Digital Twin Between Reality and Future: A Systematic Review of Using Digital Twin and a Future Vision for Employing it in Teaching and Learning

Dr. Amjaad T. Mujallid
Associate Professor, Educational Technology Department
Faculty of Education, King Abdulaziz University, Saudi Arabia
amujallid@kau.edu.sa

Received: 26-9-2023 Revised: 1-11-2023 Accepted: 7-11-2023
Published: 15-12-2023

DOI: 10.21608/JSRE.2023.239203.1606
Link of paper: https://jsre.journals.ekb.eg/article_328231.html

Abstract

Digital transformation affects all aspects of life because of the Fourth Industrial Revolution, which is concerned with connecting the real world with the virtual world. With the emergence of digital innovations, these technologies provided a virtual world parallel to the real world and the ability to communicate between the two worlds. Including the digital twin, in which interest has recently increased in the industrial field. Therefore, the study aimed to conduct a systematic review of several peer-reviewed scientific studies ranged between 2010 and 2023 that employed digital twin in education through several search engines: the Educational Information and Resources Center (ERIC), the Educational and Technical Library (Learn Tech Lib), Google Scholar, and the Saudi Digital Library. Eighteen scientific studies were selected from a total number of (131) according to specified inclusion and exclusion criteria. The results revealed employing digital twin in education, as its use was concerned in engineering education, with experiments in mathematics, robotics, virtual laboratories, and physical education. The study presented a future vision for the possibility of employing digital twin in virtual environments such as Metaverse, E-learning, Distance Education ،and Personalized learning. The researcher recommended conducting more studies that address the use of digital twin to develop learning. She also recommended developing policies for its use in education to ensure the protection of individuals' privacy and institutions' safety.

Keywords: *Digital Twin, Systematic Review, Teaching and Learning, Future Vision.*

التوأم الرقمي بين الواقع والمستقبل: مراجعة منهجية لاستخدام تقنية التوأم الرقمي ورؤية مستقبلية لتوظيفها في عمليتي التعليم والتعلم

د. أمجاد طارق مجلد
أستاذ مشارك، قسم تقنيات التعليم
كلية التربية، جامعة الملك عبد العزيز، المملكة العربية السعودية
amujallid@kau.edu.sa

المستخلص:

يشهد العالم تحولاً رقمياً في جميع نواحي الحياة نتيجة الثورة الصناعية الرابعة والتي تهتم بمقاربة العالم الواقعي بالعالم الافتراضي. ومع ظهور أجهزة الحاسب والإنترنت والمستحدثات الرقمية، قدمت هذه التقنيات عالماً افتراضياً موازياً للعالم الحقيقي الملموس والقدرة على التواصل بين العالمين، ومنها التوأم الرقمي الذي تزايد الاهتمام به مؤخراً في قطاع الصناعة، ولكن مازال مفهومه وعملية تطوره في مراحلها الأولى في قطاع التعليم؛ لذلك هدفت الدراسة الحالية إلى إجراء مراجعة للدراسات السابقة باستخدام طريقة المراجعة المنهجية من خلال بروتوكول بريزما (Prisma) لعدد من الدراسات العلمية المحكمة بين العامين ٢٠١٠ و ٢٠٢٣ م التي قامت بتوظيف تقنية التوأم الرقمي في التعليم عبر عدة محركات بحث هي: مركز المعلومات والمصادر التربوية (ERIC)، المكتبة التعليمية والتقنية (Learn Tech Lib)، الباحث العلمي (Google Scholar)، والمكتبة الرقمية السعودية. وقد تم اختيار (١٨) دراسة علمية من مجمل عدد (١٣١) وفقا لمعايير الشمول والاستبعاد الخاصة بالدراسة. وكشفت النتائج واقع توظيف تقنية التوأم الرقمي في التعليم حيث تركز استخدامه في تعليم الهندسة مع وجود تجارب في الرياضيات والروبوتات والمعامل الافتراضية والتربية البدنية. ثم قدمت الدراسة رؤية مستقبلية لإمكانية توظيف التوأم الرقمي في البيئات الافتراضية مثل الميتافيرس والتعلم الالكتروني والتعليم عن بعد والتعلم الشخصي. وأوصت الباحثة بإجراء المزيد من الدراسات التي تتناول استخدام التوأم الرقمي لتطوير التعليم. كما أوصت بوضع سياسات لتوظيفه في التعليم لضمان حماية خصوصية الافراد والمؤسسات التعليمية.

الكلمات المفتاحية: التوأم الرقمي، مراجعة منهجية، التعليم والتعلم، رؤية مستقبلية.

التوأم الرقمي بين الواقع والمستقبل: مراجعة منهجية لاستخدام تقنية التوأم الرقمي ورؤية مستقبلية لتوظيفها في عمليتي التعليم والتعلم

المقدمة:

يشهد العالم تحولاً رقمياً في جميع نواحي الحياة نتيجة الثورة الصناعية الرابعة والتي تهتم بعمليات الرقمنة ومقاربة العالم الواقعي بالعالم الافتراضي، حيث تعود جذور هذه الثورة إلى مفهوم انترنت الأشياء والذي يتناول ربط الإلكترونيات والمستشعرات والبرمجيات بالأجهزة المادية المحسوسة (الأشياء) لتسمح بجمع وتبادل المعلومات عبر الإنترنت (Negri et al., 2017). وتواجه العملية التعليمية اليوم تحديات عديدة لمواكبة هذه التغييرات التقنية والصناعية المتسارعة حيث تتطلب من المعلمين والتربويين تكييف المناهج وطرق التدريس بما يساهم في ترسيخ الفهم العميق بهذه المستحدثات والتقنيات الناشئة وتوظيفها بهدف تنمية المعارف والمهارات لدى الطلاب ومواءمتها مع متطلبات سوق العمل (Saracco, 2019).

وبرزت تقنيات العالم الافتراضي والمحاكاة في المجال التعليمي منذ سنوات حيث أثبتت عدة دراسات دعم هذه الأدوات الافتراضية للعديد من المهارات والمعارف لدى المتعلمين. وقد ظهرت العديد من المصطلحات والتقنيات في هذا المجال ومنها الواقع الافتراضي والواقع المعزز والواقع المختلط، كما ظهرت مصطلحات جديدة تتوافق مع عصر الثورة الصناعية الرابعة، ولكنها مازالت محصورة في مجال الصناعة على الرغم من قابلية تفعيلها في المجالات الأخرى ومنها تقنية التوأم الرقمي.

وقد طورت تقنية التوأم الرقمي من مجال الصناعة منذ سنوات حيث تستخدمها العديد من الشركات والجهات الصناعية مثل وكالة ناسا الفضائية (NASA) وشركة جينيرال إليكتريك (General Electric) وشركة تيسلا (Tesla) وذلك لاختبار منتجاتها مثل السيارات والأدوات الكهربائية والمركبات الفضائية للتأكد من جودتها قبل إصدارها، ولكن هذه التقنية مازالت تخطو ببطء في المجال التعليمي (Kangisser et al.,2022). ويعد التوأم الرقمي تمثيلاً رقمياً أو نسخة افتراضية لكائن مادي محسوس أو عملية أو نظام ويستخدم لمراقبة أدائه وتحليل سلوكه وتحسين خدماته خلال فترة تصميمه (Saracco, 2019). ويتم ربط الجسم الحقيقي بالافتراضي بطريقة تسمح بانتقال البيانات بين الجسمين بهدف الحصول على نسخة تستجيب للعوامل الخارجية وتتفاعل معها بشكل يطابق استجابة الجسم الحقيقي (إبراهيم، ٢٠٢٢). ويتم استخدام هذه التقنية بشكل واسع في الصناعات مثل الفضاء وصناعة السيارات والرعاية الصحية لتحسين وتطوير المنتجات والخدمات والمساهمة في عمليات اتخاذ القرار بشكل أكثر كفاءة وفاعلية حيث تعتمد تقنية التوأم الرقمي على الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، وتعلم الآلة، والبيانات الضخمة والسحابية من خلال توفير أجهزة استشعار وحساسات تقوم باستقبال وإرسال المعلومات من الجسم الحقيقي إلى توأمه الرقمي عبر الإنترنت (Maksimović & Davidović,2022).

وقد يختلط مصطلح تقنية التوأم الرقمي بمفهوم التوأمة الرقمية أو التوأمة الإلكترونية حيث يشير كل مصطلح منهما إلى مفهوم مختلف كلياً عن الآخر. فالتوأمة الرقمية أو الإلكترونية هي مشروع أوروبي يركز على الاستفادة من تكنولوجيا المعلومات والإتصالات لتعزيز التعاون بين جميع أنواع المدارس، من خلال روابط التوأمة القائمة على الإنترنت لتطوير مشاريع مشتركة باستخدام الأدوات ومساحات الإنترنت الآمنة المتاحة لهم من خلال بوابة التوأمة الإلكترونية الأوروبية (Akdemir, 2017). وقد تبنت بعض

الجامعات والجهات التربوية العربية هذا المشروع مثل دراسة (نزعي وآخرون، ٢٠٢٢) التي تناولت أثر الشراكة بين وزارة التربية الجزائرية ومشروع التوأمة الرقمية التابع للمفوضية الأوروبية ومدى تحقيقه لأهداف التنمية المستدامة، وكذلك دراسة (سلطان وهاشم، ٢٠٢٢) التي تناولت عملية التوأمة بين عدد من الجامعات المصرية مع كليات إعداد المعلم في بعض الدول المتقدمة لتطوير أداء أعضاء هيئة التدريس في الجامعات، ولكن هذه الدراسات ليست ضمن النطاق المستهدف للدراسة الحالية التي تتناول تقنية التوأم الرقمي وليس مشروع التوأمة الرقمية أو الإلكترونية.

