تعليم STEAM: دمج الفن في مدخل تكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM

أ.د. إبراهيم محمد عبدالله حسن
كلية العلوم والدراسات الإنسانية بشقراء – جامعة شقراء
كلية التربية بالعريش – جامعة العريش

مقدمة:

بدأ الاهتمام بتعليم موضوعات الرياضيات والعلوم والتكنولوجيا منذ نهاية الحرب العالمية الثانية باعتبارها موضوعات أساسية في المعرفة التي يجب أن يلم بها المتعلمون، ونظراً لأهمية الرياضيات في العلوم الأخرى باعتبارها من العلوم التي تستقطب غيرها من العلوم الأخرى للتكامل معها؛ لذا استحدثت علوم بينية جديدة نتيجة التكامل بين الرياضيات وغيرها من العلوم الإنسانية والتطبيقية، ويظهر ذلك في الأبحاث البينية والتخصصات البينية في الرياضيات؛ فالتكامل من شأنه أن ينتج العديد من المخرجات المتكاملة مثل التخصصات المتكاملة والتخصصات المشتركة أو العلوم المزدوجة أو حتى ما بين العلوم؛ بالإضافة إلى ما وراء المعرفة أو العلوم الهجينة أو الناشئة.

ومثلما صارت العلوم والتخصصات الأخرى في حاجة ماسة إلى الاستفادة من التداخل مع الرياضيات، فإن الرياضيات أيضاً أصبحت بحاجة لهذا التداخل والتكامل؛ وذلك من أجل تقدمها وحتى لا تصبح علومًا جامدة لا تتغير، ومن المداخل العالمية الحديثة والواعدة في تكامل الرياضيات وإعداد المناهج الدراسية وبنائها مدخل STEM (العلوم – التكنولوجيا – التصميم الهندسي – الرياضيات)، والذي كان في بدايته يعرف بمدخل SET (العلوم – التصميم الهندسي – التكنولوجيا)، ثم أضيفت الرياضيات لأهميتها في العلوم الثلاثة وفي إحداث التكامل المنشود الذي يحقق الهدف منه ليصبح مدخل STEM، وبالرغم من كونه أحد مداخل التربية التكنولوجية، إلا أنه أصبح من المداخل المرجوة في تحسين الإنجاز الأكاديمي في التخصصات الأربعة وتنمية مهارات التفكير المختلفة.

ولقد نشأ هذا المدخل من حاجة اجتماعية اقتصادية ناجمة عن واقع الأزمة الاقتصادية العالمية في الدول الصناعية الكبرى في العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، كما أنه ظهر كمبادرة بواسطة المؤسسة الوطنية للعلوم لتنمية التعليم الناقد لدى المتعلمين لمساعدتهم على إيجاد حلول إبداعية للمشكلات وليصبحوا أكثر تميزًا في سوق العمل، وتزايد الاهتمام بهذا النوع من التعليم نتيجة للحركة الإصلاحية التي دعا إليها القادة السياسيون ورجال الأعمال على مستوى العالم، وذلك لعلاج الآثار الناجمة عن الركود في القطاع الاقتصادي، وذلك يرجع إلى الاعتقاد بأن وجود الطلاب الدراسين لهذه التخصصات وإعدادهم للمستقبل (كمهندسين وعلماء وتكنولوجيين) سيسهم بشكل كبير في إنتاج الأفكار المبتكرة والتي تؤدي بدورها إلى التنمية الاقتصادية، وذلك على اعتبار أن من سيبدأ الدراسة مبكرًا في هذه المجالات سيستمر في استكمالها في مراحل الدراسة الأعلى وهذا سيؤدي بدوره إلى مزيد من الابتكارات العلمية وبالتالي اقتصاديات أقوى مع مزيد من فرص العمل في المجالات العلمية والتكنولوجية.

وتلبية لهذا المدخل استجابت الأنظمة في العديد من الدول المتقدمة من خلال إعداد مناهج مدعومة بموضوعات هذا المدخل، وتدريب المعلمين، وتقديم التسهيلات اللازمة لتطبيق هذا النوع من التعليم على أرض الواقع؛ ولذا يُعد مدخل STEM من الاتجاهات الحديثة والمداخل العالمية التي أثبتت فعاليتها خلال العقود الثلاثة الأخيرة في عديد من الدول كالمملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية وكوريا الجنوبية وجنوب أفريقيا.

وقد أدت تطبيقات المناهج القائمة على مدخل STEM إلى استحداث أشكال جديدة فرعية أو نوعية من المناهج القائمة على مدخل STEM، أهمها:

[١] STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) وذلك من خلال إضافة مجال الفنون لتحقيق مزيد من الجانب الجمالي.

[٢] STREM (Science, Technology, Robotics, Engineering, and Mathematics) وذلك من خلال إضافة الروبوت لتحقيق مزيد من الشمولية للتقنية.

[٣] E-STEM (Environmental Education and STEM) وذلك من خلال إضافة البعد البيئي لتحقيق متطلبات الحفاظ على البيئة (ويطلق عليه STEM البيئية)

[٤] STREAM (Science, Technology, Religion, Engineering, Art, and Mathematics) وذلك من خلال إضافة مجال الدين والفنون لدعم الجانبين الخلقي والجمالي.

[٥] STEMM (Science, Technology, Engineering, Mathematics, and Medicine) وذلك من خلال إضافة التخصصات الطبية لدعم التخصصات المرتبطة بالابتكارات الطبية.

