فاعلية استخدام الروبوت التعليمي في تنمية مهارات إنتاج المشروعات التعليمية لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"

أ/ ميرنا عبدالغني عبدالعزيز عبدالغني غازي
المعيدة بقسم تكنولوجيا التعليم
كلية التربية . جامعة المنصورة

ا.م.د رشا أحمد إبراهيم
أستاذ تكنولوجيا التعليم المساعد
كلية التربية . جامعة المنصورة

ا.م.د عبدالعال عبدالله السيد
أستاذ تكنولوجيا التعليم المساعد
كلية التربية . جامعة المنصورة

فاعلية استخدام الروبوت التعليمي في تنمية مهارات إنتاج المشروعات التعليمية لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"

أ.ميرنا عبدالغني غازي (*) ا.م.د رشا أحمد إبراهيم(**) ا.م.د عبدالعال عبدالله السيد (***)

المستخلص:

هدف البحث الحالي تنمية مهارات إنتاج المشروعات التعليمية والتقبل التكنولوجي لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM" باستخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي، وتكونت عينة البحث من (٥٠) طالب وطالبة من طلاب الصف الأول الثانوي بمدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"، واعتمد البحث على التصميم التجريبي (التصميم القبلي/البعدي) باستخدام مجموعتين متكافئتين إحداهما ضابطة والأخرى تجريبية، وتمثلت أدوات البحث في استخدام اختبار تحصيلي وبطاقة ملاحظة ومقياس للتقبل التكنولوجي وبطاقة تقييم جودة المنتج النهائي؛ لتقييم جودة المشروعات التعليمية التي أنتجها الطلاب (عينة البحث)، أشارت النتائج إلى: وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤٠.٠٥) بين متوسطي رتب درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيل لصالح المجموعة التجريبية، وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤٠.٠٥) بين متوسطي رتب درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لبطاقة الملاحظة لصالح المجموعة التجريبية، وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤٠.٠٥) بين متوسطي رتب درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لبطاقة تقييم المنتج لصالح المجموعة التجريبية، وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤٠.٠٥) بين متوسطي

* المعيدة في قسم تكنولوجيا التعليم.

** أستاذ تكنولوجيا التعليم المساعد– كلية التربية . جامعة المنصورة.

***أستاذ تكنولوجيا التعليم المساعد – كلية التربية . جامعة المنصورة

رتب درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس التقبل التكنولوجي لصالح المجموعة التجريبية، ويمكن إرجاع هذه النتائج إلى طبيعة الروبوت التعليمي الذي صمم، وما تضمنه من أنظمة ذكية متنوعة؛ بحيث يتيح للطلاب التفاعل والتدريب على كل مهارة وفقا لسرعته، ومراعاتها للفروق الفردية بين الطلاب، وقدم البحث مجموعة من التوصيات والبحوث المقترحة.

الكلمات المفتاحية: الروبوت التعليمي– المشروعات التعليمية – التقبل التكنولوجي– STEM.

Abstract:

The goal of the current search is Developing the Production Skills of Educational "Capstone" Projects and Technology Acceptance among STEM School Students Using Educational Robot Technology, the research sample consisted of (50) students from the first year of secondary "STEM" schools in Sciences and technology. The search was based on Experimental design (pre/post design) using two equal groups one of them officer and the other experimental, The research tools were the use of an achievement test, Note card, technology acceptance scale and a rating card of The Quality of the final product; To evaluate the quality of Educational projects produced by students (research sample). After conducting the experimental treatment, the results indicated that: Presence of A statistically significant difference at the level (0.05) between Average ranks of the students of the experimental and control groups in the post application For the achievement test in favor of the experimental group, the presence of A statistically significant difference at the level (0.05) between The average rank of the students of the two groups Experimental And the controller in the post-application of the note card For the experimental group, Presence of A statistically significant difference at the level (0.05) between The average rank of the students of the two groups Experimental And the control group in the post application of the product evaluation card For the experimental group, Presence of A statistically significant difference at the level (0.05) between the mean sort The scores of the students of the two experimental And the officer groups in the Application of technology acceptance scale For the experimental group. We can return These results to nature educational robot Which Deafness and its various smart systems; which allow students to Interact and train each skill according to their speed, taking into account individual differences between Students, the research presented a set of recommendations and proposed research.

Key words: Educational Robot– Educational Projects – Technological Acceptance- STEM.

المقدمة:

شهد العالم مؤخراً تطوراً غير مسبوق في مجال المستحدثات التكنولوجية؛ وجاء ذلك كنتيجة للتحديات المتلاحقة التي تواجه المنظومة التعليمية باعتبارها أساساً مهماً في عملية التنشئة الاجتماعية، وتوجب علينا مجابهتها في المقام الأول؛ لتأثيرها الحيوي على باقي المنظومة من حولنا، والجدير بالذكر أن الذكاء الاصطناعي وثورة الجيل الخامس تعد من أكثر المستحدثات التي تم تناولها بشكل واسع في الساحات العلمية وغيرها، حيث يسمح الذكاء الاصطناعي للآلات- وعلى رأسها الروبوتات- بمحاكاة القدرات الذهنية البشرية وأنماط عملها عن طريق البرامج الحاسوبية المختلفة، ولعل التأثير الكبير للجيل الخامس على الذكاء الاصطناعي ليس تطوراً فحسب وإنما يعد ثورة.

