

متطلبات توظيف مدخل STEM في تعليم العلوم في المدارس الحكومية الأردنية Requirements for Using the STEM Approach in Teaching Science in Jordanian Public Schools

فايزة يوسف القبلان

Fayzeh Yousef Al- Qoblan

أستاذ المناهج وطرق التدريس المشارك- قسم المناهج والتدريس- كلية التربية- جامعة حائل- المملكة العربية السعودية

Associate Professor of Curriculum and Teaching Methods, Department of Curriculum and Teaching, College of
Education, Hail University, KSA
f.alqoblan@uoh.edu.sa

Accepted

قبول البحث

2023/6/6

Revised

مراجعة البحث

2023 /5/23

Received

استلام البحث

2023 /5/6

DOI: <https://doi.org/10.31559/EPS2023.12.5.12>



This file is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

متطلبات توظيف مدخل STEM في تعليم العلوم في المدارس الحكومية الأردنية Requirements for Using the STEM Approach in Teaching Science in Jordanian Public Schools

الملخص:

الأهداف: هدفت الدراسة إلى التعرف على متطلبات تطبيق منحنى STEM في تعليم العلوم في المدارس الأردنية، وكذلك التعرف على المعوقات التي قد تحول دون تطبيقه.

المنهجية: لتحقيق أهداف الدراسة استخدم المنهج الوصفي التحليلي، المستند إلى جمع الحقائق والبيانات في البحوث التربوية ذات الصلة بموضوع الدراسة، ثم معالجتها وتحليلها وتفسيرها وتقييمها بصورة شاملة، للوصول إلى متطلبات تنفيذ هذا المدخل في المدارس الأردنية.

النتائج: توصلت نتائج الدراسة إلى تحديد متطلبات تطبيق منحنى STEM لتدريس العلوم، وتم حصرها في أربعة متطلبات تتعلق (بالمعلم، والطالب، والمحتوى التعليمي، والبيئة المدرسية)، وكذلك تم التوصل للمعوقات التي تتعلق بالمتطلبات الأربعة، وذلك بالاستناد للأدب النظري السابق المتعلق بموضوع الدراسة.

الخلاصة: استناداً للنتائج قدمت الباحثة عدداً من التوصيات لتوفير المتطلبات اللازمة للتطبيق ومنها: يتطلب تطبيق تعليم العلوم بمنحنى STEM، تظافر جهود كل من معلمي العلوم والباحثين وصانعي القرار والإداريين ومطوري المناهج ومصممي التعليم، لتقليص الفجوة بينهم، التفكير في نهج تدريجي مع تغييرات صغيرة للتخفيف تدريجياً من التحديات التي يواجهها معلمو العلوم في تنفيذ دروس المنهج التكاملي، الإعداد الجيد لمعلمي العلوم وفق المنحنى التكاملي، وتقديم الدعم المستمر من قبل متخصصين في تعليم STEM، للتمكن من تطبيقه بفاعلية.

الكلمات المفتاحية: مدخل STEM؛ تعليم العلوم؛ متطلبات.

Abstract:

Objectives: The study aimed to identify the requirements for implementing the STEM approach in science education in Jordanian schools, as well as to identify the obstacles that may hinder its implementation.

Methods: To achieve the study's objectives, the descriptive-analytical method was employed, relying on the collection of facts and data in educational research related to the study's subject. The data was then processed, analyzed, interpreted, and comprehensively evaluated to reach the requirements for implementing this approach in Jordanian schools.

Results: The study's results identified the requirements for implementing the STEM approach in teaching science, which were narrowed down to four requirements related to the teacher, student, educational content, and school environment. The study also revealed the obstacles related to these four requirements, based on the previous theoretical literature related to the study's subject.

Conclusions: Based on the results, the researcher provided several recommendations to meet the necessary requirements for implementation, including: the collaboration of efforts among science teachers, researchers, decision-makers, administrators, curriculum developers, and educators to bridge the gap between them; considering a gradual approach with small changes to gradually alleviate the challenges faced by science teachers in implementing integrated curriculum lessons; adequate preparation of science teachers according to the integrated approach, and providing continuous support from STEM education specialists to effectively implement it; fostering genuine partnerships with local community institutions to leverage their resources.

Keywords: STEM Approach; Science Education; Requirements.

المقدمة:

تعددت المداخل والاتجاهات التي فرضت نفسها على تعليم العلوم، لمواكبة ما أفرزته الثورة المعرفية والمعلوماتية في عالمنا المعاصر من تحديات وتغيرات، والتي وضعت النظم التعليمية أمام تحدٍ لمواكبة تلك التغيرات، بما يحقق لتلك النظم السبق والتميز في عالم يتسم بالتنافسية، ومن تلك المداخل STEM، أو ما أُتفق على تسميته STEM Education، وهي كلمة مركبة تمثل اختصاراً للحروف الأربعة الأولى من المجالات الأربعة التي يُركّز عليها STEM وهي العلوم (Science)، والتكنولوجيا (Technology)، والهندسة (Engineering)، والرياضيات (Mathematics).

وتزايد الاهتمام بتعليم STEM مع الوقت، خاصةً عقب ظهور نتائج الاختبارات الدولية الموحدة للطلبة TIMSS، والتي تُعد بمثابة ناقوس الخطر الذي نبّه الولايات المتحدة لضرورة تطوير تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM)، وكطريقة لربط التعليم بالحياة اليومية للمتعلم، حتى يقدم للمتعلم المفاهيم والمهارات المتوفرة في المجالات الدراسية المختلفة بصورة مجمعة ومتكاملة، في صورة مشكلات أو مشاريع من واقع الحياة، لتشكيل منظومة تعليمية متكاملة مؤلفة من حقول العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في المرحلة الابتدائية وحتى الثانوية، والتي توفر بدورها وسيلة خلاقة ومبتكرة لحل مشكلة التطبيق العملي المباشر لما تم تعلمه (The Scottish Government, 2017).

ويشمل تعليم STEM الدراسة بواحد أو أكثر من المجالات الأربعة، ويتخطى ذلك نحو تطوير مهارات ابتكار المعارف، وتحويلها إلى منتجات أصيلة، ضمن فهم يشمل المكونات التالية (The Scottish Government, 2017):

- العلوم (Science): وتشمل المعارف، والمهارات، وطرائق التفكير العلمي والإبداعي، واتخاذ القرار.
 - التكنولوجيا (Technology): وتتضمن التطبيقات العلمية والهندسية وعلوم الحاسب، وهو فرع المعرفة الذي يهتم بإنشاء واستخدام الوسائل التقنية، وعلاقتها مع الحياة والمجتمع والبيئة.
 - الهندسة (Engineering): تتضمن التصميم الهندسي، والتي تهتم بفهم الطرق التي تطبق من خلالها معارف علمية ورياضية، وتحويلها لمنتجات تقنية.
 - الرياضيات (Mathematic): وتتضمن قاعدة أساسية عريضة من أسس الرياضيات وحل المشكلات الرياضية.
- كما أظهرت دراسة ثيبوت ونيبراث وديبين (Thibaut., Knipprath., Dehaene & Depaepe, 2018) أن أداء الطلاب المنخرطين في التعليم يعتمد على مناهج دراسية متكاملة، في مجموعة متنوعة وواسعة من التخصصات أفضل من أقرانهم في التعليم التقليدي الذي يعتمد على مناهج منفصلة، علاوةً على ذلك فإن استخدام منهج متكامل له تأثير إيجابي على نتائج التعلم غير المعرفية للطلاب كالاستمتاع بالدراسة وزيادة الدافعية للتعلم، وهذا المدخل في التعلم القائم على دمج مناهج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات يسمى تعليم STEM، وهو مدخل تعليمي متكامل أثبتت الدراسات أن له تأثير إيجابي على تحصيل الطلبة، ويعتمد على فلسفة قائمة على نهج من التعلم يكامل بصورة مقصودة المفاهيم والممارسات التعليمية في مجالي العلوم والرياضيات مع مفاهيم وممارسات التكنولوجيا والتعليم الهندسي، وإزالة الحواجز التقليدية بين التخصصات الأربعة ودمجها في تعليم واحد متماسك بما يؤدي إلى تكوين وإنشاء معرفة جديدة، وهو منهج قائم على المشروعات والاكتشاف والتساؤلات من جانب الطالب، ومن ثم يسمح لهم بإجراء اتصالات بالمتخصصين والخبراء سواء من داخل المدرسة أو من خارجها (John., Bettye., Ezra & Robert, 2016).
- وبالرغم من أهمية تعليم STEM، إلا أنه حتى الآن لا يوجد إجماع واضح حول مفاهيم التكامل بين مجالات STEM، لذا أقدم الباحثين على دراسة ذلك، فقد قام ثيبوت وآخرون (Thibaut, et al, 2018)، بمراجعة لإجراءات ممارسات التكامل بين مجالات STEM، وبيّنت نتائج بحثه بأن الإطار المفاهيمي لتعليم STEM يتضمن خمسة مبادئ وهي:

- دمج محتوى النظام التكامل، ويشير إلى الاستيعاب الصريح لأهداف التعلم والمحتوى والممارسة التدريسية.
 - بيئات التعلم، ويشير إلى إشراك الطلبة في مشكلات حقيقية مفتوحة النهاية.
 - التعلم القائم على الاستفسار، لحث الطلبة على طرح الاسئلة، والأنشطة العملية، والتعلم التجريبي.
 - استخدام التصاميم، وتهتم بالتعرف على عملية التصميم الهندسي، والممارسات الهندسية للطلبة.
 - التعلم التعاوني، ويهتم بإتاحة فرص التواصل والتعاون بين الطلبة لتعميق معارفهم.
- وحرصاً من وزارة التربية والتعليم الأردنية للارتقاء بالمعايير التعليمية الوطنية، فقد أنشأت مركز الوبيل للتميز التربوي (JCEE)، وهو من المشاريع الرئيسة لمؤسسة الملك الحسين، التي تحقق رؤى جلاله الملك الحسين - رحمه الله - بأهمية التعليم لتحقيق العدالة الاجتماعية والتنمية الاقتصادية، ويرتبط المركز بشبكة واسعة من المؤسسات التربوية في المنطقة العربية والعالم، بهدف إعداد الكوادر التعليمية وتطوير الخطط الدراسية والمناهج، ويُقدّم خدماته النوعية عن طريق أقسامه المختلفة، ويكرّس أعماله منذ التأسيس لتحقيق التميز والابتكار في الحقل التعليمي بإطلاق المبادرات المتميزة في حقول العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، بأساليب مبتكرة ومشجعة ومثيرة للاهتمام، كما ويركز في جميع برامجها على التميز في تقديم الخدمات والإبداع والابتكار (مركز الوبيل للتميز التربوي، 2019).

ومن الوحدات الرئيسية للمركز، وحدة العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM UNIT)، والتي تهتم باستقطاب وتطوير برامج تعليمية تحقق معايير نهج STEM، الذي يقوم على ربط مفاهيم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات مع العالم الحقيقي من خلال التطبيقات العملية التي يقوم بها الطلبة ليطمئئنونهم لمهارات القرن الواحد والعشرين، وإعدادهم لأسواق العمل المستقبلية، بتعزيز مهارات الاستقصاء والتفكير الناقد وحل المشكلات والعمل ضمن الفريق والقدرة على اتخاذ القرار، ولتحقيق ذلك يتم تقديم برنامج متكامل للمؤسسات التعليمية يتضمن التدريب العملي للمعلمين وإعداد الحقائق والمناهج التي تتوافق مع مستويات الطلبة من مختلف المراحل وشاركهم في منافسات محلية ودولية عن طريق كادر من الخبراء والمدرسين المحترفين في هذا المجال (مركز اليوبيل للتميز التربوي، 2019).

وكان لتأخر ترتيب الطلاب الأردنيين في الاختبار الدولي للعلوم والرياضيات في دورته لعام 2019، بمثابة جرس الإنذار الذي نبه المسؤولين للمستوى المتدني الذي وصل إليه حال التعليم الأردني بالمدارس، خاصةً بمجالات العلوم والرياضيات. ويظهر الاهتمام المحلي تجاه STEM في التعليم، من خلال العديد من المؤتمرات المحلية التي عُقدت مؤخراً، وكان أهمها: المؤتمر السنوي STEM لعلوم الروبوت التابع للجمعية العربية للروبوت بالتعاون مع مركز اليوبيل للتميز التربوي التابع لمؤسسة الحسين، وأقيم أربع مرات (مؤسسة الحسين، 2019). لذا فإن مدخل STEM هو الحل الذي تم اللجوء إليه للتغلب على مشاكل التعليم في القرن الحادي والعشرون، ضمن أربعة علوم يدرسها الطالب بشكل ضمني وقد يكون غير ظاهر بشكل واضح، وهذا المدخل يتطلب إعادة بناء وتدريب مناهج العلوم بشكل بنائي بمنهج المواد المتصلة لتحقيق فعالية تعليمهم وتعلمهم.

وبناءً على ما سبق فإن تعليم STEM يتطلب تحولات كبيرة في المناهج الدراسية وطرائق التدريس، وبرامج التطوير المهني، وأدوار الطلبة، وتجهيز البيئات التعليمية، ومن المتوقع أن ينتج من هذه التحولات معوقات تنشأ بين الممارسات الحالية والمأمولة، ولتضيق هذه الفجوة يجب فهم المعوقات ومعالجتها، وفي ضوء الدور الفعال لتعليم العلوم بمنهج STEM أجريت العديد من الدراسات، فقد أجرى المومني (2022) دراسة في الأردن هدفت للتعرف على متطلبات تطبيق منجى STEM في تدريس الرياضيات من وجهة نظر معلمي المدارس الحكومية في محافظة عجلون، واستُخدم المنهج الوصفي المسحي، واستبانة بثلاث مجالات، تم تطبيقها على عينة من (650) معلماً ومعلمة، وأظهرت النتائج أن متطلبات التطبيق جاءت بدرجة متوسطة، وعلى مستوى المجالات جاءت المتطلبات المتعلقة بالمعلم بدرجة مرتفعة، والمتعلقة بالمحتوى التعليمي والبيئة التعليمية بدرجة متوسطة، كما أظهرت النتائج عدم وجود فروق دالة تُعزى لمتغير الجنس، بينما وجدت فروق تُعزى لمتغير المؤهل العلمي ولصالح الدراسات العليا.

في حين هدفت دراسة عمارنة (2022) للتعرف على درجة امتلاك معلمي الرياضيات في المدارس الحكومية لمحافظة جرش للكفايات التعليمية القائمة على منجى STEM من وجهة نظر المعلمين، واستُخدم المنهج الوصفي المسحي، واستبانة كأداة لجمع البيانات، وتم تطبيقها على عينة من (160) معلماً ومعلمة، وأظهرت النتائج أن درجة امتلاك معلمي الرياضيات للكفايات التعليمية القائمة على منجى STEM جاءت بدرجة متوسطة، كما أظهرت النتائج عدم وجود فروق دالة إحصائية لدرجة امتلاك المعلمين للكفايات التعليمية تُعزى لمتغيري الجنس والخبرة التدريسية.

وهدف دراسة الملكاوي واليوسف (2019) للكشف عن مدى تضمين معايير منجى (STEM) في محتوى كتب الفيزياء المطبوعة للمرحلة الثانوية في الأردن، واستُخدم المنهج الوصفي التحليلي، بتحليل المحتوى ضمن (30) مؤشراً، وتكوّنت عينة الدراسة من الفصول الأربعة الأولى المتضمنة في الجزء الأول من كتاب الفيزياء المطبوع للصفين الأول والثاني ثانوي العلمي، وأظهرت النتائج تدني نسبة تضمين معايير منجى STEM في كتب الفيزياء المطبوعة للمرحلة الثانوية في الأردن.

بينما جاءت دراسة الزهراني وأبو عودة (2019) للتعرف على متطلبات تطبيق منجى STEM في تدريس العلوم بالمرحلة الابتدائية من وجهة نظر المشرفات والمعلمات بمدينة مكة المكرمة. واستُخدم المنهج الوصفي التحليلي، واستبانة موزعة على ثلاث مجالات تتعلق بمتطلبات تطبيق منجى STEM في تدريس العلوم وهي (المعلم، المحتوى، البيئة التعليمية)، وتم تطبيقها على عينة مكونة من (15) مشرفة، و (92) معلمة للمرحلة الابتدائية في مدينة مكة المكرمة؛ وأظهرت النتائج أن متطلبات تطبيق منجى STEM في تدريس العلوم بالنسبة للدرجة الكلية حصلت على درجة متوسطة، وحصلت متطلبات تطبيقه لمجال البيئة التعليمية على أعلى درجة من حيث الترتيب، ويلها مجال المحتوى التعليمي ومن ثم مجال المعلم، كما حصلت المجالات الثلاث على درجة متوسطة، وأظهرت النتائج عدم وجود فروق دالة إحصائية نحو متطلبات تطبيقه تُعزى لمتغيرات الدراسة.