وظهر الاهتمام بتقنية التوأم الرقمي بعد ما صنفته مؤسسة غارتنر للأبحاث عام ٢٠١٧ ضمن قائمة أهم عشرة توجهات تقنية مستقبلية (Gartner, 2017). ولكن ظهور هذا المصطلح يعود إلى مستحدثه مايكل جريفيس (Michael Grives) في عام ٢٠٠٣ بجامعة مشيغان بالولايات المتحدة الامريكية حيث ذكره في احدى المحاضرات عن إدارة دورة حياة المنتجات (Dai & Brell-Çokcan,2022). ثم كان التعريف العملي لهذا المصطلح من خلال جون فيكرز (John Vickers) من وكالة ناسا لمحاكاة مركبة فضائية باستخدام عدد من المستشعرات والحساسات وذلك لرصد المركبة الطائرة في الفضاء والتي تم تحديثها باستمرار حتى ظهر النموذج الرئيسي في عام ٢٠١٠ حيث يعد نموذج ناسا هو أول تطبيق فعلي لتقنية التوأم الرقمي (Negri et al., 2017). وقد قام كلا من جريفيس وفيكرز بوضع تصور لوجود نماذج افتراضية للمنتجات لتساهم في إدارة دورة حياة هذه المنتجات واستدامتها خاصة أن العالم الافتراضي كان جديداً وغير مكتمل الصورة في تلك الفترة الزمنية، كما كان جمع البيانات الخاصة بالمنتجات الحقيقية يتم بشكل يدوي وورقي محدود (Balla et al., 2023).

ويشير Eriksson et al. (2022) إلى أن للتوأم الرقمي نوعين رئيسيين؛ الأول هو النوع ثلاثي الأبعاد والثاني هو النوع خماسي الأبعاد. يتكون النوع الثلاثي الأبعاد من ثلاثة عناصر رئيسية هي: الجسم المادي المحسوس، النموذج الافتراضي، الشبكة بين الجسمين، بينما النوع خماسي الأبعاد لديه عنصريين إضافيين عن الثلاثي الأبعاد وهي البيانات ومزود الخدمة. وبناء على ذلك، فإن الإطار العام لاستخدام التوأم الرقمي يمكن تصنيفه إلى خمسة عناصر هي: المكون المادي، النموذج الافتراضي، مزود الخدمة، شبكة الاتصال، وإدارة البيانات.

ولفهم كيفية عمل التوأم الرقمي، قامت هيئة الحكومة الرقمية السعودية بإصدار دراسة استطلاعية وتحليل لهذه التقنية واستخداماتها حيث لخصت آلية عمل التوأم الرقمي في ست خطوات (هيئة الحكومة الرقمية، ٢٠٢١، ص ١٠) هي:

- الإنشاء: تجهيز العملية أو الكائن الواقعي بأجهزة استشعار لقياس المدخلات المهمة على أرض الواقع.
- التواصل: توفير عملية اتصال ثنائي الاتجاه سريع ومباشر بين العملية أو الكائن المادي والمنصة الرقمية التي تمثل توأمه الرقمي.
- الجمع: تخزين البيانات التي يتم الحصول عليها في مستودع البيانات لمعالجتها وإعدادها لعملية التحليل.
- التحليل: تحليل البيانات التي تم الحصول عليها بين الجسمين الواقعي والافتراضي لتطوير نماذج تكرارية تولد رؤية واضحة تساهم في عمليات اتخاذ القرارات المتعلقة بهذا الكائن أو العملية.

- الأفكار: يتم الخروج بأفكار من مرحلة التحليل وتقدم استنتاجات من خلال لوحة المعلومات التي تساعد على تحقيق التغيير المطلوب.
- التنفيذ: يتم تحويل هذه الأفكار إلى مهام مجدولة للتأكد من جاهزية تطبيقها على أرض الواقع والوصول إلى المنافع وتعزيز العملية الرقمية لتحقيق منافع تقنية التوأم الرقمي.

ولاستخدام التوأم الرقمي عدة مميزات منها (هيئة الحكومة الرقمية، ٢٠٢١؛ Semeraro, 2021):

- مساعدة المصمم في إيجاد عدة سيناريوهات للمشكلات التي يمكن أن يتعرض لها الجسم المادي وتحديد النتائج المحتملة.
- مساعدة صناع القرار على تفسير حاجات سوق العمل ومتطلبات العميل بشكل أكثر دقة.
- عمل الاختبارات الاستطلاعية للمنتج في وقت أقصر مما يسمح بإطلاق المنتجات بشكل أسرع.
- توفير تكلفة الصيانة التشغيلية.
- المراقبة اللحظية المباشرة للمنتج.
- القدرة على تطوير نماذج جديدة تضمن جودة النتائج.
- توفير مساحة أكثر أمانا للتجريب والخطأ دون تكبد نفقات إضافية قبل إطلاق المنتجات لسوق العمل الواقعي.
- التنبؤ بالمشكلات بشكل أسرع مما يسمح بالتدخل السريع لمعالجتها قبل تفاقم المشكلة.

بناء على الفوائد والمميزات التي يمكن أن يجنيها القطاع التعليمي من تطبيقات التوأم الرقمي، ونظراً لكون هذه التقنية مازالت أرضاً خصبة لاستخدامها وتحقيق الأهداف التي صنعت لأجلها، سعت هذه الدراسة إلى إجراء مراجعة منهجية لرصد واقع تطبيق هذه التقنية وتحديد المجالات التي قامت بالاستفادة منها، ووضع تصور مستقبلي وتقديم توصيات بإمكانية استخدامها في القطاع التعليمي.

مشكلة البحث:

اقتصر مجال الصناعة والانتاج في الماضي على تصميم وتطوير وانتاج المجسمات المادية المحسوسة ويشمل ذلك صناعة التكنولوجيا، ولكن هذا الأمر أدى إلى فاعلية أقل وتكلفة مادية أعلى مما جعلها حكراً على جهات معينة أو متخصصة (Semeraro, 2021). ومع ظهور أجهزة الحاسب والإنترنت والتقنيات الرقمية المستحدثة مثل أدوات المحاكاة والواقع الافتراضي والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة وإنترنت الأشياء، قدمت هذه التقنيات عالماً افتراضياً موازياً للعالم الحقيقي الملموس والقدرة على التواصل بين العالمين المادي والافتراضي وأتاحت تحول الأفراد من مجرد مستهلكين للتقنية إلى منتجين (Maksimović & Davidović,2022).

وكجزء من التحول من عملية الاستهلاك إلى الإنتاج الذي يدعم مواكبة التقنيات الحديثة، تزايد الاهتمام بتقنية التوأم الرقمي في الخمس سنوات الأخيرة وخاصة في قطاعي الصناعة والتعليم الأكاديمي؛ ولكن مازال هذا المفهوم وعملية تطوره في مراحله الأولى وخاصة في قطاع التعليم (Liu et al., 2022). وتم نشر عدد من الدراسات التي تناولت المفهوم وفوائده المتعددة، إلا أنه على الرغم من ذلك تظهر الحاجة لوجود دراسات توحد الإطار المفاهيمي لمصطلح التوأم الرقمي ووضع تصورات لكيفية تطبيقه والوصول لمميزاته التي تم تصميم تقنية التوأم الرقمي لأجلها (Jones et al., 2020).

وتتضح محدودية الأبحاث المنشورة عن تقنية التوأم الرقمي في عدم وجود تعريف موحد لهذه التقنية وعدم توفر بروتوكولات ثابتة أو إطار محدد لها في الأبحاث المنشورة (Liu et al., 2022). وفي حدود علم الباحثة، ومن خلال عمليات البحث في عدد من محركات البحث العربية والأجنبية، تتجلى قلة الأبحاث والدراسات العربية التي تلقي الضوء على تقنية التوأم الرقمي بشكل عام كونها تقنية حديثة وخاصة في المجال التعليمي، كما أن الأبحاث العربية والأجنبية التي تطرقت إلى هذا المفهوم تناولته فقط في مجالات الصناعة أو تعليم الهندسة على الرغم من الفوائد التي قد تستفيد منها بقية المجالات ومنها القطاع الأكاديمي.

ولذلك، استهدفت الدراسة الحالية اجراء مراجعة منهجية للدراسات السابقة التي تناولت التوأم الرقمي وتسليط الضوء على هذه التقنية الجديدة في القطاع التعليمي وخاصة في الدول العربية ورصد واقع تطبيقها والتحديات المحيطة بها، ثم الخروج بعدد من التوصيات والمقترحات المستقبلية لتوظيف تقنية التوأم الرقمي في العملية التعليمية. وفى ضوء ما سبق يمكن صياغة مشكلة البحث الحالي في العبارة الآتية " يوجد حاجة إلى مراجعة منهجية للدراسات السابقة التي تناولت التوأم الرقمي، ورصد واقع تطبيقها والتحديات المحيطة بها، والوصول إلى عدد من التوصيات والمقترحات المستقبلية لتوظيف تقنية التوأم الرقمي في العملية التعليمية".

اسئلة الدراسة:

لحل مشكلة البحث طرحت الباحثة الأسئلة الآتية:

- ما واقع استخدام تقنية التوأم الرقمي في عمليتي التعليم والتعلم؟
- ما هي الرؤية المستقبلية لتوظيف تقنية التوأم الرقمي في عمليتي التعليم والتعلم؟

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الحالية إلى تحقيق ما يلي:

- التعرف على واقع استخدام تقنية التوأم الرقمي في عمليتي التعليم والتعلم.
- التنبؤ بالرؤية المستقبلية لتوظيف تقنية التوأم الرقمي في عمليتي التعليم والتعلم من خلال نتائج الدراسات السابقة.

