ISSN: 2706-6495

واقع تصميم بيئات التعلم وفق مدخل التكامل (STEM) في التعليم العام

(مراجعة منهجية)

The reality of designing learning environments according to the integration approach (STEM) in public education (A systematic review)

إعداد:

الباحثة/ وردة غرمان العمري*

باحثة دكتوراه، تقنيات التعليم، كلية التربية، جامعة الملك عبد العزيز، جدة، المملكة العربية السعودية

الدكتورة/ غدير زين الدين فلمبان

أستاذ تقنيات التعليم المشارك، كلية التربية، جامعة الملك عبد العزيز، جدة، المملكة العربية السعودية

الدكتورة/ فدوى ياسين فلمبان

أستاذ مساعد بقسم تقنيات التعليم، كلية التربية، جامعة الملك عبد العزيز، جدة، المملكة العربية السعودية

*Email: w-alamri@hotmail.com

المستخلص:

يمثل المدخل التكاملي (STEM) أحد أبرز الاتجاهات الحديثة الهامة في تدريس العلوم والرياضيات وفروعهما، ويهتم بتكامل تدريس المعارف والعلوم المختلفة في أكثر من مجال ضمن بيئات تعليمية مطورة وفق مبادئ تكاملية مشتركة تمثل حلولاً لمشكلات حقيقية. من هذا المنطلق تهدف الدراسة الحالية الى الكشف عن واقع تصميم بيئات التعلم في ضوء مدخل التكامل (STEM) في التعليم العام، من خلال إجراء مراجعة منهجية نقدية للدراسات ذات الصلة والمنشورة والموثقة في المكتبة الرقمية السعودية (SDL) في الفترة الزمنية (2017 – 2022)، ضمن معايير محددة للدراسات التي تم تضمينها أو استبعادها، وبناءً على ذلك تم استخراج ما يقارب (406) دراسة في مرحلة البحث الأولي، وبعد تطبيق الشروط والمعايير المطلوبة للدراسات المضمنة؛ تم التوصل الى (26) دراسة مثَّلت الحصيلة النهائية للدراسات المستخلصة بعد مراحل من الفحص والتدقيق والتحليل المنهجي باستخدام النماذج والأدوات المناسبة (Spider -Prisma). واهتمت هذه المراجعة بمناقشة أبرز الموضوعات التربوية التي تناولتها دراسات تصميم بيئات التعلم وفق مدخل التكامل (STEM)، وأوجه التقارب والاختلاف في الدراسات المختارة، والمعايير المتبعة في تصميم بيئات التعلم فيها، كما استعرضت أهم النتائج التي توصلت اليها الدراسات المختارة. وفي ضوء تلك النتائج توصي الدراسة الحالية بأهمية تبني تطبيق منحى التكامل (STEM) في تطوير المناهج التعليمية وتدريسها، وتصميم بيئات تعلم أعمق وأشمل تعالج موضوعات متقدمة في الفيزياء والكيمياء والهندسة، بالإضافة إلى إعداد برامج مخصصة لتدريب المعلمين.

الكلمات المفتاحية: مدخل التكامل STEM، تصميم بيئات التعلم، نهج التكامل، مراجعة منهجية.

ISSN: 2706-6495

The reality of designing learning environments according to the integration approach (STEM) in public education (A systematic review)

Abstract:

The integrative approach (STEM) represents one of the most important modern trends in teaching science and mathematics and their branches. It is concerned with the integration of teaching different knowledge and sciences in more than one field within educational environments developed according to common integrative principles that represent solutions to real problems. From this point, the current study aims to reveal the reality of designing learning environments according to (STEM) in general education, by conducting a critical systematic review of relevant studies published and documented in the Saudi Digital Library (SDL) during the period (2017-2022), within specific criteria for the studies that were included or excluded. However, approximately (406) studies were extracted in the preliminary research stage, then several conditions and criteria were applied, about (26) studies were extracted after stages of examination, scrutiny and systematic analysis using appropriate models and tools (Prisma-Spider). Moreover, this review focused on discussing the most prominent educational topics that were addressed in the studies of designing learning environments according to the STEM approach, the similarities and differences were discussed, beside the criteria which used in designing learning environments. It also reviewed the findings of the selected studies. Finally, this study recommends applying the STEM approach in developing and teaching educational curricula.

Keywords: STEM integration approach, learning environment design, integration approach, systematic review.

ISSN: 2706-6495

1. المقدمة:

في القرن الحادي والعشرين، ازداد الاهتمام بتعليم العلوم والتكنولوجيا والرياضيات والهندسة (STEM) بشكل كبير، كما فرضت التوجهات التربوية الحديثة في هذا الاتجاه على المؤسسات التعليمية تطوير أساليب تدريس العلوم والرياضيات وفروعها لمواجهة التحديات والمشكلات العالمية التي تزداد يوماً بعد يوم، مما يتطلب قدرات نوعية ومهارات متقدمة تُمكن الجيل الحالي من مواجهة هذه التحديات والتغلب عليها بكفاءة وفعالية.

وقد أصبحت العديد من هذه المشكلات العالمية، بما في ذلك التغير المناخي، والانفجار السكاني، وإدارة الموارد ، والصحة ، والتنوع البيولوجي ، تسبب ضغطًا كبيرًا على المؤسسات التعليمية في تطوير العلوم والتكنولوجيا للمساهمة في إيجاد الحلول وإدارة الموارد وهذا بدوره يتطلب تطويرًا مستمرًا لتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Thomas & Watters, 2015). كما أن درجة التعقيد والتنوع التي تتسم بها هذه القضايا والحاجة الكبيرة للقدرة على حلها يتطلب دمج المعرفة والمهارات في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لحل المشكلات الحقيقية من خلال جعل هذه المشكلات جزءً من العملية التعليمية، وبالتالي تعلم العلوم بطرق مبتكرة وفريدة في التفكير لفهم أساس هذه القضايا والمساهمة في حلها (Newhouse, 2017).

وتوضيحاً لما سبق، فقد أشارت العديد من الدراسات إلى أن التعليم التقليدي يركز عادة على موضوع واحد، على الرغم من أن العديد من القضايا المعقدة في العالم الحقيقي ليست مشتتة بين تخصصات معزولة؛ بل أنها تتقاطع وتتجاذب في مناطق مختلفة من المعرفة والعلم والتطبيق، كما أنها تتداخل وتتباين بطرق متنوعة (Henderson et al., 2017). ونتيجة لذلك، ينبغي أن يكون الطلاب قادرين على ربط النظريات بالتطبيقات العملية لها، وفهم الموضوعات المختلفة من جوانب وزوايا متنوعة، ليتمكنوا من تطبيق المعرفة في حل المشكلات العملية والعميقة والتي تحتاج الى فهم شامل ودقيق لكل ما يحيط بها(Mazzei et al., 2020).

وفي هذا الجانب أشار العلماء إلى أن الطلاب الذين يفتقرون إلى الخبرة في أداء المهام متعددة التخصصات قد يواجهون صعوبات عند التطبيق العملي للمهمات المركبة أو التي تتسم بالتداخل وتتطلب اتقان أكثر من مهارة في الوقت ذاته (Belland et al., 2017). ومن هنا انطلقت فكرة تطوير مفهوم STEM من قبل العلماء لمعالجة أوجه القصور في التدريس التقليدي كاتجاه تعليمي يتبنى مبدأ التكامل في تعليم العلوم المختلفة والتي تتكون بشكل رئيسي من الرياضيات والعلوم بفروعها بالإضافة إلى التكنولوجيا والهندسة (Kennedy & Odell, 2014).

وتكمُن أهمية نهج STEM أو المدخل التكاملي في تعليم هذه التخصصات من خلال نهج متكامل في تقديم الموضوع التعليمي، وخلق تجارب تعليمية عملية متمحورة حول مشكلة من مشكلات العالم الحقيقي (Shahali et al., 2016). كما يركز منهج STEM بشكل رئيسي على دور المتعلم في العملية التعليمية، وبالتالي تصميم عملية التعلم بشكل يضمن مشاركته و إيجابيته، ويتطلب منه تطبيق المعرفة في الموضوع التعليمي من خلال أنشطة متكاملة (Kim et al., 2018).

كما يستهدف تطبيق مبادئ STEM في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات توظيف استراتيجيات تعليمية حديثة وفعالة تهتم بتنمية العمل التعاوني والمنظم في استكشاف وتصميم الحلول للمشكلات المفتوحة ومساعدة الطلاب على تطوير المعرفة في العديد من التخصصات (Herro & Quigley, 2017)، وبشكل عام ، يتم تصميم مناهج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وفق STEM كدورات دراسية قائمة بذاتها بدلاً من كونها مقررًا دراسي واحدًا في معظم المدارس من خلال إشراك

الطلاب في حل المشكلات أو مهام التعلم القائمة على المشروعات باستخدام المعرفة متعددة التخصصات في مواضيع تعليمية محددة (Reynante et al., 2020).

وفي نفس السياق، أشار العديد من الباحثين في تخصصات تعليم العلوم والرياضيات والهندسة إلى فاعلية تطبيق نهج STEM، والنتائج الجيدة التي أثمرتها التجارب الناجحة في تطبيقه في التعليم في بعض الدول التي تبنت تعليمه كالولايات المتحدة الامريكية، والمملكة المتحدة، وغيرها من الدول (غانم، 2015). كما أظهرت الأبحاث المكثفة دوره في تعزيز المهارات المختلفة ومن أبرزها الابداع العلمي والقدرة على الاستكشاف لدى المتعلمين كما دلت على ذلك دراسة (Christian et al., 2021; Koyunlu Ünlü & Dökme, 2022)، بالإضافة إلى دوره الإيجابي في تنمية جوانب أخرى غير معرفيه كالاهتمام بالتعلم وزيادة الدافعية للتعلم والتحفيز(Mustafa et al., 2016; Shahali et al., 2016).

وعلى الرغم من النتائج الجيدة لتطبيق نهج STEM في تعليم العلوم والرياضيات والهندسة والتكنولوجيا؛ إلا أنه يتطلب تصميماً جيداً للموضوع التعليمي لربط المهارات المعرفية الأساسية عبر التخصصات المختلفة لتعزيز كفاءات التفكير العليا للطلاب، وضمان الحصول على مخرجات تعليمية ذات مستوى وجودة عاليين (Peppler & Wohlwend, 2018). لذا فإن تصميم بيئة التعلم لموضوع معين، ومعرفة كيفية تقديم استراتيجيات التعلم المناسبة له تساعد على إعطاء الطلاب فهمًا واضحًا للأهداف التعليمية لنهج STEM في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وهذه قضية في غاية الأهمية يجب على المعلمون مراعاتها لفهم الموضوعات متعددة التخصصات بشكل صحيح من قبل الطلاب، وتقديم ما يحتاجون اليه من مشورة أو دعم وهذا ينعكس بدوره على نوعية المخرجات التعليمية المتوقعة من تطبيق نهج STEM (Moore et al., 2020)، ولهذا فإن تطبيق نهج STEM في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات المصمم جيداً لا يساعد فحسب على تطوير مهارات الطلبة العلمية والعملية وانما يتجاوز ذلك الى تحسين قدراتهم التفاعلية ومهاراتهم الاجتماعية في التواصل والتعاون وتكوين الفرق والعمل الجماعي (Çevik, 2018).

ومن ناحية أخرى، أظهرت المؤسسات التعليمية في العالم العربي اهتماماً واضحاً بتطبيق المدخل التكاملي STEM لتدريس العلوم والرياضيات في المراحل التعليمية المختلفة، كما أجريت العديد من الدراسات في هذا الجانب، ولتسليط الضوء على مساهمات الباحثين في هذا المجال والتعرف على مخرجات تطبيق STEM في التعليم في العالم العربي في السنوات الأخيرة، تهتم هذه المراجعة المنهجية بتقديم رؤية واضحة ومراجعة نقدية للمنشورات البحثية والدراسات العلمية التي تناولت تطبيق مدخل STEM في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في مراحل التعليم العام.

1.1. مشكلة البحث:

يعتبر نهج التعليم الدولي الحديث في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات أو ما يعرف اختصاراً بمدخل التكامل(STEM) أمراً بالغ الأهمية لإعداد المواطنين بشكل فعال للقرن الحادي والعشرين (McClure et al., 2017)، كما أن هذا النهج (STEM) يشير إلى فلسفة تعليمية عميقة مصممة لدمج التخصصات التعليمية الرئيسية (العلوم، التكنولوجيا، الهندسة، الرياضيات ويضاف اليها الفن أحياناً)، و يتطلب تعليم مدخل التكامل(STEM) تنمية العديد من المهارات المهمة التي تحفز المتعلمين لإظهار التفكير النقدي وحل المشكلات الإبداعي من أجل بناء أساس قوي للإنجاز الأكاديمي لاحقاً (Flinn & Mulligan, 2019)، كما يسهم تدريسه بشكل فعال في تنمية مهارات التفكير النقدي وغيره من مهارات القرن الحادي والعشرين

التي تنمي الاستعداد لحل المشكلات ومواجهة التحديات المستقبلية (Mitchell & Forestieri, 2018). ولا يزال التعليم في العديد من الدول حول العالم يواجه ضغوطا متزايدة لإعداد طلابا ذوو مهارات عالية وتفكير نقدي إبداعي يساعدهم على التعامل مع التحديات الدولية، لاسيما وسط تنامي القدرة التنافسية العالمية (Chao, 2016).

