نظام التعليم بطريقة STEM
في مدارس المتفوقين والموهبين

أحمد حامد عبد السلام محمد

الملخـــــص:

يهدف البحث الحالي إلى توضيح ماهية النظام المتبع للتعليم بطريقة STEM في مدارس المتفوقين والموهبين ، ولتحقيق هذا الهدف سعى البحث الحالي للإجابة عن ما يلي :

١- ما الاطار المفاهيمى الحاكم لمدرسة المتفوقين فى العلوم والتكنولوجيا؟

٢- ما الواقع الحالي لمدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا ؟

٣- ما العوامل التي تؤثر على مدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا فى المجتمع المصرى المعاصر ؟

٤- ما المعوقات التي تعوق مدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا عن تحقيق أهدافها ؟

٥- ما التصور المقترح لتفعيل دور مدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا لتحقيق أهدافها؟

ولتحقيق هدف الدراسة تم استخدام المنهج الوصفي، الذي يقوم على وصف الظاهرة وتحليلها تحليلاً يغلب عليه طابع الرصد وتسجيل الواقع وتحليل البيانات والمعلومات المتوفرة التي سيحصل عليها الباحث وذلك لمعرفة حال وواقع مدارس STEM للمتفوقين في العلوم والرياضيات. وعلى الرغم من أن الوصف هو أبسط أهداف العلم وخطوة أولى من خطوات التقدم العلمي فإنه أكثر أهمية ودلالة فبدون الوصف يعجز العلم عن التقدم نحو تحقيق هدفه الأساسي وهو التفسير وما يترتب عليه بعد ذلك من إمكانية التنبؤ بالظاهرة موضوع الاهتمام وضبطها أو التحكم فيها .

وقد أشارت نتائج البحث إلى : وجود صور في الأبعاد التي يجب مراعاتها عند إدخال مناهج STEM في المدرسة الثانوية من حيث أسس تصميم المناهج ، وأسس تقويم المناهج ، وأسس تطبيق المناهج ، والتحديات التي تواجهنا لتطبيق المناهج في المدرسة الثانوية المصرية.

المقدمـــة:

مما لا شك فيه أن المجتمع المعرفي هو القادر على اكتساب المعرفة، وابتكار التكنولوجيا المادية وتصنيعها. وهناك اتفاق في الأدبيات على أن جهود إصلاح التربية العلمية في مناهج العلوم وتدريسها تركز على المستقبل وبناء السياسات التعليمية المناسبة في السياقين الشخصي والاجتماعي، واكتساب الطلاب المعرفة (بناؤها، وفهمها، واحتفاظها، واستخدامها، والتأمل فيها، وإنتاجها). وفي إطار الثقافة العلمية المتطورة القادرة على التعامل بحساسية فائقة مع متغيرات العصر والوعي بالمهن المستقبلية، والمنافسة في الاقتصاد العالمي، من خلال تعليم متداخل الفروع (بيني) ومتكامل يمكن الطلاب من فهم العلم وتطبيقه كمواطنين أو علماء .

والتعليم بطريقة STEM مفاده أن يتم تدريس الموضوعات المتكاملة للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وينظر إلى هذه المنظومة من قبل المختصين كآلية للتصدي إلى ضعف نتاج مخرجات تدريس التخصصات الأربع بشكل فردي باستخدام نهج متعدد التخصصات (William , Dugger , 2013 , 22) .

ويعد مدخل STEM (العلوم ، التكنولوجيا ، الهندسة ، الرياضيات) من المداخل العالمية

في تصميم المناهج على مدار ثلاثة عقود من تطبيقه في الولايات المتحدة الأمريكية ، والمملكة المتحدة ، وجنوب أفريقيا ، وبعض الدول الأخرى ، ويتكامل في بناء هذا المدخل فروع العلوم والرياضيات والهندسة مع التكنولوجيا (غانم ، ٢٠١١ ، ٥٥).

وتتفق مع ذلك توصيات مؤتمر القمة للابتكار في التعليم " وايز " (٢٠١٣) أن الارتقاء بالمهارات في مواد العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات أمر حاسم لبناء قوى عاملة مبتكرة ، ومتنوعة وتنافسية (هند الدوسري ، ٢٠١٥ ، ٦٠١) .

مشكلة الدراسة:

تستمر الحاجة دائماً إلي المتفوقين والمبدعين ليقدموا كل جديد في المعرفة الإنسانية وليدفعوا عملية التطور إلي الأمام، حيث يصبح استثمار الأفكار الجديدة بمثابة الأمل للمجتمعات التي تطمح إلي مركز متقدم علي الصعيد الدولي. ويمثل المتفوقين مصدر عطاء وإسهاما متميزا تحتاج إليه جميع المجتمعات الإنسانية وتقدرها، والمجتمع المصرى كغيره من المجتمعات في حاجة ماسة إلي الطاقة الخلاقة من أبناءه القادرين علي مواكبة التقدم العلمي ومسايرة التطورات المتسارعة في شتي نواحي الحياة، والمساهمة في إحداثها، وصولاً إلي المستقبل المشرق ومواجهة تحديات المستقبل، وهذا لا يتحقق إلا بالانتفاع بالموهوبين والمتفوقين من أبناء الوطن. مما يؤكد على ضرورة مدرسة المتفوقين فى العلوم والتكنولوجيا، وأهمية تفعيل دورها لتحقيق أهدافها المحددة لها بالقرار الوزارى رقم (٣٨٢) لسنة ٢٠١٢.

وفي ضوء ما سبق يمكن صياغة مشكلة البحث في التساؤل الرئيسي الآتي:

ما هو النظام المتبع للتعليم بطريقة STEM في مدارس المتفوقين والموهبين؟

ويتفرع منه التساؤلات الآتية:

١- ما الاطار المفاهيمى الحاكم لمدرسة المتفوقين فى العلوم والتكنولوجيا؟
٢- ما الواقع الحالي لمدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا ؟
٣- ما العوامل التي تؤثر على مدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا فى المجتمع المصرى المعاصر ؟
٤- ما المعوقات التي تعوق مدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا عن تحقيق أهدافها ؟
٥- ما التصور المقترح لتفعيل دور مدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا لتحقيق أهدافها؟

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى صياغة تصور مقترح لتفعيل دور مدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا (STEM) لتحقيق أهدافها المحددة لها حسب القرار الوزارى رقم (٣٨٢) لسنة ٢٠١٢، وذلك من خلال:

١- توضيح الإطار المفاهيمي الحاكم لمفاهيم STEM.

٢- رصد الواقع الحالي لمدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا وتحديد كيفية الاستفادة منها لصالح المدارس الحكومية الأخرى.

٣- الوقوف على العوامل والقوى التي تؤثر على مدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا لتحقيق أهدافها.

٤- تحديد أهم المعوقات التي تعوق مدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا عن تحقيق أهدافها.

٥- وضع تصور مقترح لتفعيل دور مدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا لتحقيق أهدافها.

أهمية الدراسة:

١ – تكمن أهمية الدراسة في أنه يعرض نموذجاً جديداً من التعليم ألا وهو مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM ويمكن الاستفادة به في تجويد التعليم وتحسينه ومع إبراز فعالية تلك المدارس في تحقيق أهدافها المحددة لها وأهم نقاط القوة والضعف فيها. كما يقدم البحث أهم نواحي القصور التي تحول دون قيام مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا بوظائفها على النحو المطلوب.

٢ – تعدد الجهات المستفيدة من الدراسة مثل:

(١) مدارس المتفوقين الخاصة ⇦ حيث تستفيد من نتائج الدراسة فتعدل من نظمها وأسلوب إدارتها وأوجه القصور لديها ومحاولة تلافي نقاط الضعف والعمل على إبراز وتأكيد وزيادة نقاط القوة لديها والتي تميزها.

(٢) المؤسسات الخيرية ⇦ حيث تتبنى المؤسسات الخيرية والتعليمية إنشاء مدارس خاصة للمتفوقين تتلافى أوجه القصور وتؤكد على أوجه القوة مستفيدة من التصور المقترح المتضمن لكافة العملية التعليمية والإدارية.

(٣) المخططون التربويون ⇦ لدعم هذه الفكرة واستخدام التخطيط الاستراتيجي لزيادة الأعداد المتوقعة من المدارس بعد اكتساب خبرات التقويم.

(٤) القائمون على البحث العِلمي التربوي ⇦ الخاص بتربية الفائقين والموهوبين في الاستفادة من النتائج في بناء الشخصية الموهوبة ضمن المناخ التربوي للمتفوقين والموهوبين في مدارس المتفوقين والمدارس الحكومية عامة وكذلك مدارس اللغات الخاصة.

(٥) أولياء الأمور ⇦ المهتمين بإعطاء وإكساب أبنائهم تعليماً متميزاً ومناخاً تربوياً يزيد من قدراتهم ومواهبهم.

(٦) تلاميذ مدارس المتفوقين الخاصة ⇦ حيث تساعد نتائج الدراسة على توفير

المناخ المنشود لهم وصياغة الأهداف وتقويم الأداء الحالي في المدارس.

(٧) المجتمع المصري ⇦ الذي بدأ يعطي أهمية كبيرة للتعليم لدوره الفعال في توجيه الأفراد إلى البناء وتكوين الإنسان الصالح المنشود.

منهج الدراسة :

تتطلب الدراسة استخدام المنهج الوصفي، الذي يقوم على وصف الظاهرة وتحليلها تحليلاً يغلب عليه طابع الرصد وتسجيل الواقع وتحليل البيانات والمعلومات المتوفرة التي سيحصل عليها الباحث وذلك لمعرفة حال وواقع مدارس STEM للمتفوقين في العلوم والرياضيات. وعلى الرغم من أن الوصف هو أبسط أهداف العِلم وخطوة أولى من خطوات التقدم العِلمي فإنه أكثر أهمية ودلالة فبدون الوصف يعجز العِلم عن التقدم نحو تحقيق هدفه الأساسي وهو التفسير وما يترتب عليه بعد ذلك من إمكانية التنبؤ بالظاهرة موضوع الاهتمام وضبطها أو التحكم فيها .

الإطار النظري

أولاً : تعريف STEM:

تم تعريف نظام STEM للتعليم من قبل العديد من الباحثين والمؤسسات (Merrill, 2009; Sanders, 2009; U.S. Department of Education, 2007) وعلى الرغم من ذلك، لم يتم التوصل حتى الآن إلى اتفاق حول تعريف موحد لنظام STEM في التعليم (Erdogan & Stuessy,2015,pp 18).

ومن الجدير بالذكر أن اختصارات أحرف تعليم STEM ترمز إلى الاتي :

١ – الحرف (S) العلوم Science : التعامل مع العالم الطبيعي والسعي إلى فهمه .

٢ – الحرف (T) التقنية Technology : تعديل العالم الطبيعي لتلبية رغبات الإنسان واحتياجاته.

٣ – الحرف (E) الهندسة Engineering : تطبيق المعارف والعلوم الرياضية والطبيعية، المكتسبة من خلال الدراسة والخبرة والممارسة ، تطبيقاً حكيماً لتطوير طرق لاستغلال المواد وعوامل الطبيعة اقتصادياً لصالح البشرية .

٤ – الحرف (M) الرياضيات Mathematics علم الأنماط والعلاقات . (هند الدوسري ، ٢٠١٥ ، ٦٠٥)

وقد إقترح (Merrill (2009 تعريف لنظام STEM في التعليم قائم على التطبيقات ، وينص هذا التعريف على (Erdogan & Stuessy,2015,pp 19):

"يتم الاستناد على معايير الانضباط للقائمين على أمر المدرسة من جميع المعلمين وخاصة معلمين مواد العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات سواء معلما ومعلمة ويضع STEM نهج متكامل للتعليم والتعلم، حيث لا يتم تقسيم المحتوى في مجالات محددة، ولكن معالجتها والتعامل معها على أنها واحدة

ديناميكية " (Erdogan & Stuessy,2015,pp 19).

ويشمل المفهوم الرئيسي في هذا التعريف وتعاريف أخرى كثيرة بأنه " عبارة عن نهج متكامل للتعليم والتعلم ، كما تؤكد المدارس على نظام T-STEM وجود تكامل بين المواد الدراسية في أداء مهمتهم ، وعلى الرغم من أن مخطط للمدارس على نظام T-STEM لا يقدم تعريفا لكتب التعليم بنظام STEM، يمكن للمرء أن يفهم ان تعريف التعليم بنظام STEM في المدارس T-STEM على أساس مخطط أنها "مناهج مبتكرة لتعزيز التكامل بين المواضيع المختلفة باستخدام التحقيق وجمع البيانات والتحليلات والاختبار، واستخدام التكنولوجيا وحل المشكلات لرفع مستوى المبدعين والمبتكرين– فى قراءة وكتابة نظام STEM للتعليم "(Erdogan & Stuessy,2015,pp 19).

وفي هذا التعريف فإن مخطط نظام STEM للتعليم يحدد مواطن القراءة والكتابة بأنها "واحدة من الذين يمكنهم فهم كيف يمكن لنظام STEM للتعليم أن يؤثر على نوعية الحياة بالنسبة للفرد والمجتمع والتعليم والقوى العاملة في المستقبل، والبيئة البحثية، وإجراءات السياسة العامة" ، والتكامل بين الموضوعات في مجال التعليم STEM يتطلب استراتيجيات قائمة على إصلاح التعليم مثل أنه يعتمد على الاستفسار القائم على المشاريع والتعلم القائم على حل المشاكل ، وتهدف كل استراتيجية تعليمية لقيادة الطلاب على التفكير النقدي إلى ابتكار وخلق حلول للمشاكل التي يواجهونها يوميا (Erdogan & Stuessy,2015,pp 20).