وأجرى القحطاني وآل كحيلان (2017) دراسة هدفت إلى الكشف عن معوقات تطبيق منجى (STEM) في تدريس الرياضيات في المرحلة المتوسطة من وجهة نظر المعلمين والمشرفين، ولتحقيق أهداف الدراسة استُخدم المنهج الوصفي والاستبانة كأداة لجمع البيانات، وتم تطبيقها على عينة مكونة من (103) من معلمي ومشرفي الرياضيات بالمرحلة المتوسطة بمنطقة عسير، تم اختيارهم بالطريقة العشوائية البسيطة، وكشفت النتائج عن بعض معوقات تطبيق منجى STEM في تدريس مادة الرياضيات في المرحلة المتوسطة، واحتل المحور الثاني (المعوقات المتعلقة بالطالب) المرتبة الأولى بين المعوقات، يليه المحور الرابع (المعوقات المتعلقة بالمحتوى)، ثم المحور الأول (المعوقات المتعلقة بالمعلم)، وأخيراً المحور الثالث (المعوقات المتعلقة بالبيئة الصفية).

فيما سعت دراسة (Ramli & Talib, 2017) لمراجعة الأدبيات التربوية للتعرف على منهج تنفيذ تعليم STEM والمعوقات التي تواجهه، وتم مسح مجموعة كاملة من مجلات Scopus واختيار 10 مقالات بحثية للتحليل، وكشفت النتائج أن تعليم STEM القائم على النموذج كان الأكثر استخداماً، يليه التعلم القائم على المشاريع ثم التعلم القائم على حل المشكلات، وكشفت كذلك عن مجموعة من المعوقات كمعرفة المعلمين للمحتوى وصعوبة تنفيذ وحدات STEM، ونقص خبرات المعلمين في تنفيذ تعليم STEM مما يُضعف ثقتهم في تنفيذه، والوقت اللازم للتنفيذ.

وأجرى (McDonald, 2016) دراسة بحثت في مساهمات التخصصات الأربعة - العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات - في مجال تعليم (STEM) ، ومحو الأمية في مجالات (STEM) ، والعوامل التي تؤثر على مشاركة الطلاب في تعليم (STEM)؛ والممارسات التربوية الفعالة، وتأثيرها على تعلم الطلاب وإنجازهم في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات؛ وكذلك دور المعلم في تعليم (STEM)، بعمل مراجعة نقدية لـ 237 دراسة، وجاءت النتائج بتحديد ثلاثة عوامل رئيسية: أهمية التركيز على المرحلة الإعدادية من التعليم للحفاظ على اهتمام الطلاب وتحفيزهم للانخراط في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وتنفيذ الممارسات التربوية الفعالة لزيادة اهتمام الطلاب وتحفيزهم، وتطوير كفاءات القرن الحادي والعشرين، وتحسين تحصيل الطلاب، وتطوير معلمين ذوي جودة عالية للتأثير بشكل إيجابي على مواقف الطلاب ودوافعهم تجاه العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

واستقصى أبو فرحة (2015) أثر تطبيق منى STEM باستخدام حقيبة الروبوت EV3 في اكتساب المفاهيم العلمية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي في مدارس البنات في الكلية العلمية الإسلامية فرع جبل عمان، تم إعداد أداة الدراسة وتطبيقها على عينة الدراسة التي شملت 48 طالبة، موزعة على شعبتين في المدرسة نفسها، إحداها ضابطة والأخرى تجريبية. وتوصلت الدراسة إلى وجود فرق ذات دلالة إحصائية لصالح المجموعة التجريبية.

في حين هدفت دراسة (Han., Yalvac., Capraro & Capraro, 2015) التعرف على مفاهيم وتنفيذ الدروس القائمة على نموذج STEM، وتكون البحث من فريق متخصص بتعليم STEM، وقدم دورات متخصصة للتعليم وفق المنحى لـ (92) معلماً في مناطق حضرية جنوب الولايات المتحدة الأمريكية. للتعرف على مفاهيم وطريقة تنفيذ المعلمين للدروس القائمة على نموذج STEM، أجرى الباحثون دراسة حالة لـ (5) معلمين، شملت مقابلات شخصية، وملاحظات صفية، وخططهم الدراسية. وتوصل الباحثون إلى أن البرنامج التدريبي ساعد المعلمين وحسن من تصوراتهم نحو نموذج STEM.

يتضح مما سبق تنوع توجهات الدراسات السابقة، إلا أنها أجمعت على أهمية التعليم بمنحى STEM، حيث أنها تناولت فاعلية هذا المنحى في تعليم الطلبة، أو امتلاك المعلمين لكفايات التدريس به، أو تحليل كتب العلوم في تضمينها لمعاييرها، أو دراسة تطبيقه من وجهة نظر المعلمين، أو أثره في تنمية بعض المتغيرات عند المتعلمين، أو تدريس واقعه، ونوعت في المنهج المستخدم للدراسة، والمتغيرات والمراحل المدروسة، أما هذه الدراسة فاتفقت مع الدراسات السابقة بالموضوع ومع البعض بالمنهج الوصفي، ولكنها اختلفت بتوجيهها العام في البحث بمتطلبات التطبيق الفعلي لهذا المنحى في تدريس العلوم، وتقصي معوقات تطبيقه في المدارس الأردنية، وهذه الدراسة الأولى محلياً في - حدود علم الباحثة - التي تناولت هذا الموضوع، تماشيًا مع التوجهات الحديثة لإصلاح تعليم العلوم.

مشكلة الدراسة:

يمكننا القول أن تعليم STEM يُحقق تعلُّماً قائماً على الفهم ويُطبّق المعرفة في الحياة، كما أنه يؤهل الطلبة لوظائف المستقبل التي تتناسب مع متطلبات العصر، إلا أن التعليم وفق هذا المدخل STEM يتطلب تدريب المعلمين على مهارات الدمج بين التخصصات المختلفة عبر تصميم تحديات ومشكلات لأنشطة ومشاريع صفية ولاصفية مرتبطة بالحياة، مع تهيئة بيئات التعلم الحديثة لدعم المتعلمين واستمتاعهم خلال عملهم ضمن فرق طلابية للوصول لنتائج ذات معنى، وفهم الارتباط بين العلوم المختلفة بسهولة تهيئتهم لمتطلبات وتحديات مهن المستقبل (National STEM Centre, 2019).

وما تزال هذه الاستراتيجية حديثة في البيئة العربية بشكل عام والأردنية بشكل خاص، ويقتصر تطبيقها على الطور التجريبي، لعدم توافر تعليم رسمي نظامي بمنحى STEM في الأردن، وغياب التشريعات والسياسات التعليمية والخطط الوطنية لتعليمه، وضعف عملية التقويم بناءً على مؤشرات أداء الطلبة وتحصيلهم دولياً ووطنياً في العلوم والرياضيات، وغياب برامج التطوير المهني لمعلمي العلوم لهذا التعليم، وفي ضوء ما سبق تتحدد مشكلة الدراسة بالحاجة لتطوير واقع تدريس العلوم في المدارس الأردنية، بتوظيف المداخل الحديثة في التدريس، ومنها مدخل STEM؛ وبالتالي من الأهمية تحديد المتطلبات اللازمة لتوظيف هذا المدخل في مدارسنا، والوقوف على المعوقات التي قد تحد من ذلك، ومن هنا جاءت هذه الدراسة للإجابة عن السؤال الرئيس التالي: (كيف يمكن توظيف مدخل STEM في تعليم العلوم في المدارس الأردنية؟)، ويتفرع عن هذا السؤال الأسئلة الآتية:

- ما هي المتطلبات اللازمة لتوظيف مدخل STEM في تدريس العلوم في المدارس الحكومية الأردنية ؟
- ما المعوقات التي تحد من توظيف مدخل STEM في تدريس العلوم في المدارس الحكومية الأردنية ؟

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى:

- التعرف على المتطلبات اللازمة لتوظيف مدخل STEM في تدريس العلوم.
- التعرف على المعوقات التي تحد من توظيف مدخل STEM في تدريس العلوم.

أهمية الدراسة:

وتتمثل أهمية الدراسة بما يلي:

الأهمية النظرية:

وتتمثل بأن هذه الدراسة قد تثرى الإطار النظري المتعلق بمدخل STEM، وتأني لمواكبة الاتجاهات التربوية الحديثة التي تنادي بالتكامل بين تخصصات العلوم والرياضيات والهندسة والتقنية، لضمان القدرة التنافسية العالمية في عصر الاقتصاد المعرفي.

الأهمية التطبيقية:

- قد تفيد مخططي المناهج في تخطيط المناهج الدراسية في ضوء مهارات منى STEM.
- تفيد الوزارة بحصر متطلبات تطبيق منى STEM في تدريس العلوم في المدارس ضمن أربعة محاور: المعلم، والطالب، والمحتوى التعليمي، والبيئة التعليمية.
- التعرف على واقع تطبيق STEM، والذي يمكن من خلاله تقديم حلولاً عملية لتطوير تدريس العلوم وفق هذا المنحى.
- قد تسهم هذه الدراسة بتوجيه القائمين على تطوير مناهج العلوم لمعوقات تطبيق المنحى ووضع الحلول لها.