ونظراً لتزايد الدراسات التي تناولت مدخل التكامل(STEM) في التعليم في موضوعات مختلفة و مجالات متنوعة، من قِبل مؤسسات تعليمية رسمية وغير رسمية في التعليم العام وفي التعليم الجامعي، ولفئات متنوعة ومتباينة امتداداً من مرحلة ما قبل المدرسة الى التعليم العالي، بالإضافة إلى فئات مختلفة كالمعلمين والمتدربين والطلبة المعلمين وأعضاء هيئة تدريس بالجامعات .. الخ، بالإضافة إلى التباين في طرق توظيفه واستخدامه مما خلق طيفاً واسعاً يصعب الإلمام به ومعرفة مخرجاته بدقه، لذا برزت الحاجة الى التعرف على نطاق توظيف هذا النهج التعليمي لمدخل التكامل(STEM) في التعليم العام بشكل خاص وتقصي الجهود المبذولة في ذلك، ومعرفة مخرجات تطبيق مدخل STEM في السنوات الأخيرة، من أجل تقييم هذه الجهود ودعمها للاستمرار في تطوير تعليم المواد الطبيعية والهندسة والرياضيات من خلال تبني أساليب تدريس العلوم الحديثة وفروعها والتي تواكب متطلبات العصر التكنولوجي والاحتياجات التعليمية المتجددة لذا قامت الباحثة بإجراء مراجعة منهجية نقدية لجميع للدراسات والمنشورات التي تناولت مدخل التكامل STEM في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في العالم العربي؛ وذلك لفئات التعليم العام من مرحلة ما قبل المدرسة وحتى التعليم الثانوي بهدف الاستفادة من نتائج ومخرجات الدراسات وتقييمها وتقديمها للمهتمين والباحثين في هذا المجال، كما تجدر الإشارة إلى انه يسبق إجراء أي مراجعة منهجية مماثلة للدراسات التي تناولت مدخل التكامل(STEM) خلال الفترة الزمنية الممتدة من 2017 -2022.

وانطلاقاً من مشكلة الدراسة تم طرح السؤال الرئيس التالي:

ما واقع تصميم بيئات التعلم وفق مدخل التكامل(STEM) في التعليم العام ومنه تتفرع الأسئلة التالية:

1- ما أبرز الموضوعات التربوية التي تناولتها دراسات تصميم بيئات التعلم وفق مدخل التكامل(STEM) في التعليم العام؟
2- ما أوجه التقارب والاختلاف في الدراسات المختارة من حيث تاريخ النشر، الفئة المستهدفة، المادة التعليمية (المقرر الدراسي)، الأدوات المستخدمة، دور النشر؟
3- ما المعايير المتبعة في تصميم بيئات التعلم وفق مدخل التكامل(STEM) في التعليم العام في الدراسات المختارة؟
4- ما المتغيرات التابعة التي عالجتها دراسات تصميم بيئات التعلم وفق دخل التكامل(STEM) في التعليم العام؟
5- ما أهم النتائج التي كشفت عنها دراسات تصميم بيئات التعلم وفق مدخل التكامل(STEM) في التعليم العام؟

2.1. أهداف البحث:

1- تحديد الموضوعات التربوية التي تناولتها دراسات تصميم بيئات التعلم وفق مدخل التكامل(STEM) في التعليم العام.
2- تحديد أوجه التقارب والاختلاف في الأبحاث المختارة من حيث تاريخ النشر، الفئة المستهدفة، دور النشر، مكان إجراء الدراسة، المادة التعليمية (المقرر الدراسي)، الأدوات المستخدمة.
3- التعرف على معايير تصميم بيئات التعلم وفق مدخل التكامل (STEM) في التعليم العام في الدراسات المختارة.
4- التعرف على المتغيرات التابعة التي عالجتها دراسات تصميم بيئات التعلم وفق دخل التكامل (STEM) في التعليم العام.
5- توضيح أهم النتائج التي توصلت إليها دراسات تصميم بيئات تعلم وفق مدخل التكامل(STEM) في التعليم العام وتقييمها.

ISSN: 2706-6495

3.1. أهمية البحث:

تنعكس أهمية الدراسة الحالية في الجوانب التالية:

- بلورة واقع تصميم بيئات التعلم وفق مدخل التكامل (STEM) في التعليم العام وتحديد ملامحها المشتركة للاستفادة من ذلك في تصميم بيئات تعلم جديدة ومناسبة لاحتياجات الواقع الحالي والمناهج التعليمية.
- إلقاء الضوء على معايير التصميم التعليمي وفق مدخل التكامل (STEM) وهو ما يشكل أهمية خاصة للباحثين والمصممين التعليميين لاسيما في التخصصات المعنية بتطبيق مبادئ التكامل.
- قد تسهم نتائج هذه الدراسة في التعرف على مدى مساهمة الباحثين في الوطن العربي في تطبيق الاتجاهات الدولية الحديثة في التعليم وإبراز دورهم في ذلك.
- توجيه الأنظار الى أهمية الالتفات الى مستوى المخرجات التعليمية التي تم فيها تطبيق مدخل التكامل (STEM) في الوطن العربي وإيجاد الأسباب المساعدة على تحقيق نتائج أفضل والعمل على الارتقاء بمستوى تصميم بيئات التعلم كماً وكيفاً ضمن معايير أداء دولية ومحلية.
- إثراء المحتوى العربي بالمزيد من المراجعات النقدية المنهجية المنقحة لتكون مرجعاً يسهم في توفير الوقت والجهد للباحثين والمهتمين بالدراسات العربية المنشورة في هذا المجال.

4.1. مصطلحات البحث:

- عرف كيلي (Kelley & Knowles, 2016) مدخل التكامل (STEM) بأنه "نهج أو طريقة لتدريس محتوى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) لاثنين أو أكثر من مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، المرتبطة بممارسات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات ضمن سياق أصيل بغرض ربط هذه الموضوعات لتعزيز تعلم الطلاب".
- فيما عرفت وزارة التعليم الأمريكية (U.S Education, 2020,7) منحى التكامل STEM بأنه "البرامج التي يقصد بها دعم تدريس العلوم بشكل رئيسي، أو تعزيز تدريس العلوم والهندسة والرياضيات(STEM) في مراحل (K12) أي من المرحلة الابتدائية وحتى المرحلة الثانوية، ويشمل ذلك أيضاً المستويات العليا بما فيها تعليم الكبار".

ويمكن تعريف مدخل التكامل STEM اجرائياً على أنه: تصميم لموضوع تعليمي في أحد تخصصات العلوم والتكنولوجيا والرياضيات والهندسة بشكل متكامل ومترابط في بيئة تعلم داعمه تهدف الى تحفيز فهم المتعلم للمفاهيم العلمية من زوايا مختلفة، وتشجيع تنمية مهاراته العليا في المراحل التعليمية (ما قبل المدرسة – المرحلة الثانوية).

2. الإطار النظري:

نشأ الاهتمام بتعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM بدايةً في الولايات المتحدة استجابة للمخاوف التي ظهرت ذلك الحين بشأن النقص الملحوظ في أعداد الطلبة المؤهلين جيداً للعمل في المهن المرتبطة بتلك المجالات (National Research Council (NRC), 2012). وتم إنشاء مصطلح STEM في أوائل التسعينيات لتمثيل أربعة تخصصات أكاديمية ذات صلة (العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات)، واهتمت المؤسسة التي أنشأت المبادرة بدمج التخصصات وتكاملها في بداية الأمر بالتركيز على تخصصي الرياضيات والعلوم فقط باعتبارهما التخصصين الرئيسين ثم تلاهما مجالي الهندسة

والتكنولوجيا (Martín-Páez et al., 2019). وقد أشار أوتال (Uttal & Cohen, 2012) الى ان مصطلح STEM ارتبط في بدايته بالجانب السياسي بهدف تعزيز الاقتصاد وإيجاد قوة عاملة كافية في مجالات العلوم والرياضيات لضمان التنافس التنموي والاقتصادي العالمي، بالإضافة إلى أن تعليم هذه المجالات للطلبة يسهم بشكل فعال في تنمية قدراتهم وينمي ميولهم في هذه التخصصات ويعالج في الوقت ذاته مشكلة تسرب الطلبة التي شاعت في ذلك الوقت والتي عرفت باسم(STEM Pipeline) ,والتي تسببت في انسحاب الطلاب من إكمال تعليمهم في تخصصات العلوم والرياضيات نظراً لفقدان الرغبة والاهتمام بها، وكنتيجة لتلك الظاهرة ظهرت احصائيات مقلقة بشأن عدد الطلاب المنسحبين والمتسربين من الدراسة لاسيما في تخصصات العلوم والرياضيات والتي أظهرت أحداها أن عدد الطلاب بالصف الثالث متوسط في الولايات المتحدة في عام (2001) بلغ 4 ملايين طالب؛ انخفض هذا العدد الى (2.8) مليون طالب فقط تخرج من المرحلة الثانوية كما تقلص هذا العدد الى 168000 طالب أمريكي تخصص في مجالات العلوم او الرياضيات.

ثم بحلول عام 2001، تم استخدام مصطلح STEM على نطاق واسع كمنظور جديد لتعليم الطلاب ليكونوا مبدعين في حل المشكلات في الألفية الجديدة (Bybee, 2013).

وكما ظهر الاهتمام بتعليم STEM محلياً في عدة مناطق من الخليج العربي، حيث أقيمت بعض المؤتمرات التي تناولت الاهتمام بتعليم STEM في مجالات تعليم العلوم والهندسة والرياضيات، كالمؤتمر الدولي الخامس الذي أقيم في أبو ظبي عام 2014 برعاية معهد التكنولوجيا التطبيقية، وكذلك المؤتمر الذي نظمه مركز التميز البحثي عام 2015 بجامعة الملك سعود في الرياض بعنوان" توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM" (الدوسري، 2015).

أهداف منحى التكامل STEM:

هناك هدفان غالباً ما يستشهد بهما الباحثين في منحى التكاملSTEM هما: العمل على زيادة اهتمام الطلاب ومشاركتهم في مواضيع العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات، وزيادة وتطوير قوة عاملة قادرة على فهم العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات (Hsu & Yeh, 2019).

كما يهدف تطبيق نهج STEM في المراحل الدراسية المختلفة الى تسهيل تعلم المفاهيم العلمية أو الرياضية المجردة في سياقات تعلم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Korur et al., 2017; Prieto & Dugar, 2017)، أو لرفع وزيادة وعي الطلاب بتحديات الاستدامة (Sahin, 2015).

الخصائص الرئيسية لإطار عمل منحى STEM:

وضع (Roehrig et al., 2021) إطاراً متكاملا لمنحى التكامل STEM للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات يتضمن سبع خصائص رئيسية يجب توافرها فيه كما يلي:

- التركيز على مشاكل العالم الحقيقي.

يعد اختيار مشكلة في العالم الحقيقي عملية معقدة حيث توجد العديد من العوامل التي تؤثر على نتائج الطلاب المعرفية والعاطفية، لذا يجب أن يكون اختيار المشكلة مرتبط بواقع الطلبة وخلفيتهم الثقافية أو العرقية لتعزيز مشاركتهم وتطوير هويات قوية في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لجميع الطلاب.

- التركيز على التصميم الهندسي

ينبغي على المعلمين تشجيع طلابهم في تمثيل البيانات بتصميمات هندسية مع إعطاء الفرصة في تكرار العمل وعدم الخوف من فشل التصاميم الخاصة بهم بشكل متكرر، على أن تمثل هذه التصاميم الهندسية حلول مرتبطة بالمشكلات المحيطة، والاخذ بعين الاعتبار التكاليف المادية والاعتبارات الاجتماعية والعوامل الفنية عند تنفيذها.

- تكامل السياق

يوفر التفكير القائم على الأدلة دعائم واضحة لتطبيق محتوى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات على مشاكل العالم الحقيقي (Mathis et al., 2017)، ولكن يجب معالجة المعايير والقيود التي تحد من فعالية التصميم الهندسي كما يجب أن يعالج التصميم الهندسي المشكلة في سياقها الاجتماعي والواقعي بشكل واضح؛ فعلى الرغم من أهمية التركيز على التصميم الهندسي عند التعليم في ضوءSTEM إلا أنه قد يتحول الى تحدياً حقيقاً يحول دون الاستفادة التامة من المحتوى التعليمي عند إهمال كيفية تكوين الروابط بينه وبين السياق الواقعي للطلبة (Carter et al., 2014)، وتأسيساً على ذلك يحتاج المعلمون إلى إجراء اتصالات واضحة مع الطلاب واشراكهم في التفكير والاستدلال القائم على الأدلة، كما ينبغي أن ترتبط تصاميم المحتوى الهندسية بسياقات العالم الحقيقي من القضايا الاجتماعية والسياسية التي تحتاج إلى معالجة صريحة بالإضافة إلى التركيز التقني والفني في المحتوى والمعايير والقيود المتعلقة STEM.