هذا ويعرف الباحث نظام STEM في التعليم إجرائياً بأنه : " منحى متعدد التخصصات ، يتم فيه دمج التخصصات الخاصة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات معاً ، ولا يتم تقسيم أي محتوى تخصص معين بمفرده ، ولكن تعمل كلها سوياً حيث تتكامل المفاهيم الأكاديمية الراسخة مع العالم الواقعي ، ويميل الطلاب فيه إلى تطبيق العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في سياق يربط بين المدرسة والمجتمع ، وسوق العمل ، والمؤسسات العالمية التي تساعد على تطوير المعرفة في مجالات STEM ، وكذلك المقدرة على المنافسة في الاقتصاد الحديث ".

ومن الواضح أن هناك حاجة إلى نماذج STEM جديدة للتعلم والتقييم التي تندرج تحت محتوى معين وكذلك الأفكار الشاملة التي تدمج تخصصاتSTEM، ويتم تعريف التكامل بين نظام STEM للتعليم عن طريق دمج تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من أجل الوصول إلى (Harwell et al,2015,pp 66):

(أ) تعميق فهم الطلاب.

(ب) توسيع نطاق الفهم لدى الطالب من خلال التعرض لاجتماعيات STEM ذات الصلة ثقافيا.

(ج) زيادة الاهتمام في تخصصات الهندسة والرياضيات وتوسيع مسارات للطلاب لدخول مجالات STEM.

ثانياً : إعادة تصميم المدارس لتناسب نظامSTEM:

منذ عام ٢٠٠٧، أنشأت ولاية كارولينا الشمالية فى الولايات المتحدة مدارس جديدة باسم (NCNS)وعملت على إنشاء مدارس STEM، والتي تم تصميمها لتكون بمثابة مختبرات للطلاب في حل مشاكل العالم الحقيقي وفهم أهمية الرياضيات والعلوم، واستخدام التكنولوجيا، وتجربة الخروج من المدرسة بنظام STEM للتعلم في الأنشطة المشتركة للمناهج الدراسية ، وتهدف هذه المدارس إلى أن تكون صغيرة، مع حوالي ١٠٠ طالب في كل فصل وأنها تستخدم إطار تعليمي مشترك يؤكد على العمل الجماعي والتعاون والكتابة للتعلم، والاستجواب، والفصول الدراسية الحديثة ومجموعات محو الأمية في جميع الطبقات وتم تصميم هذا الإطار التعليمي لتعزيز استكشاف الطالب المخترع وتعزيز ثقافة تحقيق التعاون (V. Ernst & Glennie,2015,pp 28).

ثالثاً : ما الذي يجعل STEM يطبق فى المدارس الخاصة؟

الخبرات التي تقدمها المدارس المتخصصة ، والدورات التدريبية للعديد من المدرسين ويتميز المعلمين في مدارس STEM بسبب خلفياتهم التعليمية وخبرات العمل السابقة (على سبيل المثال (e.g., Subotnik, Tai, & Almarode, 2011) وهناك نسبة كبيرة من المعلمين في المدارس STEM يحملون درجات علمية متقدمة في مجال الهندسة والرياضيات. وبالإضافة إلى ذلك، فإن العديد لديهم خبرة في تدريس بعض المهن خارج نظام STEM(على سبيل المثال، الهندسة، الكيمياء الحيوية، وبرمجة الكمبيوتر). (Tofel-Grehl & M. Callahan, 2014,pp 238).

رابعاً : أهداف تعليم STEM

لخصت المؤسسة الوطنية للبحوث التربوية National Foundation for Educational Research (NFER) أهم أهداف التخطيط لأنشطة تعليم STEM ، وهي (هند الدوسري ، ٢٠١٥ ، ٦٠٧):

١ – إقامة شراكات استراتيجية والعمل على تطويرها .

٢ – استيعاب الحاجات والأوضاع الوطنية والمحلية والتكيف معها .

٣ – استخدام استراتيجيات إشراك الفئات المستهدفة على نحو فاعل .

٤ – مراعاة عوامل النجاح الرئيسية لتخطيط المشروع وتنفيذه .

٥ – توظيف الممارسة التأملية .

٦ – ابتكار عمليات تقويم ومراقبة مناسبة ومنتظمة .

خامسا : أنواع مدارسSTEM:

لا تقل مدارس STEM عن خمسة أنواع منفصلة من الهياكل المتخصصة (Tofel-Grehl & M. Callahan, 2014,pp 239) وهم :

١. **مدرسة داخل المدرسة:** في نموذج المدارس داخل المدرسة، برامج مستقلة تعمل ضمن بيئة مدرسية أكبر. ويمكن للطلاب اختيار دراسة محددة في فصول STEM، مع الحفاظ على العلاقات مع مجتمع المدرسة الثانوية. هذا النموذج يتيح للطلاب لإقامة العلاقات الاجتماعية والتعليمية على حد سواء مع جماعة STEMومع المجتمع.
٢. **الانسحاب:** هذا النموذج من البرنامج يتيح للطلاب التفاعل مع أقرانهم من منطقة جغرافية أوسع.
٣. **قائمة بذاتها:** المدارس قائمة بذاتها تعمل بطريقة مماثلة جدا للمدارس الثانوية التقليدية. تدار هذه البرامج بشكل مستقل. هذا النموذج يتيح للطلاب الفرصة لحضور مدرسة ثانوية واحدة مع أقرانهم المتشابهين والمهتمين في حين يعيش اخرون في المنزل مع أسرهم.
٤. **المدارس السكنية:** يوفر برامج مدارس STEMسكن للطلاب وتتيح لهم خبرات التعلم في حين أنهم يعيشون في بيئة المدرسة والمجتمع التي تركز على STEM ، غالبا ما يشار الى مدارس STEM بأنها الرائدة في التعليم، هذه المدارس كثيفة الاستخدام للموارد تسمح للطلاب لتطوير الحياة حول مدرستهم، وأقرانهم ، ومعلميهم.
٥. **المدارس في الجامعات:** التعاون بين برنامج مدارس STEM الثانوية والجامعات المحلية، وهذه البرامج تسمح للطلاب بالالتحاق في صفوف الجامعة والوصول إلى أعضاء هيئة التدريس بالجامعة. لأن الجامعات تقدم مجموعة واسعة من الدورات (على حد سواء في المحتوى والعمق).

سادساً : مدخل (STEM) (العلوم – التكنولوجيا – التصميم الهندسي – الرياضيات) كمنهج لمدارس المتفوقين والموهوبين :

يوضح ستيفاني (٢٠٠٨) Stephanie أن مدخل (STEM) من أهم الاتجاهات والمداخل العالمية في تصميم المناهج بعد أن أثبت فعاليته علي مدار ثلاثة عقود من تطبيقه في الولايات المتحدة الأمريكية ، والمملكة المتحدة ، وكوريا الجنوبية ، وجنوب إفريقيا ، وبعض الدول الأخرى . ويتكامل في بناء هذا المدخل فروع العلوم والرياضيات مع التكنولوجيا . ويعتمد علي التعلم من خلال تطبيق الأنشطة العملية التطبيقية، وأنشطة التكنولوجيا الرقمية والكمبيوترية، وأنشطة متمركزة حول الخبرة عن

طريق الاكتشاف والتحري، وأنشطة الخبرة اليدوية، وأنشطة التفكير العلمي، والمنطقي وإتخاذ القرار ويعتمد تصميم مناهج (STEM) علي التمركز حول الخبرة المفاهيمية المتكاملة والتمركز حول حل المشكلات والاستقصاء، والتطبيق المكثف للأنشطة العملية، والتمركز حول الخبرة المحددة والموجهة عن طريق الذات، والبحث التجريبي المعملي في ثنائيات وفروق، والتقويم الواقعي متعدد الأبعاد، والمستند علي الأداء والتركيز علي قدرات التفكير العلمي والإبداعي والناقد وهى تتكون مما يلى (Brown, 2011) :

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

سابعاً : متطلبات تطبيق مناهج (STEM) :

يشير Stephanie (2008) الي متطلبات تطبيق مناهج (STEM) ، وهي ثلاثة محاور رئيسة للغيير من المنهج التقليدي الي منهج متكامل الخبرات كما يلي (Sharkawy et al.,2009) :

- تغيير رؤية تدريس العلوم والرياضيات بأن يصبح ما يتم تدريسه من العلوم والرياضيات المعلمية مطابقا لواقع العلوم والرياضيات .
- تغيير طريقة تدريس العلوم والرياضيات في المدرسة بحيث يتحول الطلاب الي الانغماس في المعرفة العلمية والمهارات والعادات العقلية ليقوموا بفعل العلوم واستقصاء، وحل المشكلات الابداعية والتفكير العلمي .
- تغيير الرؤية وأهداف التعليم بحيث تسعي الي تحقيق فهم العلوم والرياضيات، وتطبيقاتهما التكنولوجية من قبل جميع أفراد الشعب وليس لفئة من الصفوة العلمية فقط.

قام مجموعة من الباحثين بتحديد معايير تدريس مدخل (STEM) بعد دراسة كل من : أهداف تدريس العلوم والرياضيلت والتكنولوجيا في المدرسة، ومناهج التكنولوجيا في عدة دول، والمداخل التي تتيح فرصة التداخل بين فروع العلم الالمختلفة، والتأثيرات المتبادلة بين العلوم والرياضيات والتكنولوجياوالتصميم الهندسي، وطبيعة المواد الدراسية وأثرها علي

تعلم الطلاب، وزيادة اشتراكهم في المنهج (Sharkawy et al.,2009).

ثامناً: تقييم الاحتياجات في التعليمSTEM :

مدرسين STEM المؤهلين هم العامل الحاسم الذي يؤثر على تعلم الطلاب، ويمكن أن يكون رصيدا كبيرا هام للبرنامج التعليمي. استنادا إلى الأدلة المبينة على دراسة المعلمين حول كيفية مساهمتهم في هذا النظام ، فهذا النظام يعتمد بشكل كامل عليهم على نحو فعال لتعزيز تحصيل الطلبة واقتراح جميع المدارس بأنها تتطلب المعلمين المؤهلين تأهيلا عاليا ، وجدت دراسة أخرى أجريت في ولاية كارولينا الشمالية مع طلاب المدارس الثانوية أيضا أنه كان هناك زيادة كبيرة في تحصيل الطلبة عندما كان يقوم بالتدريس لهم معلمين ذو خبرات ومصداقية عالية (Yang et al,2015,pp 55) .

وأشار Laine (2008)إلى أن المعلمين غالبا ما يترك وظيفته في المدارس منخفضة الأداء المعرضين للخطر بسبب نقص الاستعدادات للتدريس في البيئات الصعبة وفضلا عن عدم وجود دعم في تلك البيئات وتوظيف الصعوبات في العثور على المعلمين المؤهلين في المدارس ، وثمة حاجة يمكن الإشارة إليه على أنه هناك تناقض بين الحالة القائمة، والحالة المرجوة، ومخططي البرامج التعليمية يقومون بإجراء تقييم للاحتياجات على أنها محاولة لقياس الحاجات التي يتم معرفتها من خلال جمع البيانات الموثقة ويمكن جمع هذه البيانات من خلال القيام بعملية المسح، والمقابلات، ومجموعات التركيز ،ومجموعات العمل لتمويل البرامج الاتحادية والمتطلبات المحددة لإجراء تقييم للاحتياجات ، والغرض من CNA هو تحديد نقاط القوة في المدرسة والمجالات التي تحتاج إلى تحسين التعليم فيها ، وهذا سوف يساعد مخططي البرامج المدرسية لتحديد أولويات المناطق والتي في مجملها تؤثر على التحصيل العلمي للطلاب وتتوجه لتطوير خطة تحسين الحرم الجامعي (Yang et al,2015) .

تاسعاً : المعايير التى يجب توافرها عند تصميم منهج (STEM) :

وخلص الباحثون الي سبعة معايير يجب توافرها عند تصميم وحدات مناهج (STEM) كما يلي (Sharkawy et al. ,2009):

١. ضرورة احترام خصوصية كل موضوع والهدف من تدريسه.
٢. استخدام نفس العمليات والمحتوي بين الموضوعات المتداخله.
٣. وأن تعكس الوحدات رؤية بنائية للتعلم.
٤. تصميم مهمات ذات أهداف محددة ليشترك الطلاب في التعلم ولزيادة دافعيتهم .
٥. أن تسمح هذه الوحدات للطلاب باستخدام التعلم من الرياضيات والعلوم لتدعيم التعلم في التكنولوجيا وبقدر كافي لتحسين تعلم المواد الثلاثة.

٦. إدراك واستخدام التعلم من الرياضيات والعلوم لتحسين تعلم التكنولوجيا.
٧. يجب أن يقابل محتوي الوحدات متطلبات محددة ثابتة.

١-تطبيق مناهج(STEM)للتعلم المستمر مدي الحياة :

أوضح لوك Locke (2009) أن الولايات المتحدة الأمريكية تتبني رؤية تربوية لتدريس مناهج (STEM) في جميع المراحل الدراسية في الآونة الأخيرة .وتبدأ بتطبيق منهج (STEM) في المرحلة الأولي والابتدائية علي الطلاب بصورة عامة ، وذلك بتدريس أساسيات الرياضيات وقاعدة من العلوم والتكنولوجيا الهندسية . ويطبق المنهج أيضا في المرحلة المتوسطة عامة علي كافة الطلاب بتدريس الرياضيات مع دراسة مكثفة للتكنولوجيا عن طريق معامل التجريب والمحاكاة والتصنيع والفنون الصناعية والتصميم المعتمد علي الكمبيوتر (Computer – Aided Design (CAD) ، والتصنيع المعتمد علي الكمبيوتر (Computer – Aided Manufacturing (CAD) . أما في المدرسة الثانوية فيكون دراسة منهج (STEM)اختياري و يكون بتدريس الرياضيات والكيمياء والفيزياء ، ومسار متخصص لمنهج في العلوم والتكنولوجيا الهندسية كما يلي : يتم دراسة الرياضيات وعلوم البيولوجي وعلوم الأرض والفضاء ؛ والتصميم الهندسي والميكانيكية والمدنية والكهربية ح وتكنولوجيا (CAD)والتصنيع والتصميم الإنتاجي (Yang et al,2015,pp 55) .