أهمية الدراسة:

تتجلى أهمية هذه الدراسة فيما يلي:

- اثراء الأبحاث العربية بمراجعة منهجية لمفهوم التوأم الرقمي في العملية التعليمية.
- قد تساهم في تقديم مفهوم تقني جديد للباحثين والباحثات العرب، والتعريف بهذه التقنية الحديثة.
- قد تساهم في تقديم عدة تصورات لإمكانية الاستفادة من تقنية التوأم الرقمي في التعليم كما تمت الاستفادة منها في تطوير الصناعة.
- يمكن لهذه الدراسة أن تفيد التربويين وصانعي القرار في المجال التعليمي في تقديم مقترحات تطويرية لتحسين العملية التعليمية من خلال توظيف التوأم الرقمي بالشكل المناسب في التعليم العالي والتعليم العام.

حدود الدراسة:

اقتصرت الدراسة الحالية على الحدود الآتية:

الحدود الزمنية: مراجعة منهجية للدراسات السابقة لتقنية التوأم الرقمي في التعليم خلال نطاق زمني يتراوح منذ استحداث نموذج التوأم الرقمي الأول لوكالة ناسا عام ٢٠١٠ م وحتى العام ٢٠٢٣ لتحديد المجالات التي تم بها توظيف تقنية التوأم الرقمي.

الحدود الموضوعية: عدة محركات بحث، وهي: مركز المعلومات والمصادر التربوية (ERIC)، المكتبة التعليمية والتقنية (Learn Tech Lib)، الباحث العلمي (Google Scholar)، والمكتبة الرقمية السعودية.

الطريقة والإجراءات:

للإجابة على أسئلة الدراسة، تبنت المراجعة المنهجية الدراسات السابقة وفق إرشادات بروتوكول بريزما (Prisma) كما يلي:

أولا: تحديد مصادر البحث

تم البحث في عدد من محركات البحث العربية والأجنبية ومنها قواعد البيانات العلمية والتي تتضمن مركز المعلومات والمصادر التربوية (ERIC)، المكتبة التعليمية والتقنية (Learn Tech Lib)، الباحث العلمي (Google Scholar)، والمكتبة الرقمية السعودية.

ثانيا: تحديد استراتيجية البحث

اقتصر البحث على الدراسات المحكمة في المجلات العلمية المعتمدة والتي تم نشرها بين العامين ٢٠١٠ م ٢٠٢٣ م والتي تناولت موضوع الدراسة الحالية، حيث تم حصر عبارات البحث والكلمات المفتاحية لإيجاد الدراسات المستهدفة كالتالي:

الكلمات المفتاحية للبحث باللغة العربية:

"التوأم الرقمي" أو "التوائم الرقمية"
"التعليم" أو " التعليم والتعلم" أو "العملية التعليمية"
"توظيف" أو "استخدام" أو "استخدامات"

الكلمات المفتاحية للبحث باللغة الإنجليزية:

“Digital Twins” OR “Digital Twin”
“Education” OR “Teaching and Learning” OR “Educational Process”
“Employing” OR “Using” OR “Uses”

ثالثاً: اختيار الدراسات وفق معايير الشمول والاستبعاد

يتم في هذه المرحلة وضع معايير لاختيار الدراسات التي ستتضمنها الدراسة من خلال تحديد الفترة الزمنية واللغة وكذلك موضوع الدراسات، ومنهجيتها، وعينتها، ونتائجها. ويوضح جدول (١) معايير الشمول والاستبعاد لهذا الدراسة كما يلي:

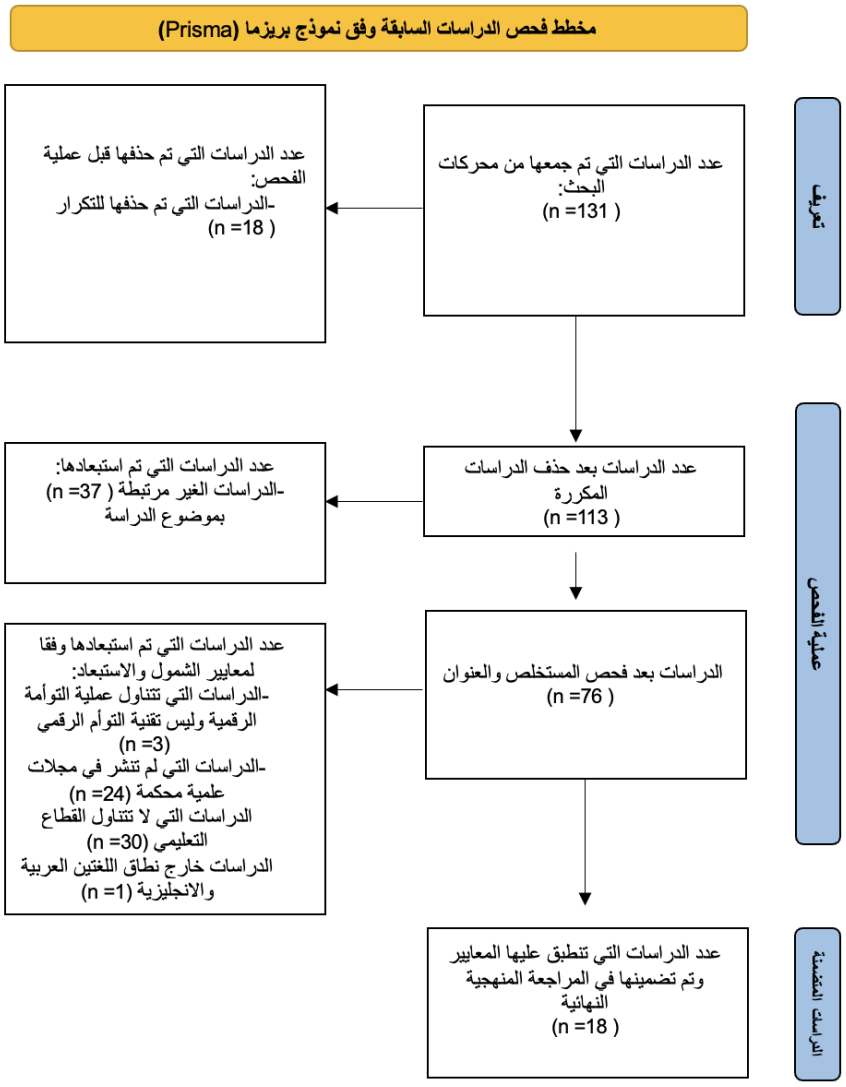
معايير الشمول والاستبعاد:

جدول (١) معايير الشمول والاستبعاد

المعيار	الشمول	الاستبعاد	المبرر
الفترة الزمنية	٢٠١٠-٢٠٢٣ م	الدراسات التي تمت خارج هذا النطاق الزمني	نظرا لأن أول نموذج توأم رقمي تم في العام ٢٠١٠
اللغة	الأبحاث باللغتين العربية والانجليزية	الدراسات بلغات أخرى غير العربية والانجليزية	نظرا لإتقان الباحثة لهاتين اللغتين
نوع الدراسات	الدراسات المنشورة في مجلات علمية محكمة	الأبحاث والدراسات التي لم يتم نشرها في مجلات علمية محكمة مثل المواقع الإلكترونية أو الأخبار الصحفية	حتى يتم إدراج معلومات موثوقة ومحكمة ضمن المراجعة المنهجية لهذه الدراسة
موضوع الدراسة	الدراسات التي تتناول استخدام تقنية التوأم الرقمي في عمليتي التعليم والتعلم	المواضيع التي تقع خارج نطاق عبارات البحث المستهدفة في الدراسة الحالية مثل التوأم الرقمي في الصناعة	كون الهدف من المراجعة المنهجية الحالية هو تغطية الجانب التعليمي لتقنية التوأم الرقمي
عينة الدراسة	-الطلاب والطالبات. -المعلمين والمعلمات. -التربويين.	جميع عينات البحث الأخرى من غير النطاق التعليمي	نظراً لوجود العديد من الدراسات التي تستهدف فئات أخرى، كان مهما تحديد الفئة بالقطاع التعليمي لخدمة هدف الدراسة
منهجية الدراسة	جميع منهجيات البحث	لا يوجد	لأن الهدف هو حصر الدراسات التي تناولت التقنية في عمليتي التعليم والتعلم أيا كانت المنهجية المستخدمة. وأيضا لقلة الدراسات التي تناولت التوأم الرقمي في التعليم.
نتائج الدراسة	أي نوع من المعلومات أو التوصيات التي تتناول تقنية التوأم الرقمي في عمليتي التعليم والتعلم فقط	مشروع الاتحاد الأوروبي للتوأمة الرقمية، توأمة الجامعات، توأمة المدارس، التقنيات الرقمية عامة وليست تقنية التوأم الرقمي تحديداً، التوأم الرقمي في الصناعة	لوجود مصطلح مماثل، ولكن بمفهوم مختلف وهو التوأمة الرقمية ووجود دراسات في القطاع الصناعي