- تكامل المحتوى

يجب أن يُتاح للطلاب فرص لتعلم وتطبيق محتوى STEM لتطوير حلول التصميم (Rusydiyah et al., 2021) ، كما يجب أن تكون الروابط بين تخصصات STEM واضحة ، ويمكن تحقيق ذلك التكامل للمحتوى من خلال مناهج متعددة التخصصات، كما ينبغي دمج التخصصات الأخرى غير المتعلقة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بشكل صريح باعتبارها ذات صلة بتطوير الحلول و فهم السياق الاجتماعي والسياسي الأوسع للمشكلة (Gunckel & Tolbert, 2018).

- ممارسات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات

ذكر (Reynante et al., 2020) أنه يجب أن يحصل الطلاب على فرص حقيقية للانخراط في ممارسات وتعلم نهج STEM ، فعلى سبيل المثال لا ينبغي حرمان الطلاب من الوصول الى التعلم من خلال STEM بناء على اعتبارات ثانوية كالحالة الاقتصادية أو الاجتماعية للمتعلم. كما ينبغي أن يكون لدى الطلاب قوة معرفية تعتمد على المعرفة والممارسات الثقافية والشخصية بالإضافة إلى ممارسات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، والتفكير القائم على الأدلة (Siverling et al., 2019). ويستخلص من ذلك، أن تعليم (STEM) المتكامل يدعو الى إمكانية إيجاد حلول متعددة لمشكلة ما، مما يساعد الطلاب على الفهم بشكل أعمق في المهام التي يشاركون فيها.

- (و) مهارات القرن الحادي والعشرين

يجب أن يدعم تعليم STEM المتكامل تطوير مهارات القرن الحادي والعشرين حيث تساعد المشكلات غير المحددة على تطوير مهارات الطلاب لمواجهة مشكلات العصر الحالي أثناء مشاركتهم في التفكير التصميمي التكراري، كما يحتاج المعلمون إلى

تنظيم أنشطة جماعية لدعم التعاون والتفكير النقدي والإبداع والمهارات المعرفية العليا، مثل التحليل والتقييم، وتسهيل العمل الجماعي في مجموعات تلتزم بالمشاركة المتساوية لجميع الطلاب.

- (ز) توعية الطلاب بالمهن المستقبلية المتعلقة بمجالات STEM.

ينبغي أن تتاح المشاركة في وظائف وأنشطة STEMبشكل متكافئ بالنسبة لجميع الطلاب دون استثناءات اجتماعية او نوعية، وبناء على ذلك، يحتاج المعلمون إلى وصف الوظائف المتعلقة بمجالات STEM بدقة للطلاب، ويتضمن ذلك التعرض الى نماذج عملية يحتذى بها حتى تتاح الفرصة للطلاب للتعرف على عمل متخصصي STEMفي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وإتاحة الفرصة للتجربة الشخصية للطلبة في القيام باقتراح حلول لمشاكل العالم الحقيقي.

وقد لخص غانم (2013، 54) الأسس التي يقوم عليها تصميم المناهج في ضوء نهج(STEM) فيما يلي:

1- أن يتم تصميم المناهج التعليمية بصورة تكاملية بين التخصصات الأربعة (العلوم، الرياضيات، الهندسة، التكنولوجيا)، تتضمن أنشطة صفية ولاصفية قائمة على مبادئ علمية مشتركة تبنى على مشاريع يتم تنفيذها بطرق إبداعية ويتم فيها تضمين عناصر البيئة المحيطة بهم.
2- توظيف مبدأ التعلم بالاستقصاء وتشجيع الطلبة على أعمال التفكير في المسائل المختلفة واستخدام استراتيجيات فعالة في ذلك كالعصف الذهني.
3- بناء المشاريع وتصميمها بأسلوب تعاوني من خلال توزيع المتعلمين الى مجموعات تعاونية تقوم بتنفيذ مشاريع تكاملية لنماذج مصممة في ضوء STEM.
4- اقتراح الحلول للمشكلات الواقعية بأسلوب هندسي يستلزم الإلمام بمهارات رياضية وحسابية مع ربطها بالواقع المحيط للطلبة
5- تفعيل استخدام التكنولوجيا في المشاريع والمهام التعليمية بأسلوب التعلم المدمج أو التعلم الإلكتروني المتزامن وغير المتزامن.
6- اعتماد تقويم الطلبة بطرق متنوعة وشاملة تعتمد على معايير أدائية وترتبط بالمشكلات وطرق حلها ضمن معايير STEM التقويمية.

تعزيز علاقة المتعلم بما حوله من خلال أنشطة تهتم بذلك وتعزز مسؤولية المتعلم في بيئته ومجتمعه بصورة إيجابية.

3. منهج البحث وإجراءاته:

1.3. منهج البحث:

اتبع البحث منهج المراجعة المنهجية A Systematic Review of the Literature ، والمعروفة اختصاراً ب(SRL) وهي أحد أساليب مراجعة المنشورات الأدبية السابقة التي تهتم بجمع وتنقيح الدراسات حول موضوع معين ومقارنتها واستخراج الدلائل المتقاربة فيها وتقييمها وعرضها بخطوات علمية محددة ، كما تحدد مراجعة الأدبيات المنهجية (SLR) البحث وتختاره وتقيمه بشكل نقدي من أجل الإجابة على سؤال مصاغ بوضوح (Dewey & Drahota, 2016). ويجب أن تتبع المراجعة المنهجية خطة محددة بوضوح حيث يتم تحديد المعايير قبل إجراء المراجعة، لضمان الشفافية والوضوح، ويتم إجراؤه عبر قواعد بيانات متعددة تضم طيف واسع من الدراسات المتباينة والمتشابهة والمكررة في بعض الأحيان لذا يتم وضع خطة بحث مدروسة

جيدًا لها تركيز محدد وتجيب على سؤال محدد، كما يجب تضمين مصطلحات البحث واستراتيجيات البحث (بما في ذلك أسماء قواعد البيانات ومصادر المعلومات الأساسية وتواريخ البحث) والحدود في المراجعة.

2.3. إجراءات البحث:

أُجري البحث الحالي على عدة مراحل كما يلي:

مرحلة التخطيط:

وفيها تم تحديد مشكلة البحث وتأطيرها ومن ثم صياغة سؤال البحث الرئيسي؛ تلا ذلك تحديد نطاق البحث وقواعد البيانات، وتحديد الكلمات المفتاحية المناسبة للبحث في مجال الدراسة الحالية بهدف الوصول لأقصى عدد ممكن من الدراسات المرتبطة بمشكلة الدراسة، كما تم تحديد هيكل المراجعة المنهجية بشكل عام ومكوناتها الرئيسية وحدودها، وقد نتج عن هذه المرحلة ما يلي:

- تحديد المكتبة السعودية الرقمية Saudi Digital library كقاعدة البيانات الرئيسية التي سيتم البحث فيها، وتُعد المكتبة السعودية الرقمية أكبر تجمع للبيانات رقمية والمنشورات الإلكترونية في العالم العربي وتشمل المجلات الاكاديمية المتخصصة باللغتين العربية والانجليزية كما أنها تحتوي على العديد من دور النشر وقواعد البيانات، وأوعية نشر المعلومات الموثقة، وتتميز بأنها متاحة الوصول في جميع الجامعات السعودية للطلبة في المراحل التعليمية العليا والباحثين والمتخصصين وأعضاء التدريس في الجامعات ومنسوبي وزارة التعليم ، ، كما أنها تزخر بآلاف المنشورات العلمية والدراسات الاكاديمية والرسائل الجامعية والمواد التعليمية المختلفة حيث تضم أكثر من 446000 منشور رقمي، والتي يتاح الوصول اليها بسهولة وتقنيات حديثة.
- تم تحديد الكلمات المفتاحية التالية للبحث:

(مدخل STEM– مدخل التكامل - منهج STEM - منحى التكامل STEM)

تحديد المعايير العامة لعملية البحث وتتضمن أهمها: (البحث عن الدراسات المرتبطة بمشكلة البحث الحالية – البحث في المكتبة السعودية الرقمية SDL)

مرحلة البحث وجمع المعلومات:

تمثلت هذه المرحلة في تقصي الدراسات السابقة، والبحث عن الأدب المنشور ذات الصلة والموثقة في المكتبة السعودية الرقمية (SDL)والقواعد البيانية المتضمنة فيها والتي منها: (دار المنظومة، HumanIndex،Edusearch) ، وقد توصلت نتيجة البحث بشكل أولي الى ما يقارب (406) تقريرًا منشورًا تضمن مقالات أكاديمية، وأطروحات لرسائل علمية مختلفة ودراسات ميدانية وبحوث مقارنة، وتصورات مقترحة، وأوراق مؤتمرات، وغيرها.

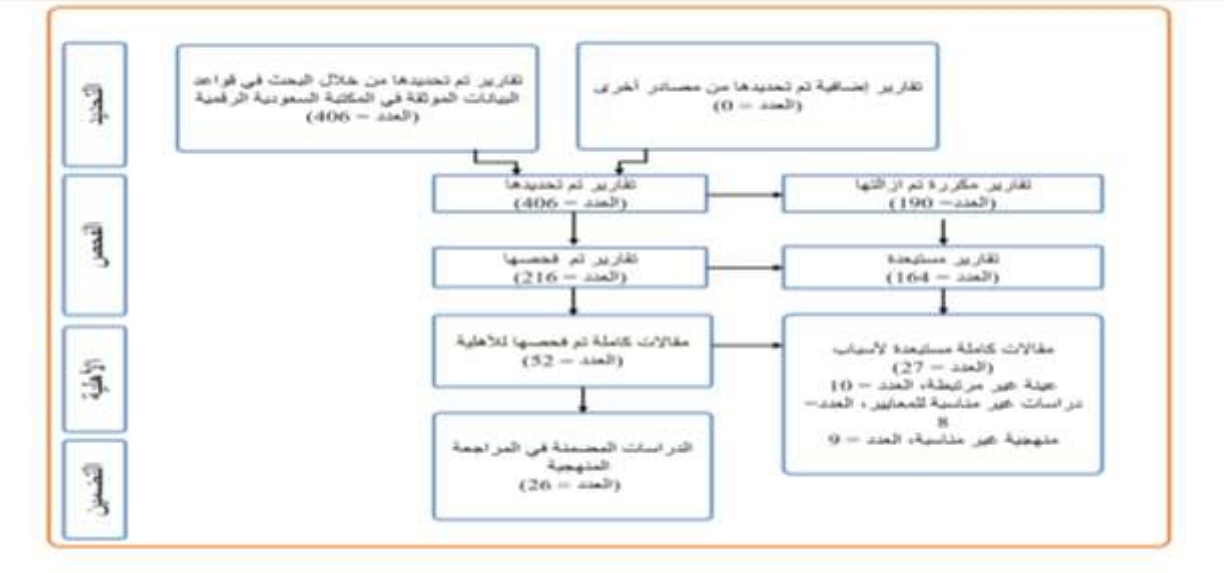
بعد ذلك، تم وضع معايير محددة بغرض البحث بأسلوب منهجي منظم يتم فيه تضمين للدراسات المناسبة وذات الصلة الوثيقة بمشكلة البحث واستبعاد ما سوى ذلك، مما يساعد في التركيز على حل مشكلة البحث وجمع البيانات المرتبطة بها دون التشتت والخروج عن أهداف البحث.

ويمكن اجمال معايير تضمين الدراسات أو استبعادها فيما يلي:

- أن تكون الدراسات موثقة في المكتبة السعودية الرقميةSDL
- أن تكون منشورة في الفترة ما بين (2017 – 2022)
- أن تكون الدراسات مرتبطة بشكل مباشر بغرض تعليمي
- أن تستهدف الدراسات الفئات الطلابية والمناهج في التعليم العام
- أن تكون منهجية الدراسات كمية تجريبية
- أن تتناول الدراسات المدرجة تصميم لأي بيئة تعليمية وفق مدخل STEM سواء صفيه/ لاصفية، إلكترونية، عن بعد، مدمجة، تقليدية، متضمنة لدرس/ وحدة/ كتاب / أنشطة/ مشاريع / منهج/ مصادر اثرائية.

مرحلة التقييم وفحص الدراسات:

بعد إجراء مرحلة البحث الأولي في قواعد البيانات المحددة سابقاً(المكتبة السعودية الرقميةSDL)، بدأت مرحلة فحص الدراسات والمنشورات التي تم جمعها بهدف تقييمها والتعرف على مدى ملائمتها لمجال البحث الحالي وقد بلغ عدد التقارير المنشورة التي تم الحصول عليها في جولة البحث الأولي (406) تقرير، تلا ذلك فحصها بشكل أولي وسريع بالنظر الى العناوين وسنة النشر حيث تقلص العدد الى (**216**) تقرير حيث تم استبعاد ما يقرب من (190) تقرير لدراسات مكررة، أو تقارير غير مرتبطة بمشكلة البحث الحالي، وفي الجولة التالية تم قراءة مستخلصات البحوث والدراسات بشكل تفصيلي حيث تلخصت في (52) مقالاً أو دراسة تم فيها تطبيق معايير التضمين والاستبعاد المحددة سلفاً، وإجراء قراءة شاملة وتفصيلية لها، بعد ذلك أجريت التصفية النهائية حيث تم فحص واستخلاص (26) دراسة جاهزة للتقييم والمراجعة وتحليل البيانات. ويوضح شكل (1) نموذج PRISMA (Sedova et al., 2021) - ترجمة الباحثة- لتدفق المعلومات ومراحل تصفية التقارير واختيار الدراسات.



