تضمين مفاهيم التكيف مع التغير المناخي في ضوء اتجاه (STEAM) في مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا

إعداد

أ.د. تفيده سيد أحمد غانم

أستاذ باحث، شعبة بحوث تطوير المناهج

المركز القومي للبحوث التربوية والتنمية، القاهرة

مستخلص البحث:

هدف البحث الحالي إلى إعداد تصور مقترح لدمج مفاهيم التكيف مع التغير المناخى في مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا من خلال نموذج تصميم مقترح لمنهج متعدد التخصصات قائم على اتجاه (STEAM)، واتبعت الباحثة المنهج الوصفى في دراسة نظرية لتحديد المفاهيم الرئيسة التطبيقية المتعلقة بالتكيف مع التغير المناخى، وما يتعلق بها مفاهيم فرعية تلائم مستوى الطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا، وتحديد الصورة المقترحة لتضمين مفاهيم التكيف مع التغير المناخى في المنهج، وكذلك دراسة إجرائية للتعرف على مدى تضمين مفاهيم التكيف مع التغير المناخى في مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بجمهورية مصر العربية، والتعرف على آراء الخبراء فى عناصر بناء المنهج وفقًا لنموذج التصميم المقترح القائم على اتجاه (STEAM)؛ وأظهرت نتائج البحث ضعف تضمين مفاهيم التكيف مع التغير المناخى في المناهج الحالية، ومناسبة عناصر المنهج المقترح؛ وأوصت الباحثة بتضمين مفاهيم التكيف مع التغير المناخى في مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا، وتطبيق المنهج المقترح على الطلاب.

الكلمات المفتاحية: التكيف مع التغير المناخى؛ المدارس الثانوية المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا؛ اتجاه (STEAM)؛ المفاهيم الكبرى؛ المناهج متعددة التخصصات.

Including Concepts of Climate Change Adaptation in light of (STEAM) Course in the Curriculum of High School of Excellence Students in Science & Technology

Abstract:

The aim of the research is to prepare a proposal for integrating climate change adaptation' concepts in the curricula of STEM schools by designing the Interdisciplinary Conceptual Curriculum based on (STEAM) Course. The researcher followed the descriptive approach in a theoretical study to identify the major practical concepts and related key concepts appropriate students' level, and defining a way of including climate change adaptation' concepts in the curriculum. As well as a procedural study to identify the extent to which these concepts are included in the curricula of STEM schools in the Arab Republic of Egypt. Besides, identify expert opinions on the components of the proposed (STEAM) curriculum. The results showed the weakness of including the concepts of climate change adaptation in the current curricula, and the relevance of the proposed curriculum components. The researcher recommended including the concepts in the curricula of STEM schools, and applying the (STEAM) curriculum.

Keywords: Climate Change Adaptation; High School Excellence in Science and Technology; STEAM Course; Interdisciplinary Curriculum; Major Concepts.

مقدمة البحث:

مع بروز آثار مشكلة التغير المناخى على المستوى القومى في جمهورية مصر العربية ظهرت الحاجة إلى إعداد جيل من المتعلمين القادرين على حل المشكلات الحياتية المعقدة المتزايدة، والتكيف مع التغير المناخى، ومواجهة تحديات التنمية المستدامة في ضوء متطلبات القرن الحادى والعشرين.

حيث تتعدد المداخل التربوية المنوط بها تعليم وتثقيف الأفراد بكيفية حماية البيئة، وتحمل المسئولية البيئية لمواجهة آثار التدهور البيئي الناتج عن التغير المناخي، وكذلك تهدف إلى اكتساب المعرفة، والمهارات، والاتجاهات المرتبطة بكيفية تخفيف آثار تغيرات المناخ، وطرق التكيف معه؛ لضمان استمرار الحياة الاجتماعية والاقتصادية في مختلف أنحاء الأرض.

من هنا نجد أنه يمكن أن يقوم التعليم في ضوء مدخل التكامل بين المواد الدراسية دورًا مهمًا فى تحقيق جوانب التعلم الواقعى الذى يتطلب معالجة المشكلات البيئية، والاجتماعية، والاقتصادية؛ حيث توضح دراسة داليا عادل (٢٠١٧) أن تطوير التعليم باتباع نظام التكامل بين العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات (STEM) يمكن أن يساهم في تحقيق متطلبات اقتصاد المعرفة.

في هذا الإطار يذكر كان Khan (٢٠١٥) أن تدريس المشكلات البيئية المعقدة مثل التغير المناخى لابد وأن يتم باستخدام أفضل المداخل والأساليب لربط المعرفة من عدة تخصصات، وفهم الارتباط بين التخصصات المختلفة، والتدريس من عدة نواحى: علمية، وتاريخية، وجغرافية، وسياسية؛ وذلك لمعالجة تعقيد المشكلات البيئية المعاصرة، ولتوفير تطبيقات، وأدوات، وتقنيات تعليم جديدة، ولربط تعلم العلوم بالهندسة، والتكنولوجيا، والمجالات المعرفية المتعددة، ولإعداد المتعلمين لعصر المعرفة (Khan, 2015).

كما تشير بعض الدراسات السابقة إلى أن تدريس موضوعات التغير المناخى والأنشطة البيئية المرتبطة بقضايا ومشكلات البيئة؛ يسمح بتطبيق مناهج العلوم المتكاملة مع التكنولوجيا؛ حيث استعرضت دراسة (Pitt, 2009) فاعلية تقديم أنشطة تعليمية في ضوء تحقيق التكامل بين العلوم، والتصميم الهندسى، والتكنولوجيا تعتمد على حل

المشكلات البيئية المتعلقة بموضوع الطاقة، وتصميم أجهزة لتحويل الطاقة من الشمس والرياح، وموضوع التغير المناخى، والمخلفات البيئية، في تمكن الطلاب من فهم، وتعريف الأسباب المؤدية لهذه المشكلات، وإيجاد التصميم الذكى لها، واتخاذ القرار تجاهها.

مع ظهور اتجاه (STEAM) لدمج العلوم، والتكنولوجيا، والفنون، والعلوم الإنسانية والاجتماعية، والرياضيات كتطور لتنظيم وتصميم المناهج فى ضوء مدخل العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات (STEM)؛ أصبح من الممكن بناء المناهج متعددة التخصصات التي تجمع بين المفاهيم العلمية، والمفاهيم الأدبية في آن واحد.

يعد اتجاه (STEAM) نموذج تعليمى شامل يعنى بتضمين القيمة المستمرة للأنشطة الفنية، والعلوم الإنسانية والاجتماعية إلى المجالات الأربعة المتضمنة في مدخل (STEM) لتصبح العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات متكاملة مع الفنون، والعلوم الإنسانية والاجتماعية (Xun, Ifenthaler, & Spector, 2015).

حيث يذكر ستوركسديك Storksdieck (٢٠١٤) أن الاهتمام بدمج تعلم الفنون مع العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات يعزى إلى كون تعلم الفنون سمة ضرورية للابتكار؛ حيث تقود الفنون الابتكار، كما يعد تعلم الفنون السمة المميزة للنجاح، والتميز، والتقدم الكمي في جميع المجالات، وأن أفضل طلاب الفنون هم أولئك الذين لديهم مهارات فكرية، وتقنية عالية التطور، كما أن أفضل طلاب العلوم هم أولئك الذين تمت رعاية خيالهم الإبداعي.

وللمدخل التكاملى أهمية في تطوير المناهج حيث قدمت دراسة الدغيدى (٢٠١٥) El-deghaidy تصورًا مقترحًا لتطوير مناهج التعليم العام في مصر في ضوء مدخل متكامل للمناهج، ويقوم هذا التكامل على دمج القضايا البيئية، والتنمية المستدامة، والفنون إلى مناهج العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات (STEM/ STEAM and ESD Education) من خلال سياقات تعاونية هادفة تتعلق بقضايا الحياة الواقعية على المستوى المحلى، والأقليمى، والعالمى، ويهدف إلى التعليم من أجل التنمية المستدامة.

في حين أنضم حديثًا إلى التعليم الثانوى في جمهورية مصر العربية المدارس الثانوية للطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا (STEM) منذ العام (٢٠١١)؛ وأصبح هناك بازغة أمل في إسهام هذه المدارس في إعداد جيل من العلماء والباحثين في مجالات العلوم، والهندسة، وتتطلب الدراسة في هذه المدارس تدريب الطلاب على طرق البحث العلمى، والمشروعات لبحث المشكلات، والقضايا العلمية والبيئية، والمساهمة في التفكير في إيجاد طرق وحلول ابتكارية لتنمية المجتمع، وحل مشكلاته المعقدة.

وبالرغم من أهمية التعليم الثانوى العام في إعداد الفرد القادر على حل المشكلات والتفكير الإبداعى؛ إلا أنه لم يظهر دورًا مؤثرًا له في مواجهة المشكلات البيئية، وفي تعزيز أنشطة التكيف مع التغير المناخى؛ حيث يتضح قصور المدرسة الثانوية بصفة عامة في مواجهة التحديات المجتمعية في ضوء متطلبات القرن الحادى والعشرين.

ويمكن بالنظر إلى مناهج المرحلة الثانوية أن نجد قصورًا واضحًا في مناهج المدارس الثانوية العامة في تشجيع البحث والاستقصاء، وحل المشكلات في ضوء تكامل العلوم؛ حيث أشارت دراسة عاصم محمد (٢٠١٧) التي هدفت إلى تقويم مناهج علوم الحياة في المرحلة الثانوية بجمهورية مصر العربية في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) إلى ضرورة إلغاء الفصل والتمييز المصطنع بين علم الأحياء والعلوم البيئية، وتقديمها للطلاب بصورة متكاملة.

ولكن نجد من ناحية أخرى أن نظام مناهج المدارس الثانوية للطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا له المميزات التالية:

١. الإمكانات المتقدمة في طبيعة تنفيذ المناهج المتكاملة متعددة التخصصات.
٢. إتباع طرق البحث، والاستقصاء، والتصميم، وحل المشكلات، والمشروعات في عمليتى التعليم والتعلم في تنفيذ المناهج.
٣. توفر الإمكانات المعملية، والإلكترونية للطلاب للقيام بالبحث والاستقصاء في مجالات العلوم والهندسة.
٤. توفر المعلمين المدربين على تنفيذ المناهج المتكاملة متعددة التخصصات.
٥. مرونة نظام التقويم الشامل لجميع قدرات الطلاب بطريقة واقعية.

ومن هنا يبدى التعليم في المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا تفوقًا مقارنة بالمدارس الثانوية العامة، وذلك وفقًا لنتائج بحث داليا عادل (٢٠١٧) وهذا التفوق في عدة جوانب منها: تفوق مهارات القائمين بالتدريس، وتفوق مهارات الطلاب المتعلقة بحل المشكلات واتخاذ القرار، ومهارات التعاون والعمل الجماعى، وتفوق تطبيق طرق تدريسية حديثة ومتنوعة للبحث، والعمل الميدانى، والاستعانة بتكنولوجيا المعلومات والاتصال في تنفيذ الأبحاث.

مشكلة البحث:

بالرغم من تميز المناهج المقدمة في مدارس المتفوقين؛ إلا أنه هناك انعزال وضعف في مساهمة المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بصفة خاصة في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة للمجتمع والبيئة؛ حيث نجد أن هذه المدارس تعاني من قصورًا فى تصميم وبناء المناهج من عدة جوانب؛ وما يهمنا في هذا البحث جانب تضمين المفاهيم المتكاملة واسعة المجال المرتبطة بالتكيف مع التغير المناخى؛ حيث تظهر مناهج المتفوقين قصورًا في دمج العلوم الإنسانية والاجتماعية، والفنون مع العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات عند معالجة هذه المفاهيم.

يدعم ذلك دراسة عمر نصير (٢٠١٩) التى أشارت إلى أن تصميم وبناء مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا يقتصر على دمج العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات في إطار مدخل (STEM)؛ وذلك بتقديم موضوعات التعلم حول أحد عشر تحديًا من التحديات الكبرى التي تواجه المجتمع المصرى، ومن بينها التغير المناخى؛ كما أنها تتضمن الأنشطة الفنية بطريقة اختيارية في منهج الصف الثالث الثانوى ضمن عدة أنشطة أخرى علمية وتكنولوجية وبحثية يختار منها الطلاب نشاط واحد، ويتم اختبار الطلاب عمليًا في هذا النشاط في أخر العام الدراسى.

كما أجرت الباحثة دراسة استطلاعية لمحتوى مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا هدفت إلى التعرف على مدى تضمين المفاهيم التي تتعلق بالتكيف مع التغير المناخى في المنهج، وطرق تناولها، ومستوى التكامل بين المفاهيم المتضمنة به؛

وتبين من نتائج هذه الدراسة عدم وجود وثائق لمنهج في علوم الأرض بالصف الأول والثانى الثانوى، كما تبين من خلال تحليل نواتج التعلم والمفاهيم المتضمنة في وحدات منهج الأحياء للصف الأول الثانوى وهى: بيولوجيا الخلية، والجينات، وتشريح وفسيولوجيا النبات، والبيئة؛ تضمن منهج العلوم البيولوجية بعض المفاهيم البيئية التي يتم دمجها بمفاهيم الكيمياء، والفيزياء، والرياضيات، وتتصل على مستوى تصميم المنهج المتكامل بالقضايا البيئية، ويتم تناولها في المشروعات التكاملية المحددة للصف الأول الثانوى، كذلك هناك قصورًا في إحداث التكامل بين المواد العلمية والتكنولوجيا في ضوء معايير الجيل القادم؛ حيث لا تلائم بعض موضوعات المناهج المطبقة الموضوعات التي يقترح تناولها في معايير الجيل القادم، والتي من المفترض أن تقوم عليها هذه المناهج، كما أنها لا تتناول مفاهيم التكيف مع التغير المناخى، ولا تتضمن أنشطة متعددة التخصصات، أو أنشطة فنية إبداعية، ومشروعات يمكن معالجتها من وجهة النظر البيئية، والاقتصادية، والاجتماعية المتكاملة؛ وبذلك يتضح إهمال دمج المفاهيم المتكاملة الواسعة المجال التي تسمح بدمج المفاهيم من المواد الدراسية المختلفة العلمية، والتكنولوجية، والاجتماعية، والإنسانية، والفنية في مناهج مدارس (STEM).

ومما يدل على ذلك أيضا ما أشارت إليه دراسة هويدا محمود (٢٠١٩) في أن نظام الدراسة بالمدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا يسمح للطلاب للتحويل إلى المدارس الثانوية المصرية في حال عدم الاستمرار في الدراسة في مدارس (STEM).

حيث يشير ذلك إلى أن أهداف تدريس المواد الأدبية واللغات في مدارس (STEM) يتم كمواد منفصلة تهدف إلى إمداد المتعلمين بالمعرفة الأساسية للمواد الأدبية، ولا يتم في ضوء فلسفة تكامل العلوم، أو إتاحة الفرصة للمتعلمين للتعلم وحل المشكلات من عدة أبعاد اجتماعية واقتصادية متكاملة مع الأبعاد العلمية، والهندسية والتكنولوجية لأسباب تتعلق بنظام الدراسة، والتحويل بين أنظمة المدارس الثانوية.

ونظرًا لتعقد المشكلات البيئية، ومشكلات التنمية المستدامة في ظل التأثيرات الناتجة عن التغير المناخى، وبروز أهمية التعليم من أجل التكيف مع التغير المناخى بأبعاده البيئية، والاجتماعية والاقتصادية؛ فإنه من الضرورى أن نتحول في تنظيم مناهج

المدارس الثانوية بصفة عامة، ومناهج مدارس المتفوقين بصفة خاصة إلى المفاهيم الكبرى التي تدمج مجالات دراسية متعددة من العلوم، والتكنولوجيا، والفنون، والعلوم الإنسانية والاجتماعية، وإلى تصميم المنهج المفاهيمي المتكامل (STEAM) الذى يجمع بين مفاهيم المواد الدراسية العلمية والأدبية، والتي تسمح بتناول كل أبعاد التنمية المجتمعية المتصلة بالتكيف مع التغير المناخى.

ومما سبق تتلخص مشكلة البحث الحالي في:

ضعف تكامل المجالات الدراسية في مناهج المدارس الثانوية للطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا، واقتصار تنظيم موضوعات المنهج المتكاملة على موضوعات العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات المرتبطة بالتحديات القومية، والاقتصار على تناول مفهوم التغير المناخى في المنهج كأحد التحديات التي تواجه مصر، ولا يتعداه إلى دراسة مجال التكيف مع التغير المناخى واسع المجال، وإهمال تناول المفاهيم المتكاملة من خلال دمج المجالات الدراسية المتعددة للعلوم الاجتماعية والإنسانية مع المواد العلمية والتكنولوجية؛ وإهمال تعليم الفنون، والأنشطة الفنية بصورة متكاملة مع المواد الدراسية الأخرى.