رابعاً: عملية فحص واختيار الدراسات السابقة

نتج عن عملية البحث في محركات البحث المذكورة الحصول على عدد (١٣١) دراسة علمية محكمة ترتبط بشكل مباشر بالتوأم الرقمي والقطاع التعليمي. وقد تم أولاً حذف الأبحاث المكررة في نتائج محركات البحث حيث تم حذف عدد (١٨) دراسة ليصل العدد إلى (١١٣) دراسة. وبعد قراءة مستخلصات الأبحاث بناء على العناوين المناسبة للدراسة الحالية، تم الحصول على عدد (٧٦) دراسة، ثم تلتها المرحلة الثانية من عملية الفحص، وبعد إجراء تقييم شامل لجودة الموضوعات المطروحة وتحديد مدى ارتباطها بالدراسة الحالية، تم استبعاد الدراسات وفق معايير الشمول والاستبعاد المذكورة أعلاه ليتم أخيراً تضمين عدد (١٨) دراسة فقط في المراجعة المنهجية للدراسة الحالية. والشكل (١) يوضح مخطط بريزما (Prisma) الذي يلخص عملية المراجعة كما يوضح تسلسل مراحلها:



شكل ١. مخطط بريزما لفحص الدراسات السابقة

ثم قامت الباحثة بقراءة وتصنيف الدراسات المتضمنة في عملية المراجعة المنهجية لاستنتاج الإجابات على الأسئلة البحثية للدراسة الحالية. ويفصل الجدول (٢) الدراسات السابقة التي تمت مراجعتها في هذه الدراسة مرتبة من الأحدث إلى الأقدم كما يلي:

جدول (٢) تصنيف الدراسات السابقة المتضمنة في المراجعة المنهجية وفق معايير الشمول والاستبعاد

م	اسم الباحث	سنة النشر	عنوان الدراسة	الدولة
١	Kaarlela et al.	2023	Towards Metaverse: Utilizing Extended Reality and Digital Twins to Control Robotic Systems	فنلندا
٢	Arantes, J.	2023	Digital twins and the terminology of “personalization” or “personalized learning” in educational policy: A discussion paper	استراليا
٣	Braguez et al.	2023	The possibilities of changes in learning experiences with Metaverse	البرتغال
٤	Lee et al.	2023	Digital Twin for Math Education: A Study on the Utilization of Games and Gamification for University Mathematics Education	كوريا
٥	Liu & Jiang	2022	Digital twins by physical education teaching practice in visual sensing training system	الصين
٦	Liu & Ko	2022	Exploring multiple application scenarios of visual communication course using deep learning under the digital twins	تايوان
٧	Palmer et al.	2022	Digital Twinning remote laboratories for online practical learning	بريطانيا
٨	Eriksson et al.	2022	Applying Digital Twin Technology in Higher Education: An Automation Line Case Study	السويد
٩	Zhang, L. et al.	2022	Modelling and online training method for digital twin workshop	الصين
١٠	Orsolits et al.	2022	Using mixed reality based digital twins for robotics education	النمسا
١١	Kangisser et al.	2022	Integrating Digital Twins in Construction Education Through Hands-on Experiential Learning	أمريكا وكندا
١٢	Zhang, Y. et al.	2022	Influences of Digital Twin Technology on Learning Effect	الصين
١٣	Maksimović, & Davidović	2022	The role of Digital Twin technology in transforming engineering education	البوسنة والهرسك
١٤	Juarez et al.	2021	Digital twins: Review and challenges	أسبانيا

١٥	Dietz et al.	2021	On the development of virtual labs using digital twins and a proposal for didactic optimization using design-based research	ألمانيا
١٦	Kartashova et al.	2020	Digital twin of an educational institution: an innovative concept of blended learning	أوكرانيا
١٧	Zacher, S.	2020	Digital twins for education and study of engineering sciences	ألمانيا
١٨	Kinsner & Saracco	2019	Towards evolving symbiotic cognitive education based on digital twins	كندا

خامسا: عرض النتائج ومناقشتها

بعد فحص الدراسات التي تم تضمينها في المراجعة المنهجية، تم استخراج النتائج للإجابة على أسئلة البحث كالتالي:

الإجابة على السؤال الأول: ما واقع استخدام تقنية التوأم الرقمي في عمليتي التعليم والتعلم؟

ساهمت جائحة كورونا في لفت الأنظار إلى أهمية دمج التقنيات الرقمية في العملية التعليمية، كما سرعت في تبني عمليات التحول الرقمي في التعليم حيث لا تقوم عملية التحول الرقمي بتضمين إحدى التقنيات فحسب، بل بتغيير شامل في تفكير الأفراد وسلوكياتهم وكذلك في طريقة تواصلهم مع بعضهم البعض (Maksimović, & Davidović, 2022). وتعد تقنية التوأم الرقمي إحدى الدعامات الرئيسية في عملية التحول الرقمي اليوم، ولذلك تناولت عدة دراسات استخدام تقنية التوأم الرقمي في مجال التعليم والتعلم، ولكن استخدامها ارتبط بشكل أكبر في تعليم مجال الهندسة وفي تدريب المهندسين والمعماريين تحديداً (Peshkova et al., 2023)، مع بعض المحاولات لتوظيف هذه التقنية في مجال تعليم الرياضيات والتربية البدنية والروبوتات والتعليم الشخصي والالكتروني (Orsolits et al., 2022; Liu & Jiang, 2022; Arantes, 2023; Lee et al.,2023) وقد شقت هذه التقنية طريقها في التعليم الطبي، ولكنها مازالت في بداياتها في المجال الطبي سواء على صعيد التعليم والتدريب أو حتى على صعيد البحث والرعاية الصحية (Peshkova et al., 2023).

ويلخص الجدول (٣) المجالات التعليمية التي تناولتها الدراسات المضمنة في المراجعة المنهجية لتوظيف تقنية التوأم الرقمي بحسب عدد الدراسات الواردة في كل مجال للدراسة الحالية كما يلي:

جدول (٣) المجالات التعليمية في الواردة في دراسات المراجعة المنهجية وتفاصيلها

مجالات توظيف تقنية التوأم الرقمي	عدد الدراسات	النسبة المئوية من عدد الدراسات الكلي
الهندسة والعمارة	٤	٢٢٪
الرياضيات	١	٦٪
المعامل الافتراضية	١	٦٪
التربية البدنية	١	٦٪
تفاعل الانسان مع الروبوت	١	٦٪
التعلم الشخصي وتخصيص التعليم	١	٦٪

التعلم الالكتروني والتعليم عن بعد	٤	٢٢٪
الميتافيرس والعالم الافتراضي	٢	١٢٪
عامة في التعليم	٢	١٢٪
وسائل التواصل الاجتماعي	١	٦٪
المجموع	١٨	١٠٠٪

التوأم الرقمي وتعليم الهندسة:

يشير Zacher (2020) إلى أن تعليم الهندسة في الجامعات يتطلب عملية تدريب عملي لطلاب الهندسة، ولكن الحاجة لوجود عدد كبير من الأجهزة في المعامل قد تكون عملية مكلفة بالنسبة للتعليم العالي مقارنة بجهات العمل الصناعية والهندسية، ولذلك كان الحل دائماً في توفير مقررات التدريب الميداني حيث يتم إرسال الطلاب إلى جهات عمل متخصصة للحصول على التدريب المطلوب. ولحل هذه الفجوة في تعليم الهندسة، قام Zacher (2020) بتصميم توأم رقمي خاص بتعليم الهندسة وتحديداً في دورات الأتمتة والبرمجة وحساب تكلفته مما يتيح للمعلم أو المدرب انشاء ملحقات إضافية للتصميم بحسب الحاجة. ولجأت هذه الدراسة إلى توظيف تقنية التوأم الرقمي في تدريس العلوم الهندسية بالجامعات لقدرة هذه التقنية على التكيف وقابلية التوسع اعتماداً على هدف التدريب.

وعززت دراسة Maksimović, & Davidović (2022) تطوير التعليم الهندسي في الجامعات حيث تناولت مميزات توظيف تقنية التوأم الرقمي وتحدياتها في هذا المجال خاصة أنه لا يكفي أن يمتلك مهندسي القرن الواحد والعشرين المعلومات فقط، بل يجب أن يكون لديهم أيضا القدرة على اكتساب المهارات العملية الخاصة بالمجال بالإضافة إلى عدة مهارات أخرى مثل التفكير المنظومي، والتفكير الإبداعي، ومهارات التواصل والعمل الجماعي. وللتوأم الرقمي استخدامات متعددة تناولتها الدراسة من خلال طرح عدد من المشاريع التي وظفت التوأم الرقمي في تعليم الهندسة ومنها استخدامه في المعامل لمتابعة سلوك المنتج ووضعه تحت عدد من الظروف المختلفة لضمان جودته، كما يمكن طرح عدة سيناريوهات لدراسة عملية تكيف النظام أو المنتج مع البيئة المحيطة. أيضا يتم توظيف التوأم الرقمي في عمليات تصميم النموذج الأولي للمنتجات مما يساهم في اختصار وقت الإنتاج وتسريع عملية اكتشاف المشكلات وإصلاحها وتوفير تكلفة إعادة التصميم قبل عملية الإنتاج الفعلي.