شكل (1) نموذج PRISMA للمراجعة المنهجية

كما يوضح جدول (2) تطبيق أداة SPIDER (Cooke et al., 2012) لمعايير التضمين والاستبعاد للمراجعة المنهجية:

		التضمين	الاستبعاد
-1	Sample	الطلاب في التعليم العام في المراحل التعليمية (ما قبل المدرسة - المرحلة الثانوية)	التعليم الجامعي – برامج مهنية – معلمين وفئات لا طلابية -أهداف غير تعليمية
-2	Phenomena of Interest	دراسات تناولت تصميم بيئات التعلم وفق مدخل التكامل (STEM) في التعليم العام ولأهداف تعليمية	تصميم في تخصصات أخرى غير العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات – STEAM المتضمن الفن – تصور مقترح
-3	Design	بحوث تجريبية أو شبه تجريبية - نظريات بنائية – التعلم النشط	تصاميم غير تجريبي – تقويم – وصفي – النظرية المجذرة
-4	Evaluation	مخرجات تعليم مدخل التكامل STEM – انجاز مشاريع – مهارات القرن 21 – مهارات عليا – أداء وتحصيل المتعلمين – مهارات لا معرفية (التواصل الاجتماعي – التحفيز).	غير واضح – وجهات نظر – تصورات – معوقات
-5	Research Type	مقالات علمية (كمية أو مختلطة) تجريبية / نشرت في الفترة (2017- 2022)	نوعية / وصفية – لغة غير عربية – غير مصنفة – أوراق مؤتمرات

جدول (2) أداة SPIDER

وبناءً على ما سبق فقد تم استبعاد الدراسات المنشورة بغير اللغة العربية كدراسة تشانغ وآخرون(Chang et al., 2021) ، ودراسة شيرنوف وآخرون (Shernoff et al., 2017)، ودراسة استابا وآخرون (Estapa & Tank, 2017) وغيرها، وكذلك الدراسات التي لم تكن في المجال التعليمي بشكل مباشر كدراسة (بودريس، 2022)، بالإضافة إلى الدراسات أو التقارير التي لا يمكن الوصول اليها بشكل كامل في المكتبة الرقمية كدراسة (مختار، 2019). كما تم تصفية الدراسات المكررة واستبعادها.

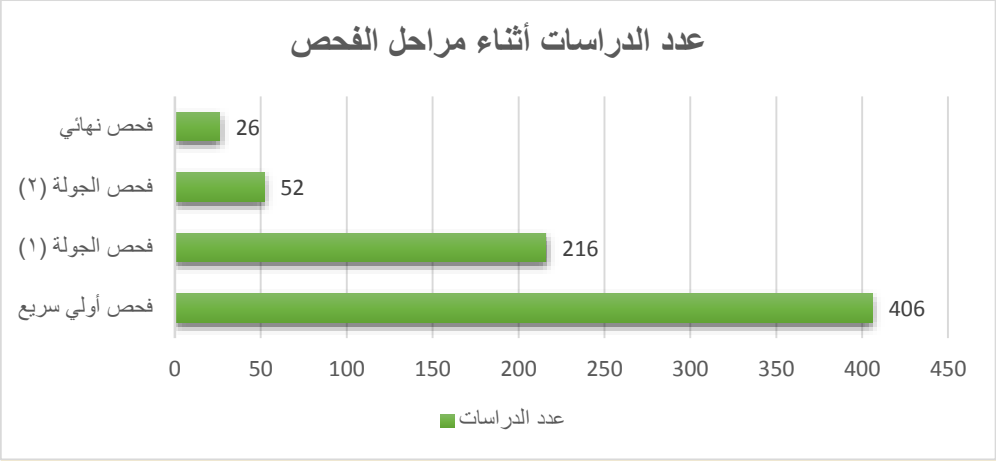
واستبعدت الدراسات التي تناولت المعلمين وتدريبهم وتصوراتهم أو توجهاتهم المهنية لعدم الارتباط كدراسة (الدبيان، 2021؛ عزالدين، 2020؛ المزيني والعتيبي، 2020؛ بهجات، 2020).

واستبعدت المراجعة الحالية أيضاً دراسة (بوزغاية، 2022) لاختلاف المنهجية المطلوبة للمراجعة حيث استندت على منهج التحليل البعدي لبعض الدراسات في ضوء مدخل STEM، ودراسة (جودة، 2020؛ الحربي، 2019) التي قدمتا تصورات مقترح في ضوء STEM لعدم مناسبتها لأهداف المراجعة المنهجية، كما تم استبعاد بحوث التقييم والتقويم لابتعادها عن مشكلة البحث ومنها دراسة (المنتشري والمحمدي، 2022؛ الأحمدي، 2020)، والدراسات الوجهة للطلبة الجامعيين وقطاع التعليم العالي كدراسة (حسين، 2021؛ جاد الحق، 2020).

بالإضافة إلى الدراسات التي تناولت معوقات تطبيق مدخل STEM كدراسة (ابن مناظر والحناكي، 2021)، والتقارير الوصفية كدراسة (حسن، 2020).

مرحلة الكتابة واستخلاص النتائج:

أدى الفرز والتصفية النهائية للدراسات وتقييم صلاحيتها وارتباطها بالمشكلة الحالية الى استخلاص **(26)** دراسة مناسبة وموافقة للمعايير و جاهزة للتحليل والفحص العميق، ففي هذه المرحلة تم تنقيح الدراسات وفحصها وتوليفها حيث تمت قراءاتها بشكل كامل وبعمق شديد بهدف استخلاص الدلائل والارتباطات فيما بينها، وعمل المقاربات بين النقاط المشتركة مع الفحص الدقيق لعناصر كل دراسة، ومنهجيتها، وأدواتها، وبياناتها التفصيلية، ومن ثم عمل جداول مقارنات، ورسوم تخطيطية وتوضيحية للبدء بالبحث عن الأنماط واكتشافها وعمل المقارنات المناسبة واستنتاج الدلائل المهمة تمهيداً لكتابة النتائج و الخروج باستنتاجات منطقية واجابات واضحة لأسئلة البحث، وتقديمها للباحثين والمهتمين في هذا المجال.



شكل (2) نموذج مبسط يوضح الجولات التي مر بها فحص الدراسات

4. نتائج البحث ومناقشتها:

الإجابة على السؤال الأول:

ما أبرز الموضوعات التربوية التي تناولتها دراسات تصميم بيئات التعلم وفق مدخل التكامل (STEM) في التعليم العام؟

للإجابة عن هذا السؤال تم تحليل الدراسات التي انطبقت عليها معايير التضمين والاستبعاد والتي تحددت في (26) دراسة، وفيما يلي توضيح لتلك الدراسات مرتبة بشكل تسلسلي حسب تاريخ النشر من الأحدث الى الاقدم، مع الإشارة إلى عناوين الدراسات والمؤلف/ين، ومكان اجراءها.

جدول (2) الدراسات المضمنة للمراجعة المنهجية

م	عنوان الدراسة	سنة النشر	المؤلف	مكان الدراسة
1	فاعلية وحدة تعليمية مصممة وفق منحى التكامل STEM في اكتساب المفاهيم البيئية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي	2022	(الطيطي والعمري، 2022)	الأردن
2	فاعلية برنامج قائم على منحى STEM في تنمية مهارات التفكير الناقد في الرياضيات لدى طالبات الصف الحادي عشر علمي بغزة.	2022	(عسقول وزنادة، 2022)	فلسطين
3	فاعلية التدريس وفق منهج STEM في تنمية قدرة طالبة المرحلة المتوسطة الموهوبين بمدارس طولكرم وقلقلة على حل المشكلات	2022	(عيد وآخرون، 2022)	فلسطين
4	أثر وحدة تعليمية مطورة في مبحث العلوم وفق منحى (STEM) في تنمية الدافعية العقلية لدى عينة من طالبات الصف السابع الأساسي	2022	عقل وعزام، (2022)	فلسطين
5	أثر توظيف التعلم القائم على المشروع وفق المنحى التكاملي في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى طالبات الصف التاسع الأساسي	2021	(أبو عودة وأبو موسى، 2021)	فلسطين
6	فاعلية التدريس باستخدام مدخل STEM في حل المسائل اللفظية الرياضية في مادة الرياضيات على التحصيل الدراسي والتفكير الإبداعي لدى عينة من طلاب الصف الثالث المتوسط في مدارس مكة المكرمة	2021	(الزهراني، 2021)	المملكة العربية السعودية
7	أثر توظيف منحى STEM في تدريس العلوم لتنمية مهارات اتخاذ القرار لدى الطلاب الموهوبين بالمرحلة المتوسطة بمحافظة عفيف	2021	(بو ثنتين، 2021)	المملكة العربية السعودية
8	أثر استخدام الروبوت التعليمي من خلال المدخل التكاملي في التحصيل الرياضي لدى طلبة الصف العاشر الاساسي	2021	(أبو موسى والتخاينة، 2021)	الأردن
9	أثر وحدة تدريسية مطورة وفق مدخل العلوم المتكاملة (العلوم، التقنية، الهندسة، الفنون، الرياضيات) في تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى طالبات الصف الأول المتوسط	2021	(العنزي والعنزي، 2021)	المملكة العربية السعودية

م	عنوان الدراسة	سنة النشر	المؤلف	مكان الدراسة
10	برنامج مقترح قائم على مدخل (STEM) التكاملي في تنمية التنور الرياضي وخفض قلق الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية	2021	(طلبة، 2021)	مصر
11	تطوير منهج الكيمياء للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية	2021	(صبري و نصار، 2021)	المملكة العربية السعودية
12	فاعلية وحدة مطورة في ضوء مدخل التكامل المعرفي STEM في تنمية بعض مهارات القرن 21 لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية	2021	(هلال، 2021)	مصر
13	مدخل STEM في تدريس العلوم لتنمية بعض مهارات التفكير التحليلي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية	2021	(خليل وآخرون، 2021)	مصر
14	وحدة مقترحة في الإحصاء الحيوي قائمة على مدخل STEM لتنمية المهارات الإحصائية وتقدير قيمة التكامل المعرفي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية	2021	(حسن، 2021)	مصر
15	وحدة تعليمية مقترحة قائمة على مدخل (STEM) التكاملي لتنمية مهارات التفكير التوليدي والتميز في الرياضيات لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي	2021	(سالم، 2021)	مصر
16	أثر مدخل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في تدريس العلوم على تنمية عادات العقل المنتجة لدى طالبات الصف الثالث المتوسط.	2020	(المقبل، 2020)	المملكة العربية السعودية
17	برنامج أنشطة قائمة على مدخل مشروعات STEM لتنمية مهارات ريادة الأعمال والميول المهنية نحو مجالات STEM وفهم المبادئ العلمية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.	2020	(عبد اللطيف، 2020)	مصر
18	أثر نشاطات قائمة على منحى التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEAM في تنمية التحصيل والتفكير الرياضي لدى طالبات الصف الثامن الأساسي	2020	(عزام وآخرون، 2020)	الأردن
19	فاعلية برنامج قائم على التفاعل بين مدخل STEM التكاملي والأسلوب المعرفي للمتعلم في تنمية الكفاءة الرياضياتية لدى تلاميذ مرحلة التعليم الأساسي	2020	(متولي وآخرون، 2020)	مصر

م	عنوان الدراسة	سنة النشر	المؤلف	مكان الدراسة
20	استخدام أنشطة إثرائية قائمة على مدخل STEM لتنمية الخيال العلمي والاستمتاع بتعلم العلوم لدى أطفال الروضة	2019	(محمد، 2019)	مصر
21	أنشطة قائمة على مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات(STEM) لتنمية مهارات التفكير الابتكاري وتحصيل العلوم لدى التلاميذ المكفوفين بالمرحلة الابتدائية.	2019	(عبده، 2019)	مصر
22	فاعلية وحدة في العلوم مصممة وفق منحى STEM التكاملي في تنمية الممارسات العلمية لدى طالبات الصف التاسع	2019	(أبو موسى وأبو عودة، 2019)	فلسطين
23	فاعلية تدريس وحدات تعليمية مصممة وفق مدخل (STEM) في تنمية البراعة الرياضية لدى طلاب الصف الأول الثانوي	2019	(العمري، 2019)	المملكة العربية السعودية
24	استخدام مدخل STEM التكاملي المدعم بتطبيقات الحوسبة السحابية لتنمية المهارات الحياتية والترابط الرياضي والميل نحو الدراسة العلمية لدى طالبات المرحلة المتوسطة	2018	(محمد، 2018)	المملكة العربية السعودية
25	فاعلية التدريس وفق منهج STEM في تنمية قدرة طالبات المرحلة الثانوية على حل المشكلات	2018	(المحمدي، 2018)	المملكة العربية السعودية
26	STEM: مدخل تكاملي حديث متعدد التخصصات للتميز الدراسي ومهارات القرن 21	2018	(عصر، 2018)	مصر