واستخدام الروبوتات أثري وسهل حياتنا اليومية وغير طريقة تفاعل الناس مع بيئتهم، وأصبحت الروبوتات التعاونية على وشك دفع عجلة العمليات الصناعية في جميع القطاعات بشكل أساسي، وهذا التقدم الكبير يؤدي في النهاية إلى استنتاج أن الجيل الحالي من الأطفال هو أول من يكبر مع تكنولوجيا الروبوتات في العالم الحقيقي، مما جعل الروبوتات الحالية تمثل ما يعرف بالأم الروبوتية (robonatives). وهذا مشابه لما حدث مع تيار الجيل الرقمي من السكان الأصليين الذين نشأوا مع ظهور الأجهزة الرقمية واليوم أصبحوا على دراية تامة بالهواتف الذكية وأجهزة إنترنت الأشياء والربط البيني في كل مكان [*] (Fislake, 2017).

وحيث تم استخدام تكنولوجيا الروبوت في العديد من المجالات؛ فهناك الروبوتات المستخدمة في التعليم المهني، والروبوتات المستخدمة كنظم تدريب، كما تعزز الروبوتات الصناعية كل من إنترنت الأشياء وأنظمة التصنيع المختلفة، ومن ناحية أخرى فإن الروبوتات في طريقهم إلى القيام بالعمليات الجراحية الطبية ومهام الشرطة الخطرة

[*] **اتبعت الباحثة في توثيق المراجع تعليمات وقواعد جمعية علم النفسية الأمريكية الإصدار السادس.**
American Psychological Association (APA) Format (6th Edition).

وغيرها من المجالات الأخرى. (Lepuschitz, Merdan, Koppensteiner, Balogh & Obdržálek, 2018)

وتعد الروبوتات التعليمية أداة فعالة لتسهيل تعلم طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "Science Technology Engineering Mathematics STEM"، كما أن التعلم باستخدام الروبوتات يوفر فرصًا للطلاب للحصول علي معرفة المحتوى في الفيزياء، وعلم الأحياء، والجغرافيا، والرياضيات، والعلوم، والإلكترونيات، وهندسة الميكانيكية، واكتساب المهارات الأكاديمية الحرجة، مثل: الكتابة، والقراءة، والبحث، والإبداع، والتعاون، والتفكير النقدي، وصنع القرار، وحل المشكلات، ومهارات الاتصال، والتصميم، والحساب، ومهارات التفكير، ويعد العمل باستخدام الروبوتات فعالًا لأنه يخلق متعة وجذبًا عمليًا بالبيئة التعليمية للطلاب، على عكس الفصول الدراسية التقليدية حيث يستمع الطلاب إلى تعليمات المعلم فقط كما أن استخدام الروبوتات يستلزم أن يشارك الطلاب في تجميع المواد المستخدمة في عملية التعلم، ويتعلمون حل المشكلات من خلال التجربة والخطأ. ومناهج التعلم التي تعزز التعلم من خلال الروبوتات تستند إلى المشاريع، وتركز على التعلم المتمركز حول الطالب والبناء؛ حيث ينصب التركيز على عملية التعلم بدلاً من المنتج النهائي. ويُوصى عند العمل باستخدام الروبوتات بتقسيم الطلاب في مجموعات صغيرة، ومن خلال العمل في هذه المجموعات يحصل الطلاب على المهارات اللازمة للتعاون الفعال. (Khine and Ohmer, 2017)

اتضح مما سبق أن تكنولوجيا الروبوت التعليمي تعد بمثابة أهم التوجهات المستقبلية التكنولوجية لما لها من آثار فعالة في العملية التعليمية حيث إنه ينمى كل من التفكير الابتكاري، والناقد لدى الطلاب، كذلك يدربهم على الاستكشاف والبحث والاستنتاج بطريقة علمية منطقية، إضافة إلى ذلك فإنه ينمى قدرة الطالب على الحوار والمناظرة العلمية؛ من خلال عقد مناظرات بين الطلاب والروبوت، مما يتيح الفرصة أمامنا للارتقاء بالمعايير الخاصة بالجودة والاعتماد الاكاديمي في المدارس، والجدير

بالذكر أن تكنولوجيا الروبوت أثبتت فعاليتها في تنمية العديد من المهارات، مثل: المهارات الاجتماعية، ومهارات التفكير المختلفة وغيرها، إلا أن مهارات إنتاج المشروعات التعليمية "Capstone" لم يتم تناولها من قبل، وهذا ما دفع الباحثة لدراسة أثر استخدام هذه التكنولوجيا عليها؛ نظراً للأهمية البالغة لهذه المهارات.

ووضحت أحلام إبراهيم (٢٠١٥) أن التعلم القائم على المشروعات يجعل المتعلم هو محور العملية التعليمية، فهو الذي يختار المشروع وينفذه تحت إشراف المعلم، كما يشجع على تفريد التعلم ومراعاة الفروق الفردية، إعداد المتعلمين وتهيئتهم للحياة خارج المؤسسة التعليمية، وتنمي لدى الطالب الثقة بالنفس وحب العمل، كما تشجعه على الإبداع والابتكار وتحمل المسئولية، وتنمية روح العمل التشاركي لدى المتعلمين.

يرى مورجان وكابرارو وكابرارو Capraro, Capraro and Morgan (2013)أن فكرة التعلم القائم على المشروعات "PBL "Project Based Learning ليست جديدة؛ إلا أن الجديد هو التركيز على تعليم STEM وربط التعليم الثانوي مع الممارسات بعد الثانوية، فمن الشائع في مؤسسات ما بعد الثانوية أن يكون الطلاب مطلوب منهم العمل في مجموعات لحل المشاكل المعقدة التي تقع داخل المشاريع الكبيرة، والتي لا تتطلب حلولًا متقاربة، فالطلاب مطالبون بشرح حلولهم وأن يكونوا قادرين على تبرير ما اقترحوا من حلول؛ حيث يقوم STEM PBL على فكرة أن التعلم ونجاح الوظيفة أمران مترابطان؛ حيث يتم بناء الخبرة بشكل متكرر عبر جميع الموضوعات، ويعتمد نجاح الوظيفة على تفاعل المعرفة؛ حيث يتطلب الأمر من الطلاب التفكير بشكل نقدي وتحليلي، وتعزيز المستوى الأعلى من مهارات التفكير. كذلك يتطلب STEM PBL التعاون واتصال النظراء وحل المشكلات والتوجيه الذاتي، ويعتمدSTEM PBL على التصميم الهندسي الذي يعتبر حجر الزاوية وبوصفه الأساس الذي يعتمد على العلم، والتكنولوجيا، والرياضيات التي ينبغي أن تؤثر على حل مشاكل العالم الحقيقي ذات المغزى.