أسئلة البحث:

يجيب البحث عن السؤال الرئيس التالى:

كيف يمكن تضمين مفاهيم التكيف مع التغير المناخي في ضوء اتجاه (STEAM) في مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا؟

ومن ذلك يجيب عن الأسئلة الفرعية التالية:

١. ما مفاهيم التكيف مع التغير المناخى المناسبة لمستوى طلاب المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا؟
٢. ما مدى تضمين مفاهيم التكيف مع التغير المناخي في مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا؟
٣. ما الصورة المقترحة لتضمين مفاهيم التكيف مع التغير المناخي في ضوء اتجاه (STEAM) في مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا؟

٤. ما نموذج تصميم المنهج المقترح القائم على اتجاه (STEAM) لمناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا؟
٥. ما عناصر بناء المنهج المقترح القائم على اتجاه (STEAM) للطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا؟

أهداف البحث:

هدف البحث الحالى إلى: وضع تصور مقترح لتضمين مفاهيم التكيف مع التغير المناخي في مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا في ضوء نموذج تصميم وبناء المنهج المقترح القائم على اتجاه (STEAM).

أهمية البحث:

تبرز أهمية البحث الحالي فيما يمكن أن يسهم به لكل مما يلى:

١. واضعى السياسات التعليمية في تحسين سياسة التعليم في مدارس المتفوقين لتسهم بفاعلية في تنمية قدرات المتعلمين في حل المشكلات البيئية المعقدة، ومواجهة التحديات التي تواجه المجتمع والناجمة عن التغير المناخى.
٢. واضعى الخطط الاستراتيجية في تشجيع دمج طلاب المرحلة الثانوية في العمل المناخى للتخفيف من التغير المناخى، ومواجهة المخاطر والكوارث المناخية، والتكيف مع التغير المناخى على مستوى المدرسة والمجتمع.
٣. مخططى التعليم لتحقيق التنمية المستدامة على المستوى البيئي والاجتماعى والاقتصادي في جمهورية مصر العربية.
٤. مطورى المناهج في تطوير مناهج الطلاب المتفوقين في المرحلة الثانوية بتضمين المفاهيم المتكاملة متعددة التخصصات التي تسمح بدمج المواد الدراسية العلمية، والإنسانية والاجتماعية، في إطار المنهج القائم على اتجاه (STEAM).
٥. مصممى المناهج في تحسين مناهج الطلاب المتفوقين في المرحلة الثانوية، ببناء المناهج والوحدات الدراسية المتمركزة حول المفاهيم الكبرى المتكاملة متعددة التخصصات، وما يرتبط بها من مشكلات علمية ومجتمعية في ضوء اتجاه (STEAM).

٦. معلمى المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا في تحقيق أهداف التعليم في مجال التكيف مع التغير المناخى.

٧. الطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا في اكتساب المعارف، والمهارات، والاتجاهات، والقيم المتكاملة المتضمنة في تعليم التكيف مع التغير المناخى.

منهج البحث:

اتبع البحث المنهج الوصفى في تحديد المفاهيم التطبيقية الرئيسة المتعلقة بالتكيف مع التغير المناخى، وما يتعلق بها مفاهيم فرعية تلائم مستوى تعلم الطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا، والكشف عن مدى تضمينها في المناهج المطبقة، وإعداد التصور المقترح لدمج مفاهيم التكيف مع التغير المناخى في مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا من خلال نموذج تصميم المنهج المقترح القائم على اتجاه (STEAM)، وتحديد عناصر بناء المنهج.

مصطلحات البحث:

- **مفاهيم التكيف مع تغير المناخ**

تعرف مفاهيم التكيف مع تغير المناخ في أنها: الأفكار المجردة المشتركة في الخصائص العامة التي ترتبط بقضايا آثار تغير المناخ، وبتقييم الحالة للحساسية، والتعرض للآثار البيئية، وسياسات الاستعداد لآثار تغير المناخ، وممارسات تعديل النظم الطبيعية أو البشرية استجابة للمثيرات المناخية الفعلية أو المتوقعة أو تأثيراتها؛ بهدف التخفيف من الأضرار واستغلال أفضل الفرص المفيدة للحد من ضعف النُظم الاجتماعية والبيئية، وزيادة قدرة وإمكانات البشر على التكيف وتحقيق التنمية الاجتماعية والاقتصادية (National Institute for Environmental Studies,2017)

- **مناهج المدارس الثانوية للطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا (STEM)**

هي المناهج التى يستخدم فيها نظام أستوديو تصميمي بما يتواكب مع حل المشكلات، ويعتمد على التحديات التى تواجه مصر فى الوقت الحاضر، وتبنى المناهج في إطار المعايير القومية، والمعايير العالمية لنظام STEM، وتدور حول موضوع متكامل رئيس في كل فصل دراسى، ويتمحور المحتوى التعليمى حول الأسئلة المتصلة بالموضوع

المتكامل، والتي يتحدد في ضوئها نواتج ومصادر التعلم. وتتمثل مخرجات التعلم في مجموعة من المفاهيم والمهارات، ويركز المنهج على التطبيقات العملية للنظريات التى يتم دراستها فى المنهج. ويطبق طرق التدريس التي تعتمد على البحث والاستقصاء، والتعلم القائم على المشروعات، والتعلم من خلال التصميم. (موقع مدرسة المتفوقين للعلوم والتكنولوجيا، ٢٠١٦).

- **اتجاه تعليم (STEAM)**

هو الاتجاه نحو نموذج تعليمى شامل يعنى بتضمين القيمة المستمرة للأنشطة الفنية والإنسانيات إلى المجالات الأربعة المتضمنة في مدخل (STEM) لتصبح العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات متكاملة مع الفنون، والعلوم الإنسانية والاجتماعية (Xun, Ifenthaler, & Spector, 2015).

الإطار النظرى:

- **مناهج المدارس الثانوية للطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا (STEM):**

أقيمت المدارس الثانوية للطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا (STEM) لدراسة العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات فى مدارس متميزة ذات برامج خاصة. وتعتمد مناهج هذه المدارس مناهج متكاملة تركز على التطبيقات العملية للنظريات العلمية، والهندسية، والتكنولوجية. ويبنى المنهج حول موضوع متكامل رئيس لكل فصل دراسى، ويتمحور المحتوى التعليمى حول الأسئلة المتصلة بالموضوع المتكامل، والتي يتحدد في ضوئها نواتج ومصادر التعلم.

تهدف مدارس المتفوقين فى العلوم والتكنولوجيا إلى ما يلى:

١- رعاية المتفوقين فى العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات، والاهتمام بقدراتهم.

٢- وتعظيم دور العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات فى المجتمع المصرى.

٣- نشر نظام تعليم (STEM) فى المدارس المصرية.

٤- تشجيع التوجه نحو التخصصات العلمية لدى نسبة كبيرة من الطلاب فى المرحلة الثانوية.

٥- تطبيق مناهج وطرق تدريس جديدة تعتمد على المشروعات الاستقصائية والمدخل التكاملى فى التدريس.

٦- إعداد قاعدة علمية متميزة ومؤهلة للتعليم الجامعى والبحث العلمى (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٢).

يدرس الطلاب بطريقة التعلم المعتمد على المشروعات، حيث تتنوع مشروعات الطلاب فى مدرسة المتفوقين بحيث تعمل على حل المشكلات القائمة فى مصر، ويشارك الطلاب من خلال مشروعاتهم فى معارض مثل معرض انتل للعلوم والهندسة، كما يشارك الطلاب فى مسابقات تنظمها شركات تكنولوجية مثل شركة ايبكس، وينظم الطلاب اوليمبياد للمشروعات تحت رعاية مجموعة من الرعاة لدعم انتاج الطلاب. كما يشارك الطلاب فى مسابقات دولية مثل مسابقة "أي سويب في تكساس"، ومسابقة "بلاست أوف" للتأهيل للمشاركة فى مسابقة تايوان الدولية (موقع مدرسة المتفوقين للعلوم والتكنولوجيا، ٢٠١٦).

يدرس الطلاب المواد العلمية، والرياضيات، والتكنولوجيا بطريقة متكاملة من الناحية المفاهيمية، ومن خلال المشروعات؛ بالإضافة إلى دراسة اللغة العربية والانجليزية، ولكن هناك تركيز على دراسة مهارات اللغة الانجليزية للطلاب من خلال برامج تعليمية يقدمها مركز التعليم المستمر بالجامعة الأمريكية فى القاهرة؛ ويطبق الطلاب ما تم تعلمه فى معامل متعددة ومنها معامل: معمل ميكانيكا، وميكانيكا مواد، ومعمل روبوت والكترونيات، ووسائط متعددة، ومعمل التطبيقات الهندسية "فاب لاب"، وهو معمل أساسى تتميز به المدرسة، وهو ثاني أكبر معمل فى مصر لخدمة مشروعات الطلاب (موقع مدرسة المتفوقين للعلوم والتكنولوجيا، ٢٠١٦).

كما يدرس الطلاب أيضًا المواد الأدبية التى يدرسها طلاب المدارس الثانوية العامة مثل: التاريخ، والجغرافيا، والفلسفة، والمنطق، وعلم النفس، والإحصاء؛ كما قامت وزارة التربية والتعليم بإعداد معايير لجميع المواد الدراسية العلمية، وكذلك الأدبية لتحسين تدريسها فى مدارس المتفوقين؛ كما يتم تدريب الطلاب بشكل مستمر على مهارات الكمبيوتر، وتقدم المناهج أون لاين من خلال "لاب توب" لكل طالب (موقع مدرسة المتفوقين للعلوم والتكنولوجيا، ٢٠١٦).

كما يتم تقييم الطالب فى مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بطريقتى التقويم التراكمى، والتقويم النهائى. ويركز التقويم على تقويم المفاهيم، وطرق التفكير، ويستخدم الكمبيوتر فى الاختبارات بطريقة الإجابة أون لاين من خلال بنك أسئلة، بالإضافة إلى تقديم الطالب لمشروع للتقويم النهائي، ويحصل الطلاب على شهادة الثانوية العامة للمتفوقين فى العلوم والتكنولوجيا فى نهاية المرحلة الدراسية ومدتها ثلاثة سنوات (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٢).

١. يعتمد نظام التعليم فى المدرسة على نظام (Project Learning) أى التعلم بالمشاريع، وتتم دراسة المواد الدراسية تحت هذا المسمى، وتحدد المدرسة مشكلة واحدة تعالج الأزمات التى يمر بها المجتمع ليتم تدريس كافة المواد بما يخدم هذه المشكلة على أن يقدم كل فريق من الطالبات فى نهاية العام الدراسى مشروعًا لحل تلك المشكلة المجتمعية فيتم تدريس مناهج الرياضيات وعلوم الفيزياء والكيمياء التى تخدم هذا الاختراع، وتساعد عليه.

٢. تراعى المناهج تغطية الموضوعات التى تدرس فى المدارس الثانوية العامة بالشكل الذى يسمح للطالب بالتحويل فى أى مرحلة دراسية إذا حدث ظرف طارئ، ولكن مع مراعاة طرق التدريس الحديثة التى تلغى نظام الفصول، وتعتمد على نظام معمل المادة؛ بمعنى أن تنتقل الطالبات فى حصة الأحياء لمعمل الأحياء، ومعمل الفيزياء فى حصة الفيزياء، ومعمل اللغة فى حصص اللغات، وهكذا دون الالتزام بفصل واحد على أن يتم تدريس كافة المقررات باللغة الإنجليزية.

٣. تعتمد طريقة التدريس بالمدرسة على نظام مجموعات العمل فيتم تقسيم كل فصل لفرق يضم كل فريق خمس طالبات، لتنمى فيهن روح الفريق على أن تعقد مديرة المدرسة اجتماعات يومية مع المدرسين لمناقشة مشكلات اليوم الدراسى (موقع مدرسة المتفوقين للعلوم والتكنولوجيا، ٢٠١٦).

ومن الدراسات التي اهتمت بمدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا دراسة أماني عبد العزيز (٢٠١٧) التي هدفت إلى إعداد برنامج قائم على التعلم القائم على الخبرة لتنمية مهارات كتابة تقارير المشروعات العلمية المتكاملة (Capstone) لدى طلاب

المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا، حيث أعدت الباحثة قائمة مهارات كتابة تقارير المشروعات المتكاملة، ودليل المعلم لتطبيق البرنامج المقترح؛ كما طبقت البرنامج على مجموعة ضابطة من الطلاب المتفوقين بالصف الثالث الثانوى بمدرسة المعادى، ومجموعة تجريبية بمدرسة السادس من أكتوبر للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا؛ وأظهرت نتائج البحث فروق دالة بين المجموعة الضابطة والتجريبية، وفاعلية البرنامج القائم على الخبرة في تنمية المهارات التالية: الشكل العام للتقرير، وعنوان المشروع، والمستخلص والمقدمة، والأدوات والطريقة، والنتائج ومناقشتها، والتوصيات، والمصادر والمراجع، ذلك بتطبيق مقياس متدرج لتقدير مهارات كتابة تقارير المشروعات العلمية المتكاملة لدى الطلاب المتفوقين.

وكذلك دراسة هويدا محمود (٢٠١٩) التي قدمت مقترحًا لتطوير مدارس (STEM) للمتفوقين في مصر في ضوء بعض الاتجاهات العالمية؛ وأهتمت بإبراز اتجاه البرامج التكاملية أو الدمج كأحد اتجاهات رعاية المتفوقين المطبقة في سنغافورة، والتي يقوم على تدريس العلوم، والرياضيات، واللغة الإنجليزية، ومواد الفنون، وأنشطة التربية الوطنية، والتربية الأخلاقية، وأنشطة الموسيقى.

- **مفاهيم التكيف مع التغير المناخى** Climate Change Adaptation

تناولت وكالة الفضاء الأمريكية التغير المناخى من خلال أربعة مجموعات من الأفكار العلمية التي تمثلت أولاً في: وصف الحالة العالمية للتغير المناخى الناتجة عن ظاهرة الاحتباس الحرارى، وزيادة أنشطة الإنسان الصناعية، وثانيًا في: تقديم الأدلة العلمية على حدوث التغير المناخى وهى: ارتفاع درجة حرارة الأرض، وارتفاع درجة حرارة المحيطات، وذوبان الجليد، وتراجع الغطاء الجليدى العام وفى القطب الشمالى، وارتفاع مستوى سطح البحار، وتزايد الأحداث المناخية المتطرفة، وزيادة نسبة حمضية مياه المحيطات؛ وثالثًا فى: الآثار الحادثة نتيجة التغير المناخى في الحاضر وفى المستقبل، والتي تمثلت في: استمرار زيادة درجات الحرارة، واختلال الدورات الزراعية نتيجة طول فترات الدفء مقابل قصر فترات الصقيع، وتغير نمط هطول الأمطار، وزيادة الموجات الحرارية وانتشار الجفاف، تعاظم قوة وحدة الأعاصير، واستمرار

ارتفاع مستوى سطح البحار، واختفاء الجليد من القطب الشمالى؛ ورابعًا في: الحلول المقترحة لتقليل آثار التغير المناخى ومنها: تخفيف التغير المناخى، والتكيف مع التغير المناخى، وسياسات التصدي للتغير المناخى (Nasa, 2020).

من ذلك نجد أن أحد آليات مواجهة التغير المناخى العالمى ما يعرف بالتكيف مع التغير المناخى؛ وهو العملية التي من خلالها يقلل الإنسان من الآثار الضارة للمناخ على حياتهم وصحتهم، وكذلك تعديلات النظم الاقتصادية والاجتماعية لتقليل الأخطار على المدى الطويل، وتشمل محددات التكيف للنظم الاقتصادية والاجتماعية العمليات التالية: الحساسية، والضعف، والتأثير المحتمل، والمرونة والاستجابة، والسعة التكيفية، والقدرة على التكيف (Santiago, 2001).

ولكن هناك العديد من مجالات البحث والدراسة في مجال التكيف مع التغير المناخى؛ حيث أوضح ليل فيهلو (٢٠١٨) Leal Fihlo أن هذه المجالات تعنى بدراسة الإطار متعدد النماذج لتقويم آثار قضايا التغير المناخى، والتقويم الاجتماعى – الاقتصادى لقدرة المجتمعات على التكيف، وطرق إدارة المخاطر المناخية، وتكيف الأنشطة الموسيمية القائمة على تغير الطبيعة المناخية للمناطق المختلفة، وتكيف المؤسسات، وقياس قابلية التأثر والتكيف، وقضايا وتحديات النزوح الجماعى للسكان الناتج عن التغير المناخى، والتأثرات الصحية لتغير المناخ، والتنمية الحضرية، وحوكمة تغير المناخ، والبنية التحتية المادية المتوافقة مع المناخ، وحفظ التنوع الحيوى الحضرى، وتطوير معايير ممارسات التكيف، وتوجيه التكيف الأقليمى للمناطق الساحلية، وتحليل وتقييم المخاطر البيئية، والمحددات وخطط التنمية المحلية للقدرة على التكيف، والحد من مخاطر الكوارث، وتحليل برامج التكيف في ضوء الأهداف الإنمائية، وإجراءات التكيف، والجغرافيا العسكرية الاستراتيجية، وفرص التكيف في الأعمال التجارية، وتطوير المشروعات الرأسمالية لمواجهة تغير المناخ، والخدمات المناخية، والتخفيف من تأثير تغير المناخ.

وفى ذلك الإطار هناك مجموعة من المفاهيم الأساسية للتكيف مع التغير المناخى، والتي تنعكس على مجالات التنمية الاقتصادية والاجتماعية في المجتمعات الزراعية، والحضرية، والساحلية، ومناطق معيشة الأعراق الأصلية؛ وكذلك تتقاطع مفاهيم التكيف

مع التغير المناخى مع المفاهيم السياسية، والقانونية، والتجارية وهى: القدرة على التكيف، والمرونة، والتحول إلى التكيف المستدام، وتقنيات التكيف، والحوكمة متعددة المستويات، وإدارة المخاطر (Inderberg, Eriksen, & Sygna, 2015; O'Brien, 2015).