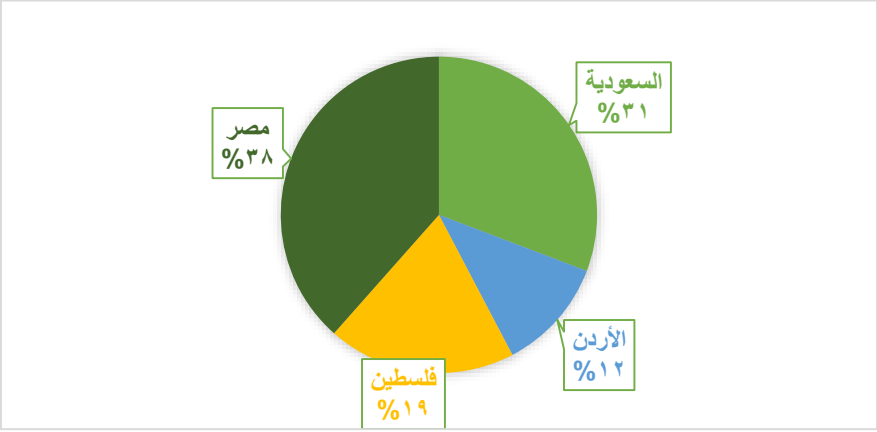
يستخلص من ذلك، أن الدراسات التي جرى تحليلها تناولت موضوعات تربوية مختلفة تتعلق بتصميم بيئات تعليمية وفق مدخل التكاملSTEM لتحقيق أهداف متنوعة ويمكن تصنيفها إلى:

- دراسات تناولت أثر توظيف مدخل التكامل STEMفي تنمية مهارات مختلفة كالدافعية العقلية، ومهارات التفكير التصميمي، ومهارات اتخاذ القرار، والتفكير الإبداعي، وعادات العقل، ومهارات التفكير الرياضي، والخيال العلمي والتي تضمنتها هذه الدراسات (عقل وعزام، 2022؛ أبو عودة وأبو موسى، 2021؛ أبو ثنتين، 2021؛ العنزي والعنزي، 2021؛ المقبل، 2020؛ عزام وآخرون، 2021؛ محمد، 2019).
- دراسات سعت إلى التعرف على فاعلية التدريس وفق مدخل STEMفي تنمية قدرات الطلبة على حل المشكلات، والتفكير التحليلي، وتنمية التحصيل الدراسي، والبراعة الرياضية ومنها دراسة كل من: (عيد وآخرون، 2022؛ خليل وآخرون، 2021؛ الزهراني، 2021؛ العمري، 2019؛ عبده، 2019؛ أبو موسى وأبو عودة، 2019؛ المحمدي، 2018).
- دراسات اهتمت بتطوير محتوى تعليمي وفق مدخل التكامل STEM (وحدة تعليمية – منهج مطور – أنشطة) وتقديمه كنموذج يمكن الاستفادة منه في تنمية مهارات مختلفة ومنها دراسة (الطيطي والعمري، 2022؛ طلبة، 2021؛ صبري

ونصار، 2021؛ هلال، 2021؛ حسن، 2021؛ سالم، 2021؛ عبد اللطيف، 2020؛ متولي وآخرون، 2020؛ عبده، 2019؛ أبو موسى وأبو عودة، 2019؛ محمد، 2018؛ عصر، 2018).

وتأسيساً على ما سبق، يتضح أن معظم الدراسات تناولت موضوعات تربوية حديثة ومرتبطة بشكل مباشر بمشكلات حالية لدى المتعلمين، كما أنها تمحورت حولت تخصصات مدخل التكامل وقدمت بيئات تعلم متنوعة حسب هدف كل دراسة، ويلاحظ في دراسات المحور الأول الاهتمام بقياس أثر التوظيف لمدخل التكامل STEM في تنمية مهارات معينة، أما دراسات المحور الثاني فركزت على التعرف على فاعلية التدريس بشكل أكبر أي أنها تنظر الى مدخل التكامل كاستراتيجية تدريسية، بينما تهتم دراسات المحور الثالث بالمحتوى بشكل أكبر إذ قدمت نماذج ومواد مطورة يمكن الاستفادة منها في دراسات وأبحاث أخرى، و تطبيقها في تطوير المناهج التعليمية بشكل عام.

كما يتبين من تحليل البيانات أيضاً أن جميع الدراسات أجريت في أربع دول عربية فقط مرتبة على التوالي: مصر بمعدل 10 دراسات؛ تليها المملكة العربية السعودية بمعدل 8 دراسات؛ ثم فلسطين بمعدل 5 دراسات؛ وأخيراً الأردن بمعدل 3 دراسات، والشكل (3) يوضح التوزيع الجغرافي للدراسات حسب مكان اجراءها.



شكل (3) التوزيع الجغرافي الدراسات المضمنة في المراجعة المنهجية

وربما تعزى هذه النتيجة الى اهتمام وزارات التعليم في مصر والمملكة العربية السعودية بتطوير المنظومة التعليمية واللحاق بركب المنافسة العالمية في مجال العلوم المتقدمة والتي ترتبط بشكل وثيق بالتخصصات العلمية والتكنولوجيا والتي تعد المحور الرئيسي في مدخل التكامل STEM، وقد بدأ ذلك واضحاً في السنوات الأخيرة حيث ظهر العديد من المبادرات التعليمية والإصلاحات في المناهج وطرق التدريس لتواكب العصر وتلبي احتياجات المتعلمين في العصر التكنولوجي الحالي، وهذا ما تسعى اليه الرؤية السديدة في المملكة العربية السعودية.

ومن ناحية أخرى، قد تعكس قلة الدراسات التي تناولت مدخل التكامل STEM في بقية الدول العربية الاخرى- وفي حدود علم الباحثة - ضرورة نشر الوعي بأهمية بمواكبة الاتجاهات العالمية، والمساهمة في التنافس المحموم في التقدم العلمي والاقتصادي، والتأكيد على ارتباط ذلك بمستوى التقدم في التخصصات العلمية والتكنولوجيا والتي تتطلب بشكل كبير تطوير مهارات عليا ونوعية للمتعلمين، واعدادهم لهذا التنافس المستقبلي، بالإضافة إلى التأهيل العلمي المناسب للمؤسسات التعليمية والكوادر

التدريسية للتوافق مع متطلبات العصر التكنولوجي والاحتياجات الفردية والتي تسهم جميعها في نمو وازدهار الأوطان وحل المشكلات العميقة وزيادة الرخاء الاقتصادي والاستقرار الأمني والتقليل من المعضلات في المجال المناخي و البيئي.

الإجابة على السؤال الثاني:

ما أوجه التقارب والاختلاف في الأبحاث المختارة من حيث تاريخ النشر، الفئة المستهدفة، المادة الدراسية (المقرر الدراسي)، الأدوات المستخدمة، دور النشر؟

للإجابة على هذا السؤال تم فحص الدراسات التي تم تحليلها وتصنيفها من حيث الفئة المستهدفة، والمادة الدراسية التي صُممت في ضوءها بيئة التعلم وفق STEM، بالإضافة إلى الأدوات المستخدمة في كل دراسة، وسنة النشر، والجدول (3) يوضح هذه التفاصيل.

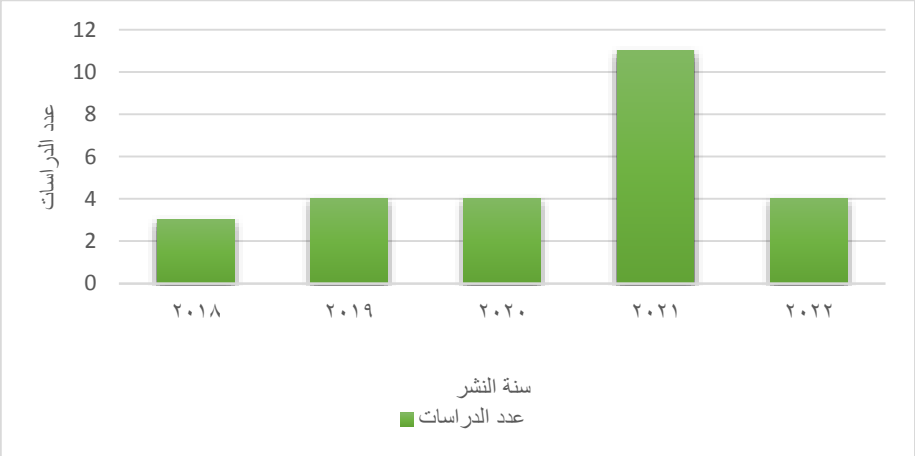
الجدول (3) تصنيف الدراسات المضمنة حسب الفئات المستهدفة- المادة الدراسية- أدوات الدراسة

الدراسة	الفئة المستهدفة	المادة الدراسية	الأدوات المستخدمة
(الطيطي والعمري، 2022)	الصف الثامن الأساسي	العلوم (الكائنات الحية)	اختبار المفاهيم البيئية
(عسقول وزنادة، 2022)	الصف الحادي عشر علمي(الثانوية)	الرياضيات (الإحصاء والاحتمالات)	اختبار مهارات التفكير الناقد
(عيد وآخرون، 2022)	المرحلة المتوسطة	العلوم (10 مشكلات في مواضيع متنوعة)	اختبار حل المشكلات
(عقل وعزام، 2022)	الصف السابع الأساسي	العلوم (الحركة وقوانين نيوتن)	مقياس الدافعية العقلية
(أبو عودة وأبو موسى، 2021)	طالبات الصف التاسع الأساسي	العلوم (الضوء والحياة)	بطاقة ملاحظة لمهارات التفكير التصميمي
(الزهراني، 2021)	طلاب الصف الثالث المتوسط	الرياضيات (المتباينات)	اختبار تحصيلي- اختبار مهارات التفكير الابداعي
(بو ثنتين، 2021)	طلاب الصف الأول متوسط	العلوم (الحركة والقوى)	مقياس مهارات اتخاذ القرار
(أبو موسى والتخاينة، 2021)	الصف العاشر الاساسي	الرياضيات (الاقترانات المثلثية)	اختبار تحصيلي
(العنزي والعنزي، 2021)	طالبات الصف الأول متوسط	العلوم	اختبار مهارات التفكير الابداعي

(طلبة، 2021)	الصف الثاني إعدادي	الرياضيات (العلاقة بين متغيرين- الإحصاء)	اختبار التنور الرياضي- مقياس قلق الرياضيات
(صبري ونصار، 2021)	المرحلة الثانوية	الكيمياء (الكيمياء الكهربائية- المركبات العضوية)	اختبار مهارات التفكير العليا- اختبار مهارات التفكير الابداعي
(هلال، 2021)	الصف السادس الابتدائي	الرياضيات (الهندسة والقياس)	اختبار المهارات العليا- مقياس مهارات اجتماعي وإبداعي
(خليل، 2021)	الصف الثاني إعدادي	العلوم (الغلاف الجوي)	اختبار مهارات التفكير التحليلي
(حسن، 2021)	ثاني إعدادي	الإحصاء الحيوي	اختبار المهارات الإحصائية- مقياس تقدير التكامل
(سالم، 2021)	الصف الثاني إعدادي	الرياضيات (التحويلات الهندسية)	اختبار التفكير التوليدي- مقياس التميز الرياضي
(المقبل، 2020)	الصف الثالث المتوسط	العلوم (الكهرباء والمغناطيسية)	اختبار عادات العقل
(عبد اللطيف، 2020)	الصف الثاني إعدادي	عدة مهارات غير معرفية	مقياسي مهارات الريادة والميول المهنية- اختبار الفهم العلمي
(عزام وآخرون، 2020)	الصف الثامن الأساسي	الرياضيات (المجسمات)	اختبار تفكير رياضي- اختبار تحصيلي
(متولي وآخرون، 2020)	الصف السابع الأساسي	الرياضيات (موضوعات رياضية متنوعة)	اختبار الكفاءة الرياضياتية
(محمد كريمة، 2019)	أطفال الروضة	أنشطة اثرائية قائمة على مناهج STEM	اختبار الخيال العلمي- بطاقة ملاحظة الاستمتاع بتعلم العلوم
(عبده، 2019)	الصف السادس الابتدائي	العلوم (الطاقة)	اختبار مهارات التفكير الابتكاري- اختبار تحصيلي
(أبو موسى وأبو عودة، 2019)	الصف التاسع الأساسي	العلوم (الضوء والحياة)	بطاقة ملاحظة

(العمري، 2019)	الصف الأول الثانوي	الرياضيات (الأشكال الرباعية والتشابه)	اختبار تحصيلي- مقياس الرغبة المنتجة
(محمد رشا، 2018)	طالبات الصف الثاني متوسط	الرياضيات (الهندسة والاستدلال المكاني)	اختبار المهارات الحياتية- اختبار الترابط الرياضي- مقياس الميل نحو الدراسة العلمية
(المحمدي، 2018)	طالبات المرحلة الثانوية	وحدة مقترحة وفق STEM تشمل مشكلات متنوعة	اختبار قياس حل المشكلات
(عصر، 2018)	طلاب الصف الأول الإعدادي	الرياضيات (وحدة الهندسة والقياس)	اختبار التميز الرياضي- مقياس مهارات القرن (21)

يتبين من الجدول (3) أن معظم الدراسات المضمنة والتي تم تحليلها تحليلاً شاملاً تم نشرها في عام 2021 بمعدل 12 دراسة، فيما تساوى معدل النشر في الأعوام (2022- 2020- 2019) بمقدار 4 دراسات لكل عام، فيما بلغ معدل النشر في عام (2018) ثلاث دراسات فقط.