[٦] STEMIE (Science, Technology, Engineering, Mathematics, Invention, and Entrepreneurship) من خلال إضافة الاختراع وريادة الأعمال كوسيلة لتطبيق STEM في حل المشكلات والأسواق في العالم الحقيقي.

وفيما يلي إلقاء الضوء على المدخل الأول وهو:

STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics)

أولًا: تعريف مدخل STEAM:

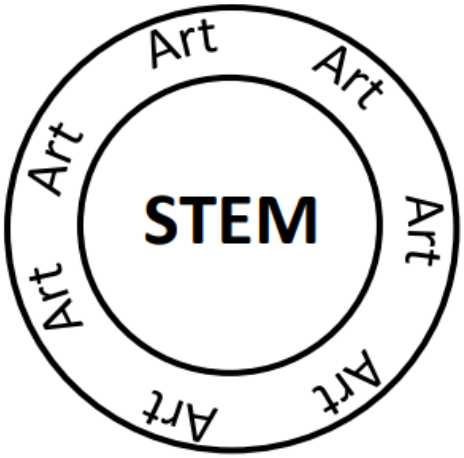
يؤكد وين وهاريس (wynn & Harris,2012) أن نموذج STEAM يشتمل على العديد من الترابطات والتبادلات مثل:

- STEM في خدمة الفن.
- المشاريع الذي تدمج الفن في تعليم STEM.

– المشاريع القائمة على الفن وعلى STEM على قدم المساواة.

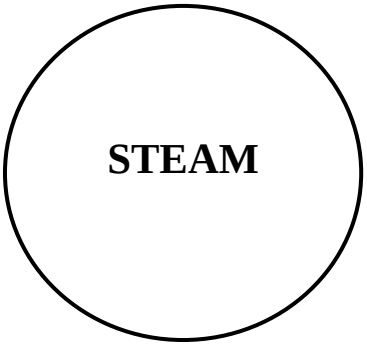
ويشير يكمان (٢٠٠٨) إلى أن تعريف STEAM يمكن أن يأخذ أحد الاتجاهين:

* التعليم الذي يشتمل تكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وتطبيقها في مجالات أخرى كالفن بالإضافة إلى المعايير الخاصة بهم.



شكل (١) مدخل STEAM كتطبيق STEM في مجال الفنون

* تعليم تكاملي بين تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفن والرياضيات، يتضمن بشكل هادف الموضوعات الفعلية والمسائل التعليمية، ويتم عرض موضوعات STEAM معًا.



شكل (٢) مدخل STEAM كتعليم تكاملي بين جميع التخصصات

كما عرفته الجمعية الوطنية لتعليم الفن The National Art Education Association (NAEA,2014) بأنه "دمج مبادئ الفن والتصميم والمفاهيم والتقنيات في تعليم وتعلم STEM"

وعرف سبيكتور (Spector,2015) مدخل STEAM بأنه إدراج الفنون الحرة والإنسانيات في تعليم STEM.

وتشير دراسة تالجارد (Taljaard,2016) إلى أن مدخل STEAM يستند حول فكرة "تفسير العلوم والتكنولوجيا من خلال الهندسة والفنون، وكلها تستند إلى أدوات وعناصر رياضية".

كما عرف بيرجنات (Perignat,2019) تعليم STEAM بأنه "مدخل متعدد التخصصات لتصميم المناهج والتدريس من خلال استراتيجيات التعلم المتمركزة حول الطالب، والاستراتيجيات القائمة على المشكلات والمشروعات.

ثانيًا: تاريخ تعليم STEAM وعلاقته بمدخل STEM:

لعل الفرق الرئيس بين مدخل STEM ومدخل STEAM هو أن مدخل STEM يركز صراحة على المفاهيم العلمية، ومن ثم يمكن اعتباره مدخلاً ومجالاً أكاديمي، بينما مدخل STEAM يبحث في المفاهيم نفسها ولكن من منظور جمالي تشاركي، حيث يقوم بذلك من خلال أساليب التعلم القائم على الاستقصاء والعمليات المستخدمة في العملية الإبداعية، وهنا يعمل الطلاب كمجموعات لإنشاء منتج أو كائن جذاب بصريًا يستند إلى فهم مدخل STEM مثل رياضيات القطع المكافئة المستخدمة إنشاء صور فنية رائعة.

ويمكن اعتبار مدخل STEAM من المفاهيم الجديدة رغم أن المضمون قديم، حيث تعود جذوره إلى عصر النهضة الإيطالية، في الوقت الذي تم فيه الترويج للعلوم والفنون بشكل متآزر، وبخاصة في أعمال الرياضي ليوناردو دافنشي Leonardo Da Vinci، الذي أظهر لنا أهمية وجمال الجمع بين العلم والفن لاكتشاف الجديد، بل عبر أعمال سلسلة من العلماء بداية من أرسطو Aristotle وفيثاغورث Pythagoras عبر جاليليو جاليلي Galileo Galilei وليوناردو دافنشي Leonardo Da Vinci، إلى بنيامين فرانكلين Benjamin Franklin، وريتشارد فاينمان Richard Feynman، ونعوم تشومسكي Noam Chomsky، وتشمل هذه القائمة عدد كبير من العلماء الذين أبدعوا في الربط بين تخصصات STEM والفن (Colegrove,2017).

