p. 80).

- **متطلبات التخرج من مدارس STEM:**

تختلف متطلبات التخرج من مدارس STEM من ولاية لأخرى، لذا تم اختيار ولاية أوهايو كمثال تطبيقى على هذه المدارس. فحتى يكون الطالب مؤهلاً للحصول على شهادة (STEM) بولاية أوهايو يجب عليه استكمال دراسة عدد من الوحدات الدراسية في مواضيع محددة كما يلى (Ohio Department of Education, 2019; Ohio's Honors Diplomas, 2019):

- ***الرياضيات***: يجب استكمال دراسة ٥ وحدات دراسية بنجاح (الجبر ١؛ الهندسة، الجبر ٢ (أو ما يعادله)، بالإضافة إلى مقرر آخر ذى مستوى أعلى).
- ***العلوم***: تتضمن مقررات قائمة على البحث والاستقصاء من خلال التجارب المعملية. ويجب أن تتماشى مع معايير المستوى ١١ و١٢ (أو المستويات الدراسية الأعلى) أو مع مقررات الالتحاق بالجامعة (مثل علم التشريح أو علم النبات أو علم الفلك). ويجب على الطلاب الانتهاء بنجاح من دراسة خمس وحدات، على أن تكون اثنتان من هذه الوحدات الخمس في العلوم المتقدمة.
- ***الدراسات الاجتماعية***: على الطالب أن يدرس بنجاح ثلاث وحدات دراسية على أن تشمل التاريخ الأمريكى.

- ***لغة عالمية***: على الطالب استكمال دراسة ثلاث وحدات من إحدى اللغات العالمية، أو يختار لغتين مختلفتين ويستكمل دراسة وحدتين بكل لغة (مثال ذلك: اللغة الإسبانية- المستويات الأول والثاني والثالث، أو الألمانية- المستويات الأول والثاني، واللغة الفرنسية- المستويات الأول والثاني).
- ***المقررات الاختيارية***: يجب أن تتضمن مقررات (STEM) دراسة وحدتين لمقرر يوفر فرص التعلم القائم على المشروعات والمشكلات من خلال تطبيق العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات. مثال ذلك مقرر البرمجة الحاسوبية الذى يفى بالغرض فى مادة الرياضيات.
- ***الفنون الجميلة***: قد تلبي المقررات التي يتم تدريسها في المدارس المتوسطة شرط التخرج العام، ولكن بشرط أن تكون معتمدة بالمدرسة العليا؛ حيث يحتاج الطالب دراسة وحدة واحدة من أحد المقررات التالية: (مقررات الرقص، والدراما والمسرح، والموسيقى، والفنون البصرية).
- ***المعدل التركمى***: يجب أن يكون المعدل التراكمى لدرجات الطالب ٣,٥ من ٤.
- ***اختبار الـ SAT واختبار الـ ACT***: يجب أن يحصل الطالب على ٢٧ درجة أو أكثر فى اختبار الكلية الأمريكية (ACT)، و ١٢٨٠ درجة أو أكثر فى اختبار القدرات الدراسية (SAT).
- ***الخبرة الميدانية***: من أجل مقابلة معيار الخبرة الميدانية، يجب على الطالب إستكمال تجارب التعلم وثيقة الصلة بمجالات الدراسة بنظام (STEM). ويركز التعلم التجريبي على تطبيق المهارات الأكاديمية

والتقنية ضمن برنامج الطالب الدراسي. ويشمل التعلم التجريبي الأنشطة القائمة على المختبرات، والعمليات التعاونية، ومحاكاة مواقع العمل، والإرشاد، والتدريب الداخلي، والتلمذة التمهيدية، والتلمذة الصناعية. ويجب أن يقوم التعلم التجريبي القائم على المختبر بمحاكاة مواقع العمل والتوقعات الحقيقية، كما يجب أن يتلقى الطلاب إشرافًا ومتابعة منتظمين وموثقين.

- ***ملف الطالب***: الأعمال التى يضمها ملف الطالب تعد بمثابة توثيق لمعرفة الطالب الواسعة، ومهاراته التقنية، والفكر النقدي، والمهارات الإبداعية التي تعلمها الطالب، ويجب أن يتم مراجعة هذه الملفات والتصديق عليها من قبل خبراء خارجيين.

(٥) دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بالولايات المتحدة الأمريكية:

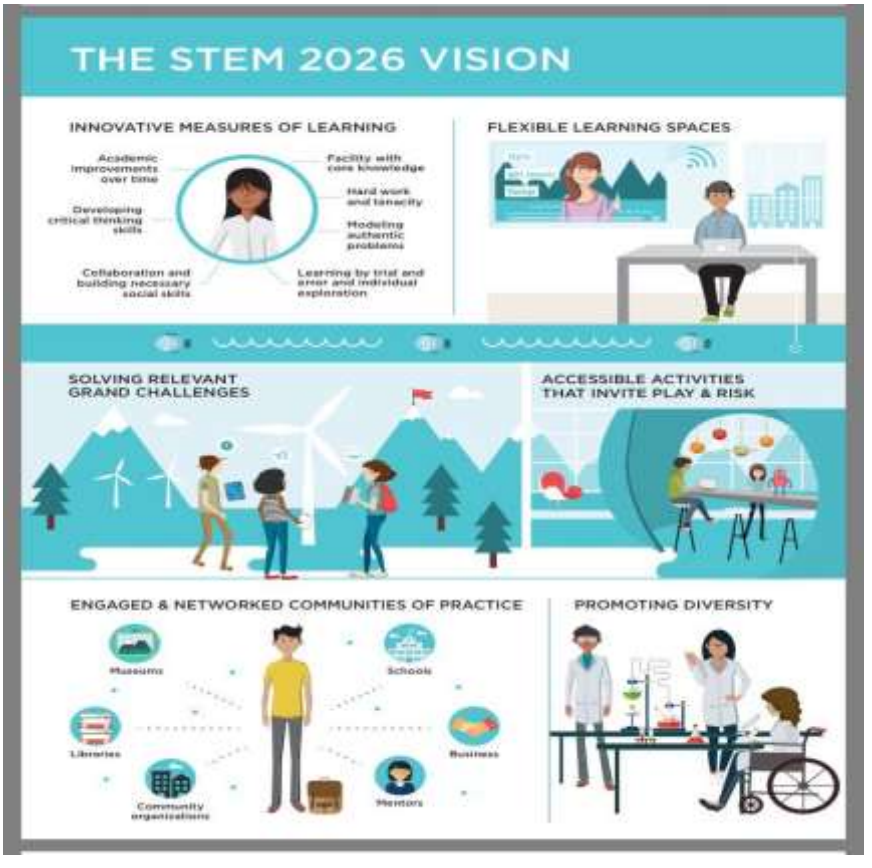
فيما يلى عرض لأبرز جهود الولايات المتحدة الأمريكية لدعم دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بالمجتمع الأمريكى.

- **جعل تعليم STEM متاحًا لجميع الأمريكيين مدى الحياة وعبر المراحل التعليمية المختلفة:**

نظرًا لأهمية تعليم STEM فى توفير العمالة المؤهلة لجعل الولايات المتحدة رائدة على مستوى العالم، فقد سعت الحكومة الفيدرالية إلى وضع الرؤى والاستراتيجيات التى من شأنها توفير خبرات تعلم عالية الجودة فى مجال STEM ومناسبة لكل طفل وشاب. وتمكين جميع الطلاب من الالتحاق بهذا النوع من التعليم من خلال المسارات الرسمية وغير الرسمية مدى الحياة وعبر المراحل التعليمية المختلفة بما فى ذلك التعليم العالي، ويشمل ذلك المدارس ومراكز العلوم وغيرها من

المؤسسات المهتمة بتعليم STEM. ولقد كانت "رؤية تعليم STEM ٢٠٢٦" من بين الرؤى التى تم وضعها لتحقيق ذلك؛ حيث تقوم الرؤية على ستة مكونات مترابطة مع بعضها البعض تشمل (Department of Education, 2016, p. 6):

- مجتمعات الممارسة المتشابكة والمترابطة.
- أنشطة التعلم التي يتم ممارستها، والتي تنطوى على اللعب والمخاطر.
- خبرات تعليمية تشتمل على المداخل متعددة التخصصات لحل المشكلات الكبرى.
- مساحات تعليمية مرنة وشاملة تدعمها التقنيات المبتكرة.
- مقاييس تعلم يمكن الوصول إليها.
- نماذج وبيئات اجتماعية وثقافية تعزز التنوع والفرص في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.



شكل (٣)

يوضح رؤية تعليم STEM(٢٠٢٦)

Source: Department of Education (2016). *STEM 2026 - A Vision for Innovation in STEM Education*. USA, p. 7.

كما اتجهت الحكومة أيضًا إلى وضع خطة استراتيجية خمسية لتطوير تعليم STEM ترتكز على ثلاثة أهداف رئيسية طموحة (Committee on STEM Education of the National Science & Technology Council, 2018, pp 4- 6):

- بناء أسس قوية لتعليم STEM من خلال ضمان أن كل مواطن أمريكي لديه فرصة لإتقان مفاهيم STEM الأساسية، بما في ذلك االتعلم الرقمى.
- زيادة مساحة التنوع والإنصاف والشمول في تعليم STEM، وتزويد جميع الأمريكيين بفرص الحصول علي تعليم عالى الجودة مدى الحياة، خاصة أولئك الذين يعانون من قلة الخدمات والعمالة.
- إعداد القوى العاملة فى مجالات STEM من أجل المستقبل على أن تشمل الحاصلين على درجات جامعية فى تخصصات STEM، وأولئك الذين يعملون في المهن الماهرة التي لا تتطلب درجة جامعية لمدة أربع سنوات.

ولتحقيق ذلك تم تحديد أربعة مسارات (Committee on STEM Education of the National Science & Technology Council, 2018, pp. 9- 28):

- ***بناء وإثراء الشراكات الاستراتيجية***: ويركز هذا المسار على تعزيز الروابط القائمة، وبناء روابط جديدة بين المؤسسات التعليمية، وأرباب العمل، والمجتمعات. وهذا يعني الربط بين المدارس والكليات والجامعات والمكتبات والمتاحف والموارد المجتمعية الأخرى لبناء نظم بيئية قائمة على تخصصات STEM، تسهم فى توسيع وإثراء كل متعلم عبر رحلته التعليمية والمهنية. وبمعنى آخر إشراك المتعلمين في تجارب التعلم القائمة على العمل مع أصحاب العمل المحليين، والتدريب الداخلي، والتدريب المهني، والخبرات البحثية. وتساعد استراتيجية الشراكات بهذه الطريقة فى استكشاف الفرص داخل مجتمع التعلم الرسمي وغير الرسمي، وتمكين الطلاب من إكمال المناهج

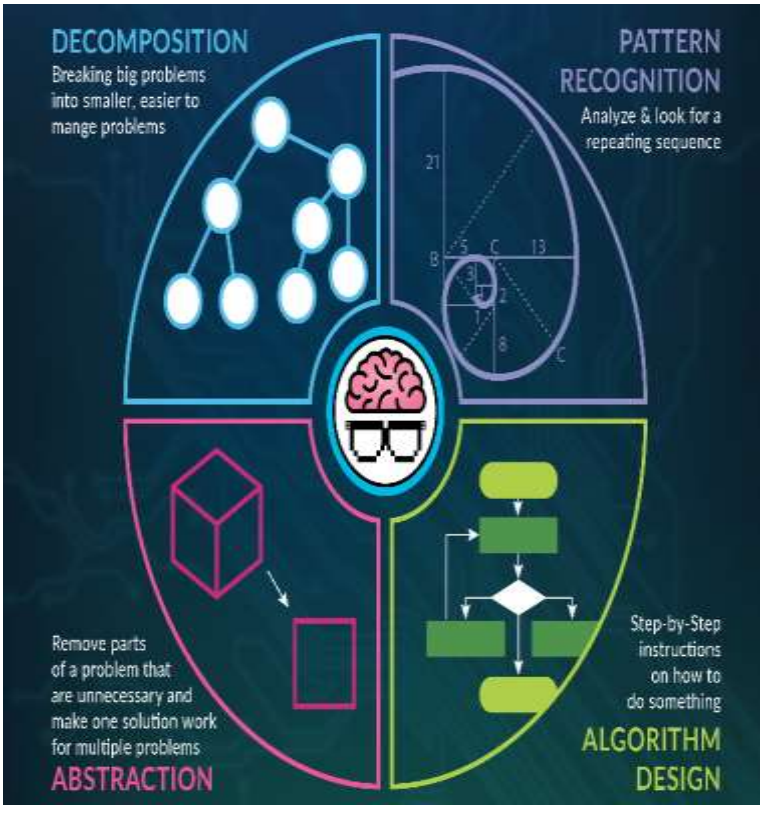
الأكاديمية الأساسية والمناهج الفنية التطبيقية اللازمة للإعداد للتعليم العالي.

- ***إشراك الطلاب حيث تتلاقى التخصصات***. ويسعى هذا المسار إلى جعل تعليم STEM ذا مغزى وملهمًا للطلاب من خلال التركيز على المشكلات المعقدة الواقعية والتحديات التي تتطلب المبادرة والإبداع. إنه يشجع على الابتكار وريادة الأعمال من خلال إشراك المتعلمين في أنشطة متعددة التخصصات مثل التعلم القائم على المشاريع، والمعارض العلمية، ونوادي الروبوتات، والاختراع أو ورش عمل الألعاب التي تتطلب من المشاركين تحديد وحل المشكلات باستخدام المعرفة والأساليب من مختلف التخصصات. كما يسعى إلى تدريب المتعلمين على معالجة المشكلات باستخدام تخصصات متعددة، مثال ذلك: الجمع بين الرياضيات الأساسية والإحصاء وعلوم الكمبيوتر لدراسة مشكلة مجتمعية.
- ***محو الأمية الحاسوبية***. يهتم هذا المسار بمدى دقة الأجهزة الرقمية. فالإنترنت قد غير من المجتمع، مما يستوجب تبني الاستراتيجيات التي تمكن المتعلمين من الوصول إلى الحد الأقصى من الاستفادة من هذا التغيير. كما يعترف بأن محو الأمية الرقمية يمكّن الناس من العثور على المعلومات، والإجابة على التساؤلات، وتبادل الأفكار، وأنهم بحاجة إلى فهم كيفية استخدام هذه الأدوات بمسؤولية وأمان. ويسعى هذا المسار إلى تنمية التفكير الحاسوبى (Computational

(Thinking)[1] كمهارة ضرورية لعالم اليوم، بحيث لا يقتصر على استخدام أجهزة الحوسبة بفاعلية؛ بل أيضًا توسيع استخدام المنصات الرقمية Digital Platforms[2] التى تمكن من تحصيل التعلم في أي مكان وفي أي وقت.

[1] **التفكير الحاسوبى:** هو نهج لحل المشكلات، وتصميم النظم، وفهم السلوك البشري، الذي يعتمد على استخدام المفاهيم الأساسية للحوسبة (Wing, 2006) ، وتطبيق الأدوات والأساليب المستخدمة فى علم الكمبيوتر لفهم الحقائق والعمليات المرتبطة بالأنظمة الطبيعية والصناعية. ويعتبر جوهر التعلم التكاملى أو تعليم STEM (Grover & Pea, 2013). ويتكون التفكير الحاسوبى كما يشير شكل (٤) من عدد من العناصر المتكاملة؛ حيث يبدأ بتقسيم المشكلة إلى أجزاء صغيرة يسهل التعامل معها Decomposition، ثم تحليلها لتعرف نمطها Pattern Recognition، ثم التجريد Abstraction ويعنى إزالة أجزاء المشكلة غير الضرورية، وبناء على العناصر السابقة يتم فى النهاية وضع تصميم خوارزمى لحل المشكلة KOA Algorism Design (Creatives, 2017).

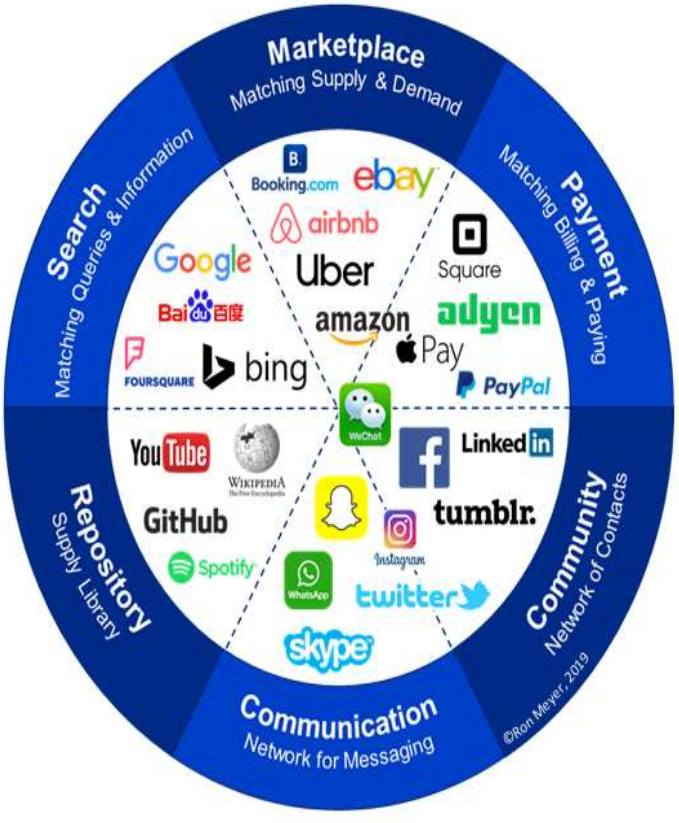
[2] **المنصات الرقمية:** وتعنى إتاحة المقررات الدراسية عبر الإنترنت، وتكنولوجيا التعلم من بعد، وتطبيقات التعلم من خلال الهاتف الحمول، وغيرها من منصات التعلم الرقمية. ولقد اتجهت الولايات المتحدة إلى استخدام هذه المنصات لتوفير خدمات عالية الجودة فى مجال تعليم STEM تسهم فى تعزيز التنوع وتوفير فرص متكافئة للجميع فى هذا المجال، وبخاصة الفئات المحرومة كذوى الاحتياجات الخاصة والطلاب بالمناطق الريفية، وبما يساعد على إزالة الحواجز التى تحول بينهم وبين استكمال الدراسة فى المستويات المختلفة (Committee on STEM Education of the National Science & Technology Council, 2018, p. 26).



شكل (٤)

يوضح المهارات المرتبطة بالتفكير الحاسوبى

Source: KOA Creatives (2017). Computational Thinking. USA.



شكل (٥)

خريطة المنصات الرقمية يوضح

Source: TIAS School for Business and Society (2019). *Digital Strategy: Digital Platform Map*. Tilburg: the Tilburg University Campus.

- ***الاهتمام بالشفافية والمساءلة.*** يلزم هذا المسار الحكومة الفيدرالية بالممارسات المفتوحة، القائمة على الأدلة وصنع القرار في برامج STEM والاستثمارات والأنشطة.

وبالإضافة إلى ما سبق لم تتكر الولايات المتحدة حق الفئات المهمشة والمحرومة؛ حيث اعتبرت الحكومة الفيدرالية أن توفير تعليم STEM لهذه الفئات، من الأمور المحورية للنمو الاقتصادي والأمن في الولايات المتحدة على المدى الطويل (Xie, Fang & Shauman, 2015)، كما أنها اعتبرته مسألة تتعلق بالمساواة والعدالة الاجتماعية (Parker, Pillai & Roschelle, 2016, pp. 11-12).

- **جعل التنمية المستدامة هدفًا أساسيًا للمناهج وخطط الدراسة:**

اتجهت المدارس التى تقدم تعليم STEM فى الولايات المتحدة الأمريكية إلى جعل التنمية المستدامة هدفًا أساسيًا لمناهجها كما ورد فى الخطط الاستراتيجية الخاصة بها. وفى هذا الصدد تم وضع مجموعة واسعة من البرامج بمشاركة المجتمع، تراوحت بين تصميم وبناء حدائق المطر rain gardens[٣]، والحفاظ على برامج إعادة التدوير والسماد. كما تم دمج المفاهيم الخاصة بالتنمية المستدامة في المقررات الدراسية الأكاديمية. واتجه المسؤولون والموظفون وأعضاء هيئة التدريس إلى تنظيم مبادرات تعمل على تفعيل مبادئ التنمية المستدامة في جميع أنحاء المدرسة (North Carolina School of Science and Mathematics, 2019a).

[٣] **حديقة المطر**: هي منطقة منخفضة فى الأرض، تستخدم فى الحد من الجريان السطحى لمياه الأمطار الملوثة من الأسقف أو الممرات أو الشوارع؛ حيث يتم جمعها ونقعها فى منطقة معينة، وتخزينها فى باطن الأرض، لاستغلالها فى تنمية أنواع معينة من المزروعات والأعشاب والنباتات المعمرة. وتعد حدائق المطر وسيلة فعالة من حيث التكلفة لتصفية الملوثات، وتوفير الغذاء والمأوى للفراشات والطيور وغيرها من الحيوانات البرية (United States Environmental Protection Agency, 2019).

شكل (٦)

يوضح حديقة المطر

Source: University of Minnesota Extension (2019). *How and why to Build a Rain Garden*. Minnesota.

- **ربط معايير التنمية المستدامة بالأعمال والوظائف المهنية:**

تبذل الولايات جهودًا كبيرة لتطوير معايير التنمية المستدامة. ولقد أسهمت هذه الجهود التى تمولها وزارة التعليم الأمريكية فى زيادة "الوظائف الخضراء Green Jobs"، والتى تتسم بمستويات المهارة العالية والمتوسطة، وكذلك فى الاعتراف بأن التنمية المستدامة تؤثر تقريبًا على جميع الأعمال والموظفين. كما أسهم ذلك فى صياغة عدد من المعايير الخاصة التنمية المستدامة، تم تنظيمها فى ستة مجالات تغطى كافة المجموعات المهنية، وهى: الزراعة والغذاء والموارد الطبيعية، العمارة والبناء، التصنيع، العلوم والتكنولوجيا، الهندسة والرياضيات، النقل

والتوزيع والخدمات اللوجستية. كما حرصت الاستراتيجيات التعليمية للولايات على دعم تطوير المناهج الدراسية في مجالات STEM الرئيسية المرتبطة بالتعليم المهنى والتقنى والتى تحتاجها الدولة، وهي التكنولوجيا الحيوية والزراعية، والطاقة والاستدامة، وأمن الفضاء الجوي والتصنيع المتقدم، والصحة وعلوم الحياة. ويتم تدريسها إما من قبل معلمي التعليم المهنى والتقنى (كجزء من برنامج الدراسة) أو من قبل معلمي العلوم والرياضيات. ويتم توفير المناهج الدراسية أيضًا عبر الإنترنت لإمداد الطلاب والمعلمين بنظام للمعلومات، مما يتيح لأي معلم الوصول إلى المناهج الدراسية. وتعد هذه فرصة لمساعدة المتعلمين على رؤية تطبيقات لما يدرسونه (Learning that Works for America (CTE), 2013, pp. 9-10).

وتجدر الإشارة إلى أن هناك مشروعين للتعليم الهندسي منتشرين على مستوى الولايات، يؤكدان على الطبيعة متعددة التخصصات، والإطار الخاص بالتعليم القائم على المشروعات، والذى يدعم الاستدامة فى المجتمعات، ويربط بينها وبين الوظائف والأعمال التى يعد لها تعليم STEM، وهما (Mohr-Schroeder, Cavalcanti & Blyman, 2015, p. 7):

- **<u>مشروع قد الطريق</u>**: Lead The Way

بدأت الخطوات نحو ولادة هذا المشروع الناجح على نطاق واسع في عام ١٩٨٦ عندما بدأ معلم ثانوي يدعى ريتشارد بلايس في تدريس أساسيات الهندسة لطلابه. وفي عام ١٩٩٧ تم توفير تمويل للمشروع بغرض التوسع فيه خارج نطاق مدرسة بلايس بواسطة مؤسسة القيادة الخيرية. وعلى مر السنين واصل المشروع نموه من خلال الشراكات والمنح والتأييد من العديد من البرامج الحكومية البارزة والشركات. ونظرًا للدعم الذي تلقاه المشروع فقد تمكن من

التوسع إلى ما هو أبعد من الهدف الأولي المتمثل في تثقيف الطلاب من مستوى رياض الأطفال وحتى المستوى الثانى عشر حول الهندسة، مع تشجيعهم على التفكير في مهنة و/أو في تخصص هندسي في الجامعة. وتعتبر مناهج "مشروع قد الطريق" اليوم مطبقة بشكل كامل على تعليم STEM، من خلال العمل من أجل مهمة أوسع تتمثل في "إعداد الطلاب ليكونوا الجيل القادم من القوة القادرة على حل المشكلات، والمفكرين النقديين والمبتكرين للاقتصاد العالمي" (Project Lead The Way, Inc, 2019).