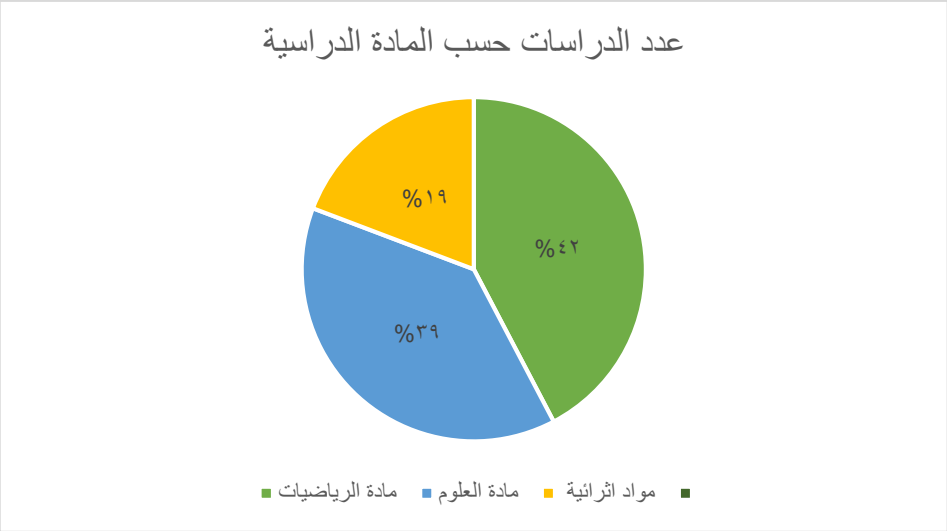


شكل (4) توضيح عدد الدراسات حسب سنوات النشر

وبالنسبة للفئات المستهدفة فقد تباينت حسب كل دراسة، وحسب تسمية المرحلة التعليمية في الأنظمة التعليمية في كل بلد، إلا أن الملاحظ أن أغلب الدراسات استهدفت الفئة العمرية لطلبة المرحلة الابتدائية والمتوسطة بمقدار (21) دراسة فيما استهدفت (4) دراسات طلبة المرحلة الثانوية، وتناولت دراسة واحدة فقط أطفال الروضة كما هو موضح أعلاه في الجدول (3).

من ناحية أخرى شكلت مادة الرياضيات المنطلق الرئيس في تصميم بيئات التعلم في (11) دراسة من الدراسات المضمنة في المراجعة، بينما مثلت مادة العلوم المحور الأساسي في (10) دراسات أخرى، فيما اعتمدت بقية الدراسات على مواد اثرائية ومقترحات مدمجة، ومشكلات متنوعة. والشكل (5) يوضح ذلك بالتناسب.

ISSN: 2706-6495



شكل (5) توضيح عدد الدراسات حسب المادة الدراسية

وبالنسبة للأدوات المستخدمة في الدراسات المضمنة فقد تفاوت ما بين اختبارات تحصيلية (الزهراني، 2021؛ أبو موسى والتخاينة، 2021؛ عزام وآخرون، 2020؛ عبده، 2019؛ العمري، 2019)، واختبارات مهارات متنوعة كمهارات التفكير، ومهارات التميز الرياضي، وحل المشكلات (عيد وآخرون، 2022)، التفكير الناقد (عسقول وزنادة، 2022)، والمفاهيم البيئية(الطيطي والعمري، 2022)، والتفكير الإبداعي(العنزي والعنزي، 2021)، والخيال العلمي، والمهارات الحياتية، والتنور الرياضي(طلبة، 2021)، والمهارات العليا(صبري ونصار، 2021؛ هلال، 2021)، والتفكير التحليلي(خليل، 2021)، والمهارات الإحصائية (حسن، 2021)، والتفكير التوليدي (سالم، 2021)، وعادات العقل (المقبل، 2020)، والفهم العلمي (عبد اللطيف، 2020)، والكفاءة الرياضياتية (متولي وآخرون، 2020)، وغيرها من المهارات. كما تضمنت الأدوات المستخدمة في الدراسات مقاييس مختلفة تناسب استخدامها حسب هدف كل دراسة ونوع المقياس المستخدم؛ منها على سبيل المثال قياس الدافعية العقلية (عقل وعزام، 2022)، ومهارات اتخاذ القرار (بو ثنتين، 2021)، وقياس قلق الرياضيات (طلبة، 2021)، كما شملت مقاييس مهارية واجتماعية (هلال، 2021)، والريادة والميول المهنية (عبداللطيف، 2020)، وآخر لقياس الرغبة المنتجة (العمري، 2019)، والميل العلمي (محمد، 2018) وغيرها من المقاييس التي تم استخدامها، بالإضافة إلى بطاقة ملاحظة في عدد من الدراسات التي اعتمدت عليها في تحقيق أهدافها (أبو عودة وأبو موسى، 2021؛ محمد كريمة، 2019).

ومن زاوية أخرى، تنوعت دور النشر لدراسات تصميم بيئات التعلم وفق مدخل التكامل (STEM) في التعليم العام إلا أن أغلبيتها تم نشرها عبر دار المنظومة حيث بلغ عدد ما نُشر فيها 18 دراسةً، وبهذا تكون دار المنظومة أبرز دور النشر للدراسات المضمنة في المراجعة المنهجية، وفيما يلي توضيح ذلك:

الجدول (5) دور النشر لدراسات دراسات تصميم بيئات التعلم وفق مدخل التكامل (STEM)

مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية		2
المجلة الدولية للأبحاث التربوية		1

ISSN: 2706-6495

مجلة جامعة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات التربوية والنفسية		1
مجلة العلوم التربوية		1
المجلة الدولية للدراسات النفسية والتربوية		1
دراسات عربية في التربية وعلم النفس		1
مجلة جامعة النجاح للأبحاث		1
دار المنظومة Dar Almandumah	مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والنفسية	2
	مجلة القراءة والمعرفة	1
	مجلة جامعة الفيوم	1
	المجلة المصرية للتربية العلمية	1
	مجلة كلية التربية	2
	مجلة تربويات الرياضيات	4
	مجلة المناهج وطرق التدريس	1
	المجلة التربوية الدولية المتخصصة	1
	مجلة البحث العلمي في التربية	2
	المجلة الأردنية للعلوم التطبيقية	1
	المجلة التربوية لتعليم الكبار	1
	رسائل جامعية (الجامعة الإسلامية بغزة – كلية التربية)	1
18		

الشكل (6) دور النشر لدراسات دراسات تصميم بيئات التعلم وفق مدخل التكامل (STEM)

الإجابة على السؤال الثالث:

ما المعايير المتبعة في تصميم بيئات التعلم وفق مدخل التكامل (STEM) في الدراسات المختارة؟

اتضح من تحليل الدراسات المضمنة في المراجعة المنهجية تصميمها لبيئات تعلم متكاملة من خلال اتباعها المعايير الأساسية لمبادئ STEM، والتي تم التطرق لها في الإطار النظري، كما لُوحظ في تصميم بيئات التعلم في الدراسات المختارة تركيزها على بعض الجوانب الهامة، ونذكر منها:

- اختيار مشكلة من مشكلات الحياة الواقعية وربطها بموضوع الدرس أو الوحدة التعليمية ومن ثم صياغة الأنشطة بناء على ذلك.
- تطبيق أنشطة متنوعة بشكل تكاملي في فروع العلوم المختلفة والرياضيات على أن يكون أحد التخصصات هو المحور الرئيسي وتدور حوله الفروع الأخرى بشكل يتناسب مع موضوع المشكلة التعليمية.
- اهتمت معظم الدراسات بتكييف البيئة التعليمية المطورة من خلال اختيار الدرس أو الوحدة التعليمية التي تتلاءم مع معطيات منحى التكامل STEM.
- اهتمت الدراسات بالجانب العملي، وإنتاج مشروع تعليمي في الدرس أو الوحدة المختارة.
- أجرت الدراسات تحليل المحتوى وإعادة صياغته في ضوء معطيات مدخل التكامل.
- اهتمت الدراسات بتفعيل التكنولوجيا واستخدام البرامج الحاسوبية بشكل كبير في تدريس المحتوى وفي تنفيذ المشاريع والمهام المطلوبة من الطلبة.
- قامت أغلب الدراسات بإنشاء دليل للمعلم يحتوي على الخطوات الإجرائية، والخطة التفصيلية لمحتويات للبيئة التعليمية، بحيث يمكن للمعلم اتباعها وتطبيقها بدقة وسهولة.
- طبقت معظم الدراسات معايير مدخل التكامل STEM للعلوم والمشار إليها في (NGSS, 2013, 1-5) والتي تمثلت في ربط المفاهيم الأساسية بمشكلات واقعية، وتنشيط دور المتعلم، والتأكيد على تكامل المعرفة والعلاقات بين جوانب الموضوع الواحد مع التركيز على المفاهيم الأساسية للمحتوى التعليمي.
- تبنت معظم دراسات بيئات التعلم المطورة وفق مدخل التكامل STEM نظريات تعلم واستراتيجيات تدريس متنوعة ومن أهمها: التعلم البنائي، والتعلم النشط، التعلم القائم على المشروع، التواصل الاجتماعي، الاستقصاء العلمي وغيرها ومن أبرزها دراسة (صبري ونصار، 2021؛ أبو موسى وأبو عودة، 2019).
- تناولت عدد من الدراسات القضايا البيئية وثيقة الاتصال بحياة الطلبة ومجتمعاتهم كقضايا مهمة لها تأثير مباشر على الأفراد والمجتمعات، وتشجيع الطلبة على المشاركة في إيجاد الحلول لهذه التحديات البيئية ومن أبرزها دراسة (الطيطي والعمري، 2022؛ خليل وآخرون، 2021).
- لُوحظ استهداف الدراسات لمهارات عليا من أجل تطويرها وتنميتها كمهارات التفكير الناقد، والتحليلي، والتوليدي، وحل المشكلات مما يعني أن تصميم بيئة تعلم في ضوء منحى التكامل STEM يتطلب بالضرورة تنمية مهارات عليا وقدرات نوعية تناسب الأهداف الرئيسية لهذا الاتجاه التعليمي.
- اتبعت بعض الدراسات نماذج تعليمية محددة تم صياغتها وفق STEM كدراسة (عقل وعزام، 2022).

- تم تصميم بعض بيئات التعلم باستخدام الذكاء الاصطناعي(الروبوت) كما في دراسة (أبو موسى والتخاينة، 2021)، والحوسبة السحابية كدراسة (محمد، 2018).
- اهتمت بعض بيئات التعلم بإنتاج مشاريع فعلية لتطوير مهارات غير معرفية كدراسة (عبد اللطيف، 2020).

الإجابة على السؤال الرابع:

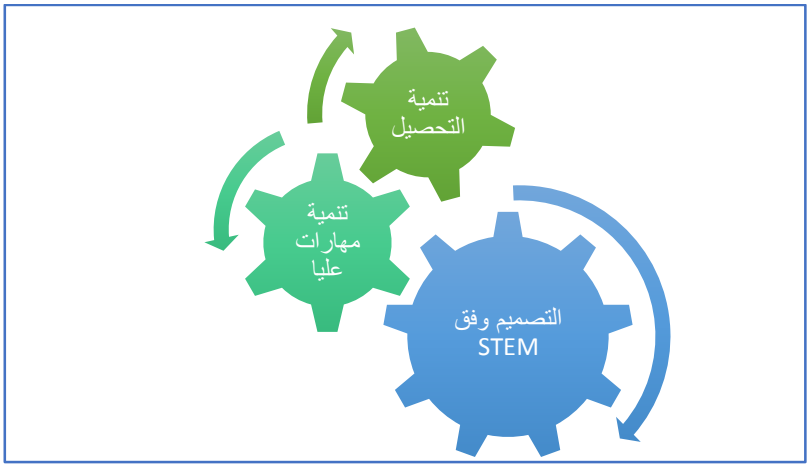
ما أبرز المتغيرات التابعة التي عالجتها دراسات تصميم بيئات التعلم وفق دخل التكامل (STEM) في التعليم العام؟

يتضح من الجدول (3) أن أغلب الدراسات التي تضمنتها المراجعة المنهجية تناولت تصميم بيئة تعلم وفق منحى التكامل STEM كمتغير مستقل والتعرف على أثره أو فاعليته على عدد من المتغيرات التابعة، ويمكن تصنيف الدراسات حسب المتغيرات التابعة الى:

- دراسات استهدفت تنمية مهارات عليا محددة وتمثل أغلب الدراسات حيث أن منحى التكامل STEM يستهدف في جوهره تنمية المهارات العليا والقدرات النوعية للطلبة، ومن هذه الدراسات نذكر على سبيل المثال: دراسة (عسقول وزنادة، 2022) التي سعت إلى تنمية التفكير الناقد في مادة الرياضيات لدى الطالبات في مدينة غزة من خلال برنامج مقترح وفق منحى التكامل STEM ودراسة (عيد وآخرون، 2021) التي استهدفت تنمية مهارات حل المشكلات لدى الطلبة الموهوبين من خلال طرح 10 مشكلات متنوعة في مادة العلوم تم صياغتها وتدريسها وفق منحى التكامل، ودراسة (بوثنتين، 2021) التي سعت إلى تنمية مهارات اتخاذ القرار لدى الطلبة من خلال تدريس العلوم بأسلوب STEM العلمي، كما شملت الدراسات أيضًا مهارات التفكير التصميمي (أبو عودة وأبو موسى، 2021)، والابداعي (العنزي والعنزي، 2021)، والتحليلي (خليل، 2021)، والتفكير التوليدي (سالم، 2021) وغيرها من الدراسات المدرجة في الجدول (3) والتي تناولت تنمية مهارات عليا كمتغيرات تابعة.
- دراسات اهتمت بالتحصيل كأحد المتغيرات التابعة في الدراسة، وبلغ عددها 5 دراسات هي دراسة (الزهراني، 2021؛ أبو موسى والتخاينة، 2021؛ عزام وآخرون، 2020؛ عبده، 2019؛ العمري، 2019).
- دراسات تقديم مناهج مطورة ووحدات تعليمية مقترحة ومن أهمها دراسة (الطيطي والعمري، 2022) التي طورت وحدة تعليمية وفق منحى STEM بهدف اكساب المفاهيم البيئية للطلبة، ودراسة عقل وعزام، 2022) حيث قدمت أيضًا وحدة تعليمية مطورة في مادة العلوم لتنمية الدافعية العقلية، ودراسة (صبري و نصار، 2021) التي استهدفت تطوير منهج الكيمياء وفق منحى التكامل للمرحلة الثانوية، وكذلك دراسات (هلال، 2021؛ وحسن، 2021؛ وسالم؛ 2021) التي قدمت جميعها وحدات مطورة في الرياضيات والاحصاء وفق منحى التكامل لتنمية مهارات مختلفة.