وارتبط التركيز حديثًا على مدخل STEAM إلى حد كبير مع شركاء الصناعة والوكلاء والممارسين في الصناعة الإبداعية، بحجة قيمة الفنون لكل من التعلم والاقتصاد على حد سواء، ورغم ذلك يحتفظ مدخل STEAM بنفس صعوبات مدخل STEM، ويزيد عليها إضافة الفنون، والتي يمكن اعتبارها مجالاً غير محدد إلى حد كبير من حيث الموضوعات والممارسات والأدوار التربوية.

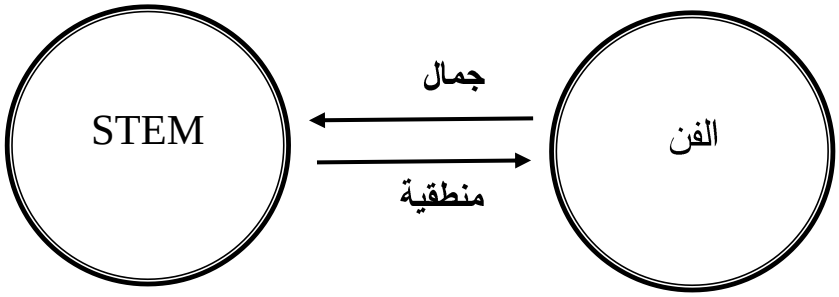
في ولاية بنسلفانيا تم دعم عدد من المدارس خصيصًا لتطوير برامج STEAM، وقد جادل البعض بأن إضافة مجال الفنون من شأنه أن يصرف الانتباه عن التركيز على

العلوم الصعبة STEM، وطالبوا بفصل الفن عن علوم STEM لمنع أي شيء يبتعد بالتركيز عن تعليم علوم STEM، ويغذي هذا المنظر جزئيًا الخوف من أن تتخلف الولايات المتحدة في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، برغم الأموال الحكومية والخاصة التي يتم صرفها على برامج المنح والمنح الدراسية لمشاركة الطلاب في STEM وقد أشار البعض برغم أن STEM يعاني بالفعل من مشكلة كبيرة في مشاركة الطلاب، إلا أن تغيير التركيز من STEM إلى STEAM من شأنه أن يصرف النظر عن المشكلة، خصوصًا وأن الوقت المتطلب لإفساح المجال للفن في مدخل STEM لن يكون كبيرًا ولن يؤثر على تدريس المدخل سلبيًا (Feldman,2015).

فغالبًا ما يستخدم طلاب STEAM الطابعات ثلاثية الأبعاد وغيرها من مواد التكنولوجيا الفائقة التي هي بالكاد لوازم فنية تقليدية، فمدخل STEAM ليس فقط مجرد إضافة الفنون الجميلة لمدخل STEM؛ بل هو العمل على تطوير مهارات التصميم والهندسة عالية المستوى، مع السماح للطلاب بالابتكار والاختراع وفقًا لشروطهم، فهو كما يفرض على الطلاب إنتاج أعمال أصيلة باستخدام STEM، إلا أنه يتيح لهم اختيار كيفية القيام بذلك وما الذي ينتجونه، الأمر الذي يجعل الفارق بين الاثنين مختلفًا وكبيرًا.

ثالثًا: مبررات مدخل STEAM:

نظراً لانخفاض الاهتمامات والإنجازات للطلاب في الرياضيات والعلوم بدأ مدخل STEM يظهر كحل تعليمي، ومع ذلك كان تعليم STEM يفتقد قطعة ومجالًا مهمًا للغاية ألا وهو الفن، فقد كان استخدام STEM في الإبداع متطلبًا أساسيًا ومجالًا تنافسيًا ومبتكرًا نسبياً، بالإضافة إلى أن تعليم العلوم لم يستطع مواكبة التغيرات الحالية في العلوم والتكنولوجيا والهندسة، كما أن الطلاب الذين اعتادوا على مختلف المنتجات التكنولوجية المتقدمة كانوا ملزمين بالتفريض في اهتماماتهم، بالإضافة إلى الفجوة الكبيرة في مجال تنمية الإبداع في تعليم العلوم؛ ولذلك دعا الخبراء إلى مد جسور العلاقة بين العلم والفن، لأنها فكرة ثنائية مفادها أن الفن غير منطقي، وأن العلم لم يكتشف ليدمر المستقبل؛ ولذا يجب تدريس العلم والفن معاً. (Park,2013)



شكل (٤) يوضح العلاقة بين مدخل STEM والفن

وتؤكد ذلك دراسة تالجارد (Taljaard,2016) بالرغم من أن ظهور STEM كان كإصلاح وطني في التعليم في الولايات المتحدة الأمريكية لإعداد الطلاب للاقتصاد العالمي في القرن الحادي والعشرين، كون الولايات المتحدة أصبحت أقل قدرة على المنافسة في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات مقارنة بالدول الأسيوية، إلا أن الدراسات أظهرت أن الأشخاص المشاركين في مجال الفنون يمثلون جزءًا كبيرًا من القوى العاملة في الولايات المتحدة، وأن المساهمة في الفنون تؤدي إلى مكاسب معرفية كبيرة؛ ونتيجة لذلك كانت هناك حاجة إلى التغيير في التعليم على مستوى العالم لإدراج الفنون في مواد STEM، ومن ثم أصبح تعليم STEAM نموذجًا فاعلًا لكيفية إزالة الحدود والحواجز بين التخصصات المختلفة.