لذلك نجد تعدد في المفاهيم التي تتعلق مجال التكيف مع التغير المناخى حيث قامتا ليفينا وتيرباك Levina, and Tirpak (2006) بتقديم قائمة بمفاهيم التكيف مع تغير المناخ تضمنت المفاهيم التالية: التكيف، وتقييم التكييف، وفوائد التكيف، وخط الأساس للتكيف، والقدرة على التكيف، والعجز في التكيف، وتكاليف التكيف، وإجراءات التكيف، أنواع التكيف وتشمل: التكيف الاستباقى ورد الفعل، والتكيف العام والخاص، والتكيف المستقل والمخطط؛ وتكنولوجيا التكيف، ونطاق التأقلم، والعتبة الحرجة، وتغير المناخ، والكوارث، وأحداث الطقس المتطرفة، والمرونة، والحساسية، والضعف.

وفى هذا الصدد أشارت لجنة مداخل التكيف مع التغير المناخى في اليابان (The Committee on Approaches to Climate Change) (Adaptation إلى مفاهيم التكيف مع التغير المناخى في الآتى: تجنب المخاطر، وتقليل التأثيرات السلبية، وتقاسم المخاطر، وقبول المخاطر، واستغلال الفرص؛ وتتعلق هذه المفاهيم بخطط وإجراءات قصيرة، ومتوسطة وطويلة المدى لأنواع التكيف مع التغير المناخى (Mimura, et al., 2010).

كما أقرت وزارة البيئة اليابانية المفاهيم الأساسية للتكيف مع تغير المناخ في مجال التنوع الحيوى في ما يلى: تدهور الغطاء النباتى، وتبييض الشعب المرجانية، وخلل الحياة البرية، وخلل الدورات الطبيعية والموسيمية للنباتات والحيوانات، وتدهور الغابات، وتغيرات فى توزيع الأنواع والجماعات، وتغير في الحياة البحرية، والحياة في المياه العذبة (Ministry of the Environment, 2016).

ومن هنا نلاحظ أن عملية التكيف مع التغير المناخى تتخذ عدة مسارات تتحكم بها مجموعة من العوامل المتشابكة تختلف باختلاف تنوع المجتمعات والبيئات، مما يجعل هناك حدود للتكيف مع التغير المناخى تتعلق بمجموعة من المفاهيم مثل: استراتيجيات التكيف، وحدود الحوكمة في مجال التكيف، والنموذج الاستراتيجى لسياسات التكيف، وتغير المناخ والهجرة (Leal, Fihlo, & Nalau, 2015).

وتجد الباحثة أن تناول مجال التكيف مع التغير المناخى في التعليم الثانوى لابد وأن يقوم على بناء قاعدة مفاهيمية متكاملة حول هذا المجال؛ حيث تدعو الدراسات السابقة إلى دعم التعليم المفاهيمى، ومنها دراسة ايجرت، ونيتش، وبون، ونوكليز، وبوجيهولز Eggert, Nitsch, Boone, Nückles, and Bögeholz (2017) التي أشارت إلى أن تدريس العلوم يمكن أن يلعب دورًا حاسمًا في البناء المفاهيمى لطلاب المرحلة الثانوية العليا في فهم التغير المناخى عن طريق دمج خرائط المفاهيم، واستخدام بيئة التعلم القائمة على الكمبيوتر مع أداة رسم خرائط المفاهيم، وكذلك تعزيز التفكير الاجتماعى من خلال المناقشة المجتمعية حول التنمية المستدامة، وأظهرت النتائج فعالية في تنمية التفكير النقدى، والتعامل مع الأدلة العلمية المعقدة، واتخاذ القرارات العلمية الاجتماعية استنادًا على المعلومات والقيم.

كما أشارت دراسة باتشاريا، وستيوارد، وتشاندلر، وفوربس Bhattacharya, Steward, Chandler, and Forbes (2020) والتي أجريت في إطار دراسة تمولها المؤسسة الوطنية للعلوم في الولايات المتحدة الأمريكية إلى تحسين فهم طلاب المرحلة الثانوية لمفاهيم التغير المناخى، من خلال المناهج القائمة على الاستقصاء، ودمج النمذجة في التدريس، كما أعزت الدراسة نتائج التحسن لدى الطلاب في فهم التغير المناخى إلى استخدام أدوات النمذجة المناخية القائمة على البيانات وعلى الكمبيوتر، وتطبيق الممارسات والعمليات التي يتبعها العلماء لتطوير الأدلة.

- **اتجاه تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات STEAM Education:**

ظهر اتجاه (STEAM) كاتجاه حديث للتعليم تعتمد قواعده الأساسية على مدخل تعليم العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات (STEM Education) الذى بزغ في الدول المتقدمة صناعيًا مع بداية الألفية الثانية نتيجة تفاقم المشكلات الاقتصادية العالمية، وتناقص أعداد المتخصصين في المجالات العلمية والهندسية الذين يتم إعدادهم في مراحل التعليم المختلفة (Harrison, 2011)، كما ظهر من الرغبة في التحول من المناهج المعرفية أحادية التخصص التي تفصل العلم والمعرفة عن التطبيقات

والتكنولوجيا؛ لإعداد اليد العاملة الماهرة والعقول المفكرة المناسبة لمتطلبات سوق العمل فى القرن الحادى والعشرين (Erduran, 2014).

ومع بزوغ مدخل (STEM) اهتم التربويين في مدارس المملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية وكوريا الجنوبية وجنوب أفريقيا وبعض البلاد الأوربية؛ بتقديم هذا المدخل من خلال وحدات تعليمية وأنشطة تعليمية صفية ولا صفية يمكن تضمينها فى جميع مستويات الصفوف الدراسية، كما أنشئت بعض المدارس العلمية التكنولوجية التي تقوم على هذا المدخل مع تقديم المناهج في ضوء التكامل بين المجالات الأربعة، وتدعيم تدريس التكنولوجيا، ومهارات التصميم الهندسى (Herschbach, 2011).

يذكر بايبى Bybee (2013) أن ثقافة تعلم (STEM Literacy) ترجع إلى المعرفة التي يكتسبها المتعلم والمهارات والاتجاهات أثناء تفسير ظواهر العالم الطبيعى، ومن خلال تحديد وحل المشكلات في العالم الواقعى، واستخلاص الاستنتاجات المستندة على الأدلة والمرتبطة بالقضايا العلمية في إطار المعرفة الإنسانية والاستقصاء والتطبيق والتصميم، كما ترجع هذه الثقافة إلى استعداد المتعلم للانخراط في القضايا المتعلقة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات كمواطن مهتم في المجتمع (Bybee, 2013).

حيث يشمل مدخل (STEM) مفهومان رئيسان وهما البحث العلمى، والتصميم الهندسى؛ ويتضمن البحث العلمى الأسئلة التي يمكن الإجابة عنها من خلال الاستقصاء؛ بينما يتضمن التصميم الهندسى المشكلات التي يمكن حلها من خلال عملية البناء والتقويم اللاحقة لعملية التصميم الهندسى في هذه المجالات الدراسية الأربعة (Gonzalez, & Kuenzi, 2012).

كما يعتمد مدخل (STEM) على التعلم من خلال تطبيق الأنشطة العملية التطبيقية، وأنشطة التكنولوجيا الرقمية والكمبيوترية، وأنشطة متمركزة حول الخبرة عن طريق الاكتشاف والتحرى، وأنشطة الخبرة اليدوية، وأنشطة التفكير العلمى والمنطقى، واتخاذ القرار.

من هنا يمكننا إيضاح الإمكانات الكامنة وراء استخدام الدروس المتكاملة (STEM)، والأنشطة التكنولوجية، والتعلم النشط، وأساليب التدريس المرتبطة بدمج التكنولوجيا والتصميم الهندسى إلى العلوم والرياضيات في تنمية العديد من المهارات والكفاءات لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة؛ حيث تعمل هذه الدروس والأنشطة وأساليب التدريس على: تنمية الفهم العميق، وتطبيق الخبرة السابقة في بناء المعرفة المفاهيمية لدى الطلاب، كما تنمى لديهم مهارات حل المشكلات والاستقصاء والبحث، وإدارة المشروعات والريادة في التفكير، والتفكير الناقد والابتكارى، وأنماط التفكير الرياضى والفراغى، ومهارات التفكير في الأنظمة، وكفاءات التصميم والنمذجة، ومهارات القرن الحادى والعشرين، وتزيد من دافعيتهم للتعلم، وتنمى الميول المهنية لديهم في مجال العلوم والهندسة National Research Council,) 2011; National Academy of Engineering and .National Research (Council, 2014

نتيجة لذلك وفى إطار إمكانات تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات ظهر الاتجاه الأحدث لنقل هذا النوع من التعليم إلى مستوى أعلى، وذلك بضم تطبيقات وممارسات الفنون، ومبادئ التصميم ليصبح تعليم (STEAM) مستوى متكامل من التعليم والتعلم يعتمد على الاستقصاء، والتفكير الناقد، والتعاون، والإبداع الفنى.

وبإضافة تخصصات وممارسات الفنون إلى المصطلح (STEAM)؛ أصبح هذا النوع من التعليم والتعلم نموذج تعليمى شامل يعنى بتضمين القيمة المستمرة للأنشطة الفنية والإنسانيات إلى المجالات الأربعة لتصبح العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات متكاملة مع الفنون، والإنسانيات (Xun, Ifenthaler, & Spector, 2015).

حيث يتمثل العنصر الجديد فى تعليم (STEAM) فى دمج تعليم الفنون إلى العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات؛ وذلك من خلال دمج أنشطة التصميم الفني، وأنشطة التعلم الالكترونى إلى تعليم العلوم والرياضيات؛ ليكون الاعتماد الأكبر على التصميمات الإبداعية للمتعلمين، والتصميم عبر برامج الكمبيوتر، وكذلك الفنون .(Herro & Quigley, 2016)

ظهرت حركة تعليم العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات، والفنون (STEAM Education) تدعمها مدرسة رود ايلاند للتصميم Rhode Island School for Design في الولايات المتحدة الأمريكية2014) (STEM to STEAM,)، وهدفت إلى تكامل التصميم والفنون، ودمج أنشطة التعلم متعدد التخصصات في المناهج، وتم اعتماد هذه الحركة من أحد عشر جمعية علمية تكنولوجية، ومجلس القيادة الوطنية للتكنولوجيا The National Technology Leadership Coalition، وظهرت العديد من الكتب والأبحاث في ضوء هذه الحركة من جامعة فيرجينا The University of Virginia,، ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا MIT، وأصبح هذا الاتجاه يشغل الفكر العالمى في العديد من المؤسسات والجامعات (Phillips, 2012). كما أنه اكتسب شعبية في جميع أنحاء الولايات المتحدة الأمريكية، وفى أجزاء من أوروبا وأسيا وأستراليا، ومازال في احتياج إلى توجيه البحوث، والممارسات التربوية الفعالة اللازمة لمعلمى العلوم، والرياضيات (Quigly, & Cian, 2019) (Herro,.

حيث يمكن إيضاح كيفية اعتماد تعليم (STEAM) على الاتصال بين الموضوعات الدراسية، والحياة الواقعية المحيطة بالطلاب، ذلك لأنه يهدف إلى ربط العلوم بالمجتمع والحياة؛ لدعم فرص التجديد والابتكار، وحل المشكلات 2014 (CLA,).

كما ظهرت أهمية التعليم والتعلم في ضوء نهج وأسلوب STEAM) (Education في تدعيم الجوانب الإيجابية في تعليم الطلاب في جميع مستويات التعليم، حيث يساعد في تنمية مهارات حل المشكلات الإبداعية لديهم في المستقبل، وتجعلهم يكتسبون مهارات التفكير الذى يسلكها العلماء، ويندمجون في التعليم الناقد والإبداعى، وتمكنهم من التعلم في محتوى متعدد التخصصات (Edutopia, 2014)

لذا نجد أن الإمكانات اللامحدودة التي يقدمها هذا النوع من التعليم يزيد من أهمية التعليم والتعلم في ضوء مدخل (STEAM)؛ حيث يساعد على تطوير فهم الطلاب الشامل لمجالات العلوم، والهندسة، والتكنولوجيا، والفنون، والرياضيات، وتطوير مهارات حل المشكلات من خلال تطبيقات العالم الواقعى، ويزيد من إمكانات التفكير العلمى في المشكلات، والقضايا البيئية لديهم (Yakman & Lee, 2012).

أن تعليم (STEAM) يعد قيمة تربوية لدمج العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والفنون، والرياضيات؛ حيث يساعد في توفير السياق العملى لدراسة المفاهيم المجردة لدى الطلاب بشكل أكثر فعالية، ولتقديم موضوعات أكثر معاصرة للتعليم التكنولوجى في مجال الصحة، والطب، والغذاء، والزراعة، وزيادة الوعى بالثقافة الإنسانية (Colucci-Gray, 2016)

وفى ضوء ذلك قدمت دراسة الدغيدى (٢٠١٥) El-deghaidy نموذجًا تربويًا مقترحًا لمناهج التعليم العام في جمهورية مصر العربية يقوم على اتجاه التكامل، ويجمع بين العلوم البيئية، والفنون مع العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات (STE2AM)، ويركز على النظرة الكلية للقضايا الاجتماعية، والاقتصادية، والسياسية التي تواجه المجتمعات المحلية والإقليمية، والعالمية لتحقيق التنمية المستدامة.

ويتبنى بعض الباحثين في كوريا الجنوبية كما أقرت دراسة كيم (٢٠١٦) Kim بالاتجاه نحو تعليم (STEAM) متعدد التخصصات لدمج العلوم الإنسانية، والفنون مع العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات؛ وذلك بدمج موضوعات أساسية من مجالات التاريخ، والجغرافيا، والمواد المكتبية في التدريس في المدارس الثانوية.

كما أشارت دراسة جلاس وويلسون Glass, and Wilson (2016) إلى أن دمج الفنون إلى مناهج العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات يكون بتأسيس جوانب الفنون كجوهر للتعلم مع إبراز ممارسات العلوم، والهندسة، وأدوات التفكير العلمى، والرياضى في عملية التعلم المعتمد على حل المشكلات، والتفكير الإبداعى.

وكشفت دراسة براند وريس (٢٠١٩) Braund and Reiss عن أثر تدريس العلوم المتكامل مع الفنون؛ حيث يسمح دمج الفنون بتعلم العلوم بتحقيق ثلاث مستويات من تحسين تعليم وتعلم العلوم وهى: مستوى التعلم الكلى لطرق تنظيم محتوى العلوم بدمجه مع الفنون، والمستوى المتوسط لمداخل بناء مناهج العلوم المرتبطة بالعلوم والمجتمع والتكنولوجيا، والتي تقوم على مشاركة الطلاب، والمستوى الجزئى لممارسات وأساليب التدريس التي يمكن استخلاصها من الفنون (Braund & Reiss, 2019)

وأشارت دراسة إبراهيم محمد (٢٠٢٠) إلى أن دمج الفن في مدخل تكامل العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات يمكنه أن يزود الطلاب بتجارب وخبرات متعددة التخصصات تسهم فى بناء مجتمعات أكثر إبداعًا، وتحسن من الإنجازات الأكاديمية للطلاب، والقدرات الفنية لديهم.

•تصميم المنهج متعدد التخصصات القائم على اتجاه (STEAM):

أن دمج الطلاب في التعلم والتعليم وفقًا إلى اتجاه (STEAM) يمكن أن يكون من خلال تصميم المنهج متعددة التخصصات الذى يقوم على المفاهيم الكبرى، ويدعم الممارسات التعليمية المتنوعة، ويتضمن الأنشطة التعليمية المتكاملة في ضوء المعايير القومية، والأطر العامة للتعليم والتعلم.

حيث أشارت دراسة ريميجان Remijan (٢٠١٩) إلى أن المدارس التقليدية بالولايات المتحدة الأمريكية تعمل على تعديل جداول وهياكل المناهج الدراسية لاستيعاب أنشطة (STEAM) لما تقدمه من تحسين تعلم الطلاب المفاهيم الأساسية، كما أنه يمكن دمج روابط (STEAM) في آى منهج خلال تنفيذ المشروعات ذات الصلة، أو من خلال المشكلات القائمة على النشاط، كما يمكن تقديم (STEAM) من خلال الدروس أو أنشطة مرتبطة بموضوعات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات والفنون.

وكذلك دراسة كويجلى، وهيرو، وكينج، وبلانك King and Herro, Quigley, Plank (2020) إلى أن عدد المدارس التى تقوم بتعديل مناهجها في ضوء اتجاه (STEAM) يتزايد؛ حيث يقوم المعلمون بتصميم ممارسات وأنشطة التعلم في ضوء نموذج مفاهيمى تكاملى يعتمد على المجالات الدراسية المتعددة القائمة على حل المشكلات والاستقصاء لمهام من العالم الواقعى؛ وأثبت المعلمون قدرة تصميم منهج على تحقيق كفاءات الفهم والاستقصاء لدى الطلاب.