الإحساس بالمشكلة:

نبع الاحساس بمشكلة البحث الحالية من عدة مصادر:

أولاً: الدراسة الاستكشافية:

أجرت الباحثة دراسة استكشافية من خلال تطبيق بطاقة ملاحظة لمهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone"[(*)1]، تم تطبيقها على (٢٠) طالباً وطالبة من طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM" بالدقهلية (غير عينة الدراسة)، وقد أسفرت نتائج الدراسة الاستكشافية عن الآتي:

- ٨٠% من مجموع أفراد العينة لا يمتلكون مهارات إنتاج المشروعات التعليمية "Capstone".

وقد توصلت الدراسة إلى أن هناك تدنياً وقصوراً في مهارات إنتاج المشروعات التعليمية "Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا"STEM".

ثانياً: نتائج الدراسات السابقة:

المحور الأول: الدراسات التي تناولت تكنولوجيا الروبوت التعليمي:

دراسة كل من كاسان، وسيرفيرا، وديل بويل، وكاسان Casan, Cervera, del Pobil and Casan (2015) والتي هدفت إلى تقديم دورة عبر الإنترنت حول برمجة الروبوتات؛ حيث قدمت من خلالها دورة مفتوحة المصدر تتيح للطلاب (من سن المدرسة الثانوية وما بعدها) الوصول إلى الروبوتات البشرية الحقيقية وبرمجتها في بيئة إنسانية واقعية، وتعلم كيفية استخدامها إضافة إلى ذلك ظهرت مزاياها عند تدريس STEM؛ حيث يتم تقديم سلسلة من المشاكل الحقيقية و التي يتعين علي الطلاب حلها من خلال البرمجة، وتوصلت الدراسة إلى فعالية استخدام الطلاب لتكنولوجيا الروبوت التعليمي التي قاموا بتعلم كيفية برمجتها من خلال هذه الدراسة في حل مشكلات البيئة

[1] (*) **ملحق (٢): بطاقة ملاحظة مهارات انتاج المشروعات التعليمية "capstone".**

الواقعية، وقد أوصت الدراسة بتوظيف تكنولوجيا الروبوت التعليمي في حل المشكلات العديدة التي تواجه العملية التعليمية.

دراسة هاشم الشرنوبي (٢٠١٦) والتي هدفت إلى دراسة التطبيقات التعليمية لتكنولوجيا الروبوت وتوظيفها في دعم الأدوار التربوية للمعلمين، وقد توصلت الدراسة إلى إمكانية توظيف تقنية الروبوت في القيام بأدوار متعددة في العملية التعليمية. وتعد الأجيال الحديثة من الروبوت لديها من الإمكانيات الفنية والتقنية، ما يتيح استخدامها في القيام بالعديد من الادوار التربوية للمعلمين، وقد أوصت باستخدام تقنية الروبوت في مجال التصميم التعليمي مثل تصميم مواقع الويب التعليمية من خلال برمجتها على ذلك، وأوصى باستخدام الروبوت في تعليم ذوي الاحتياجات الخاصة والمعاقين، وأوصى الباحثين باستخدام هذه التقنية في مجال التعليم والتدريب.

المحور الثاني: الدراسات والأدبيات التي اهتمت بمهارات إنتاج المشروعات التعليمية:

دراسة ديكركينج وفولك Dierking and Falk (2016) والتي هدفت إلى وضع رؤية ٢٠٢٠ والغرض منها هو إعادة تصور للأطر التي توجه أبحاث STEM في القرن الحادي والعشرين وبالتالي مدى تأثير ذلك على المشروعات التعليمية التي يقوم بها طلاب هذه المدارس، وقد توصلت هذه الدراسة إلى أهم المبادئ التي تقوم عليها هذه الرؤية، وقد أوصت هذه الدراسة بعمل مزيداً من الأبحاث والدراسات التي تدور حول الأسئلة الآتية: ماذا، متى، أين، لماذا، كيف، ومع من طلاب المدارس العادية من طلاب مدارس المتفوقين للعلوم والتكنولوجيا الذين يقومون بهذه المشروعات التعليمية .

دراسة ديبت وآخرون Depuydt and et al.,(2018) والتي هدفت إلى معرفة الخطوات الأولى في المواد المركبة لأطفال المدارس كأحد المشروعات التعليمية لطلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM حيث يتم تقديم هذه المواد للطلاب، والتي تعد بمثابة تطويراً لصندوق الأدوات التي يمكن للمعلم أن يستخدمه في إجراء التجارب، والتي توصلت إلى أن هذه المواد قدمت نتائج مبهرة في مواد: الكيمياء، والفيزياء، والرياضيات، وبهذه الطريقة يتم رفع مستوى الوعى العلمي للطلاب، ويجعل

لديهم نظرة ثاقبة فيما يتعلق بتحديات اليوم في المواد المركبة، وقد أوصت هذه الدراسة بعمل المزيد من الأبحاث فيما يتعلق بالمشروعات التعليمية لمدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا وذلك لإنها تساعد على وضع التعليم الحالي في سياق أوسع، كما أن هذه المشروعات لها قيمة تعليمية مضافة هائلة.