ولذا أدخلت تعديلات على قانون "كل طالب ينجح" The Every Student Succeeds Act (ESSA) ما نصه: "ضرورة دمج المواد الأكاديمية الأخرى بما في ذلك الفنون في برامج STEM لزيادة المشاركة وتحسين اكتساب المهارات المتعلقة بموضوعات STEM وتعزيز التعليم الجيد (Tenaglia,2017)، فمدخل STEM لن يكون وحده قادرًا على قيادة حركة الابتكار، بل هناك حاجة للتفكير في التصميم والابداع بقدر ما هناك حاجة إلى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM (Callahan,2019).

ولكن هناك رأي يقول إن الحاجة إلى العالم والمهندس، تقف على حد المساواة مع الحاجة إلى أن يكون الخريج مصممًا وفنانًا رقميًا ومشفرًا ومخرجًا فنيًا، كما أن مدخل STEAM يوفر إمكانية الحصول على مهندسين أفضل من خلال تعلم كيفية التفكير الفني، بل أنه يمكن إشراك من لهم علاقة بالفن بالعلم من خلال السماح لهم برؤية كيف يمكن أن يعمل مدخل STEM في مجال الفنون، لا سيما في عالم رقمي متعدد التخصصات بشكل متزايد.

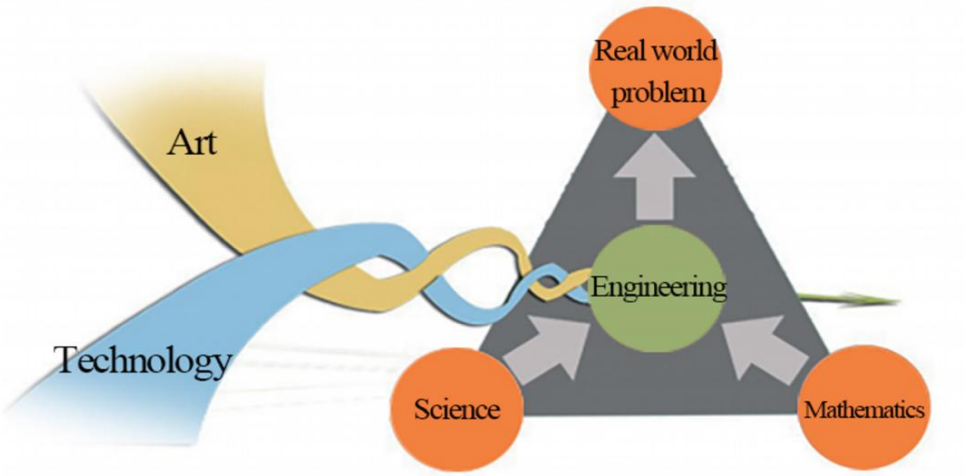
ففي مدخل STEAM أصبح الإبداع هو الأساس، فهو لا يعمل فقط على إحياء وتحديث STEM، بل أنه يعالج فعليًا من خلال مشاريع واقعية كانت سبب في أهمية

موضوعات STEM للجميع، وهذه هي الطريقة التي يجب أن نتعلم جميعاً من خلالها دون استثناء.

وتؤكد دراسة وانج وآخرين (Wang et al,2018) أن التنمية المستدامة في الصين حاليًا تواجه ثلاث قضايا رئيسة: الافتقار إلى المواهب رفيعة المستوى، وضغط التحول الاقتصادي، وصعوبة إصلاح التعليم؛ لذلك تحتاج الصين على وجه السرعة إلى مواهب ابتكارية ورفيعة المستوى ذات معارف ومهارات في عملية التنمية؛ ولذا أصبحت الحاجة ماسة إلى خطوة أخرى لتطوير الابتكار والتعليم، ويُعد مدخل STEAM بمثابة هذه الخطوة المناسبة في التوقيت المناسب؛ حيث يقدم استراتيجيات وأدوات جديدة تتماشي مع عملية التنمية المستدامة.

رابعًا: أهداف مدخل STEAM:

يؤكد وانج وآخرون (Wang et al,2018) أنه من خلال تحليل الغرض من تعليم STEAM ومسح العلاقات بين التخصصات المختلفة، يُقترح تعليم STEAM لحل مشكلات وتحديات العالم الحقيقي، ولذلك يجب أن تكون العلاقات بين التخصصات المختلفة كما يبنها الشكل التالي:



شكل (٣): العلاقات بين تخصصات STEAM ومشكلات العالم الحقيقي

كما يهدف مدخل STEAM إلى تمكين الطلاب من اكتشاف ابداعاتهم والحصول على المنتجات الفنية من خلال تحسين مهاراتهم في حل المشكلات من منظور كلي وإيجابي (Herro & Quigley,2017)، كما أشارت الدراسات السابقة إلى أن إضافة الفن والتصميم إلى البرامج الفيدرالية التي تستهدف العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM مجالات تشجع الابتكار والنمو الاقتصادي في الولايات المتحدة، حيث أكدت دراسة بيرجنات (Perignat,2019) أن دمج الفنون

مع محتوى STEM كان بغرض تحسين تعليم الطلاب، وتنمية الإبداع والإمكانات للنجاح في القرن الحادي والعشرين.