وقامت دراسة .Kangisser et al (2022) بتحويل الطلاب من مستهلكين إلى منتجين للتقنية بأنفسهم، فقد تم تطبيق هذه الدراسة على عدد 25 طالب دراسات عليا في الهندسة وتحديداً في مقرر تشييد المباني. وكان لتجربة إنتاج مشروع توأم رقمي في هذا المقرر ثلاثة مراحل بدأت بتقديم عدة محاضرات واستضافة متخصصين لشرح تقنية التوأم الرقمي للطلاب. ثم كانت المرحلة الثانية هي العمل ضمن مجموعات مكونة من طالبين أو ثلاثة حيث قام الطلاب بالتركيز في هذه المرحلة على التصوير بزاوية ٣٦٠ درجة والعمل على أخذ لقطات بانورامية داخل أحد الملاعب للتعرف على كيفية عمل تقنية التوأم الرقمي وكيفية تطبيقها. وكانت المرحلة الثالثة والأخيرة من المشروع هي انتاج مشروع نهائي يتضمن عدداً من التقنيات الرقمية التي تندرج تحت إطار تقنية التوأم الرقمي وهي التصوير بزاوية ٣٦٠ درجة، أو التصوير المسحي باستخدام طائرة الدرون، أو المسح بالليزر، ليختار الطلاب احداها في تنفيذ التوأم الرقمي لأحد أجزاء الملعب بحسب مشروعهم وحاجة العميل. وبعد انتهاء التجربة، تم تقصي آراء الطلاب حيث لوحظ اتساق في تعليقات الطلاب من ناحية التخوف من تأثير التوأم الرقمي على الأمن والتخطيط المسبق

للحوادث للمباني والمرافق والعمليات، مما يسلط الضوء على أهمية التخطيط المسبق الفعال للبناء والتشييد والتصور للسلامة والأمن وتقييم المخاطر. كما أوصت الدراسة بتفعيل استخدام تقنية التوأم الرقمي في الجامعات حيث إنها تُكسب الطلاب في مجال الهندسة وتشييد المباني مهارات تتناسب مع القرن الواحد والشعرين وتجعلهم مطلوبين بشكل أكبر في سوق العمل.

أما دراسة .Dietz et al (2021) فقد تناولت تطوير طرق التدريس الخاصة بمعامل الهندسة الصناعية وتحديداً في أحد المقررات الذي يتناول تقنية التوأم الرقمي للإنتاج الافتراضي للآلات. وتشير الدراسة إلى أنه على الرغم من أهمية المعامل والمختبرات في عملية تدريس الهندسة كونها تساهم في تعزيز معرفة الطلاب بالظواهر التقنية والعلمية وتحفز دافعيتهم للتعلم، إلا أنها تعتمد في الغالب على درجة عالية من المعدات والتجهيزات التي عادة ما تتطلب تكلفة مرتفعة. ولذلك استخدمت الدراسة منهجية البحث القائم على التصميم لاستحداث طرق لتطوير الممارسات التدريسية في المعامل من خلال رقمنتها واختبار عدة مفاهيم منها المختبر الافتراضي، التوأم الرقمي، والنمذجة. وأشار التقييم الأولي للنموذج المصمم في هذه الدراسة إلى إمكانية حله لبعض المشكلات الشائعة مثل ضيق وقت المحاضرة أو التدريس اليومي وكذلك تعويض فقدان عنصر التجربة والتدريب في البيئات التدريبية.

تفاعل الإنسان مع الروبوت:

مع ظهور الثورة الصناعية الرابعة والمستحدثات التقنية، برزت المصانع الذكية القائمة على الروبوتات مثل تلك المستعملة في مجال صناعة السيارات. وتعتمد هذه المصانع على عدد متنوع من التخصصات المختلفة حيث يتطلب من هؤلاء الأفراد على اختلاف تخصصاتهم أن يكون لديهم قدر كافي من المعرفة بالتعامل مع الروبوتات خاصة أن الاتحاد العالمي للروبوتات يتوقع أن نسبة ٥٠٪ من القوى العاملة في المعامل ستتعامل مع الروبوتات خلال العشرة أعوام القادمة (Orsolits et al., 2022).

كنتيجة لذلك ظهر مجال جديد نتيجة الثورة الصناعية الرابعة وهو تفاعل الإنسان مع الروبوت (Human-Robot Interaction HRI) والذي لا يتطلب بالضرورة معرفة مسبقة بعلوم الحاسب الآلي. ولذلك تناولت دراسة .Orsolits et al (2022) تقديم المحتوى العلمي عبر منصة (ARNO) والتي تساعد الطلاب على فهم أعمق لكيفية عمل الروبوتات من خلال التوائم الرقمية في بيئة الواقع المختلط (Mixed Reality MR) وذلك من خلال وجود روبوت بحجم سطح المكتب يساعد في عملية التعلم الذاتي للطلاب في بيئة آمنة ودون مخاوف من مخالفة إجراءات السلامة أو ارتكاب الأخطاء أثناء التجربة.

التوأم الرقمي والمعامل الافتراضية:

يذكر .Palmer et al (2022) أهمية التدريب الميداني وتقديم الخبرة العملية للطلاب في مجالات العلوم والتقنية وخاصة بعد تحول العملية التعليمية في الجامعات من التعليم المركَّز على الدرجة العلمية (Degree-Focused Learning) إلى التعليم المركَّز على المهنة (Career-Focused Learning). هذا التدريب وتجهيز المعامل والمختبرات الملائمة هي عملية مكلفة مادياً وتتطلب مساحات للأجهزة والمعدات، كما أنها تتطلب قواعد لضمان الصحة والسلامة عند استخدام هذه الأدوات؛ ولذلك ظهرت عدة تقنيات مثل تقنية الواقع الافتراضي لتساهم في بناء مختبرات ومعامل افتراضية تحاكي الواقع، ولكن عبر الإنترنت لتوفر تجربة عملية داخل بيئة آمنة يستطيع الطالب فيها الخطأ والتعلم دون أي مخاطر.

ويتبين من خلال مراجعة الدراسات السابقة عدم وجود محاولات لتنفيذ بيئة واقع افتراضي للتعليم أو للمعامل الافتراضية قائمة على تقنية التوأم الرقمي على الرغم من افتراض بعض السيناريوهات من قبل بعض الدراسات مثل دراسة.Kaarlela et al (2023) التي قدمت بعض المقترحات للتعليم الافتراضي باستخدام تقنية التوأم الرقمي عبر بيئة الميتافيرس. ولذلك قامت دراسة .Palmer et al (2022) بتصميم نموذج أولي لبيئة واقع افتراضي قائم على التوأم الرقمي لمعمل كهربائي. وأظهرت الدراسة أهمية العمل الجماعي والتعاوني داخل المعامل الافتراضية حيث يمكن أن يقوم التوأم الرقمي بالعمل مع أحد الطلاب لتنفيذ التجربة الجماعية.

التوأم الرقمي في تعليم الرياضيات:

يواجه تعليم الرياضيات العديد من التحديات على مستوى مختلف دول العالم، حيث يصعب انخراط الطلاب مع المحتوى التعليمي الخاص بالرياضيات، كما يصعب عليهم استرجاع المعلومات التي تم اكتسابها. وفي القرن الواحد والعشرين، لابد للأفراد من اكتساب العديد من المهارات التي تشتمل على الرياضيات وقدرتهم على توظيفها في حل المشكلات. وقد لاحظ .Lee et al (2023) تهرب طلاب الجامعات في كوريا من متطلبات المقررات الخاصة بالرياضيات مثل التفاضل والتكامل والمواد الحسابية، ولذلك تناولت دراستهم توظيف التلعيب القائم على تقنية التوأم الرقمي لمتابعة تفاعل وانخراط الطلاب داخل الفصل الدراسي وأثناء العمل الجماعي والاختبارات ثم إنشاء نموذج رقمي يسهل على الطلاب تعلم الرياضيات.

وقد قام .Lee et al (2023) بإنشاء بيئة تلعيب تفاعلية في أحد مقررات الرياضيات بإحدى الجامعات الكورية. وبالاعتماد على تقنية التوأم الرقمي في بيئة التلعيب، استطاع الطلاب التصور البصري لمفاهيم الرياضيات الرئيسية والانخراط في أنشطة تفاعلية لحل المشكلات. وعلى الرغم من أن استخدام هذه التقنية أظهر تحسناً طفيفاً في اهتمام الطلاب بالرياضيات، إلا أن النتائج لم تكن لها دلالة إحصائية حيث إن بيئة التلعيب لم تكن محفزة ولم تؤدي إلى زيادة دافعية الطلاب للتعلم سوى للطلاب ذوي الدرجات المرتفعة. وأوصت الدراسة باستحداث نموذج تلعيب أكثر تعقيداً في خصائصه وخدماته لضمان إثارة دافعية جميع الطلاب للتعلم على اختلاف قدراتهم الفردية.

استخدام التوأم الرقمي لدعم التربية البدنية:

ضمن ممارسات التحول الرقمي، ازداد الطلب على التقنيات التي تجمع بيانات الأفراد الصحية والجسدية لمساعدتهم في التدريب والمحافظة على اللياقة البدنية. ومنذ العام ٢٠١٠ م، تدهورت اللياقة البدنية لطلاب الجامعات خاصة مع ظهور الوسائل التقنية المختلفة التي تقلل من المجهود الحركي، لذلك قامت دراسة Liu & Jiang (2022) بالإشارة إلى اهتمام الحكومة الصينية بالصحة الجسدية واللياقة البدنية لطلاب الجامعات في الصين، حيث قام الباحثان بتطوير تطبيق ذكي للتعرف الحسي الجسدي للمساعدة في تدريس التربية البدنية والتدريب الجسدي. ويقوم هذا التطبيق بالحصول على بيانات المستخدم واستخدام خوارزمية للتعرف على طريقة المشي وتحديد سلوك الحركة للتعرف على المشكلات القائمة اثناء ممارسة الرياضة البدنية لدى الطلاب. ويعمل هذا النظام جنباً إلى جنب مع نظام للتوائم الرقمية حيث يقوم بتحديد المشكلات البدنية لدى الطالب ومن ثم اقتراح أساليب التحسين وتقديم خطط رياضية بناء على تحليلات كتلة الجسم ووفقاً للظروف البدنية للطالب. وقد تمت تجربة النظام على ٢٥ طالباً لتحليل تمارينهم

الرياضية واختبار حركاتهم اليومية من خلال جهاز مراقبة متحرك حيث أثبتت التجربة فاعلية النظام في رصد البيانات المطلوبة.