- **مشروع الهندسة هي الأساس:**

تأسس هذا المشروع من قبل المركز الوطني لمحو الأمية التكنولوجية the National Center for Technological Literacy، الذي أطلقه متحف العلوم في بوسطن في عام ٢٠٠٤. وعلى الرغم من أنه ليس معروفًا على نطاق واسع مثل مشروع قد الطريق، إلا أن مشروع الهندسة هى الأساس يركز بصورة أكبر على الجمهور، وعلى وجه التحديد طلاب المدارس والمعلمين بهدف دعم المعلمين والأطفال بالمناهج التى تدربهم على حل المشكلات، وتسعى إلى إكسابهم المهارات والاتجاهات الهامة لمستقبلهم، كما يوفر فرص التنمية المهنية التي تطور المعرفة الهندسية. ولقد تم توسيع المشروع ليشمل مواد المدارس المتوسطة من خلال مناهج الهندسة في كل مكان، والمدارس العليا من خلال دورة هندسة المستقبل، إلا أن توسيعه ليشمل مجالات تعليم STEM الأخرى كان محدودًا. ومع ذلك فقد توسع المشروع جغرافيًا فى الآونة الأخيرة؛ حيث تستخدم مناهجه على نطاق واسع في جميع الولايات الخمسين .(Museum of Science, 2019)

- **القيام بمبادرات لتشجيع المنتجات المحلية:**

تهتم مدارس STEM بعمل مبادرات الغرض منها تشجيع المنتجات المحلية بالمنطقة المحيطة بالمدرسة. ومن الأمثلة على ذلك مبادرة مدرسة مانور والخاصة بالاحتفال بالأسبوع القومى للغداء National School Lunch Week The في الفترة من ٩-١٣ أكتوبر من كل عام؛ حيث تقوم المدرسة بشراء ما يقرب من ٣٠٠٠ رطل من الفواكه والخضروات الطازجة من المزارع المستدامة الموجودة في تيكساس ومنطقة أوستن، والتى تنتج مجموعة متنوعة من الخضروات المزروعة محليًا، بهدف تعزيز الطعام الصحي والممارسات الزراعية المستدامة. ومبادرة مانور لأسبوع الغداء المدرسي هي أيضًا جزء من مبادرة تحدي المنتجات المحلية التابعة لوزارة الزراعة في تكساس، ولمقابلة التحدى يجب على أقسام تغذية الطفل بالمدرسة تقديم ثلاثة مكونات مختلفة على الأقل فى الوجبات من المصادر المحلية، وإكمال نشاط تعليمي خاص بـ "طازج المزرعة" في شهر أكتوبر (Manor New Technology High School, 2019a).

- **تطبيق مدخل تعليم STEM البيئى:** Green STEM

هو نهج جذاب شأنه شأن مداخل STEM الأخرى قائم على مدخل المشروعات، يستخدم محتوى وممارسات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) لاستكشاف المشكلات البيئية المحلية، وتصميم الحلول المناسبة وتنفيذها. وقد يستغرق المشروع أسبوعًا أو شهرًا أو العام الدراسي بأكمله. ووصولًا إلى الهدف المنشود الرامى إلى حل إحدى المشكلات المحلية بالمجتمع المحيط بالمدرسة، يتم تصميم الدروس بحيث تسير وفقًا للخطوات التالية: (تحديد إحدى المشكلات المحلية، ومناقشة المشكلة من خلال طرح الأسئلة، وتحديد محتوى STEM المناسب الذى يساعد فى علاج المشكلة، وتقييم الحل مع خيارات أخرى

بديلة، ومشاركة الحل مع الآخرين ممن يتأثرون بالمشكلة (McREL International, 2016).

وترجع فكرة هذا المدخل التعليمى إلى برنامج الولايات المتحدة للمدارس البيئية التابعة للاتحاد الوطني للحياة البرية The National Wildlife Federation's Eco-Schools USA program الذى اهتم بالربط بين تعليم STEM التقليدي والتعليم القائم على البيئة بما يسمى "Green STEM"؛ حيث تم دمج المواد القائمة على البيئة في المناهج الدراسية، وتم استخدام المدخل التربوي الشامل والذى كان له تأثير إيجابي على تعلم العلوم، ومحو الأمية، والقدرة على تطبيق التعلم في مواقف جديدة، والقدرة على العمل بشكل تعاوني. وعلاوة على ذلك فإن الدراسات أثبتت أن للتعليم القائم على البيئة آثارًا إيجابية على السكان المحرومين وكذلك على حماسة المعلم وفعاليته (The National Wildlife Federation and the NYC Eco-Schools Green STEM Advisory Board, 2015, p. 13).

ومما يميز هذا النوع من التعليم أيضًا أنه يثير دافعية الطلاب للتعلم، ويزيد من تحمسهم للقيام بعمل في المدرسة، من منطلق شعورهم بأن تعلمهم يرتبط بهدف أكبر يتمثل فى استكشاف العديد من قضايا العالم الحقيقي، والعمل على حلها، من تصميم حلول إعادة التدوير المحلية إلى معالجة النقص العالمي في المياه العذبة. ويوفر ذلك لهم سياقًا واقعيًا وارتباطًا بموضوعات STEM يمكنهم من اتخاذ الإجراءات اللازمة لإحداث تغييرات فى حياتهم وفى العالم الأكبر. كما يعتمد هذا النوع من التعليم على القيام بتوصيل الطلاب بمجموعة من الشركاء فى المجتمع المحيط ممن لهم صلة بالمشكلة من أصحاب البساتين وعلماء الحياة البرية إلى المناطق الحضرية بما فيها من المخططين والمهندسين المعماريين للمساعدة فى حل

المشكلة (McREL International, 2016). كما يساعد فى تزويد الطلاب بفرص للتركيز على مشاكل العالم الحقيقي، وتطوير الحلول باستخدام الأدلة لدعم الاحتياجات، والتأكيد على مهارات القرن الحادي والعشرين مثل التعاون والتواصل والعمل الجماعي، على أن يتم ذلك في سياق مجتمعات الطلاب، مما يشكل تحديًا لهم لحل المشاكل الحقيقية الموجودة حولهم .(Arndt & Tweed, 2015).

وتتركز جهود دعم التنمية المستدامة في هذا المحور فى القيام بقائمة من المشروعات التى تغطى عددًا من المجالات تحددها كل مدرسة، من أمثلتها:

- ***المياه***: وتشمل اشتراك الطلاب فى تصميم وبناء والحفاظ على حدائق المطر في المدارس للتغلب على الجريان السطحي للماء، وتصميم وتثبيت نظام سقي للخزانات وحدائق لحفظ التربة. فضلًا عن تركيب محطات لتعبئة مياه الشرب في موقع مرتفع الحركة في المدرسة، وبمنحة سخية من رابطة طلاب جامعة الأمم المتحدة وغيرهم من الشركاء.
- ***المخلفات:*** وتشمل قيام الطلاب بتصنيع صناديق نفايات الطعام والبيتزا. ويتم تشكيل فريق يضم قادة مشروع التنمية المستدامة فى المدرسة يتولى عملية الإشراف على تنفيذ المشروع، وفريق من الطلاب يقوم بإدارة الواجبات اليومية؛ حيث إنهم يديرون عملية إعادة التدوير لأكثر من ١٠٠ صندوق يتم وضعها خارج المكاتب والفصول الدراسية في جميع أنحاء المدرسة.
- ***الطاقة***: لقد قام بيكين وهومستون ويلدز بتقديم اقتراحات عملية للغاية لتعزيز تعليم STEM مع طلاب المدارس العليا استنادًا إلى تطبيقات الطاقة المتجددة، والتى تشمل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وخلايا الوقود الهيدروجينية (Pecen, Humston, & Yildiz, 2012, p. 64). وكان

من بين المشروعات ذات الصلة، التعاون مع الشركاء من المجتمع لتثبيت مصفوفة الطاقة الخضراء للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقوة ٥ كيلو وات في أفنية المدارس في ربيع عام ٢٠١٧، بحيث تدخل الطاقة من المصفوفة إلى الجناح الهندسي. والقيام بعمل مشروع استبدال الإضاءة القائم على استبدال الإضاءة المتوهجة في جميع أنحاء المدرسة بمصابيح موفرة للطاقة وأجهزة استشعار وميزات أخرى موفرة للطاقة (North Carolina School of Science and Mathematics, 2019a).

- ***التربة***: يهتم الطلاب فى تعليم STEM بدراسة كل ما يتعلق بسلامة النظام البيئى. وفى هذا الصدد قام طلاب المدارس العليا بجراند كانيون بدراسة الحشرات التى تفقس عند الغسق، كما قاموا بجمع اللافقاريات التى تلتصق قى باطن النهر ودراسة الأسماك التى تتغذى عليها. وقام طلاب المدارس العليا بأيوا بتتبع رطوبة التربة عبر الزمن. ويمثل ما سبق نماذج لمشروعات علوم المجتمع التى تجمع أطرافًا عديدة من المستفيدين حول دراسة علمية ذات اهتمام محلى؛ حيث يقوم الشركاء على المستوى الفيدرالى بتحديد المشكلة وتوفير البيانات اللازمة، ويتولى قادة الحكومات المحلية وقطاع الأعمال مهمة توفير الموارد وتوجيه فرق الطلاب. ويعد ذلك بمثابة فرصة للطلاب للحصول على خبرات من العالم الحقيقى، ويقوم الطلاب فى نهاية المشروعات بعمل عروض عامة لنتائج مشروعاتهم (Committee on STEM Education of the National Science & Technology Council, 2018, p. 25).

شكل (٧)

يوضح قيام الطلاب بجراند كانيون بجمع عينة من الحشرات المائية باستخدام المصايد الضوئية

Source: USGS (2013). *Citizen Science Light Trapping in Grand Canyon*. Arizona

- **<u>الاهتمام بالتنمية المهنية للمعلمين فيما يتعلق بكيفية تحقيق الربط بين تعليم STEM والتنمية المستدامة:</u>**

يلعب المعلمون دورًا أساسيًا في النظام التعليمى، وهم يحتلون موقع الصدارة في تطبيق مدخل STEM في جميع البلدان بجميع أنحاء العالم (Wahono & Chang, 2019, p. 2).ويجب أن يتمتع المعلمون بالمعرفة والمهارات اللازمة لتدريس وتسهيل إنجاز مشروعات STEM بنجاح. لذلك يعد التدريب المناسب للمعلمين على توصيل تعليم STEM وتنفيذ مشروعاته هو المفتاح

لأي نموذج تدريس فى برامج STEM. ويتم تقديم برامج التنمية المهنية هذه عادةً في بداية العام الدراسي، وتهدف إلى تقديم نظرة عامة على أنشطة STEM، وأدوار المعلمين في هذه الأنشطة (Dogan, & Robin, 2015, p. 90).

وفي الآونة الأخيرة وكجزء من جهود التوظيف، تم تصميم وتنفيذ ورش عمل لتدريب معلمي المدارس العليا على المستوى المحلى، وإعدادهم للبحث، وتثقيفهم حول المهن في الهندسة والتكنولوجيا الهندسية وصناعة الطاقة النووية. واتخذت كلية التكنولوجيا الهندسية بتكساس مبادرة لتدريب المعلمين في الصيف (Karayaka, Mehrubeoglu, Yildiz, & Caruso, 2011). وتم تنظيم جهود التوعية للإعلان عن ورشة العمل والترويج لها في المدارس العليا العامة والخاصة في المنطقة المحلية. وبعد جهود كبيرة من الزيارات والتواصل شارك ما يقرب من عشرين معلمًا من تخصصات العلوم والرياضيات والتكنولوجيا في هذا البرنامج الذي استمر أسبوعًا في يوليو من عام ٢٠١٠. علاوة على ذلك شاركت مجموعة من أعضاء هيئة التدريس ببرنامج التكنولوجيا الصناعية بفترة ولاية سام هيوستن؛ حيث قامت ست ورش عمل للترويج لمواضيع العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من خلال أنشطة الطاقة المتجددة العملية سواء في الحرم الجامعي أو خارج الحرم الجامعي. وقام المسئولون عن التدريب فى ورشة العمل بتطوير المناهج والأدوات والمعدات اللازمة لفصولهم لتوصيل موضوعات STEM (Pecen, Humston, & Yildiz, 2012, p. 63).

وفى كل صيف تعقد أكاديميات سميثسونيان لتعليم العلوم للمعلمين the Smithsonian Science Education Academies for Teachers ورش عمل للتدريب العملي القائم على التجارب المهنية لمعلمى STEM. وفى خلال مدة زمنية تصل إلى أسبوع يتلقى المعلمون التدريب فى متاحف سميثسونيان، ومراكز

البحوث، والهيئات الفيدرالية، وغيرها من المواقع بواشنطن العاصمة. وتتركز ورش العمل كل عام على موضوع معين من موضوعات STEM، مثل: التنوع البيولوجي والابتكارات في مجال الطاقة والأرض، وتاريخ الحفريات، وغيرها. ولقد أشار غالبية المعلمين المشاركين إلى أن حضور تلك البرامج التدريبية قد أكسبهم أفضل الطرائق لتقديم مفاهيم العلوم لطلابهم، فضلًا عن الثقة في استخدام أنشطة جديدة في التدريس .(Smithsonian Science Education Center, 2019)

- **تنظيم مهرجانات ومسابقات تربط بين تعليم STEM والتنمية المستدامة:**

يتم تنظيم مهرجانات STEM على مستوى المدرسة باستخدام نموذج الطلاب على خشبة المسرح (Students on the stage) STEM SOS؛ حيث يعرض الطلاب من خلالها مشروعاتهم الخاصة بهم في بيئة علمية، ويتم مشاركتها مع الجمهور من خلال لوحات العرض والقصص الرقمية وكتيبات المشروعات ومواقع الويب الخاصة بهم .(Dogan, & Robin, 2015, p. 89)

كما يتم تشجيع الطلاب أيضًا على الانضمام إلى مسابقات STEM الإقليمية والدولية وعلى مستوى الولاية المتعلقة بالتنمية المستدامة، وتنطوى هذه المسابقات على قيام الطلاب بمشروعات لمواجهة التحديات الحالية والمستقبلية وقضايا العالم الواقعية، كما أنها تعد فرصة لتعزيز المهارات التعاونية والاجتماعية لدي الطلاب من خلال العمل معًا فى فريق لإنجاز مهمة مشتركة، وتدريبهم على التفكير النقدى، والعمل بشكل مستقل في بعض الحالات، فضلًا عن عامل المتعة والإثارة (Ryan, 2019). وأهمها ما يلى:

- ***المشروع الدولي للطاقة والهندسة والبيئة المستدامة للعالم*** The International :Sustainable World (Engineering Energy Environment) Project (I- SWEEP) وهو عبارة عن مسابقة عادلة للعلوم تنظمها مدارس هارموني العامة بدعم من قادة الصناعة ومؤسسات التعليم العالي. وتعد أكبر حدث علمي من نوعه في العالم، وهو مفتوح لطلاب المدارس العليا على المستوى الدولى. ويهدف إلى تشجيع الطلاب على الحفاظ على موارد الأرض وبناء كوكب مستدام للجميع (http://isweeep.org/).
- ***جائزة ستوكهولم جونيور للمياه*** **Stockholm Junior Water Prize**: وهى مفتوحة لطلاب المدارس العليا (٩-١٢)، وتدور حول القيام بمشروع بحثي متعلق بالمياه، يسعى إلى مواجهة تحديات المياه الحالية والمستقبلية. وتتكون المسابقة من أربعة مستويات: المستوى الإقليمي، ومستوى الولاية، والمستوى الوطنى، والمستوى الدولي. ويتم منح الجوائز في كل مستوى تقديراً للإنجاز في البحوث المتعلقة بالمياه (https://wef.org/resources/for-the-public/SJWP/).
- ***العشارية الشمسية Solar Decathlon***: وهى مسابقة جماعية دولية تتكون من ١٠ مراحل تتحدى فرق الطلاب لتصميم وبناء وتشغيل منازل كاملة الحجم تعمل بالطاقة الشمسية. وتقضي الفرق ما يصل إلى عامين في تخطيط وتصميم منازلهم، وتجرى المسابقة النهائية على مدار بضعة أيام. وتم التوسع فى المسابقة على المستوى الدولي لتتم أيضًا في أوروبا (٢٠١٩)، وأمريكا اللاتينية (٢٠١٩)، وأفريقيا (٢٠١٩)، والشرق الأوسط (٢٠٢٠). وجدير بالذكر أن العشارية الشمسية هى واحدة من أنجح جهود

التواصل التي تبذلها وزارة الطاقة الأمريكية تحقيقًا للأهداف التالية: تزويد الطلاب المشاركين بتدريب فريد من نوعه يعدهم للقوى العاملة في مجال الطاقة النظيفة، وتثقيف الطلاب والجمهور حول أحدث التقنيات والمواد في التصميم الموفر للطاقة، وتقنيات الطاقة النظيفة، وحلول المنازل الذكية، والمركبات الكهربائية، والمباني عالية الأداء، وتوفير منازل مريحة وموفرة للجمهور، تجمع بين كفاءة استخدام الطاقة والأنظمة المنزلية والأجهزة والتصميم المبتكر مع إنتاج الطاقة المتجددة (https://www.solardecathlon.gov/).

- ***مسابقة سبيلمان للتكنولوجيا النظيفة Spellman Clean Tech Competition***: تعتبر مسابقة التكنولوجيا النظيفة تحديًا فريدًا للأبحاث والتصميم على مستوى العالم لطلاب التعليم قبل الجامعى. وتهدف إلى تنمية الفهم العلمي لقضايا العالم الحقيقي، وتكامل مصادر الطاقة البيئية. وتتناول كل عام إحدى المشكلات التى تستند إلى مجالات الكفاءة التكنولوجية الأساسية، وتركز على التحديات الهندسية الكبرى. وتم تصميم المسابقة لتعزيز فهم أعمق للمفاهيم المتعلقة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM)، واستكشاف المواهب المتميزة، وإعداد الجيل القادم من المبتكرين القادرين على التنافسية العالمية (https://www.cstl.org/cleantech/).
- ***مسابقة مدينة المستقبل Future city Competition***: "إذا استطعت أن تحلم به، فيمكنك بناؤه". تمثل مدينة المستقبل تحديًا للفريق؛ حيث يقوم الطلاب بالبحث والتصميم وبناء المدن التي تعرض حلاً لمشكلة الاستدامة على مستوى المدينة. ويتغير الموضوع كل عام، ويمكن أن يشمل إدارة مياه العواصف، والمساحات العامة، والطاقة الخضراء، والقضايا المرتبطة

بالعمر وغير ذلك. وتتم المسابقة على خمسة أجزاء: تصميم افتراضى للمدينة، ومقال، ونموذج مقياس، وخطة للمشروع، وعرض تقديمي للمحكمين. ويتقدم لها فرق طلاب من المستوى السادس والسابع والثامن. ويجب أن يكون لدى جميع الفرق معلم أو مرشد خاص كمدرب (https://futurecity.org/about).

- ***مسابقة المارثون البيئى Envirothone***: أكبر مسابقة على مستوى المدارس العليا في العالم تركز على العلوم البيئية وإدارة الموارد الطبيعية. ويجب على الطلاب الفوز في المسابقة المحلية أو الحكومية الخاصة بهم ليكونوا مؤهلين للمشاركة في المسابقة الوطنية. وهى مفتوحة للطلاب في الصفوف من (٩-١٢). وتهدف المسابقة إلى: تعزيز الرغبة في معرفة المزيد عن البيئة الطبيعية، وتزويد الطلاب بالمعارف والمهارات اللازمة لتطبيق المبادئ والممارسات الأساسية لإدارة الموارد البيئة وحل القضايا البيئية المعقدة، وتعزيز إدارة الموارد الطبيعية، وتنمية التفكير النقدي ومهارات حل المشكلات التعاونية واتخاذ القرارات اللازمة لتحقيق والمحافظة على توازن طبيعي بين نوعية الحياة وجودة البيئة، و تزويد الطلاب بالخبرة في الأنشطة الموجهة نحو البيئة، وتمكينهم من أن يصبحوا مواطنين مدركين للعمل البيئي (https://www. envirothon. org/).
- ***مسابقة الطاقة الشمسية الجديدة والسريعة Junior Solar Sprint***: تنظم للطلاب من الصف الخامس وحتى الثامن، وتهدف إلى إنشاء أسرع وأفضل مركبة شمسية ممكنة وأكثرها إثارة؛ حيث يقوم الطلاب بتصميم وبناء السيارات التي تعمل بالطاقة الشمسية باستخدام المهارات الهندسية

العملية ومبادئ العلوم والرياضيات. وتسهم هذه المسابقة فى تنمية قدرات العمل الجماعي وحل المشكلات لدى الطلاب، والبحث فى القضايا البيئية، واكتساب مهارات STEM العملية. ويتم دعوة الطلاب الذين اجتازوا المسابقات المحلية والإقليمية للمشاركة فى المسابقة الوطنية (http://www.usaeop.com/programs/competitions/jss/).

- **تحدي كونراد لروح الابتكار Conrad Spirit Innovation Challenge**: هو عبارة عن مسابقة تجارية وفنية تتحدى الطلاب لتحديد مشكلة، وبناء حل، وتصميم مسار نحو تسويق المنتج. ترعاها مؤسسة كونراد من منطلق اعتقاد رائد الفضاء الشهير بيتى كونراد أن الطلاب هم المفتاح لإنشاء المنتج التالي القابل للتطبيق من الناحية التجارية، والذي سيساعد في دعم الاستدامة العالمية ودفع الإنسانية. وتعطي المسابقة الطلاب الذين تتراوح أعمارهم بين (١٣-١٨) عامًا الفرصة ليصبحوا رواد أعمال بتطبيق الابتكار والعلوم والتكنولوجيا لحل المشكلات ذات التأثير العالمي. ويتمكن الطلاب من خلالها من تنمية المهارات اللازمة للازدهار في سوق القوى العاملة في القرن الحادي والعشرين، وتقديم ابتكارات قابلة للتطبيق تجاريًا لها القدرة على تغيير الحياة للأفضل على المستويات الفردية والوطنية والعالمية. (http://www.conradchallenge.org/).
- ***تحدى STEM الوطنى لألعاب الفيديو: National STEM Video Game Challenge***: وهو عبارة عن مسابقة لتصميم ألعاب الفيديو، يتم تنظيمها لإثارة اهتمام طلاب STEM من خلال الألعاب، وتشجيعهم على الانتقال من ممارسة الألعاب إلى إنشاء ألعابهم. أطلقها البيت الأبيض من خلال حملة "التعليم من أجل الابتكار" Education to Innovate،

ويتقدم لها الطلاب في الصفوف من (٥-١٢) (http://stemchallenge.org/).

- **توفير التعليم الفعال بمدارس STEM:**

وفى سبيل تنفيذ الخطط والاستراتيجيات الخاصة بالتنمية المستدامة بالولايات المتحدة، تم الاهتمام بتوفير التعليم الفعال بمدارس STEM، والذى يتسم كما تشير الدراسات التى تناولته فى العقدين الماضيين بعدد من السمات، أهمها: (The National Academy of Sciences, The National Academy of Engineering and The Institute of Medicine, 2011, pp. 18-19).

- ارتكاز التدريس الفعال على اهتمامات الطلاب وخبراتهم في وقت مبكر؛ حيث يحدد ويبني على ما يعرفونه، ويوفر لهم تجارب لإشراكهم في الممارسات الخاصة بالعلوم والحفاظ على اهتماماتهم.
- إشراك الطلاب فى الممارسات الخاصة بالعلوم والرياضيات والهندسة طوال فترة دراستهم؛ حيث يقوم الطلاب فى الصفوف من رياض الأطفال وحتى المستوى الثانى عشر بإجراء الأبحاث العلمية وتصميم المشاريع الهندسية المتعلقة بالأفكار الأساسية في التخصصات. وبنهاية دراستهم العليا يصبحون على دراية عميقة بالأفكار الأساسية في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وتكون قد أتيحت لهم الفرصة لتطوير هويتهم الخاصة كمتعلمين في كل مجال من هذه المجالات من خلال ممارساتهم العملية لها.
- إتاحة الفرصة للطلاب في جميع أنواع المدارس للمشاركة في ممارسات العلوم والهندسة. ففي المدارس الانتقائية يقوم الطلاب بانتظام بتصميم وإجراء البحوث العلمية في بعض الأحيان بالتعاون

مع العلماء. كما تهدف مدارس (STEM) الشاملة إلى تقديم نفس النوع من الخبرة. فالطلاب في هذه المدارس لديهم الفرص لتعلم العلوم والرياضيات والهندسة من خلال معالجة المشكلات التي لها تطبيقات في العالم الحقيقي. وينطبق الشيء نفسه على بعض المدارس الشاملة؛ فمن جانبها يعتمد التعليم المهني والتقني على فكرة جعل التعلم ذا صلة وتوصيل المحتوى بتطبيقاته. وتستخدم مدارس وبرامج التعليم المهنى والتقنى عادةً الهندسة كآلية لجعل المحتوى ذا صلة، وهم يعتمدون بشكل كبير على التكنولوجيا كأداة للانخراط في الممارسات العلمية.