أشارت دراسة Hausamann(2012) الي أهمية تقديم مناهج متكاملة تجمع بين العلوم والرياضيات والتطبيقات التكنولوجية للطلاب في جميع المراحل التعليمية ، وخاصة في المرحلة الثانوية ، وذلك لجذب الطلاب لتعلم المواد العلمية والتكنولوجية وتشجيع الطلاب علي اختيار مجال التكنولوجيا عند خروجهم لسوق العمل مستقبلا ، ويكون ذلك بتقديم أنماطمن مناهج الإثرائية تعتمد أساسا علي العمل المعملي التطبيقي من خلال مشاريع ، وذكرت دراسة Gall et al. (2003) and Mc Cawley (2009)المعرفة لتقييم الاحتياجات كنهج منظم لتحقيق المعرفة والفائدة أو موقف من مجموعة محددة تنطوي على موضوع معين. ويجري هذا التقييم من أجل السماح للجمهور المستهدف للتحقق من مستوى المعرفة والمهارة وكذلك آرائها. من خلال تحليل البيانات التي تم جمعها من تقييم الاحتياجات، والمحقق تكون قادرة على العثور على فجوة أو التناقض بين ما هو موجود وما هو مطلوب تقييم الاحتياجات هو نوع واحد من دراسة

للتقييم الموجهة للقرار ، وذكر Alkin (1969) أن التقييم الموجهة للقرار هو عملية تحديد أنواع القرارات التي يتعين القيام بها. ودراسة اتخاذ القرارات، مثل تقييم الاحتياجات، ويوفر معلومات حيوية لصناع القرار لتحديد بدائل القرار المناسب ، والتي بدورها تساعد في تخطيط البرامج ، وأشارت دراسة Stufflebeam (2001)أن الغرض الأساسي من الدراسات الموجهة للقرار هو توفير المعرفة ومساعدة مخططي البرامج لتطوير وتنفيذ وتقديم خدمات أو برامج فعالة من حيث التكلفة (Yang et al,2015,pp 56)

وعلاوة على ذلك، والدراسات الموجهة القرار تنطوي على مجموعة كاملة من أصحاب المصلحة لضمان معالجتها بشكل جيد في جميع احتياجات أصحاب المصلحة وتشجيع ودعم لهم للاستفادة الفعالة من النتائج (Yang et al,2015,pp 56)

٢-التربية الهندسية في مناهج (STEM)

يدعم دويرتي Daugherty (2009) دعوة الجمعية القومية للهندسة في الولايات المتحدة الأمريكية (The National Academy of Engineering Committee) الي تناول التربية الهندسية في مناهج التعليم . وذلك لأن هناك علاقة وثيقة بين تعليم التصميم الهندسي وكلا من الرياضيات والعلوم، ويستخدم التصميم الهندسي العلوم والرياضيات في وصف وتحليل البيانات، ووصف وبناء النماذج ضمن تطبيقاتها .كما أن الأبحاث والتطبيقات العملية في تناول التكنولوجيا والتصميم الهندسي، والتي يمكن إثراء الأنشطة التعليمية بها تحقق أهداف تحقق أهداف مرغوبة في التعليم المعاصر. وكذلك تحقق التكامل بين العلوم التي تتضمنها مناهج (STEM) من خلال تضمين التصميم الهندسي للعلوم والرياضيات . ويضمن ذلك تطوير العملية التعليمية من حيث الأبعاد التالية : تطوير معايير التعلم ، واستخدام تكنولوجيا تدريسية جديدة ، ودراسة المزيد من المداخل الفعالة في المناهج والطرق التدريسية ، وتطبيق مداخل تزيد من التفاعل والتكامل مع المجتمع (Erdogan & Stuessy,2015,pp 21)

حدد رولاد Roland et al.(2012) في دراسة هدفت الي تقويم مدي تضمين أو عدم تضمين عملية التصميم الهندسي في المعايير القومية لمناهج التعليم العام في الولايات المتحدة الأمريكية في خمسين ولاية، محتوي المعرفة والمهارات المتعلقة بالتصميم الهندسي في المعايير القومية لمناهج التعليم العام في جميع الولايات الامريكية علي المستوي المطبوع والإلكتروني . واظهرت النتائج أن معايير المناهج في واحد وأربعين ولاية أمريكية تضمنت عملية التصميم الهندسي في معايير العلوم والتكنولوجيا ، وتضمنت واحدة عملية التصميم الهندسي في مناهج الرياضيات،

وبعض الولايات تضمنت المعايير منفصلة (Yang et al,2015,pp 69).

كما أكد Locke(2009)علي أهمية المعرفة والمهارات الهندسية في بناء نموذج مناهج (STEM) في ضوء ما سماه النموذج الهندسي (Model for Streamlined, Cohesive, and Optimized K – 12 Engineering Curriculum) ، وذلك بالتركيز علي محتوي المعرفة الهندسية عن طريق تضمين المبادئ التحليلية والمهارات التنبؤية ، والتي تعتمد علي التمكن من مبادئ العلوم والرياضيات لجميع الصفوف الدراسية ويتم تطبيق النموذج بالتواصل في تدريس المعرفة والمهارات الهندسية من خلال منهج المرحلة الأولي والابتدائية ، ثم في المدرسة المتوسطة والعليا ، وحتي التعليم الجامعي (Erdogan & Stuessy,2015,pp 20).

قام كاميرون Cameron et all. (2009) بدراسة طرق تقويم التصميم الهندسي والتكنولوجي عند مجموعة من التربويين المتخصصين في التكنولوجيا في المدرسة الثانوية ،ومقارنة الاختلافات والتشابهات في طرق التقويم التي يستخدمونها ، وذلك طريق تطبيق استبيانات مسحية ومقابلات شخصية مع المعلمين . وقام الباحثون بتحديد أنماط التقويم ، وهي : تقويم الدليل ،وتقويم معايير التصميم، وتقويم التحقق من استراتيجيات التنفيذ، وتقويم تسجيل معلومات التصميم، وتقويم النموذج الرياضي، وتكوين نموذج للتصميم النهائي. وتم دراسة أكثر وأقل الطرق تطبيقا من قبل المعلمين في المدرسة الثانوية . وأظهرت النتائج تقارب استخدام طرق التقويم المختلفة ، ويري الباحثين أن هناك قصور في استخدام وتقويم النموذج الرياضي في التنبؤ بنتائج التصميم ، وإيجاد الحل النهائي للتصميم الذي يكونه الطلاب، والهدف الأساسي من جميع المدارس المتخصصة هو إعداد الطلاب للكلية وظائف في مجالات الهندسة والرياضيات، وخاصة هؤلاء الطلاب من السكان (Erdogan & Stuessy,2015,pp 20).

وفي دراسة أخرى، Means et al. (2013) مقارنة الطلبة الذين يحضرون إما مدارس STEMشاملة أو المدارس التقليدية على اهتمامهم في موضوعات STEM وشهادة الثانوية العامة. وأشارت النتائج كان الطلاب الذين يدرسون في مدارس STEM الشاملة أكثر اهتماما في المواضيع من الطلاب الذين يدرسون في مدارس تقليدية وبالإضافة إلى ذلك الطلاب الذين يدرسون في مدارس STEM شاملة أظهروا المزيد من الثقة حول كسب المدارس الثانوية والشهادات الجامعية من الطلاب الذين يدرسون في مدارس التقليدية، وكشفت النتائج الأخرى في هذه الدراسة من طلاب المدارس STEM شاملة المسجلين في الدورات التحضيرية المزيد من الكليات ضمن تخصصاتSTEM ، وأظهرت مزيدا من الاهتمام في مدرسة الدراسات العليا، وكانت

أكثر عرضة للالتحاق كما تخصصات STEM في الكلية (Erdogan & Stuessy,2015,pp 20) .

مـــــدارسT-STEM

حاليا، المدارس الثانوية في ولاية تكساس تخدم أكثر من مليون طالب والتي تصنف ٨٠٪ على الأقل من أصل اسباني أو الأبيض وتركز هذه الدراسة على مبادرة STEMشاملة في ولاية تكساس، والذي يؤكد على أن تجمعات STEM الطلابية ممثلة تمثيلا ناقصا من الناحية التاريخية. تؤكد هذه المدارس أيضا استعداد الكلية لتشغيل الطلاب وإعدادهم للعمل في وظائف في مهن الهندسة والرياضيات ، تم تصميم المدارس T-STEM وتنفيذها باستخدام مخطط تفصيلي، والتي تتطلب الآتي (Erdogan & Stuessy,2015,pp 19):

(أ) المشاركة كليةً في منهج التحضيري.

(ب) تطوير الممارسات العالم الحقيقي المتصلة بالموضوع.

(ج) التعلم في نظام الدعم الأكاديمي القوي.

(د) إتقان مجموعة واسعة من نظم STEM الدراسية.

ويتمثل الهدف الرئيسي في بيان المهمة لهذه المدارس هو إعداد الطلاب للكلية للعمل في مجالات الهندسة والرياضيات، وفي هذه الاستراتيجيات، يكون لدى الطلاب فرصة للتعاون وتطبيق ما قمنا بتصميمه في بيئات العالم الحقيقي، ولكي تصل هذه الاستراتيجيات التعليمية إلى أهدافها، من المتوقع أن تتضمن الممارسات محتوى تكاملي للإجراءات القائمة على بحوث الهندسة والرياضيات ، ومع ذلك، هذا التوقع يأتي بعدد من العيوب (Erdogan & Stuessy, 2015,pp 19) هي :

أولا، لا يمكن لمعلم واحد أن يعرف كل شيء. على سبيل المثال، لا يمكن لمدرس يعرف تعليم المحتوى العلمي أن يتماشى جنبا إلى جنب مع التكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات ذات الصلة في آن واحد . أيضا، من المتوقع أن إدارة هذه العملية من دون تضليل الطلاب لاستراتيجيات التدريس القائمة على الإصلاح قد خلق فوضوية كبيرة للمعلمين.، وأخيرا، من المتوقع استخدام نموذج مدمج من التقييم التكويني والختامي لاتخاذ قرارات تعليمية دقيقة في معالجة الثغرات في تعلم المعلمين (Erdogan & Stuessy,2015,pp 19

واستراتيجيات التدريس القائمة على الإصلاح تتضمن تطبيقات متعددة من نظام STEM التعليم .T-STEM واحد من التطبيقات المعروفة باسم "النشاط الروبوتات. الروبوتات هي أدوات عظيمة تستخدم لتنظيم تعليمات متعددة التخصصات لأنها تمثل التكنولوجيا والهندسة في شكل مادي واحد وتتطلب المعرفة الرياضية في مستويات مختلفة. وبالإضافة إلى ذلك، الروبوتات يمكن استخدامها لتشغيل التجارب العلمية، وبالتالي انجاز الجزء الأخير من التعليم STEM وهياكل عملاقة مثل الجسور

والأبراج تتطلب الفيزياء والمعرفة الرياضية على مختلف المستويات إلى جانب المهارات الهندسية ، والتكنولوجيا في هذه التعليمات لديها دور ثانوي ولكن لا يزال حاسما للبحث عن تقنيات البناء المختلفة (Erdogan & Stuessy,2015,pp 19).

٣-نموذج علوم الكمبيوتر CS في مناهج (STEM)

تعتمد مناهج (STEM) علي منظومة من علوم الكمبيوتر اعتمادا أساسيا ، ولابد من تدريس علوم الكمبيوتر جنبا الي جنب لتدريس العلوم والرياضيات عند تطبيق مناهج(STEM)، وقدم هيلدمان Heldman (2010) نموذجا في منهج علوم الكمبيوتر لجميع المستويات الدراسية كما يلي (Miles et al,2015,pp 64)::

- مدخل في علوم الكمبيوتر: يتم تدريسه في المرحلة الابتدائية، وذلك بتقديم المفاهيم المدخلية في علوم الكمبيوتر بصورة متكاملة مع المهارات الأساسية في التكنولوجيا مع أفكار بسيطة من التفكير الحسابي، وذلك عن طريق إضافية موديولات تعليمية لمنهج الرياضيات او العلوم او الدراسات الاجتماعية، أو تقديمها في منهج متخصص .
- علوم الكمبيوتر في العصر الحديث : يتم تدريسه في المرحلة المتوسطة ، وفيه يكتسب الطلاب قاعدة واضحه من فهم مبادئ وطرق وتطبيقات علوم الكمبيوتر في العصر الحديث ، ويركز هذا المنهج علي المفاهيم المدخلية التي تندرج تحت علوم الكمبيوتر ، والمعارف والمهارات التي يجب أن يكتسبها الطلاب ، ويمكن تدريسه في عام واحد لهؤلاء الطلاب في هذه المرحلة .
- علوم الكمبيوتر كتحليل وتصميم : يتم تدريسه في بداية المرحلة الثانوية كمادة اختيارية في منهج لعام واحد ، ويمكن دمجه في المناهج الاختيارية في فروع العلوم والرياضيات . ويساعد هذا المنهج الطلاب ذوو الميول، والذين يختارون مجال علوم الكمبيوتر للعمل والاحتراف مستقبلا. ويركز المنهج علي دراسة الأبعاد العلمية والهندسية في علوم الكمبيوتر، والمبادئ الرياضية وحل المشكلات الحسابية، والبرمجة وتصميم البرامج والشبكات، والأثر الاجتماعي للكمبيوتر .
- موضوعات في علوم الكمبيوتر : يتم تقديمها للطلاب في نهاية المرحلة الثانوية ، وفيه تقدم مواد اختيارية متعمقة في أحد فروع علوم الكمبيوتر علي سبيل المثال : التعمق في دراسة البرمجة الحاسوبية ، ويتم تدريسها عن طريق الاعتماد علي تصميم المشروعات في صورة تصميم وسائط متعددة . وتقدم كمنهج تجاري

يؤدي الي مهنة محترفة في علوم الكمبيوتر.