حدود الدراسة:

وتشمل حدود الدراسة الآتي:

- الحدود الموضوعية: اقتصرَت هذه الدراسة على محاولة توظيف مدخل STEM في تعليم العلوم في المدارس الأردنية، بالوقوف على المتطلبات اللازمة لتوظيفه، وكذلك المعوقات التي تحد من ذلك.
- الحدود المكانية: المدارس الحكومية الأردنية.
- الحدود الزمانية: الفصل الدراسي الثاني 2022-2023.

التعريفات الاصطلاحية والإجرائية:

- المدخل: خطة شاملة لتصميم البرامج المدرسية وطرائق التدريس معاً، ينفذها المعلم، ويتعلمها المتعلم بالوسائل المتاحة، وتُقدم بصورة قوائم طويلة من العناصر اللغوية وغير اللغوية، ويحكم على عمليتي التعلم والتعليم من خلال برنامج دراسي لصف ما أو مجموعة متعلمين (الأحمدي، 2019).
- STEM: نهج متكامل يجمع بين العلوم، والتقنية، والهندسة، والرياضيات (Science, Technology, Engineering, Mathematics)، بحيث تُدرّس هذه الحقول في صورة وحدة متماسكة (Cinar, Pirasa & Sadoglu, 2016).
- ويعرّف (Esthe, 2017) أن تعليم STEM يمثل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، ويدمج هذا التعليم المواضيع التي تدرس بصفة منفصلة، كما أنه يؤكد على تطبيق المعرفة على الحالات الواقعية، ويدرس عادة كمحاولة إيجاد حل حقيقي للمشكلة، ويركز هذا التعليم على التعليم القائم على المشروع.
- متطلبات توظيف مدخل STEM: وتعرفه الباحثة اجرائياً بأنه الإجراءات التنفيذية والمهارات المهنية والتجهيزات التي من المهم توافرها لتوظيف تدريس العلوم بمدخل STEM في المدارس الأردنية.

منهج الدراسة:

استُخدم المنهج الوصفي التحليلي، المستند إلى جمع الحقائق والبيانات في البحوث التربوية ذات الصلة بموضوع الدراسة، ثم معالجتها وتحليلها وتفسيرها وتقييمها بصورة شاملة، للوصول إلى متطلبات تنفيذ هذا المدخل في المدارس الأردنية.

نتائج الدراسة:

للإجابة عن السؤال الأول ومناقشته (ما هي المتطلبات اللازمة لتوظيف مدخل STEM في تدريس العلوم في المدارس الأردنية؟)

للإجابة عن هذا السؤال تم استقراء الأدب النظري المتعلق بموضوع الدراسة، كدراسة (ياسين، 2015؛ وعبد السلام، 2019؛ و يحيايوي، 2019؛ و Jackie، 2015؛ و El Nagdi, Leammukda & Roehrig, 2018؛ و عساف، 2015؛ وصالح، 2016؛ والسبيل، 2015؛ و National STEM Centre, 2019؛ و Mcdoonald، 2016؛ والسيد والحنان 2019؛ و Kelley & Knowles، 2016؛ و Gojak، 2015؛ و Jackie، 2015؛ والكوارع، 2017؛ و DeJarenette، 2018؛ و رفاعي، 2015؛ و الرشيدى والكنعان، 2020؛ و الفحطان وآل كحلان، 2017؛ والزهراني وأبو عودة، 2019؛ والدوسري، 2015؛ وغانم، 2015)، وذلك وفق أربعة محاور تتضمن:

- المتطلبات المتعلقة بالمعلم
- المتطلبات المتعلقة بالطالب
- المتطلبات المتعلقة بالمحتوى التعليمي
- المتطلبات المتعلقة بالبيئة التعليمية

أولاً: المتطلبات المتعلقة بالمعلم

لأن المعلم المحور الأساسي للعملية التعليمية، لتحقيق مستوي عالٍ من الجودة لدى الطلبة الذين يدرسون وفق منحنى STEM، لذا لا بدّ من تأهيلهم لتدريس برامج STEM. فنجاح وتمييز الأنظمة بصفة عامة يعتمد على مؤهلات ومهارات المعلم بشكل أساسي، أما معلم STEM فتقع عليه مسؤولية أكبر في مساعدة الطالب على الاستكشاف والوصول إلى الترابط والتكامل بين مجالات STEM المختلفة (National STEM Centre, 2019).

ويهتم برنامج STEM بالمعلم، حيث تتضمن برامجه مجموعة من الورش العملية المباشرة التي تساعد المعلمين على تعزيز تعلم الطلبة في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وترسيخ مفهوم STEM لديهم، ومن خلال هذه الورش والمناهج والمواد التدريبية، يتعرف المعلمون ويطبّقون مجموعة من الأنشطة العلمية العملية والألعاب التعاونية، التي ستساعدهم مستقبلاً على تطبيق هذا المفهوم في غرفهم الصفية، كما سيتمكنون من خلال هذه الأنشطة من التعرف على استراتيجيات توضّح سبل الاستفادة من هذه الأنشطة في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لجميع المراحل الدراسية (ياسين، 2015). كما تجب الإشارة إلى أنه يجب تدريب معلمين بشكل جيد في هذه المجالات حتى يقوموا بإرشاد الطلاب خلال عملية حل المشاكل (Jackie, 2015).

وأشار النجدي وليموكدا وروهرنغ (El Nagdi., Leammukda & Roehrig, 2018) إلى أن أهم الخصائص المهنية لمعلمي STEM، هي توفير الفرص لإشراك جميع الطلبة في عملية التعليم، ومراعاة الفروق الفردية بينهم، والوعي بالقضايا الاجتماعية، والوعي بأهمية التواصل والتعاون بين المدرسة والمجتمع، كما ويتعين عليه التخطيط التعاوني مع معلمي المواد الأخرى في مجالات النظام التكاملية المختلف، إضافة إلى الإلمام بأفضل الممارسات التعليمية للنظام التكاملية، والاتجاهات الحديثة في تدريسه.

كما حددت عبد السلام (2019) مجموعة من المعايير المهنية لمعلمي STEM، تضمنت التمكن من المادة العلمية في مجال التخصص مع الإلمام بالمفاهيم الأساسية في منحنى STEM، وكيفية توظيفها في حل مشكلات الواقع الاجتماعي والبيئي، بالاهتمام بالأبحاث التطبيقية، إضافة إلى قدرة المعلم على تجهيز بيئات تعلم نشط وإلكترونية بما يتناسب مع احتياجات واهتمامات الطلبة، ومواكبة مستجدات الميدان التربوي، وقدرته على تطوير مهارات البحث والتقني، وأساليب التفكير والتواصل العلمي، وعمل شراكات علمية مع المؤسسات البحثية، إضافة إلى التنمية المهنية الذاتية والمستمرة. ولتحقيق ذلك فلا بدّ من توفير فرص التدريب المهني المناسب لتعليم STEM، وتوسيع قاعدة معارفهم في مجال تخصصهم، وتوفير الدعم الكافي لضمان تأهيل معلم STEM (Mcdoonald, 2016). كما يقترح كيلي ونولز (Kelley & Knowles, 2016)، أن يتم البدء بتأسيس نظام مفاهيمي لتعليم STEM عند إعداد معلم STEM، من خلال تدريس نظريات التعلم والطرق التربوية، وبناء ثقافتهم في تدريس المنهج بالطريقة التكاملية، ويعتمد الإعداد الفعال لمعلم STEM على الموازنة بين النظريات العلمية والممارسات التطبيقية، وتأسيس مجتمعات التعلم المهنية لتسهيل التواصل وتبادل الخبرات بين المعلمين.

وذكرت (السيد والحنان، 2019؛ وبحياوي، 2019) مواصفات معلم STEM، وجميع هذه المواصفات تندرج تحت (التخطيط والتنفيذ والتقييم الجيد، واستخدام المعلم للاستراتيجيات والتكنولوجيا، وربط المنهج بالمجتمع والبيئة)، منها:

- التمتع بقدرات عقلية فائقة، واتجاهات إيجابية نحو طلابه.
- أن يكون معلم STEM على دراية بمعايير علوم الجيل القادم، ومعايير الرياضيات الحديثة، ومعايير التكنولوجيا والعلوم.
- يدرك بأن تعليم STEM هو مدخل متكامل عابر للتخصصات، أي أنه يرتبط بالتخصصات الأخرى التي تتجاوز العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وهو تعليم عام يهدف إلى إعداد مواطن قادر على العمل في مجتمع قائم على العلوم والتكنولوجيا.
- يمتلك القدرة على تجسيد ظواهر العالم الحقيقي من خلال الاستعانة بنماذج علمية أو رياضية أو تكنولوجية أو هندسية متنوعة.
- المعرفة الجيدة بمجال التخصص، والتخطيط للتعليم والفهم التام لمحتوى المادة وأهدافها.
- أن يكون على دراية بأساليب التدريس القائمة على الاستقصاء، وحل المشكلات والتعلم بالمشروعات، ومنهجيات التعلم وكيفية تطبيقها في تعليم مناهج وأساليب التقويم الشامل لأداء المتعلمين.
- فهم عمليات التعلم، ومعرفة كيفية تعلم الطلاب ونموهم.
- فهم حاجات المتعلمين، والوعي بالفروق الفردية لخلق فرص تعليمية متنوعة.
- القدرة على إدارة الصف، وضبط نظامه، وتوفير بيئة تعلم تحفّز وتدعم التفاعل الاجتماعي الإيجابي للطلاب.
- التواصل الفعال وتنمية العلاقات الإنسانية مع الزملاء والمجتمع المحيط.
- دمج التكنولوجيا في العمل التعليمي، لتوفير مصادر معرفة متنوعة تُثري بيئة التعلم.
- السعي للنمو المهني والتطور المستمر، والانخراط بفاعلية في مجتمعات التعليم، وممارسة عمله بشكل تعاوني.
- أن يكون مدرب على تصميم ونشر الصفحات التعليمية عبر الإنترنت، وقادرًا على تصفح الموضوعات ذات الصلة بتخصصه من خلال شبكات المعلومات.