كما أكدت دراسة كوليجروف (Colegrove,2017) أنه على الرغم من أن مدخل STEM يعتبر الحل الرئيس لتحسين القدرة التنافسية للطلاب على المستوى العالمي، يذهب أنصار STEAM إلى أبعد من ذلك، وهو أن إضافة الفن إلى STEM يمكن أن يجلب طاقة ولغة جديدة إلى الساحة التربوية، مما يثير شرارة الفضول والتجريب والرغبة في اكتشاف المجهول لدى الطلاب، ويذهب المؤيدون أيضاً إلى أبعد من ذلك، بحجة أن الفنون تجلب كلًا من محو الأمية الأساسية والموارد إلى تخصصات STEM، كما أنها توفر الابتكارات من خلال التشبيهات والنماذج والمهارات والهياكل والتقنيات والأساليب المعرفية.

وهناك وجهة نظر بأن إعادة دمج الفن والتصميم في التعليم ستزيد من سعادة الطلاب ومتعة التعليم والتعلم، وتحسين الصرامة الأكاديمية في تخصصات العلوم والتكنولوجية والهندسة والرياضيات، كما قد يساعد هذا الدمج على تشجيع المزيد من مشاركة الإناث في المناطق التي يسيطر عليها الذكور، وبخاصة في التخصصات العلمية كالرياضيات والعلوم، ويشير البعض إلى أن الفنون في مدخل STEAM من شأنها جعل محتوى العلوم أكثر سهولة أو مفهومة أو مقبولة من قبل الجمهور، ويعتمد ذلك على قدر المساهمة التي تقدمها الفنون.

ومن ثم فإن مدخل STEAM يهدف إلى تنمية الإبداع والابتكار من خلال التفاعلات التآزرية بين التفكير في كل من الفنون والعلوم، بالإضافة إلى أن الفنون يمكنها أن تقدم سياقًا للعمل الجماعي عالي الأداء، وإدارة التغيير، والتواصل بين الثقافات، وتحسين مهارات الملاحظة والقدرة على التكيف.

خامسًا: محتوى مدخل STEAM:

[١] العلوم: وتشمل كلًا من:

- ما هو موجود بشكل طبيعي وكيف يتأثر.
- الفيزياء والأحياء والكيمياء وعلوم الأرض وعلوم الفضاء والكيمياء الحيوية.

[٢] التكنولوجيا: وتشمل كلًا من:

- طبيعة التكنولوجيا، والتكنولوجيا والمجتمع، والتصميم، وقدرات العالم التكنولوجي.
- العالم المصمم، بما في ذلك: الطب والزراعة، والتكنولوجيا الحيوية، والبناء، والتصنيع، والمعلومات والاتصالات، والنقل، والقوة والطاقة.

[٣] الهندسة: وتشمل كلًا من:

- استخدام الإبداع والمنطق المبني على الرياضيات والعلوم.

- الاستفادة من التكنولوجيا كعنصر ربط لخلق مساهمات في عالم الفضاء، والهندسة المعمارية والزراعية والكيميائية والمدنية، الكمبيوتر، الصناعة/والنظم، الميكانيكية والتعدين.

[٤] الرياضيات: وتشمل الأعداد والعمليات، والجبر، والهندسة، والقياس، وتحليل البيانات، والاحتمالات، وحل المشكلات، والتفكير والبرهان، والاتصال، بما في ذلك: علم المثلثات، وحساب التفاضل والتكامل، والنظرية.

[٥] الفن: ويتضمن مجال الفن: الفنون المرئية والأدائية مثل التصميم والرسم والتصوير الفوتوغرافي والكتابة.

سادسًا: تدريس STEAM:

ينبغي على معلمي الفنون والتصميم في طريقة العرض التواصل مع أقرانهم في حقول STEM لتحديد كيفية دمج الفن مع STEM لتصميم وتدريس منهج STEAM، ومع ذلك فإنهم يحذرون من عدم التأكيد على الفن كنظام، وبالمثل يشجع معلمي الفنون ومعلمي STEM على التعلم من بعضهم البعض؛ من أجل خلق بيئة صفية حيث يتعلم الطلاب من خلال حل المشكلات الإبداعية (Liao,2016).

وتعتمد استراتيجيات التدريس الملائمة لتوجهات STEAM على مداخل التكامل ولذا فهي تشمل:

[١] التعلم القائم على حل المشكلات Problem solving based learning.

[٢] التعلم القائم على المشروعات Projects based learning.

[٣] التعلم القائم على العمل باليدين Hands-On based learning.

[٤] التعلم القائم على البحث والاستقصاء Inquiry based learning.