كما شملت الدراسات المضمنة تطوير مهارات أخرى غير معرفية كالميول المهنية وريادة الأعمال (عبد اللطيف، 2020)، والاستمتاع بتعلم العلوم (محمد، 2018)، والمهارات الحياتية (محمد كريمة، 2019).

ويتضح من خلال استقراء الدراسات المضمنة وجود ارتباط واضح بين تصميم بيئات التعلم وفق منحى التكامل STEM وبين التقدم في مستوى المهارات المختلفة، وينعكس ذلك أيضًا على تحصيل الطلبة مما قد يعني وجود ارتباط بين ارتفاع مستوى مهارات الطلبة العليا وبين المستوى التحصيلي ويمكن تمثيلها كما يأتي في الشكل (5):



شكل (6) العلاقة بين التصميم وفق منحى التكامل والمهارات العليا والتحصيل

الإجابة على السؤال الخامس:

ما أبرز النتائج التي كشفت عنها دراسات تصميم بيئات التعلم وفق مدخل التكامل (STEM) في التعليم العام؟

أظهرت نتائج الدراسات المضمنة في المراجعة المنهجية وجود نتائج إيجابية في الغالب مما يدل على فاعلية بيئات التعلم المصممة وفق مدخل التكامل STEM في تنمية العديد من المهارات حيث اتفقت معظم الدراسات على وجود أثر إيجابي لصالح المجموعات التجريبية التي درست وفق مدخل STEM في تنمية مهارات مختلفة من التفكير كما ورد في دراسات (عسقول وزنادة، 2022؛ أبو عودة وأبو موسى، 2021؛ الزهراني، 2021؛ (العنزي والعنزي، 2021؛ صبري ونصار، 2021؛ خليل وآخرون، 2021)، كما أثبتت دراسات أخرى وجود أثر كبير لتوظيف مدخل التكامل STEM في التدريس وتفوقه على الأساليب التقليدية في التدريس (بو ثنتين، 2021؛ العمري، 2019؛ المحمدي، 2018)، كما حققت بيئات التعلم المطورة وفق مدخل التكامل STEM فاعلية جيدة في مستوى الدافعية العقلية، المهارات الحياتية، وخفض قلق الرياضيات، وتنمية الخيال العلمي وعادات العقل (عقل وعزام، 2022؛ طلبة، 2021؛ المقبل، 2020؛ محمد رشا،2018)، كما أظهرت دراسة (محمد كريمة، 2019) وجود علاقة ارتباطية موجبة بين الخيال العلمي والاستمتاع بالتعلم. من ناحية أخرى، أظهر توظيف مدخل التكامل STEM دور هام في تعليم الرياضيات على وجه الخصوص، وأثر كبير في اكتساب المهارات الحسابية ورفع كفاءة الطلبة في مادة الرياضيات مما ساعدهم على تحسين أدائهم وكفاءتهم في تعلم الرياضيات (طلبة، 2021؛ هلال، 2021؛ سالم، 2021؛ متولي وآخرون، 2020؛ محمد رشا، 2018؛ العمري، 2019)، كما كان لاستخدامه تأثير فعال على بعض المهارات غير المعرفية كريادة الأعمال والميل المهني (عبد اللطيف، 2020).

5. الخاتمة والتوصيات:

يُعد تطبيق منحى التكامل STEM في تطوير وتصميم المناهج التعليمية المتكاملة أمراً بالغ الأهمية، كما أثبت جدواه في الكثير من تجارب الدول التي طبقته في تدريس فروع العلوم والرياضيات، كذلك أيضًا ظهرت أهمية توظيفه في الكثير من الدراسات العربية والتجارب المحلية التي وضحتها المراجعة المنهجية والتي أوصت في غالبيتها بضرورة الاهتمام باستخدام مدخل التكامل STEM بشكل كبير، إلا أنه لا يزال هناك حاجة لبذل المزيد من الجهد في إجراء دراسات أخرى لتصميم وتطوير بيئات تعلم

أوسع وأشمل تتجاوز محدودية المواضيع المتناولة وتتجاوز حدود المناهج الدراسية من أجل بناء معرفي متكامل ويسهم بدور فعال في حياة الطالب والمجتمع لحل مشكلات حالية ومستقبلية، لذا توصي الباحثة بما يأتي:

- تصميم بيئات تعلم أعمق تعالج موضوعات متقدمة في الفيزياء والكيمياء والهندسة تطرح مشكلة حالية كمشكلات المناخ، وحوادث الطرق، والتلوث، وازدحام المدن ...الخ
- إعداد برامج لتدريب المعلمين وتأهيلهم للتدريس وفق مدخل التكامل STEM.
- تهيئة البنية التحتية المناسبة لمتطلبات تطبيق مدخل التكامل STEM كالمعامل والأجهزة إلكترونية والمواد الخام للمشروعات التطبيقية والهندسية.
- الاستعانة بمختصين لتطوير مناهج العلوم وفروعها في ضوء مدخل STEM وتقديمها للمؤسسات التعليمية.
- إجراء المزيد من الدراسات التجريبية وفق مدخل التكامل STEM على متغيرات مختلفة ولفئات أكبر.
- إجراء بحوث مسحية للتعرف على اتجاهات المعلمين نحو توظيف مدخل التكامل STEM واستخدامه في تدريس الكيمياء والفيزياء للمساهمة في تطوير أساليب تدريسها.

6. المراجع:

1.6. المراجع العربية:

ابن مناظر، عبير والحناكي، منى. (2021). معوقات تطبيق منحى تكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات من وجهة نظر معلمات المرحلة المتوسطة والثانوية بالمملكة العربية السعودية. *مجلة كلية التربية في العلوم التربوية، 45*(4)، 220-254.

أبو ثنتين، نواف رفاع مفرس. (2021). أثر توظيف منحى STEM في تدريس العلوم لتنمية مهارات اتخاذ القرار لدى الطلاب الموهوبين بالمرحلة المتوسطة بمحافظة عفيف. *مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية، 29*(1)، 288-317.

أبو عودة، محمد وأبو موسى، أسماء. (2021). أثر توظيف التعلم القائم على المشروع وفق المنحى التكاملي في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى طالبات الصف التاسع الأساسي. *مجلة جامعة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات التربوية والنفسية، 12*(33).

أبو موسى، مفيد أحمد، والتخاينة، بهجت عفنان. (2021). أثر استخدام الروبوت التعليمي من خلال المدخل التكاملي في التحصيل الرياضي لدى طلبة العاشر الأساسي .*المجلة الدولية للأبحاث التربوية*،45(2)، 200- 227.

الاحمدي، علي. (2020). STEM تقويم كتب العلوم للمرحلة المتوسطة بالمملكة العربية السعودية في ضوء متطلبات مدخل التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات. *دراسات: العلوم التربوية، 47*(4).

بهجات، محمد. (2020). فعالية برنامج تدريبي لإثراء الكفاءات المهنية لمعلمة الروضة في ضوء منحى STEM في تنمية تكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات لدى طفل الروضة. *بحوث ودراسات الطفولة 2(العدد الرابع-الجزء الأول)*، 424-498.

بودريس، رائف. (2022). فاعلية برنامج أرامكو فورملا1 في المدارس قائم على مدخل STEAM التكاملي في تنمية المهارات الناعمة لدى طلبة المرحلة المتوسطة. *مجلة المناهج وطرق التدريس. 1*(13)، 1-28.

بوزغاية، كوثر وزكية، شنة. (2022). التحليل البعدي لنتائج بعض الدراسات التي استخدمت المدخل التكاملي: (العلوم- التكنولوجيا- الهندسة- الرياضيات) STEM في تنمية مهارات التفكير. *مجلة المقدمة للدراسات الإنسانية والاجتماعية، 7*(1)، 625- 652.

جاد الحق، نهلة. (2020). برنامج تدريبي قائم على المدخل التكاملي (STEM) لتنمية بعض الأداءات التدريسية ومهارات التفكير المنتج لدى طلاب كلية التربية. *مجلة كلية التربية، 2*(122)، 370- 410.

جودة، سامية. (2020). تصور مقترح لتطوير مناهج الرياضيات للمرحلة الإعدادية بجمهورية مصر العربية في ضوء المعايير الأمريكية الأساسية المشتركة للرياضيات CCSSM ومدخل STEM التكاملي. *مجلة كلية التربية. بنها13*(122)، 25- 89.

الحربي، عبد الله. (2019). نموذج مقترح لتعلم المفاهيم الكيميائية قائم على منحى التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في المرحلة الثانوية. *مجلة العلوم التربوية والنفسية13*(1)، 194- 212.

حسن، إبراهيم. (2020). تعليم :STERM دمج الروبوتات في مدخل تكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات. *مجلة تربويات الرياضيات، 23*(3)، 7- 20.

حسن، شيماء. (2021). وحدة مقترحة في الإحصاء الحيوي قائمة على مدخل STEM لتنمية المهارات الإحصائية وتقدير قيمة التكامل المعرفي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *مجلة البحث العلمي في التربية، 7* (22)، 383- 433.

حسين، إبراهيم، السعداوي، رانيا. (2021). فاعلية برنامج قائم على مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM لتنمية مهارات القرن الحادى والعشرين لدى طلاب الشعب العلمية بكلية التربية. *مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية، 15*(10)، 377- 491.

خليل، إبراهيم والنذير، محمد. (2020). فاعلية وحدة تعليمية مطورة قائمة على نموذج التكامل بين البراعة الرياضية ومهارات القرن الحادي والعشرين في تنمية التحصيل الدراسي والاحتفاظ بالتعلم لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي. *مجلة العلوم التربوية والنفسية. 14*(2)، 592- 627.

خليل، عمر سيد، محمد، السيد شحاته، ومحمد، أماني عبد المجيد. (2021). مدخل STEM في تدريس العلوم لتنمية بعض مهارات التفكير التحليلي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *المجلة التربوية لتعليم الكبار، 1*(3)، 61- 90.

الدبيان، عهود. (2021). الاحتياجات التدريبية في ضوء مدخل التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) لمعلمات الرياضيات في مدينة الخبر. *مجلة العلوم التربوية والنفسية. 5*(15)، 19- 48.

الدوسري، هند مبارك. (2015). واقع تجربة المملكة العربية السعودية في تعليم STEM في ضوء التجارب الدولية. مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول "توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM"، جامعة الملك سعود، 5-7 مايو، 599- 640.

الزهراني، يحيى عطية. (2021). فاعلية التدريس باستخدام مدخل STEM في حل المسائل اللفظية الرياضية في مادة الرياضيات على التحصيل الدراسي والتفكير الإبداعي لدى عينة من طلاب الصف الثالث المتوسط في مدارس مكة المكرمة. *مجلة القراءة والمعرفة*. 232، 387- 420.

سالم، طاهر. (2021). وحدة تعليمية مقترحة قائمة على مدخل (STEM) التكاملي لتنمية مهارات التفكير التوليدي والتميز في الرياضيات لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي. *مجلة تربويات الرياضيات*، 24(12)، 96- 164.

صبري، ماهر ونصار، محمود. (2021). تطوير منهج الكيمياء للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية في ضوء مدخل STEM. *دراسات عربية في التربية وعلم النفس*. 139(139)، 305- 361.

طلبة، محمد علام. (2021). برنامج مقترح قائم على مدخل (Stem) التكاملي في تنمية التنور الرياضي وخفض قلق الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية، 15*(5)، 768- 857.