وفي ضوء نتائج الدراسات السابقة يتضح أن واقع استخدام تقنية التوأم الرقمي يشهد تطوراً في قطاع الصناعة بشكل عام أما في القطاع التعليمي فيشهد تطوراً في التعليم الهندسي مع وجود محاولات بسيطة في مجالات التعليم الأخرى مثل الرياضيات والروبوتات والتربية البدنية، ولكن أغلب الدراسات مازالت لم تستكشف تطبيقات هذه التقنية في المجال التعليمي خارج النطاق الهندسي والصناعي.

الإجابة على السؤال الثاني: ما هي الرؤية المستقبلية لتوظيف تقنية التوأم الرقمي في عمليتي التعليم والتعلم؟

طرحت الدراسات والأبحاث التي تناولت تقنية التوأم الرقمي مميزات استخدامه في مختلف المجالات وخاصة في مجال الصناعة والإنتاج، ولكن الدراسات التي تناولت القطاع التعليمي مازالت لم تستثمره بالشكل الأمثل نتيجة وجود عدة تحديات لتوظيفه في التعليم والتعلم بالإضافة إلى عدم وضوح مفهومه لدى العديد من القطاعات بعد. ولم يتم استكشاف تطبيقات هذه التقنية في القطاع التعليمي سوى بصورة محدودة وعادة ما تكون في مجال تدريس الهندسة والعمارة.

الميتافيرس وتقنية التوأم الرقمي:

الرؤية المستقبلية الأولى التي تصورها الدراسات والأبحاث التي تتناول التنبؤ بطرق توظيف تقنية التوأم الرقمي في التعليم هي ارتباط بيئة الميتافيرس بتقنية التوأم الرقمي ودعمها له حيث إن كلاهما عبارة عن نسخة افتراضية من الواقع مع وجود تدفق للبيانات ثنائي الاتجاه بين العالمين (Arantes, 2023). وقد عرفت دراسة Braguez (2023) بيئة الميتافيرس بأنها العالم الذي تتفاعل فيه الكائنات الحقيقية مع الافتراضية من خلال أنشطة اجتماعية تفاعلية. والمصطلح ميتافيرس يتكون من كلمتين هما كلمة ميتا (Meta) وتعني ماوراء، وكلمة فيرس المشتقة من الكلمة يونيفيرس (Universe) وتعني الكون ليصبح معناها ما وراء الكون. وتتضمن تقنية الميتافيرس عدداً من التقنيات مثل الواقع الافتراضي (VR) والواقع المعزز (AR) والواقع المختلط (MR) بالإضافة إلى التوائم الرقمية والتي تشمل انعكاس الواقع للأجسام والأشخاص والأماكن والعمليات في العالم الافتراضي. وتعد بيئة الميتافيرس كبيئة محاكية لعالم الواقع من خلال التوائم الرقمية بيئة مناسبة لتحفيز انخراط الطلاب وانغماسهم في عملية التعليم والتعلم حيث ينطبق عليها عنصر الانغماس للمتعلم أكثر من بيئات التعلم عن بعد (Braguez, 2023).

هل يوجد توأم رقمي لكل فرد بالفعل؟

وكدعم لفكرة التوأم الرقمي في البيئات الافتراضية مثل الميتافيرس، ناقشت دراسة Kinsner & Saracco (2019) أهمية تطوير مهارات المتعلمين في القرن الواحد والعشرين وكيف أن بيئة التعليم التقليدي المصمم بطريقة "القياس الموحد للجميع" لم يعد مناسباً لهذا النوع من المهارات الجديدة المطلوبة لسوق العمل وللوظائف المستقبلية التي قد لا يكون تم استحداثها بعد. ولذلك ظهرت التقنيات الحديثة لدعم هذه المهارات ومنها تقنية التوائم الرقمية التي تحاكي سلوك ووظيفة الجسم المادي أو العملية وليس شكلها. ولكن دراسة Kinsner & Saracco (2019) ناقشت جانباً مختلفاً من التوائم الرقمية عن تلك التي تناولتها

المجالات الصناعية والهندسية حيث تم طرح سؤال وهو: هل يوجد توأم رقمي لكل فرد بالفعل؟ والإجابة هي نعم نوعاً ما! فوسائل التواصل الاجتماعي مثل انستجرام وفيس بوك وتيك توك وتويتر وغيرها تقوم بجمع أجزاء من "هوية الفرد الشخصية" ومعرفة اهتماماته، وكذلك النظام الصحي يجمع أجزاء أخرى من هويته مثل بيانات الصحة الجسدية والنفسية، كما أن الشركات الكبرى مثل أمازون تجمع بيانات حول حاجاته واهتماماته الشرائية. والتوائم الرقمية للأفراد في العالم الافتراضي تمثل مهاراتهم ومعرفتهم الموجودة بالإضافة الي إمكانية التعرف على المهارات التي قد بدأ الفرد في فقدانها نتيجة عدم الممارسة المستمرة، ولذلك يمكن أن تشكل التوائم الرقمية للطلاب نقلة نوعية في تطوير مهاراتهم وتقديم نظام تعليمي استباقي لما يمكن أن يحتاجه الطالب على أرض الواقع وبالتالي يمكن لتقنية التوأم الرقمي أن تساهم في خلق برامج تعلم شخصية لكل طالب وفق مهاراته وحاجاته التعليمية.

توظيف التوأم الرقمي في التعلم الشخصي وعملية تخصيص التعليم:

وتجادل دراسة Arantes (2023) فكرة التعليم الشخصي باستخدام تقنية التوأم الرقمي المطروحة مسبقاً وأن عملية التعلم الشخصي مع المعلم الحقيقي تختلف تماما عن الممارسات مع توأم رقمي افتراضي للمعلم. وطرحت الدراسة مفهوم التوأم الرقمي بصورة مبسطة للتعرف عليها في مجال التعليم حيث ذكرت أن نظام جوجل ايرث (Google Earth) يمكن أن يعد توأماً رقمياً للأماكن الجغرافية. كما تناولت الدراسة الفرق بين مفهومي "التعلم الشخصي" و "تخصيص التعليم" حيث إن الطالب في التعلم الشخصي له دور فعال في عملية تعلمه لدعم استقلاليته ومهارات التعلم المنظم ذاتيا لديه، كما يساهم هذا النوع من التعلم في مساعدته على التحكم في عملية تعلمه واختيار الخطوة اللاحقة في مراحل تعلمه. بينما عملية " تخصيص التعليم" هي عملية تعتمد على البيانات التي يتم جمعها عن الطالب باستخدام التكنولوجيا ومن ثم تقديم المقترحات أو الخطة التعليمية الأنسب للطالب من خلال نظام ذكي. ولذلك ترى Arantes (2023) أن تقنية التوأم الرقمي قد تكون مناسبة أكثر مع تخصيص التعليم وليس التعلم الشخصي كونها يمكن أن تفعل من تدفق البيانات خارج سياق الفصل الدراسي للطالب للتحقق من جميع مهاراته وليس فقط معرفته العلمية. وأخيراً تقترح الدراسة احتمالية فاعلية التوأم الرقمي مع عملية "تخصيص التعليم" للطالب، ولكن ترى أن "التعلم الشخصي" يتطلب علاقات إنسانية وتغذية راجعة تفصيلية بين المعلم والطالب وتكييف المنهج وطرق التدريس وفق احتياج الطالب ومهاراته بينما عملية " تخصيص التعليم" تكون مبنية على النتائج التي يرصدها النظام الذكي عن الطالب مما يجعلها أكثر توافقاً لتفعيل تقنية التوأم الرقمي من خلالها.

توظيف التوأم الرقمي في التعلم الالكتروني والتعليم عن بعد:

اقترحت عدة دراسات توظيف تقنية التوأم الرقمي في عمليات التعلم الالكتروني والتعليم عن بعد ومناسبتها لهذه البيئات الافتراضية. ففي دراسة Eriksson et al. (2022) تمت مناقشة توظيف هذه التقنية في إنشاء معامل أتمتة رقمية افتراضية لمختلف المجالات التعليمية وليست فقط الهندسية والصناعية. وتتميز أتمتة المعامل بأنها تفعل نظاماً الكترونياً خاصة للعمليات التي يتم تكرارها داخل المعامل لتوفير الوقت والجهد البشري، كما يمكن لهذا النظام أن يزود الطالب بتغذية راجعة فورية. وتساهم أتمتة المعامل ووجود تقنية التوأم الرقمي بها في تقليل تكلفة المعامل بشكل عام كما تسهل على جميع الطلاب الوصول لها ضمن عملية التعليم عن بعد خاصة في الطوارئ كما حدث اثناء جائحة كورونا وخلال الكوارث الطبيعية التي تمنع الوصول للمعامل على أرض الواقع.

وقامت دراسة Liu & Ko (2022) بتوظيف تقنية التوأم الرقمي من خلال استخدام خوارزميات التعلم العميق لأحد مقررات الاتصالات المرئية حيث وضحت الدراسة تصميم الخوارزمية وكيفية استعمالها، وأظهرت النتائج رضا الطلاب وازدياد اهتمامهم بتعلم هذه المادة وخاصة الجانب التطبيقي منها. بينما اقترحت دراسة Zhang, L. et al. (2022) نمذجة التوأم الرقمي من خلال ورشة عمل للتدريب عبر الإنترنت لطريقة إنشاء التوأم الرقمي.