وفى هذا الإطار نجد أنه يجب أن يسعى المعلم في تطبيق منهج (STEAM) إلى إيجاد صيغة للتكامل بين المواد الدراسية؛ حيث أظهرت دراسة سين وماكمورترى وكولمان Senn, McMurtrie, and Coleman (٢٠١٩) أنه للتدريس في ضوء اتجاه (STEAM) يقوم معلم العلوم بتخطيط محتوى العلوم حول موضوع شائع، ويعمد إلى

ربط المحتوى بطرق ذات معنى للطلاب، ويتيح الفرصة لهم لاستكشاف الموضوعات المتصلة؛ وأظهرت نتائج هذه الممارسات زيادة فهم الطلاب للمحتوى، واكتساب القدرة على الاستقصاء في التطبيقات الواقعية، ودعم قيم التعلم المستمر لدى الطلاب.

كما تقدم مجالات (STEAM) في ضوء المعايير القومية الأمريكية للعلوم في أحدث إصداراتها، والتي تعرف بمعايير العلوم للجيل القادم (Science Next Generation) Standards، حيث تزيد من أهمية التصميم الهندسى وإدخال تعليم الهندسة إلى فصول العلوم، وتهدف إلى أن يصبح المتعلم في نهاية مراحل التعليم الأساسية والثانوية قادرًا على أن يمتلك التقدير للإبداع، والاكتشاف في العلوم، واكتساب المعرفة الكافية عن العلوم والهندسة التي تمكنه في الاندماج في القضايا والمناقشات، والقدرة على الاستهلاك الحذر للمعلومات التكنولوجية في حياته اليومية، وتنمية القدرة على مواصلة التعلم خارج المدرسة، واكتساب المهارات المهنية التي تمكنهم من اختيار الوظائف المرتبطة بمجالات العلوم والهندسة والتكنولوجيا وغيرها (Committee on Framework for Conceptual New K- 12 Science (Education Standards, 2013.

كما أنه هناك تنوع في الأنشطة، والدروس التي تتضمنها مناهج وبرامج (STEAM) حيث تتضمن الأنشطة التعليمية التالية: طرح الأسئلة، وحل المشكلات، والبحث، والكتابة الإبداعية، والعروض، والمشروعات التعليمية، وتكوين نماذج الطبوغرافية، والألعاب الإلكترونية (Keane & Keane, 2016)، وبرامج التصميم الرقمية، وتطبيقات google للرسم ثلاثى الأبعاد، والفيديو iMovie (Peppler, 2013)، وتصميم النماذج الهندسية (Connor, Karmokar, & Whittington, 2015)، والأوريجامى، والأنشطة التعاونية التفاعلية لعلوم الموسيقى (Andreotti & Frans, iMuSciA, 2019) ، ولعب الأدوار في الدراما التعليمية (Dorsey, 2019).

كما يمثل التعلم النشط Active Learning ركنًا أساسيًا في تصميم منهج (STEAM)؛ حيث يحقق المنهج التكامل بين التخصصات العلمية، وربطها بتطبيقات الحياة الواقعية، كما يعمل على تحمل المتعلمين المسئولية تحت توجيه المعلم، وتطبيق الخبرة والمعرفة السابقة للمتعلمين في مواقف جديدة، وتحفيز التعاون بين المتعلمين،

والتعلم الموجه بالذات، وتطبيق مجموعة من الأنشطة التعليمية المتنوعة ومنها: الأنشطة العملية والمعملية، والأنشطة المعتمدة على الاستقصاء وحل المشكلات في العالم الحقيقى، والمشروعات (Misseyanni, et al., 2016).

وفى ذلك أشارت دراسة كونر وكارموكار وويتنجتون Connor, Karmokar, and Whittington (2015) إلى فعالية استراتيجيات التعلم القائمة على التعلم النشط لتنمية مهارات التصميم الفني من خلال إجراء دراسات حالة على عدة مشروعات التعلم البيئية المرتبطة بالتعليم التكنولوجى والهندسى (Connor, Karmokar, & Whittington, 2015).

وفى ضوء إمكانات التعلم فى العصر الرقمى الحالي تشجع مناهج (STEAM) على دمج التكنولوجيا Technology Integration في تصميمات المنهج؛ حيث يتم تخطيط المنهج من خلال دمج تكنولوجيا التعليم لتعليم الموضوعات والأفكار الدراسية، وتحسين دمج التكنولوجيا النشطة في التعليم، وتصميم المواد التعليمية التكنولوجية في التدريس، كما تستخدم إمكانات التعلم الالكتروني، وتطبيقات التعلم الالكترونية، والألعاب الالكترونية (Peppler, 2013).

كما تركز مناهج (STEAM) على دمج مهارات القرن الحادى والعشرين (21st Century Skills)؛ حيث تسعى الأنشطة التعليمية إلى دمج وتنمية بعض مهارات القرن الحادى والعشرين الضرورية لدى المتعلمين، وهى مهارات التفكير الناقد، ومهارات الإبداع، ومهارات التعاون مع التركيز على مهارات الاتصال لتطبيقها في الحياة المهنية في المستقبل (Century Skills, 2009 Partnership for 21st).

بالإضافة إلى أن منهج (STEAM) يقوم على دعم مبادئ التصميم والابتكار المفتوح Design and Open Innovation Principals؛ حيث تشجع الأنشطة التعليمة تغيير المواقف والاتجاهات وتدعيم مفهوم الذات لدى المتعلمين لتبنى نمط التعلم الديناميكى للتعلم في فرق العمل للتصميم والابتكار (National Academy of Engineering, 2005).

تعتمد مناهج (STEAM) فلسفة تعليمية تعمل على حفز التفكير الإبداعى والتفكير عبر التخصصات Creativity and trans-disciplinary thinking من خلال حل المشكلات، والتصميم، والإبداع الفني، كما تعتمد على انتهاج المتعلمين طرق جديدة في التفكير للتجديد والابتكار، وتحفز التفكير عبر التخصصات من خلال دراسة الموضوعات متعددة ومتداخلة وعابرة التخصصات (Henriksen, 2014).

كما تتضمن مناهج (STEAM) العوامل الأساسية المرتبطة بالتصميم الإبداعى، وباللمسة الوجدانية التي تظهرها الأعمال اليدوية وتصميمات الطلاب ومشاركتها مع الآخرين، والتي توفر للطلاب خبرات تعلم ذاتية بناء على المعرفة والعمليات والخبرات من التخصصات المتعددة (Kim & Chae, 2016).

ونجد أن الإمكانات الكامنة لمناهج (STEAM) تعزى إلى تشجيع كفاءات التعلم Learning Competences لدى المتعلمين مثل: الكفاءات الذاتية، والكفاءات المعرفية، والكفاءات التكنولوجية (Herro & Quigley, 2016)؛ وكذلك اكتساب الطلاب الفهم العميق، والمعرفة، والمفاهيم من خلال: مستويات الفهم، والاستدلال، والاستقراء (Rüütmann, 2017)؛ وبالإضافة إلى تنمية التفكير الناقد، وحل المشكلات (Critical Thinking and problem Solving) للنظر في المشكلات بطريقة جديدة، وربط التعلم بين التخصصات المتعددة (Bequette & Bequette, 2012).

كما تعتمد مناهج (STEAM) على استخدام التقييم متعدد الأبعاد Multidimensional Assessment في تصميم المنهج؛ حيث تعتمد على مجموعة من أدوات القياس والتقييم لتقييم المتعلمين، ولقياس نواتج التعلم الحاصلة في عملية التعليم والتعلم(Husted, Gutiérrez, Ramirez- Corona, López- Malo, & Palou, 2014) .

الإجراءات المنهجية للدراسة الوصفية:

مجموعة الدراسة:

مجموعة من خبراء التربية البيئية، والتربية العلمية، وأساتذة المناهج، ومدربى معلمى المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا.

أدوات الدراسة:

١. قائمة مفاهيم التكيف مع التغير المناخى المناسبة لمستوى طلاب المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا.
٢. استبيان استطلاع آراء الخبراء في عناصر بناء المنهج المقترح لطلاب المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا.

إجراءات الدراسة:

تجيب الباحثة عن أسئلة الدراسة من خلال الإجراءات التالية:

١. تحديد مفاهيم التكيف مع التغير المناخى؛ وذلك من خلال دراسة المصادر العلمية في مجال التغير المناخى وهى:
(Santiago, 2001; Levina, & Tirpak, 2006; Cordero, Todd, & Abellera, 2008; Mimura, et al., 2010; Munich Re, 2010; Erduran, S. 2014; Leal, Fihlo, & Nalau, 2015; Leal, Fihlo, W. & Nalau, J. 2015 ; Inderberg, Eriksen, O'Brien, & Sygna, 2015; Ministry of the Environment, 2016; National Institute for Environmental Studies, 2017; Leal Fihlo, 2018; Chicago Botany Garden, 2019; Global System Science, 2019; World Wide Fund for Nature, 2020; Chineka, & Yasukawa, 2020).

٢. تحديد مدى تضمين مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا مفاهيم التكيف مع التغير المناخي، وذلك من خلال ما يلى:

أ- إعداد قائمة مفاهيم التكيف مع التغير المناخى المناسبة لمستوى طلاب المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا؛ وتضمنت قائمة المفاهيم المبدئية قبل عرضها على الأساتذة الخبراء المفاهيم الأساسية لدراسة التغير المناخى، وعددها (١١) مفهومًا رئيسًا، و (٦٢) مفهومًا فرعيًا، والمفاهيم المحددة المرتبطة بالتكيف

مع التغير المناخى، وعددها (٥) مفاهيم رئيسة، و (٤٧) مفهومًا فرعيًا، ثم تم عرض القائمة على مجموعة من خبراء التربية البيئية، والتربية العلمية، وأساتذة المناهج، ومدربى معلمى المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا، وتعديل القائمة في ضوء آراء الخبراء، وإعداد قائمة المفاهيم النهائية.

ب- مراجعة بعض وثائق مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بجمهورية مصر العربية؛ للوقوف على مدى تناول مفاهيم التكيف مع التغير المناخى، وطرق تناولها، ومستوى التكامل بين المفاهيم المتضمنة في المناهج. وهذه الوثائق هي: وثائق المناهج المتكاملة لمدارس STEM في جمهورية مصر العربية للصفوف الثلاثة الأول، والثانى، والثالث الثانوى (USAID, 2018)؛ والنشرات الدورية لمكتب تنمية مادة العلوم لمنهج العلوم البيولوجية بالصف الأول، والثانى، والثالث الثانوى، ولمنهج علوم الأرض بالصف الثالث الثانوى (وزارة التربية والتعليم، ٢٠٢٠)؛ وتقارير وحدة دعم مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا حول نواتج التعلم المقررة على الطلاب المتفوقين في مواد العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا، واللغات، في العام الدراسى ٢٠١٩/٢٠٢٠ (وزارة التربية والتعليم، ٢٠٢٠)؛ ووثيقة دليل الطالب وأولياء الأمور لمدارس STEM (Egyptian STEM Model Schools, 2012)، ووثيقة برنامج التنمية المهنية – مقدمة في تدريس مناهج مدارس STEM (USAID, 2020).

٣. تحديد الصورة المقترحة لتضمين مفاهيم التكيف مع التغير المناخي في ضوء اتجاه (STEAM) في مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا من خلال دراسة المصادر التالية:

(Yakman, 2010; Anderson, 2012; Bybee, 2013; Peppler, 2013; CLA: Cultural Learning Alliance, 2014; Jeong, & Kim, 2015; Glass, & Wilson, 2016; Graham & Brouillette, 2016; Kim, 2016; Braund, & Reiss, 2019; Bhattacharya, Steward, Quigley, Herro, King, & Plank, 2020).

٤. وضع نموذج التصميم المقترح للمنهج متعدد التخصصات القائم على اتجاه (STEAM) لمناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا من خلال دراسة المصادر التالية:

(Harrison, 2011; Yakman, & Lee, 2012; Bequette, & Bequette, 2012; Husted, Gutiérrez Cuba, Ramirez-Corona, López-Malo, & Palou, 2014; Guyotte, Sochacka, Costantino, Walther, & Kellam, 2015; Xun, Ifenthaler & Spector 2015; Keane, & Keane, 2016; Kim, 2016; Andreotti, & Frans, 2019; Bhattacharya, Steward, Chandler, & Forbes, 2020;).

٥. تحديد عناصر بناء المنهج المقترح القائم على اتجاه (STEAM) للطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا، وذلك من خلال ما يلى:

أ- دراسة المصادر التالية:

(Ministry of Education, Science, & Technology (MEST), 2009; Feierabend, & Eilks, 2011; Gonzalez, & Kuenzi, 2012; Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards, 2013; Delaney, 2014; Edutopia, 2014; Henriksen, 2014; Husted, Gutiérrez Cuba, Ramirez-Corona, López-Malo, & Palou, 2014; Colucci-Gray, Burnard, Cooke, Davies, Gray, & Trowsdale, 2016; Kim, & Chae, 2016; Eggert, Nitsch, Boone, Nückles, & Bögeholz, 2017; Rüütmann, 2017; Dorsey, 2019; Environmental Protection Agency, 2019; Herro, Quigley, & Cian, 2019; Kang, 2019; National Oceanic and Atmospheric Administration, 2019) .

ب- إعداد استبانة استطلاع آراء الخبراء في عناصر المنهج المقترح؛ وهدفت الاستبانة إلى تعرف آراء الأساتذة الخبراء في مدى مناسبة عناصر المنهج المقترح، وتكونت الاستبانة من سبع محاور رئيسة هى: أسس المنهج، والأهداف التعليمية، والمحتوى التعليمى، واستراتيجيات التدريس، والأنشطة التعليمية، والمصادر التعليمية، وطرق التقويم؛ وتم كتابة مفردات الاستبانة ليتضمن كل محور عدد من المفردات المرتبطة بهذا المحور كما هو مبين في جدول (١).

ويستجيب المحكم على ثلاثة مستويات من درجة المناسبة: مناسب، مناسب إلى حد ما، غير مناسب، وتحسب درجة إلى مستوى غير مناسب، ودرجتان لمستوى مناسب إلى حد ما، وثلاثة درجات لمستوى مناسب؛ وتم التأكد من صدق الاستبانة بعرضها على مجموعة من المحكمين، وتعديلها في ضوء آرائهم، وتم حساب ثبات الاستبانة بتطبيق الاستبانة على مجموعة من سبعة خبراء، وحساب معامل الفا كرونباك لكل محور من محاور الاستبانة والمجموع الكلى، وجاء معامل الثبات الكلى للاستبانة (٠.٧٤٣) مما دل على ثبات الاستبانة.

جدول (١)

مواصفات استبانة مدى مناسبة عناصر المنهج المقترح

محاور الاستبانة	عدد المفردات	الدرجة النهائية	الوزن النسبى %	معامل الثبات
أسس المنهج	١٠	٣٠	٢١	٠.٨٢١
الأهداف التعليمية	١٥	٤٥	٣٢	٠.٧٩٢
المحتوى التعليمى	٣	٩	٦	٠.٧٥٥
استراتيجيات التدريس	٦	١٨	١٣	٠.٦٩٨
الأنشطة التعليمية	٧	٢١	١٥	٠.٧٣٢
المصادر التعليمية	٣	١٨	٦	٠.٧٢٥
طرق التقويم	٣	١٨	٦	٠.٨١١
المجموع	٤٧	١٥٩	١٠٠	٠.٧٤٣

ج- تطبيق استبانة عناصر المنهج المقترح على مجموعة من خبراء التربية البيئية، والتربية العلمية، وأساتذة المناهج، ومدربى معلمى المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا عددها (١٢) خبير ومعلم، وجمع البيانات، ومعالجتها إحصائيًا، وتعديل عناصر المنهج في ضوء نتائج استبانة آراء الخبراء، ووضع المنهج المقترح في صورته النهائية.

نتائج الدراسة الوصفية:

أولاً: مفاهيم التكيف مع التغير المناخى المناسبة لمستوى طلاب المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا:

تم تحديد المفاهيم المتعلقة بمجال التكيف مع التغير المناخى بصورة مبدئية من دراسة المصادر العلمية في مجال التغير المناخى؛ وتكونت من المفاهيم الأساسية للتغير المناخى، والمفاهيم التطبيقية لعملية التكيف مع التغير المناخى، والتى تم توضيحها في شكل (١)، وهذه المفاهيم كما يلى:

١) المفاهيم الأساسية للتغير المناخى:

- **المناخ:** هو مصطلح يرتبط ويتداخل مع مصطلح الأرصاد الجوية، ويشترك معه في العناصر الأساسية، حيث يتم التنبؤ بعناصر الطقس لمدة قصيرة، بينما عناصر المناخ لمدة طويلة؛ ويتضمن عدة مفاهيم فرعية هي: الطقس، والأرصاد الجوية، والمناخ، والإشعاع الشمسى، ودرجة الحرارة الهواء، والضغط الجوى، ورطوبة الهواء، ونسبة هطول الأمطار، وصور التكاثف، واتجاه سرعة الرياح، وطرق قياس عناصر الطقس.
- **عناصر المناخ:** هو حالة الجو من حيث عناصر المناخ المختلفة لإقليم معين لفترة زمنية طويلة تزيد عن ٣٥ سنة؛ ويتضمن عدة مفاهيم فرعية هي: عناصر المناخ، والظواهر المناخية، والأقاليم المناخية، وأنماط المناخ، والعوامل المؤثرة في عناصر المناخ: العوامل المؤثرة في توزيع الحرارة على سطح الأرض، والعوامل المؤثرة في الضغط الجوى، والعوامل المؤثرة في حركة الرياح، والعوامل المؤثرة في الرطوبة، والعوامل المؤثرة في التكاثف.
- **تغير المناخ عبر الزمن الجيولوجى:** هى التغير في درجة حراة حرارة الأرض عبر الزمن، وتتضمن عدة مفاهيم فرعية هي: العوامل المؤثرة على درجة الحرارة (خط العرض، وزاوية الإشعاع الشمسى، والتيارات المحيطية، والارتفاع)، ودرجة الحرارة على مدار الزمن الجيولوجى.
- **عوامل التغيرات المناخية:** هي أسباب اختلاف المناخ من منطقة إلى أخرى على سطح الأرض؛ التأثير الإشعاعى، ودورة الكربون، والأسباب الطبيعية، والأسباب البشرية، والتغذية المرتدة للمناخ.