كما صُنّف عساف (2015) الاحتياجات التكوينية اللازمة لإعداد معلم STEM إلى:

- الاحتياجات الأكاديمية، وهي مجموعة المعارف النظرية المتعلقة بالمادة العلمية التي يُدرّسها معلم STEM، وتتضمن الأفكار الأساسية لمجالات التخصصات الأربعة (العلوم، الرياضيات، والهندسة والتقنية)، مع التركيز على المناهج الدراسية للعلوم في فصول التعليم العام، والتدريس، والتقييم.
- الاحتياجات المهنية، وهي مهارات نقل المعارف النظرية ومواد التخصص الأكاديمية للمتعلم، كالمعارف المتعلقة بخصائص المتعلمين، وأساليب تفكيرهم، وطرائق تعلّمهم، والتعامل معهم.
- الاحتياجات الشخصية، وتتضمن كل ما يُسهم في إعداد المعلم ليُحقّق التوازن والانسجام في سلوكه المهني وعلاقاته الاجتماعية، والعمل الجاد المتقن، ويُعينه على التصدي للغزو الفكري والثقافي والإعداد الخلق، والمواطنة الصالحة، وتنمية مهارات التفاعل الاجتماعي لديه، وتطوير اتجاهه الإيجابي نحو التفاعل الاجتماعي والمشاركة السياسية.
- الاحتياجات الثقافية، وتعد وسيلة لتحقيق الذات، ووسيلة للتمايز عن الآخرين، ويحتاج معلم STEM إلى ثقافة ترتبط بطبيعة عمله في مدارس STEM تتمثل في (الثقافة العلمية، والثقافة التقنية، والثقافة الهندسية، والثقافة الرياضية) (Gojak, 2015).

ثانيًا: المتطلبات المتعلقة بالطلاب

- يركز تعليم STEM على الطلاب عن طريق تدريبهم على عدد من الاستراتيجيات التعليمية، مثل حل المشكلات والتعاون، ويُفضّل إدماج الطلبة في برنامج تعليم STEM قبل المرحلة الثانوية، لأن ذلك يساعد في تحفيز الطلاب للدراسة في المجالات STEM، حيث أكدت بعض الدراسات أنه كلما تقدم الطلاب في المرحلة الابتدائية يفقد البعض منهم الرغبة في دراسة مواد تخصص STEM (Jackie, 2015).
- ويتطلب الالتحاق بمدارس STEM بعض الخصائص، وقد حددت بعض الدراسات - كدراسة (كوارع، 2017؛ و DeJarenette, 2018؛ رفاعي، 2015؛ والسبيل، 2015) - خصائص الطلبة الملائمة لتطبيق منهج STEM، ومنها:
- القدرة على التعامل والاستخدام المعقول والأخلاقي للتكنولوجيا وتوظيفها بطرق ابداعية، خلال عملية التعلّم.
 - التعاون بين الطلبة والمعلم من أجل أن يتم تطبيق مفاهيم منهج STEM بالشكل المطلوب.
 - القدرة على فهم المشكلة وتحليلها، ثم إيجاد الحلول المناسبة لها.
 - القدرة على الاستقصاء العلمي، والتصميم الهندسي، والتحليل والتفسير واستخدام الرياضيات وتطبيقها في حل المشكلات وشرحها.
 - يجب أن يتحلّى طلبة منهج STEM بالشغف والحماس للتعلّم، بالإضافة للاعتماد على أنفسهم، وتحديد أولوياتهم، وامتلاك الثقافة العلمية.
 - دروس العلوم في القرن الحادي والعشرون تتطلب أن يتسلّح الطالب بمهارات التفكير الناقد وحل المشكلات والقيام بأبحاث منفردة، والتعاون مع الآخرين وتبادل الأفكار والمعلومات، والثقة بالنفس. الانخراط بالتفكير المنطقي، وتحليل تأثير القضايا والمشكلات العالمية على المستويات المحلي والإقليمي والقومي والدولي.
 - القدرة العقلية (كالتفوّق، وحب القراءة، يمتلك اهتمامات علمية وأدبية، محب للمغامرة، ولديه حب الاستطلاع، ويتصف باللباقة، يظهر الإبداع والعبقرية في حل المشكلات والأنشطة الاستكشافية، الميل للاستقلالية والاعتماد على النفس، يتميز بالأداء العالي في اختبارات الذكاء والتحصيل الدراسي، يقدم حلولاً سريعة ودقيقة للأسئلة).
 - التفكير الإبداعي والإنتاجي، ويتميز بالفصاحة في ابتكار وتفصيل الأفكار أو شرحها، وعمل روابط غير عادية بين الأفكار المتباعدة، والمرونة في التفكير.
 - القيادة، إذ يمتلك مهارات القيادة والسيطرة، والتوجيه، واتخاذ القرار.
 - القدرة النفس حركية، فيُنظّم أفعاله وأفعاله، ويميل إلى اللعب والحركات البدنية، ويتمتع ببناء جسدي مناسب، ويتميز بالتناسق، والالتزان، والثقة عند ممارسة الأنشطة الرياضية، وبالثبات، والإبداع، والحيوية في الأداء الحركي.
 - يعمل طلبة برنامج (STEM) المتميزين على دمج محتوى التخصصات من العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بالطريقة المناسبة ليكونوا قادرين على إجابة المسائل المعقدة والبحث في القضايا العالمية لتطوير حلول للتحديات والمشكلات العالمية.
 - تحليل فرص العمل الموجودة في مختلف مجالات (STEM) المتعلقة بهدف فريق (STEM) متعدد التخصصات.
 - يقوم طلبة برنامج (STEM) بتفسير وربط المعلومات المتوفرة في المادة العلمية أو المحتوى العلمي في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بالطريقة المناسبة.

ثالثًا: المتطلبات المتعلقة بالمحتوى التعليمي

يتطلب تعليم STEM توفير وتهيئة بيئة التعلّم بطريقة تساعد المتعلمين على الاستمتاع والانخراط في ورش عمل تُكامل بين مجالاته، وتمكنهم من تنمية معارفهم ومهاراتهم بطريقة تتيح لهم فهم وإدراك العلوم بطريقة ميسرة وسهلة، وبأسلوب مُمتع بعيدًا عما يتم داخل الفصول المغلقة من تدريس المفاهيم النظرية بشكل تقليدي. إذ تقوم مناهج STEM على زرع مهارات فكرية تعليمية مرتبطة بالتطبيق، بما يساعد الطالب على فهم وإدراك مفاتيح

العلوم المختلفة بطريقة سهلة، وبأسلوب التعلم بالاكتشاف أو اللعب، بحيث يمتد أثر تلك المهارات ليشمل كل نشاطاته التعليمية في الحياة (صالح، 2016).

ويعتمد تصميم مناهج STEM على التكامل بين التخصصات الأربعة (الرياضيات، العلوم، الهندسة والتكنولوجيا) و يركز على الخبرة المفاهيمية المتكاملة؛ ويعتمد وسائل وطرق حل المشكلات، والتحري، والتطبيق المكثف للأنشطة العملية؛ كما يركز على الخبرة المحددة، والموجهة عن طريق الذات؛ والبحث التجريبي المعلمي في ثنائيات وفرق؛ ويقوم التقويم فيه على نحو واقعي متعدد الأبعاد مستنداً على الأداء؛ كما يركز على قدرات التفكير العلمي والإبداعي، والتفكير الميكانيكي وذلك على نحو تكاملي بين التخصصات العلوم، والرياضيات مع التكنولوجيا والهندسة (غانم، 2015).