ونتيجة التغيرات التي حصلت في قطاع التعليم والعالم أجمع منذ عام ٢٠٢٠ م، يقترح Kartashova et al. (2020) استخدام تقنية التوأم الرقمي لمحاكاة المؤسسات التعليمية بشكل متكامل لتدعم عملية التعلم المدمج التي تتناسب بشكل أكبر مع عملية التعليم اليوم وتوظف كلاً من بيئة التعلم التقليدية الواقعية وبيئة التعلم الافتراضية في ذات الوقت. ولكن لتفعيل تقنية التوأم الرقمي للمؤسسات التعليمية لابد من ضمان جودة هذا التوأم الرقمي وطرح عد تساؤلات قبل البدء في عملية إنشاء التوأم الرقمي للمؤسسة مثل التأكد من قوة النظام المستخدم والأدوات الملائمة الفعالة، ولابد من اختيار نظام إدارة تعلم مناسب يدعم التوأم الرقمي وتوفير بيئة تحتية قوية ومناسبة للعمليات الافتراضية المختلفة ولضمان جودة تدفق البيانات بين المؤسسة الحقيقية وتوأمها الرقمي. وتطرح الدراسة بعض الفوائد التي قد تجنيها المؤسسات التعليمية إذا ما فعلت تقنية التوأم الرقمي لها مثل تنفيذ العمليات الإدارية والتنظيمية من خلال نظام التعلم المدمج المقترح، كما تدعم أنشطتها اللوجستية ويمكن أن توفر موديولات للتدريب الافتراضي لعدة مهام مختلفة، وأخيراً يمكن أن تحلل وتشخص المشكلات التعليمية داخل الفصل الدراسي وبالتالي اتخاذ القرارات المناسبة.

رؤية مستقبلية عامة لتوظيف تقنية التوأم الرقمي:

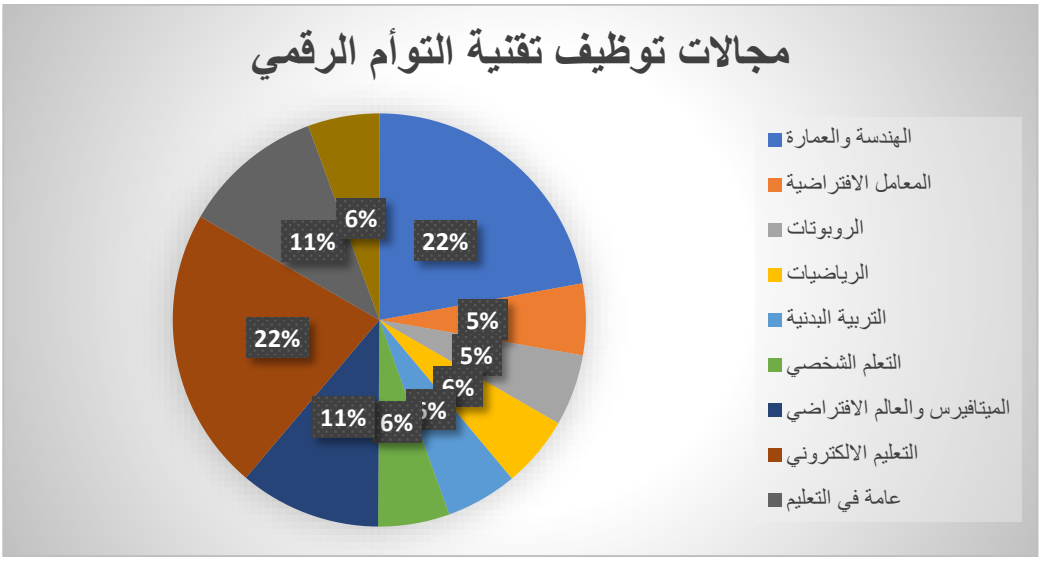
تناقش دراسة Zhang, Y et al. (2022) إمكانية توظيف تقنية التوأم الرقمي في العملية التعليمية حيث تقترح الدراسة إمكانية استخدام هذه التقنية في توفير بيئات تعلم شخصي وتجربة تعليمية غنية للطالب، كما يمكن أن تدعم الكفايات التعليمية والتدريبية لهم من خلال انخراطهم في عمليات تعلم عميق. كما يمكن أن يقوم النظام الذكي المدعوم بتقنية التوأم الرقمي برصد نتائج المتعلم وتوفير مقترحات وخطط لتحسين أدائه وتطوير مهاراته من خلال تغذية راجعة مباشرة وتكييف المحتوى المقدم له. ويعد توظيف تقنية التوأم الرقمي غير محدود بتطبيقه على الطلاب أو المؤسسات التعليمية فقط، بل يمكن أن يساهم في تطوير الممارسات التدريسية للمعلم حيث تقترح الدراسة توفير الأنشطة التعليمية في النظام الافتراضي من خلال توأم رقمي للمعلم أو المدرب وكذلك ممارسة الطالب لأنشطة جماعية مع توأم رقمي لزملائه في الصف الدراسي. ومن المتوقع مستقبلاً أن يكون لكل طالب توأم رقمي يرصد التغيرات المستمرة في بياناته الجسدية والعقلية والنفسية في العالم الافتراضي وتحليلها من خلال خدمات البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء لدعم العملية التعليمية.

وبشكل عام فإن بيئات تخصيص التعليم والتعلم تسهل الدمج العميق لتقنية التوأم الرقمي وفق الدراسات السابقة، كما أنها تزود العملية التعليمية وخاصة في التعليم العالي بمشاريع ذات إنتاجية وفاعلية عالية. ونظراً لما أثبتته الدراسات السابقة من فاعلية وكفاءة استخدام تقنية التوأم الرقمي في مجالات الهندسة والرياضيات والروبوتات والتقنية، يمكن استنتاج إمكانية توظيف هذه التقنية في المجال التعليمي وخاصة

مشاريع منحى ستيم (STEM) الذي يقوم على تكامل أربع مجالات هي العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، وكذلك منحى ستييم (STEAM) الذي يضيف مجال الفنون إلى النوع السابق.

ولكن عمليات تطوير تقنية التوأم الرقمي مازالت مستمرة ابتداءً من التجارب الأولى في بدايات القرن الحالي، ووصولاً إلى العام ٢٠١٧ م حيث تم تطوير عملية التواصل بين الكائن المادي والكائن الافتراضي وتدفق البيانات بينهما بسلاسة أكثر مما سمح بظهور دراسات تجريبية وتطبيقية، ولكنها في مجال الصناعة والهندسة (Juarez et al., 2021). وحتى الآن لا يوجد نموذج موحد أو مرجعية محددة لتقنية التوأم الرقمي، ولكن يوجد عدد من المحاولات والدراسات التي يمكن من خلالها استنتاج طرق لتوظيف هذه التقنية في المجالات المختلفة مستقبلاً من أجل دعم العملية التعليمية وتعزيز التعلم المتمحور حول الطالب واحتياجاته ومهاراته وتهيئته لمتطلبات سوق العمل المستقبلي.

ويلخص الشكل (٢) إجابة السؤالين الأول والثاني حيث يلخص واقع استخدام تقنية التوأم الرقمي ومجالات توظيفه في العملية التعليمية وكذلك المجالات المستقبلية له موضحة بعدد ونسب الدراسات المئوية التي تم تضمينها في الدراسة الحالية:



شكل ٢. مجالات توظيف تقنية التوأم الرقمي في التعليم

مقترحات الدراسة:

- توظيف تقنية التوأم الرقمي في محاكاة سلوكيات الطلاب داخل الفصل الدراسي لتحسينها وتطويرها.
- نموذج مقترح للتوأم الرقمي لتصميم المناهج الرقمية وطرق التدريس.
- نمذجة أداء الطالب الأكاديمي من خلال التوأم الرقمي وأثرها على تحصيله الدراسي في بيئات التعلم الالكتروني.
- توظيف التوأم الرقمي لمحاكاة تفكير الطلاب وتطوير مهارات التفكير المختلفة لديهم مثل التفكير الناقد والتحليلي والابداعي.
- توظيف تقنية التوأم الرقمي في برامج ستيم (STEM) التدريبية لطلاب التعليم العام.

توصيات الدراسة:

من خلال المراجعة المنهجية لعدة دراسات وأبحاث تناولت توظيف تقنية التوأم الرقمي في التعليم، يتضح أن هذه التقنية مازالت تخطو خطواتها الأولى في المجال التعليمي كما يتضح اقترانها بعدة مستحدثات تقنية أخرى حيث تعتمد آلية عملها على الترابط بين الواقع الافتراضي والواقع المعزز والواقع المختلط وتعلم الآلة كما تقوم على تدفق البيانات وتحليلها من خلال تقنية إنترنت الأشياء والبيانات الضخمة والحوسبة السحابية. ولذلك توصي الباحثة بما يلي:

- اجراء المزيد من المراجعات المنهجية خلال السنوات القادمة لرصد التطور الحاصل في تفعيل تقنية التوأم الرقمي في القطاع التعليمي.
- اجراء المزيد من الدراسات العربية التي تتناول البيئات التعليمية في عالم الميتافيرس والقائمة على تقنية التوأم الرقمي.
- اجراء دراسات تتناول تصميم أنظمة تعليمية افتراضية ذكية قائمة على التوأم الرقمي لرصد بيانات الطالب العقلية والنفسية وقياس أثرها في تحسين أدائه الأكاديمي ومهاراته المختلفة.
- وضع لوائح وسياسات لاستخدام تقنية التوأم الرقمي في التعليم لضمان حماية خصوصية الأفراد والمؤسسات التعليمية كونها ترصد البيانات الحقيقية للكائن المادي أو الشخص في العالم الواقعي.
- التأكد من توفير سياسات حماية الأنظمة الذكية القائمة على تقنية التوأم الرقمي وتوفير الدعم الفني الخاص بها.
- توفير برامج تدريبية من قبل المؤسسات التعليمية للتدريب على تصميم وتنفيذ تقنية التوأم الرقمي والتعامل مع هذا النوع من الأنظمة الذكية التي تقوم بعملية ترابط معقدة بين عدة تقنيات رقمية مثل الذكاء الاصطناعي، وانترنت الأشياء، والواقع الافتراضي بأنواعه.