- **تغير المناخ:** هو اختلال في الظروف المناخية المعتادة كالحرارة وأنماط الرياح والأمطار التي تميز كل منطقة على الأرض؛ ويتضمن عدة مفاهيم فرعية هي: تغير المناخ، والأدلة العلمية لتغير المناخ، وظاهرة النينو، والغبار، وارتفاع مستوى سطح البحر، وارتفاع درجات الحرارة، وزيادة معدل سقوط الأمطار، والتنبؤ بتغير المناخ، والرصد.
- **توازن طاقة الأرض والغلاف الجوى:** هو تغيرات الطاقة المنبعثة والممتصة على الأرض في التغيرات المناخية، ولها علاقة بمكونات نظام الغلاف الجوى والتفاعل بين أجزائه وتأثيره على بقية النظم المكونة للأرض، وكذلك تأثير الأنشطة البشرية على مكوناته؛ ويتضمن عدة مفاهيم فرعية هي: تكوين نظام الغلاف الجوى: الغلاف الجوى، والغازات المكونة للغلاف الجوى، وطبقات الغلاف الجوى، وتروبوسفير، وستراتوسفير، وميزوسفير، وثرموسفير، وايونوسفير، واكسوسفير، وطبقة الأوزون، وغاز الأوزون O3، وتآكل الأوزون، وعوامل تآكل طبقة الأوزون، والأشعة فوق البنفسجية، وأخطار تآكل طبقة الأوزون؛ والإشعاع الكهرومغناطيسى، ودرجة الحرارة، وانتقال الحرارة، وتوازن طاقة الأرض، والاحتباس الحرارى.
- **الاحتباس الحرارى:** هي ظاهرة ارتفاع درجة الحرارة عالميًا وبسبب عدم انعكاس بعض من غازات الاحتباس الحرارى الناشئة عن حرق الوقود الأحفورى وعن الأنشطة البشرية الأخرى وتركيز هذه الغازات في الغلاف الجوى؛ ويتضمن عدة مفاهيم فرعية هي: الوقود الأحفورى، ودورة الكربون في الطبيعة، وتأثير التغير في غاز ثانى أكسيد الكربون، والأشعة تحت الحمراء، وظاهرة الصوبة الزجاجية، والغازات الدفيئة: ثانى أكسيد الكربون CO2، والميثان CH4، وثانى أكسيد النيتروجين N2O، ومركبات البيروفلوروكربون PFCs، ومركبات الهيدروفلوروكربون HFCs، وسادس فلوريد الكبريت SF6.
- **تخفيف تغير المناخ:** هي استراتيجيات إبطاء تغير المناخ من خلال خفض انبعاثات الكربون؛ وتتضمن عدة مفاهيم فرعية هي: التخفيف، واستهلاك الطاقة، والطاقة المتجددة، والسياسة البيئية، وعناصر تخفيف تغير المناخ، وآليات تخفيف تغير المناخ، والقدرة على التحمل، وتحسين نوعية الهواء.

- **هندسة المناخ:** هو أساليب تعديل بيئة الأرض من أجل السيطرة على الاحتباس الحرارى، وخفض درجة حراة الأرض؛ وتتناول المفاهيم التالية: انعكاس ضوء الشمس في الفضاء، وتخزين الكربون، وتخصيب المحيطات، والأشجار الصناعية، ومستودعات الكربون الطبيعية.

(شكل ١) مفاهيم التكيف مع التغير المناخى

٢) المفاهيم التطبيقية لعملية التكيف مع التغير المناخى:

- **ماهية التكيف مع التغير المناخى:** هو ممارسات تعديل النظم الطبيعية أو البشرية استجابة للمنبهات المناخية الفعلية أو المتوقعة أو تأثيراتها، وعملية تقييم الحالة للحساسية والتعرض للآثار البيئية، وسياسات الاستعداد لآثار تغير المناخ، بهدف التخفيف من الأضرار، واستغلال أفضل الفرص المفيدة للحد من ضعف النُظم الاجتماعية والبيئية، وزيادة قدرة وإمكانات البشر على التكيف وتحقيق التنمية الاجتماعية والاقتصادية.
- **تكيف المجتمعات المحلية مع التغيرات المناخية:** هي احتمال حدوث تغيرات حادة خلال فترة معينة في أداء المجتمعات المحلية بسبب ظواهر طبيعية خطيرة تتفاعل مع ظروف اجتماعية شديدة التأثر، مما يؤدى إلى آثار سلبية بشرية، ومادية، واقتصادية، وبيئية، واسعة النطاق.
- **تكيف التنوع الحيوى:** هي التغيرات الحادثة لأنواع الكائنات الحية نتيجة تعرض الأنواع النباتية والحيوانية للتغيرات المناخية، وتتمثل هذه التغييرات في: تغير توزيع الأنواع، ومعدلات الانقراض، وتغيرات توقيت التكاثر، وتغير طول فصل النمو.

- **استراتيجيات التكيف مع تغير المناخ:** هي استراتيجيات التعامل مع الآثار التي يسببها تغير المناخ وسيستمر في تسببيها في العقود المقبلة، ويتطلب تحولات "سريعة وبعيدة المدى" في الأرض، والطاقة، والصناعة، والمباني، والنقل، والمدن لإزالة ثانى أكسيد الكربون من الهواء.
- **أنشطة التصدي للتغيرات المناخية:** هي العمليات التي يمكن أن يقوم بها الإنسان لحماية البيئة من آثار التغير المناخى، وتشمل أنشطة تخفيف التغير المناخى، وأنشطة التكيف مع التغير المناخى.
- **التنمية المستدامة:** هى عملية تطوير الأرض، والمدن، والمجتمعات، وكذلك الأعمال التجارية بشرط أن تلبي احتياجات الحاضر بدون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية حاجاتها.

ثانيًا: القائمة النهائية لمفاهيم التكيف مع التغير المناخى المقترح تضمينها في مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا:

قامت الباحثة بتعديل القائمة المبدئية في ضوء آراء الخبراء كالتالى: التركيز على ست مفاهيم تطبيقية رئيسة مرتبطة بعملية التكيف مع التغير المناخى عند بناء عناصر المنهج؛ واعتبار المفاهيم الأساسية للتغير المناخى الواردة في نتائج الدراسة الوصفية، والتي تضمنت في صورتها النهائية تسع (٩) مفاهيم رئيسة، وسبع وأربعون (٤٧) مفهومًا فرعيًا، مفاهيم أساسية مدخلية تساعد الطلاب في بناء وتعميق فهم العمليات التي تعمل على إحداث التكيف مع التغير المناخى، بحيث يعمل المعلم على ربط المفاهيم، وتضمينها في الإطار المعرفى للموضوع المستهدف من عملية البحث والاستقصاء بما يناسب ارتباطها بالمعايير القومية للمناهج الدراسية بالمرحلة الثانوية؛ كما قامت الباحثة بإضافة مفهوم رئيس لتكيف التنوع الحيوى بما يتضمنه من مفاهيم فرعية للتغيرات الناتجة للأنواع نتيجة التغير المناخى، وتكيف الأنواع النباتية والحيوانية مع التغير المناخى، وإضافة مفاهيم فرعية أخرى كما يلى: إضافة مفهوم الأثر الاجتماعى الاقتصادى للتغير المناخى إلى مفاهيم تكيف المجتمعات المحلية مع التغير المناخى، وإضافة مفهوم الإدارة البيئية إلى مفاهيم التنمية المستدامة؛ وإضافة تكيف المناطق

الساحلية، وتكيف السياحة، وتكيف الإسكان والطرق إلى استراتيجيات التكيف مع التغير المناخى.

تضمنت القائمة النهائية للمفاهيم التطبيقية لعملية التكيف مع التغير المناخى من ست (٦) مفاهيم رئيسة، وثمانية وخمسين (٥٨) مفهومًا فرعيًا، وجاءت القائمة النهائية في ضوء آراء الخبراء الموضحة في جدول (٢) بما يناسب مستوى طلاب المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا.

جدول (٢)

المفاهيم الرئيسة والفرعية للتكيف مع التغير المناخى المناسبة لمناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا	
١) ماهية التكيف مع التغير المناخى:	٣١. الجفاف
١. تقييم التكييف	٣٢. حرائق الغابات
٢. فوائد التكيف	٣٣. الأعاصير
٣. خط الأساس للتكيف	**٣) تكيف التنوع الحيوى:**
٤. القدرة على التكيف	٣٤. النظم الإيكولوجية الهشة
٥. العجز في التكيف	٣٥. تبادل النظم البيئية
٦. تكاليف التكيف	٣٦. انقراض الأنواع
٧. إجراءات التكيف	٣٧. إنتاجية المحاصيل الزراعية
٨. أنواع التكيف	٣٨. إزالة الغابات
٩. التكيف الاستباقى – ورد الفعل	٣٩. الأنواع الغازية
١٠.التكيف العام – والخاص	**٤) استراتيجيات التكيف مع تغير المناخ:**
١١.التكيف المستقل – والمخطط	٤٠. التكيف الشخصى في المأكل والملبس
١٢.تكنولوجيا التكيف	٤١.تكيف الموارد المائية
١٣.نطاق التأقلم	٤٢.تكيف الزراعة والغذاء
١٤.العتبة الحرجة	٤٣.تكيف المناطق الساحلية
١٥.المرونة	٤٤.تكيف الوقاية والصحة
١٦.الحساسية	٤٥.تكيف الطاقة المتجددة
١٧.الضعف	٤٦.تكيف الإسكان والطرق

المفاهيم الرئيسة والفرعية للتكيف مع التغير المناخى المناسبة لمناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا	
٢) تكيف المجتمعات المحلية:	٤٧.تكيف السياحة
١٨.المخاطر المناخية	**٥) أنشطة التصدي للتغيرات المناخية:**
١٩.الكوارث المناخية	٤٨.حماية النظم الإيكولوجية
٢٠.أحداث الطقس المتطرفة	٤٩.حماية المسطحات المائية
٢١.الأثر الاقتصادى الاجتماعى	٥٠.حماية البيئة الساحلية
٢٢.زيادة متوسط درجة الحرارة العالمية	٥١.حماية التنوع الحيوى
٢٣.الموجات الحرارية المتطرفة	٥٢.حماية الأراضى الزراعية
٢٤.الشتاء القارص	٥٣.حماية الأراضى الصحراوية
٢٥.ذوبان الجليد على الأرض وفى البحار	٥٤.حماية الغابات والأراضى الرطبة
٢٦.ارتفاع مستوى سطح البحر	٥٥.حماية الأراضى المرتفعة والسهول
٢٧.صحة الإنسان	**٦) التنمية المستدامة:**
٢٨. السيول	٥٦.إدارة المخاطر والكوارث المناخية
٢٩. الفيضانات	٥٧.الإدارة البيئية
٣٠. التصحر	٥٨.آلية التنمية النظيفة

ثالثًا: مدى تضمين مفاهيم التكيف مع التغير المناخي في مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا:

تعرفت الباحثة من مراجعة بعض وثائق مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بجمهورية مصر العربية؛ على مدى تضمين المفاهيم التطبيقية لعملية التكيف مع التغير المناخى في المناهج، وطرق تناولها، ومستوى التكامل بين المفاهيم المتضمنة؛ حيث أتضح ما يلى من نتائج:

١- يعتبر التغير المناخى واحد من أحد عشر تحديًا قوميًا يقوم الطلاب بالتعاون في فرق لتنفيذ مشروعات تكاملية تدور حول هذه التحديات القومية، وذلك من خلال دراسة مواد العلوم، والرياضيات، والهندسة، والتكنولوجيا، ومن خلال اكتساب مهارات الاستقصاء، والبحث، والتفكير، وهذه التحديات هى: مصادر الطاقة البديلة، ومشكلات التلوث وإعادة تدوير المخلفات، والازدحام العمرانى، والقضاء على

مشكلات الصحة العامة والأمراض، والتوسع الزراعى والصناعى (زيادة القاعدة الصناعية بمصر)، والتلوث البيئي، ومشكلة التصحر والمناطق القاحلة، والتغير المناخى، والمياه النظيفة، والزيادة السكانية، وتحسين البيئة التكنولوجية والتطور العلمى (العمل على بقاء الموهوبين في مصر).

٢- تركز المناهج على المفاهيم البيئية الأساسية التى يتم ربطها بين المواد الدراسية المختلفة من خلال معايير الجيل القادم (NGSS)، وتتضمن المقررات العلمية المفاهيم البيئية التالية: تلوث البيئة، والمياه النظيفة، وصحة البيئة، والتنمية البيئية المستدامة، ومصادر الطاقة، وسريان الطاقة بين الأنظمة البيئية، وبعض مفاهيم التغير المناخى الأساسية مثل: ارتفاع درجة حرارة الأرض، والاحتباس الحرارى.

٣- يتم ربط مفاهيم البيئة بمفاهيم المواد الدراسية: الأحياء، والفيزياء، والكيمياء، والرياضيات؛ من خلال الأفكار الكبرى، التي تعبر عن نواتج التعلم للمواد الدراسية، والمشروعات التكاملية؛ ويظهر ارتباط كبير بين هذه المعايير وبين طريقة تنظيم المنهج، ودرجة التكامل به؛ حيث يعتمد استديو التصميم في هذه المدارس على تحديد المعلمين من كل مادة دراسية درجة التكامل بين موضوعات المواد الدراسية المنفصلة، وبين الموضوع الموحد للفصل الدراسى، وربطه بالمشروع المحدد لكل صف دراسى في إطار معايير العلوم للجيل القادم (NGSS).

٤- تشمل الأفكار الكبرى في المناهج العلمية الربط بين المفاهيم العلمية، والمفاهيم البيئية من خلال: تركيز دراسة المفهوم العلمى الذى يتم تناوله في وحدة دراسية ما بعلاقته بالتغيرات المحتمل حدوثها نتيجة تأثيرات الظروف الداخلية والظروف الخارجية للبيئة؛ وكذلك بمفهوم استدامة البيئة، ومفهوم سريان الطاقة داخل النظام البيئي وبين النظم البيئية المختلفة.

٥- يتم ربط المفاهيم البيئية بالمشروعات العلمية المتكاملة (Capstone)، ونواتج التعلم للدروس العلمية من خلال تناول: صحة البيئة، والتحكم في درجات الحرارة، وتوفير المياه النظيفة في البيئة؛ ومقارنة سريان الطاقة بين الكائنات الحية بسريان الطاقة في البيئة الفيزيقية.

٦- تقتصر المشروعات العلمية المتكاملة في المناهج في الصف الأول: تصميم هيكل أو بناء، ومصادر الطاقة البديلة؛ وفى الصف الثانى: تنقية المياه والحفاظ عليها، وتحسين الصناعات المصرية؛ وفى الصف الثالث: الاتصالات؛ حيث يقوم جميع الطلاب في العمل في مشروع واحد في الفصل الدراسى؛ وترتبط المشروعات العلمية المتكاملة بمهارات التصميم الهندسى، وبنواتج تعلم المواد الدراسية المختلفة، وبالموضوع الموحد للفصل الدراسى التي تتم فيه. ولكن لا يتسع وقت المنهج للتوسع في نواتج التعلم المرتبطة بالنماذج البيئية المتكاملة، والمشروعات القائمة على التصميم في ضوء الاعتبارات البيئية متعددة الأبعاد.

٧- بالرغم من أنه يجب ربط المفاهيم البيئية بمواد المقررات الإضافية الاختيارية للصفين الأول والثانى وهى: التصميم الهندسى، والهيدروليكا، وتكنولوجيا الوسائط المتعددة، وتكنولوجيا المعلومات والاتصال، وتاريخ العلوم، والهندسة، والتكنولوجيا؛ من خلال تصميمات لنماذج أولية، أو تصميم نماذج باستخدام الحاسب الآلى تناسب استدامة البيئة. وفى الصف الثالث الثانوى يتم ربط بعض المفاهيم البيئية بمواد المقررات الإضافية الاختيارية وهى: هندسة الإنسان الآلى، وهندسة الالكترونيات، وتكنولوجيا (الزراعة، والصناعة، وإدارة المشروعات)؛ إلا أنه يصعب دمج العديد من الأنشطة داخل المناهج المطبقة فعليًا، ويقتصر الدمج على بعض أنشطة التصميم الهندسى التي تتم في معمل التصميمات الهندسية "فاب لاب"، والأنشطة التكنولوجية الصناعية.