وذكر (كوارع، 2017؛ والزهراني وأبو عودة، 2019) الخصائص النموذجية لمحتوى STEM منها:

- أن يُوفر المحتوى معلومات عن STEM.
- يركز على قضايا ومشكلات تربط الطلبة بالعالم الخارجي، وإيجاد حلول للمشاكل الاجتماعية والاقتصادية.
- يقود المحتوى الطلبة للاسترشاد بالتصميم الهندسي من تحديد المشكلة وصولاً لإيجاد حلول لها، ويختار الطلبة خطوات مناسبة دون تقيّد.
- الاهتمام بالاستقصاء والتدريب العملي، فدروس STEM ذات نهايات مفتوحة.
- ربط العلوم بالرياضيات نتيجة للتعاون بين معلمي المقررين، لدمج أهداف المحتوى في نسيج واحد.
- تقبل إجابات متعددة الصحة، وتصحيح الخطأ كونه جزء من التعلم.
- يركز المحتوى على مهارات القرن الحادي والعشرين التي يُفترض أن يمتلكها الطالب.
- تشتمل موضوعات المحتوى على متطلبات سوق العمل.
- كما حدّد (القاضي والربيع، 2018) ثلاثة محاور رئيسة للتغيير من المنهج التقليدي إلى منهج STEM كما يلي:
- تغيير رؤية تدريس العلوم، والرياضيات ليوائم ما يتم تدريسه داخل الغرف الصفية مع ما يحدث في الواقع بحيث يصبح ما يتم تدريسه من العلوم والرياضيات المدرسية مطابقاً لواقع العلوم والرياضيات القائم على معايير وكفايات ومؤشرات عالمية، لذلك تسعى مناهج STEM إلى تحقيق احتياجات تدريس العلوم والرياضيات من خلال (التركيز على مهارات التقصي، والاكتشاف، الاعتماد على التحليل والانعكاس، تكوين الفروض والتجريب العلمي، إصدار الحكم المعتمد على الدليل، الانغماس في التعجب والتساؤل، الانغماس في المعنى وليس المعرفة، الانغماس في البحث والاكتشاف، وليس التحصيل، الانغماس في التعاون، وليس التنافس، تحقيق الاعتماد على بعضنا البعض، وليس الاستقلالية، تحقيق الثقة، وليس الخوف).
- تغيير طريقة تدريس العلوم والرياضيات في المدرسة بحيث يتحول الطلاب إلى الانغماس في المعرفة العلمية، والمهارات، والعادات العقلية، ليقوموا بممارسة العلوم والبحث، والتحري، وحل المشكلات الإبداعية، والتفكير العلمي، من خلال (منهج خبرات متكامل يتركز حول المفاهيم، الاستقصاء المتمركز على حل المشكلات، وتوظيف التقنية، التطبيق العملي والاكتشاف والتقصي العلمي الموجه ذاتياً وممارسة النشاطات البحثية، التقويم المستند على الأداء، والواقعي، والمستمر، والمتعدد الأبعاد).
- تغيير الرؤية، وأهداف التعليم بحيث تسعى إلى تحقيق فهم العلوم، والرياضيات وتطبيقاتها التكنولوجية من قبل جميع أفراد الشعب، وليس لفئة من الصفوة العلمية فقط، من خلال (تدريس العلوم والرياضيات بواقعية، اعتماد تصميم المناهج على نتائج العلوم النفسية والتعلم المعرفي وتكنولوجيا التعليم، تغيير تركيب المنهج وأدواره، والعناية بالتخيّل والتحري، والتحدّث بفهم للغة العلوم والرياضيات، وصول النظام والطلبة لتحقيق الذكاءات المتعددة، والعقل المتكامل).

رابعاً: المتطلبات المتعلقة بالبيئة التعليمية

تعد البيئة المدرسية أحد أهم مكونات النظام المدرسي، ولا يمكن الفصل بين البيئة والطالب والمنهج؛ فكان من الضروري تطوير البيئة المدرسية وتكييفها بما يتلاءم مع التوجهات التربوية الحديثة (أبو زيد، 2018). وتشير الدراسات أن البيئة المدرسية التقليدية تختلف عن البيئة اللازمة لتطبيق تعليم STEM، ويُؤكد ذلك تقرير مركز STEM الدولي (Center STEM National، 2019)، والذي أشار إلى بعض المتطلبات لضمان نجاح تعليم STEM، عند تنفيذ المشروعات التطبيقية كتوفير الميزانيات للمدارس، وتجهيز المختبرات، وتوفير الأجهزة والتقنية التي تُمكن الطلبة من حل مشكلات حقيقية من الحياة اليومية من خلال التصميم الهندسي (كوارع، 2017).

وأشار كل من (الرشدي والكنعان، 2020؛ والفحطان وآل كحلان، 2017؛ والزهراني وأبو عودة، 2019؛ والدوسري، 2015) إلى خصائص البيئة المدرسية الملائمة لتعليم STEM منها:

- تصميم المبنى المدرسي واتساعه، يسمح بحركة الطلبة بحرية لتنفيذ أنشطة STEM، وممارسة مشاريعه.
- توفر مختبرات الحاسب والعلوم، وتوافر شبكة الانترنت لتنفيذ مشاريع وأنشطة STEM.
- يحتوي المبنى على مكتبة للبحث العلمي المرتبط بتنفيذ مشاريع STEM.

- تتوافر احتياطات الأمن والسلامة بالمبنى اللازمة لتنفيذ الأنشطة.
 - المرافق والغرف عازلة للصوت لمنع التشويش أثناء تنفيذ الأنشطة.
 - بيئة ملائمة لممارسة التصميم الهندسية.
 - تتيح فرصة التدريب على التعلّم بشكل تعاوني.
 - بيئة التعلّم تقوم على التفكير الناقد في إطار من احترام المتعلمين لأقرانهم وتقبل أفكارهم وآرائهم.
 - تسمح بالتنوع في أدوات ووسائل التقويم.
 - بيئة مشجعة تساعد الطلبة على الانخراط بالأنشطة المقدمة لهم، وتبني الطلبة على الانغماس في عمل المشاريع، وحل المشكلات.
 - غنية بالأجهزة التعليمية الحديثة وبرامج الحاسوب والتجهيزات المعملية.
- إن البيئة المادية للمدرسة لها دور كبير في تنفيذ المشروعات التطبيقية لتعليم STEM، وتبني الطلبة للبحث والاكتشاف والاختراع والتجريب والإبداع بما تحتاجه المشروعات التطبيقية لتعليم STEM، ويجب أن تكون مصممة بمواصفات تساهم في تنفيذ مشروعات تعليم STEM. من العرض السابق يتبين أن هذه المتطلبات تأتي لتلبية لاحتياجات التعليم سواء العام أم الجامعي، وبما يحقق طموح المتعلمين، وإكسابهم المهارات اللازمة للتعامل مع المستقبل واحتياجاته ومشكلاته، ومواجهة المتغيرات المعاصرة والتطورات التكنولوجية، والانفجار المعرفي الهائل.
- للإجابة عن السؤال الثاني ومناقشته (ما المعوقات التي تحد من توظيف مدخل STEM في تدريس العلوم في المدارس الأردنية؟)**
- وعلى الرغم من تزايد التوجهات لتعليم STEM، إلا أنه لا يُعرف الكثير عن المعوقات المرتبطة بتعليمه، وبشكل عام ترتبط تلك المعوقات بالمعلمين، أو الطلبة، أو المحتوى وطريقة تقديمه، أو البيئة التعليمية (Herro et al., 2019). وللإجابة عن هذا السؤال تم استقراء الأدب النظري المتعلق بموضوع الدراسة كدراسة (Van Thang, 2021؛ و Shernoff et al., 2017؛ و Ryu et al., 2019؛ و Sinay et al., 2016)، ودراسة (الفريح والهنوف، 2022؛ ونجدي وآخرون، 2022؛ والقحطاني، وآل كحلان، 2017) وفق أربعة محاور:

أولاً: معوقات التطبيق المتعلقة بالمعلم، وتشمل:

- تدني جودة إعداد المعلم بالمعرفة العميقة بمحتوى النظام التكامل (المعرفة محدودة في مجالات النظام التكامل).
 - تدني مستوى التطوير المهني للمعلم لتعليم STEM.
 - افتقارهم للدعم من النظام المدرسي.
 - غياب التواصل بين معلمي STEM (غياب مجتمعات التعلّم المهنية).
 - افتقارهم للقدوة والنموذج.
 - صعوبة تنظيم الوقت لتنفيذ أنشطة STEM تزامناً مع نقص المرافق المتاحة والموازنة بين تغطية كامل المحتوى وتنفيذ الأنشطة.
 - كثرة الأعباء التدريسية للمعلمين والتي تحد من تطويرهم للتدريس.
 - انخفاض دافعية المعلم تجاه التعليم بالمنحى التكامل.
- إن التدريس وفق هذا المنحى يُعدّ بعداً جديداً بالنسبة لمعلم العلوم، وقد يتشكل لديه عدم قناعة بتطبيقه بسبب الأعباء المدرسية المترتبة عليه، وقد يجد صعوبة بتدريب الطالب على ممارسته، لذا فإنه يحتاج إلى تنسيق عالٍ فيما يخص الوقت، وتنظيم المصادر الداعمة للتعلّم، وتنسيق الجهود بين مدرسي التخصصات العلمية المختلفة، وبالتالي يجب إعادة النظر بالجدول المدرسي، وكيفية تنظيم الأهداف المختلفة للتعليم.