اهتمت دراسة Williams (2011) بقياس فعالية استخدام المصادر التعليمية المعتمدة علي المعلومات الإلكترونية من خلال الإنترنت في جميع معلومات أثناء تنفيذ عملية التصميم الهندسي في المدرسة الثانوية العليا . واهتم الباحث بمعرفة نوعية وكم المعلومات المتحصلة في كلا الطريقتين وزمن الحصول عليها . وطبق البحث علي اثني عشر طالبا في إحدي المدارس الثانوية العليا الأمريكية ، وتطلب من الطلاب إجراء مهمة جمع المعلومات المتعلقة بعملية تصميم هندسي عن تصميم ملعب أطفال في مجموعتين تستخدم كل مجموعة نوع من المصادر. وسجل الباحث النتائج باستخدام الفيديو والمقابلة الشخصية ، ومراجعة قائمة المصادر المسجلة علي تصميمات الطلاب . وأظهرت النتائج أن الطلاب حققوا (٧,٥) نوع من المعلومات بواسطة المصادر الورقية ، و (١٢,٣) نوع من المعلومات باستخدام مصادر الإنترنت ، وبالنسبة للزمن فقد استخدم الطلاب (٣٨,٨%) من الوقت في المصادر الورقية ، و(٧٤%) من الوقت في مصادر الإنترنت (V. Ernst & Glennie,2015,pp 38)..

وذكر تقرير للكونجرس Kuenz (2008) أن المخاوف تتزايد في الولايات المتحدة أن الغالبية العظمى من طلاب المدارس الثانوية تفشل في تحقيق الرياضيات وإتقان العلوم نظرا للمعلمين الذين يفتقرون إلى المعرفة الكافية من هذه المواضيع. أكد Perda (2009)أن القلق من نقص معلمي الرياضيات والعلوم قد بلغ ذرى جديدة ، ومختلف التقارير رفيعة المستوى من المنظمات الوطنية ربطت بشكل مباشر على جودة الأداء الأكاديمي للطلاب والرياضيات ونقص معلمي العلوم، وبدوره، إلى المستقبل رفاهية الاقتصاد الامريكية وأمن الأمة. لذلك، برز عجز المدارس للموظفين بشكل كاف الفصول الدراسية مع المعلمين المؤهلين كمشكلة التعليمية الكبرى، وكانت محور العديد من الإصلاحات التعليمية والمبادرات السياسية ، النقص في الرياضيات في المدراس الثانوية ومعلمي العلوم ومشكلة وطنية للاحتفاظ بالمعلمين المؤهلين قبل ان نصل الى حالة حرجة ، ووفقا لوزارة الخارجية الأمريكية من وثيقة التعليم "مناطق نقص المعلم قائمة على الصعيد الوطني ١٩٩٠-١٩٩١ من خلال ٢٠١١-٢٠١٢،" لقد كان هناك طلب لمادة الرياضيات المعتمدة، والعلوم، والمعلمين لتطبيق التكنولوجيا في تكساس منذ عام ١٩٩٣، وبالإضافة إلى ذلك، فإن نسبة الطلاب الذين التقت الدولة الموحدة "في الرياضيات والعلوم في هذه المنطقة هي أقل بكثير من متوسط الدولة على أساس تقييم

تكساس من المعرفة والمهارات (TAKS]: اختبار موحد المستخدمة في تكساس لتقييم الطلاب المعرفة والإنجاز على كل مستوى الصف) التقييمات ، بالمقارنة مع غيرها من المواضيع مثل القراءة، اللغة الإنجليزية الفنون، والدراسات الاجتماعية، والرياضيات والمناطق الخاضعة العلوم بحاجة إلى تعزيز لتوفير المزيد من التعليم الجيد وتحسين الأداء الأكاديمي للطلاب (Yang et al,2015,pp 56) .

واحد من مجالات STEM هي علوم الحاسوب. في عام ٢٠٠٧، أجرى نقابة العلوم لمعلمين الحاسوب (CSTA) الاستبيان لجمع المعلومات عن متطلبات إصدار الشهادات الحالية ل K-12 المعلمين في علوم الحاسب الآلي. وترى الجمعية أن معالجة بعض القضايا في شهادة التعليم هو شرط أساسي لضمان أن K-12 طالبا على استعداد لممارسة مهنة في مجال علوم الحاسب الآلي ، وتشير النتائج إلى أن العديد من المعلمين علوم الكمبيوتر ليست مستعدة بشكل مناسب لتدريس هذا الموضوع في K-12 مدرسة ومتطلبات شهادة لا يجوز تقييد بما فيه الكفاية في العديد من الدول (Yang et al,2015,pp 56).

٤-مناهج (STEM) والتربية من أجل التنمية المستدامة ESD

استعرض بيت (2009Pitt) علاقة مناهج (STEM) بتحقيق التربية من أجل التنمية المستدامة (Education for Sustainable Development)في المجتمع . ووضح أنه يمكن للمعلم من خلال مناهج (STEM) تخطيط التدريس الذي يحقق التنمية المستدامة. وتسعي هذه المناهج الي كسر الحواجز بين المواد الدراسية ، وتحقيق القيمة مع الفعل في التعلم بطريقة إبداعية فإنه من خلال مدخل (STEM) ، يمكن أن يقدم المعلم أنشطة تعتمد علي حل المشكلات البيئية مثل : الموضوعات المتعلقة بموضوع الطاقة، وتصميم أجهزة لتحويل الطاقة من الشمس والرياح، وموضوع التغيير المناخي، والمخلفات البيئية . كما يمكن فهم وتعريف الأسباب المؤدية لهذه المشكلات، وإيجاد التصميم الذكي لها و اتخاذ القرار تجاهها (V. Ernst & Glennie,2015,pp 40).

ويمكن تناول موضوعات التنمية المستدامة الملحة من خلال حث الطلاب علي التفكير في المشكلات الحياتية الواقعية ، وتحسين مهارات الاتصال والعمل في فريق ، وتنمية مهارات التفكير العليا ، وذلك بحيث يسعي المعلم الي تحقيق التكامل بين العلوم ، والتصميم الهندسي ، والتكنولوجيا في تدريسه . (Williams Jr et al,2015,pp 41)

مع التركيز الوطني المتزايد على العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM)

تعليمات للطلاب ذوي الإعاقة، فإنه يبدو من المنطقي أن أداءهم سيكون فى تحسن بشكل كبير، الدورات الدراسية المتقدمة في المدرسة الثانوية هو خيار شعبي متزايد لطلاب المدارس الثانوية، مع انخفاض التمويل لبرامج مخصصة للطلاب الموهوبين والعديد من الأنظمة المدرسية تختار لزيادة الفرص للطلاب لاتخاذ المقررات الدراسية المتقدمة. ثلاث نتائج رئيسية هي إيجابية للطلاب "اتخاذ المتقدمة STEMالدراسية في المدرسة الثانوية (M. Sadler et al, 2014,pp 1):

- الحصول على السبق في دراستهم الجامعية مع إمكانية تقليل الوقت اللازم لدرجة .
- جعل التعلم في دورات الكلية STEM أسهل، نظرا لأساس أقوى أو تسهيل عملية الانتقال إلى عمل الكلية من المدرسة الثانوية.
- وزيادة اهتمام الطلاب وإصرارهم على مهن STEM.

وعلى الصعيد الدولي، العديد من البلدان تستثمر في البرامج التعليمية في مجالات المحتوى STEM على المنافسة في السوق العالمية، وزيادة عدد الشباب في المهن(S. Barker et al, 2014,pp 40)

وبالإضافة إلى ذلك، والطلاب من اليوم الذي سوف يكون من خريجي STEM المحتملين الغد وزيادة تفضيلات لاستخدام التكنولوجيا، لدينا توقعات واضحة للتعلم النشط والمشاركة، وتكون أقل صبرا مع الاستراتيجيات القائمة على محاضرة تعليمية مشتركة عن تعليمات المدرسة (S. Barker et al, 2014,pp 40).

٥-مناهج (STEM) وتنمية التفكير الفراغي Spatial Thinking

من أهداف تدريس منهج (STEM)اكتساب الطلاب أنماط من التفكير، ومن أهمها التفكير الفراغي (Spatial thinking)، وعرفت Newcombe(2010)التفكير الفراغي علي انه : الاهتمام بموقع تواجد الأجسام وشكلها ، والعلاقة بين بعضها البعض ، والمسارات التي تسلكها عندما تتحرك . ويتكون التفكير الفراغي من عدة أبعاد تسعي مناهج (STEM) علي تنميتها لدي الطلاب وتشارك معها بصورة تامة ، وهي كالتالي : التخيل الفراغي ثلاثي الأبعاد (Three- dimensional spatial visualization)، والتخيل الفراغي ثنائي الأبعاد(Two-dimensional spatial visualization) ،والتفكير الميكانيكي (Mechanical reasoning) ، والتفكير المجرد (Abstract reasoning) ، هناك لغة مقصودة ومصطلحات يجب أن يستخدمها المعلمون لتعزيز التفكير الفراغي لدي المعلمين ، وعليهم أن يفهموا ما التفكير الفراغي ، وكيف يطبقوا أنشطة تؤدي الي تنميته لدي الطلاب في فصولهم . ويعمل المعلمون علي تضمين أنشطة التفكير الفراغي من خلال دراسة العلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسي والرياضيات، عن طريق الاهتمام بأنشطة القياس الإبداعي ،

ومهارات قراءة الخرائط، وأنشطة المقارنة والاختلافات بين الأجسام، وأنشطة الرسم، والتمثيل الشكلي للأجسام، والتصوير، وأنشطة تكوين الأجسام والأشكال، يعتبر التعليم STEM وسيلة لمساعدة الأفراد على وضع استراتيجيات مختلفة من أجل حل مشاكل متعددة التخصصات واكتساب المهارات والمعرفة من أجل الحفاظ على الريادة العلمية والنمو الاقتصادي في الولايات المتحدة (Sahin et al, 2014,pp 311) .

بدأت الحكومة الأميركية برنامجا، الذي هو هدف إلى تشجيع مشاركة الطلاب في الأنشطة ذات الصلة "التعليم للإبداع" (Sahin et al, 2014,pp 311) .

٦-المشروعات التربوية التي تبنت منهج (STEM) (Williams Jr et al,2015,pp 55):

استعرض Daugherty, Reese, and Merrill (2010) مجموعة من المشروعات التي تتبني مدخل (STEM) في المرحلة الثانوية كالتالي :

- **مشروع هندسية المستقبل:** العلوم والتكنولوجيا وعملية التصميم Engineering the Future: Science, technology, and the Design Process (EtF): صمم هذا المشروع من قبل (The National Center for Technological Literacy (NCTL)) بولاية بوسطن الأمريكية . وفيه يدرس طلاب الصف الأول الثانوي لمدة عاما كاملا بنظام محاضرات قصيرة، وأنشطة الخبرة باليد في ورش عمل . وتم رفع المشروع علي الإنترنت لمساعدة المعلمين علي تقديم المنهج والتدريب عليه ونشره قوميا . ويبني هذا المشروع طريقة (E5) : الدمج (engage)والاكتشاف (explore)والتفسير (explain) والتفصيل (elaborate)والتقويم (evaluate) .

التركز على المدارس STEM ساعد في تحقيق ذلك ليس فقط الطلاب الذين يلتحقون في المدارس الثانوية ولكن أن خريجي المدارس الثانوية STEM على المضي قدما لإكمال درجة الكلية بمعدل أكثر من ضعف المعدل الوطني (Judson,2014,pp 257).

بعد هذه الدراسات البحثية، التي تدرس الملف الشخصي لطلاب مدارس STEM قبل وبعد دخولهم المدرسةSTEM، يثير مزيدا من الأسئلة حول التأثير الفعلي للمدرسة .STEM. وهذا هو، قد تنشأ المدارس ببساطة أن تكون استقطاب الطلاب مع التحيز لموهبة العلوم والرياضيات الذين لولاها لا يزال يتم التخلص منها في التخصص في مجال الهندسة والرياضيات في الكلية؟ (Judson,2014,pp 257).

وبالنظر إلى نمو المدارس STEM على جميع المستويات والتركيز الحالي على تصميم المدارس STEM الابتدائية فمن المنطقي لتقييم ما إذا المدارس التي تركز على STEM

الابتدائية يمارسون لها تأثير على التحصيل العلمي للطلاب. (Judson,2014,pp 257).

وهناك حاجة إلى مزيد من الأبحاث لتحديد العناصر اللازمة لPDعالية الجودة التي تشجع الاستكشاف في مهن الهندسة والرياضيات، ولا يتم إعداد عدد هائل من مدرسي العلوم والرياضيات لتعليم STEMوسوف يتم معالجة هذه المشكلة عن طريق إعداد أكثر من دفعة لمعرفة المحتوى في مجالات محددة ، وعلاوة على ذلك، PDلا ينبغي إلا إلى المزيد من الخبرة للمعلم في معرفة المحتوى، ولكن أيضا نمو وإتقان استراتيجيات التدريس تعكس أفضل الأبحاث والممارسات التعليمية التي تركز على PDالجودة لتعزيز مهن الهندسة والرياضيات ، وبالتالي، فمن الضروري أن التجارب PD تشمل معرفة المحتوى بالتزامن مع النظرية والممارسة بين المهنيين، وبهذه الطريقة، يمكن PD تحسين تلبية احتياجات المعلمين ومجتمع الأعمالللتلبية الحاجة لهذا النوع منPD ، برنامج تكنولوجيا الرياضيات أدرجت على حل المشكلات التعليم (PBL)كنهج لجعل المعلمين على بينة من الفرص STEM للطلاب، PBL تتيح للمعلمين إشراك الطلاب في التحقيقات المتعلقة بالعلوم والهندسة التكنولوجيا والرياضيات ويتم تنظيم للتغلب على مشكلة من واقع الحياة. PBL يعزز بيئات التعلم المتمحورة حول الطالب تعليمات ومجموعة صغيرة، مع المدرسين توفير التوجيه(Miles et al,2015,pp 1).