٨- يعد مستوى التكامل بين المفاهيم البيئية، وما تتضمنها من مفاهيم التغير المناخى الأساسية المتضمنة في هذه المناهج مرتفع؛ ولكن مستوى التكامل بين المفاهيم البيئية، وما تتضمنها من مفاهيم التغير المناخى التطبيقية، وخاصة التي ترتبط بعملية التكيف مع التغير المناخى منخفضة؛ حيث يتم ربط المفاهيم البيئية الأساسية مع المفاهيم العلمية الأخرى التي يتم تدريسها من خلال المواد الدراسية الأربعة: العلوم، والرياضيات، والهندسة، والتكنولوجيا، كما تعتبر المفاهيم البيئية الأساسية مفاهيم حاكمة في ربط الأفكار الكبرى للمواد الدراسية بالمشروعات العلمية التكاملية في ضوء معايير الجيل القادم (NGSS).

٩- تناول المفاهيم البيئية في المناهج لا يصل لمستوى التكامل في إطار اجتماعي اقتصادي لضعف التركيز على المفاهيم التطبيقية للتغير المناخى، ولا ترتبط فيها الأفكار الكبرى للمواد الإنسانية والاجتماعية مثل: اللغات، والدراسات الاجتماعية، وعلم النفس، والاقتصاد، ولا تتناول المفاهيم السياسية، أو الاقتصادية، أو القانونية، أو الإدارية المرتبطة بالتحديات القومية، ولا يظهر دورًا لتكامل الأنشطة الفنية الإبداعية مع الأفكار الكبرى للمواد الدراسية المتعددة؛ وبذلك يعد التكامل منخفض بين المواد العلمية، والتكنولوجية، والمواد الإنسانية، والاجتماعية، والفنون.

١٠- لا تتضمن المقررات الدراسية لمناهج مدارس المتفوقين المفاهيم التطبيقية المرتبطة بعملية التكيف مع التغير المناخى الواردة بقائمة المفاهيم المحددة بالدراسة بنسبة كبيرة، واقتصرت على مفاهيم التنمية المستدامة، والتنوع الحيوى؛ كما تضمنت المقررات الدراسية لمفاهيم التغير المناخى الأساسية مثل: الاحتباس الحرارى، وتنوع النظم البيئية، والاضطرابات البيئية، وانهيار البيئة.

رابعًا: الصورة المقترحة لتضمين مفاهيم التكيف مع التغير المناخي في ضوء اتجاه (STEAM) في مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا:

جاءت الصورة المقترحة لتضمين مفاهيم التكيف مع التغير المناخي في ضوء اتجاه (STEAM) في مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا من خلال المنهج المفاهيمى متعدد التخصصات القائم على المشروعات، والتصميم الإبداعى في الصورة التالية:

١. تحديد المفاهيم الكبرى، والمفاهيم البينية، والمفاهيم العابرة للتخصصات المرتبطة بالتكيف مع التغير المناخي المناسبة لمستوى الطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا (شكل ١).
٢. تحديد التحديات والمشكلات القومية التي تواجه مصر في مجال التكيف مع التغير المناخى، وعلاقتها بالتحديات الإقليمية والعالمية.
٣. تحديد الموضوعات المتكاملة المرتبطة بالتكيف مع التغير المناخى في مجالات العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والفنون، والعلوم الإنسانية والاجتماعية، والرياضيات (شكل ٢) في ضوء الأفكار الكبرى، والمعايير القومية للعلوم.

شكل (٢) المجالات الدراسية في منهج (STEAM)

٤. ربط المفاهيم المتكاملة، وطرق التفكير عبر التخصصات من خلال عمليات التعليم والتعلم التالية: التفكير الناقد وحل المشكلات، والأسئلة المفاهيمية، والاستقصاء، والمشروعات، والتفكير الرياضى، والتصميم الهندسى، والتصميم بالكمبيوتر، والتصميم الفني الإبداعى، والتعاون والعمل في فريق، والعمل الميدانى، والجودة الابتكارية.

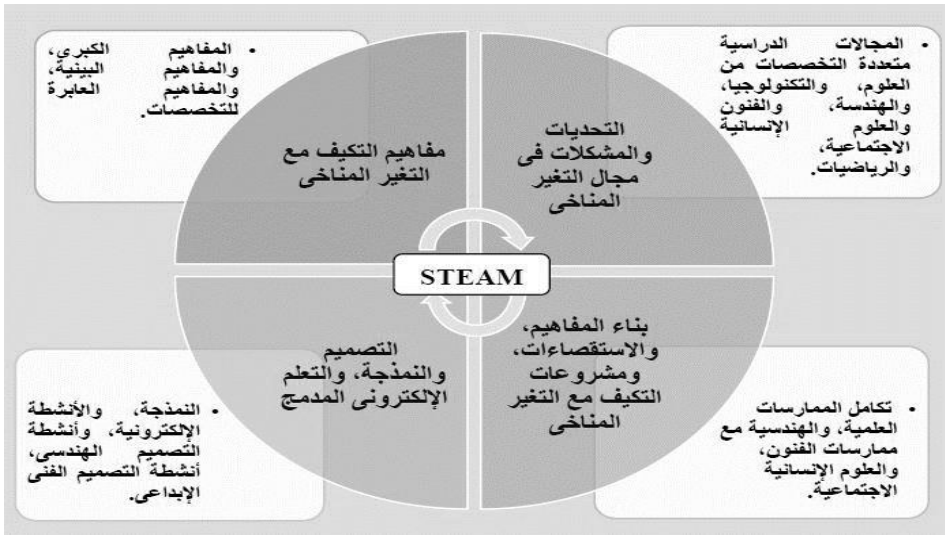
٥. تحديد محتوى المنهج (شكل ٥) من المفاهيم التطبيقية لعملية التكيف مع التغير المناخى، وربط المحتوى بطرق ذات معنى للطلاب للقيام بتخطيط وتنفيذ المشروعات، وعن طريق إتاحة الفرص لتطبيق الممارسات التعليمية المتعددة، ومهارات القرن الحادى والعشرين، التي تتمحور حول: الاستقصاء، والاستكشاف، والبحث، والتحليل، والتقويم، والنمذجة، والتصميم الفني الإبداعى، والتصميم الإلكترونى، والعمل في فريق.

٦. تخطيط أنشطة المنهج وهى: أنشطة التصميم والابتكار، وأنشطة التعلم التعاونية، وأنشطة العمل الميدانى، والأنشطة الفنية الإبداعية، وأنشطة التعلم الإلكترونى، وأنشطة التقويم القائم على التعلم.

٧. تصميم المشروعات المناسبة للطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا المرتبطة بتعليم التكيف مع التغير المناخى.
٨. تخطيط الممارسات العلمية، والهندسية المتضمنة في التعلم مع ربطها بممارسات الفنون، والعلوم الإنسانية والاجتماعية المناسبة، والتي تعتمد أساسيًا على التفكير الناقد، وحل المشكلات، والتفكير الإبداعى.
٩. إعداد الأنشطة التعليمية الإلكترونية لبحث المشكلات المعاصرة، والاستقصائيات المرتبطة بالتطبيقات الواقعية المحيطة بحياة الطلاب.
١٠. إعداد أدوات قياس نواتج التعلم، وطرق تقييم التعلم متعدد الأبعاد.

خامسًا: نموذج تصميم المنهج المقترح القائم على اتجاه (STEAM) للطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا:

توصلت الباحثة إلى نموذج تصميم المنهج المقترح القائم على اتجاه (STEAM)، ويوضح (شكل ٣) التصميم المقترح.



شكل (٣) نموذج تصميم المنهج المقترح

يقوم التصميم المقترح للمنهج على تضمين المفاهيم التطبيقية لعملية التكيف مع التغير المناخى من خلال ربط هذه المفاهيم بالأفكار الكبرى في منهج المرحلة الثانوية للطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا التي تعكس التحديات والمشكلات في مجال التكيف مع التغير المناخى في مصر، وتناولها من خلال دمج العديد من المجالات الدراسية العلمية، والأدبية من الفنون، والعلوم الإنسانية والاجتماعية، والعلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات في إطار تطوير المعايير القومية لتكامل مناهج المرحلة الثانوية في ضوء اتجاه (STEAM)، بحيث تساعد الطلاب على القيام بالممارسات التعليمية العلمية، والهندسية في تكاملها مع ممارسات العلوم الإنسانية، والاجتماعية، والفنون. ويقوم المعلم بتقديم مجموعة من الأنشطة التدريسية للطلاب من خلال استراتيجيات وطرق بناء المفاهيم، والاستقصاء، والمشروعات، وتكون الأنشطة التعليمية متنوعة بحيث تتضمن أنشطة: التعلم الفردى، والجماعى، والتعلم الذاتي، والنمذجة، والتعلم الإلكترونى، والابتكار، والتصميم الهندسى، والتصميم الإبداعى.

سادسًا: عناصر بناء المنهج المقترح القائم على اتجاه (STEAM) للطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا:

قامت الباحثة بتحديد تعريف المنهج المقترح القائم على اتجاه (STEAM) إجرائيًا على أنه: هو مخطط تعليمى منظم من الخبرات المعرفية، والمهارية، والوجدانية يقوم على تكامل المعايير القومية لمناهج المرحلة الثانوية، ويربط المفاهيم الكبرى، والقضايا، والمشكلات المرتبطة بالتكيف مع التغير المناخى مع موضوعات المجالات الدراسية المتعددة بصورة متكاملة؛ حيث تتكامل به المواد الدراسية العلمية التكنولوجية مع المواد الدراسية الإنسانية والاجتماعية والفنون؛ ويتكون من عناصر رئيسة هي: الأهداف التعليمية، ونواتج التعلم، والمحتوى التعليمى متعدد التخصصات، وطرق واستراتيجيات التدريس القائمة على الاستقصاء، والمشروع، والتعلم الإلكترونى، والأنشطة التعليمية الاستقصائية والبحثية، وأنشطة التصميم الفني الإبداعى، والمشروعات التكاملية، والمصادر التعليمية الإلكترونية، وطرق التقويم القائم على التعلم.

بعد عرض عناصر المنهج المقترح على مجموعة من الأساتذة خبراء التربية البيئية، والتربية العلمية، وأساتذة المناهج، ومدربى معلمى المدارس الثانوية للمتفوقين عددها أثنى عشر خبيرًا ومعلمًا باستخدام استبانة مدى مناسبة عناصر المنهج بما تضمنته من: أسس المنهج، والأهداف التعليمية، والمحتوى التعليمى، واستراتيجيات التدريس، والأنشطة التعليمية، والمصادر التعليمية، وطرق التقويم؛ تبين النتائج الموضحة في جدول (٣).

جدول (٣)

نتائج استبانة مدى مناسبة عناصر المنهج المقترح

محاور الاستبانة	الدرجة النهائية	المتوسط	الإنحراف المعيارى	النسبة المئوية	مستوى المناسبة
أسس المنهج	٣٠	٢٨.٣	1.61	٩٥	مناسب
الأهداف التعليمية	٤٥	٤٢.١	1.73	٩٣.٥	مناسب
المحتوى التعليمى	٩	٨.٦	0.49	٩٥.٥	مناسب
استراتيجيات التدريس	١٨	١٦.٦	1.24	٩٢.٢	مناسب
الأنشطة التعليمية	٢١	١٩.٢	1.19	٩١.٤	مناسب
المصادر التعليمية	١٨	١٧.١	.79	٩٥	مناسب
طرق التقويم	١٨	١٦.٦	1.08	٩٢.٢	مناسب
المجموع الكلى	١٥٩	١٤٨.٥	4.23	٩٣.٤	مناسب

أتضح من نتائج جدول (٣) مناسبة عناصر المنهج المقترح بجميع محاوره. ويقوم المنهج المقترح على نموذج التصميم القائم على اتجاه (STEAM) كما هو موضح في شكل (٤).

وتكونت عناصر المنهج المقترح في صورتها النهائية مما يلى:

١) أسس بناء المنهج المفاهيمى متعدد التخصصات القائم على اتجاه (STEAM):

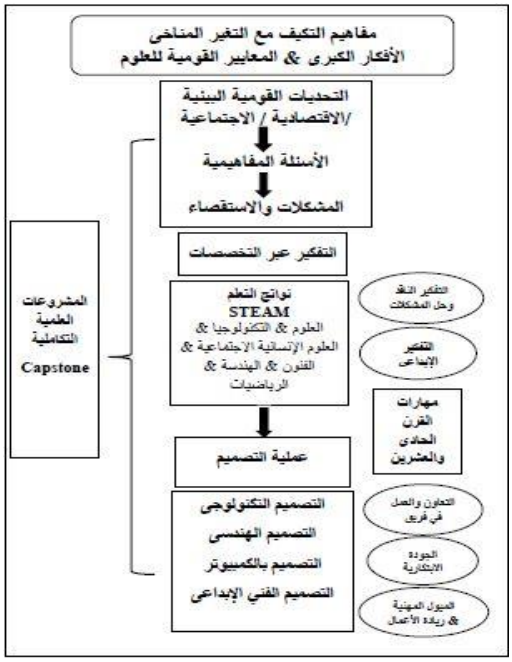
يقوم المنهج المقترح على الأسس التالية:

١. التعلم في إطار محتوى مفاهيمى متعدد التخصصات لموضوعات معاصرة تربط العلوم بالمجتمع، وتدعم فرص التجديد والابتكار، وحل المشكلات.

٢. التعلم القائم على ربط ممارسات العلوم، والهندسة مع ممارسات الفنون، والعلوم الإنسانية والاجتماعية في سياق من حل المشكلات، والإبداع، وابتكار التصميمات الهندسية، والتكنولوجية.

٣. التعلم المتكامل الفعال الذى يدمج تعليم العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والفنون، والإنسانيات، والرياضيات من خلال المفاهيم الكبرى متعددة التخصصات، والمتعلقة بالتكيف مع التغير المناخى.

٤. التعلم الشامل لجميع نواحى الطلاب الشخصية، والعلمية، والإنسانية الداعم للتفكير الناقد، والتفكير الإبداعى، وحل المشكلات المرتبطة بالحياة الواقعية، وزيادة الوعى بالثقافة الإنسانية.



شكل (٤)
عناصر بناء
المنهج المقترح
(STEAM)

٥. التعلم النشط لضمان تنمية كفاءات التعلم، والمهارات المتنوعة لدى الطلاب.
٦. التعلم في إطار تكامل المعايير القومية للمناهج الدراسية لتحقيق التنمية المستدامة.
٧. التعلم المعرفى القائم على ربط المفاهيم الكبرى والرئيسة والعابرة للتخصصات لتحقيق الفهم العميق، والتفكير الإبداعى، والتفكير عبر التخصصات.
٨. التعلم الإلكترونى لدمج التكنولوجيا في التدريس، واستخدام الكمبيوتر والانترنت، ودعم التصميم، والابتكار المفتوح.
٩. التعلم في إطار مهارات القرن الحادى والعشرين مع التركيز على الإبداع، وحل المشكلات، ومهارات الاتصال، والمهارات المهنية.
١٠. التعلم القائم على التقييم متعدد الأبعاد، والتقييم من أجل التعلم.

٢) الأهداف التعليمية:

يهدف المنهج المقترح إلى ما يلى:

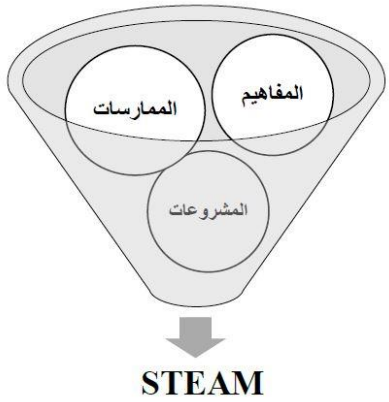
١. اكتساب المعرفة العلمية بالتغير المناخى، وأسبابه، وطرق تخفيفه، واستراتيجيات وأنشطة التكيف مع التغير المناخى، والطرق المتبعة لدراسة آثار التغيرات المناخية المؤثرة على الحياة الاجتماعية الاقتصادية، والتكيف مع تغير المناخ.
٢. تطوير الفهم المتكامل لربط مجالات العلوم، والهندسة، والتكنولوجيا، والفنون، والعلوم الإنسانية والاجتماعية، والرياضيات.
٣. تطبيق الممارسات العلمية التي يتبعها العلماء وهى: طبيعة العلم والاستقصاء التي تؤدى إلى طرح أسئلة، وتصميم التجارب، والحجج المستندة إلى الأدلة، والإجماع العلمى، واليقين في مقابل الشك.
٤. تطبيق الممارسات الهندسية التي يتبعها المهندسين لحل المشكلات المرتبطة بالتكيف مع التغير المناخى من تصميم المشروعات، ونماذج التصميم الهندسى.
٥. تطبيق ممارسات العلوم الإنسانية والاجتماعية التي تقوم على التحليل، والتقويم، والنمذجة، والتفكير الناقد، واتخاذ القرار.
٦. إبداع النماذج الفنية، وتحسين جودة التصميمات التكنولوجية المرتبطة بأفكار وحلول مشكلات التكيف مع التغير المناخى.