ثانياً: معوقات التطبيق المتعلقة بالطالب، وتشمل:

- مقاومة الطلبة، وتتمثل بضعف مهاراتهم الدراسية والتي تحد من قدرتهم على استيعاب استراتيجيات تدريس بديلة وفق منحنى STEM.
- عدم رغبتهم بالتفاعل مع بعضهم البعض.
- عزوف بعض الطلاب عن المشاركة في تطبيق التجارب نتيجة استخدام أساليب الضبط القائمة على التعنيف والتهديد.
- قلة استعدادهم للتفكير المستقل.
- ضعف ثقافة الطلبة بمنحى STEM.
- انعدام الدافعية والحماس لموضوعات النظام التكامل.
- افتقار البعض منهم للمهارات اللازمة لتطبيق منحنى STEM.
- ضعف ادراك الطلبة لحاجة سوق العمل للتعلّم بمنحنى STEM.

ثالثاً: معوقات التطبيق المرتبطة بالمحتوى، وتشمل:

- قلة الموارد المادية اللازمة لدعم أنشطة تعليم STEM.
 - عدم ملائمة طرق التقييم لمجالات STEM متعددة التخصصات، لتركيز طرق التقييم على الأداء في الاختبار في غرفة الصف على حساب الإبداع.
 - عدم وجود توجهات واضحة بكيفية تغطية المنهج مع تضمين أنشطة النظام التكاملي.
 - عدم كفاية وقت الحصة للتخطيط والتنفيذ لدروس منى STEM.
 - غياب المواد التعليمية ذات الجودة العالية لتطبيق تعليم STEM.
 - غياب الأدلة الإرشادية (دليل المعلم)، والذي يدعم تطبيق منى STEM في تدريس العلوم.
 - شيوع التطبيقات النظرية على حساب العملية في المحتوى التعليمي.
- علاوة على ذلك فإن بيروقراطية مناهجنا التي تفرض على المعلم تطبيق أنشطة معينة يتم تخطيطها وتصميمها بشكل مسبق، وضعف ارتباط المحتوى بالواقع وبمجالات النظام التكاملي.

رابعاً: معوقات التطبيق المتعلقة بالبيئة الصفية، وتشمل:

- حجم وتصميم غرفة الصف تجعل من الصعب استخدام الأساليب القائمة على البحث، والمركزة على التفاعل والتعلم التعاوني، والتقييم التكويني.
 - عدم جاهزية بيئة التعليم لتطبيق STEM (سوء حالة المرافق والمختبرات والوسائل التعليمية وعدم كفايتها).
 - اكتظاظ الغرف الصفية بأعداد الطلبة.
 - ضعف الامكانيات المادية في البيئة المدرسية.
 - قناعة القيادات المدرسية بتعليم STEM.
- لذا من الضروري تكييف البيئة المدرسية بما يتناسب مع مشروعات STEM، لأثرها المباشر في حدوث تعلم فعال، إلا أن هناك قصوراً في توفير الإمكانيات المادية اللازمة لتوفير المتطلبات التقنية الخاصة بتطبيقه للأجهزة والمختبرات، كما أن المباني المستأجرة للمدارس تحد من تجهيز البنى التحتية اللازمة لممارسة التصاميم الهندسية والمشروعات التعاونية.
- يتضح مما سبق أن معوقات تنفيذ تعليم STEM في تدريس العلوم في المدارس الأردنية تحدّد بقلّة خبرة المعلمين في كيفية تطبيقه القائم على المشاريع ومهارات حل المشكلات، والتفكير الناقد والإبداعي، والممارسات العلمية، وافتقار المناهج التعليمية إلى التكامل المعرفي ووحدة المعرفة في الوحدات الدراسية، إضافة إلى الحاجة إلى خبراء في مجال تعليمه، وتعزيز العلاقة بين المعلمين في تخصصات العلوم والرياضيات والتكنولوجيا مع المباحث الأخرى وتعزيز الشراكة مع المجتمع المحلي، وكذلك حاجة المؤسسات التعليمية إلى تجهيزات معملية وتكنولوجية.
- وهذا يتبين أن تلك التحديات والمعوقات يمكن التغلب عليها إذا ما أُعدّت البرامج والمقررات المدرسية على أيدي خبراء متخصصين، مع تدريب المعلمين عليها، وتوعية المتعلمين بها، وتوفير بعض الاحتياجات والمتطلبات اللازمة لتطبيق تعليم (STEM) في المدارس.

الخلاصة والنتائج:**النتائج:**

خلصت نتائج الدراسة الحالية إلى:

- جاءت متطلبات تطبيق منى STEM في تعليم العلوم بالمدارس الأردنية وفق أربعة متطلبات رئيسية:
1. المتعلقة بالمعلم وخصائصه وكفاياته، بالإعداد الجيد لمعلمي STEM، ويتعاون المعلمون كفريق متعدد التخصصات لتخطيط خبرات تعلم متكاملة وتنفيذها والعمل على تحسينها لدى الطلاب.
 2. المتعلقة بالطلاب واستعداداته، وامتلاكه لمهارات نوعية تمكنه من الولوج في سوق العمل المستقبلي، إذ تُحدّد نتائج تعليمه معرفة الطلاب اللازمة للمستوى التالي من التعلم والاستعداد لما بعد الثانوية والجاهزية لسوق العمل.
 3. المتعلقة بالمحتوى العلمي المتكامل، ليصبح ما يتم تدريسه بالفصول العلمية مطابقاً للواقع الذي يعيشه الطالب، بمنهج متعدد التخصصات وقائم على المشكلات ويركز على تطبيقات العالم الحقيقي.
 4. البيئة المدرسية الملائمة للتطبيق، بتوفير بيئة تعليمية داعمة ومعززة بالموارد، تقوم على التفكير الناقد في إطار من احترام المتعلمين لأقرانهم وتقبل أفكارهم وآرائهم.

- وصُنِّفَت معوقات التطبيق ضمن المتطلبات الأربعة السابقة الذكر، ويمكن الحدّ منها إذا تم الاهتمام بإعداد وتأهيل المعلم ليصبح قادراً على توظيف تعليم STEM في تدريسه، مع تهيئة البيئة التعليمية المناسبة للتطبيق، وتوفير المناهج المتكاملة، لاجتذاب زيادة الفضول المعرفي لدى الطالب نحو الاكتشاف والتقصي ومعرفة أبعاد علمهم.

التوصيات:

- يتطلب تطبيق تعليم العلوم بمنحى STEM، تظافر جهود كل من معلمي العلوم والباحثين وصانعي القرار والاداريين ومطوري المناهج ومصممي التعليم، لتقليص الفجوة بينهم.
- التفكير في نهج تدريجي مع تغييرات صغيرة للتخفيف تدريجياً من التحديات التي يواجهها معلمو العلوم في تنفيذ دروس المنهج التكاملي.
- الإعداد الجيد لمعلمي العلوم وفق المنحى التكاملي، وتقديم الدعم المستمر من قبل متخصصين في تعليم STEM، للتمكن من تطبيقه بفاعلية.
- عقد شراكات حقيقية مع مؤسسات المجتمع المحلي للاستفادة من مواردها.
- تكوين مجتمعات تعلم مهنية لمعلمي العلوم في المدارس لتبادل الخبرات بين أصحاب الاختصاص، وتوسيعها لتشمل شبكات التعلم المحلية والدولية من المهتمين بمجال النظام التكاملي.