- توافر المعلمين المؤهلين الذين يستطيعون التغلب على مجموعة متنوعة من التحديات التي تقف بين الرؤية والواقع، مما يسهل من عملية تطبيق هذا النوع من التعليم بمدارس (STEM) ويجعله الاستثناء في مدارس الولايات المتحدة. وعلى الرغم من ذلك يرى القادة أن هناك حاجة إلى مزيد من التحول على المستوى الوطني والولاية والمستويات المحلية لهذا النوع من التعليم ليصبح هو القاعدة.

٤- تعليم STEM (النموذج المصرى):

(١) تعليم STEM- نظرة تاريخية:

لقد صنف تقرير التنافسية العالمية ٢٠١٧-٢٠١٨ جودة تعليم الرياضيات والعلوم في مصر في المرتبة ١٢٢ من أصل ١٣٧ دولة (World Economic Forum, 2017)، كما احتل الطلاب المصريون مرتبة أقل بكثير من المتوسط العالمي في اختبارات هذه المواد. وبالتالي أدركت الحكومة المصرية الحاجة إلى

تحسين تعليم العلوم والرياضيات لتعزيز القدرة التنافسية، وإعداد قوة عاملة تعتمد على العلوم والتكنولوجيا بشكل متزايد (Office of Inspector General, U.S. Agency for International Development, 2018, p. 1).

ولتحقيق هذا الهدف المرتبط بتلبية احتياجات الطلاب الموهوبين والمتفوقين، وتلبية متطلبات العمل في المستقبل، ومواصلة البحث والتطوير الذي يعد أساسيًا للنمو الاقتصادي في البلاد (Joyce & El Nagdi, 2013, p. 42)، جرت المناقشات بين وزارة التربية والتعليم والوكالة الأمريكية للتنمية الدولية USAID (والتى تعمل على تعزيز قدرات المواهب والمنافسة في مصر من خلال قيادة وتوسيع العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) في المدارس الثانوية) (USAID, 2017). أسفرت عن وضع خطة لإنشاء مدارس (STEM) فى مصر، بالاستناد إلى النموذج الأمريكي الذي تدعمه الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية. وتم إدخال برنامج مدارس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في مصر خلال العام الدراسي ٢٠١١-٢٠١٢ (Khadri, 2014, p. 295)، والذى يسعى إلى إنشاء سبعة وعشرين مدرسة STEM على مدار خمس سنوات، بما يعادل مدرسة واحدة من هذا النوع في كل محافظة (Joyce & El Nagdi, 2013, p. 42).

وفي عام ٢٠١١ قامت وزارة التربية والتعليم المصرية بافتتاح أول مدرسة ثانوية للبنين تابعة لـ STEM في مدينة السادس من أكتوبر بمساعدة من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (STEM Egypt, 2019). وفي أغسطس ٢٠١٢ أبرمت الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية مع مصر اتفاقية تعاون مدتها ٤ سنوات بقيمة ٢٥ مليون دولار لصالح منظمة "تعلم العالم World Learning" لتوفير تعليم STEM للطلاب المهتمين والمؤهلين من خلال مشروع مدارس ستيم Egypt School Stem Project. وفي يوليو ٢٠١٦ مدت الوكالة المنحة لمدة عام، وزادت السقف

إلى ٣٠ مليون دولار (Office of Inspector General, U.S. Agency for International Development, 2018, p. 1).

واختارت الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية منظمة "تعلم العالم World Learning"، بالتعاون مع ثلاثة من الشركاء التقنيين المقيمين في الولايات المتحدة (مؤسسة فرانكلين The Franklin Institute - شراكة القرن الحادى والعشرين لتعليم ستيم The 21st Century Partnership for STEM Education – ومؤسسة التدريس للتميز فى ستيم The Teaching Institute for Excellence in STEM, لمساعدة وزارة التعليم على تنفيذ تعليم STEM والحفاظ عليه بناءً على الخبرة الجماعية الواسعة للاتحاد في هذا المجال، وذلك تحقيقًا للأهداف التالية :(World Learning, Inc, 2019)

- زيادة اهتمام الطالب ومشاركته وإنجازه في العلوم والرياضيات.
- تعزيز مبادرة مدارس STEM من خلال تطوير نموذج فعال للمدارس الثانوية المتخصصة.
- بناء قدرات كادر مؤهل تأهيلًا عاليًا من المهنيين فى تعليم STEM، وتوفير فرص للتدريب والتعلم المهني المستدام.
- تعزيز قدرة وزارة التربية والتعليم على مستوى النظم والسياسات للحفاظ على وتكرار هذه المدارس النموذجية.
- دعم وزارة التربية والتعليم في رفع مستوى مناهج العلوم والرياضيات، وتقييمات الطلاب، وإعداد المعلم لهذه المدارس.

وتطلب القيام بذلك توفير تدريب مكثف ومساعدة فنية لموظفي وزارة التربية والتعليم والمعلمين والمسؤولين المختارين. وقبل كل شيء كانت المبادرة بتغيير نهج وزارة التربية والتعليم من خلال التأكيد على فهم الطلاب بدلاً من التحفيظ عن ظهر

قلب، ثم اختبار الطلاب لقياس تعلمهم. بالإضافة إلى ذلك يجب وضع معايير وعمليات لاختيار الطلاب والمعلمين والمسؤولين. وكذلك الحصول على دعم من الحكومات والمجتمعات المحلية لمدارس STEM، وخاصة في المجتمعات الفقيرة، وأنشطة رئيسية أخرى مثل إنشاء مجالس الأمناء، وإقامة شراكات مع الجامعات ومعاهد البحوث والقطاع الخاص (Office of Inspector General, U.S. Agency for International Development, 2018, pp. 2-3).

وقد نجحت اثنتان من المدارس الثانوية الرائدة التي ساعدت الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية في إقامتها في القاهرة في تحقيق نجاح كبير؛ مما دفع الحكومة إلى توسيع نطاق هذا البرنامج في جميع أنحاء البلاد، وإنشاء مدارس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في جميع المحافظات السبعة والعشرين (USAID, 2019).

(٢) أهمية تعليم STEM فى مصر:

تكمن أهمية تعليم STEM فى مصر فى كونه مبادرة تدعم رؤية جديدة لمصر ككيان مجهز بالموارد البشرية والموارد المؤسسية اللازمة للمنافسة والتميز في الاقتصاد العالمي .(World Learning, Inc, 2019)، والمساعدة فى مواجهة المتغيرات العالمية فى ظل التقدم العلمى والتكنولوجى (عبد القادر، ٢٠١٧، ص ١٦٨)؛ حيث توفر هذه المدارس التعليم القائم على المشاريع الذى يركز على تعزيز التفكير النقدي للطلاب، وحل المشكلات، والبحث العلمي للمساعدة في تلبية احتياجات الاقتصاد الحديث. لذلك اتجه الرئيس السيسي إلى دعم هذا النمط من التعليم بحث الحكومة المصرية على توسيعه على الصعيد الوطني (USAID, 2017). وجاءت الخطة الاستراتيجية للتعليم قبل الجامعى ٢٠١٤- ٢٠٣٠ لتؤكد على ضرورة الارتقاء بمستويات تحصيل الطلاب فى الرياضيات والعلوم

والتكنولوجيا، واستحداث نماذج للمدارس التي تدعم التميز في هذه المجالات، لإعداد أجيال قادرة على المنافسة عالميًا، والوصول إلى مراكز متقدمة في مجال العلوم والرياضيات والتقنيات (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٤، ص ص ٧٣، ٧٤، ١٠٤).

(٣) أهداف تعليم STEM فى مصر :

نشأت مدارس (STEM) فى مصر لتحقيق الأهداف التالية (وزارة التربية والتعليم، 2012، مادة 1):

- رعاية المتفوقين فى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات والاهتمام بقدراتهم.
- تعظيم دور العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات فى المجتمع المصرى.
- نشر نظام تعليمى حديث وهو نظام (STEM) فى المدارس المصرية.
- تشجيع التوجه نحو التخصصات العلمية لدى نسبة كبيرة من الطلاب فى المرحلة الثانوية.
- تطبيق مناهج وطرائق تدريس جديدة تعتمد على المشروعات الاستقصائية والمدخل التكاملى فى التدريس.
- رعاية الموهوبين والمتفوقين والاهتمام بقدراتهم.
- تدريس المناهج المتفوقة فى العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا.

- تحقيق التكامل بين منهج العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا للكشف عن مدى الارتباط بين هذه المجالات؛ لإعداد طالب لديه القدرة على التصميم والإبداع والتفكير النقدى.
- إكساب الطلاب مهارات التعلم التعاونى.
- إعداد قاعدة علمية متميزة ومؤهلة للتعليم الجامعى والبحث العلمى.

(٤) أنواع المدارس التى تقدم تعليم STEM فى مصر:

يقدم تعليم STEM فى مصر من خلال مدارس المتفوقين الثانوية فى العلوم والتكنولوجيا، والتى نشأت بموجب القرار الوزارى رقم (٣٦٩) بتاريخ ٢٠١١/١٠/١١، كمدارس مصرية تتبع وزارة التربية والتعليم (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١١، مادة ١).

وجدير بالذكر أن الدراسة في هذه المدارس قد بدأت عام ٢٠١١ في مدرسة المتفوقين بمدينة السادس من أكتوبر بمحافظة الجيزة، تلى ذلك إنشاء مدرسة المتفوقات بزهراء المعادى بمحافظة القاهرة عام ٢٠١٢، ثم في العام الدراسى ٢٠١٥/٢٠١٦ تم التوسع في إنشاء سبع مدارس للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا في محافظات: الإسكندرية بمنطقة برج العرب، و أسيوط بمدينة أسيوط، والأقصر بمدينة طيبة، والبحر الأحمر بالغردقة، والإسماعيلية بالمجمع التعليمى، وكفر الشيخ بمدينة كفر الشيخ، والدقهلية بمدينة جمصه. وفي العام الدراسي ٢٠١٦-٢٠١٧ تم إنشاء مدرستين للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا في محافظتي الغربية والمنوفية، (وزارة التربية والتعليم والتعليم الفنى، 2019). مع الوضع فى الاعتبار مراعاة الحرص على اتباع مواصفات موحدة لجميع المدارس تتمثل فيما يلى:

- ***نظام القبول:***

يقبل بهذه المدارس الطلاب المتفوقون والموهوبون من خريجى مرحلة التعليم الأساسى من جميع المدارس بجميع محافظات الجمهورية وفقًا للضوابط والمعايير الموضوعية التى تحددها وزارة التربية والتعليم، وبشرط أن يكون الطالب متفوقًا ويحقق مستويات الأداء المطلوبة فى اختبارات القبول (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١١، مادة ٦).

وتشمل شروط القبول بمدارس (STEM) ما يلى:

- ألا يقل مجموع درجات الطالب فى امتحان شهادة إتمام التعليم الأساسى عن ٩٥%(وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٦، مادة ١) .
- أن يحصل الطالب على الدرجات النهائية فى مادتين على الأقل من مواد(اللغة الإنجليزية – الرياضيات –العلوم).
- أن يجتاز الطالب الكشف الطبى بالتأمين الصحى فى الإدارة التابع لها المدرسة.
- أن يجتاز اختبار التفكير الإبداعى النوعى فى العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا.
- أن يجتاز اختبار مستوى الذكاء.
- أن يجتاز المقابلة الشخصية (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٢، مادة ٢).

- **المناهج ونظام الدراسة:**

يتسم نظام الدراسة والمناهج التى تقدم للطلاب بعدد من السمات المتمثلة فيما يلى:

- الدراسة بنظام اليوم الدراسى الكامل والممتد، ويطبق النظام الداخلى.

- عدد طلاب الفصل الواحد خمسة وعشرون طالبًا.
- النجاح والتميز شرط أساسى للاستمرار فى هذه المدارس.
- لكل مدرسة مجلس إدارة ومجلس أمناء يتم تغييره كل ثلاث سنوات.
- تطبق المدارس مناهج خاصة تعتمد على المشروعات الاستقصائية والمدخل التكاملى فى التدريس، وتحقيق التكامل بين منهج العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا والعلوم الإنسانية والفنون.
- تركز على تنمية مهارات التعاون، والتعلم، والبحث الذاتى.
- يتم تسليم كمبيوتر محمول لكل طالب.
- الدراسة باللغة الانجليزية لمواد العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا.
- المدرسة مزودة بمكتبة، ومتصلة بشبكة المعلومات، ومكتبات أكاديمية البحث العلمى والجامعات.
- مدارس المتفوقين لها تنسيق خاص بها، والقبول بالجامعات وفقًا لنسبة مرنة تتغير كل عام (القرشى، ٢٠١٨، ص ص ٧، ٨).
- يتم اختيار المقررات الدراسية فى إطار المعايير القومية والمعايير العالمية لنظام (STEM).
- تكون المناهج معادلة للإطار العام للمناهج فى المرحلة الثانوية العامة.
- يحدد أعضاء هيئة التدريس فى كل مادة الموضوعات الدراسية التى تحقق أهداف المنهج طوال العام الدراسى، والمشروعات التى يقوم الطلاب بإجرائها، وتعرض على إدارة المدرسة للموافقة عليها. ويتسلم الطالب فى بداية العام الدراسى توصيفًا لها موزعًا على الأسابيع الدراسية بالإضافة إلى كتيب المشروعات ومعايير تقييم هذه المشروعات.

- يتم مقارنة جميع المشروعات فى كل المواد الدراسية للتوصل إلى المشروعات المشتركة بين المواد المختلفة، وتحويل هذه المشروعات إلى أفكار محورية كبرى تدور حولها المشروعات التكاملية (مادة المشروع) تحت إسم Capstone، بالإضافة إلى الأفكار المحورية الأخرى التى تناسب الطلاب بالمدرسة.
- يدعم التدريس بمدارس المتفوقين بمجموعة من الأنشطة المرتبطة بالمشروعات البحثية التى يقوم بها الطلاب، كالزيارات والرحلات العلمية لبعض الجامعات ومراكز البحوث العلمية وغيرها، ويحدد لها يوم كل أسبوع فى الجدول الدراسى.
- يعتمد المعلم أثناء عملة التدريس على المدخل التكاملى القائم على المشروعات التكاملية، وذلك من خلال العمل التعاونى فى مجموعات صغيرة (لكل مجموعة مشروع محدد)، بالإضافة إلى التعلم الإلكترونى من خلال الكمبيوتر المحمول الذى يتسلمه الطالب من المدرسة.
- يتم اختيار أعضاء هيئة التدريس والإداريين أو أمناء المعامل لمدة عام قابل للتجديد بشرط أن يكون من بين الفئات التالية:(من سبق لهم السفر للخارج فى بعثات تعليمية، وقاموا بالاطلاع على أحدث الطرائق المتقدمة فى التدريس– الحاصلين على درجة الماجستير أو الدكتوراة من المدرسين العاملين بوزارة التربية والتعليم وأعضاء هيئة التدريس بالجامعة– ذوى الكفاءات المتميزة فى التدريس من المدارس التجريبية– المتخصصين فى اللغة الإنجليزية، ويفضل من اجتاز اختبار المستوى فى اللغة الإنجليزية).
- يتم تقييم الأداء لجميع العاملين بالمدرسة فى نهاية كل عام دراسى وفقًا لمعايير أداء محددة تقوم بوضعها لجنة مشكلة من الأكاديمية المهنية للمعلمين والخبراء

المتخصصين فى هذا المجال، وفى ضوء نتيجة هذا التقييم يتم التجديد من عدمه (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٢، المواد ١٢– ٢٢).

- يدرس الطلاب عددًا من المواد الأساسية: (التربية الدينية، المواطنة وحقوق الإنسان)، وهى مواد نجاح ورسوب ولا تضاف للمجموع الكلى، والمواد التخصصية وتشمل المجموعة العلمية علوم (اللغة العربية، اللغة الأجنبية الأولى، اللغة الأجنبية الثانية، الأحياء، الفيزياء، الكيمياء، الجيولوجيا وعلوم البيئة). والمجموعة العلمية رياضيات (اللغة العربية، اللغة الأجنبية الأولى، اللغة الأجنبية الثانية، الرياضيات التطبيقية، الرياضيات البحتة)، وهى مواد نجاح ورسوب تضاف للمجموع الكلى (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٣، مادة ٧).

- **<u>التقويم ومتطلبات التخرج:</u>**

يتم استخدام أسلوب التقويم المستمر للطلاب أسبوعيًا وشهريًا بما يتناسب مع طبيعة المادة لقياس تقدم الطلاب فى التعلم وإجراء المشروعات فى المعامل والحجرات الدراسية، وتحفظ نتائج هذا التقويم فى ملف خاص بكل طالب. وتعتمد منظومة التقويم فى كل مادة دراسية على المعايير الآتية:

- قياس مهارات التعلم التى اكتسبها الطلاب وتقييم المشروعات (٦٠%) .
- اختبار نهائى ذو مواصفات خاصة (٣٠%).
- أداء الطلاب أثناء العام الدراسى (١٠%).
- يلزم الطالب لتحقيق النجاح فى مواد العلوم والرياضيات والتكنولوجيا والهندسة الحصول على ٦٠% من الدرجة النهائية (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٢، مادة ٢٣، ٢٤).

- وتجمع أساليب تقويم الطلاب داخل مدارس (STEM) بين التقويم البنائى والتقويم الختامى؛ حيث يتم تقويم الطلاب فى الصف الأول والثانى الثانوى من خلال حضور ومشاركة الطلاب فى الفصول الدراسية، والمعامل العلمية والامتحانات، وكذلك تقويم مشروعات الطلاب. ويتم تقويم طلاب الصف الثالث الثانوى من خلال حضورهم ومشاركتهم فى الفصول الدراسية، والمعامل العلمية، والامتحانات العملية لمواد العلوم والرياضيات، وكذلك تقويم مشروعات الطلاب من خلال مجموعة من أساتذة الجامعات المصرية فى التخصصات العلمية والعملية.
- فى نهاية الصف الثالث يقوم الطلاب بأداء امتحان استعداد القبول بالجامعات، وهو امتحان يضاهى فى مواصفاته الامتحانات الدولية.
- تعتمد منظومة التقويم فى مدارس STEM على بنك الأسئلة؛ حيث يتم إعداد اختبار الاستعداد للقبول بالجامعات على أساس نفس المستوى العالمى لاختبارات (SAT) وبنفس المعايير والمواصفات الخاصة بهذه الاختبارات الدولية، من خلال التعاون مع خبراء دوليين، وبرنامج التقويم (PARLO) وهو اختصار تقويم وإعادة تقييم مخرجات التعليم المبنى على أداء الطالب فى عدد من مخرجات التعلم التى يدرسها خلال فصل دراسى معين، وكذلك برنامج تصحيح الاختبارات (REMARK) وهو برنامج للحاسب الآلى يستخدم فى تصحيح أوراق إجابات الطلاب (القرشى، ٢٠١٨، ص ص ١٣- ٢٥؛ زيدان، ٢٠١٦؛ Alfar, n.d.).
- تعلن نتائج الطلاب بصفوف النقل بمدارس المتفوقين فى موعد أقصاه نهاية شهر مايو من كل عام، ويحق للطلاب التظلم من النتيجة فى مدة لا تزيد عن عشرة أيام من تاريخ إعلان النتيجة، وتقدم التظلمات للمدرسة، والتى ترفعها إلى

الإدارة المركزية للتعليم الثانوى؛ حيث يقوم رئيس قطاع التعليم العام بتشكيل لجنة لفحص التظلمات والرد عليه فى مدة لا تزيد عن خمسة عشرة يومًا من تاريخ تقديم التظلم (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٢، مادة ٢٥).

- تمنح مدارس المتفوقين الثانوية فى العلوم والتكنولوجيا شهادة الثانوية المصرية فى العلوم والتكنولوجيا وهى معادلة فى مناهجها للصفوف الثلاثة بالشهادة الثانوية العامة المصرية (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٢ أ، مادة ١).

ثالثًا: الدراسة الميدانية:

(حول تصور مقترح لتفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بمصر فى ضوء النموذج الأمريكى).

يتم فيما يلي تناول الدراسة الميدانية وإجراءاتها من حيث: أهدافها، والخطوات التي اتبعت لبناء الأداة المستخدمة وصولًا بها إلى الصورة النهائية، ووصف عينة الدراسة، وأخيرًا النتائج والتعليق عليها.

١- أهداف الدراسة الميدانية:

تهدف الدراسة الميدانية إلى تعرف استجابات عينة الدراسة تجاه محاور التصور المقترح.

٢- أداة الدراسة وخطوات إعدادها:

لتحقيق الهدف من الدراسة الميدانية، تم تصميم استمارة استطلاع رأى موجهة إلى (أساتذة التربية تخصصات المناهج وطرق التدريس والتخطيط التربوى وتكنولوجيا التعليم والسياسات التعليمية، والقيادات التعليمية، وخبراء تعليم STEM فى مصر)، وذلك على النحو التالي:

(١) إعداد الصورة المبدئية للأداة:

ولقد تم صياغة هذه الصورة وتنظيم محاورها بالاستعانة بالمصادر التالية:

- الواقع الحالى لتعليم STEM فى مصر.
- التوجهات الحالية والمستقبلية للحكومة المصرية.
- الدروس المستفادة من النموذج الأمريكى الذى تم عرضه فى الدراسة.
- التوجهات الدولية الرامية إلى توظيف تعليم STEM لتحقيق التنمية المستدامة فى المجتمعات.
- التحديات الحالية التى تواجهها المجتمعات والمرتبطة بالعصر الرقمى.
- بعض المصادر الأجنبية المتخصصة في مجال الدراسة.

وروعي في تصميم الأداة: صياغة العبارات بأسلوب واضح، وتوافر أكثر من اختيار أمام كل عبارة.

(٢) صدق الأداة: تم قياس صدق الأداة من خلال:

- الصدق الظاهرى: للتأكد من الصدق الظاهرى للأداة، تم عرضها على السادة المحكمين، وذلك لإبداء الرأى فى دقة الصياغة اللغوية للمفردات، وملاءمة كل مفردة للبعد الذى تقيسه، واتفق السادة المحكمون على سلامة العبارات من حيث تمثيل كل عبارة لمضمون البعد الذى تقيسه، كما أسفر التحكيم عن وجود تعديلات داخل العبارات تم إعادة صياغتها لتصبح أكثر وضوحًا.
- الصدق الداخلي: وذلك من خلال معامل ارتباط كل مفردة مع محورها، والاتساق الداخلي لها، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول (١)

يوضح معامل ارتباط كل مفردة مع المحور الذى تنتمى إليه (ن= ١٠٣)

المحور	المفردات	معامل الارتباط	المحور	المفردات	معامل الارتباط	المحور	المفردات	معامل الارتباط
المحور الأول	Q1	.042	المحور الرابع	Q26	.902**	تابع المحور الثامن	Q51	.710**
	Q2	1		Q27	.144		Q52	.655**
	Q3	.672**		Q28	.580**		Q53	.580**
	Q4	.653**		Q29	.559**		Q54	1
	Q5	.317**	المحور الخامس	Q30	.684**	المحور التاسع	Q55	.041
	Q6	.666**		Q31	.568**		Q56	1
	Q7	.694**		Q32	1		Q57	.300**
	Q8	.762**		Q33	.220*		Q58	.372**
	Q9	.534**		Q34	.597**		Q59	.233*
	Q10	.371**	المحور السادس	Q35	.078		Q60	.787**
	Q11	.361**		Q36	.659**		Q61	.709**
	Q12	.152		Q37	.392**		Q62	.613**
المحور الثاني	Q13	.740**		Q38	.217*		Q63	.133
	Q14	.264**		Q39	.403**	المحور العاشر	Q64	.949**
	Q15	.771**		Q40	.636**		Q65	.884**
	Q16	.690**		Q41	.763**		Q66	.911**
	Q17	.825**	المحور السابع	Q42	.966**		Q67	.664**
المحور الثالث	Q18	.618**		Q43	.458**		Q68	.140
	Q19	.329**		Q44	.924**	المحور الحادي عشر	Q69	.355**
	Q20	.222*		Q45	1		Q70	.888**
	Q21	.309**		Q46	1		Q71	.358**
	Q22	.738**	المحور الثامن	Q47	.466**		Q72	.974**
	Q23	.782**		Q48	.309**		Q73	.190
	Q24	.757**		Q49	.668**		Q74	.888**
	Q25	.616**		Q50	.209*		Q75	1

*دال عند مستوى دلالة ٠,٠٥ **دال عند مستوى دلالة ٠,٠١

وبقراءة الجدول السابق يتبين وجود ارتباط قوي موجب عند مستوى دلالة ٠,٠١ بين كل مفردة في كل محور من محاور الأداة وبين المحور الذي تنتمي إليه، مما يدل على وجود اتساق داخلي كبير بين مفردات الأداة.

(٣) ثبات الأداة:

تم حساب ثبات أداة الدراسة بإجراء الثبات الإحصائي للأداة بطريقة ألفا كرونباخ (Alpha Reliability Coefficient)، وذلك عن طريق برنامج (SPSS)- الإصدار العشرين. والجدول التالي يوضح قيم معاملات الثبات لأبعاد المقياس وللمقياس ككل.