- **مشروع قيادة الطريق Project Lead the Way (PLTW)** : هو برنامج تدريسي تم تصميمه لمساندة تأهيل الطلاب في المرحلة الثانوية لدراسة التصميم الهندسي ، وبرامج التكنولوجيا الهندسية . ويتم إدماج الطلاب الذين يدرسون منهج "مدخل الي التكنولوجيا" في المرحلة المتوسطة، والطلاب الذين يدرسون منهج "المسار الي التصميم الهندسي" في تدريبات المشروع لمدة أسبوعين بواقع ثمانين ساعة تدريبية. ويتكون هذا البرنامج من عدة عناصر، وهي : التقويم الذاتي، والتدريب المبدئي ، والتدريب المركزي في معاهد تدريب متخصصة صيفية ، والتدريب المستمر . ويتم اختيار المعلمين لهذا البرنامج من المعلمين الذين يجتازون اختبار مهارات في المواد التالية : العلوم ، والرياضيات، وعلوم الكمبيوتر. ويشرف علي المشروع المعلمون الخبراء الذين يدعمونالمدي والتتابع لهذا البرنامج بصورة قومية ، وأساتذة الجامعات الذين يتولون تدريب المعلمين (Williams Jr et al,2015,pp 66).
- **مشروع الرياضيات خلال مناهج المدرسة المتوسطة Mathematics across the Middle School Curriculum Project**

(MSTP): تتبني مؤسسة العلوم القومية National Science Foundation (NSF)هذا المشروع في المدرسة المتوسطة . ويركز المشروع علي إدماج الرياضيات في التربية التكنولوجية من خلال تضمين مشكلات التصميم الهندسي . ويهتم المشروع ، ومقابلة المعلمين مهنيا في هذا المجال من خلال : تدريب المدربين علي هذا المشروع ، ومقابلة المعلمين ، وعقد ورشتين للأعمال التالية : تطبيق أمثلة من الدروس في الورشة الأولي ، ثم تطبيق مجموعة من الدروس عمليا ، ثم مناقشة نتائج أنشطة الطلابفي الورشة الثانية . (Mathematics –infused design) (Williams Jr et al,2015,pp 72).

- **مشروع الحدود المتناهة The Infinity Project:** هذا المشروع تعاون مشترك بين جامعة Southern Methodist University (SMU) ، وشركة تكساس للأجهزة (Texas Instruments). ويطبق المشروع منهج بعنوان : (Engineering Our Digital Future) لمدة عام لطلاب المرحلة الثانوية العليا . وتم تصميم المواد التعليمية للمنهج متضمنه أدوات معملية وأجهزة ، وكتيبات وأدلة معلم ، وبرامج كمبيوترية . ويتم تدريب المعلمين بالجامعة علي تدريس هذا النوع من المنهج مع التركيز علي المهاراتالمعلمية ، واستخدام الأجهزة والبرامج(Judson,2014,pp 220).
- **مشروع الإلهام الابتكاري Project INSPIRES:** يمول هذا المشروع NationalScience Foundation (NSF)بهدف زيادة لإقبال الطلاب علي دراسة العلوم والتصميم الهندسي ، وإعدادهم للعمل في مجال التكنولوجيا والتصميم الهندسي . ويتم -موديولات عن موضوعات متخصصة في التصميم الهندسي والمتصلة بالمجالات العلمية مثل : تصميم حلول لمشكلة نظام الطاقة المتجددة . (Daugherty,2009) .

اهتمت دراسة ويرنر ، وآخرون Werner et al.(2011)بتحديد تصورات الآباء الحالية للطلاب المسجلين في دورات مشروع (PLTW) في أحدي المدارس الثانوية في ولاية إنديانا . وأظهرت النتائج أن تصورات الآباء تسهم في إكمال نجاح البرنامج ومساندة فهم الأبناء لجميع فئاته . وذلك وفقا لتقرير الأكاديمية الوطنية الأمريكية عن أهمية دور المدارس العامة في محو الأمية التكنولوجية ، وتحقيق المهارات الهندسية للطلاب ، وإعداد القوة العاملة الماهرة في : القراءة والكتابة ، وفي العلوم ، والتكنولوجيا والتصميم الهندسي ، والرياضيات من أجل تحقيق مستقبل اقتصادي أكثر لإشراقا . ويشير التقرير الي أن مشروع (PLTW) (Project Lead The Way)يعبر عن

طريقة المنهج النموذجي لتلبية الاحتياجات التكنولوجية والهندسية للقوي العاملة في البلاد(Judson,2014,pp 190)...

أجري كيلي ، وآخرون (2010) et al Kelleyدراسة لمقارنة كلا من مشروعي (Project Lead the Way (PLTW والمشروعات الهندسية في خدمة المجتمع Engineering Projects in Community (Service)(EPICS)في تصميم المناهج الدراسية . واهتم الباحثون بجمع مواد المناهج الدراسية . واهتم الباحثون بجمع مواد المناهج الدراسية بما في ذلك النشرات وخطط الدروس ، وأدلة وملفات العروض التقديمية ، ومواصفات التصميم ، وبيانات المشكلة وأدلة الدعم . وأجري الباحثون ملاحظات في الفصول الدراسية لجمع المؤشرات النوعية لتكنولوجيا التصميم الهندسي، وجمع بيانات عن طبيعة الطلاب وأسئلتهم ، وكيفية تعرف الطلاب المشكلة، وكيفية إجراء التصميم .واستخدم الباحثين البيانات المستمدة من نتائج بروتوكول تحديد الاستراتيجيات المعرفية المشتركة لتحديد مستوي الطلاب . وأشارت النتائج الي تمكن الطلاب في مشروع (PLTW) من تحديد المشكلة، وان كلا المشروعين يسهمان في تنمية قدرات التصميم الهندسي (Judson,2014,pp 100)..

تشير الدراسات السابقة الي أهمية عدة محاور تعمل سويا لتحقيق أهداف مدخل (STEM) وهي كما يلي: تكامل تدريس العلوم والرياضيات والتكنولوجيا ؛ والتركيز علي عملية التصميم الهندسي وتقويمه ، وتعزيز التفكير العلمي ، والتفكير المنطقي مع تنمية المهارات الرياضية والهندسية ؛ ومحو الأمية التكنولوجية ، وتحديد معايير مدخل (STEM) وأهدافه بدقة ، وتطبيق المشروعات التربوية المرتبطة بمناهج (STEM) في المدرسة المتوسطة والعليا وربطها بسوق العمل (Miles et al,2015,pp 8).

ثانيا : تصميم المناهج في ضوء مدخل (STEM) (Erdogan & Stuessy,2015,pp 35):

يعتمد تصميم مناهج (STEM) علي المدخل البيني ، وتستخدم التصميمات المتمركزة حول المتعلم، والتصميمات المتمركزة حول المشكلات، ويتم فيها تحديد المشكلات الواقعية التي يهدف المنهج لطرحها للحل من خلال موضوع كبير يضم فروع العلوم المختلفة من : العلوم، والتكنولوجيا، والتصميم الهندسي، والرياضيات، والذي ينظم حوله المحتوي المتكامل بما يتضمنه من مفاهيم وتطبيقات العلوم الطبيعية والتكنولوجيا، مع إبراز دور عملية التصميم الهندسي في حل المشكلات وتصميم حلول تكنولوجية باستخدام مهارات عديدة تتصل بالعمليات العلمية، والعمليات الرياضية والإحصائية ، وعمليات التفكير،

والاستقصاء وحل المشكلات، ويعتمد علي مصادر متعددة باستخدام قواعد البايانات الإلكترونية وبرامج الكمبيوتر، والتقنيات الرقمية الحديثة في التعلم كما يسمح بتعلم البرمجة الحاسوبية ضمن منهج علوم الكمبيوتر .

من تصميمات المناهج الرئيسية التي يمكن تصميم مناهج (STEM) في ضوئها ما يلي (Erdogan & Stuessy,2015,pp 60) :

أ – المنهج المتمركز حول المتعلم Learner-Centered Design

١-التصميم المتمركز حول الطفل Child-centered Design

يركز المنهج علي أبعاد محددة في المتعلم وحياته وبيئته المحلية ، ويقوم علي حاجات المتعلم وميوله ، حيث يصبح المتعلم متفاعلا مع معلميه ومشاركا مع بيئته ويتعلم بالفعل .

٢-التصميم المتمركز حول الخبرة Experience- centered Design

ينطلق المنهجمن خبرات المتعلم ، بحيث تترك بيئة المدرسة حرة ومفتوحة ، وتتيح للمتعلم فرصة الاختيار من بين مجموعة متنوعة من الأنشطة ، ويسمح للمتعلم بتقوية وتشكيل تعلمه من خلال عدة خبرات مختلفة ، والتي يقدمها المعلم.

٣- التصميم الإنساني Humanistic Design

يعتبر O' Neill and McMahon (2005) أن تطوير النفس في هذا التصميم يكون بتحقيق أقصي أهداف التعلم ، والتركيز علي الشخص بصفة كلية ، والتكامل في التفكير ، والاحساس والعمل . ويعتبر أنه من الواجب أن يترابط كلا من الجانب المعرفي والوجداني والمهاري ، ويتم تمثيلهم في المنهج ، كما يبرز بشدة التطور الايجابي لمفهوم الذات ، والمهارات الشخصية (Miles et al,2015,pp 16).

ب – المنهج المتمركز حول المشكلات Problem- Centered Curriculum

تنظم الموضوعات في هذا المنهج حول مشكلة ما واقعية أوفرضية تحتاج الي حل ، وهذا المنهج يتيح للطالب الانغماس بواقعية في التعلم لأن لديه هدف واضح يسعي لتحقيقه من خلال حل المشكلة . ومن أنواع المشكلات التي يتقصاها المتعلم ما يلي: مواقف حياتية ، ومشكلات يومية ، ومشكلات تدور حول الحياة في المدرسة ، ومشكلات مختارة من قضايا البيئة المحلية ، ومشكلات فلسفية أو قيمية(O'Neill, 2010) .

ويتضمن المنهج المتمركز حول المشكلات عدة تصميمات كما يلي:

١-تصميم المواقف الحياتية Life-Situation design

نستخدم في هذا التصميم خبرات الطالب السابقة والحاضرة كوسيلة لتحليل القواعد الأساسية للمعيشة . ويعتبر اختيار مشكلة ما من واقع المجتمع وما يشغل فكر الطالب هي

نقطة البداية ، بحيث يتم الترابط بين المواد الدراسية والمواقف الواقعية وثيقة الصلة بموضوع المنهج . ويتضمن المواقف الحياتيه تصميمان فرعيان ، وهما كما يلي :

أ- تصميم العمليات الحياتية Process-Oriented Curriculum design

يقع التعليم في هذا التصميم في المدرسة بين الطالب والعمليات الحياتية ، ويتصل المتعلم بالعمليات الحياتية خلال مسار التعليم والمدرسة بتحقيق الفهم والتواصل ، وفهم الذات والآخرين ، والتخطيط ، وإتخاذ القرار والوصول الي المعرفة ، والإبداع ، وتحقيق القيمة.

ب- تصميم العمليات الاجتماعية والوظائف الحياتية Social Processes and Life Functions Curriculum Design

يسعي هذا التصميم لتنمية المجتمع من خلال المشاركة الكاملة في أنشطة الحياة الواقعية ، ويكون التعليم أحد مسارات الربط بين العمليات الاجتماعية ، والوظائف الحياتية ، وتحقيق التنمية الشاملة للمجتمع .(Edens, 2000)

٢-التصميم الجوهري Core Design

يتم التركيز في هذا التصميم علي مشكلات التعليم العام ، والمشكلات التي تعتمد علي أنشطة الإنسان المشتركة . ويركز هذا التصميم علي الحاجات المشتركة للطلاب ومشكلاتهم وما يشغلهم من مسائل . ويتضمن التصميم مجموعات من الطلاب يقوموا بأنشطة الاكتشاف والفهم والمشاركة بمسئولية من خلال موضوعات عامة مشتركة تهم جميع المتعلمين .(O'Neill, 2010)

المناهج الدراسية الحالية والاستراتيجيات التدريسية وممارسات STEM المدارس الثانوية :

بعض الطلاب قد يختار لحضور المدرسة الثانوية STEM بسبب تركيز البرنامج وأشار However, C. Scott (2012) إلى الحاجة إلى معرفة ما هي أنواع المناهج المستخدمة في المدارس الثانوية STEM وكيف يتم تنفيذ هذه المناهج. انخفاض تجانس السكان من اهتمامات الطلاب ومستويات الاستعداد في المدارس الثانوية STEMقد تسمح للمعلمين لتوفير خيارات المناهج الدراسية التي هي أكثر تقدما ومتعمقة (Bruce-Davis et al,2014,pp 275).

حل المشاكل في العالم الحقيقي

دراسات ومراجعات سابقة كشفت أن STEM المدارس الثانوية توفر للطلاب مع خيارات المناهج الدراسية الصعبة مثل دورات المستوى المتقدم، والإثراء، ودورات على مستوى الكلية والفرص البحثية المتخصصة (Bruce-Davis et al,2014,pp 278).

وأكد Tomlinson and Jarvis (2009) أنه يمكن لمعظم الطلاب الاستفادة من منهج صارم تعكس أصلي طبيعة الانضباط وأنها مصممة للتدريس، يشارك الطلاب في التفكير المعقد وممثل عمل ما خبير في مجال ستفعل،

ويساعدهم تنظيم وفهم الأسس الأساسية للموضوع والانضباط (Bruce-Davis et al,2014,pp 278) .

تحدى الطلاب من خلال الأسئلة

كانت استراتيجية أخرى تعليمية ذات الاهتمام باستخدام المعلمين للاستجواب ويعتبر استخدام المعلمين للاستجواب ممارسة تعليمية أساسية لتعزيز مهارات التفكير التحليلية والإبداعية لدى الطلاب في سياق الفصول الدراسية (Bruce-Davis et al,2014,pp 278).