الطيطي، إياد محمد أحمد، والعمري، وصال هاني سالم. (2022). فاعلية وحدة تعليمية مصممة وفق منحي التكامل STEM في اكتساب المفاهيم البيئية لدى طالبات الصف الثامن الأساسي. *المجلة الأردنية للعلوم التطبيقية - سلسلة العلوم الانسانية، 30*(2)، 1- 17.

عبد اللطيف، أسامة جبريل أحمد. (2020). برنامج أنشطة قائم على مدخل مشروعات STEM لتنمية مهارات ريادة الأعمال والميول المهنية نحو مجالات STEM وفهم المبادئ العلمية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *مجلة البحث العلمي في التربية، 6*(21)، 348- 395.

عبده، حنان محمود. (2019). أنشطة قائمة على مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات "STEM" لتنمية مهارات التفكير الابتكاري وتحصيل العلوم لدى التلاميذ المكفوفين بالمرحلة الابتدائية. *المجلة المصرية للتربية العلمية، 22*(5)، 1-50.

عزالدين. (2020). برنامج تدريبي عبر الويب لتنمية الاتجاهات المهنية ومعتقدات الكفاءة الذاتية والتنور حول مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM لدى معلمات العلوم بالمرحلة المتوسطة. *مجلة البحث العلمي في التربية. 21*(7)، 335- 385.

عسقول، محمد وزيادة، رنا. (2022). فاعلية برنامج مقترح على منحى STEM في تنمية مهارات التفكير الناق في الرياضيات لدى طالبات الصف الحادي عشر العلمي بغزة. *مجلة جامعة النجاح للأبحاث (العلوم الإنسانية)، 36*(6).

عصر، رضا. (2018). STEM الدراسي للتميز تكاملي حديث متعدد التخصصات للتميز الدراسي ومهارات القرن الحادي والعشرين .*مجلة تربويات الرياضيات. 21*(2)، 6-42.

عقل، مجدي سعيد، وعزام، ديانة ناصر. (2022). أثر وحدة تعليمية مطورة في مبحث العلوم وفق منحى (STEM) في تنمية الدافعية العقلية لدى عينة من طالبات الصف السابع الأساسي. *المجلة الدولية للدراسات التربوية والنفسية، 11* (5)، 1051- 1076.

العمري، ناعم بن محمد. (2019). فاعلية تدريس وحدات تعليمية مصممة وفق مدخل "STEM" في تنمية البراعة الرياضية لدى طلاب الصف الأول الثانوي. *مجلة تربويات الرياضيات*،*22*(10)، 63- 122.

العنزي، أحلام محمد، والعنزي، فياض أحمد. (2021). أثر وحدة تدريسية مطورة وفق مدخل العلوم المتكاملة (العلوم، التقنية، الهندسة، الفنون، الرياضيات) في تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى طالبات الأول المتوسط. *مجلة العلوم التربوية، 33*(4)، 677- 698.

عيد، عبد الله فتحي، قاسم، لؤي هاشم، وأبو صاع، جعفر وصفي توفيق. (2022). فاعلية التدريس وفق منهج "STEM" في تنمية قدرة طلبة المرحلة المتوسطة الموهوبين بمدارس محافظتي طولكرم وقلقيلية على حل المشكلات. *مجلة المناهج وطرق التدريس، 1*(6)، 56- 69.

غانم، تفيدة. (2013). أبعاد تصميم مناهج STEM وأثر منهج مقترح في ضوئها لنظام الأرض في تنمية مهارات التفكير في الأنظمة (Systems Thinking) لدى طلاب المرحلة الثانوية. *مجلة كلية التربية*، جامعة بني سويف، عدد ديسمبر، 18- 115.

متولي، عبد الله نجيب، صالح، محمد أحمد، وغطاس، عايدة. (2020). فاعلية برنامج قائم على التفاعل بين مدخل "STEM" التكاملي والأسلوب المعرفي للمتعلم في تنمية الكفاءة الرياضياتية لدى تلاميذ مرحلة التعليم الأساسي. *مجلة كلية التربية،31*(121)، 422- 394.

محمد، رشا هاشم عبد الحميد. (2018). استخدام مدخل STEM التكاملي المدعم بتطبيقات الحوسبة السحابية لتنمية المهارات الحياتية والترابط الرياضي والميل نحو الدراسة العلمية لدى طالبات المرحلة المتوسطة. *مجلة تربويات الرياضيات، 21*(7)، 76- 152.

محمد، كريمة عبد اللاه. (2019). استخدام أنشطة إثرائية قائمة على مدخل STEM لتنمية الخيال العلمي والاستمتاع بتعلم العلوم لدى أطفال الروضة. *مجلة كلية التربية*، 30(117)، 39- 84.

المحمدي، نجوى. (2018). فاعلية التدريس وفق منهج STEM في تنمية قدرة طالبات المرحلة الثانوية على حل المشكلات . *المجلة التربوية الدولية المتخصصة، 7*(1)، 121- 128.

مختار، إيهاب. (2019). تطوير منهج الفيزياء في ضوء مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM وفعاليته في اكتساب المفاهيم الفيزيائية وتنمية مهارات التفكير العلمي والاتجاهات العلمية لدى طلاب المرحلة الثانوية. *مجلة كلية التربية بالمنصورة، 2*(108)، 1- 52.

المزيني، تهاني والعتيبي، نادية. (2020). تصور مقترح لتطوير برامج إعداد معلمات الرياضيات للمرحلة الابتدائية وفق منحى التكامل للرياضيات والعلوم والهندسة والتقنية. *مجلة تربويات الرياضيات، 23*(9)، 129- 192.

المقبل، نورة بنت صالح. (2020). أثر مدخل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM في تدريس العلوم على تنمية عادات العقل المنتجة لدى طالبات الصف الثالث المتوسط. *مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والنفسية، 12*(1)، 115- 150.

المنتشري، سهى والمحمدي، نجوى. (2022). تقييم مقرر الرياضيات للصف الرابع الابتدائي بالمملكة العربية السعودية في ضوء منهجية STEM التكاملي. *مجلة المناهج وطرق التدريس1*(2)، 72- 102.

هلال، سامية. (2021). فاعلية وحدة مطورة في ضوء مدخل التكامل المعرفي STEM في تنمية بعض مهارات القرن الحادي والعشرين لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. *مجلة تربويات الرياضيات. 24*(3)، 221- 254.

2.6. المراجع الأجنبية:

Belland, B. R., Walker, A. E., Kim, N. J., & Lefler, M. (2017). Synthesizing results from empirical research on computer-based scaffolding in STEM education: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, *87*(2), 309–344.

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*.

Carter, A., Cotton, S. R., Gibson, P., O'Neal, L. J., Simoni, Z., Stringer, K., & Watkins, L. S. (2014). Integrating computing across the curriculum: Incorporating technology into STEM education. In *Transforming K-12 classrooms with digital technology* (pp. 165–192). IGI Global.

Çevik, M. (2018). *Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students*.

Chang, D., Hwang, G.-J., Chang, S.-C., & Wang, S.-Y. (2021). Promoting students' cross-disciplinary performance and higher order thinking: A peer assessment-facilitated STEM approach in a mathematics course. *Educational Technology Research and Development*, *69*, 3281–3306.

Chao, X. (2016). Community service learning as critical curriculum: Promoting international students' second language practices. *Critical Inquiry in Language Studies*, *13*(4), 289–318.

Christian, K. B., Kelly, A. M., & Bugallo, M. F. (2021). NGSS-based teacher professional development to implement engineering practices in STEM instruction. *International Journal of STEM Education*, *8*, 1–18.

Cooke, A., Smith, D., & Booth, A. (2012). Beyond PICO: The SPIDER Tool for Qualitative Evidence Synthesis. *Qualitative Health Research*, *22*(10), 1435–1443. https://doi.org/10.1177/1049732312452938

Dewey, A., & Drahota, A. (2016). Introduction to systematic reviews: online learning module Cochrane Training. *Retrieved From*.

Estapa, A. T., & Tank, K. M. (2017). Supporting integrated STEM in the elementary classroom: a professional development approach centered on an engineering design challenge. *International Journal of STEM Education*, *4*(1), 1–16.

Flinn, E., & Mulligan, A. (2019). *The Primary STEM Ideas Book*. Londyn.

Gunckel, K. L., & Tolbert, S. (2018). The imperative to move toward a dimension of care in engineering education. *Journal of Research in Science Teaching*, *55*(7), 938–961.

Henderson, M., Selwyn, N., & Aston, R. (2017). What works and why? Student perceptions of 'useful'digital technology in university teaching and learning. *Studies in Higher Education*, *42*(8), 1567–1579.

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

Hsu, Y. S., & Yeh, Y. F. (2019). Asia-pacific STEM teaching practices: From theoretical frameworks to practices. In *Asia-Pacific STEM Teaching Practices: From Theoretical Frameworks to Practices*. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0768-7

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, *3*(1). https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z

Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, *25*(3), 246–258.

Kim, A. Y., Sinatra, G. M., & Seyranian, V. (2018). Developing a STEM identity among young women: A social identity perspective. *Review of Educational Research*, *88*(4), 589–625.

Korur, F., Efe, G., Erdogan, F., & Tunç, B. (2017). Effects of toy crane design-based learning on simple machines. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *15*, 251–271.

Koyunlu Ünlü, Z., & Dökme, İ. (2022). A systematic review of 5E model in science education: proposing a skill-based STEM instructional model within the 21-st century skills. *International Journal of Science Education*, *44*(13), 2110–2130.

Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, *103*(4), 799–822.

Mathis, C. A., Siverling, E. A., Glancy, A. W., & Moore, T. J. (2017). Teachers' incorporation of argumentation to support engineering learning in STEM integration curricula. *Journal of*

Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), *7*(1), 6.

Mazzei, M., Teasdale, S., Calò, F., & Roy, M. J. (2020). Co-production and the third sector: conceptualising different approaches to service user involvement. *Public Management Review*, *22*(9), 1265–1283.

McClure, E. R., Guernsey, L., Clements, D. H., Bales, S. N., Nichols, J., Kendall-Taylor, N., & Levine, M. H. (2017). STEM starts early: Grounding science, technology, engineering, and math education in early childhood. *Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop*.

Mitchell, D., & Forestieri, M. (2018). Simple STEAM: 50+ Science/Technology/Engineering/Art/Math Activities for Ages 3 to 6. *Science and Children*, *56*(4), 18.

Moore, T. J., Johnston, A. C., & Glancy, A. W. (2020). STEM INTEGRATION. *Handbook of Research on STEM Education*.

Mustafa, N., Ismail, Z., Tasir, Z., & Mohamad Said, M. N. H. (2016). A meta-analysis on effective strategies for integrated STEM education. *Advanced Science Letters*, *22*(12), 4225–4228.

Newhouse, C. P. (2017). STEM the boredom: Engage students in the Australian curriculum using ICT with problem-based learning and assessment. *Journal of Science Education and Technology*, *26*, 44–57.

Peppler, K., & Wohlwend, K. (2018). Theorizing the nexus of STEAM practice. *Arts Education Policy Review*, *119*(2), 88–99.

Prieto, E., & Dugar, N. (2017). An enquiry into the influence of mathematics on students' choice of STEM careers. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *15*, 1501–1520.

Reynante, B. M., Selbach-Allen, M. E., & Pimentel, D. R. (2020). Exploring the promises and perils of integrated STEM through disciplinary practices and epistemologies. *Science & Education*, *29*, 785–803.

Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ring-Whalen, E., & Wieselmann, J. R. (2021). Understanding coherence and integration in integrated STEM curriculum. *International Journal of STEM Education*, *8*, 1–21.

Rusydiyah, E. F., Indarwati, D., Jazil, S., Susilawati, S., & Gusniwati, G. (2021). Stem learning environment: Perceptions and implementation skills in prospective science teachers. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *10*(1), 138–148.

Sahin, A. (2015). STEM students on the stage (SOS): Promoting student voice and choice in STEM education through an interdisciplinary, standards-focused project based learning approach. *Journal of STEM Education*, *16*(3).

Sedova, K., Repin, K., Donin, G., Dam, P. Van, & Kautzner, J. (2021). Clinical Utility of Body Surface Potential Mapping in CRT Patients. *Arrhythmia & Electrophysiology Review*, *10*(2), 113–119. https://doi.org/10.15420/aer.2021.14

Shahali, E. H. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Zulkifeli, M. A. (2016). STEM learning through engineering design: Impact on middle secondary students' interest towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *13*(5), 1189–1211.

Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & 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*, 1–16.

Siverling, E. A., Suazo-Flores, E., Mathis, C. A., & Moore, T. J. (2019). Students' use of STEM content in design justifications during engineering design-based STEM integration. *School Science and Mathematics*, *119*(8), 457–474.

Thomas, B., & Watters, J. J. (2015). Perspectives on Australian, Indian and Malaysian approaches to STEM education. *International Journal of Educational Development*, *45*, 42–53.

Uttal, D. H., & Cohen, C. A. (2012). Spatial thinking and STEM education: When, why, and how? In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 57, pp. 147–181). Elsevier.

جميع الحقوق محفوظة © 2023، الباحثة/ وردة غرمان العمري، الدكتورة/ غدير زين الدين فلمبان، الدكتورة/ فدوى ياسين فلمبان، المجلة الأكاديمية للأبحاث والنشر العلمي (CC BY NC)

Doi: https://doi.org/10.52132/Ajrsp/v5.53.8