جدول (٢)

يوضح قيم معاملات الثبات للاستبانة باستخدام ألفا كرونباخ (ن= ١٠٣)

م	مكونات استبانة البحث	معامل الثبات ألفا كرونباخ	الثبات (الصدق الذاتى)
١	المحور الأول	,٦٦٧	٠,٨١٧
٢	المحور الثاني	,٦٤٤	٠,٨٠٣
٣	المحور الثالث	,٥٢٢	٠,٧٢٣
٤	المحور الرابع	,٥٥٨	٠,٧٤٧
٥	المحور الخامس	,١٥٧	٠,٣٩٦
٦	المحور السادس	,٣٥٥	٠,٥٩٦
٧	المحور السابع	,٥٥٠	٠,٧٤٢
٨	المحور الثامن	,٥٣٨	٠,٧٣٥
٩	المحور التاسع	,٤١٠	٠,٦٤٠

١٠	المحور العاشر	,٧٨٥	٠,٨٨٦
١١	المحور الحادي عشر	,٧٤٥	٠,٨٦٣
	الاستبانة ككل	,٨٩٢	٠,٩٤٥

يتضح من جدول (٢) أن قيم معاملات الثبات في الاستبانة ككل ومحاورها مرتفعة. ويوضح الملحق (١) الصورة النهائية للأداة والتي تتكون من (٧٥) مفردة.

(٤) الصياغة النهائية للأداة:

بعد الانتهاء من المراحل السابقة، تم صياغة الاستبانة فى صورتها النهائية، وذلك مع مراعاة ملاحظات السادة المحكمين، وبما يسمح بتحقيق الأهداف المتوخاة. وتضمنت الاستبانة (١١) محوراً رئيسيًا، اندرج تحتها (٧٥) عبارة فرعية.

جدول (٣)

يوضح وصف الأداة (محاور الاستبانة – عدد العبارات)

م	محاور الاستبانة	عدد العبارات
١.	جعل تعليم STEM متاحًا لجميع الطلاب وعبر المراحل التعليمية المختلفة بدءًا برياض الأطفال وحتى التعليم العالي وعبر كافة المسارات الرسمية وغير الرسمية.	١٢
٢.	جعل التنمية المستدامة هدفًا أساسيًا للمناهج وخطط الدراسة.	٥
٣.	ربط التنمية المستدامة بالوظائف المهنية التي تتولى مدارس STEM تأهيل الطلاب للعمل بها.	٧
٤.	القيام بمبادرات لتشجيع المنتجات المحلية المحيطة بالمدرسة.	٥
٥.	تطبيق مدخل تعليم STEM البيئي .(Green STEM)	٥

م	محاور الاستبانة	عدد العبارات
.٦	تدريب المعلمين على كيفية تحقيق الربط بين تعليم STEM والتنمية المستدامة.	٧
.٧	تنظيم مهرجانات ومسابقات لعرض مشروعات الطلاب الخاصة بالتنمية المستدامة.	٥
.٨	تعزيز الروابط والشراكات بين المؤسسات التعليمية، وأرباب العمل، والمجتمعات.	٨
.٩	جعل تعليم STEM ذا مغزى وملهمًا للطلاب.	٩
.١٠	الاهتمام بالشفافية والمساءلة.	٥
.١١	توفير التعليم الفعال بمدارس STEM.	٧
	الإجمالي	٧٥

٣-اختيار ووصف العينة:

تم اختيار عينة عشوائية من خلال المحافظات المختلفة، ووصل عدد المستجيبين إلى (١٠٣) مستجيب من أساتذة التربية، والقيادات التعليمية، وخبراء تعليم STEM فى مصر. والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول (٤)

يوضح توزيع عينة الدراسة

م	الوظيفة الحالية	العينة	النسبة %
١	أساتذة التربية	٤٠	%٣٨,٨
٢	قيادات تعليمية	٣٠	%٢٩,٢

٣	STEMخبراء	٣٣	%٣٢
	الإجمالى	١٠٣	%١٠٠

٤- خطة التحليل الإحصائى:

تم الاستعانة ببرنامج الحزم الإحصائية (SPSS)-الإصدار العشرين، وتم استخدام الأساليب الإحصائية التالية:

- معامل الارتباط لقياس الصدق الداخلي للاستبانة، ومعامل ارتباط كل مفردة بمحورها.
- نموذج ألفا كرونباخ لقياس ثبات الاستبانة.
- التكرارات والنسب المئوية .
- حساب متوسط الوزن النسبي لمحاور الاستبانة.

(٥) طريقة تصحيح الأداة:

تم صياغة جميع عبارات *الأداة* بصورة إيجابية؛ وتم تصحيحها وفقاً للتدريج الثلاثى، ويوضح جدول (٥) الدرجات المستحقة عند تصحيح الاستبانة.

جدول (٥)

يوضح الدرجات المستحقة عند تصحيح الاستبانة

لا أوافق	إلى حد ما	أوافق
١	٢	٣

(٦) نتائج الدراسة وتفسيرها :

فيما يلى عرض لنتائج تحليل محتوى الاستبانة، مصحوبًا بتفسير لهذه النتائج فيما يتعلق بكل محور من محاور الاستبانة.

المحور الأول: جاءت نتائج الإجابة على النحو التالي الموضح بجدول (٦):

جدول (٦)

يوضح تكرارات استجابات الموافقة الخاصة بالعينة الكلية ومتوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية والترتيب

الخاص بالمحور الأول (العينة الكلية "ن" = ١٠٣)

م	المحور الأول (جعل تعليم STEM متاحًا لجميع الطلاب وعبر المراحل التعليمية المختلفة بدءًا برياض الأطفال وحتى التعليم العالى وعبر كافة المسارات الرسمية وغير الرسمية) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
١	وضع الرؤى والاستراتيجيات التي من شأنها توفير خبرات تعلم عالية الجودة في مجال STEM ومناسبة لكل طفل وشاب.	–	٤	٩٩	٢,٩٦	٩٨,٧١	٢
٢	نشر الوعى المجتمعي بأهمية ومتطلبات هذا النوع من التعليم.	–	–	١٠٣	٣	١٠٠	١
٣	إتاحة تعليم STEM لجميع الطلاب، وعدم الاقتصار على	٧	٨	٨٨	٢,٧٩	٩٢,٨٨	٧

م	المحور الأول (جعل تعليم STEM متاحًا لجميع الطلاب وعبر المراحل التعليمية المختلفة بدءًا برياض الأطفال وحتى التعليم العالى وعبر كافة المسارات الرسمية وغير الرسمية) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
	فئة الموهوبين والمتفوقين.						
٤	توسيع نطاق التحاق الإناث والفئات الفقيرة والمهمشة بتعليم STEM.	–	١١	٩٢	٢,٨٩	٩٦,٤٤	٣
٥	توفير تعليم STEM عبر كافة المسارات الرسمية وغير الرسمية مدى الحياة.	٢	٧	٩٤	٢,٨٩	٩٦,٤٤	٣ مكرر
٦	توفير تعليم STEM عبر المراحل التعليمية المختلفة من رياض الأطفال وحتى مرحلة التعليم العالي.	٢	١١	٩٠	٢,٨٥	٩٥,١٥	٥
٧	تنويع المدارس التي تقدم تعليم STEM بحيث تشمل إلى جانب مدارس المتفوقين الثانوية للعلوم والتكنولوجيا أنماطًا أخرى من المدارس العامة والخاصة.	١١	٣	٨٩	٢,٧٦	٩١,٩١	٨
٨	توفير تعليم STEM كبرنامج للدراسة في المدارس العامة والتجريبية والخاصة غير المتخصصة في تخصصات STEM.	٢٠	٤	٧٩	٢,٥٧	٨٥,٧٦	١٠

م	المحور الأول (جعل تعليم STEM متاحًا لجميع الطلاب وعبر المراحل التعليمية المختلفة بدءًا برياض الأطفال وحتى التعليم العالى وعبر كافة المسارات الرسمية وغير الرسمية) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
٩	توفير تعليم STEM لطلاب التعليم الفني.	١٢	٢٤	٦٧	٢,٥٣	٨٤,٤٧	١١
١٠	توفير دورات لتعليم STEM في مراكز الشباب وغيرها من مراكز خدمة المجتمع.	١٨	٢٣	٦٢	٢,٤٣	٨٠,٩١	١٢
١١	محو الأمية الرقمية لدى جميع الطلاب.	٨	٢٢	٧٣	٢,٦٣	٨٧,٧٠	٩
١٢	توسيع استخدام المنصات الرقمية وغيرها من وسائط التعلم من بعد التي تمكن من تحصيل تعليم STEM في أي مكان وفي أي وقت.	–	٢٠	٨٣	٢,٨١	٩٣,٥٣	٦
	متوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية				٢,٧٦	%٩١,٩٩	

تبين قراءة جدول (٦) ما يلى:

- أن متوسط الوزن النسبى للمحور الأول قد بلغ (٢,٧٦)، بنسبة مئوية (٩١,٩٩%) مما يوضح أن نسبة كبيرة من أفراد العينة موافقون على عبارات المحور.
- حصلت العبارة "نشر الوعى المجتمعي بأهمية ومتطلبات هذا النوع من التعليم" على نسبة مئوية "١٠٠%" بترتيب موافقة "١"، وهذا يعد تأكيدًا من عينة الدراسة على أهمية تعليم STEM.

- حصلت العبارة "توفير دورات لتعليم STEM فى مراكز الشباب وغيرها من مراكز خدمة المجتمع" على نسبة مئوية "٨٠,٩١%" وأقل ترتيب موافقة "١٢"، ويرجع ذلك كما أشار المستجيبون إلى أن هذه الدورات لا تتم تحت إشراف وزارة التعليم، مما قد يؤثر على جديتها، وقد تتعارض فى بعض الأحيان مع رؤية الوزارة لتعليم STEM. لذا فهناك ضرورة لإخضاعها لإشراف رسمى فيما يتعلق بالمحتوى الدراسى وأسلوب تناوله.

المحور الثانى: جاءت نتائج الإجابة على النحو التالي الموضح بجدول (٧):

جدول (٧)

يوضح تكرارات استجابات الموافقة الخاصة بالعينة الكلية ومتوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية والترتيب الخاص بالمحور الثانى (العينة الكلية "ن" = ١٠٣)

م	المحور الثانى (جعل التنمية المستدامة هدفًا أساسيًا للمناهج وخطط الدراسة) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
١٣	وضع خطة لتفعيل مبادئ التنمية المستدامة في جميع أنحاء المدرسة.	١	١٧	٨٥	٢,٨٢	٩٣,٨٥	٤
١٤	دمج مبادئ وقيم وممارسات التنمية المستدامة في جميع جوانب التعليم والتعلم.	١	–	١٠٢	٢,٩٨	٩٩,٣٥	١
١٥	تطوير المناهج التربوية متعددة التخصصات التي تشجع الطلاب على إيجاد حلول لمشاكل الحياة	–	١١	٩٢	٢,٨٩	٩٦,٤٤	٣

م	المحور الثانى (جعل التنمية المستدامة هدفًا أساسيًا للمناهج وخطط الدراسة) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
	الحقيقية.						
١٦	توفير نظام للمعلومات عبر شبكة الإنترنت يوضح للمعلمين كيفية معالجة التنمية المستدامة من خلال وحدات المقررات الدراسية.	٩	١٠	٨٤	٢,٧٣	٩٠,٩٤	٥
١٧	توسيع مشاركة العلماء والرياضيين والمتخصصين في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في تطوير مقررات الدراسة.	–	٩	٩٤	٢,٩١	٩٧,٠٩	٢
	متوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية				٢,٨٧	%٩٥,٥٣	

تبين قراءة جدول (٧) ما يلى:

- أن متوسط الوزن النسبى للمحور الثانى قد بلغ (٢,٨٧)، بنسبة مئوية (٩٥,٥٣%) مما يوضح أن نسبة كبيرة من أفراد العينة موافقون على عبارات المحور.
- حصلت العبارة " دمج مبادئ وقيم وممارسات التنمية المستدامة في جميع جوانب التعليم والتعلم" على نسبة مئوية "٩٩,٣٥%" بترتيب موافقة "١" مما يؤكد اهتمام المستجيبين بأهمية التنمية المستدامة ودور المدرسة فى تحقيقها من خلال عملية التعليم والتعلم. وقد يرجع حصول العبارة " توفير نظام للمعلومات عبر شبكة الإنترنت يوضح

للمعلمين كيفية معالجة التنمية المستدامة من خلال وحدات المقررات الدراسية" نسبة مئوية "٩٠,٩٤%" بترتيب موافقة منخفض "٥" لعدم تحمس البعض لدور التكنولوجيا الرقمية فى العملية التعليمية وتدريب المعلمين.

المحور الثالث: جاءت نتائج الإجابة على النحو التالي الموضح بجدول (٨):

جدول (٨)

يوضح تكرارات استجابات الموافقة الخاصة بالعينة الكلية ومتوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية والترتيب الخاص بالمحور الثالث (العينة الكلية "ن" = ١٠٣)

م	المحور الثالث (ربط التنمية المستدامة بالوظائف المهنية التى تتولى مدارس STEM تأهيل الطلاب للعمل بها) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
١٨	صياغة عدد من المعايير الخاصة بالتنمية المستدامة تغطى كافة أشكال المهن.	١	١١	٩١	٢,٨٧	٩٥,٧٩	٢
١٩	تعريف الطلاب بطبيعة الأعمال في المستقبل.	٩	٢٣	٧١	٢,٦٠	٨٦,٧٣	٧
٢٠	دعم تطوير المناهج الدراسية في مجالات STEM الرئيسية المرتبطة بالتعليم المهني والتقني، وربطها بالوظائف التي تحتاجها الدولة في الفترة المقبلة.	–	١٥	٨٨	٢,٨٥	٩٥,١٥	٣

٢١	استضافة أصحاب المهن المرتبطة بمجالات الدراسة الأربعة بالمدرسة لتعريف الطلاب بها، وما تتطلبه من مؤهلات وكفايات.	١٠	٨	٨٥	٢,٧٣	٩٠,٩٤	٦
٢٢	تطبيق بعض البرامج التي تسهم في تكوين جسور بين التعليم المدرسي وعالم العمل.	–	١٠	٩٣	٢,٩٠	٩٦,٧٦	١
٢٣	تفعيل دور الإرشاد الأكاديمي والمهني في المدرسة لتوجيه الطلاب إلى المهن التي تتناسب مع ميولهم واستعداداتهم الأكاديمية.	٩	–	٩٤	٢,٨٣	٩٤,١٧	٤
٢٤	وضع برامج لتدريب طلاب تعليم STEM على ريادة الأعمال.	٩	٤	٩٠	٢,٧٩	٩٢,٨٨	٥
	متوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية				٢,٨٠	%٩٣,٢٠	

تبين قراءة جدول (٨) ما يلى:

- أن متوسط الوزن النسبى للمحور الثالث قد بلغ (٢,٨٠)، **بنسبة مئوية (٩٣,٢٠%)**، مما يوضح أن نسبة كبيرة من أفراد العينة موافقون على عبارات المحور.
- حصلت العبارة " تطبيق بعض البرامج التي تسهم في تكوين جسور بين التعليم المدرسي وعالم العمل" على نسبة مئوية "٩٦,٧٦%" بترتيب موافقة "١" مما يدل على اهتمام المستجيبين بربط التعليم

بالعمل. وعلى الرغم من حصول العبارة "تعريف الطلاب بطبيعة الأعمال في المستقبل" على أقل ترتيب موافقة فى المحور "٧"، إلا أنها قد حصلت على نسبة مئوية مرتفعة "٨٦,٧٣%" مما يؤكد ضرورة تعريف الطلاب بالتوجهات المستقبلية فى قطاع الأعمال.

المحور الرابع: جاءت نتائج الإجابة على النحو التالي الموضح بجدول (9):

جدول (9)

يوضح تكرارات استجابات الموافقة الخاصة بالعينة الكلية ومتوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية والترتيب الخاص بالمحور الرابع (العينة الكلية "ن" = ١٠٣)

م	المحور الرابع (القيام بمبادرات لتشجيع المنتجات المحلية المحيطة بالمدرسة) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
٢٥	فتح أبواب المدرسة للمنتجين المحليين لإقامة معارض لمنتجاتهم.	٩	٢٢	٧٢	٢,٦١	٨٧,٠٦	٤
٢٦	قيام المدرسة بالترويج للمنتجات المحلية من خلال الإذاعة المدرسية، أو البوسترات، أو مجلات الحائط، وغيرها.	١٨	٢٩	٥٦	٢,٣٧	٧٨,٩٦	٥
٢٧	تطوير الممارسات التي تمكن الطلاب من استخدام مهاراتهم في تطوير الأفكار والمنتجات من أجل مستقبل مستدام.	-	٣	١٠٠	٢,٩٧	٩٩,٠٣	١
٢٨	تنظيم زيارات ميدانية	-	٢٠	٨٣	٢,٨١	٩٣,٥٣	٣

م	المحور الرابع (القيام بمبادرات لتشجيع المنتجات المحلية المحيطة بالمدرسة) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
	للمصانع والمزارع المحيطة بالمدرسة لتعريف الطلاب بدورها في دعم المجتمع المحلى، وما تقدمه من منتجات تدعم الاقتصاد القومي.						
٢٩	تنظيم مبادرات يشترك فيها الطلاب لتعريف المنتجين المحليين بالصناعات والزراعات المستدامة، وأهمية الحفاظ على البيئة، وعدم تلويثها بالمخلفات، والامتناع عن استخدام المبيدات التي تضر باستدامة التربة وصحة الإنسان.	–	١٥	٨٨	٢,٨٥	٩٥,١٥	٢
	متوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية				٢,٧٢	%٩٠,٧٤	

تبين قراءة جدول (٩) ما يلى:

- أن متوسط الوزن النسبى للمحور الرابع قد بلغ (٢,٧٢)، بنسبة مئوية (٩٠,٧٤%)، مما يوضح أن نسبة كبيرة من أفراد العينة موافقون على عبارات المحور.

- حصلت العبارة" تطوير الممارسات التى تمكن الطلاب من استخدام مهاراتهم فى تطوير الأفكار والمنتجات من أجل مستقبل مستدام" على نسبة مئوية "٩٩,٠٣%" بترتيب موافقة "١" مما يدل على اعتراف المستجيبين بأهمية إكساب طلاب STEM المهارات التى تمكنهم من تحقيق الاستدامة بالمجتمع المصرى. وحصلت العبارة "قيام المدرسة بالترويج للمنتجات المحلية من خلال الإذاعة المدرسية، أو البوسترات، أو مجلات الحائط، وغيرها" على نسبة مئوية "٧٨,٩٦%" بترتيب موافقة "٥" لأن البعض يرى أن هذا ليس من صميم عمل المدرسة؛ حيث إن دورها ينحصر فى التعليم والتربية وليس الترويج للمنتجات. غير أن الباحثة ترى تعارض ذلك مع الاتجاهات الحديثة التى تنادى بأهمية دور المدرسة فى خدمة المجتمع المحيط.

المحور الخامس: جاءت نتائج الإجابة على النحو التالي الموضح بجدول (١٠):

جدول (١٠)

يوضح تكرارات استجابات الموافقة الخاصة بالعينة الكلية ومتوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية والترتيب

الخاص بالمحور الخامس (العينة الكلية "ن" = ١٠٣)

م	المحور الخامس (تطبيق مدخل تعليم STEM البيئى (Green STEM) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
٣٠	استخدام المدخل البيئي في إعداد المواد الدراسية	٤	١٠	٨٩	٢,٨٣	٩٤,١٧	٤

م	المحور الخامس (تطبيق مدخل تعليم STEM البيئى (Green STEM) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
	المختلفة.						
٣١	استخدام محتوى وممارسات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) لاستكشاف المشكلات البيئية المحلية، وتصميم الحلول المناسبة وتنفيذها.	–	١٢	٩١	٢,٨٨	٩٦,١٢	٣
٣٢	تشجيع الطلاب في تعليم STEM على دراسة كل ما يتعلق بصحة وسلامة النظام البيئي من خلال مشروعاتهم.	٢	١	١٠٠	٢,٩١	٩٧,٠٩	٢
٣٣	توفير دليل للطالب يوضح المشروعات والمشكلات التي يحتاجها المجتمع، ومدى ارتباطها بتخصصات STEM.	–	٤	٩٩	٢,٩٦	٩٨,٧١	١
٣٤	عمل روابط مع الشركاء المجتمعيين ممن لهم صلة بالمشكلة من أصحاب المزارع، والعلماء، ورجال الأعمال، وأصحاب المصانع	٩	٢	٩٢	٢,٨١	٩٣,٥٣	٥

م	المحور الخامس (تطبيق مدخل تعليم STEM البيئى (Green STEM) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
	والشركات، والمخططين، والمهندسين، وغيرهم لمساعدة الطلاب في حل المشكلة.						
متوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية					**٢,٨٨**	**%٩٥,٩٢**	

تبين قراءة جدول (١٠) ما يلى:

- أن متوسط الوزن النسبى للمحور الخامس قد بلغ (**٢,٨٨**) بنسبة مئوية (**٩٥,٩٢%**)، مما يوضح أن نسبة كبيرة من أفراد العينة موافقون على عبارات المحور.
- حصلت العبارة "توفير دليل للطالب يوضح المشروعات والمشكلات التي يحتاجها المجتمع، ومدى ارتباطها بتخصصات STEM" على وزن نسبى "٩٨,٧١%" بترتيب موافقة "١" مما يدل على إدراك المستجيبين لأهمية ربط التعليم بمشكلات المجتمع المحيط. وعلى الرغم من حصول العبارة "عمل روابط مع الشركاء المجتمعيين ممن لهم صلة بالمشكلة من أصحاب المزارع، والعلماء، ورجال الأعمال، وأصحاب المصانع والشركات، والمخططين، والمهندسين، وغيرهم لمساعدة الطلاب في حل المشكلة" على نسبة مئوية "٩٣,٥٣%" بترتيب موافقة "٥"، إلا أن المستجيبين قد أشاروا إلى حاجة المجتمع فى الفترة الحالية إلى مثل هذا الإجراء، ولكنه يتطلب تخطيط على

مستوى عال ومشاركة العديد من فئات المجتمع، وتمويل يغطى تكاليف الدراسة.

المحور السادس: جاءت نتائج الإجابة على النحو التالي الموضح بجدول (١١):

جدول (١١)

يوضح تكرارات استجابات الموافقة الخاصة بالعينة الكلية ومتوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية والترتيب الخاص بالمحور السادس (العينة الكلية "ن" = ١٠٣)

م	المحور السادس (تدريب المعلمين على كيفية تحقيق الربط بين تعليم STEM والتنمية المستدامة) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
٣٥	توفير برامج ومقررات بكليات التربية لإعداد معلم STEM حتى يتمكن من ربط تعليم STEM بالتنمية المستدامة.	–	٨	٩٥	٢,٩٢	٩٧,٤١	٢
٣٦	تنظيم دورات تدريبية لتزويد المعلمين بالمعارف والمهارات اللازمة للإشراف على إنجاز	–	٩	٩٤	٢,٩١	٩٧,٠٩	٣

م	المحور السادس (تدريب المعلمين على كيفية تحقيق الربط بين تعليم STEM والتنمية المستدامة) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
	مشاريع STEM التي تحقق هذا الربط بنجاح، وتعريفهم بأنشطة STEM، وأدوارهم في تنفيذها.						
٣٧	إعداد برامج تثقيفية وتدريبية للمعلمين حول المهن في الهندسة والتكنولوجيا الهندسية وصناعة الطاقة النووية وغيرها، حتى يتمكنوا من تحقيق الربط بين محتوى STEM والتنمية المستدامة.	١	–	١٠٢	٢,٩٨	٩٩,٣٥	١
٣٨	عمل أدلة إرشادية للمعلمين خاصة بهذا المجال.	١	٨	٩٤	٢,٩٠	٩٦,٧٦	٤
٣٩	إيفاد معلمي مدارس STEM في بعثات للخارج للاستفادة من التجارب الدولية في المجال.	١٣	٢٢	٦٨	٢,٥٣	٨٤,٤٧	٧
٤٠	عمل شراكات مع المعلمين بأفضل المدارس التي تقدم تعليم STEM على مستوى العالم لتبادل الخبرات.	٦	١٦	٨١	٢,٧٣	٩٠,٩٤	٦
٤١	تصميم موقع على شبكة الإنترنت خاص بمعلمي STEM لتزويدهم	١٠	٢	٩١	٢,٧٩	٩٢,٨٨	٥

م	المحور السادس (تدريب المعلمين على كيفية تحقيق الربط بين تعليم STEM والتنمية المستدامة) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
	بالمعلومات والبيانات الخاصة بالتنمية المستدامة ودور تعليم STEM في تحقيقها، وأحدث طرائق واستراتيجيات التدريس، والممارسات الناجحة في هذا المجال، والإجابة على استفسارات المعلمين وإرشادهم.						
متوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية					٢,٨٢	%٩٤,١٣	

تبين قراءة جدول (١١) ما يلى:

- أن متوسط الوزن النسبى للمحور السادس قد بلغ (٢,٨٢) بنسبة مئوية (٩٤,١٣%)، مما يوضح أن نسبة كبيرة من أفراد العينة موافقون على عبارات المحور.