الدعم الأكاديمي والعاطفي

ما وراء تقدم أعضاء المحتوى، وأعضاء هيئة التدريس والموظفين في المدارس الثانوية STEMأيضا يمكن تطوير أنظمة دعم الأكاديمي والوجداني للطلاب ، وعلى سبيل المثال، أوضح Jones (2009)أن الرياضيات والعلوم بالمدارس الداخلية المتخصصة اعترفت هذه الحاجة، وقدمت للطلاب مع المستشارين الشخصية والأكاديمية، مشيرا إلى مهنة المرشدين بمهارات الدراسة وإدارة الوقت، والشروع في الاتصال، إذا لزم الأمر، لمساعدة ذوي الأداء العالي الذين ليسوا معتادين على طلب المساعدة ، في حين أن الطلاب الذين يدرسون في مدارس STEM قد يعبر عن مصلحة في مجالات الهندسة والرياضيات، فإنها قد تحتاج إلى دعم إضافي للتنقل في بيئات التعلم الصعبة المتمثلة في المدارس الثانوية STEM المتقدمة (Bruce-Davis et al,2014,pp 278).

ويعرض التركيز على إمكانات المدارس المتخصصة لتعزيز القوى العاملة العلمية إلى جانب محدودية المعلومات المتاحة عن ممارساتها تحديا لكل من الباحثين وصانعي السياسات. دون تحليل وتركيب مجموعة واسعة من المميزات المدرسية والممارسات التي تستخدمها المدارس STEM، فإنه ليس من الممكن تحديد ما هي الآليات قد يدفع الزيادة المطلوبة في القوى العاملة القدرات خاصة عند مقارنتها مع المدارس التقليدية التي تقدم دورات صارمة لـ STEM ، وفي الوقت الراهن، وغالبا ما تصنف المدارس STEM عن طريق هياكلها الإدارية واللوجستية (على سبيل المثال، مدرسة داخل واحد في المدرسة، برامج الانسحاب والمدارس المستقلة والمدارس السكنية، والمدارس على المستوى الجامعي(Tofel-Grehl & M. Callahan, 2014,pp 238).

التفكير في الأنظمة Systems Thinking(Miles et al,2015,pp 32)**:**

النظام (System) هو مجموعة من العناصر أو المكونات التي توجد بينها علاقة وحدود واضحة تفصل النظام عن المحيط ، وعلاقات تبادلية معينة مع بيئة النظام ، وهناك أنماط متعددة من التفكير تتصل بالنظام ، ومنها ما يلى :

- التفكير النظامي Systematic Thinking : يعنى التفكير على المستوى المنهجي

- التفكير في الأنظمة Systems Thinking : يعنى التفكير في كيف تتفاعل الأشاء مع بعضها البعض في النظام المعقدة
- التفكير المنظومى Systemic Thinking : يعنى أسلوب بسيط لرؤية كلية داخل النظام (Bartllet, 2001)

ويعتنى البحث الحالي بتنمية أحد أنماط التفكير في النظام ، وهو التفكير في الأنظمة (systems Thinking ، وذلك لصلته الوثيقة بدراسة النظم الطبيعية وكيفية التفاعلفيما بين عناصرها ومع بعضها البعض ، وحل المشكلات المعقدة المتضمنة داخلها (Bartllet, 2001. 223).

كشف(1996) Aronson أن مصطلح التفكير في الأنظمة ظهر منذ ستينات القرن العشرين على يدد البروفيسور (Forrester Jay) في مجال النظم الديناميكية بهدف اختبار الأفكار الجديدة في النظم الاجتماعية بنفس الطريقة التي تتبر بها النظم الهندسية ، ووضح أن التفكير في الأنظمة يستخدم في مجالات : حل المشكلات المعقدة ، وإعادة حل المشكلات ، والمشكلات التي تتأثر بالبيئة المحيطة بها ، والمشكلات مستعصية الحل (Miles et al,2015,pp 55).

اعتني Richmond (1993; 1997; 1998; 2001) بتعريف التفكير في الأنظمة ، وتحديد المهارات المتضمنة به ، وعرفه على أنه : النظرة الكلية للعالم ورؤية الأشياء بصورة كلية متداخلة العلاقات، ووضح أن التفكير في الأنظمة وثيق الصلة بالنظم والمشكلات المعقدة ، وحدد سبع مهارات التفكير في الأنظمة كما يلى (Tofel-Grehl & M. Callahan, 2014,pp 215):

١) التفكير الديناميكي Dynamic Thinking
٢) التفكير في النظام كسبب – System – as cause thinking
٣) التفكير الغابي Forest thinking
٤) التفكير العمليات Operational thinking
٥) التفكير في عروة مغلقة Closed – Loop thinking
٦) التفكير الكمي Quantitative thinking
٧) التفكير العلمي Scientific thinking

ويذكر سنوكس (Snooks, 2008) أن المفاهيم الرئيسية المرتبطة بجوانب التفكير بطريقة علمية في التفكير في الأنظمة تدور حول المفاهيم التالية

- النظام كل معقد ديناميكي يتفاعل كوحدة دائرية متعددة البنية
- الطاقة ، والمادة ، والمعلومات تسري خلال العناصر المختلفة التي تكون النظام
- النظام مجتمع يقع داخل بيئة ما
- الطاقة ، والمادة ، والمعلومات تسري من وإلي البيئة المحيطة من خلال بعض الفواصل

- النظام يتكون من أجزاء تسعى للتوازن ولكنها تظهر سلوك فوضوي ، أو نمطى ، أو دائري ، أو متذبذب ، أو متسارع .

أدوات التفكير في الأنظمة :

يوضح سكتنر (Skyttner, 2006) أن التفكير في الأنظمة يحتاج إلى أدوات تمثيل ملائمة كما يلى :

- كل منظومة لها شكل تمثيل خاص بها
- يحتاج التواصل بين النماذج أو الأفكار المنظومة إلى أشكال تمثيل ملائمة مثل : أساليب التمثيل اللغوي ، أو الرمزي ، أو الشكلي
- يتطلب تعلم التفكير في الأنظمة أشكال تمثيل منظوميه
- يتم قياس التفكير في الأنظمة من خلال تحليلات التمثيلات المنظومة
- طرق تمثيل الأنظمة تأتى من الرياضيات أو لها خواص رياضية
- التمثيل الشكلي نوعان : نوع كيفي : ويتمثل في الوصف اللفظي، والأشكال الحلقية الغير منتظمة، ونوع كمي ، ويتمثل في الأشكال البيانات لنماذج التفكير ذات القمم والقيعان والمتوازيات
- أدوات تكنولوجيا التمثيل الجديدة تسمح بطرق منظومية جديدة حيث يمكن تصميم النماذج الكمية باستخدام الكمبيوتر.

وتعتبر برامج المحاكاة الكمبيوترية (Computer Simulation) من أدوات التفكير في الأنظمة حيث يستخدم الكمبيوتر لصنع النماذج والأشكال التي تعبر عن النظام ، وكذلك التنبؤ بسلوك النظام ، ومن هذه الأدوات أداة (The Behavior over Time Graph (BOT التي تكشف تفاعلات عامل أو أكثر داخل النظام خلال فترة من الزمن ، وأداة (The Causal Loop Diagram (CLD التي ترسم أشكال توضح العلاقات بين العناصر المكونة للنظام ، وأداة (The Simulation Model) التيتحاكي التفاعلات بين عناصر النام عبر الزمن (Costellom 2001)

أسس تدريس التفكير في الأنظمة:

يحدد فانورمر ، وبيسورن ، وكييف (Van Wormer, Besthorn, and Keefe 2007) أن هناك ثلاثة أسس لتدريس التفكير في الأنظمة ، وهى كما يلى :

- المرور بخبرات فهم النظام الطبيعي والاجتماعي بما تشمله من مفاهيم السببية والاعتمادية وأهمية السياق
- رسم صور وأشكال من النظم الملاحظة
- توضيح الاختلافات والتشابهات بين النظم الطبيعية والاجتماعية الملاحظة

أن تدريس التفكير (Raia,2005)وتذكر رايا في الأنظمة يعتمد على الأسس التالية :

- التركيز على العلاقات وليس الأشياء
- التحول من المعرفة الموضوعية إلي السياقات المعرفية

- دراسة الظواهر التي يصعب قياسها كميا بطريقة كيفية يعبر عنها بخرائط العلاقات
- الاهتمام بالعمليات الكامنة في الأشياء وليس تركيبها فقط وحل المشكلات
- تفضيل استخدام نماذج أنماط العلاقات والتأثيرات المتبادلة بينها عن معرفة محتوى العلاقات داخل النظم على (Erdogan & Stuessy,2015,pp 27)

طرق تدريس التفكير في الأنظمة على (Erdogan & Stuessy,2015,pp 30):

هناك طرق واستراتيجيات لتدريس التفكير في الأنظمة ومنها ما هو مناسب لمجال العلوم البيئية وعلوم الأرض ، ومن هذه الطرق والاستراتيجيات ما يلى :

١- استخدام خرائط المفاهيم (Concept Maps) (لرؤية مكونات النظام

٢- استخدام دراسات الحالة (Case Studies) لاستكشاف النظام

٣- استخدام برامج النمذجة الرقمية (Computer Modeling Programs) لفهم العلاقات الكمية بين أجزاء النظام ، وإجراء العمليات الرياضية المرتبة بها (Ossimitz, 2000)

طرق تقويم مهارات التفكير في الأنظمة (Erdogan & Stuessy,2015,pp 58):

يشير Pala and Vennix (2005) إلى أنه هناك مجموعة من النماذج والأشكال التي تستخدم للتعبير عن مكونات النظام والعلاقات فيما بينها عبر الزمن ، ويمكن قياس التفكير في الأنظمة من خلال تحليلات التمثيلات المنظومة ، وهناك عدة أنواع لهذه التمثيلات ، ومنها ما يلى :

١. حلقة التغذية الراجعة (Feedback Loop) ، وتتضمن نوعان من الحلقات

a. حلقة تحقق التوازن الداخلي للنظام (Balancing Loop)

b. حلقة تحقق التماسك (الدعم) الذاتي للنظام (Reinforcing Loop)

٢. السلاسل السببية (Causal Chain)

٣. أشكال الحلقات السببية (Causal Loop Diagram)

٤. خرائط المفاهيم (concept Maps)

٥. أشكال تغير السلوك عبر الزمن (Behavior Over Time Diagram)

٦. تحليل جذور أسباب المشكلات (Root Cause Analysis)

اهتمت مجموعة من الدراسات بتنمية التفكير في الأنظمة لدى طلاب المرحلة الثانوية ، ومن هذه الدراسات : دراسة Brandstadter, Harms and Grosschdl (2012) التي هدفت إلي الكشف عن فاعلية استخدام خرائط المفاهيم في تقويم مهارات التفكير في الأنظمة لدى طلاب الصفين الرابع والثامن في ألمانيا ، وقارنت الدراسة بين فعالية عدة أنواع من خرائط المفاهيم الموجهة ، وغير الموجهة ، واليدوية، والكمبيوترية ، وأظهرت النتائج فعالية خرائط المفاهيم في تقويم التفكير في الأنظمة

لدى الطلاب ، وعدم وجود فروق بين الخرائط الموجهة وغير الموجهة ، ووجود فروق بين الخرائط الورقية والكمبيوترية لصالح الأخيرة ، ودراسة وانج ، ووانج (Wang and Wang (2011 التي حددت فعالية النماذج الموجهة في تنمية مهارات التفكير العليا ومنهاالتفكير في الأنظمة ، ودراسة (riess and Mischo (2010 التي أكدت على فعالية تدريس دروس التفكير المنطقي وبرامج المحاكاة بالكمبيوتر في تنمية التفكير في الأنظمة عند دراسة موضوعات التنمية المستدامة والبيئة لدى طلاب المرحلة الثانوية في ألمانيا على (Erdogan & Stuessy,2015,pp 36)..

كما أكدت دراسة لامي، وبيكر Lammi and Becker (2013) أن التفكير في الأنظمة يعتبر أحد جوانب عملية التصميم الهندسي ، وأنه يمكن تنمية التفكير في الأنظمة لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال العمل التعاونيفي عملية التصميم الهندسي ، وكشفت دراسة أسارف ، ودوديك ، وتريبتو Assaraf, Dodick, and Tripto (2013) عن مستوى طلاب الصف العاشر من المرحلة الثانوية في مهارات التفكير في الأنظمة عند دراسة موضوع الدورة الدموية في الإنسان في ثلاثة مستويات هرمية للتفكير ، وأظهرت النتائج تمكن الطلاب من المستوى الأول للتفكير فقط ، وهو : قدرة الطلاب على تحديد مكونات النظام ، وتحديد العلاقات بين مكونات النظام ، ولم يتمكن الطلاب من المستويان التتاليان ، وهما : القدرة على تحديد العلاقات الدينامية داخل النظام ، والقدرة على التعميم وتحديد أنماط النظام .

ومن الدراسة النظرية ونتائج الدراسات السابقة يتضح للباحثة أن التفكير في الأنظمة يعتنى بالرؤية الكاملة لموقف المشكلة من كافة أبعاده ، وأنه مناسب لحل المشكلات البيئية المعقدة والمستعصية الحل ، كما أن حل المشكلات المعقدة باستخدام التفكير في الأنظمة يتطلب عدة إجراءات ، وهى: تحديد العلاقات بين العوامل الحرجة في النظام ، واكتشاف نظام التغذية الراجعة الديناميكي ، وتطبيق مبتدئ النظام لتحديد الحل ، وأنه يمكن تنمية التفكير في الأنظمة لدى طلاب المرحلة الثانوية ، وأن خرائط المفاهيم والنماذج الموجهة من وسائل تدريس التفكير في الأنظمة ، وأن الطلاب في المرحلة الثانوية لديهم القدرة على تحديد مكونات النظام ، وتحديد العلاقات بين مكونات النظام.