ثالثاً: توصيات المؤتمرات والندوات:

أوصت العديد من المؤتمرات والندوات وورش العمل على النحو العربي والأجنبي بضرورة تبني تكنولوجيا الروبوت التعليمي وضرورة تطبيق هذه التكنولوجيا داخل العملية التعليمية وفي محيطها، ومنها: المؤتمر الدولي الثامن للروبوتات في التعليم (RIE) "Robotics in Education" (٢٠١٧) الذى أقيم في بلغاريا خلال الفترة من(٢٦-٢٨) إبريل، والذى يتم تنظيمه كل عام بهدف توفير الفرصة للعرض التقديمي للبحوث ذات الصلة في مجال الروبوتات التعليمية، والمؤتمر العربي الخامس للروبوت والذكاء الاصطناعي (٢٠١٧) بالأمارات العربية المتحدة المقام في الفترة (٣-٥) أكتوبر والذي أوصى بضرورة استخدام تكنولوجيا الروبوت والذكاء الاصطناعي في التعليم ، وكذلك تم فيه استعراض استخدام التكنولوجيا في التعليم وخصوصا علوم الروبوتات والذكاء الاصطناعي، كما تم تناول أدوات تمكين المعلم لتوصيل العلم باستخدام هذه التكنولوجيا الحديثة ،إضافة إلى مناقشة التعلم الذكي الذى يقوم على إنشاء وتعزيز علمية التعليم في المدارس لكى تواكب تكنولوجيا الروبوت والذكاء الاصطناعي، والمؤتمر الدولي للتكنولوجيا والابتكار والمجتمع (٢٠١٩) الذى أقيم في مدينة طنجة بالمغرب في ٨ يونيو والذى استمر لمدة ثلاثة أيام متتالية؛ حيث ناقش وأوصى بشكل خاص باعتماد كل من قارة آسيا والقارة السمراء على الذكاء الاصطناعي وتكنولوجيا الروبوت لإعادة بناء مجتمعاتها، والمؤتمر العلمي العاشر- الدولي الثامن للجمعية المصرية للكمبيوتر التعليمي (٢٠٢٠) الذى أقيم بدولة مصر في الفترة من (٢٩) سبتمبر إلى (٤) أكتوبر أونلاين عبر رابط zoom، والمؤتمر الدولي الرابع عشر للتمكين الرقمي والذكاء الاصطناعي (٢٠٢٠) الذى أقيم بمدينة القاهرة بدولة مصر في الفترة من (٥-٧)

ديسمبر، و(٦-٧) ديسمبر أونلاين عبر رابط zoom، وقد أوصت هذه المؤتمرات بأهمية الذكاء الاصطناعي وعلى رأسها عالم الروبوتات والتحكم عن بعد، كما أوصت بضرورة تطبيق تكنولوجيا الروبوت في العملية التعليمية.

مشكلة البحث:

وجود ضعف في مهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM". وأمكن صياغة مشكلة البحث الحالي من خلال السؤال الرئيس الآتي: **ما أثر استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي في تنمية مهارات إنتاج المشروعات التعليمية "Capstone" والتقبل التكنولوجي لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"؟**. وتفرع عن هذا السؤال الأسئلة الفرعية الآتية:

١. ما مهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" اللازم توافرها لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"؟
٢. ما معايير تصميم تكنولوجيا الروبوت التعليمي اللازم استخدامها في تنمية مهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"؟
٣. ما التصميم التعليمي لتكنولوجيا الروبوت التعليمي اللازم توافرها لتنميه مهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"؟
٤. ما أثر استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي في تنمية الجوانب المعرفية لمهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"؟
٥. ما أثر استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي في تنمية الجوانب الأدائية لمهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"؟

٦. ما أثر استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي في جودة المنتج لمهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"؟

أهداف البحث: هدف البحث الحالي إلى:

١. كشف أثر استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي في تنمية الجوانب المعرفية لمهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM".
٢. كشف أثر استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي في تنمية الجوانب الأدائية لمهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM".
٣. كشف أثر استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي في جودة المنتج في مهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM".

أهمية البحث: تمثلت أهمية البحث في الآتي:

١. مساعدة طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM" في إنتاج ملصق تعليمي "Poster" عالي الجودة.
٢. تدريب طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM" على إنتاج الرسوم ثلاثية الأبعاد.
٣. مساعدة طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM" في إنتاج مجسم تعليمي "Prototype" عالي الجودة.
٤. تدريب طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM" على التعامل مع الروبوت، ويشجعهم نحو تجربة عمل الروبوت بأنفسهم واستخدامه في مشروعاتهم التعليمية كأحد المستحدثات المهمة.

٥. مساعدة المعلمين على التعامل والتدريس باستخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي.
٦. إمداد الباحثين بقائمة بمهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone".
٧. تزويد الباحثين بمعايير تصميم تكنولوجيا الروبوت التعليمي، والذي يعد نواة لغيره من الأبحاث في مجال تكنولوجيا الروبوت التعليمي.
٨. حث مطوري المناهج على تطوير المناهج في ضوء استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي.

عينة البحث:

تكونت عينة البحث من (٥٠) طلاب وطالبات الصف الأول الثانوي من مدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM" بمدينة جمصة بمحافظة الدقهلية، وتم اختيارهم بطريقة عشوائية وتقسيمهم إلى مجموعتين (تجريبية، وضابطة) وتم تطبيق أدوات القياس قبلياً على المجموعتين، وبعد الانتهاء من التجربة، تم تطبيق أدوات القياس بعدياً على المجموعتين.