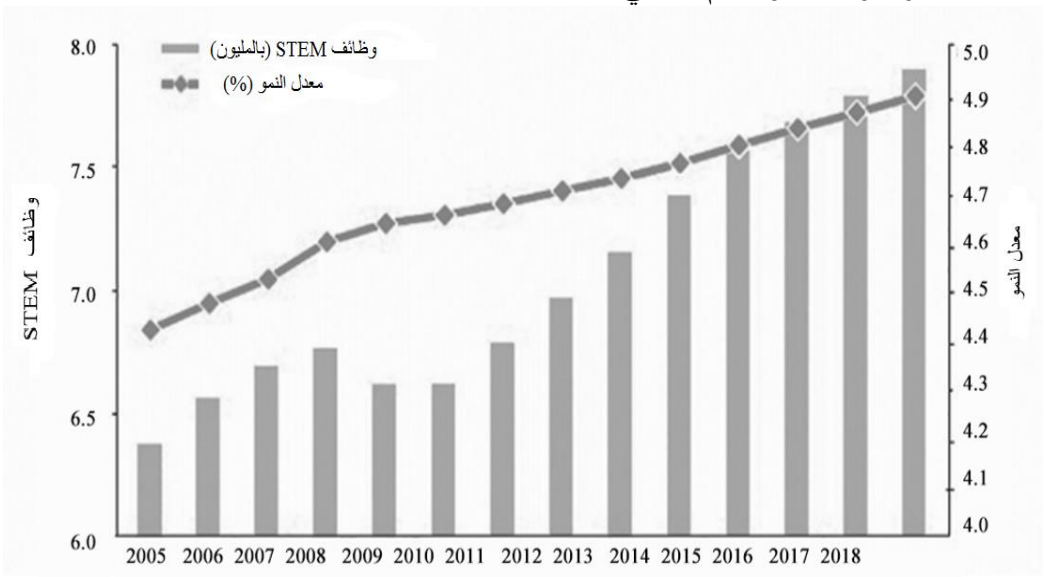
والتي تتحدى الطلاب لحل مشكلات العالم الحقيقي واستكشاف فضولهم للعالم الطبيعي والبشر باستراتيجيات التعلم المتمركزة حول الطالب، والاستراتيجيات القائمة على المشكلات والمشروعات.

سابعًا: وظائف مدخل STEAM:

التركيز الأكبر دومًا في التعليم على إعداد الطلاب للدخول في سوق العمل، وهذا يمثل في حد ذاته تحديًا كبيرًا لمعلمي القرن الحادي والعشرين، نظرًا لأن العالم يتغير بسرعة أكبر من أي وقت مضى، فمن الصعوبة معرفة نوع الوظائف أو المسارات الوظيفية التي ستكون في العقد القادم، وربما تكون الكثير من الوظائف التي تنتظر الطلاب غير موجودة حاليًا، وبخصوص استكشاف وظائف STEAM هناك ٢٥ مهنة مثيرة، وبالرغم من عدم وجود شيء يثير الدهشة حول وظائف STEAM المحتملة، إلا أن الأمر لا يتعلق فقط بجعل المنتج يبدو جميلاً، بل يتجاوز ذلك إلى جعل الفنون جزءًا لا يتجزأ من العمل ككل، ومن الأمثلة على وظائف STEAM:

[١] الرسوم المتحركة [٢] مهندس معماري [٣] مصمم ألعاب الفيديو
[٤] مصمم جرافيك [٥] مهندس صوت [٦] مصمم أزياء
[٧] الترميم [٨] المصور الطبي [٩] تقني العظام

وبخصوص أهمية استكشاف وظائف STEAM ليس فقط لأن هذه الوظائف تظهر فجأة وبسرعة؛ ولكن لأن مناهج STEAM نفسها تسمح للطلاب بالاستكشاف من خلال الفضول واللعب والتعلم العملي.



شكل (٥) معدل نمو الوظائف المرتبطة بمدخل STEAM (Wang et al.,2018)

ثامنًا: فاعلية مدخل STEAM في مجال التعليم:

أشارت نتائج دراسة ميتشل (Mitchell,2016) إلى فاعلية مدخل STEAM في تنمية التحصيل، وتوصلت إلى أن الفنون ودمجها في تعليم STEM من شأنه أن يحسن مشاركة الطلاب ورفع الحافز لديهم والسيطرة على سلوكهم والأهم من ذلك زيادة مستوى الإنجاز لديهم، فالفنون عندما تتكامل مع STEM تمتلك فوائد جوهرية ومعرفية لامحدودة.

وتؤكد دراسة كيجلي وهيرو (Quigley & Herro,2016) أن مدخل STEAM يهدف إلى إعداد الطلاب لحل القضايا الملحة في العالم من خلال الابتكار والإبداع والتعاون والمعرفة الجديدة في نهاية المطاف، وأشارت إلى أن بعض النتائج قد أظهرت أن تدريس STEAM يزيد من الدافعية والمشاركة والتعلم الفعال في مجال STEM، كما أشارت إلى أنه على الرغم من وجود نجاحات في تعليم STEM لها نتائج إيجابية مماثلة، إلا أن تعليم STEAM يتطلع إلى أكثر من ذلك من خلال زيادة

الطرق التي يمكن من خلالها إجراء ارتباطات بين التخصصات، وليس فقط تقوية تعلم الطلاب داخل التخصصات، وإنما بين التخصصات أيضًا، وعلى الرغم من هذه النجاحات المبكرة إلا أنه لا يوجد سوى القليل من الأبحاث حول ممارسات تدريس STEAM وكيفية تطبيق هذه الممارسات داخل الفصول الدراسية.

كما استخدمت دراسة جيتس (Gates, 2017) النموذج الفيزيائي المحاكي للعمليات البركانية باستخدام استديو الفن الزجاجي، حيث تعاون قسم العلوم الجيولوجية مع استديو للفن الزجاجي لإنشاء تجربة تعليمية في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات، مما أدى إلى تعزيز الحماس والتعلم بشكل كبير لدى الطلاب، وزاد من اهتمامهم بالتعلم عن البراكين بنسبة تصل إلى ٤٠.٧%، وتعلم المفاهيم البركانية بنسبة تصل إلى ٩٢%، وتم استخدام التدريب العملي، والتجارب التفاعلية والأنشطة المختلفة عن البراكين، مما حافظ على استمرار حماس الطلاب، وأشارت الدراسة إلى أن مثل هذه العلاقات والترابطات لديها القدرة على خلق تجارب تعليمية جديدة ومبتكرة للطلاب الذين قد لا تتاح لهم الفرصة لمشاهدة الظواهر الجيولوجية في الواقع.