٧. ابتكار وتصميم النماذج الفكرية، وطرح الأفكار المرتبطة بالنظم الإنسانية في المجالات الاجتماعية لتطوير وتنمية المجتمع.
٨. تعديل المفاهيم والتصورات الخاطئة المرتبطة بالتغير المناخى، وطرق التكيف معه.
٩. تنمية مهارات حل المشكلات الإبداعية في مجال التكيف مع التغير المناخى.
١٠. اكتساب مهارات التفكير العلمى وحل المشكلات، والتفكير الناقد الإبداعى.
١١. تطوير مهارات حل المشكلات الإبداعية من خلال تطبيقات العالم الواقعى.
١٢. تنمية مهارات التفكير الرياضى، والتصميم التكنولوجى في حل المشكلات والقضايا البيئية.
١٣. تنمية الوعى بمخاطر التغيرات المناخية، وبطرق التكيف مع تغير المناخ.
١٤. حفز الدافعية، والاتجاهات، والميول العلمية والمهنية نحو تعلم طرق التكيف مع التغير المناخى لتحقيق متطلبات ريادة الأعمال، واقتصاد المعرفة.
١٥. تنمية القيم البيئية، وقيم المواطنة العالمية، وقيم استدامة المناخ.
١٦. تحقيق التعليم من أجل التنمية المستدامة.

٣) المحتوى التعليمى:

تقترح الباحثة محتوى المنهج ليتضمن ثلاث موضوعات رئيسة تتمحور حول فكرة كبرى وهى: "التكيف مع الغير المناخى"، وهذه الموضوعات هي: إدارة المخاطر المناخية، وتكنولوجيا خفض انبعاثات الكربون، وحماية النظم الإيكولوجية.

ويعتمد محتوى المنهج على إطار مفاهيمى متعدد التخصصات يركز على المفاهيم، والممارسات، والمشروعات المرتبطة بالعلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات، والعلوم الإنسانية والاجتماعية، والفنون كما هو موضح في شكل (٥). ويقوم الطلاب بإجراء ثلاثة مشروعات علمية متكاملة على مدار ثلاث سنوات من الدراسة وهى: مشروع تكيف المجتمعات المحلية، ومشروع تكيف الطاقة المتجددة، ومشروع تكيف النظم الإيكولوجية.



شكل (٥) محتوى المنهج المقترح (STEAM)

ويتم توزيع موضوعات المنهج على السنوات الثلاث للدراسة بالمدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا كما هو موضح في جدول (٤).

حيث يقدم "التكيف مع التغير المناخى" كفكرة كبرى تشمل المفاهيم الأساسية للتغير المناخى، والمفاهيم التطبيقية للتكيف مع التغير المناخى؛ ويتم التكامل بين المجالات الدراسية المتعددة في إطار المعايير القومية للعلوم، وتتكامل العلوم الطبيعية (الكيمياء والفيزياء)، مع علوم الحياة، وعلوم الأرض، والجغرافيا، وتاريخ الأرض والبيئة، وتاريخ العلم، واللغات، والرياضيات، وعلم النفس، والاقتصاد؛ كما تتكامل المفاهيم العلمية مع المفاهيم التكنولوجية التالية: تكنولوجيا المعلومات والاتصال، والتكنولوجيا الخضراء، وتكنولوجيا النانو، والروبوتات، والتصميم التكنولوجى، والمفاهيم الهندسية التالية: النماذج ثلاثية الأبعاد، والتصميم الهندسى؛ والمفاهيم الفنية التالية: الآداب، والتعبير الفني، والفنون البصرية، والتصميم الفني الإبداعى، والموسيقى.

جدول (٤)

محتوى منهج STEAM للمرحلة الثانوية

الأفكار الكبرى: التكيف مع التغير المناخى			
الصف الدراسى	الموضوعات الرئيسة	الموضوعات الفرعية	المشروعات العلمية المتكاملة (Capstone)
الصف الأول الثانوى	إدارة المخاطر المناخية.	▪ التغيرات المناخية وعواملها. ▪ كيمياء الكربون، والاحتباس الحرارى. ▪ الجغرافيا المناخية. ▪ الكوارث المناخية ▪ نظم الإدارة البيئية.	▪ تكيف المجتمعات المحلية
الصف الثانى الثانوى	تكنولوجيا خفض انبعاثات الكربون.	▪ توازن طاقة الأرض والغلاف الجوى. ▪ تغير المناخ عبر الزمن الجيولوجى. ▪ نظم إدارة الطاقة. ▪ هندسة المناخ. ▪ تكنولوجيا النانو الخضراء. ▪ الطاقة النظيفة. ▪ السياسات البيئية.	▪ تكيف الطاقة المتجددة
الصف الثالث الثانوى	حماية النظم الإيكولوجية.	▪ التلوث البيئي والصحة العامة. ▪ ترشيد الموارد المائية العذبة. ▪ حماية البيئة الساحلية. ▪ التنوع الحيوى والزراعة المستدامة. ▪ التصحر وهجرة السكان. ▪ قانون حماية البيئة. ▪ الفن البيئي.	▪ تكيف النظم الإيكولوجية

٤) استراتيجيات وأساليب وطرق التدريس:

تتعدد استراتيجيات وطرق التدريس في المنهج المقترح كما يلى:

١. **استراتيجيات بناء المفاهيم:**

- تقديم الأمثلة من الجزء إلى الكل الاستدلال.
- الربط بين الخبرة الحالية والخبرة السابقة.
- تقديم مصطلح المفهوم وتعريفه وخصائصه وأمثلة عليه ولا أمثلة.
- تقديم الأمثلة من الكل إلى الجزء.
- تقديم القاعدة العلمية ثم أثباتها بخصائصها.
- الاستنتاج الاستقرائى.

٢. **استراتيجيات الاستقصاء:**

تتضمن العمليات التالية: استخدام المعرفة السابقة لطرح الأسئلة عن موضوع التعلم والاندماج في التعلم، والبحث والتحرى عن الظواهر الطبيعية، وتقديم الإجابات المحتملة للأسئلة، وجمع المعلومات من مصادر متعددة وتقييمها، وتفسير الظواهر الطبيعية بالأدلة وتطبيق المعرفة المكتسبة، وتطبيق المعرفة في المواقف الجديدة، وتواصل المعرفة، وتقييم المعرفة المكتسبة.

٣. **أساليب التصميم:**

يتضمن أساليب: التصميم الإبداعى، والتصميم عبر برامج الكمبيوتر.

٤. **طرق النمذجة:**

تتضمن العمليات التالية: تحديد المشكلة، وجمع المعلومات، واقتراح حلول مناسبة، واختيار أفضل الحلول، وإعداد النموذج المبدئى، واختبار الحلول وتقييمها، واتصال النتائج، وإعادة المراجعة وتنقيح النموذج.

٥. **استراتيجية المشروعات:**

تتضمن العمليات التالية: تخطيط، وتنفيذ، وتقويم مشروعات علمية والعمل في فرق عمل، والاشتراك في أنشطة العمل الجماعى.

٦. **استراتيجيات التعلم الرقمى:**

تتضمن الرحلات المعرفية عبر الويب (الويب كويست)، والتعلم المدمج.

٥) الأنشطة التعليمية:

يتضمن المنهج المقترح الأنشطة التعليمية التالية:

- **أنشطة الاستقصاء:** هي أنشطة طرح الأسئلة البحثية والعلمية، والتحرى وجمع المعلومات، والاكتشاف واقتراح إجابات للأسئلة المطروحة وتقييمها.
- **أنشطة التصميم الهندسى:** هي أنشطة الاوريجامى، وأنشطة تصميم النماذج ثلاثية الأبعاد.
- **أنشطة التصميم الفني الإبداعى:** هي أنشطة التعبير الفني والتصميم الإبداعى مثل: الكتابة الإبداعية، والتصميم الإبداعى، والرسم والتلوين، والخطابة، والشعر، وعزف الموسيقى والغناء، ولعب الأدوار في الدراما التعليمية.
- **أنشطة التعلم الإلكترونى:** هي أنشطة تعتمد على تكنولوجيا الاتصال والمعلومات، ويستخدم الطلاب الكمبيوتر والتابلت في: ممارسة الألعاب الالكترونية، وبحث الانترنت، ومشاهدة الفيديو التعليمى (iMovie)، واستخدام برامج التصميم الرقمية، وتطبيقات (google) للرسم ثلاثى الأبعاد.
- **أنشطة بناء وربط المفاهيم:** هي أنشطة الاستقراء، والأنشطة البنائية، وشرح المفهوم، وطرح أمثلة ولا أمثلة للمفهوم، واكتشاف المفاهيم الموجه، والاستنباط، وطرح أمثلة المفهوم موجبة وسالبة، وتحليل المفهوم، والاكتشاف غير الموجه.
- **أنشطة الاتصال:** هي أنشطة الاتصال اللفظى، والاتصال البصرى، والاتصال الكتابى، والاتصال التكنولوجى، مثل: إنشاء مجلة الكترونية، ونشر المقالات والتقارير، ونتائج البحوث والتحقيقات.
- **الأنشطة الاجتماعية:** هي أنشطة العمل في فريق، والعمل التعاونى.

ومن أمثلة الأنشطة التي يمكن تضمينها في مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا في إطار تعليم التكيف مع التغير المناخى ما يلى:

١. الاستقصاءات العلمية:

- كيفية تأثير درجة حرارة الهواء على جميع عناصر المناخ الأخرى.
- رسم خرائط توزيع مظاهر تغير المناخ في مصر.
- دور الرطوبة كمحرك من المحركات الأساسية لتغير المناخ.

- جمع الأدلة العلمية للتغير المناخى.
- قياس التنوع الحيوى في المناطق الساحلية.
- أثر الزحف الحضرى في زيادة معدلات التصحر.
- أثر التلوث الهوائى على الصحة العامة.
- استقصاء آثار التغير المناخى على الصحة، وانتشار بعض الأمراض مثل الملاريا.

٢. البحوث التطبيقية:

- انقاذ الشعب المرجانية.
- حماية السلحفاة المصرية.
- منع انقراض الضفادع المصرية.
- تعديل قوانين البيئة المصرية.
- تحقيق النمو الاقتصادى في ظل التكيف مع التغير المناخى.
- علاج مشكلات الصحة العامة الناتجة عن تلوث المياه والهواء في المناطق غير الحضرية.

٣. البحوث التعاونية العامة:

- طرق حل النزاعات الدولية في قضايا نقص الموارد المائية.
- أثر التغير المناخى على توزيع الأقاليم المناخية حول العالم.
- طرق التكيف مع التغير المناخى عبر الحضارات التي نشئت في أرض مصر.
- سيكولوجية التكيف مع التغير المناخى في المجتمع المصرى.
- أثر التغير المناخى في تغير المناظر الطبيعية الجمالية.
- أثر النشاط الإنسانى في تغير النظام البيئي العالمى.

٤. أنشطة الحل الإبداعى للمشكلات:

- التكيف الشخصى مع تغير المناخ في المأكل والملبس.
- تكيف المدن مع التغير المناخى.
- تكيف الموارد المائية مع التغير المناخى.
- تكيف الزراعة والغذاء مع التغير المناخى.

- تكيف الوقاية والصحة مع التغير المناخى.
- تكيف الطاقة المتجددة مع التغير المناخى.
- تكيف النظم الإيكولوجية الساحلية مع التغير المناخى.
- تكيف التنوع الحيوى مع التغير المناخى.

٥. أنشطة العمل في فريق (أنشطة العمل البيئي):

- العمل في مشروع حماية موارد البيئة.
- التعاون في نظام ترشيد استهلاك المياه.
- التعاون في نظام ترشيد استهلاك الكهرباء.
- المشاركة فى نظام جمع وتدوير النفايات.
- العمل في فريق نظام الفحص الدورى، والصيانة الدورية للأجهزة.
- المشاركة في فعاليات نشر الوعى الصحى والوقائى.
- التعاون في كافيتريا المدرسة لتحضير الغذاء الصحى الخالى من المواد المسرطنة.

٦. أنشطة ابتكارية:

- ابتكار طرق تحسين الزراعة العضوية.
- ابتكار مواد أمنة قليلة التكلفة لتغليف الأغذية.
- ابتكار الملابس الصحية، والمناسبة للتغيرات المفاجئة للطقس.
- ابتكار طرق لتنظيف الشواطئ.
- ابتكار وسائل مواصلات تستخدم مصادر طاقة غير ملوثة للبيئة.

٧. المشروعات التكاملية (كابستون):

أ- التصميم التكنولوجى:

- تصميم جهاز موفر للطاقة.
- تصميم صنابير المياه الموفرة.
- تصميم وسيلة مواصلات نظيفة.
- تصميم مواد بناء مقاومة لعوامل الحرارة والرطوبة.
- تصميم منتجات صديقة للبيئة.

ب- النمذجة:

- نمذجة كيفية إحداث التكيف مع تغير المناخ في مصر (مثال: تكيف المناطق الساحلية في مصر).
- نمذجة احتمالات تغير المناخ (مثال: احتمالات حدوث الجفاف في منطقة وادى النيل نتيجة تغيرات المناخ).
- نمذجة آثار تغير المناخ في مصر (مثال: آثر تغير المناخ في مصر على الإنتاج الزراعى، وواردات الحبوب).
- نمذجة العلاقة بين تغير المناخ في مصر، وفى المنطقة الإقليمية (مثال: أثر تغير المناخ على مصابى الأمراض المزمنة)
- نمذجة العلاقة بين تغير المناخ في مصر، وعلى المستوى العالمى (مثال: أثر تغير المناخ على النمو الاقتصادى العالمى)
- نمذجة السياسات البيئية في ضوء التكيف مع التغير المناخى في جمهورية مصر العربية (إدخال التكيف مع التغير المناخى في الخطط والبرامج القومية).

جـ- التصميم الإبداعى الفنى:

- رسم لوحات تعبيرية عن التغيرات المناخية عبر التاريخ.
- كتابة مقالات عن التكيف مع التغير المناخى في ضوء الحضارات.
- كتابة قصة خيال علمى عن أثر تغير المناخ على كوكب الأرض.
- تصميم إبداعى ثلاثى الأبعاد لنموذج غرفة منزلية متكيفة مع تغير المناخ.
- تصميم متعدد الأبعاد للمدينة الخضراء.
- تصميم الكترونى لنماذج فنية من البيئة.
- تصميم نظم فعالة للتشجير في المدن المزدحمة.
- تصميم إبداعى للحدائق (لاند سكيب).

٦) المصادر التعليمية:

تتكون المصادر التعليمية للمنهج المقترح مما يلى:

- **المصادر الإلكترونية:** مواقع وصفحات المعلومات، وقواعد البيانات، والمكتبات الرقمية، والمحاكاة، والبرامج الحاسوبية، وبرامج الرسم والتصميم.
- **المصادر غير الإلكترونية:** الكتب، والخرائط، والنماذج، ومواد التجارب المعملية، والزيارات الميدانية.
- **الخبراء:** في المجالات البيئية، والعلمية، والاقتصادية، والفنية وغيرها.

٧) طرق التقويم:

تتمثل طرق التقويم في المنهج المقترح على التقييم القائم على التعلم، وتقييم نواتج التعلم متعدد الأبعاد، وتتضمن الطرق التالية:

تعتمد طرق التقويم البنائى على ما يلى: أوراق العمل، والاختبارات المعرفية، واختبارات المفاهيم، واختبارات ومقاييس التفكير، ومقاييس المهارات والتصميم، ومقاييس الاتجاهات والميول والقيم، وبطاقات الملاحظة.

تعتمد طرق التقويم النهائى على مايلى: بطاقات تقدير الأداء، والمقابلات الشخصية، ومعرض المشروعات، ودفاتر التأمل، والملصقات، ونماذج التصميم الإبداعى.

ومن أمثلة الاختبارات والمقاييس التي يمكن تطبيقها ما يلى:

- اختبار المفاهيم Concept Test
- مقياس التفكير الناقد Critical Thinking Questionnaire
- مقياس حل المشكلات الإبداعيةCreative Problen Solving Questionnaire
- مقياس التفكير في الأنظمة Systems Thinking
- اختبار مهارات التصميم الهندسى Engineering Design Test
- مقياس الجودة الابتكارية Creative Quality Questionnaire

وتعتمد طرق التقويم النهائى على:

- المشروعات العلمية التكاملية Capstone Projects
- ملف الإنجاز الإلكترونى Portfolio
- بطاقات تقدير الأداء Rubric
- معارض التصميم الإبداعى Creative Design Exhibit

التوصيات والمقترحات:

توصى الباحثة بما يلى:

١- تضمين مفاهيم التكيف مع التغير المناخى في مناهج المدارس الثانوية للطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا.

٢- تطبيق المنهج المقترح القائم على اتجاه (STEAM) في المدارس الثانوية للطلاب المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا في ضوء المعايير القومية للعلوم.

٣- تطوير المعايير القومية في ضوء تكامل المناهج الدراسية في المرحلة الثانوية القائمة على اتجاه (STEAM).

٤- تدريب معلمى المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا على تضمين مفاهيم التكيف مع التغير المناخى في ضوء اتجاه (STEAM).

كما تقترح الباحثة إجراء البحوث التالية:

١- قياس فاعلية التصور المقترح لتضمين مفاهيم التكيف مع التغير المناخى في مناهج المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا في تحقيق أهداف التنمية البيئية المستدامة.

٢- تصميم برنامج فى مجال التكيف مع التغير المناخى لتنمية مهارات حل المشكلات الإبداعية، ومهارات التصميم الإبداعى، والوعى باستدامة المناخ لطلاب المدارس الثانوية.

٣- دراسة المتطلبات التدريبية لمعلمى المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا لتدريس مفاهيم التكيف مع التغير المناخى في ضوء اتجاه (STEAM).

المراجع:

اولاً المراجع العربية:

إبراهيم محمد عبد الله حسن (٢٠٢٠). تعليم STEAM: دمج الفن في مدخل تكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM. مجلة تربويات الرياضيات، ٢٣ (٢)، جزء ٢، ٥١-٦٩.