- حصلت العبارة "إعداد برامج تثقيفية وتدريبية للمعلمين حول المهن في الهندسة والتكنولوجيا الهندسية وصناعة الطاقة النووية وغيرها، حتى يتمكنوا من تحقيق الربط بين محتوى STEM والتنمية المستدامة" على نسبة مئوية "٩٩,٣٥%" بترتيب موافقة "١" مما يدل على تأكيد المستجيبين على أهمية تزويد المعلمين بالمعلومات والإرشادات التى تيسر لهم تحقيق الأهداف المتوخاة والخاصة بربط تعليم STEM بالتنمية المستدامة فى المجتمع. وحصلت العبارة "إيفاد معلمى مدارس STEM فى بعثات للخارج للاستفادة من التجارب الدولية فى المجال" على نسبة مئوية

"٨٤,٤٧%" بأقل ترتيب موافقة فى المحور "٧" لأن المستجيبين يرون أن ذلك ليس له مردود ملموس، ولكنه يحمل الدولة أعباء مادية، لذا يفضل الاستعانة بخبراء من مصر والخارج لتحقيق الهدف.

المحور السابع: جاءت نتائج الإجابة على النحو التالي الموضح بجدول (١٢):

جدول (١٢)

يوضح تكرارات استجابات الموافقة الخاصة بالعينة الكلية ومتوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية والترتيب الخاص بالمحور السابع (العينة الكلية "ن" = ١٠٣)

م	المحور السابع (تنظيم مهرجانات ومسابقات لعرض مشروعات الطلاب الخاصة بالتنمية المستدامة) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
٤٢	تنظيم مهرجانات على مستوى المدرسة كل عام لعرض مشروعات الطلاب الخاصة بالتنمية المستدامة في بيئة علمية، ويتم دعوة طلاب المدارس الأخرى والمتخصصين والمهتمين بمجالات المشروعات لحضور العروض.	١٢	٤	٨٧	٢,٧٣	٩٠,٩٤	٥
٤٣	تشجيع الطلاب على الانضمام إلى مسابقات STEMالدولية ذات الصلة بالتنمية المستدامة.	١	–	١٠٢	٢,٩٨	٩٩,٣٥	٣
٤٤	تصميم موقع على شبكة الإنترنت يوضح للطلاب مواعيد هذه المسابقات، وأماكن انعقادها، وشروطها.	–	١٠	٩٣	٢,٩٠	٩٦,٧٦	٤

م	المحور السابع (تنظيم مهرجانات ومسابقات لعرض مشروعات الطلاب الخاصة بالتنمية المستدامة) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
٤٥	تقديم حوافز للطلاب الفائزين في هذه المسابقات، ونشرها بين المدارس لتعميم الاستفادة.	–	–	١٠٣	٣	١٠٠	١
٤٦	فتح قنوات اتصال بالمسئولين والمهتمين لاتخاذ الإجراءات المناسبة لوضع نتائج المشروعات الناجحة في حيز التنفيذ.	–	–	١٠٣	٣	١٠٠	١ مكرر
	متوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية				٢,٩٢	%٩٧,٤١	

تبين قراءة جدول (١٢) ما يلى:

- أن متوسط الوزن النسبى للمحور السابع قد بلغ (**٢,٩٢**) بنسبة مئوية (**٩٧,٤١%**)، مما يوضح أن نسبة كبيرة من أفراد العينة موافقون على عبارات المحور.
- حصلت عبارة " تقديم حوافز للطلاب الفائزين فى هذه المسابقات، ونشرها بين المدارس لتعميم الاستفادة" وعبارة " فتح قنوات اتصال بالمسئولين والمهتمين لاتخاذ الإجراءات المناسبة لوضع نتائج المشروعات الناجحة في حيز التنفيذ" على نسبة مئوية "١٠٠%" بترتيب موافقة "١"، وفى ذلك تأكيد من المستجيبين على أهمية إثارة الحماسة لدى الطلاب، والاهتمام بتطبيق نتائج المشروعات التى يجريها الطلاب لخدمة المجتمع. وحصلت العبارة " تنظيم مهرجانات على مستوى المدرسة كل عام لعرض مشروعات الطلاب الخاصة

بالتنمية المستدامة في بيئة علمية، ويتم دعوة طلاب المدارس الأخرى والمتخصصين والمهتمين بمجالات المشروعات لحضور العروض" على نسبة مئوية "٩٠,٩٤%" بترتيب موافقة منخفض "٥" لأن هذا الإجراء متبع بالفعل كما يشير خبراء STEM.

المحور الثامن: جاءت نتائج الإجابة على النحو التالي الموضح بجدول (١٣):

جدول (١٣)

يوضح تكرارات استجابات الموافقة الخاصة بالعينة الكلية ومتوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية والترتيب الخاص بالمحور الثامن (العينة الكلية "ن" = ١٠٣)

م	المحور الثامن (تعزيز الروابط والشراكات بين المؤسسات التعليمية، وأرباب العمل، والمجتمعات) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
٤٧	إقامة روابط بين المدارس والكليات والجامعات والمكتبات والمتاحف والمؤسسات المجتمعية الأخرى لمساعدة الطلاب في مدارس STEM عبر رحلتهم التعليمية والمهنية.	٩	١١	٨٣	٢,٧٢	٩٠,٦٢	٤
٤٨	عقد شراكات مع أصحاب العمل لتوفير التدريب الداخلي والمهني في تخصصات STEM.	١٧	–	٨٦	٢,٦٧	٨٨,٩٩	٦
٤٩	عقد شراكات بين مدارس STEM وقطاع الأعمال لتزويد المدارس بممارسات إدارية عالية الجودة، ومهارات في القيادة والإدارة والتدريب.	١٠	١٥	٧٨	٢,٦٦	٨٨,٦٧	٧
٥٠	عقد شراكات بين قطاع الأعمال	٢	٧	٩٤	٢,٨٩	٩٦,٤٤	٢

م	المحور الثامن (تعزيز الروابط والشراكات بين المؤسسات التعليمية، وأرباب العمل، والمجتمعات) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
	وزارة التعليم لتطبيق برامجها الخاصة بمراقبة الجودة على تعليم STEM.						
٥١	عقد شراكات مع قطاع الأعمال لتوفير أنشطة إثرائية بعد انتهاء اليوم الدراسي.	٨	١٣	٨٢	٢,٧٢	٩٠,٦٢	٤ مكرر
٥٢	عمل شراكات مع المجتمع المحلى لتوفير التمويل اللازم لدعم أنشطة تعليم STEM المرتبطة بالتنمية المستدامة.	١٢	٢٠	٧١	٢,٥٧	٨٥,٧٦	٨
٥٣	إشراك أولياء الأمور والمجتمع المحلى في تنفيذ أنشطة ومشروعات الطلاب.	٨	١١	٨٤	٢,٧٤	٩١,٢٦	٣
٥٤	توفير برامج في التربية الوالدية لتعريف الآباء بكيفية التعامل مع أبنائهم من دراسي STEM ومساعدتهم وتوجيههم.	-	-	١٠٣	٣	١٠٠	١
	متوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية				٢,٧٥	%٩١,٥٥	

تبين قراءة جدول (١٣) ما يلى:

- أن متوسط الوزن النسبى للمحور الثامن قد بلغ (٢,٧٥) بنسبة مئوية (٩١,٥٥%)، مما يوضح أن نسبة كبيرة من أفراد العينة موافقون على عبارات المحور.
- حصلت العبارة "توفير برامج في التربية الوالدية لتعريف الآباء بكيفية التعامل مع أبنائهم من دراسي STEM ومساعدتهم وتوجيههم" على نسبة مئوية "١٠٠%" بترتيب موافقة"١" مما يعد تأكيدًا من فئات عينة الدراسة على دور الأسرة فى عملية تعليم الأبناء. كما حصلت العبارة

"عمل شراكات مع المجتمع المحلى لتوفير التمويل اللازم لدعم أنشطة تعليم STEM المرتبطة بالتنمية المستدامة" على نسبة مئوية "٨٥,٧٦%" بترتيب موافقة "٨" للخوف من عدم تحمس المجتمع لتقديم مثل هذا التمويل، ويرجع السبب فى ذلك من وجهة نظر المستجيبين إلى عدم وجود آليات تفرض ذلك أو تنظمه.

المحور التاسع: جاءت نتائج الإجابة على النحو التالي الموضح بجدول (١٤):

جدول (١٤)

يوضح تكرارات استجابات الموافقة الخاصة بالعينة الكلية ومتوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية والترتيب الخاص بالمحور التاسع (العينة الكلية "ن" = ١٠٣)

م	المحور التاسع (جعل تعليم STEM ذا مغزى وملهمًا للطلاب) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			

م	المحور التاسع (جعل تعليم STEM ذا مغزى وملهمًا للطلاب) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
٥٥	التركيز على دراسة المشاكل والتحديات الواقعية التي يواجهها المجتمع المحيط بالطلاب، والتي تستوجب المبادرة والإبداع.	–	٩	٩٤	٢,٩١	٩٧,٠٩	٥
٥٦	دعم الابتكار وريادة الأعمال، بتشجيع الطالب على اختيار مشروع يرتبط بالتخصص الذى يرغب في العمل به في المستقبل.	–	–	١٠٣	٣	١٠٠	١
٥٧	تعريف الطلاب أن الهدف من التعليم هو تغيير حياة الأفراد والمجتمعات، وليس النقل الآلي المعرفة.	١	٣	٩٩	٢,٩٥	٩٨,٣٨	٣
٥٨	تشجيع الطلاب على تحمل واجباتهم المدنية، واستخدام إبداعاتهم لتشكيل مستقبلهم.	–	٦	٩٧	٢,٩٤	٩٨,٠٦	٤
٥٩	تدريب الطلاب على استخدام مهاراتهم لفحص إيجابيات وسلبيات الحلول	–	١	١٠٢	٢,٩٩	٩٩,٦٨	٢

م	المحور التاسع (جعل تعليم STEM ذا مغزى وملهمًا للطلاب) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
	المختلفة للمشكلات الواقعية التي تؤثر على المجتمع ككل ومكان إقامتهم.						
٦٠	تنمية القدرة على تطبيق التعلم في مواقف جديدة.	٨	١	٩٤	٢,٨٤	٩٤,٤٩	٧
٦١	التأكيد على تملك الطلاب لمهارات القرن الحادي والعشرين مثل التعاون والتواصل والعمل الجماعي والتفكير النقدي، على أن يتم ذلك في سياق مجتمعات الطلاب.	١٠	–	٩٣	٢,٨١	٩٣,٥٣	٨
٦٢	استخدام المدخل التربوي الشامل في عملية التعلم.	١٨	٣٣	٥٢	٢,٣٣	٧٧,٦٧	٩
٦٣	تدريب الطلاب على كيفية استخدام التقنيات الرقمية بمسئولية وأمان.	–	١٢	٩١	٢,٨٨	٩٦,١٢	٦
متوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية					٢,٨٥	%٩٥	

تبين قراءة جدول (١٤) ما يلى:

- أن متوسط الوزن النسبى للمحور التاسع قد بلغ (٢,٨٥) بنسبة مئوية (٩٥%)، مما يوضح أن نسبة كبيرة من أفراد العينة موافقون على عبارات المحور.
- حصلت العبارة "دعم الابتكار وريادة الأعمال، بتشجيع الطالب على اختيار مشروع يرتبط بالتخصص الذى يرغب فى العمل به فى المستقبل" على نسبة مئوية "١٠٠%" بترتيب موافقة "١"، وفى هذا تأكيد من جانب المستجيبين على أهمية دعم دور مدارس STEM فى تدريب الطلاب على ريادة الأعمال ومشروعاتهم فى المستقبل، لأن هذا يمثل أحد توجهات الدولة. وجاءت العبارة "استخدام المدخل التربوي الشامل فى عملية التعلم" فى الترتيب الأخير بالنسبة للمحور "٩" بنسبة مئوية "٧٧,٦٧%"؛ لأن تعليم STEM كما أشار المستجيبون يستند إلى استخدام مدخل خاص فى عملية التعليم قائم على البحث والاستقصاء وحل المشكلات، غير أن ما دفع الباحثة إلى تضمين هذه العبارة فى التصور المقترح هو أنها وردت بالنموذج الأمريكى موضوع الدراسة كعنصر أساسى فى عملية التعلم بمدارس STEM، ولا تتعارض مطلقًا مع مدخل مدارس STEM فى مصر؛ بل قد تعد مكملًا أساسيًا له.

المحور العاشر: جاءت نتائج الإجابة على النحو التالي الموضح بجدول (١٥):

جدول (١٥)

يوضح تكرارات استجابات الموافقة الخاصة بالعينة الكلية ومتوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية والترتيب الخاص بالمحور العاشر (العينة الكلية "ن" = ١٠٣)

م	المحور العاشر (الاهتمام بالشفافية والمساءلة) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
٦٤	وضع نظام للمحاسبة على الأداء.	٩	١٠	٨٤	٢,٧٣	٩٠,٩٤	٤
٦٥	ربط الأجر بالأداء.	–	١١	٩٢	٢,٨٩	٩٦,٤٤	٣
٦٦	وضع آليات لمقارنة أداء المدرسة بالمدارس الأخرى.	١٠	١٥	٧٨	٢,٦٦	٨٨,٦٧	٥
٦٧	توفير نظام لإثابة المدارس المتميزة.	–	٤	٩٩	٢,٩٦	٩٨,٧١	٢
٦٨	نشر ممارسات المدارس المتميزة لتعميم الاستفادة.	–	١	١٠٢	٢,٩٩	٩٩,٦٨	١
	متوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية				٢,٨٤	%٩٤,٨٩	

تبين قراءة جدول (١٥) ما يلى:

- أن متوسط الوزن النسبى للمحور العاشر قد بلغ (**٢,٨٤**) بنسبة مئوية (**٩٤,٨٩%**)، مما يوضح أن نسبة كبيرة من أفراد العينة موافقون على عبارات المحور.
- حصلت العبارة "نشر ممارسات المدارس المتميزة لتعميم الاستفادة" على نسبة مئوية "٩٩,٦٨%" بترتيب موافقة "١"؛ حيث يشير المستجيبون إلى أهمية ذلك باعتباره يعد أحد مؤشرات الحكم على الجودة داخل المؤسسات. وحصلت العبارة "وضع آليات لمقارنة أداء المدرسة

بالمدارس الأخرى" على ترتيب منخفض فى المحور "٥" بنسبة مئوية "٨٨,٦٧%"؛ لأن لكل مدرسة ظروفها ومواردها المادية والبشرية، مما يجعل المقارنة غير عادلة، لذا يقترح المستجيبون أن تكون المقارنة فى ضوء أهداف تعليم STEM وأهداف التنمية المستدامة فى مصر.

المحور الحادى عشر: جاءت نتائج الإجابة على النحو التالي الموضح بجدول (١٦):

جدول (١٦)

يوضح تكرارات استجابات الموافقة الخاصة بالعينة الكلية ومتوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية والترتيب

الخاص بالمحور الحادى عشر (العينة الكلية "ن" = ١٠٣)

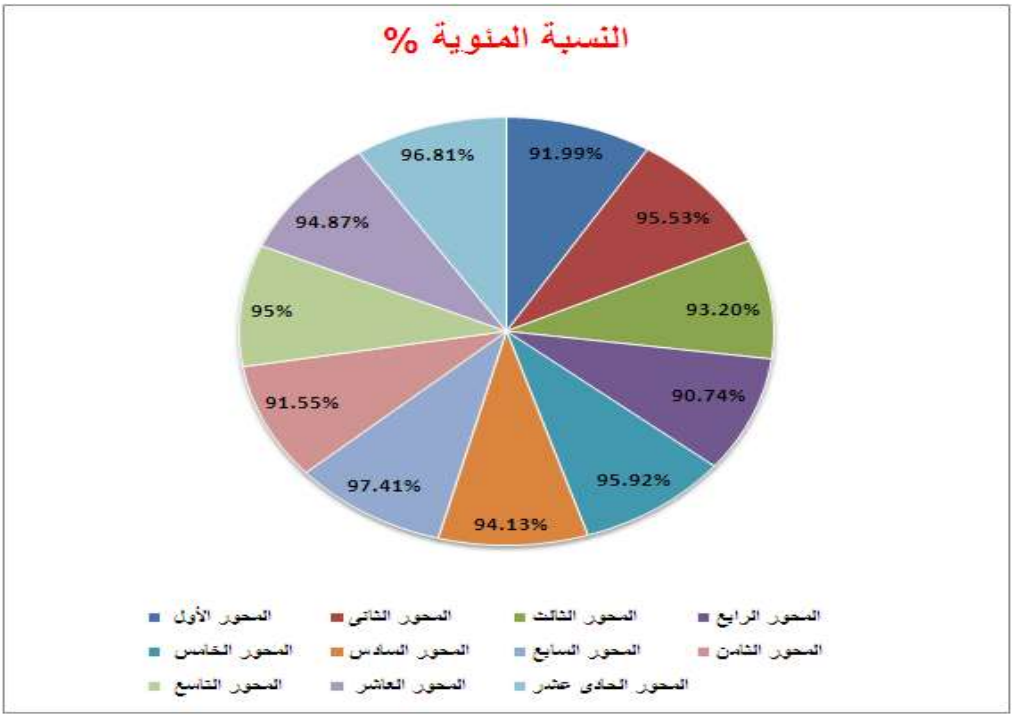
م	المحور الحادى عشر (توفير التعليم الفعال بمدارس STEM) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
٦٩	توسيع مجالات STEM لتشمل الفنون إلى جانب العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEAM.	١	٥	٩٧	٢,٩٣	٩٧,٧٤	٤
٧٠	ارتكاز التدريس على اهتمامات الطلاب وخبراتهم في سن مبكر.	٨	–	٩٥	٢,٨٥	٩٤,٨٢	٥
٧١	إشراك الطلاب في	١	٢	١٠٠	٢,٩٦	٩٨,٧١	٢

م	المحور الحادى عشر (توفير التعليم الفعال بمدارس STEM) من خلال:	تكرارات الموافقة			المتوسط النسبى	النسبة المئوية %	الترتيب
		لا أوافق	إلى حد ما	أوافق			
	الممارسات الخاصة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات طوال فترة دراستهم من رياض الأطفال وحتى المستويات العليا من التعليم.						
٧٢	توافر البيئة المواتية القادرة على التغلب على التحديات التي تقف بين الرؤية والواقع.	٩	٢	٩٢	٢,٨١	٩٣,٥٣	٧
٧٣	استخدام التكنولوجيا كأداة للانخراط في الممارسات العلمية والعملية.	–	٦	٩٧	٢,٩٤	٩٨,٠٦	٣
٧٤	زيادة الاستثمارات الحكومية والخاصة في مجال تعليم STEM.	٨	–	٩٥	٢,٨٥	٩٤,٨٢	٥ مكرر
٧٥	التغلب على المشكلات الى تحول دون تحقيق الجودة والتميز في مدارس STEM.	–	–	١٠٣	٣	١٠٠	١
	متوسط الوزن النسبي والنسبة المئوية				٢,٩٠	%٩٦,٨١	

تبين قراءة جدول (١٦) ما يلى:

- أن متوسط الوزن النسبى للمحور الحادى عشر قد بلغ (**٢,٩٠**) بنسبة مئوية (**٩٦,٨١%**)، مما يوضح أن نسبة كبيرة من أفراد العينة موافقون على عبارات المحور.
- حصلت العبارة "التغلب على المشكلات الى تحول دون تحقيق الجودة والتميز في مدارس STEM" على نسبة مئوية "١٠٠%" بترتيب موافقة "١"، وفى ذلك تأكيد من جانب المستجيبين على أهمية توافر عنصر الجودة بمدارس STEM حتى تتمكن من تحقيق أهدافها بفاعلية. وبالرغم من حصول العبارة "زيادة الاستثمارات الحكومية والخاصة فى مجال تعليم STEM" على ترتيب "٥"، إلا أن نسبة الموافقة عليها كانت مرتفعة "٩٤,٨٢%"؛ لأنها جديرة بالاهتمام لما ينتج عنها من مردود إيجابى وفعال لخدمة المجتمع بكافة مجالاته. وجاءت العبارة "توافر البيئة المواتية القادرة على التغلب على التحديات التي تقف بين الرؤية والواقع" فى الترتيب الأخير "٧" بنسبة مئوية "٩٣,٥٣%"؛ لأنها كما أشار المستجيبون متضمنة فى العبارة رقم (٧٥) والخاصة بـ "التغلب على المشكلات الى تحول دون تحقيق الجودة والتميز في مدارس STEM".

ويشير ما سبق إلى ارتفاع النسب المئوية لتكرارات استجابات الموافقة الخاصة بإجمالي المحاور، والتى تراوحت بين (٩٠,٧٤% و٩٧,٤١%)، وهذا ما يوضحه الشكل التالى:



شكل (٨)

يوضح النسب المئوية لتكرارات استجابات الموافقة الخاصة بإجمالي المحاور

❖ ***وفيما يتعلق بالسؤال المفتوح: تضمنت الإجابة عليه عددًا من المقترحات المتمثلة فيما يلى:***

- أهمية توفير جهات راعية وداعمة لأفكار المبدعين من الطلاب فى مدارس STEM تتبنى تحويلها إلى واقع عملى يسهم فى تنمية المجتمع وحل مشكلاته.
- أهمية إنشاء أقسام داخل الكليات قائمة على مدخل STEM.
- زيادة نسبة قبول خريجى مدارس STEM فى الجامعات الحكومية.

- إعادة النظر فى البنية التحتية لمدارس STEM، وتصميمها بصورة تتفق مع أهداف التنمية المستدامة، وتوافق وملاءمة المعامل بالمدارس بما يمكن الطلاب من تحقيق هذه الأهداف.
- إعداد بروتوكولات تعاون مع مدارس ستيم المتميزة لاستضافة بعض المعلمين والطلاب المتميزين المصريين لقضاء فصل دراسي أو أكثر فى مدارس ستيم الأمريكية، أو فى الدول الأخري التى تطبق نفس النمط.
- تفعيل دور الاتحادات الطلابية بمدارس STEM لتحقيق الهدف.
- تفعيل دور مجالس الأمناء فى تحقيق التنمية المستدامة بإشراك أساتذة الجامعات والباحثين وأولياء الأمور وأعضاء من المجتمع المحلى المحيط.

(٧) *ملخص نتائج الدراسة الميدانية:*

تشير نتائج الدراسة الميدانية إلى تحقق صحة فرض الدراسة؛ حيث أسفرت النتائج عن وجود فروق دالة إحصائياً بين استجابات أفراد العينة (لا أوافق . إلى حد ما . أوافق) لصالح الذين وافقوا على محاور الاستبانة والدرجة الكلية.

وتفسر الباحثة هذه النتائج من منظور موافقة أفراد العينة على محاور الاستبانة التى تضمنت: ضرورة جعل تعليم STEM متاحًا لجميع الطلاب وعبر المراحل التعليمية المختلفة بدءًا برياض الأطفال وحتى التعليم العالي وعبر كافة المسارات الرسمية وغير الرسمية، وضرورة جعل التنمية المستدامة هدفًا أساسيًا للمناهج وخطط الدراسة، وضرورة ربط التنمية المستدامة بالوظائف المهنية التي تتولى مدارس STEM تأهيل الطلاب للعمل بها، وضرورة القيام بمبادرات لتشجيع المنتجات المحلية المحيطة بالمدرسة، والعمل على تطبيق مدخل تعليم STEM

البيئي (Green STEM)، والحرص على ضرورة تدريب المعلمين على كيفية تحقيق الربط بين تعليم STEM والتنمية المستدامة، والعمل على تنظيم مهرجانات ومسابقات لعرض مشروعات الطلاب الخاصة بالتنمية المستدامة بهدف تعزيز الروابط والشراكات بين المؤسسات التعليمية وأرباب العمل والمجتمعات، وكذلك العمل على جعل تعليم STEM ذا مغزى وملهمًا للطلاب، والاهتمام بالشفافية والمساءلة، والعمل على ضرورة توفير التعليم الفعال بمدارس STEM. ويشير ما سبق إلى قبول أفراد العينة للتصور المقترح لتفعيل دور تعليم STEM في تحقيق التنمية المستدامة بمصر في ضوء النموذج الأمريكي.

رابعًا: التصور المقترح:

سعيًا نحو تحقيق الهدف الرئيس من الدراسة، والمتمثل فى تقديم تصور مقترح لتفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بمصر فى ضوء النموذج الأمريكى، جاء التصور المقترح لتحقيق ذلك على النحو التالى:

١- منطلقات التصور المقترح:

ينطلق التصور المقترح من الآتى:

(١) ***نتائج الدراسة الميدانية***: وأهمها:

- تأكيد الخبراء على أهمية موضوع الدراسة، وضرورته فى العصر الحالى.
- تأكيد الخبراء على أن التصور المقترح بما يتضمنه من محاور ومفردات يغطى معظم أبعاد التنمية المستدامة (الاجتماعى- الاقتصادى- البيئى) بصورة مرضية.
- ارتفاع نسبة الموافقة على محاور التصور المقترح ككل، والتى تراوحت بين (٩٠,٧٤%و ٩٧,٤١%).