حدود البحث: اقتصر البحث الحالي على الحدود الآتية:

١- **حدود بشرية:** وتمثلت في طلاب الصف الأول الثانوي بمدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM" بالدقهلية.
٢- **حدود زمنية:** وتمثلت في العام الدراسى٢٠٢١ م/٢٠٢٢م.
٣- **حدود مكانية:** وتمثلت في مدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM" بالدقهلية.
٤- **حدود موضوعية:** وتمثلت في مهارات إعداد لوحة العرض"Poster"، مهارات إعداد المجسم الخاص بالمشروع "Prototype".

منهج البحث: استخدم البحث الحالي المناهج الآتية:

المنهج الوصفي:

واستخدم في وصف مشكلة البحث، والتعرف على أسبابها، وتحديد المشكلة، والتوصل للمهارات، وتحليل أدبيات المجال؛ لإعداد الإطار النظري، والبحوث والدراسات السابقة ذات الصلة بالموضوع الخاص بمشكلة البحث، ووصف وبناء أدوات البحث، ونموذج التصميم، وقائمة المعايير، وتفسير ومناقشة النتائج.

المنهج التجريبي:

واستخدم في الجانب التطبيقي للبحث والدراسة، وهو قياس أثر المتغير المستقل (استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي) على المتغيرات التابعة (الجوانب المعرفية الخاصة بمهارات إنتاج المشروعات التعليمية "Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"، الجوانب الأدائية الخاصة بمهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" مهارات إنتاج المشروعات التعليمية "Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"، جودة المنتج النهائي" المشروعات التعليمية "Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM") لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM".

أدوات البحث: قام الباحث ببناء أدوات البحث الآتية:

١. اختبار تحصيلي لقياس الجوانب المعرفية المرتبطة بمهارات إنتاج المشروعات التعليمية "Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM".
٢. بطاقة ملاحظة لقياس الجوانب الأدائية الخاصة بمهارات إنتاج المشروعات التعليمية "Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM".
٣. بطاقة تقييم المنتج لتقييم جودة إنتاج طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM" للمشروعات التعليمية "Capstone".

متغيرات البحث: تمثلت متغيرات البحث في الآتي:

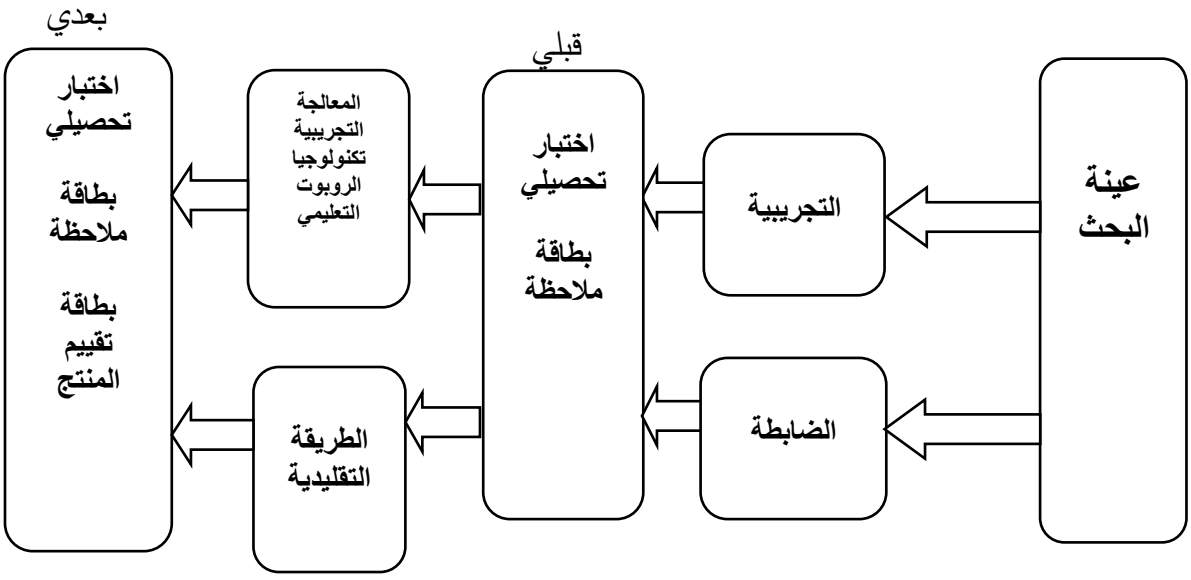
١- **المتغير المستقل:** تكنولوجيا الروبوت التعليمي.

٢- المتغيرات التابعة:

- الجوانب المعرفية الخاصة بمهارات إنتاج المشروعات التعليمية "Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM".
- الجوانب الأدائية الخاصة بمهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" مهارات إنتاج المشروعات التعليمية "Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM".
- جودة المنتج النهائي" المشروعات التعليمية "Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM".

التصميم التجريبي للبحث:

في ضوء طبيعة هذا البحث وقع اختيار الباحثة على التصميم التجريبي (التصميم القبلي/البعدي) باستخدام مجموعتين متكافئتين إحداهما ضابطة والأخرى تجريبية (محمد سويلم البسيوني، ٢٠٠٤، ١٥٠) والذي يوضحه الشكل الآتي:



شكل (١) يوضح التصميم التجريبي للبحث

فروض البحث: سعى البحث الحالي للتأكد من صحة الفرضيات التالية:

١. وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤٠.٠٥) بين متوسطي رتب درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيل لصالح المجموعة التجريبية.

٢. وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤٠.٠٥) بين متوسطي رتب درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لبطاقة الملاحظة لصالح المجموعة التجريبية.

٣. وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤٠.٠٥) بين متوسطي رتب درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لبطاقة تقييم المنتج لصالح المجموعة التجريبية.