وتوصلت دراسة سفيك (cevik,2018) إلى فاعلية مدخل STEAM في تدريس الهندسة المعمارية للعصور القديمة في تنمية التحصيل لدى الطلاب الجامعيين، وتحسين تصوراتهم في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM، وأكدت الدراسة أن مناهج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات المتكاملة مع مجال الفنون لا تزيد فقط من الإنجازات الأكاديمية في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات فقط، بل في تنمية قدراتهم الفنية، وأوصت الدراسة بأن مدخل STEAM يجب أن يصبح نموذجًا أساسيًا في التعليم، والتعلم الإبداعي والفني في العلوم من خلال دمج الفنون في مدخل STEM؛ خصوصًا وأن تطور الوظائف في مجالات الهندسة والتكنولوجيا أصبحت تستلزم بشكل كبير زيادة جودة المنتجات الفنية.

كما توصلت دراسة سيفالدي (Cifaldi,2018) إلى أن الخبرات في مختبر STEAM كان لها أثر على تنمية التحصيل والمواقف الإيجابية تجاه العلوم لدى الفتيات في المرحلة الابتدائية، وكان مختبر STEAM هو جهدًا تعاونيًا بين مدرس الفصل ومعلم مختبر STEAM.

وأشارت دراسة كل من هاو وهانج (How & Hung (2019 إلى أن التفاعل بين الذكاء الاصطناعي وتعليم الرياضيات قادر على تنمية وتعليم التفكير لدى الطلاب، بالإضافة إلى المهارات الفنية التي يمكن للطلاب تعلمها؛ ولذا يهتم معلمو STEAM أيضًا بغرس مهارات التفكير في الذكاء الاصطناعي، فقد ثبت أن الذكاء الاصطناعي ذو قيمة في انخراط الطلاب في تعلم وتعليم STEAM، كما أشارت الدراسة إلى أن

مصطلح "الفنون" لا يشير فقط إلى الفنون الجميلة في حد ذاتها، ويشمل الفنون الحرة والعلوم الاجتماعية مثل: الفلسفة وعلم النفس والأدب والاجتماع .. ألخ، والتي يظهر فيها التفكير النقدي والتفكير الإنساني الصارم باستخدام الحجج المنطقية وغير الرسمية بشكل بارز، وبالتالي يمكن أن تستفيد من الذكاء الاصطناعي.

ويؤكدان أن تعليم STEAM أصبح في السنوات الأخيرة جزءًا لا يتجزأ من التعليم قبل الجامعي: مرحلة رياض الأطفال، والمدارس الابتدائية والمتوسطة والثانوية، وقد حاول المعلمون تقديم مفاهيم الذكاء الاصطناعي الشائعة لطلاب ما قبل الجامعة مثل:

- رؤية الآلة ومعالجة اللغات الطبيعية
  Machine vision, Natural language processing (NLP)
- تعلم الآلة Machine learning (HL)
- التعلم العميق Deep learning (DL)
- التعلم التعزيزي Reinforcement learning (RL)

ثم تدريب هؤلاء الطلاب للقيام بـ:

- إنشاء الشبكات العصبية الاصطناعية Artificial natural networks (ANN)
- أو الشبكات العصبية التكرارية Recurrent neural networks (RNN)
- أو الشبكات العصبية الالتفافية Convolutional neural networks (CNN)
- أو الشبكات التنافسية التوليدية Generative adversarial networks (GAN)

وأشارت نتائج دراسة كانج (Kang,2019) إلى أن تجارب الطلاب مع تعليم STEAM كانت فعالة في كل من التعلم المعرفي والوجداني، وأظهرت المقابلات التي أجريت مع طلاب الجامعة ممن لديهم تجارب مع تعليم STEAM في المدرسة الابتدائية أن الآثار قد تكون طويلة الأجل، كما أكدت الدراسة أن هناك نقصًا في البحوث حول كيفية قيام المعلمين بتدريس وحدات STEAM.

تاسعًا: عيوب مدخل STEAM:

نظراً لأن تكامل الفنون قبل ظهور STEAM قد تضمن بالفعل استراتيجيات ومناهج تدمج الفنون مع موضوعات أخرى، فإن مناقشة نفس المحتوى والأفكار (تكامل الفنون) تحت مصطلح مختلف STEAM قد تسبب في حدوث ارتباك، فغالبًا ما يساء فهم تكامل الفنون، ويقتصر فقط على استخدام الفنون لتعزيز التعليم والتعلم، مما

يترتب عليه غالبًا تخفيف الفنون في ممارسات الفصل الدراسي، بالإضافة إلى ذلك، على الرغم من ضرورة أن يكون الفن والمواد الأخرى ذات أهمية في تكامل الفنون، إلا أن الفن عادة ما يكون وسيلة لتعليم وتعلم STEM وليس العكس، ولذلك فإن الحفاظ على سلامة تعليم الفن هو مصدر قلق لمعلمي الفن (Liao,2016).