أكرم الجنزورى (أكتوبر ٢٠١٢). نحو استراتيجية التكيف مع التغير المناخى لقطاع المياه في مصر. منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة. مكتب القاهرة.

الأمم المتحدة (٢٠١٩). العمل المناخى. https://www.un.org/ar/climatechange/.

أمانى عبد العزيز إبراهيم (٢٠١٧). برنامج مقترح قائم على التعلم من خلال الخبرة لتنمية مهارات كتابة تقارير المشروعات العلمية التكاملية (Capstone) لدى طلاب المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا (STEM). مجلة كلية التربية جامعة بنى سويف، عدد ديسمبر الجزء الثانى، ٢٢٩ – ٢٧٦.

داليا عادل الزيادى (٢٠١٧). أثر تطوير التعليم باتباع نظام STEM على اقتصاد المعرفة. المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة، ٤٧ (٢)، ٣٩٩ -٤٦٦.

صالح عزب، ٢٠١٦. إشكاليات النمذجة الاقتصادية للمناخ. مجلة البحوث الإدارية. أكاديمية السادات للعلوم الإدارية، ٣٤ (١)، ٢٠٨-٢٦٣.

عاصم محمد إبراهيم عمر (٢٠١٧). تقويم محتوى مناهج علوم الحياة بالمرحلة الثانوية بجمهورية مصر العربية في ضوء معايير العلوم للجيل القادم NGSS. المجلة المصرية للتربية العلمية، ٢٠ (١٢)، ١٣٧-١٨٢.

عبد العزيز فعراس (٢٠١٦). مواجهة أسباب وتداعيات التغيرات المناخية: أي دور للمدرسة المغربية وللفعل التربوى. مجلة التدريس. الرباط: جامعة محمد الخامس، ٨، ١٣١-١٥٨.

عمر نصير مهران رضوان (٢٠١٩). مدارس العلوم والتكنولوجيا والرياضيات والهندسة STEM في الولايات المتحدة الأمريكية ومصر: دراسة مقارنة. مجلة التربية المقارنة والدولية، ١٢، ١١- ١٤١.

منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو) مكتب القاهرة، (أكتوبر ٢٠١٢). نحو استراتيجية التكيف مع التغيرات المناخية لقطاع المياه في مصر.

تقرير جمهورية مصر العربية، أكتوبر ٢٠١٢ . MDG Achievement Fund.

منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو) (٢٠١٧). الاستعداد لمواجهة تغير المناخ. دليل لمدارس بشأن العمل المناخى. المدارس المنتسبة لليونسكو.

موقع مدرسة المتفوقين للعلوم والتكنولوجيا، (٢٠١٦). http://moe.gov.eg/stem/.

ناهد عبد اللطيف محيسن، (٢٠١١). التغيرات المناخية وانعكاساتها على قطاع الزراعة والغذاء في مصر. مجلة النهضة. جامعة القاهرة: كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، ١١ (١)، ٣٥-٧٠.

هويدا محمود الأتربى (٢٠١٩). مقترح لتطوير مدارس المتفوقين في ضوء بعض الاتجاهات العالمية: دراسة ميدانية على مدارس STEM مصر. مجلة تطوير الأداء الجامعى، ٨ (١).

وزارة التربية والتعليم، (٢٠١٢). قرار وزارى رقم (٣٨٢) بتاريخ ٢٠١٢/١٠/٢ - بشأن نظام القبول والدراسة والامتحانات بمدارس المتفوقين الثانوية فى العلوم والتكنولوجيا.

وزارة التربية والتعليم، (٢٠٢٠أ). النشرة الدورية لمناهج الأحياء والجيولوجيا في المدارس الثانوية. مكتب مدير عام تنمية مادة العلوم.

وزارة التربية والتعليم، (٢٠٢٠ب). نشرة خاصة بطلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا. الصف الثالث الثانوى نواتج التعلم حتى ٢٠٢٠/٣/١٥. وحدة دعم مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM. قطاع التعليم العام.

ثانياً المراجع الأجنبية:

Andreotti, E., & Frans, R. (Jul 2019). The Connection between Physics, Engineering and Music as an Example of (STEAM) Education. Physics Education, 54 (4), Article 045016.

Anderson, A. (2012). Climate Change Education for Mitigation and Adaptation. Journal of Education for Sustainable Development. SAGE Publications. 191–206, 6 (2).

Bhattacharya, D.; Steward, K. C.; Chandler, M.; & Forbes, C. (Sep-Oct 2020). Using Climate Models to Learn About Global Climate Change: Investigating the Phenomenon of Increasing Surface Air Temperatures Using a Global Climate Modeling Approach. *Science Teacher*, 88 (1), 58-66.

Bequette, J.W. & Bequette, M.B. (2012), "A place for art and design education in the STEM conversation", Art Educa*tion*, Vol. 65 No. 2, p. 40.

Braund, M., & Reiss, M. J. (Sep 2019). The 'Great Divide': How the Arts Contribute to Science and Science Education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19 (3), 219-236.

Bybee, R. W. (2013). The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. National Science Teachers Association, NSTA Press, Arlington, Virginia.

Chicago Botany Garden, (2019). *Climate Change in My Backyard. Grade 7-9 Activity Guide.* https://www.chicagobotanic.org/nasa/Grades_7-9_Activity_Guide.

Chineka, R.; & Yasukawa, K. (2020). Intergenerational Learning in Climate Change Adaptations; Limitations and Affordances. *Environmental Education Research*, 26 (4) 577-593.

CLA: Cultural Learning Alliance (2014). STEM + ARTS= (STEAM). Retrieved from https://www.culturallearningalliance.org.uk/images/uploads/(STEAM)_report.pdf.

Colucci-Gray, L., Burnard, P., Cooke, C., Davies, R., Gray, D., & Trowsdale, J. (2016). Reviewing the potential and challenges of developing (STEAM) education through creative pedagogies for 21st learning: how can school curricula be broadened towards a more responsive, dynamic, and inclusive form of education?. British Educational Research). Association (BERA

Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. (2013). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, D. C.: The National Academies Press.

Connor, A.M., Karmokar, S, & Whittington, C. (2015). From Stem To (STEAM): Strategies For Enhancing Engineering & Technology Education, 5 (2).

Cordero, E.C., Todd, A.M. & Abellera, D. (2008). 'Climate Change Education and the Ecological Footprint', Bulletin of the American Meteorological Society, 89 (6): 865–72.

Delaney, M. (2014), "Schools shift from STEM to (STEAM)", Edtech, 2 April, pp. 1-4, available at: www.edtechmagazine.com/k12/article/2014/04/schools-shift-stem-(STEAM).

Dorsey, Z. A. (2019). Exacting Collaboration: Performance as Pedagogy in Interdisciplinary Contexts. *Research in Drama Education*, 24 (3), 397-401.

Edutopia. (2014), "STEM to (STEAM): resource roundup", available at: www.edutopia.org/stem-to(STEAM)-Resources

Eggert, S., Nitsch, A., Boone, W. J., Nückles, M., & Bögeholz, S. (Feb 2017). Supporting Students' Learning and Socioscientific Reasoning about Climate Change--The Effect of Computer-Based Concept Mapping Scaffolds. *Research in Science Education*, 47 (1), 137-159.

Egyptian STEM Model Schools, (2012). The STEM High School of Egypt. Students & Parent Handbook.

El-deghaidy, H. (September 2015). Science Education in Egypt Based on Integrating Ecological Needs and STEAM Education. Conference: European Science Education Research Association (ESERA), Helsinki, Finland.

Erduran, S. (2014). Beyond Nature of Science: The Case for Reconceptualising "Science" for Science Education. Science Education International, 25(1), 933–111.

Environmental Protection Agency, (2019). A student's Guide to Global Climate Change. USA. https://archive.epa.gov/climatechange/kids/index.html.

Feierabend, T. & Eilks, I. (2011). Innovating Science Teaching by Participatory Action Research – Reflections from an Interdisciplinary Project of Curriculum Innovation on Teaching about Climate Change. Variations in primary teachers. *C E P S Journal* Vol.1 No1, 93-112.

Global System Science, (2019). Climate Change. http://www.globalsystemsscience.org/studentbooks/cc.

Gonzalez, H.B. & Kuenzi J. (2012). Congressional Research Service Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer, p. 2. Also available online at http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2010/05/STEM-Education-Primer.pdf.

Glass, D. & Wilson, C. (2016). The Art and Science of Looking: Collaboratively Learning Our Way to Improved STEAM Integration. *Art Education*, 69 (6), 8-14.

Guyotte, K., Sochacka, N., Costantino, T., Walther, J. & Kellam, N. (2015), "(STEAM) as social practice: cultivating creativity in transdisciplinary spaces", *Art Education*, Vol. 67 No. 6, pp. 12-19.

Graham N. & Brouillette, L. (2016). Using Arts Integration to Make Science Learning Memorable in the Upper Elementary Grades: A Quasi-Experimental Study. Journal for Learning through the Arts, 12 (1).

Inderberg, T. H., Eriksen, S., O'Brien, K., & Sygna, L. (2015). Climate Change Adaptation and Development Transforming Paradigms and Practices. Routledge.

Harrison, M. (2011). Supporting the T and the E in STEM: 2004-2010, Design and Technology Education, Design and Technology, 16 (1) 17-25.

Henriksen, D. (2014). Full (STEAM) ahead: Creativity in excellent STEM teaching Practices. The (STEAM) Journal, 1(2), Article 15. Retrieved from http://scholarship.claremont.edu/(STEAM)/vol1/iss2/15/

Herschbach, D. R. (2011). The STEM initiative: Constraints and challenges. Journal of STEM Teacher Education 48 (1).

Herro, D., & Quigley, C. (2016). Innovating with (STEAM) in middle school classrooms: remixing education. 24 (3), 190-204, Emerald Group Publishing Limited. DOI 10.1108/OTH-03-2016-0008.

Herro, D., Quigley, C., & Cian, H. (2019). The Challenges of (STEAM) Instruction: Lessons from the Field. Action in Teacher Education, 41 (2), 172-190.

Husted, S., Gutiérrez Cuba, J. V., Ramirez-Corona, N., López-Malo, A., & Palou, E. (2014). Multidimensional assessment of creativity in an introduction to engineering design course. Proceedings of the 2014 American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition. http://www.asee.org/search/proceedings.

Jeong, S. & Kim, H. (2015). Monitoring Program on Students' Knowledge and Perceptions of (STEAM) Education in Korea. Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 2015, 11(6), 1321-1338.

Kang, N. (2019). A Review of the Effect of Integrated STEM or (STEAM) (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) Education in South Korea. *Asia-Pacific Science Education*, 5 (6).

Keane, L. & Keane, M. (2016). (STEAM) by Design. Design and Technology Education: An International Journal 21.1, 61-82.

Kim, H., & Chae, D. (2016). The Development and Application of a (STEAM) Program Based on Traditional Korean Culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science &*

Technology Education, 2016, 12 (7), 1925-1936 doi: 10.12973/eurasia.2016.1539a.

Kim, P. W. (Sep 2016). The Wheel Model of STEAM Education Based on Traditional Korean Scientific Contents. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12 (9), 2353-2371.

Leal, Fihlo, W. (2015). Handbook of Climate Change Adaptation. Springer. Berlin: Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38670-1.

Leal, Fihlo, W. & Nalau, J. (2015). Limits to Climate Change Adaptation. Springer International Publisher. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64599-5.

Levina, E., & Tirpak, D. (May 2006). Adaptation to Climate Change: Key Term. International Energy Agency. France: Organization for Economic C0-Operation and Development.

Mimura, N. & others (November 2010). Approaches to Climate Change Adaptation. The Committee on Approaches to Climate Change Adaptation.

Ministry of Education, Science, & Technology (MEST). (2009). *The school curriculum of the Republic of Korea.* Proclamation No. 2009-41 (26 February 2008).

Ministry of the Environment (March 2016). Basic Concepts of Climate Change Adaptation on Biodiversity in Japan. Nature Conservation Bureau. Government of Japan.

Misseyanni, A., Marouli, C., Papadopoulou, P., Lytras, M., Gastardo, M.T. (July 2016). Stories of Active Learning in STEM: Lessons for STEM Education. International Conference The Future of Education.

Munich Re, (2010): Natural Catastrophes 2009. Analyses, assessments, positions. TOPICS GE. Retrieved from https://www.munichre.com/en/reinsurance/business/nonlife/natcatservice/index.html.

National Oceanic and Atmospheric Administration, (2019). Teaching Climate. https://www.climate.gov/teaching.

Nasa (2019a). NASA STEM Engagement. https://www.nasa.gov/stem/.

Nasa (2019b). Climate Kids. https://climatekids.nasa.gov/climate-change-evidence/.

Nasa (2020). Global Climate Change. https://climate.nasa.gov/

National Academy of Engineering (2005). Educating the engineer of 2020. Adapting engineering education to the new century. Washington, D. C.: National Academies Press.

National Academy of Engineering and National Research Council (2014). STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research. Washington, DC: The National Academies Press.

National Research Council (2011). Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Washington, DC: The National Academies Press.

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

OXFAM, (2019). Oxfam Education Resources on Climate Change. https://www.oxfam.org.uk/education/resources/climate-challenge-7-11.

Partnership for 21st Century Skills, (2009). Framework for 21st century learning. http://www.p21.org/index.php?option=com_content&task=view&id=254&Itemid=119.

Peppler, K. (2013). (STEAM)-Powered computing education: Using e-textiles to integrate the arts and STEM. *Computer*, *46*(9), 38–43.

Phillips, A. (2012). A creator's guide to transmedia storytelling: How to captivate and engage audiences across multiple platforms. New York: McGraw-Hill.

Pitt, J. (2009). Blurring the Boundaries--STEM Education and Education for Sustainable Development, Design and

Technology Education, v14 n1 p37-48 2009, Design and Technology Education Association, United Kingdom; England (London); Wales.

Quigley, C. F.; Herro, D.; King, E.; & Plank, H. (Aug 2020). STEAM Designed and Enacted: Understanding the Process of Design and Implementation of STEAM Curriculum in an Elementary School. *Journal of Science Education and Technology*, 29 (4) , 499-518.

U.S. Forest Service, (2019). Climate Change Live. https://climatechangelive.org/index.php?pid=180.

USAID, (2018). Egypt Model School Curriculum. Integrated Curriculum 1.0. Grade1.Grade2. Grade3.

USAID, (September 2020). STEM Professional Development. New teacher trainer Manual- Introduction to STEM Teaching. Compressed Version.

Remijan, K. W. (Jan 2019). (STEAM)ing Up Linear Functions. *Mathematics Teacher*, 112 (4), 250-256

Rosen-O'Leary, R., & Thompson, E. G. (Spr 2019). STEM to (STEAM): Effect of Visual Art Integration on Long-Term Retention of Science Content. Journal for Leadership and Instruction, 18 (1), 32-35.

Rüütmann, T. (2017). Analysis of STEM Teaching – Most Common Strategies and Methods Enabling Deep Understanding and Interactive Learning Applied by Graduates of Technical Teacher Initial and Continuing Education Programs in Estonia. International Conference on Interactive Collaborative Learning ICL 2016: Interactive Collaborative Learning, 405-414.

Santiago, O. (July 2001).Vulnerability and Adaptation to Climate Change: Concepts, Issues, Assessment Methods. The Climate Change Knowledge Network. www.cckn.net.

Senn, G., McMurtrie, D., & Coleman, B. (2019). Collaboration in the Middle: Teachers in Interdisciplinary Planning. Current Issues in Middle Level Education, 24 (1), Article 6.

Shatunova, O., Anisimova, T., Sabirova, F., & Kalimullina, O. (2019). (STEAM) as an Innovative Educational Technology. Journal of Social Studies Education Research, 10 (2), 131-144.

Suriel, R. L., Spries, R. W., Radcliff, B.J., Martin, E. P., & Paine, D. G. (2018).Middle School to Professional Development: Interdisciplinary STEM for Multiple Stakeholders. School—University Partnerships 11 (1).

STEM to (STEAM) (2014). What is (STEAM)? Rhode island independent school district: STEM to (STEAM) initiative. http://stemto(STEAM).org.

Storksdieck, M. (2014). 5 things you need to know about STEAM. Stanley Beaman & Sears Blog. 11/6/2014. https://steamedu.com/wp-content/uploads/2018/08/5-Things-You-Need-to-Know-About-STEAM-Education- -STEM-Architects.pdf.

Watson, A.D. and Watson, G.H. (2013), "Bonus article: transitioning STEM to (STEAM): reformation of engineering education", *Journal for Quality and Participation*, Vol. 36 No. 3.

World Wide Fund for Nature, (2020). Key Concepts for Climate Change Adaptation. https://www.worldwildlife.org/initiatives/climate

Xun G., Ifenthaler D., & Spector J. M. (Editor) (2015). Emerging Technologies for (STEAM) Education Full (STEAM) Ahead. Educational Communications and Technology: Issues and Innovations Springer International Publishing Switzerland 2015.

Yakman, G. (2010). (STEAM) Education: an overview of creating a model of integrative education. Retrieved from http://(STEAM)edu.com/wpcontent/uploads/2014/12/2008-PATT-Publication-(STEAM). pdf (accessed 23.2.2017).

Yakman, G., & Lee, Y. (2012). Exploring the Exemplary (STEAM) Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. Journal of Korea Association Science Education, *32*(6), 1072-1086.