مصطلحات البحث:

أمكن تعريف مصطلحات البحث اصطلاحياً وإجرائياً كالآتي:

- **تكنولوجيا الروبوت التعليمي:**

وعرفها كل من داود الحدابي ورجاء الجاجى (٢٠١١) بأنه: علم هندسة وتصميم وصناعة وهيكلة الروبوت، ويجمع هذا العلم ثلاثة جوانب رئيسة، وهي: الميكانيكا، والإلكترونيات، والبرمجة.

وتعرفه الباحثة إجرائياً بأنها: بأنها تقنية تعتمد على استخدام آلة ميكانيكية مصنعة مع طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"، والتي تقوم بتنفيذ سلسلة من المهام المعقدة المختلفة بشكل أوتوماتيكي لتنمية مهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone"؛ حيث يتم التحكم فيها عن طريق برمجتها باستخدام الحاسوب، وتستطيع هذه الآلة استشعار بيئة العمل المحيطة بها والتفاعل معها من خلال حساسات، كما أنها قادرة على اتخاذ القرارات، وإظهار سلوك يدل على الذكاء، وهذا ما يميزها عن بقية الآلات.

- **المشروعات التعليمية:**

وعرفها ديكاسكتروا de Castro (2014) بأنها: سلسلة من الإجراءات والأنشطة التي يستخدمها الطلاب لتحسين كل من التعلم الرسمي وغير الرسمي.

وتعرفها الباحثة إجرائيا بأنها: سلسلة من الأنشطة والإجراءات والمهام التعليمية المرسومة التي يقوم بها طلاب مدارس المتفوقين للعلوم والتكنولوجيا "STEM"، وهذه المهام يتم تصميمها بمواصفات تربوية وتكنولوجية ضمن خريطة زمنية مرسومة؛ لتحقيق أهداف تعليمية محددة، وذلك من خلال استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي، ومنها مهارات معرفية كمهارة اختيار التقنية المناسبة للمشروع التعليمي"Capstone"، ومهارات أدائية كمهارة كتابة الملخص Abstract كإحدى مهارات إعداد لوحة العرض"Poster".

الإطار النظري للبحث:

تناول هذا الجانب الإطار النظري للبحث كالآتي:

أولاً: مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM":

يعد إنشاء مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM" نقله نوعية في تاريخ التعليم المصري؛ لما تنتهجه هذه المدارس من خطى تساعد في جعل مصر من أوائل الدول الراعية للتجارب التعليمية الفريدة على مستوى العالم أجمع؛ ولهذا سيتم تناول هذه المدارس تفصيلياً في هذا المحور.

عرفها أيدوس Aydos (2018) بأنها: منظومة تقوم على أساس المدخل التكاملي، وتهتم بالطالب؛ من خلال جعله محوراً للعملية التعليمية، وأهم ما يميزها هي المشروعات التعليمية"Capstone" التي ينتجها الطلاب.

كما عرفها كل من ألين، وبيترمان Allen & Peterman (2019) بأنها: نتاج الثورة الفكرية التي تهتم بكل من: ناتج العملية التعليمية، والعمليات المؤدية لهذا الناتج على حد السواء، والمتمثلة في المشروعات التعليمية"Capstone" التي يتشارك الطلاب فيها.

تتمثل أهداف مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM" كما وضحها جورجينسونJorgenson (2014) فيما يلي:

- تنمية البحث العلمي في مصر، وإعداد علماء المستقبل.
- تقديم فرص تعليمية متميزة للطلاب؛ بتقديم منح دراسية متنوعة لهم سواء داخل مصر أو خارجها.
- إخراج طالب لديه القدرة على التصميم والإبداع والتفكير النقدي.
- إعداد جيل من النشء قادر على المنافسة في المسابقات المحلية والدولية، وتمثيل مصر في المحافل الدولية بجدارة.
- تنمية مهارات الطلاب المختلفة سواء على الصعيد العلمي أو الاجتماعي.

الاهتمام بالجانب العملي التطبيقي للعلوم المختلفة، وعدم الاقتصار على التنظير فقط.

ثانياً: المشروعات التعليمية:

عرفها كل من جوهان، وعمير Gokhan & Omer (2010) بأنها: أنشطة، يتواصل فيها المتعلمين فيما بينهم في مجموعات صغيرة؛ لجمع المعلومات، والتوصل إلى استنتاجات، وقرارات؛ مما ينمي لديهم مهارات التفكير العليا.

كما عرفها كل من باس، وبيهان Bas & Beyhan (2010) بأنها: نوع من العمل الجماعي التعاوني، يقوم على فكرة توزيع الأدوار على المتعلمين، وذلك للوصول لهدف عام محدد، ويقوم فيها المتعلم ببناء معرفته من خلال ممارسة تجارب عملية واقعية ومعالجة مشكلات حقيقية، باستخدام مصادر متنوعة.

تتنوع مراحل المشروع التعليمي كما حددها كل من (محمد عفيفي، ٢٠١٠؛ عادل سرايا، ٢٠١٢؛ منال عبدالعال، ٢٠١٤؛ نبيلة المولد، ٢٠١٩) فيما يلي:

- **مرحلة اختيار المشروع:** يقوم بها المتعلمين وفق ميولهم، وقدراتهم الخاصة، وهي خطوة مهمة؛ لنها تعد بمثابة نقطة انطلاق لباقي المراحل.
- **مرحلة التخطيط:** يقوم المتعلمين فيها بصياغة أهداف المشروع، وإجراءات تنفيذه، وتوزيع الأدوار فيما بينهم.
- **مرحلة التنفيذ:** يتم فيه تحويل ما تم في مرحلة التخطيط إلى واقع فعلي ملموس.
- **مرحلة المتابعة والتقويم:** يعد التقويم عملية مستمرة؛ حيث نجده مصاحباً لكل من مرحلتي التخطيط والتنفيذ، إلا أنه هنا كمرحلة مستقلة يتم فيه تقويم منتجات المتعلمين من قبل كل من الأقران والمعلم.