المراجع:

- أبو زيد، أحمد (2018). أثر البيئة المدرسية والأنشطة على إثارة الدافعية للتعلم والمشاركة الصفية. *مجلة كلية التربية: 34* (2)، 205-233.
- أبو فرحة، سها. (2015). *أثر تطبيق منحى STEM باستخدام حقبة الروبوت EV3 في اكتساب المفاهيم العلمية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي* [رسالة ماجستير، الجامعة الأردنية]. قاعدة معلومات دار المنظومة.
- الأحمدي، مها خليل محمد. (2019). الكفايات المهنية اللازمة للمعلمين المعنيين بتطبيق مدخل STEM في المدارس من وجهة نظرهم، *مجلة البحث العلمي في التربية، كلية البنات: جامعة عين شمس*، 20 (11)، 147-180.
- الدوسري، هند. (2015، مايو 5-7). واقع تجربة المملكة العربية السعودية في تعلم ((STEM على ضوء التجارب الدولية. [بحث مقدم]. المؤتمر التميز في تعليم العلوم والرياضيات الأول بجامعة الملك سعود، الرياض، 599-639.
- الرشدي، فاتن، والكنعان، هدى. (2020). تقويم البيئة المدرسية لتدريس العلوم في ضوء المتطلبات اللازمة لتنفيذ المشروعات التطبيقية لتعليم STEM) بمنطقة القصيم. *مجلة العلوم التربوية والنفسية: 14* (1)، 562 – 591.
- رفاعي، عقيل. (2015). بطاقة الأداء المتوازن كمدخل لتقييم الأداء الإداري لمديري مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM بجمهورية مصر العربية. *مجلة التربية: جامعة الأزهر، القاهرة*، 34 (162)، 379-446.
- الزهراني، أميرة، وأبو عودة، عبد الرحمن. (2019). متطلبات تطبيق منحى STEM في تدريس العلوم في المرحلة الابتدائية بمدينة مكة المكرمة، *مجلة جامعة فلسطين للأبحاث والدراسات: 9* (3)، 151 – 178.
- السبيل، مي. (2015، أغسطس). أهمية مدارس العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في تطوّر تعليم العلوم: دراسة نظرية في إعداد المعلم". [بحث مقدم]. مؤتمر برامج إعداد المعلمين في الجامعات من أجل التميز، المؤتمر العلمي الرابع والعشرون للجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، القاهرة: جامعة عين شمس، 264-265.
- السيد، فايزة، والحنان، طاهر. (2019). *إعداد معلم الفائقين والموهوبين، نظمه ومعايره ومقترحات تطويره نقطة في طرق التطوير*. دار السحاب للنشر والتوزيع.
- صالح، إبراهيم حسن. (2016) التعليم الإلكتروني . نشر المقال في مجلة التعليم الإلكتروني - جامعة المنصورة <http://the-e-learning.blogspot.com/2016/03/stem-3-3-2016-stem-2001-80.html>
- عبد السلام، أماني. (2019). معايير إعداد معلم STEM في ضوء تجارب بعض الدول "دراسة تحليلية". *مجلة كلية التربية: أسبوط*، 35 (5)، 314-359.
- عسّاف، محمود. (2015). المعايير المهنية لمعلم مدرسة المستقبل في ضوء مبادئ الاعتماد الأكاديمي لكليات التربية. *مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية، الجامعة الإسلامية بغزة: 23* (1)، 38-68.
- عمارنة، محمد. (2022). درجة امتلاك معلمي الرياضيات في المدارس الحكومية لمحافظة جرش للكفايات التعليمية القائمة على منحى STEM. *مجلة العلوم التربوية والنفسية: 6* (25)، 105-121.
- غانم، تفيدة. (2015). تصميم مناهج المتفوقين في ضوء مدخل STEM (العلوم – التكنولوجيا – التصميم الهندسي_ الرياضيات) في المرحلة الثانوية. المركز القومي للبحوث التربوية والتنمية، شعبة بحوث تطوير المناهج.

- الفرح، نايف، والعناز، الهنوف. (2022). معوقات تطبيق النظام التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في تعليم الطلاب الموهوبين، *دراسات تربوية ونفسية (مجلة كلية التربية بالزقازيق): 37*(117)، 111-163.
- القاضي، عدنان، والربيع، سهام. (2018). دليل الممارسة الفعالة لـ STEAM و STEAM إطار تعليمي تكاملي لرعاية الموهوبين والمتفوقين عبر دمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات. دار الحكمة.
- القحطاني، حسين، وآل كحيلان، ثابت. (2017). معوقات تطبيق منحنى STEM في تدريس الرياضيات في المرحلة المتوسطة من وجهة نظر المعلمين والمشرفين بمنطقة عسير، *مجلة العلوم التربوية والنفسية: 1*(9)، 23-42.
- كوارع، أمجد حسين. (2017). أثر استخدام منحنى STEM في تنمية الاستيعاب المفاهيمي والتفكير الإبداعي في الرياضيات لدى طلاب الصف التاسع الأساسي. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية، غزة، كلية التربية.
- مركز اليوبيل للتميز التربوي. (2019). مؤسسة الملك حسين. <http://www.jcee.edu.jo>
- الملكاوي، آمال، واليوسف، إبراهيم. (2019). مدى تضمين معايير منحنى (STEM) في كتب الفيزياء المطورة للمرحلة الثانوية في الأردن، *المجلة الأردنية في العلوم التربوية: 15*(2)، 201 – 218.
- مؤسسة الحسين. (2019). المؤتمر السنوي STEMS لعلوم الروبوت التابع للجمعية العربية للروبوت بالتعاون مع مركز اليوبيل للتميز التربوي. الأردن، <http://www.jcee.edu.jo>
- المومي، إبراهيم. (2022). متطلبات تطبيق منحنى STEM في تدريس الرياضيات من وجهة نظر معلمي المدارس الحكومية في محافظة عجلون، *مجلة العلوم التربوية والنفسية: 6*(9)، 7 – 11.
- نجدي، رندة، وأبو معيلق، محمد، وصبري، رانية، وصباح، ثابت. (2022). توظيف منحنى (STEAM) في صفوف المرحلة الأساسية الدنيا الفلسطينية. *مجلة جامعة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات التربوية والنفسية: 13*(40)، 33-46.
- ياسين، إسماعيل. (2015). العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات والتعليم. <https://www.linkedin.com>
- يحيوي، إبراهيم. (2019). تأثير تكنولوجيا الإعلام والاتصال على العملية التعليمية في الجزائر. دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع.
- Cinar, S., Pirasa, N. & Sadoglu, G. (2016). Views of Science and Mathematics Pre-service Teachers Regarding STEM. *Universal Journal of Educational Research*, 4(6), 1479- 1487. <https://doi.org/10.13189/ujer.2016.040628>
- DeJarnette, N. K. (2018). Implementing STEAM in the Early Childhood Classroom. *European Journal of STEM Education*, 3(3). <https://doi.org/10.20897/ejsteme/3878>
- El Nagdi, M., Leammukda, F., & Roehrig, G. (2018). Developing identities of STEM teachers at emerging STEM schools. *International journal of STEM education*, 5(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0136-1>
- Esthe, B. (2017). STEM Education Definition importance and standards. www.study.com/academy
- Gojak, L. (2015). Design a Building: Incorporating Mathematics, Science and Engineering. Paper presented at the First Conference in Teaching Science and Math (STEM), Riyadh, KSU.
- Han, S., Yalvac, B., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2015). Inservice Teachers' Implementation and Understanding of STEM Project Based Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(1), 63-76. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1306a>
- Herro, D., Quigley, C., & Cian, H. (2019). The challenges of STEAM instruction: Lessons from the field. *Action in Teacher Education*, 41(2), 172-190. <https://doi.org/10.1080/01626620.2018.1551159>
- Jackie, G. (2015). STEM for elementary school stem students how to instill lifelong love of science. www.Blog.iat.com
- John, M., Bettye, S., Ezra, T. & Robert, W. (2016). A Formative Evaluation of A Southeast High School Integrative Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Academy. *Technology In Society*, (45), 34-39. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2016.02.001>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Mcdoonald, C. V. (2016). STEM Education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International*, 27(4), 530-569.
- National STEM Center. (2019). See how teachers, universities and employers can come together to improve stem education. [web https://www.stem.org.uk/news-and-views/see](http://www.stem.org.uk/news-and-views/see)

- Ramli, N. F. & Talib, O. (2017). *STEM Instructional Implementation and Its Challenges: A Systematic Review*. <https://www.researchgate.net/publication/325245895>
- Ryu, M., Mentzer, N., & Knobloch, N. (2019). Preservice teachers' experiences of STEM integration: Challenges and implications for integrated STEM teacher preparation. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(3), 493-512. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9440-9>
- Shernoff, D., Sinha, S., Bressler, D., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1>
- Sinay, E., Jaipal-Jamani, K., Nahornick, A., & Douglin, M. (2016). *STEM teaching and learning in the Toronto District School Board: towards a strong theoretical foundation and scaling up from initial implementation of the K-12 STEM strategy*. Research & Information Services.
- The Scottish Government. (2017). *Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Evidence Base*, The Scottish Government, Edinburgh.
- Thibaut, L., Knipprath, H., Dehaene, W. & Depaepe, F. (2018). The Influence of Teachers' Attitudes and School Context on Instructional Practices in Integrated STEM Education. *Teaching and Teach Education*, (71), 190-205. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.12.014>
- Van Thang., L. (2021). Teachers' views on implementing STEM education at secondary schools in Nam Dinh province. *Journal of Physics Conference Series*, 1835(1), 1-10. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1835/1/012068>