- حصل المحور السابع" تنظيم مهرجانات ومسابقات لعرض مشروعات الطلاب الخاصة بالتنمية المستدامة" على أعلى نسبة موافقة، والتى بلغت (٩٧,٤١%).
- حصل المحور الرابع "القيام بمبادرات لتشجيع المنتجات المحلية المحيطة بالمدرسة على أقل نسبة موافقة، والتى بلغت (٩٠,٧٤%).
- اتفاق نتائج الدراسة الميدانية مع نتائج الدراسات السابقة التى تم عرضها، وأهمها:

(Burns & Köster, 2016, Opertti, 2017, Khadri, 2014, Smith & Watson, 2016, UNESCO, 2015a, Mohr-Schroeder, Cavalcanti & Blyman, 2015, Beatty, 2011, Department of Education, 2016, Committee on STEM Education of the National Science & Technology Council, 2018, Xie, Fang & Shauman, 2015, Parker, Pillai & Roschelle, 2016, Learning that Works for America (CTE), McREL International, 2016, Arndt & Tweed, 2015, Dogan, & Robin, Dogan, & Robin, 2015, Ryan, 2019, The National Academy of Sciences, The National Academy of Engineering and The Institute of Medicine, 2011).

(٢) ***الدروس المستفادة من الإطار النظرى للدراسة***: وأهمها:

- ارتباط العلوم والتكنولوجيا بكافة جوانب الحياة، وتزايد الاعتماد عليها كأداة لحل العديد من المشكلات والقضايا الملحة، والحفاظ على جودة البيئة، وتحسين الصحة، وتعزيز السلامة العامة والأمن، وإدارة الموارد الطبيعية وموارد الطاقة، وتحسين القدرة التنافسية والإنتاجية، وتحقيق مستوى معيشة أعلى ونوعية حياة أفضل.
- ارتكاز المناقشات الوطنية والدولية فى الآونة الأخيرة (وأهمها عقد التعليم من أجل التنمية المستدامة الذى أصدرته الأمم المتحدة) على

أهمية إعطاء الموضوعات الخاصة بالتنمية المستدامة أولوية في المناهج الدراسية من مرحلة الطفولة المبكرة وصولاً إلى إعداد المعلمين، ودمج المبادئ والقيم والممارسات المرتبطة بها في جميع جوانب التعليم والتعلم، وذلك لتشكيل الطلاب القادرين على بناء عالم مستدام، يوفر الرفاه للأجيال الحالية والمستقبلية.

- الاتجاه العالمى إلى تفعيل مدخل STEM فى التعليم لما له من دور فعال فى تدريس الموضوعات المعرفية فى سياقات متكاملة تجمع بين الجوانب العلمية والتكنولوجية والهندسية والرياضية. وتجلى ذلك فى التأكيد فى الكثير من المحافل الدولية والوطنية على الدور الفعال الذى يلعبه هذا المدخل التعليمى فى نمو الأمم، وقدرتها على امتلاك القوى العاملة الماهرة والمتعلمة، والتأكيد على أهميته كقوة إيجابية داعمة للتنمية المستدامة، يمكن أن تسهم فى تلبية الاحتياجات الأساسية للبشرية، وتوسيع فرص التقدم الاقتصادي والاجتماعي، وتوفير طرائق جديدة لحل المشكلات المجتمعية العاجلة.
- أن تعلم موضوعات (STEM) هام بالنسبة للقدرة التنافسية للبلاد في الاقتصاد العالمي.
- اتجاه الولايات المتحدة إلى وضع أجندة تهدف إلى تحسين تعليم STEM كمنطلق لتحقيق التنمية المستدامة فى المجتمع، رغبة منها فى أن تصبح رائدة على مستوى العالم في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.
- إصدار العديد من التقارير ووضع المبادرات وما تبعها من استراتيجيات وإجراءات لتنفيذ الأجندة، أهمها: زيادة معدلات الالتحاق

بمجالات العلوم والهندسة، ووضع هدف يرمى إلى تخريج كل طالب من المدرسة العليا مزودًا بالمعرفة الأساسية في مجالات STEM والكفاءات اللازمة للنجاح في التعليم بعد الثانوي والعمل، فضلًا عن تقديم مقررات لكل طالب تؤكد على كيفية إسهام الرياضيات والعلوم والتكنولوجيا فى تشكيل عالمنا، وتركز على فكرة أن يعمل أعضاء هيئة التدريس والطلاب "خارج جدران المدرسة" للبحث عن حلول لمشكلات العالم الحقيقي، وتوسيع قاعدة القوة العاملة الماهرة من دارسى (STEM)، وتوسيع نطاق مشاركة الإناث والأقليات في تلك القوة العاملة.

- أن الولايات المتحدة تحقيقًا لهذه الأهداف قد اتجهت إلى ربط تعليم STEM بالتنمية المستدامة من خلال إتاحته لجميع الطلاب عبر العديد من المسارات الرسمية وغير الرسمية، مع الحرص على توفيره لقطاع التعليم المهنى، وزيادة الاستثمارات الحكومية فى هذا المدخل التعليمى، وجعل التنمية المستدامة هدفًا أساسيًا للمناهج وخطط الدراسة، وتشجيع المدارس على القيام بمبادرات لدعم المنتجات المحلية بالمنطقة المحيطة بالمدرسة، والقيام بمشروعات لدعم التنمية المستدامة فى الولايات، وتنظيم مسابقات تتيح للطلاب عرض مشروعاتهم الخاصة بدعم التنمية المستدامة فى المجتمع في بيئة علمية، وتطبيق مدخل تعليم STEM البيئى الذى يعتمد على استخدام محتوى وممارسات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لاستكشاف المشكلات البيئية المحلية، وتصميم الحلول المناسبة وتنفيذها، ولتيسير تنفيذ كل ما سبق اتخذت العديد من الإجراءات لدعم

التنمية المهنية للمعلمين لتدريبهم على كيفية تحقيق الربط بين تعليم STEM والتنمية المستدامة.

- أن لتعليم STEM فى مصر أهمية كبيرة فى تعزيز القدرة التنافسية، وإعداد قوة عاملة تعتمد على العلوم والتكنولوجيا، والمساعدة فى مواجهة المتغيرات العالمية فى ظل التقدم العلمى والتكنولوجى.
- أن تعليم STEM فى مصر يقدم فقط لفئة الطلاب الموهوبين والمتفوقين، ومن خلال مدارس المتفوقين الثانوية فى العلوم والتكنولوجيا التى تتبع وزارة التربية والتعليم، وفقًا لعدد محدد من الضوابط والشروط، ومن خلال مناهج خاصة تعتمد على المشروعات الاستقصائية والمدخل التكاملى فى التدريس، وتحقق التكامل بين منهج العلوم والرياضيات والتكنولوجيا والهندسة والعلوم الإنسانية والفنون، وتركز على تنمية مهارات التعاون، والتعلم، والبحث الذاتى. وتجمع أساليب تقويم الطلاب داخل هذه المدارس بين التقويم البنائى والتقويم الختامى. ويمنح الطالب فى نهاية المرحلة شهادة الثانوية المصرية فى العلوم والتكنولوجيا، وهى معادلة فى مناهجها للصفوف الثلاثة بالشهادة الثانوية العامة المصرية.

(٣) ***السياقات المجتمعية للمجتمع المصرى***: وتشمل:

- التزام مصر بتحقيق أهداف التنمية المستدامة ٢٠٣٠، رغبة منها فى تحسين الحياة، والانتقال إلى مصاف الدول المتقدمة.
- التزام مصر أيضًا بتنفيذ ما أوردته الوثيقة الإطارية لأجندة ٢٠٦٣ لأفريقيا، وما تضمنته من رؤية طموحة لنهضة أفريقيا جعلت العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في أولويات تحقيقها، فضلًا عن

التأكيد على أن تعليم التخصصات الأربعة في المرحلة الثانوية يلعب دورًا حيويًا في التنمية المستدامة وتوفير فرص عمل مستدامة، مما يستوجب المبادرة بالاهتمام بتعليم STEM، وجعله متاحًا لجميع الطلاب.

- الاستجابة الفعالة والحاسمة من جانب مصر بتنفيذ ما ورد بإعلان يوكوهاما ٢٠١٩، والخاص بتعزيز التنمية المستدامة والابتكارات والتكنولوجيا والسلام والاستقرار بالقارة الأفريقية، من خلال الالتزام العالمي بأجندة التنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠، والاتساق مع الرؤية الأفريقية الواردة في أجندة الاتحاد الأفريقي ٢٠٦٣.
- الحاجة إلى تنفيذ (برنامج الحكومة ٢٠١٨/ ٢٠١٩- ٢٠٢٠/ ٢٠٢١)، والذى يرتكز فى أولوياته على تحسين مستوى معيشة المواطنين، وضمان جودة الحياة، وبناء الإنسان المصرى، من منطلق أنه لا تنمية دون مواطن متمتع بمستوى معيشة وخدمات ذات جودة عالية ودون تمييز، والذى يتسق مع رؤية مصر ٢٠٣٠ للتنمية المستدامة، ويعد دافعًا فى اتجاه تحقيق مستهدفاتها(رئاسة مجلس الوزراء، ٢٠١٨).

٢- أهداف التصور المقترح:

يهدف التصور المقترح إلى تفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بمصر من خلال الاستفادة من النموذج الأمريكى، ويتضمن ذلك تحقيق الأهداف الفرعية التالية:

- توسيع أعداد الطلاب الذين يسعون إلى الحصول على درجات متقدمة في حقول العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وتوسيع مشاركة الإناث والفئات الفقيرة والمهمشة في تلك المجالات.
- زيادة القوى العاملة المتعلمة في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، والتى تسهم بدورها فى تحسين القيمة الإنتاجية والابتكارات فى الاقتصاد، وتوسيع نطاق مشاركة الإناث والفئات الفقيرة والمهمشة في تلك القوة العاملة.
- إتاحة تعليم STEM لجميع الطلاب مدى الحياة، وعلى كافة المستويات والمراحل التعليمية وبخاصة التعليم الثانوى.
- مواجهة التحديات العالمية الحالية والمستقبلية بشكل بناء وخلاق، وإنشاء مجتمع أكثر استدامة ومرونة.
- إكساب الطلاب مهارات الابتكار والتصميم والتفكير النقدى وغيرها لحل المشكلات المجتمعية، وتحقيق النمو الاقتصادى والاجتماعى، وإحداث تغييرات فى المجتمع والكوكب ككل نحو الأفضل.
- تحسين تأثير النظام التعليمي وفعاليته الكلية؛ بزيادة تحصيل الطلاب في مجالات متعددة، فضلًا عن الإسهام فى تنمية الاستعداد الجامعي والوظيفي لديهم.
- تطوير المعارف والكفاءات، وخاصة وجهات النظر العالمية اللازمة لتمكين الأفراد من الإسهام في أنماط معيشة أكثر استدامة للجميع وسلامة النظم البيئية.
- الربط بين التفكير البيئي والاجتماعي والاقتصادي، مع التركيز الموسع على التفكير المتكامل والشامل والمستقبليات والعدالة البيئية والاجتماعية.

٣- محاور التصور المقترح:

يتم فى السطور التالية عرض محاور التصور المقترح ولقد روعى عند وضعها أن تكون متمشية مع ظروف المجتمع المصرى وقابلة للتطبيق ومتضمنة بعض الحلول التى يمكن بها التغلب على ما قد يظهر من مخاطر أو عقبات أثناء عملية التنفيذ، والمتمثلة فيما يلى:

(١) أن يكون تعليم STEM متاحًا لجميع الطلاب وعبر المراحل التعليمية المختلفة بدءًا برياض الأطفال وحتى التعليم العالى وعبر كافة المسارات الرسمية وغير الرسمية: من خلال:

- وضع الرؤى والاستراتيجيات التى من شأنها توفير خبرات تعلم عالية الجودة فى مجال STEM ومناسبة لكل متعلم.
- نشر الوعى المجتمعى بأهمية ومتطلبات هذا النوع من التعليم.
- إتاحة تعليم STEM لجميع الطلاب، وعدم الاقتصار على فئة الموهوبين والمتفوقين.
- توسيع نطاق التحاق الإناث والفئات الفقيرة والمهمشة بتعليم STEM.
- توفير تعليم STEM عبر كافة المسارات الرسمية وغير الرسمية مدى الحياة.
- توفير تعليم STEM عبر المراحل التعليمية المختلفة من رياض الأطفال وحتى مرحلة التعليم العالى.
- تنويع المدارس التى تقدم تعليم STEM بحيث تشمل إلى جانب مدارس المتفوقين الثانوية للعلوم والتكنولوجيا أنماطًا أخرى من المدارس العامة والخاصة.

- إدراج تعليم STEM كبرنامج للدراسة فى المدارس العامة والتجريبية والخاصة غير المتخصصة فى تخصصات STEM.
- توفير تعليم STEM لطلاب التعليم الفنى.
- توفير دورات لتعليم STEM فى مراكز الشباب وغيرها من مؤسسات المجتمع المدنى.
- محو الأمية الرقمية لدى جميع الطلاب.
- إنشاء أقسام داخل الكليات قائمة على مدخل STEM.
- زيادة نسبة قبول خريجى مدارس STEM فى الجامعات الحكومية.
- توسيع استخدام المنصات الرقمية وغيرها من وسائط التعلم من بعد التى تمكن من تحصيل تعليم STEM في أي مكان وفي أي وقت.

(٢) أن تكون التنمية المستدامة هدفًا أساسيًا للمناهج وخطط الدراسة:

من خلال:

- وضع خطة لتفعيل مبادئ التنمية المستدامة في جميع أنحاء المدرسة، ووضع إطار زمنى لتنفيذها مدرجًا به الأنشطة المقترحة، وآليات التنفيذ، والقائمون على عملية التنفيذ.
- دمج مبادئ وقيم وممارسات التنمية المستدامة في جميع جوانب التعليم والتعلم.
- تطوير المناهج التربوية متعددة التخصصات التي تشجع الطلاب على ابتكار حلول لمشكلات الحياة الحقيقية.
- توفير نظام للمعلومات عبر شبكة الإنترنت يوضح للمعلمين كيفية تناول التنمية المستدامة من خلال وحدات المقررات الدراسية.

- توسيع مشاركة العلماء والرياضيين والمتخصصين فى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات فى تطوير مقررات الدراسة بهذه المدارس.

(٣) ربط التنمية المستدامة بالوظائف المهنية التى تتولى مدارس STEM تأهيل الطلاب للعمل بها بعد التخرج: من خلال:

- صياغة عدد من المعايير الخاصة بالتنمية المستدامة تغطى كافة أشكال المهن كالزراعة والغذاء والموارد الطبيعية، والعمارة والبناء، والتصنيع، والعلوم والتكنولوجيا، والهندسة والرياضيات، والنقل والتوزيع والخدمات اللوجستية، وغيرها.
- دعم تطوير المناهج الدراسية في مجالات STEM الرئيسية المرتبطة بالتعليم المهنى والتقنى، وربطها بالوظائف التى تحتاجها الدولة.
- تعريف الطلاب بطبيعة الأعمال فى المستقبل، ومساعدتهم فى اختيار المهنة التى تناسبهم.
- استضافة أصحاب المهن المرتبطة بمجالات الدراسة بمدارس STEM لتعريف الطلاب بما تتطلبه كل مهنة من مؤهلات وكفايات.
- تطبيق بعض البرامج التي تسهم في تكوين جسور بين التعليم المدرسي وعالم العمل، وذلك بإشراك رجال الأعمال في التعليم، وبما يساعد الطلاب على تعرف واستكشاف كيف أن تعليمهم سوف يؤثر على مستقبلهم. وتقوم فكرة هذه البرامج على إشراك الطلاب في مشروعات خاصة حتى يتمكنوا من ربط المهارات التي يتعلمونها في المدرسة وتلك البرامج التي يحتاجون إليها لكي يتمكنوا من النجاح في الاقتصاد العالمي. وفى هذا السياق تتعاون الأسر والمدارس للبحث عن أفضل السبل لتحقيق مثل هذه

الشراكات، والبحث عن متطوعين لتأسيس شبكات توفر للطلاب معلومات عن كيفية تحقيق النجاح في هذا المجال.

- تفعيل دور الإرشاد الأكاديمى والمهنى لتوجيه الطلاب إلى المهن التى تتناسب مع ميولهم واستعداداتهم الأكاديمية.
- وضع برامج لتدريب طلاب تعليم STEM على ريادة الأعمال.

(٤) **القيام بمبادرات لتشجيع المنتجات المحلية المحيطة بالمدرسة:** من خلال:

- استفادة كل مدرسة بمنتجات البيئة المحلية المحيطة بها، كالمحاصيل الزراعية، أو السمكية، أو الصناعية.
- أن تفتح المدرسة أبوابها للمنتجين لإقامة معارض لمنتجاتهم، على أن يتم ذلك أثناء العطلات الدراسية.
- قيام المدرسة بالترويج للمنتجات المحلية من خلال الإذاعة المدرسية، أو البوسترات، أو مجلات الحائط، وغيرها.
- تطوير الممارسات التى تمكن الطلاب من استخدام مهاراتهم فى تطوير الأفكار والمنتجات من أجل مستقبل مستدام.
- تنظيم زيارات ميدانية للمصانع والمزارع المحيطة بالمدرسة لتعريف الطلاب بدورها فى دعم المجتمع المحلى، وما تقدمه من منتجات تدعم الاقتصاد القومى.
- تنظيم مبادرات يشترك فيها الطلاب لتعريف المنتجين المحليين بالصناعات والزراعات المستدامة، وأهمية الحفاظ على البيئة، وعدم تلويثها بالمخلفات،

والامتناع عن استخدام المبيدات التى تضر باستدامة التربة وصحة الإنسان.

(٥) **تطبيق مدخل تعليم STEM البيئى (Green STEM)**: من خلال:

- استخدام المدخل البيئى فى إعداد المواد الدراسية المختلفة.
- استخدام محتوى وممارسات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) لاستكشاف المشكلات البيئية المحلية، وتصميم الحلول المناسبة وتنفيذها. مثال ذلك: إعادة تدوير الخامات المحلية، معالجة النقص في المياه العذبة الصالحة للشرب، وغيرها.
- تشجيع الطلاب فى تعليم STEM على دراسة كل ما يتعلق بصحة وسلامة النظام البيئى من خلال مشروعاتهم.
- توفير دليل للطالب يوضح المشروعات والمشكلات التى يحتاجها المجتمع، ومدى ارتباطها بتخصصات STEM.
- إقامة روابط مع الشركاء من المجتمع المحيط ممن لهم صلة بالمشكلة من أصحاب المزارع، والعلماء، ورجال الأعمال، وأصحاب المصانع والشركات، والمخططين، والمهندسين، وغيرهم لمساعدة الطلاب فى حل المشكلة.

(٦) **تدريب المعلمين على كيفية تحقيق الربط بين تعليم STEM والتنمية المستدامة**: من خلال:

- توفير برامج ومقررات بكليات التربية لإعداد معلم STEM بما يمكنه من ربط التعليم بالتنمية المستدامة.

- تنظيم دورات تدريبية لتزويد المعلمين بالمعارف والمهارات اللازمة للإشراف على إنجاز مشروعات STEM التى تحقق هذا الربط بنجاح، وتعريفهم بأنشطة STEM، وأدوارهم في تنفيذها.
- إعداد برامج تثقيفية وتدريبية للمعلمين حول المهن في الهندسة والتكنولوجيا الهندسية وصناعة الطاقة النووية وغيرها، حتى يتمكنوا من تحقيق الربط بين محتوى STEM والتنمية المستدامة.
- تصميم أدلة إرشادية للمعلمين خاصة بهذا المجال.
- الاستعانة بخبراء من داخل مصر وخارجها لتدريب معلمى مدارس STEM .
- إقامة شراكات مع أفضل المدارس التى تقدم تعليم STEM على مستوى العالم لتبادل الخبرات.
- تصميم موقع على شبكة الإنترنت خاص بمعلمى STEM ليعد بمثابة مورد ثرى لتزويدهم بالمعلومات والبيانات الخاصة بهذا المدخل التعليمى، وأحدث طرائق واستراتيجيات التدريس، والممارسات الناجحة فى هذا المجال، والإجابة على استفسارات المعلمين وإرشادهم.

(٧) تنظيم مهرجانات ومسابقات لعرض مشروعات الطلاب الخاصة بالتنمية المستدامة: من خلال:

- تنظيم مهرجانات سنوية على مستوى المدرسة لعرض مشروعات الطلاب الخاصة بالتنمية المستدامة في بيئة علمية، ويتم دعوة طلاب المدارس الأخرى والمتخصصين والمهتمين بمجالات المشروعات لحضور العروض.
- تشجيع الطلاب على الانضمام إلى مسابقات STEM الدولية ذات الصلة بالتنمية المستدامة.

- تصميم موقع على شبكة الإنترنت يوضح للطلاب مواعيد هذه المسابقات، وأماكن انعقادها، وشروطها، وكيفية تنفيذها بفاعلية.
- تقديم حوافز للطلاب الفائزين فى هذه المسابقات، ونشر مشروعاتهم الناجحة بين المدارس لتعميم الاستفادة.
- فتح قنوات اتصال بالمسئولين والمهتمين بمجالات المشروعات لاتخاذ الإجراءات المناسبة لوضع نتائج المشروعات الناجحة فى حيز التنفيذ.

(٨) **تعزيز الروابط والشراكات بين المؤسسات التعليمية، وأرباب العمل، والمجتمعات**. من خلال:

- إقامة روابط بين المدارس والكليات والجامعات والمكتبات والمتاحف والمؤسسات المجتمعية الأخرى لمساعدة الطلاب فى مدارس STEM عبر رحلتهم التعليمية والمهنية.
- عقد شراكات مع أصحاب العمل لتوفير التدريب الداخلي، والتدريب المهني فى تخصصات STEM مما يساعد الطلاب على استكشاف الفرص داخل مجتمع التعلم الرسمي وغير الرسمي، وتمكينهم من إكمال المناهج الأكاديمية الأساسية والمناهج الفنية التطبيقية اللازمة للإعداد للتعليم العالي.
- عقد شراكات بين المدارس وقطاع الأعمال لتزويد المدارس بممارسات إدارية عالية الجودة، ومهارات في القيادة والإدارة والتدريب.
- عقد شراكات بين قطاع الأعمال وزارة التعليم لتطبيق برامجها الخاصة بمراقبة الجودة على تعليم STEM. وينطوي ذلك على توفير هيئة عاملة إضافية للعمل في مراقبة الجودة، وتقديم المشورة فيما يتعلق بالمناهج والإدارة، وبما يسهم في رفع جودة التعليم بمدارس STEM.

- عقد شراكات مع قطاع الأعمال لتوفير أنشطة إثرائية بعد انتهاء اليوم الدارسى، مثال ذلك: تقديم تدريبات في مجال التكنولوجيا.
- عقد شراكات مع المجتمع المحلى لتوفير التمويل اللازم لدعم أنشطة تعليم STEM المرتبطة بالتنمية المستدامة.
- دعم مشاركة أولياء أمور الطلاب فى تنفيذ الأنشطة والمشروعات.
- توفير برامج فى التربية الوالدية لتعريف الآباء بكيفية التعامل مع أبنائهم من دارسى STEM ومساعدتهم وتوجيههم.

(٩) **أن يكون تعليم STEM ذا مغزى وملهمًا للطلاب**. من خلال:

- التركيز على دراسة المشكلات المعقدة الواقعية والتحديات التي تتطلب المبادرة والإبداع.
- دعم الابتكار وريادة الأعمال، بتشجيع الطالب على اختيار مشروع يرتبط بالتخصص الذى يرغب فى العمل به فى المستقبل، مع الحرص فى الوقت ذاته على تحديد وحل المشكلات باستخدام المعرفة والأساليب من مختلف التخصصات.
- تعريف الطلاب أن الهدف من التعليم هو تغيير حياة الأفراد والمجتمعات، وليس النقل الآلى المعرفة.
- تشجيع الطلاب على تحمل واجباتهم المدنية، واستخدام إبداعاتهم لتشكيل مستقبلهم.
- تنمية قدرة الطلاب على تطبيق التعلم في مواقف جديدة.
- التأكيد على تملك الطلاب لمهارات القرن الحادي والعشرين مثل التعاون والتواصل والعمل الجماعي والتفكير النقدى، على أن يتم ذلك في سياق مجتمعات الطلاب.

- تفعيل دور الاتحادات الطلابية بمدارس STEM لتحقيق الهدف.
- تدريب الطلاب على كيفية استخدام التقنيات الرقمية بمسئولية وأمان.