ثالثاً: تكنولوجيا الروبوت التعليمي:

عرفه كيلي (Kaelly , 2010) بأنه: كل جهاز يتفاعل مع محيطه، ويعمل بشكل مستقل.

وعرفته بثينة الهباهبة (٢٠١٠) بأنه: جهاز ميكانيكي، يعمل وفقاً لبرنامج مسجل داخل العقل الإلكتروني الخاص به، ويساعده في ذلك مكوناته الإلكترونية.

يتكون الروبوت من أربعة جوانب أساسية كما أشار إليها كل من (عبد الله خطابية، ٢٠١١؛ واجنر wagner، 2012)، وهي:

- **المكونات الميكانيكية:** ويقصد بها الهيكل الخارجي للروبوت.
- **المكونات الإلكترونية:** ويقصد بها المحركات، والحساسات، والملتقطات، والعقل الإلكتروني، ولوحات التحكم، وغيرها من المكونات الأخرى.
- **المكونات الكهربية:** ويقصد بها مصدر الطاقة الذي يغذي المكونات الإلكترونية.
- **المكونات البرمجية أو الحاسوبية:** ويقصد بها البرامج الحاسوبية المستخدمة لكتابة الأوامر التي يقوم الروبوت بتنفيذها.

إجراءات البحث:

يمكن عرض إجراءات البحث كالآتي:

- **اشتقاق قائمة مهارات إنتاج المشروعات التعليمية لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM ":**

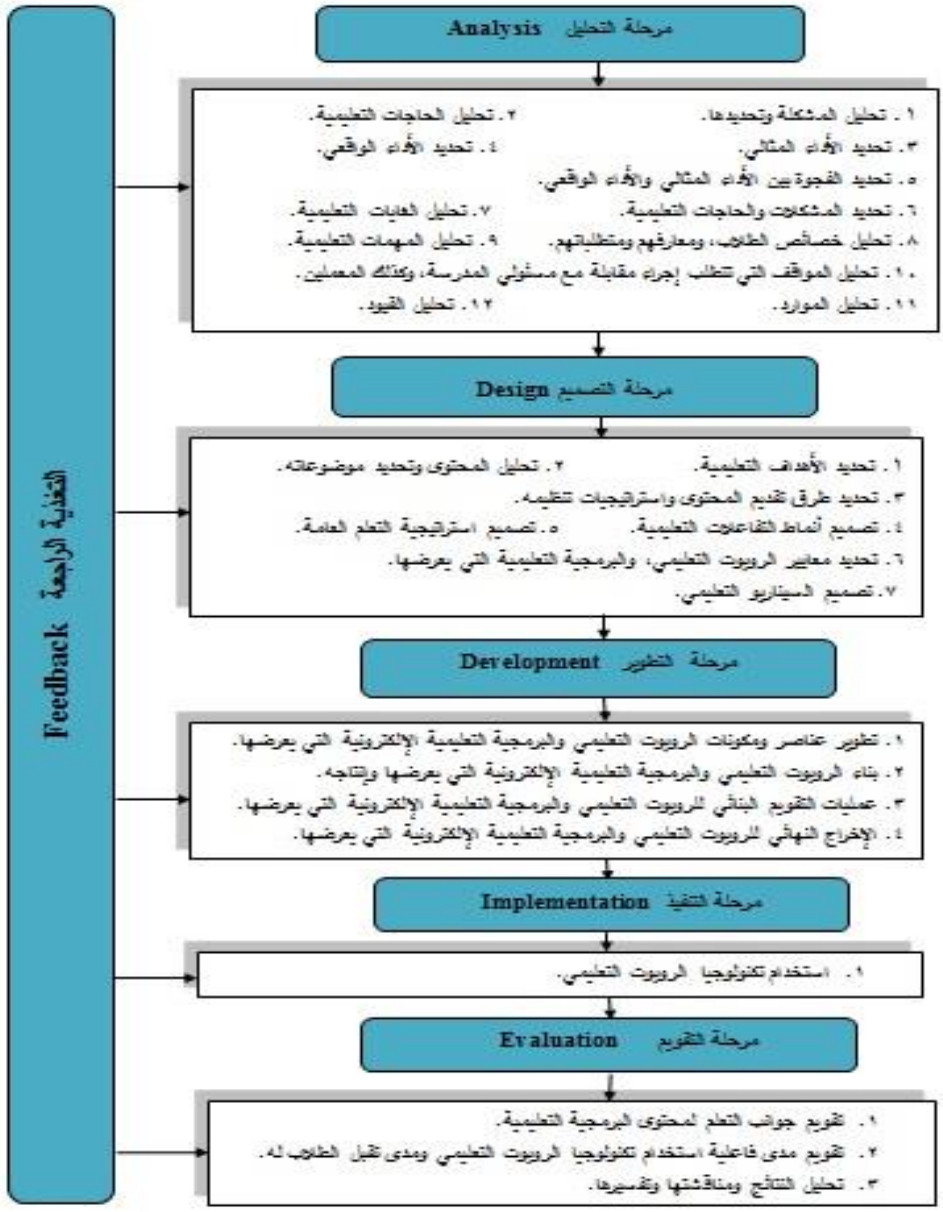
تم التوصل إلى قائمة أولية لمهارات إنتاج المشروعات التعليمية، وذلك من خلال عدة مصادر، وتم عرضها في صورتها الأولية على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مجال تكنولوجيا التعليم والحاسب الآلي، وبعد إجراء كافة التعديلات في ضوء آراء السادة المحكمين على القائمة، والتأكد من صدقها وثباتها، تم وضعها في صورتها النهائية، والتي اشتملت على (٤) مهارات رئيسة، كما ضمت القائمة (١٧) مهارة فرعية، (١٣٨) مؤشراً للأداء.