قائمة المراجع:

المراجع العربية:

إبراهيم، ايمان علي أحمد. (٢٠٢٢). برنامج تدريب إلكتروني في استراتيجيات تدريس اللغة العربية لمعلمي المرحلة الثانوية قائم على التوأمة الرقمية لتنمية الكفايات التدريسية ومستوى التنور التقني. *مجلة البحث العلمي في التربية*, ٢٣ (٥), ٢٤٨-٢٩٠.

سلطان، أمل، وهاشم، غادة. (٢٠٢٢). تطوير الأداء الأكاديمي لأعضاء هيئة التدريس بكليات التربية في ضوء مدخل التوأمة الجامعية. *مجلة كلية التربية (أسيوط)، ٣٨(١٢)، ٦١-١٧٨ .*

نزعي، عزالدين، عبدالله، نزر الدين، وجلولي، محمد. (٢٠٢٢). تأثير دمج تكنولوجيات الإعلام والاتصال في التعليم-دراسة نموذج التوأمة الرقمية في المجال التربوي ضمن إطار الشراكة الجزائرية الدولية لتحقيق أهداف التنمية المستدامة. *مجلة النمو الاقتصادي والمقاولاتية*، ٥ (١)، ١٢٣-١٣٦.

هيئة الحكومة الرقمية. (٢٠٢١). *التوأم الرقمي*. https://dga.gov.sa/sites/default/files/2022-08/التوأم%٢٠الرقمي.pdf

English References:

Akdemir, A. S. (2017). eTwinning in Language Learning: The Perspectives of Successful Teachers. *Journal of Education and Practice*, *8*(10), 182-190.

Arantes, J. (2023). Digital twins and the terminology of "personalization" or "personalized learning" in educational policy: A discussion paper. *Policy Futures in Education*, 14782103231176357.

Balla, M., Haffner, O., Kučera, E., & Cigánek, J. (2023). Educational Case Studies: Creating a Digital Twin of the Production Line in TIA Portal, Unity, and Game4Automation Framework. *Sensors*, *23*(10), 4977.

Boettcher, K., Terkowsky, C., Schade, M., Brandner, D., Grünendahl, S., & Pasaliu, B. (2023). Developing a real-world scenario to foster learning and working 4.0–on using a digital twin of a jet pump experiment in process engineering laboratory education. *European Journal of Engineering Education*, 1-23.

Braguez, J., Braguez, M., Moreira, S., & Filipe, C. (2023). The possibilities of changes in learning experiences with Metaverse. *Procedia Computer Science*, *219*, 504-511.

Dai, R., & Brell-Çokcan, S. (2022). Digital twins as education support in construction: a first development framework based on the Reference Construction Site Aachen West. *Construction Robotics*, *6*(1), 75-83.

Dietz, M., Meissner, B., Goppelt, F., & Schmidt-Vollus, R. (2021, July). On the development of virtual labs using digital twins and a proposal for didactic optimization using design-based research. In *2021 Fifth World Conference on Smart Trends in Systems Security and Sustainability (WorldS4)* (pp. 186-191). IEEE.

Eriksson, K., Alsaleh, A., Behzad Far, S., & Stjern, D. (2022). Applying Digital Twin Technology in Higher Education: An Automation Line Case Study. *Adv. Transdiscipl. Eng*, *21*, 461-472.

Gartner Firm. (2017, March 21). Top 10 Strategic Technology Trends for 2017: Digital Twins. https://www.gartner.com/en/documents/3647717?_its=JTdCJTIydmlkJTIyJTNBJTIyN2YzOWE4YmEtMTI1My00NDFmLWFlZWItMTE1MjE4NGQwZmY1JTIyJTJDJTIyc3RhdGUlMjIlM0ElMjJybHR%2BMTY5NTczODIxOX5sYW5kfjJfMTY0NjVfc2VvXzlhY2IwMjk3ZDJmODkwNTZhOGEyMTc3ODg3MmZkOGM0JTIyJTJDJTIyc2l0ZUlkJTIyJTNBNDAxMzElN0Q%3D

Jones, D., Snider, C., Nassehi, A., Yon, J., & Hicks, B. (2020). Characterising the Digital Twin: A systematic literature review. *CIRP journal of manufacturing science and technology*, *29*, 36-52.

Juarez, M. G., Botti, V. J., & Giret, A. S. (2021). Digital twins: Review and challenges. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, *21*(3), 030802.

Kaarlela, T., Pitkäaho, T., Pieskä, S., Padrão, P., Bobadilla, L., Tikanmäki, M., ... & Luimula, M. (2023, May). Towards Metaverse: Utilizing Extended Reality and Digital Twins to Control Robotic Systems. In *Actuators* (Vol. 12, No. 6, p. 219). MDPI.

Kangisser, S., Irizarry, J., Watt, K., Borger, R., & Burger, A. (2022). Integrating Digital Twins in Construction Education Through Hands-on Experiential Learning. In *ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction* (Vol. 39, pp. 246-252). IAARC Publications.

Kartashova, L. A., Gurzhii, A. M., Zaichuk, V. O., Sorochan, T. M., & Zhuravlev, F. M. (2020). Digital twin of an educational institution: an innovative concept of blended learning. In *Proceedings of the symposium on advances in educational technology, aet*.

Kinsner, W., & Saracco, R. (2019, July). Towards evolving symbiotic cognitive education based on digital twins. In *2019 IEEE 18th International Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing (ICCI* CC)* (pp. 13-21). IEEE.

Lee, J. Y., Pyon, C. U., & Woo, J. (2023). Digital Twin for Math Education: A Study on the Utilization of Games and Gamification for University Mathematics Education. *Electronics*, *12*(15), 3207.

Liu, G. C., & Ko, C. H. (2022). Exploring multiple application scenarios of visual communication course using deep learning under the digital twins. *Computational Intelligence and Neuroscience*, *2022*.

Liu, X., & Jiang, J. (2022). Digital twins by physical education teaching practice in visual sensing training system. *Advances in Civil Engineering*, *2022*, 1-12.

Liu, M., Fang, S., Dong, H., & Xu, C. (2021). Review of digital twin about concepts, technologies, and industrial applications. *Journal of Manufacturing Systems*, *58*, 346-361.

Maksimović, M., & Davidović, N. (2022, September). The role of Digital Twin technology in transforming engineering education. In *9th International scientific conference Technics and Informatics in Education* (pp. 264-270).

Negri, E., Fumagalli, L., & Macchi, M. (2017). A review of the roles of digital twin in CPS-based production systems. *Procedia manufacturing*, *11*, 939-948.

Orsolits, H., Rauh, S. F., & Estrada, J. G. (2022, October). Using mixed reality based digital twins for robotics education. In *2022 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)* (pp. 56-59). IEEE.

Palmer, C., Roullier, B., Aamir, M., McQuade, F., Stella, L., Anjum, A., & Diala, U. (2022). Digital Twinning remote laboratories for online practical learning. *Production & Manufacturing Research*, *10*(1), 519-545.

Peshkova, M., Yumasheva, V., Rudenko, E., Kretova, N., Timashev, P., & Demura, T. (2023). Digital twin concept: Healthcare, education, research. *Journal of Pathology Informatics*, *14*, 100313.

Saracco, R. (2019). Digital twins: Bridging physical space and cyberspace. *Computer*, *52*(12), 58-64.

Semeraro, C., Lezoche, M., Panetto, H., & Dassisti, M. (2021). Digital twin paradigm: A systematic literature review. *Computers in Industry*, *130*, 103469.

Zacher, S. (2020). Digital twins for education and study of engineering sciences. *International Journal on Engineering, Science and Technology*, *2*(2), 61-69.

Zhang, L., Guo, Y., Qian, W., Wang, W., Liu, D., & Liu, S. (2022). Modelling and online training method for digital twin workshop. *International Journal of Production Research*, 1-20.

Zhang, Y., Pang, L., Wang, D., & Liu, S. (2022). Influences of Digital Twin Technology on Learning Effect. *Journal of Engineering Science & Technology Review*, *15*(4).

Translation of Arabic References:

Ibrahim, I. (2022). An Electronic Training Program in Arabic Language Teaching Strategies for Secondary School Teachers Based on Digital Twinning to Develop Teaching Competencies and the Level of Technical Literacy. Journal of Scientific Research in Education, 23(5), 248-290

Sultan, A., & Hashem, G. (2022). Developing the Academic Performance of Faculty Members in Colleges of Education in Light of the University Twinning Approach. Journal of the College of Education (Assiut), 38(12), 61-178.

Nazai, E., Abdullah, N., & Jalouli, M. (2022). The Impact of Integrating Media and Communication Technologies in Education - Studying the Digital Twin Model in the Educational Field within the Framework of the Algerian International Partnership to Achieve Sustainable Development Goals. Journal of Economic Growth and Entrepreneurship, 5(1), 123-136

Digital Government Authority. (2021). Digital twin. *https://dga.gov.sa/sites/default/files/2022-08.الرقمي٢٠%التوأم/pdf*