(١٠) **توفير التعليم الفعال بمدارس STEM:** من خلال:

- توسيع مجالات STEM لتشمل الفنون إلى جانب العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEAM.
- ارتكاز التدريس على اهتمامات الطلاب وخبراتهم في سن مبكر.
- إشراك الطلاب فى الممارسات الخاصة بالعلوم والرياضيات والهندسة طوال فترة دراستهم من رياض الأطفال وحتى المستويات العليا من التعليم.
- استخدام التكنولوجيا كأداة للانخراط في الممارسات العلمية والعملية.
- زيادة الاستثمارات الحكومية والخاصة فى مجال تعليم STEM.
- التغلب على المشكلات الى تحول دون تحقيق الجودة والتميز فى مدارس STEM
- توافر الكوادر المؤهلة القادرة على التغلب على التحديات التي تقف بين الرؤية والواقع.
- وضع آليات لتعرف مدى التزام المعلمين وباقى أعضاء الهيئة العاملة بالمهام الموكلة إليهم.
- تفعيل دور مجالس الأمناء فى تحقيق التنمية المستدامة بإشراك أساتذة الجامعات والباحثين وأولياء الأمور وأعضاء من المجتمع المحلى المحيط.
- وضع آليات لمقارنة أداء المدرسة بالمدارس الأخرى.
- توفير نظام لإثابة المدارس المتميزة والمعلمين المتميزين.

٤ – <u>المخاطر المحتملة ومتطلبات تنفيذ التصور المقترح:</u>

قبل التطرق إلى متطلبات تنفيذ التصور، تجدر الإشارة إلى المخاطر المحتملة التى قد تعوق عملية التنفيذ الفعال، والتى أمكن حصرها فى النقاط التالية:

- عدم توافر خطة قومية لربط تعليم STEM بالتنمية المستدامة للمجتمع.
- عدم توافر رؤية واضحة للمدرسة لربط تعليم STEM بالتنمية المستدامة، والأدوار المتوقعة من الطلاب وباقى الهيئة العاملة.
- عدم توافر ثقافة تنظيمية تسهم فى تنفيذ الرؤية بترجمتها إلى خطة واضحة المعالم، بإطار زمنى محدد، وفريق عمل على استعداد دائم لمساعدة الفريق فى التنفيذ، والمبادرة بالتغلب على ما قد يطرأ من مشكلات وصعوبات.
- عدم إلمام الطلاب ببعض المدارس بفكر التنمية المستدامة، وما يرتبط بها من أبعاد، ودورها فى تحقيق مستقبل أفضل.
- عدم تحمس المعلمين والإدارة المدرسية لتنفيذ الأنشطة والمشروعات التى تدعم هذا الربط، وتسهم فى توفير مجتمع ينعم بالرفاه مدى الحياة.

- عدم توافر الإمكانات المادية التى تمكن المسئولين من توسيع نطاق هذا المدخل التعليمى، وتوفيره للجميع.
- عزوف رجال الأعمال وقطاعات المجتمع الأخرى كالشباب والرياضة والصحة والجامعات وغيرها عن المشاركة فى تنفيذ المشروعات مع الطلاب.
- عدم إلمام الطلاب والمعلمين بالمشكلات المحلية التى تستوجب المبادرة بجعلها محورًا للبحث والدراسة والعلاج.
- إتاحة تعليم STEM للجميع له عواقب سلبية؛ حيث إن توسيع نطاق الخدمة المقدمة لفئة معينة لتشمل جميع الفئات يقلل من أهميتها، وقد يفقد اهتمام المعنيين والعاملين وحتى المجتمع ذاته بها، مما يؤثر على مستوى جودتها.
- إدراج مرحلة رياض الأطفال ضمن التصور له مخاطره؛ لأنها مرحلة يستكشف فيها الطفل ويتعرف على العالم المحيط من خلال اللعب، وليس لديه معلومات كافية لحل المشكلات. غير أن الرؤى التى نادت بتطبيقها بدءًا من هذه المرحلة تنطلق من توفير أنشطة تسهم فى إكساب الطفل المهارات والمعلومات، وتدريبه على حل مشكلات تتناسب مع مستواه العمرى، لأنها تعد مرحلة الأساس التى يبنى عليها فى المراحل العمرية التالية.
- مقارنة أداء المدرسة بالمدارس الأخرى غير عادلة، لأن لكل مدرسة ظروفها الخاصة من حيث الموارد المادية والبشرية، لذا يفضل مقارنة

أداء المدرسة فى ضوء أهداف تعليم STEM فى مصر، وأهداف التنمية المستدامة.

ويتطلب التغلب على هذه المخاطر، وتنفيذ محاور التصور المقترح عددًا من الإجراءات، أهمها:

- أن يتماشى تعليم STEM مع رؤية للتنمية الوطنية ذات أهداف وغايات محددة.
- النظر إلى تعليم STEM من منظور التعلم مدى الحياة، وبالتالي اعتباره عنصرًا أساسيًا في المواطنة والكفاءات الحياتية اللازمة لاتخاذ إجراءات مستنيرة في المجتمع.
- وضع أجندة لتعليم STEM، تهدف إلى تخريج كل طالب من المدرسة العليا مزودًا بالمعرفة الأساسية في مجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، والكفاءات اللازمة للنجاح في التعليم بعد الثانوي والعمل.
- وضع الآليات التى من شأنها تشجيع القطاع الخاص وقطاع الأعمال وغيرهما من القطاعات على الاستثمار فى تعليم STEM فى مصر.
- أن يتلقى الجميع تدريباً في مجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لمساعدتهم على فهم الدور النشط وكيفية القيام به لبناء عالم أخضر من خلال المدن والتكنولوجيا الخضراء.
- تعزيز تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات كمجال للدراسة في المدارس الثانوية.
- تصميم مسارات التعلم استنادًا إلى موضوعات تتعلق باهتمامات الشباب، مثل أنماط الحياة الصحية والبرمجة وتغير المناخ.

- توفير الدعم المادى والإمكانات المناسبة حتى تستطيع المدارس تنفيذ خطط الأنشطة والمشروعات الخاصة بالتنمية المستدامة بنجاح.
- دعم عملية تبادل الخبرات على مستوى المدارس محليًا ودوليًا، وتعميم التجارب الناجحة.
- تنظيم ورش عمل للكوادر المسئولة عن تنفيذ الأنشطة والمشروعات المرتبطة بالتنمية المستدامة للمجتمع بكل محافظة، تركز على الصعوبات التى قد تواجه عملية التنفيذ وكيفية التغلب عليها.
- الاهتمام بنشر فكر التنمية المستدامة بين الطلاب وأولياء الأمور وأعضاء المجتمع المحلى، وتعريفهم بأبعادها المختلفة، ودورها فى تحقيق مستقبل أفضل.
- تنمية وعى المجتمع بدور تعليم STEM في إعداد المواطنين الأكفاء، لاستناده على فكرة إستثارة الفضول من سن مبكرة جدًا كمحرك للتعلم.
- دعوة الخبراء والمتخصصين فى مجالات STEM والمهتمين بالتنمية المستدامة فى المجتمع للتحدث عن الموضوعات والأبعاد المتعلقة بالتنمية المستدامة، ودور تعليم STEM فى تحقيقها.
- النظر إلى تعليم STEM باعتباره استراتيجية تعليمية تبرز الاستخدام المتكامل للمعرفة والمهارات والقيم التي تدعو إليها تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لمساعدة الطلاب على مواجهة مشكلات العالم الحقيقي.
- التأكيد على ضرورة مشاركة القطاعات المختلفة فى المجتمع فى تنفيذ الخطة (كالصحة والشباب والرياضة والجامعات ورجال الأعمال وغيرهم).

- زيادة الاستثمارات الحكومية فى تعليم STEM من منطلق دوره المحورى فى تحقيق الاستدامة المنشودة، وكونه حق يجب أن تكفله الدولة لكل طالب، وعدم اقتصاره على المتفوقين.
- إعادة النظر فى البنية التحتية لمدارس STEM، وتصميمها بصورة تتفق مع أهداف التنمية المستدامة، وتوافق وملاءمة المعامل بالمدارس بما يمكن الطلاب من تحقيق هذه الأهداف.

❖ **خاتمة الدراسة**:

اهتمت الدراسة بقضية من أكثر القضايا أهمية على الساحة القومية والعالمية، ألا وهى كيفية تفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة، وما لذلك من دور فى تعزيز نوعية الحياة والرفاهية للأجيال الحالية والمستقبلية. وفى سبيل تحقيق ذلك تم عرض مفهوم التعليم من أجل التنمية المستدامة، وأهميته فى تحقيق التنمية المستدامة بالمجتمعات، وأهم سمات تعليم STEM فى الولايات المتحدة الأمريكية، وكيف تم استخدامه كأداة لتحقيق التنمية المستدامة بالمجتمع الأمريكى، وكذلك أهم سمات تعليم STEM فى مصر، وأهميته. وانتهت الدراسة بوضع تصور مقترح حول كيفية الاستفادة من النموذج الأمريكى فى تفعيل دور تعليم STEM فى مساعدة مصر فى تحقيق التنمية المستدامة.

وجدير بالذكر أن التصور المقترح بأهدافه ومحاوره ما هو إلا محاولة من الباحثة يمكن أن تسهم فى تحقيق رؤية مصر ٢٠٣٠، حيث تتطرق المحاور من خلال مفرداتها إلى أبعاد الرؤية الثلاثة (الاقتصادى- الاجتماعى- البيئى)، وذلك بالقدر الذى وفره النموذج الأمريكي موضوع الدراسة، وعدم تغطية بعض الأهداف قد يرجع إلى حداثة هذا التوجه العالمى، والذى لا يزال مجالًا بكرًا للبحث والدراسة،

مما دفع الباحثة إلى عرض التصور على عدد من الخبراء، الذين أشاروا إلى أهمية موضوع الدراسة، وقدموا عددًا من الملاحظات تم وضعها فى الاعتبار عند صياغة التصور النهائى للدراسة.

❖ قائمة المراجع:

برنامج الأمم المتحدة الإنمائى حول العالم (٢٠١٩). *التنمية المستدامة*. تم الاسترجاع فى ٨ يوليو ٢٠١٩، من موقع (http://www.eg.undp.org/content/egypt/ar/home/ourwork/sustainable-development/overview.html).

رئاسة مجلس الوزراء (٢٠١٨). *برنامج عمل الحكومة ٢٠١٨ / ٢٠١٩- ٢٠٢٠/ ٢٠٢١- مصر تنطلق*. القاهرة

رئاسة مجلس الوزراء (د. ت.). *رؤية مصر ٢٠٣٠- استراتيجية التنمية المستدامة- مصر*. القاهرة.

زيدان، منى (٢٠١٦). *مدارس المتفوقين.. انطلقت فى ٢٠١١ .. وخطة لتعميم التجربة فى المحافظات*. القاهرة: بوابة الشروق. تم الاسترجاع فى ١ يوليو ٢٠١٩، من موقع: (https://www.shorouknews.com/news/view.aspx?cdate=06072016&id=2222ff04-b3c5-4300-97cc-8f3a8236c961).

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

عمر، أحمد (٢٠٠٨). *معجم اللغة العربية المعاصرة*. ط١، مج ١. القاهرة: عالم الكتب.

القرشى، أمير (٢٠١٨). *مدارس المتفوقين فى العلوم والتكنولوجيا STEAM*. تم الاسترجاع فى ١٤ ديسمبر، ٢٠١٨، من موقع: (http://edu.helwan.edu.eg/files/2014/04/STEM.pdf).

المالكى، محمد (٢٠١٨). "فاعلية تدريس العلوم بمدخل STEM فى تنمية مهارات البحث بمعايير ISEF لدى طلاب المرحلة الابتدائية". *المجلة الدولية للدراسات التربوية والنفسية*. ٤ (١).

مؤسسة ويكيميديا (٢٠١٩). "استدامة". *ويكيبيديا الموسوعة الحرة*. تم الاسترجاع فى ٢٠ أغسطس ٢٠١٩، من موقع: (https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D8%AF%D8%A7%D9%85%D8%A9).

وزارة التربية والتعليم (٢٠١١). *قرار الوزارى رقم (٣٦٩) بتاريخ ٢٠١١/١٠/١١- بشأن نظام مدارس المتفوقين الثانوية فى العلوم والتكنولوجيا*. القاهرة.

وزارة التربية والتعليم (٢٠١٢ أ). *قرار وزارى رقم ٢٠٢ بتاريخ ٢٠١٢/٤/٢١- بشأن منح الشهادة الثانوية المصرية فى العلوم والتكنولوجيا من مدارس المتفوقين الثانوية فى العلوم والتكنولوجيا*. القاهرة.

وزارة التربية والتعليم (2012). *قرار وزارى رقم 382 بتاريخ 2/١٠/ ٢٠١٢- بشأن نظام القبول والدراسة والامتحانات بمدارس المتفوقين الثانوية فى العلوم والتكنولوجيا*. القاهرة.

وزارة التربية والتعليم (٢٠١٣). *قرار وزارى رقم ٣٠٨ بتاريخ ٢٠١٣/٨/٢٧- بشأن نظام امتحان شهادة إتمام الدراسة الثانوية العامة بمدارس المتفوقين الثانوية فى العلوم والتكنولوجيا*. القاهرة.

وزارة التربية والتعليم (٢٠١٤). *الخطة الاستراتيجية للتعليم قبل الجامعى ٢٠١٤- ٢٠٣٠ التعليم المشروع القومى لمصر*. القاهرة.

وزارة التربية والتعليم (٢٠١٥). *قرار وزارى رقم (٣١٣) بتاريخ ٢٠١٥/٨/٢٤- بشأن إنشاء اللجان الفرعية لدعم مدارس المتفوقين فى العلوم والتكنولوجيا (STEM) فى محافظات الجمهورية*. القاهرة.

وزارة التربية والتعليم (٢٠١٦). *قرار وزارى رقم ٢١٩ بتاريخ ٢٠١٦/٨/٢* . القاهرة.

وزارة التربية والتعليم والتعليم الفنى (٢٠١٩) . مدارس المتفوقين للعلوم والتكنولوجيا- الأهداف العامة لإنشاء المدارس الثانوية للمتفوقين فى العلوم والتكنولوجيا STEM Schools. تم الاسترجاع فى ١٥ يوليو ٢٠١٩، من موقع (http://moe.gov.eg/stem/doc/STEM_target.pdf).

اليونسكو (٢٠١٣). التربية من أجل التنمية المستدامة- كتاب مرجعى. باريس.

Ahmed, Hanaa, K. (2016). "Strategic Future Directions for Developing STEM Education in Higher Education in Egypt as a Driver of Innovation Economy". *Journal of Education and Practice*. 7 (8).

Alfar, Amany (n.d.). *STEM Schools in Egypt- Egypt Ministry of Education & Vocational Education Empowering Girls and Women to Raise a Generation of Critical Thinkers and Future leaders. Cairo*: Egypt Ministry of Education & Vocational Education.

Arndt, Laura & Tweed, Anne (2015). "Green STEM: STEM as It's Meant to Be". *Advance Education, Inc*. Retrieved August 20, 2019, from: (https://www.advanc-ed.org/source/green-stem-stem-its-meant-be).

Barakos, Lynn, Lujan, Vanessa & Strang, Craig (2012). *Science, Technology, Engineering, Mathematics- Catalyzing Change Amid The Confusion*. USA: Center on Instruction.

Beatty, Alexandra (2011) Successful STEM Education: A Workshop Summary. National Research Council of the National

Academies. Washington, D.C.: The National Academies Press.

Bonnett, Michael (2003). "Education for Sustainable Development: Sustainability as a Frame of Mind", *Journal of Philosophy of Education*. 37 (4), 675-690.

Brown, Ryan; Brown, Joshua; Reardon, Kristin & Merrill, Chris (2011). "Understanding STEM Current Perceptions". *Technology & Engineering Teacher*. 70 (6), 5-9.

Burke, Lindsey M. & McNeill, Jena B. (2011). "Educate to Innovate How the Obama Plan for STEM Education Falls Short". *Backgrounder*. No. 2504. Wachington, DC : The Heritage Foundation.

Burns, Tracey & Köster, Florian (2016). *Governing Education in a Complex World*. Paris: OECD Publishing.

Bush, George W. (2006). *American Competitiveness Initiative*. The White House. Retrieved March 23, 2019, from: (https://georgewbush-whitehouse.archives.gov/ stateoftheunion/2006/aci/index.html#top).

Committee on STEM Education of the National Science & Technology Council (2018). *Charting a Course for Success- America's Strategy for STEM Education*. United States: Executive Office of the President.

Council of Chief State School Officers [CCSSO]. (2019). *Common Core State Standards for Mathematics*. Retrieved May 3, 2019, from: (www.corestandards.org).

Department of Education (2016). *STEM 2026 - A Vision for Innovation in STEM Education*. USA.

Dogan, Bulent & Robin, Bernard (2015). "Technology's Role in STEM Education and the STEM SOS Model". In: Sahin, Alpaslan (Ed.). *A Practice-Based Model of STEM Teaching-*

STEM Students on the Stage (SOS). The Netherlands: Sense Publishers.

Dozier-Libbey Medical High School (2019). *About us*. Retrieved Jan. 13, 2019. From: (https://www.antiochschools.net/domain/205).

Eisenhower, Dwight D. (1957). *Address to the Nation on the Future of U.S. Security. delivered 13 November 1957*. Oklahoma City, Oklahoma. Retrieved May 3, 2019,from: (https://www.americanrhetoric.com/speeches/PDFFiles/Dwight%20Eisenhower%20-%20%20National%20Security%20Future.pdf).

Erdogan, Niyzi & Stuessy, Carol L. (2015). "Modeling Successful STEM High Schools in the United States: An Ecology Framework". *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*. 3 (1).

Grover, Shuchi & Pea, Roy (2012). "Computational Thinking in K–12: A Review of the State of the Field". *Educational Researcher*. XX (XX). 1–6.

Gubbins, Jean E., et al. (2013). "Status of STEM High Schools and Implications for Practice". *The National Research Center on the Gifted and Talented*. USA.

Hom, Elaine J. (2014). "What is STEM Education?". *Live Science*. Retrieved Nov. 14, 2018. from: (https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html).

Hopkinson, Peter & James, Peter (2010). "Practical Pedagogy for Embedding ESD in Science, Technology, Engineering and Mathematics Curricula". *International Journal of Sustainability in Higher Education.* 11 (4). DOI :10.1108/14676371011077586.

International Council of Associations for Science Education (2013). "Kuching Declaration on Science and Technology Education". Final Proceeding of *the World Conference on Science and Technology Education (WorldSTE2013)*. Kuching, Malaysia. 29 Sep.- 3 Oct. Retrieved July 4, 2019, from: (http://www.icaseonline.net/ ICASE%20 Kuching%20 Declaration_Final.pdf).

International Institute for Sustainable Development (2019). *Sustainable Development Goals*. Retrieved August, 15, 2019, from: (https://www.iisd.org/topic/sustainable-development-goals).

ISWEEEP (2019). Retrieved Oct. 10, 2019, from (http://isweeep.org/about/) .

Joyce, Stacie & El Nagdi, Mohamed (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: World Conferences.net.

Karayaka, Hayrettin , B., Mehrubeoglu, Mehrube, Yildiz, Faruk. & Caruso, Korinne (2011). "A Nuclear Power Industry Career Development Workshop for High School Teachers in a Hispanic Serving Institution". Paper presented at *2011 American Society for Engineering Education (ASEE) Annual Conference*, Vancouver, BC, Canada.

Kennedy, T. J. & Odell, M. R.L. (2014). "Engaging Students in STEM Education". *Science Education International*. 25 (3).

Khadri, Hanaa, O. (2014). "Planning for Establishing STEM Education Department Within Faculty of Education- Ain Shams University- An Interdisciplinary Model". *European Scientific Journal*. 10 (28).

kleinen Forscher (2019). *IDoS 2019 – International Dialogue on STEM Education in Berlin*. Germany. Retrieved Oct.,

7, 2019, from: (https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/en/international-dialogue-on-stem-education/idos2019/).

KOA Creatives (2017). *Computational Thinking*. USA. Retrieved Oct., 5, 2019, from: (https://www.computationalthinkers.com/product/computationalthinking/).

Krug, Don, H. (2012). "STEM Education and Sustainability in Canada and the United States". Paper presented at the *2nd international STEM in Education Conference*, Beijing, China. Retrieved July, 5, 2019, from: (http://stem2012.bnu.edu.cn/data/long%20paper/stem2012_87.pdf.).

Lantz, Hays. B. (2009). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: What form? What function?* Retrieved June 30, 2019, from: (https://dornsife.usc.edu/assets/sites/1/docs/jep/STEMEducationArticle.pdf)

Learning that Works for America (CTE) (2013). *CTE Is Your STEM Strategy*. NASDCTEc. Retrieved June 22, 2019, from: (https://careertech.org/sites/default/files/CTEYourSTEMStrategy-FINAL.pdf).

Manor New Technology High School (2019). *Profile*. Retrieved Oct. 28, 2019. From: (https://www.manorisd.net/domain/281).

Manor New Technology High School (2019a). Retrieved Jan. 5, 2019. from:(https://mnths.manorisd.net/ apps/ news/ article/ 762064).

McREL International (2016). *Green STEM Model: Steps for an Instructional Approach*. Retrieved August 18, 2019, from: (https://www.mcrel.org/greenstem-model-steps-for-instructional-approach/).

Means, Barbara, et al. (2017). "Expanding STEM Opportunities Through Inclusive STEM- Focused High Schools". *Science Education*. 101(5). 681–715. doi: 10.1002/sce.21281.

Miller Center (2019). *January 8, 1790: First Annual Message to Congress*. Retrieved May 4, 2019, from: (https://millercenter.org/the-presidency/presidential-speeches/january-8-1790-first-annual-message-congress).

Mohr-Schroeder, Margaret, Cavalcanti, Mauren & Blyman, Kayla (2015). "Stem Education Understanding the Changing Landscape". In: Sahin, Alpaslan. *A Practice- Based Model of Stem Teaching- Stem Students on the Stage (SOS)*. The Netherlands: Sense Publishers.

Morrison, Janice (2006). "Attributes of STEM Education- The Student, The Academy, The Classroom. *TIES STEM Education Monograph Series*. Baltimore, MD: TIES.

Museum of Science (2019). *Engineering is Elementary*. Boston. Retrieved April 2, 2019., from: (http://eie.org/).

National Commission on Excellence in Education. (1983). *A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform*. Washington, DC: U.S. Department of Education.

National Research Council [NRC] (2012). *A Framework for K–12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.

National Science Board (2007). *National Action Plan for Addressing the Critical Needs of the US. Science, Technology, Engineering & Mathematics Education System*. Arlington.

Retrieved April. 15, 2019, from: (https://www.nsf .gov/pubs/2007/nsb07114/nsb07114.pdf).

Ndinechi, Michael C. and Okafor, Kennedy C. (2016). "STEM Education: A Tool for Sustainable National Capacity Building in a Digital Economy". *1st International Conference, (FUTO-CCE 201)*. Owerri, Nigeria. Monday 16th-19t h May, 2016.

NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards: for States, by States*. Washington, DC: The National Academies Press.

North Carolina School of Science and Mathematics (2019). Retrieved Jan. 15, 2019. from (https://www.ncssm.edu/).

North Carolina School of Science and Mathematics (2019a). *Sustainability at NCSSM*. Retrieved June 21, 2019. from: (https://www.ncssm.edu/residential-program/academics/sustainability).

Office of Inspector General, U.S. Agency for International Development (2018). *USAID Has Advanced STEM Education in Egypt Despite Some Implementation Challenges (*AUDIT REPORT *8-263-18-002-P)*. Washington, DC.

Ohio Department of Education (2019). *STEM Honors Diploma*. Retrieved Oct. 28, 2019, from: (http://education.ohio.gov/Topics/Ohio-s-Graduation-Requirements/Honors-Diplomas/STEM-Honors-Diploma).

Ohio's Honors Diplomas (2019). Retrieved Oct. 28, 2019, from: (https://www.kingslocal.net/media/khscounseling/Honors%20Diploma%20ONLY%20%202019%20and%20beyond.pdf).

Opertti, Renato (2017). "15 Clues to Support the Education 2030 Agenda". *In-Progress Reflection No. 14 on Current and*

Critical Issues in the Curriculum, Learning and Assessment. Paris: UNESCO.

Parker, Caroline, Pillai, Sarita & Roschelle, Jeremy (2016). *Next Generation STEM Learning for All- Envisioning Advances Based on NSF Supported Research.* A Report from the NSF Supported Forum. Waltham, MA: Education Development Center.

Pecen, Recayi, Humston, Jill, & Yildiz, Faruk (2012). "Promoting STEM to Young Students by Renewable Energy Applications". *Journal of STEM Education*, 13(3), 62-72.

Peters -Burton, Erin E., et al. (2014). "Inclusive STEM High School Design: 10 Critical Components*". Theory into Practice*. 53(1), 64-71.

Pfeiffer, Steven. I., Overstreet, J. Marguerite., & Park, Andrew. (2010). "The state of Science and Mathematics Education in State-Supported Residential Academies: A Nationwide Survey". *Roeper Review*, 32(1), 25-31.