عاشرًا: الخلاصة:

برغم أن دمج الفنون في تعليم STEAM كان امراً سياسيًا؛ إلا أنه فد يضمن الرخاء في المستقبل، حيث يزود الطلاب بتجارب وخبرات متعددة التخصصات تسهم في بناء مجتمعات أكثر إبداعًا، كما أنه لا يحسن الإنجازات الأكاديمية فقط في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، بل يسهم أيضًا في تحسين القدرات الفنية للطلاب.

وتأسيسًا على ما سبق، يمكن التوصية بما يلي:

[١] يجب الاهتمام بتعليم STEAM في مراحل التعليم المختلفة، بحيث يصبح مدخل STEAM نموذجًا أساسيًا في التعليم، والتعلم الإبداعي والفني في العلوم من خلال دمج الفنون في مدخل STEM؛ خصوصًا وأن تطور الوظائف في مجالات الهندسة والتكنولوجيا أصبحت تستلزم بشكل كبير زيادة جودة المنتجات الفنية

[٢] إعطاء أهمية لبرامج إعداد وتدريب المعلمين وفقًا لمدخل STEAM.

[٣] ضرورة الاهتمام بتنمية الوعي بالمهن المرتبطة بتعليم STEAM ومهاراتها.

[٤] ضرورة إجراء المزيد من البحوث حول تعليم STEAM.

المراجع:

Callahan, I. S. (2019). Project luminous: An E-Textiles workshop study to increase Science Technology Engineering Mathematics/Science Technology Engineering Art Mathematics interest in middle school Girls. Unpublished Master dissertation, University of Arkansas.

Cevik, M. (2018). From STEM to STEAM in ancient age architecture. World Journal on Educational Technology: Current Issues. 10(4), PP. 52–71.

Colegrove, T. (2017). Editorial board thoughts: Arts into science, technology, engineering, and mathematics - STEAM, creative abrasion, and the opportunity in libraries today. Information Technology and Libraries (Online), 36(1), PP. 4-10.

Colucci-Gray, L., Burnard, P., Gray, D., & Cooke, C. (2019). A critical review of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). In P. Thomson (Ed.), *Oxford Research Encyclopedia*

of Education. Oxford, United Kingdom: Oxford University Press. DOI: 10.1093/acrefore/9780190264093.013.398

Feldman, A. (2015). STEAM Rising: Why we need to put the arts into STEM education. Available to: https://slate.com/technology/2015/06/steam-vs-stem-why-we-need-to-put-the-arts-into-stem-education.html

Gates, A. E. (2017). Benefits of a STEAM collaboration in newark, new jersey: Volcano simulation through a glass-making experience. Journal of Geoscience Education, 65(1), PP. 4-11. doi:http://dx.doi.org.sdl.idm.oclc.org/10.5408/16188.1

Herro, D. & Quigley, C. (2017). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators. Professional Development in Education, 43(3), PP. 416–438. doi:10.1080/19415257.2016.1205507

How, M.-L. & Hung, W. L. D. (2019). Educing AI-Thinking in Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) Education. Education Science, 9(184), PP.1-41, doi:10.3390/educsci9030184

Liao, C. (2016). From interdisciplinary to transdisciplinary: An arts-integrated approach to STEAM education. Art Education, 69(6), PP. 44-49.

Mitchell, E. (2016). The effectiveness of science, technology, engineering, arts and math (S.T.E.A.M.) afterschool program on middle school student academics, behavior and school attendance. Unpublished Doctoral dissertation, the Faculty of Trevecca Nazarene University School of Education.

Nam-Hwa Kang (2019).A review of the effect of integrated STEM or STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics) education in South Korea. Kang Asia-Pacific Science Education, 5(6), PP. 1-22, https://doi.org/10.1186/s41029-019-0034-y

National Art Education Association. (2014, April). Position statement on STEAM education. Author. Retrieved from www.arteducators. org/advocacy/articles/143-positionstatement-on-steam-education.

Park, N. (2013). Application and analysis of STEAM using education programming language in elementary school. International Information Institute (Tokyo), 16(10), 7311-7324.

Perignat, E. M. (2019). Examining teachers' creativity-fostering behaviors in a STEAM classroom: A mixed methods case study. Unpublished Doctoral dissertation, The faculty of Drexel University.

Quigley, C. F., & Herro, D. (2016). "Finding the joy in the unknown": Implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. Journal of Science Education and Technology, 25(3), PP. 410-426. doi:http://dx.doi.org.sdl.idm.oclc.org/10.1007/s10956-016-9602-z

Riley, S. (2018). "STEAM Careers for the 21st Century". The Institute for Arts Integration and STEAM. Available to https://educationcloset.com/2018/09/01/steam-careers-for-the-21st-century/

Spector, J. M. (2015). Education, training, competencies, curricula and technology. In Emerging Technologies for STEAM Education. Basel, Switzerland: Springer International Publishing.

Taljaard, J. (2016). A review of multi-sensory technologies in a Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM) classroom. Journal of Learning Design, 9(2), PP. 46-55.

Tenaglia, T. (2017). STEAM curriculum: Arts education as an integral part of ınterdisciplinary learning. Messiah College Curriculum and Instruction Research Project, Parkway.

Wang, X., Xu, W., & Guo, L. (2018). The status quo and ways of STEAM education promoting China's future social sustainable development. Sustainability, 10(12), PP. 1-15, doi:http://dx.doi.org.sdl.idm.oclc.org/10.3390/su10124417

Wynn, T., & Harris, J. (2012). Toward a STEM + arts curriculum: Creating the teacher team. Art Education, 65(5), PP. 42-47.