أبعاد تصميم المناهج القائمة على مدخل (STEM) في المرحلة الثانوية Ossimitz, :2000, 52

قام الباحث بالدراسة الوصفية التحليلية لمدخل (STEM) من خلال دراسة الأدبيات والأبحاث السابقة لطبيعة هذا المدخل ، والمشروعات التربوية التي طبقت في ضوئه في المرحلة

الثانوية ، والمناهج القائمة عليه ، لتحديد أبعاد تصميم مناهجالمرحلة الثانوية القائمة على مدخل(STEM) ، وتمثلت الأبعاد بعد التعديل في الأبعاد التالية :

١) أسس تصميم المناهج القائمة على مدخل (STEM):

أ) التكامل بين العلم والتكنولوجيا والتصميم الهندسي والرياضيات (Ossimitz, 2000 ,95):

- تضمين المفاهيم الكبرى ذات الطبيعة البينية والمتداخلة بين أساسيات العلم التكنولوجيا والتصميم الهندسي والرياضات.
- تكامل مواد العلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسي والرياضيات في أنشطة بينية ومتداخلة مرتبطة بهذه العلوم.
- يشمل على مفاهيم كبرى وظيفية تزيد من ربط العلم بالتطبيقات التكنولوجية
- تدريس المفاهيم العلمية والرياضية الأساسي.
- تكامل مهارات الرياضيات وتطبيقاتها في موضوعات العلوم.
- تدريس قاعدة مفاهيم علمية رياضية متكاملة مع تطبيقاتها التكنولوجية.
- الاستناد على المعايير القومية في المدرسة الثانوية.
- يتضمن مهارات وتطبيقات العلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسي والرياضيات
- تقدم خبرات المنهج من خلال مشكلات وخبرات تكاملية تضم الأربعة تخصصات.

ب) إجراء عملية الاستقصاء وتنمية طرق التفكير (Erdogan & Stuessy,2015,pp 46). :

- يعتمد المنهج مجموعة من الأنشطة التي تعتمد على الاستقصاء
- تحفز التفكير العلمي والابتكار مع توفير المصادر التعليمية المناسبة
- تنويع أنماط التفكير العليا لتشكل التفكير في الأنظمة ، والتفكير التصميمي والتفكير الناقد ، والتفكير الإبداعي
- تكون الأنشطة بالمنهج عملية تطبيقية تعتمد على الفعل والتفكير
- يتمركز المنهج حول البحث والتحري
- تطبيق استراتيجيات التعلم بعد المدرسة لتطبيق أنشطة تتمركز حول البحث
- تنفيذ مشروعات في مجالات العلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسي والرياضيات
- تكوين فرق عمل للبحث والابتكار في مجالات العلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسي والرياضيات

ت) دراسة وتطبيق عملية التصميم الهندسي (Miles et al,2015,pp 57) :

- تدريس المفاهيم الهندسية والتصميم الهندسي
- استخدام عملية التصميم الهندسي لحل المشكلات الواقعية
- استخدام المهارات الرياضية الحسابية ومعرفة أساسيات فروع التصميم الهندسي
- يعتمد تحديد المشكلات والخبرات التكاملية على تحديد المفاهيم العلمية والرياضية والهندسية، وتطبيقاتها التكنولوجية
- ربط التدريس في المدرسة بمواقع الخبرة والإنتاج التكنولوجي.
- تطبيق ورش عمل للتدريب على المهارات الرياضية والعلمية والهندسية
- تطبيق أنشطة معملية في العلوم الطبيعية والبيولوجية والجيولوجية وعلم الفلك
- يقدم خبرات تكنولوجية مرتبطة بمجالات الابتكار والتصنيع

ث) تدعيم التعليم والتعلم باستخدام القدرات التكنلوجية وبرامج الكمبيوتر (Tofel-Grehl & M. Callahan, 2014,pp 80)

- تعتمد المناهج على التعلم الإلكتروني واستخدام البرامج الحاسوبية
- يعزز بتوفر برامج حاسوبية في العلوم والتصميم الهندسي ى والرياضيات كمصدر أساسي لمعالجة البيانات وإعداد التصميم
- توفير مصادر تعلم وبرامج تعتمد على وسائل التكنولوجيا الحديثة

ج) تقويم الطلاب باستخدام أدوات التقويم الشامل والواقعي (Bruce-Davis et al,2014,pp 95) :

- تقويم الأداء والتصميم والحلول لكل مشكلة من مشكلات المنهج على حدا بصورة واقعية
- يعتمد تقويم المنهج على المراجعين، والتغذية الراجعة، والتقويم الواقعي، والملاحظة وتقويم الأداء، والتقويم المستمر

ح) ربط الطالب ببيئته ومجتمعه المحلي (Sahin et al, 2014,pp 311):

- تعزيز الأنشطة التدريبية والبحثية ذات الصلة بالمجتمع
- ربط الطالب ببيئته ومجتمعه المحلي ، وإنشاء علاقة بين الطلاب والخبراء في مجال العلوم والتكنولوجيا
- إعداد الطالب لاختيار مجال العمل الذى يساهم في حل المشكلات الاقتصادية ويحقق التنمية الصناعية في مجتمعة
- إنشاء علاقة بين الطلاب والخبراء في مجال العلوم والتكنولوجيا.

٢) الأهداف العامة للمناهج (Erdogan & Stuessy,2015,pp 53) :

تصمم المناهج في ضوء مدخل (STEM) لتحقيق أهداف التعلم التالية :

- إكساب الطلاب المعرفة : وتتضمن : المفاهيم العلمية ، والعمليات الرياضية ، والمعرفة التكنولوجية ، وعملية التصميم الهندسي
- إكساب الطلاب المهارات: وتتضمن: مهارات علمية أساسية، ومهارات الرياضيات الأساسية ، ووحل المشكلات الرياضية، ومهارات الاستقصاء ، ومهارات حل المشكلات مفتوحة النهاية ، ومهارات تكنولوجية ، ومهارات البرمجة الحاسوبية، ومهارات التصميم الهندسي، ومهارات التفكير العلي(العلمي، والإبداعي، وفى الأنظمة، والتصميمي والمنطقي، والفراغي والنقد) ، ومهارات الاتصال، ومهارات اتخاذ القرار، والمهارات فوق معرفية :(التخطيط ، والحكم ، والتقويم)
- إكساب الطلاب الوعى والاتجاهات والميول والقيم: الوعى بالمشكلات المحلية والعالمية، والتجاه ننحو العلم والتكنولوجيا، والاهتمام بالتطبيقات التكنولوجية والميل نحو الابتكار وحل المشكلات الواقعية، وامتلاك القيم العلمية والبيئية ، وأخلاقيات العلم والتكنولوجيا
- إكساب الطلاب السلوك: ويتضمن: ظهور الشخصية العلمية المتنورة ، وإبراز التفكير المنطقي
- استخدام الطلاب السببية المنطقية المتضمنة في: التفكير الناقد، وعملية التصميم الهندسي، والتطبيقات الرياضية، والتطبيقات العلمية والهندسية ، والإبداع والتحليل على المستوى المحلي والدولي
- الانغماس في الاستقصاء عن طريق الأسئلة والبحوث
- التعاون والاتصال مع الخبراء وفرق العمل في المجالات العلمية والتكنولوجية ، والهندسية
- تطبيق التكنولوجيا بطريقة استراتيجية تتكون من المراحل التالية: التعرف، وفهم الأسئلة، والحلول، وتحليل المخاطر والحدود، والمسئولية الأخلاقية ، والإبداع
- اكتساب أبعاد التنور التكنولوجي .
- اكتساب قدرات الاعتماد على الذات ، والتعلم المستمر ، والتعلم مدى الحياة.

خ) المحتوى الدراسي في المناهج(Tofel-Grehl & M. Callahan, 2014,pp 88)

- يتسم المحتوى بشموله على مفاهيم كبرى وظيفية تزيد من ربط العلوم بالتطبيقات التكنولوجية ، وتعبر عنها في محتوى المواد الدراسية المكونة للمناهج

- يتكون المحتوى من مواد دراسية تتضمن مفاهيم وعمليات وتطبيقات العلوم التالية: العلوم الطبيعية، والعلوم الإحيائية، وعلوم الأرض والفضاء، والعلوم البيئية، وعلوم الرياضيات، وعلوم التكنولوجيا، وعلم التصميم الهندسي
- يصمم المحتوى بحيث تتكامل مفاهيم وعمليات وتطبيقات العلوم والتكنولوجيا ، والرياضيات في محتوى جميع المواد الدراسية ، والوحدات التعليمية المتضمنة بها كالتالي:

- يتضمن المحتوى المفاهيم والعمليات والتطبيقات المتعلقة بالعلوم الفيزيائية، وتهتم بالفروع التالية: الطاقة، والموجات، والنانو تكنولوجي ، والفيزياء الحديثة ، والفيزياء النووية
- يتضمن المحتوى المفاهيم والعمليات والتطبيقات المتعلقة بعلم الكيمياء ، وتهتم بالفروع التالية: الكيمياء العضوية، والكيميا التحليلية ، والكيميا الخضراء
- يتضمن المحتوى المفاهيم والعمليات والتطبيقات المتعلقة بالعلوم البيولوجية ، وتهتم بالفروع التالية: الكائنات الحية والتفاعل بينها، الكيمياء الحيوية، البيولوجيا الجزيئية، والتكنولوجيا الحيوية ، والمعلوماتية الحيوية
- يتضمن المحتوى المفاهيم والعمليات والتطبيقات المتعلقة بعلوم الأرض والفضاء ، وتهتم بالفروع التالية : نظام الأرض ، والفضاء والنظام الشمسي
- يتضمن المحتوى المفاهيم والعمليات والتطبيقات المتعلقة بالعلوم البيئية، وتهتم بالفروع التالية: الطرق البيئية الخضراء، والنظام البيئي، والطاقة المتجددة والتنمية المستدامة
- يتضمن المحتوى المفاهيم والعمليات والتطبيقات المعلقة بالرياضيات وتهتم بالفروع التالية: الجبر، والهندسة التحليلية والفراغية، والتكامل والتفاضل، والاستاتيكا والديناميكا ، وحساب مثلثات ، والإحصاء
- يقدم خبرات تكنولوجية مرتبطة بمجالات الابتكار والتصميم من خلال تدريس مواد تكنولوجية مثل : أساسات التكنولوجيا ، والتصميم والنمذجة، والتكنولوجيا الهندسية ، والتكنولوجيا الخضراء
- يقدم المعرفة بأساسيات فروع التصميم الهندسى من خلال دراسة المواد التالية : مقدمة في التصميم الهندسي ، وأساسيات التصميم الهندسي ، والنماذج ثلاثة الأبعاد ، والإنسان الآلي
- يتضمن المحتوى دراسة علوم الكمبيوتر وتهتم بالموضوعات : الأبعاد العلمية والهندسية في علوم الكمبيوتر ، والمبادئ

الرياضية ول المشكلات الحسابية في برامج الكمبيوتر، وتصميم البرامج والشبكات ، والأثر الاجتماعي للكمبيوتر، ومقدمة في البرمجة الحاسوبية ، والبرمجة الحاسوبية المتقدمة.

- توزع المواد الدراسية للمناهج على الصفوف الثلاثة بحيث تراعى الكم والتتابع للمفاهيم والعمليات والتطبيقات لعلوم، والتكنولوجيا، والتصميم الهندسي، والرياضيات في دارسي كل صف.
- يتضمن المهارات الرياضية الحسابية والإحصائية ، ومهارات عملية التصميم الهندسي في جميع وحدات المناهج
- تدمج طرق التفكير عند تصميم الوحدات الدراسية بالمناهج ، وتتنوع في الطرق التالية : التفكير الفراغي ، والتفكير في الأنظمة ، والتفكير التصميمي ، والتفكير الابتكاري والإبداعي ، والتفكير الناقد.

٣) استراتيجيات التدريس المتضمنة في المناهج (Miles et al,2015,pp 63):

- استراتيجيات حل المشكلات
- استراتيجيات معتمدة على الاستقصاء
- استراتيجيات معتمدة على المشروع
- استراتيجيات تنمية التفكير.

٤) الأنشطة التعليمية المتضمنة في المناهج (Erdogan & Stuessy,2015,pp 22) :

- تهدف الأنشطة التعليمية إلي أن يتمكن الطلاب من ثلاث عمليات رئيسية ، وهى : الإجابة عن الأسئلة المعقدة ، وتحري المشكلات العالمية ،وتطوير حلول المشكلات العالم الحقيقة
- تتميز بالتنوع واختلاف مستوياتها وفقا لقدرات الطلاب
- تعتمد على أنشطة الاستقصاء والبحث التحري وحل المشكلات
- تحفز الأنشطة التعليمية طرق التفكير العلمي والرياضي والفراغي
- تعتمد على استقلالية المتعلم وفعاليته ونشاطه المستمر في الأداء
- تركز على التصميم وابتكار النماذج
- تدعيم أداء الأنشطة ذات الصلة بالتطبيقات الهندسية
- تنفيذ أنشطة كبري في فرق عمل تسمى (Capstone).

٥) المصادر التعليمية المتضمنة في المناهج (Bruce-Davis et al,2014,pp 110):

- تعتمد المصادر التعليمية على المنهج الإلكتروني : يعتمد على الإنترنت في نشر وحدات المنهج، والأنشطة التعليمية، والبحث في قواعد البيانات الإلكترونية ، والاتصال بالخبراء وفريق العمل
- تعتمد المصادر التعليمية على البرامج الحسابية : مجموعة من البرامج العلمية

في مختلف مجالات العلوم والرياضيات ، وبرامج التصميم الهندسي وبرامج الرسوم والأشكال الإلكترونية ، وبرامج المحاكاة.