Pitt, James (2009). "Blurring the Boundaries – STEM Education and Education for Sustainable Development". *Design and Technology Education: an International Journal*. 14 (1).

Prakash, et. al. (2017). *The U.S. Cities Sustainable Development Goals Index 2017- Achieving a Sustainable Urban America*. USA: Sustainable Development Solutions Network- A Global Initiative for the United Nations.

Project Lead The Way, Inc (2019). *PLTW*. Retrieved April 2, 2019, from: (https://www.pltw.org/about-us).

Ryan (2019). **"***The Ultimate Guide to STEM Competitions & Events". ID TEC*. California. Retrieved Oct. 10, 2019. from: (https://www.idtech.com/blog/ultimate-guide-to-stem-competitions-events).

Scott, William & Gough, Stephen (2003). *Sustainable Development and Learning: Framing the Issues*, London: Routledge Falmer.

Smith, Caroline & Watson, Jane (2016). "Stem Education and Education for Sustainability (EFS): Finding Common Ground for a Flourishing Future". *AARE Conference 2016*. Melbourne, Victoria.

Smithsonian Science Education Center (2019). *Professional Development*. Washington, DC. Retrieved Oct. 7, 2019, from: (https://ssec.si.edu/professional-development).

STEM Egypt (2019). *History*. Retrieved June 28, 2019, from: (http://www.stemegypt.edu.eg/History).

Teaching American History (2019). *The First Federal Congress 1789- 1791*. Retrieved May 4, 2019, from: (https://teachingamericanhistory.org/).

The African Union Commission (2015). *AGENDA 2063 The Africa We Want -A Shared Strategic Framework for Inclusive Growth and Sustainable Development - First Ten-Year Implementation Plan 2014 – 2023*. Addis Ababa, Ethiopia.

The American Association for the Advancement of Science (1990). *Science for all Americans*. New York, NY: Oxford University Press.

The American Association for the Advancement of Science [AAAS] (1985). *Project 2061- Science Literacy for a Changing Future.* Washington, DC.

The National Academy of Sciences, The National Academy of Engineering, and The 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. USA.

The National Academy of Sciences, The National Academy of Engineering, and The Institute of Medicine (2010). *Rising Above the Gathering Storm, Revisited: Rapidly Approaching Category 5. Members of the 2005 "Rising above the Gathering Storm Committee prepared for the Presidents of the National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, and Institute of Medicine*. Washington, DC: The National Academies Press.

The National Academy of Sciences, The National Academy of Engineering and The Institute of Medicine (2011). *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington, D.C.: The National Academies Press.

The National Governor's Association Center for Best Practices (2008). *Promoting STEM Education: A Communications Toolkit Science, Technology, Engineering and Mathematics*. Washington, DC. Retrieved Dec. 4, 2018. from:(https://www.iteea.org /File.aspx?id=40511&v=3cef257a).

The National Wildlife Federation and the NYC Eco-Schools Green STEM Advisory Board (2015). *Green STEM- How Environment Based Education Boosts Student Engagement and Academic Achievement in Science, Technology, Engineering and Math*. USA.

The University of Wisconsin-Madison (2009). *Mobilizing STEM Education for a Sustainable Future*. USA. Retrieved July 8, 2019, from: (http://mobilizingstem.wceruw.org/documents/Mobilizing%20STEM%202%20pg%20Synopsis.pdf).

The White House (2009). *Remarks by the President at the National Academy of Sciences Annual Meeting*. Retrieved May 4, 2019, from: (https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/remarks-president-national-academy-sciences-annual-meeting).

The White House (2010). *President Obama to Announce Major Expansion of "Educate to Innovate" Campaign to Improve Science, Technology, Engineering and Math (STEM) Education*. Retrieved March 23, 2019, from: (https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2010/09/16/president-obama-announce-major-expansion-educate-innovate-campaign-impro).

TIAS School for Business and Society (2019). *Digital Strategy: Digital Platform Map*. Tilburg: the Tilburg University Campus. Retrieved Nov. 8, 2019, from: (https://www.tias.edu/en/knowledgeareas/area/sustainableinnovationlab/article/digital-strategy-digital-platform-map).

Tikly, Leon (2018). "Supporting Secondary School STEM Education for Sustainable Development in Africa". *Bristol Working Papers in Education Series*. Bristol Working Papers in Education #05/2018. Bristol: the University of Bristol.

Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, j. (2009*). STEM Education: A Project to Identify the Missing Components*. Pennsylvania: Intermediate Unit 1: Center for STEM Education and

Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach, Carnegie Mellon University.

UNESCO (2005). *United Nations Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014): International Implementation Scheme*. Paris.

UNESCO (2014). *Shaping the Future, We Want - UN Decade of Education for Sustainable Development 2005-2014 (Final report)*. Paris.

UNESCO (2015). *Rethinking Education- Towards a Global Common Good*. Paris.

UNESCO (2015a). *A Complex Formula: Girls and Women in Science, Technology, Engineering and Mathematics in Asia*. Paris: UNESCO-IBE.

UNESCO (2017). *Training Tools for Curriculum Development: A Resource Pack for Gender-Responsive STEM Education*. Geneva: International Bureau of Education.

UNESCO (2019). *UNESCO and Sustainable Development Goals*. Paris. Retrieved August 23, 2019, from: (https://en.unesco.org/sdgs).

UNESCO, et al. (2015). *Incheon Declaration: Education 2030: Towards Inclusive and Equitable Quality Education and Lifelong Learning for all*. Paris.

United States Environmental Protection Agency (2019). *Soak Up the Rain: Rain Gardens*. Washington, D. C. Retrieved Sep. 27, 2019. from: (https://www.epa.gov/soakuptherain/soak-rain-rain-gardens).

University of Minnesota Extension (2019). *How and Why to Build a Rain Garden*. Minnesota**.** Retrieved Oct. 6, 2019. from: (https://extension.umn.edu/landscape-design/rain-gardens).

US. Department of Education (2000). *Before it's too late: A Report to the Nation from the National Commission on Mathematics*

and Science Teaching for the 21st Century. Washington, DC. Retrieved Oct. 28, 2019, from: (https://www.csu.edu/cerc/researchreports/documents/BeforeItsTooLate2000.pdf).

USAID (2017). *U.S., Ministry of Education Honor STEM High School Graduat*. Retrieved Nov. 9, 2019, from: (https://www.usaid.gov/egypt/press-releases/aug-21-2017-us-ministry-education-honor-stem-high-school-graduates.

USAID (2019). *Basic Education*. Retrieved Nov. 9, 2019, from: (https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1883/USAIDEgypt_Basic_Education_Fact_Sheet_EN.pdf).

USGS (2013). *Citizen Science Light Trapping in Grand Canyon*. Arizona. Retrieved Oct. 7, 2019, from (https://www.usgs.gov/centers/sbsc/science/citizen-science-light-trapping-grand-canyon?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects) .

Vare, Paul. & Scott, William (2007). "Learning for a Change: Exploring the Relationship between Education and Sustainable Development". *Journal of Education for Sustainable Development.* 1 (2).

Wahono, Bevo & Chang, Chun-Yen (2019). "Assessing Teacher's Attitude, Knowledge, and Application (AKA) on STEM: An Effort to Foster the Sustainable Development of STEM Education". *Sustainability*. 11(950); doi:10.3390/su11040950.

Wals, Argen E.J. (2010). *Message in a Bottle- learning our way out of Unsustainability*. Netherlands: Wageningen University.

Webster, Ken (2004). *Rethink, Refuse, Reduce . . . Education for Sustainability in a Changing World*. Preston Montford: FSC Publications.

Wikimedia Foundation (2019). "Science, Technology, Engineering, and Mathematics". *Wikipedia the Free Encyclopedia*. Retrieved July, 4, 2019, from: (https://en.wikipedia.org/wiki/Science,_technology,_engineering,_and_mathematics).

Wikimedia Foundation (2019a). "Sustainable Development". *Wikipedia the Free Encyclopedia*. Retrieved August, 15, 2019, from: (https://simple.wikipedia.org/ wiki/ Sustainable_development).

Wing, Jannet. M. (2006). "Computational Thinking". *Communications of the ACM*, 49 (3), 33-35.

World Commission on Environment and Development (1987). *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press.

World Economic Forum (2014). *Global Competitiveness Report 2014-2015*. Geneva.

World Economic Forum (2017). *The Global Competitiveness Report 2017- 2018*. Geneva.

World Learning, Inc. (2019). *Egypt Stem Schools Project*. Retrieved June 28, 2019, from: (https://www.worldlearning.org/program/egypt-stem-schools-project/).

Xie, Yu, Fang, Michael & Shauman, Kimberlee (2015). "STEM Education". *Reviews in Advance*. 41. 331-357.

Yokohama Declaration 2019 - Advancing Africa's Development through People, Technology and Innovation (2019). Yokohama. 30 August, 2019. Retrieved Sep. 2, 2019, from: (https://www.mofa.go.jp/region/africa/ticad/ticad7/pdf/yokohama_declaration_en.pdf).

❖ **قائمة الملاحق:**

ملحق (١)

استمارة استطلاع رأي السادة الخبراء حول (تصور مقترح لتفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بمصر فى ضوء النموذج الأمريكى)

السيد الأستاذ

الدكتور/.....

تحية طيبة وبعد،،،

يأتي هذا الاستطلاع ضمن إجراءات دراسة بعنوان "**تفعيل دور تعليم STEM فى تحقيق التنمية المستدامة بمصر- تصور مقترح فى ضوء النموذج الأمريكى**".

ويتحدد تعليم STEM لتحقيق التنمية المستدامة إجرائيًا فى الدراسة بأنه "توفير بيئة تعلم تعتمد على التكامل بين المجالات الدراسية الأربعة (العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات)، يقوم خلالها الطلاب بتوظيف المعارف والمهارات المكتسبة من هذه المجالات فى استكشاف مشاكل ومواقف المجتمع المصرى بمختلف أنواعها البيئية والاجتماعية والاقتصادية، والبحث عن حلول لها من خلال استغلال الموارد المتاحة دون الإضرار بالبيئة أو التأثير عليها، والبحث عن أفضل السبل لضمان تمتع جميع الأجيال الحالية والمستقبلية بالسلام والازدهار، وذلك في إطار السعي لتوفير مجتمع مستدام يتمتع بمستوى عال من الرفاه وجودة الحياة، والعمل على حماية كوكب الأرض".

ولما كنتم سيادتكم من ذوى الخبرة، لذا تأمل الباحثة فى مشاركة سيادتكم للاستفادة من خبراتكم فى محاور التصور المقترح للدراسة.

فالرجا من سيادتكم التكرم بوضع علامة (√) فى الخانة التى تعبر عن موافقتكم لكل اختيار أو عدم الموافقة مع إضافة وتعديل ما ترونه مناسبًا.

ولسيادتكم خالص الشكر والتقدير،،،

الباحثة

د. لمياء إبراهيم المسلمانى

(دكتور باحث بالمركز القومي للبحوث التربوية والتنمية)

أولًا: الوظيفة الحالية: ☐ أستاذ جامعي أو باحث ☐ قيادة تعليمية أو مدرسية

ثانياً: في ضوء خبرة سيادتكم الأكاديمية والمهنية، إلى أي درجة تتفق مع المحاور التالية للتصور المقترح:

م	العبارة	أوافق	إلى حد ما	لا أوافق
	(١) جعل تعليم STEM متاحًا لجميع الطلاب وعبر المراحل التعليمية المختلفة بدءًا برياض الأطفال وحتى التعليم العالى وعبر كافة المسارات الرسمية وغير الرسمية من خلال:			
١	وضع الرؤى والاستراتيجيات التى من شأنها توفير خبرات تعلم عالية الجودة فى مجال STEM ومناسبة لكل طفل وشاب.			
٢	نشر الوعى المجتمعى بأهمية ومتطلبات هذا النوع من التعليم.			
٣	إتاحة تعليم STEM لجميع الطلاب، وعدم الاقتصار على فئة الموهوبين والمتفوقين.			
٤	توسيع نطاق التحاق الإناث والفئات الفقيرة والمهمشة بتعليم STEM.			
٥	توفير تعليم STEM عبر كافة المسارات الرسمية وغير الرسمية مدى الحياة.			
٦	توفير تعليم STEM عبر المراحل التعليمية المختلفة من رياض الأطفال وحتى مرحلة التعليم العالى.			
٧	تنويع المدارس التى تقدم تعليم STEM بحيث تشمل إلى جانب مدارس المتفوقين الثانوية للعلوم والتكنولوجيا أنماطًا أخرى من المدارس العامة والخاصة.			

٨	توفير تعليم STEM كبرنامج للدراسة فى المدارس العامة والتجريبية والخاصة غير المتخصصة فى تخصصات STEM.			
٩	توفير تعليم STEM لطلاب التعليم الفنى.			
١٠	توفير دورات لتعليم STEM فى مراكز الشباب وغيرها من مراكز خدمة المجتمع.			
١١	محو الأمية الرقمية لدى جميع الطلاب.			
١٢	توسيع استخدام المنصات الرقمية وغيرها من وسائط التعلم من بعد التى تمكن من تحصيل تعليم STEM في أي مكان وفي أي وقت.			
	(٢) <u>جعل التنمية المستدامة هدفًا أساسيًا للمناهج وخطط الدراسة</u>: من خلال:			
م	**العبارة**	**أوافق**	**إلى حد ما**	**لا أوافق**
١٣	وضع خطة لتفعيل مبادئ التنمية المستدامة في جميع أنحاء المدرسة.			
١٤	دمج مبادئ وقيم وممارسات التنمية المستدامة في جميع جوانب التعليم والتعلم.			
١٥	تطوير المناهج التربوية متعددة التخصصات التي تشجع الطلاب على إيجاد حلول لمشاكل الحياة الحقيقية.			
١٦	توفير نظام للمعلومات عبر شبكة الإنترنت يوضح للمعلمين كيفية معالجة التنمية المستدامة من خلال وحدات المقررات الدراسية.			
١٧	توسيع مشاركة العلماء والرياضيين والمتخصصين فى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات فى تطوير مقررات الدراسة.			
	(٣) <u>ربط التنمية المستدامة بالوظائف المهنية التى تتولى مدارس STEM تأهيل الطلاب للعمل بها</u>: من خلال:			
١٨	صياغة عدد من المعايير الخاصة بالتنمية المستدامة تغطى كافة أشكال المهن.			
١٩	تعريف الطلاب بطبيعة الأعمال فى المستقبل.			
٢٠	دعم تطوير المناهج الدراسية في مجالات STEM الرئيسية المرتبطة بالتعليم المهنى والتقنى، وربطها بالوظائف التى تحتاجها الدولة فى الفترة المقبلة.			
٢١	استضافة أصحاب المهن المرتبطة بمجالات الدراسة الأربعة بالمدرسة لتعريف الطلاب بها، وما تتطلبه من مؤهلات وكفايات.			

٢٢	تطبيق بعض البرامج التي تسهم في تكوين جسور بين التعليم المدرسي وعالم العمل.			
٢٣	تفعيل دور الإرشاد الأكاديمى والمهنى فى المدرسة لتوجيه الطلاب إلى المهن التى تتناسب مع ميولهم واستعداداتهم الأكاديمية.			
٢٤	وضع برامج لتدريب طلاب تعليم STEM على ريادة الأعمال.			
	(٤) **القيام بمبادرات لتشجيع المنتجات المحلية المحيطة بالمدرسة:** من خلال:			
٢٥	فتح أبواب المدرسة للمنتجين المحليين لإقامة معارض لمنتجاتهم.			
٢٦	قيام المدرسة بالترويج للمنتجات المحلية من خلال الإذاعة المدرسية، أو البوسترات، أو مجلات الحائط، وغيرها.			
م	**العبارة**	**أوافق**	**إلى حد ما**	**لا أوافق**
٢٧	تطوير الممارسات التى تمكن الطلاب من استخدام مهاراتهم فى تطوير الأفكار والمنتجات من أجل مستقبل مستدام.			
٢٨	تنظيم زيارات ميدانية للمصانع والمزارع المحيطة بالمدرسة لتعريف الطلاب بدورها فى دعم المجتمع المحلى، وما تقدمه من منتجات تدعم الاقتصاد القومى.			
٢٩	تنظيم مبادرات يشترك فيها الطلاب لتعريف المنتجين المحليين بالصناعات والزراعات المستدامة، وأهمية الحفاظ على البيئة، وعدم تلويثها بالمخلفات، والامتناع عن استخدام المبيدات التى تضر باستدامة التربة وصحة الإنسان.			
	(٥) **تطبيق مدخل تعليم STEM البيئى (Green STEM):** من خلال:			
٣٠	استخدام المدخل البيئى فى إعداد المواد الدراسية المختلفة.			
٣١	استخدام محتوى وممارسات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) لاستكشاف المشكلات البيئية المحلية، وتصميم الحلول المناسبة وتنفيذها. مثال ذلك: إعادة تدوير الخامات المحلية، معالجة النقص في المياه العذبة الصالحة للشرب، توفير مصادر للطاقة النظيفة، وغيرها.			
٣٢	تشجيع الطلاب فى تعليم STEM على دراسة كل ما يتعلق بصحة وسلامة النظام البيئى من خلال مشروعاتهم.			

٣٣	توفير دليل للطالب يوضح المشروعات والمشكلات التى يحتاجها المجتمع، ومدى ارتباطها بتخصصات STEM.			
٣٤	عمل روابط مع الشركاء المجتمعيين ممن لهم صلة بالمشكلة من أصحاب المزارع، والعلماء، ورجال الأعمال، وأصحاب المصانع والشركات، والمخططين، والمهندسين، وغيرهم لمساعدة الطلاب فى حل المشكلة.			
	(٦) **تدريب المعلمين على كيفية تحقيق الربط بين تعليم STEM والتنمية المستدامة:** من خلال:			
٣٥	توفير برامج ومقررات بكليات التربية لإعداد معلم STEM حتى يتمكن من ربط تعليم STEM بالتنمية المستدامة.			
٣٦	تنظيم دورات تدريبية لتزويد المعلمين بالمعارف والمهارات اللازمة للإشراف على إنجاز مشاريع STEM التى تحقق هذا الربط بنجاح، وتعريفهم بأنشطة STEM، وأدوارهم في تنفيذها.			
م	**العبارة**	**أوافق**	**إلى حد ما**	**لا أوافق**
٣٧	إعداد برامج تثقيفية وتدريبية للمعلمين حول المهن في الهندسة والتكنولوجيا الهندسية وصناعة الطاقة النووية وغيرها، حتى يتمكنوا من تحقيق الربط بين محتوى STEM والتنمية المستدامة.			
٣٨	عمل أدلة إرشادية للمعلمين خاصة بهذا المجال.			
٣٩	إيفاد معلمى مدارس STEM فى بعثات للخارج للاستفادة من التجارب الدولية فى المجال.			
٤٠	عمل شراكات مع المعلمين بأفضل المدارس التى تقدم تعليم STEM على مستوى العالم لتبادل الخبرات.			
٤١	تصميم موقع على شبكة الإنترنت خاص بمعلمى STEM لتزويدهم بالمعلومات والبيانات الخاصة بالتنمية المستدامة ودور تعليم STEM فى تحقيقها، وأحدث طرائق واستراتيجيات التدريس، والممارسات الناجحة فى هذا المجال، والإجابة على استفسارات المعلمين وإرشادهم.			
	(٧) **تنظيم مهرجانات ومسابقات لعرض مشروعات الطلاب الخاصة بالتنمية المستدامة:** من خلال:			
٤٢	تنظيم مهرجانات على مستوى المدرسة كل عام لعرض مشروعات الطلاب الخاصة بالتنمية المستدامة في بيئة علمية، ويتم دعوة طلاب المدارس الأخرى			

	والمتخصصين والمهتمين بمجالات المشروعات لحضور العروض.			
٤٣	تشجيع الطلاب على الانضمام إلى مسابقات STEM الدولية ذات الصلة بالتنمية المستدامة.			
٤٤	تصميم موقع على شبكة الإنترنت يوضح للطلاب مواعيد هذه المسابقات، وأماكن انعقادها، وشروطها.			
٤٥	تقديم حوافز للطلاب الفائزين فى هذه المسابقات، ونشرها بين المدارس لتعميم الاستفادة.			
٤٦	فتح قنوات اتصال بالمسئولين والمهتمين لاتخاذ الإجراءات المناسبة لوضع نتائج المشروعات الناجحة فى حيز التنفيذ.			
	(٨) **تعزيز الروابط والشراكات بين المؤسسات التعليمية، وأرباب العمل، والمجتمعات**. من خلال:			
م	**العبارة**	**أوافق**	**إلى حد ما**	**لا أوافق**
٤٧	إقامة روابط بين المدارس والكليات والجامعات والمكتبات والمتاحف والمؤسسات المجتمعية الأخرى لمساعدة الطلاب فى مدارس STEM عبر رحلتهم التعليمية والمهنية.			
٤٨	عقد شراكات مع أصحاب العمل لتوفير التدريب الداخلي والمهني فى تخصصات STEM.			
٤٩	عقد شراكات بين مدارس STEM وقطاع الأعمال لتزويد المدارس بممارسات إدارية عالية الجودة، ومهارات في القيادة والإدارة والتدريب.			
٥٠	عقد شراكات بين قطاع الأعمال وزارة التعليم لتطبيق برامجها الخاصة بمراقبة الجودة على تعليم STEM.			
٥١	عقد شراكات مع قطاع الأعمال لتوفير أنشطة إثرائية بعد انتهاء اليوم الدارسى.			
٥٢	عمل شراكات مع المجتمع المحلى لتوفير التمويل اللازم لدعم أنشطة تعليم STEM المرتبطة بالتنمية المستدامة.			
٥٣	إشراك أولياء الأمور والمجتمع المحلى فى تنفيذ أنشطة ومشروعات الطلاب.			
٥٤	توفير برامج فى التربية الوالدية لتعريف الآباء بكيفية التعامل مع أبنائهم من دارسى STEM ومساعدتهم وتوجيههم.			
	(٩) **جعل تعليم STEM ذا مغزى وملهمًا للطلاب**: من خلال:			
٥٥	التركيز على دراسة المشاكل والتحديات الواقعية التى يواجهها المجتمع			

	المحيط بالطلاب، والتي تستوجب المبادرة والإبداع.			
٥٦	دعم الابتكار وريادة الأعمال، بتشجيع الطالب على اختيار مشروع يرتبط بالتخصص الذى يرغب فى العمل به فى المستقبل.			
٥٧	تعريف الطلاب أن الهدف من التعليم هو تغيير حياة الأفراد والمجتمعات، وليس النقل الآلى المعرفة.			
٥٨	تشجيع الطلاب على تحمل واجباتهم المدنية، واستخدام إبداعاتهم لتشكيل مستقبلهم.			
٥٩	تدريب الطلاب على استخدام مهاراتهم لفحص إيجابيات وسلبيات الحلول المختلفة للمشكلات الواقعية التى تؤثر على المجتمع ككل ومكان إقامتهم.			
٦٠	تنمية القدرة على تطبيق التعلم في مواقف جديدة.			
م	**العبارة**	**أوافق**	**إلى حد ما**	**لا أوافق**
٦١	التأكيد على تملك الطلاب لمهارات القرن الحادي والعشرين مثل التعاون والتواصل والعمل الجماعي والتفكير النقدى، على أن يتم ذلك في سياق مجتمعات الطلاب.			
٦٢	استخدام المدخل التربوي الشامل فى عملية التعلم.			
٦٣	تدريب الطلاب على كيفية استخدام التقنيات الرقمية بمسئولية وأمان.			
	(١٠) **الاهتمام بالشفافية والمساءلة:** من خلال:			
٦٤	وضع نظام للمحاسبة على الأداء.			
٦٥	ربط الأجر بالأداء.			
٦٦	وضع آليات لمقارنة أداء المدرسة بالمدارس الأخرى.			
٦٧	توفير نظام لإثابة المدارس المتميزة.			
٦٨	نشر ممارسات المدارس المتميزة لتعميم الاستفادة.			
	(١١) توفير التعليم الفعال بمدارس STEM: من خلال:			
٦٩	توسيع مجالات STEM لتشمل الفنون إلى جانب العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEAM.			
٧٠	ارتكاز التدريس على اهتمامات الطلاب وخبراتهم في سن مبكر.			
٧١	إشراك الطلاب فى الممارسات الخاصة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات طوال فترة دراستهم من رياض الأطفال وحتى المستويات العليا من التعليم.			

٧٢	توافر البيئة المواتية القادرة على التغلب على التحديات التي تقف بين الرؤية والواقع.			
٧٣	استخدام التكنولوجيا كأداة للانخراط في الممارسات العلمية والعملية.			
٧٤	زيادة الاستثمارات الحكومية والخاصة فى مجال تعليم STEM.			
م	**العبارة**	**أوافق**	**إلى حد ما**	**لا أوافق**
٧٥	التغلب على المشكلات الى تحول دون تحقيق الجودة والتميز فى مدارس STEM			
٧٦	(١٢) محاور أخرى تذكر:			