٦) طرق وأساليب التقويم المتضمنة في المناهج (Miles et al,2015,pp 66):

- يتضمن طرق تقويمية متنوعة وفعالة
- تعتمد على التقويم الشامل والتقويم الواقعي
- يستخدم التقويم الذاتي أثناء أداء الأنشطة والمشروعات
- يدعم المعلم التدريس بعمليات المراجعة والتغذية الراجعة
- يعتمد تقويم المهارات على بطاقات ملاحظة الأداء
- يستخدم استراتيجية التقويم المستمر
- يستخدم بطاقات تقويم أنشطة Capstone

٧) نموذج تصميم المناهج (Sahin et al, 2014 , 55):

يتحدد نموذج تصميم مناهج المرحلة الثانوية في ضوء (STEM) في التصميم التالي

- تنظيم المفاهيم والمهارات والتطبيقات بطريقة بينية تضم مواد العلوم والتكنولوجيا، والتصميم الهندسي، والرياضيات
- تقدم موضوعات المنهج من خلال مشكلات وخبرات تكاملية تضم الأربعة تخصصات
- يعتمد تحديد المشكلات والخبرات التكاملية على تحديد المفاهيم العلمية والرياضية والهندسية وتطبيقاتها التكنولوجية.
- يدعم المنهج بتوفر برامج حاسوبية في العلوم والتصميم الهندسي والرياضيات كمصدر أساسي لمعالجة البيانات وإعداد التصميم.
- يستخدم المنهج عملية التصميم الهندسي لحل المشكلات التي تم تحديدها ذات الصلة بالمفاهيم والتطبيقات التكنولوجية.
- يقدم المنهج مجموعة من الأنشطة التي تعتمد على الاستقصاء وتحفيز التفكيروالابتكار مع توفير المصادر التعليمة المناسبة.
- يعتمد تنفيذ التصميم والتأكد من صحته على الاتصال بالخبراء في مجال الصناعة والإنتاج والتجريب في ورش ومعامل مجهزة لهذا الغرض
- يركز على تقويم الأداء والتصميم والحلول لكل مشكلة من مشكلات المنهج على حدا بصورة واقعية.

النتائج والتوصيات :

يستنتج الباحث مما سبق عدة أبعاد هامة يجب مراعاتها عند إدخال مناهج STEM في المدرسة الثانوية من حيث أسس تصميم المناهج، وأسس تقويم المناهج، وأسس تطبيق

المناهج، والتحديات التي تواجهنا لتطبيق المناهج في المدرسة الثانوية المصرية وهي :

أولاً : أسس تصميم مناهج STEM :

١ – الاستناد على معايير قومية لتكامل العلوم والرياضيات وربطهما بتطبيقاتهما التكنولوجية في المدرسة الثانوية .

٢ – تدرس قاعدة مفاهيمية علمية رياضية متكاملة مع تطبيقاتها التكنولوجية .

٣ – تدرس المفاهيم الهندسية والتصميم الهندسي .

٤ – تعتمد المناهج على التعلم الالكتروني واستخدام البرامج الحاسوبية .

٥ – تصميم أنشطة عملية تطبيقية تعتمد على الفعل والتفكير.

٦ – يتمركز المنهج للبحث والتحري .

٧ – ربط التدريس في المدرسة بمواقع الخبرة والانتاج التكنولوجي .

٨ – تطبيق استراتيجيات التعلم بعد المدرسة لتطبيق أنشطة تتمركز حول البحث .

٩ – تدعيم بيئة إيجابية للتعلم تسمح بمشاركة جميع الطلاب .

ثانياً : أسس تقوم مناهج STEM

١ – تعتمد على المراجعة والتغذية الراجعة

٢ – تعتمد على التقويم الواقعي .

٣ – تعتمد على الملاحظة وتقويم الأداء.

٤ – تعتمد على التقويم المستمر.

ثالثاً : أسس تطبيق مناهج STEM :

١ – تطبيق برامج حاسوبية في الهندسة والرياضيات .

٢ – تطبيق أنشطة معملية في العلوم الطبيعية، البيولوجية، الجيولوجية ، وعلم الفلك.

٣ – تطبيق ورش عمل للتدريب على المهارات الرياضية والعلمية والهندسية.

٤ – عمل أبحاث في مجالات العلوم ، والتكنولوجيا ، والهندسة ، والرياضيات .

٥ – ربط الطالب ببيئة ومجتمعه المحلي .

٦ – إنشاء علاقة بين الطلاب والخبراء في مجال العلوم والتكنولوجيا.

رابعاً : تحديات تنفيذ مناهج STEM في المدارس الثانوية المصرية :

١ – الحاجة إلى تدريب المعلمين على المدخل الجديد من حيث التدريب على تصميم وتنفيذ الأنشطة التالية :

- المهارات الهندسية والرياضية.
- البحث والتحري وحل المشكلات .
- الخبرة باليد
- التفكير العلمي واتخاذ القرار
- البحوث والمشروعات

٢ – الحاجة إلى تدريب المدرسين أساساً على علوم الكمبيوتر ، والبرمجة ، والتصميم.

٣ – الحاجة إلى تجهيز معملية تكنولوجية في المداس الثانوية من حيث: معامل كمبيوتر، معامل انترنتا، ومعامل وسائط متعددة ، ومعامل علمية مجهزة بأدوات

رقمية، ومعامل علوم استكشافية ، ومكتبة الكترونية .

٤ – الحاجة إلى التنسيق مع خبراء تكنولوجيين، ومؤسسات صناعية وتكنولوجية، وجمعيات علمية لتعزيز مزاولة الطلاب لأنشطة تربوية وبحثية عملية في مجتمعهم.

مراجع البحث

أولاً: المراجع العربية

١) تفيدة سيد أحمد غانم (٢٠١١) : " مناهج المدرسة الثانوية في ضوء مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM ، المؤتمر العلمي الخامس عشر: التربية العلمية – فكر جديد لواقع جديد ، الجمعية المصرية للتربية العلمية، سبتمبر.

٢) هند بنت مبارك الدوسري (٢٠١٥) : " واقع تجربة المملكة العربية السعودية في تعليم STEM على ضوء الخبرات الدولية" ، المؤتمر الأول في التميز في تعليم العلوم والرياضيات ، المملكة العربية السعودية، جامعة الملك سعود ، ٥ – ٧ مايو .

ثانياً : المراجع الأجنبية :

3) Altintas, E., (2009). The effectiveness of teaching gifted students based on the model of Purdue Mathematics Achievement and Impact of critical thinking skills, Marmara University, Institute of Education Sciences, Department of Primary, Master's Thesis, Istanbul.

4) Assaraf, B-Z.O, Dodick, J., & Tripto, J. (2013). High School Students' Understanding of the Human Body System. Research in Science Education, 43 (1) Feb 2013, 33-56.

5) Basham, J.D., Israel, M., & Maynard, K. (2010). An Ecological Model of STEM Education: Operationalizing STEM FOR ALL. Journal of Special Education Technology, 25 (3), 9-19.

6) Choi, K. M. (2013). Opportunities to Explore for Gifted STEM Students in Korea: From Admissions Criteria to Curriculum. Theory Into Practice, 53 (1), 25-32.

7) Chris, P. (2012). A Comparative Analysis of Students' Satisfaction with Teaching on STEM vs. Non-STEM Programmes. Psychology Teaching Review, 18 (2), Aut, 2012, 16-21.

8) Cortés, Cabello; Sharyn, Marie (2013). The Impact Of Strengths Development On Gifted Students: A Mixed Method Study . P.hd. thesis, Azusa, California. Functioning. Child Youth Care Forum vol 43:p.p287–314

9) Daugherty, J.L., Reese, G.C., & Merrill, C. (2010). trajectories of mathematics and technology education pointing to engineering. Journal of Technology Studies. Epsilon Pi Tau. 36 (1), 46-52, Spring, 2010,

10) Eilam, B. (2012). System Thinking and Feeding Relations: Learning with a Live Ecosystem Model. Instructional Science: An International Journal of the Learning Sciences, 40 (2), Mar 2012, 213-239.

11) Finley, F.N., Nam, Y., Oughton, J. (2011). Earth Systems Science: An Analytic Framework. Science Education, 95 (6), Nov 2011, 1066-1085.

12) Harrison, M. (2011). Supporting the T and the E in (STEM).: 2004-2010, Design and Technology Education. Design and Technology Education Association, United Kingdom:

of Distance Education Technologies, 12 (1), Jan-Mar, 2014, 52-73.
21) Lupkowski, A.S. (2004). Gifted students in the regular classroom. C-MITES Information and Resources. Carnegie Mellon University.
22) Lynch, Mary G: "Educating America's talent in science, technology, engineering, and mathematics: An analysis of the effects of parental and high school factors on females' and males' decisions to enter STEM fields of study"☹ (Georgetown University, Pro Quest, UMI Dissertations Publishing, 2009).
23) Marland, s. P. Jr. (1972) : Education of the gifted and talented. Volume Report to the congress of United-state by the U. S. commissioner of education, Washington, DC U. S : government printing office.
24) Mentzer, N. (2011). High school engineering and technology education integration through design challenges, Journal of (STEM) Teacher Education, 48 (2), 103-136.
25) National Foundation for Educational Research. (2012). Strategic consultation on science, technology, engineering and mathematics (STEM) for the Education and Training Foundation. retrieved on May, 2012 from http://www.nfer.ac.uk/research/projects/.
26) Nelson, E.R., and Staikeu, K.A; Crisis intervention in The Schools, Boston, Allyn and Bacon, 1999, P. 330 .
27) Roland, L.C., Lynch D.B.IV, Johannes S. (2012). Engineering in The K-12 STEM Standards of the 50 U.S states: An Analysis of Presence and extent. Journal of Engineering Educationn, 101 (93), July, 2012,1-26.
28) Sharkawy, A., Barlex, D., Welch, M., McDuff, J. & Craig, N. (2009). England (London). Wales, 16 (1), 17-25.
13) Hausamann, D. (2012) Extracurricular Science Labs for (STEM) Talent Support, Roeper Review, 34 (3), 170-182.
14) Heilbronner& Nancy N: "Pathways in STEM: Factors affecting the retention and attrition of talented men and women from the STEM pipeline" (University of Connecticut, ProQuest, UMI Dissertations Publishing, 2009).
15) Heldman, B. (2010). Where's the C in (STEM)? Learning & leading with technology. International Society for Technology in Education, United States, 38 (1), Aug, 2010, 16-19.
16) Jeffry Weld (2013) Lowa Governor's STEM advisory Council phD. University of Northern Iowa.
17) Karpova, S.I.(2012). A Model of an Educational Institution for Working with Gifted Children. Russian Education and Society, vol. 54, no. 11, pp. 53–64.
18) Kelley, T.R., Brenner, D. C., & Pieper, J. T. (2010). Two approaches to engineering design: Observations in (STEM) Education. Journal of (STEM) Teacher Education. Association for (STEM) Teacher Education, USA: Indiana, 47 (2), 5-40. retrieved on June, 2010 from http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JSTE/.
19) Locke, E. (2009). proposed model for a streamlined. cohesive. and optimized k-12 (STEM) curriculum with a focus on engineering. Journal of Technology Studies, Epsilon Pi Tau, 35 (2), Winter, 2009, 23-35.
20) Lou, S.J., Tsai, H.Y., Tseng, K.H. & Shih, R.C. (2013). Effects of Implementing STEM-I Project-Based Learning Activities for Female High School Students. International Journal

Adapting a curriculum unit to facilitate interaction between technology, mathematics and science in the elementary classroom: identifying relevant criteria. Design and Technology Education, l (14), 1.

29) Snooks, G. (2008). 'A general theory of complex living systems: Exploring the demand side of dynamics'. Complexity, 13(6), July/August: 12-20.

30) Stephanie, P.M. (2008). Blessed unrest: The power of unreasonable people to change the world. NCSSSMST Journal. National Consortium for Specialized Secondary Schools of Mathematics. Science and Technology. NCSSSMST Professional Conference, 13 (2), Spring, March, 2008, 8-14.

31) Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. C. (2011). Rethinking giftedness and gifted education: A proposed direction forward based on psychological science. Psychological Science in the Public Interest, 12,3–54.

32) Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. C. (2012). A proposed direction forward for gifted education based on psychological science. Gifted Child Quarterly, 56, 176–188.

33) Sweeney, L.B., & Streman, J.D. (2000). BathHub Dynamics: intial results of the system thinking inventory. System Dynamics Review, 16 (4), 249-286.

34) Taber, K.S., & Corrie, V. (2007). Developing the thinking of gifted students through science. In K. S. Taber (Ed.), Science Education for Gifted Learners. London: Routledge, 71-84.

35) Taylor, C.W. " Cultivating Simultaneous Student Growth in Both Multiple Creative Talents and Knowledge . " In : J.S. Renzulli (Ed.) Systems and Models for developing programs for the Gifted and Talented Mansfield center , C.T : N.Y : Cambridge University Press , 1988 , PP.99 – 121 .

36) Torrance E.P.Guiding Creative Talent. Englewood Cliffs: New Jersy: prentice – Hall, 1962. p. 218.

37) Tsupros, N., (2009). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education What form? What Fuction?. Hays Blaine Lantz.Jr., Ed.D.

38) Van Wormer, K., Besthorn, F.H., & Keefe, T. (2007). Human behavior and the social environment: Macro Level. New York: Oxford University Press.

39) VanTassel-Baska, J. & Wood, S. (2010). The Integrated Curriculum Model (ICM). Learning and Individual Differences, 20 (4), Aug, 2010, 345-357.

40) Wang, S., & Wang, H. (2011).Teaching Higher Order Thinking in the Introductory MIS Course: A Model-Directed Approach. Journal of Education for Business, 86 (4) ,208-213.

41) Werner, G., Kelly, T.R. & Rogers, G.E. (2011). Perceptions of Indiana parents related to Project Lead The Way. Journal of (STEM) Teacher Education, 48 (2), 137-154.

42) William E. Dugger , Jr. (2013) : " Evolution of STEM In the united states . international technology and engineering educator association .

43) Williams, P.J. (2011). (STEM) Education: Proceed with caution. Design and Technology Education. Design and Technology Education Association. United Kingdom: England (London); Wales, 16 (1), 26-35.