- **اشتقاق قائمة معايير تصميم الروبوت التعليمي لتنمية مهارات إنتاج المشروعات التعليمية لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM":**

تم التوصل إلى قائمة بمعايير تصميم الروبوت التعليمي نفسه المستخدم في البحث الحالي، وتم عرضها على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مجال تكنولوجيا التعليم، وبعد إجراء كافة التعديلات في ضوء آراء السادة المحكمين اشتملت القائمة في صورتها النهائية على (٣) معيار، وقد اشتملت على (٢٩) مؤشر ضمن مؤشرات الأداء، كما تضمنت معايير تصميم خاصة بالبرمجية التي يعرضها الروبوت وصل عددها (١٥) معيار، وقد اشتملت على (١٦٥) مؤشر ضمن مؤشرات الأداء.

- **نموذج التصميم التعليمي المستخدم في البحث الحالي:**

تم تصميم الروبوت التعليمي المستخدم لتنمية مهارات إنتاج المشروعات التعليمية لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"، والبرمجية التعليمية الإلكترونية التي يعرضها وفقاً للنموذج العام للتصميم التعليمي (ADDIE). وتم اختيار هذا النموذج لأنه يعتبر قالباً عاماً تشترك فيه جميع نماذج التصميم التعليمي؛ لاحتواء النماذج الأخرى على جميع مراحل النموذج العام وتختلف في توسعها في مرحلة معينة دون أخرى، وبالتالي يعتبر أساس نماذج التصميم التعليمي، كما يستخدم هذا النموذج غالباً نظراً لبساطته وفعاليته، وجاهزيته للتطبيق العملي، كما أنه يتميز بالتفاعلية بين جميع المكونات عن طريق عمليات التغذية الراجعة والتعديل والتحسين المستمر، ومراحله هي: مرحلة التحليل **A**nalysis – مرحلة التصميم **D**esign– مرحلة التطوير **D**evelopment – مرحلة التنفيذ **I**mplementation – مرحلة التقويم **E**valuation)، وقد استخدمت الباحثة هذا النموذج في التصميم كما يلي:



شكل (٢) مخطط لنموذج التصميم التعليمي العام ADDIE بتصريف من الباحثة

وفيما يلي عرض تفصيلي لمراحل التصميم التعليمي المتبع وفقاً لخطوات النموذج، مع بعض الإضافات التي تتناسب مع طبيعة البحث الحالي من قبل الباحثة كالآتي:

المرحلة الأولى: مرحلة التحليل:

في هذه المرحلة تم القيام بالآتي: (تحليل المشكلة وتحديدها، تحليل الحاجات التعليمية، تحديد الأداء المثالي، تحديد الأداء الواقعي، تحديد الفجوة بين الأداء المثالي والأداء الواقعي، تحديد المشكلات والحاجات التعليمية، تحليل الغايات التعليمية، تحليل خصائص الطلاب ومعارفهم ومتطلباتهم، تحليل المهمات التعليمية، تحليل المواقف التي تتطلب إجراء مقابلة مع مسئولي المدرسة، وكذلك المعلمين، تحليل الموارد، تحليل القيود).

المرحلة الثانية: مرحلة التصميم:

في هذه المرحلة تم إجراء الآتي: (تحديد الأهداف التعليمية، تحليل المحتوى وتحديد موضوعاته، تحديد طرق تقديم المحتوى واستراتيجيات تنظيمه، تصميم أنماط التفاعلات التعليمية، تصميم استراتيجية التعلم العامة، تحديد معايير الروبوت التعليمي، والبرمجية التعليمية التي يعرضها، تصميم السيناريو التعليمي).

المرحلة الثالثة: مرحلة التطوير:

في هذه المرحلة تم إجراء الآتي: (تطوير عناصر ومكونات الروبوت التعليمي والبرمجية التعليمية الإلكترونية التي يعرضها، بناء الروبوت التعليمي والبرمجية التعليمية الإلكترونية التي يعرضها وإنتاجه، عمليات التقويم البنائي للروبوت التعليمي والبرمجية التعليمية الإلكترونية التي يعرضها، الإخراج النهائي للروبوت التعليمي والبرمجية التعليمية الإلكترونية التي يعرضها).

المرحلة الرابعة: مرحلة التنفيذ:

تم إجراء الآتي في هذه المرحلة (استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي)؛ حيث تم الآتي:

١) التعليمات والتطبيق القبلي للأدوات:

تم تطبيق أدوات البحث (اختبار تحصيلي، بطاقة الملاحظة) قبلياً، وسوف يتم توضيح هذه الخطوة في التجربة للميدانية للبحث.

٢) تقديم المعالجة لعينة البحث:

في هذه الخطوة دراسة المحتوى المقدم من خلال استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي، وسوف يتم توضيحها بالتفصيل في مرحلة التجربة الأساسية للبحث.

٣) التطبيق البعدي للأدوات:

تم تطبيق أدوات البحث (اختبار تحصيلي، بطاقة الملاحظة، بطاقة تقييم جودة المنتج) بعدياً، وسوف يتم توضيح هذه الخطوة في التجربة للميدانية للبحث.

٤) رصد النتائج ومعالجتها إحصائياً:

بعد تطبيق أدوات البحث قبلياً وبعدياً تم رصد درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة الخام القبلية والبعدية، وذلك تمهيداً لإجراء عمليات التحليل الإحصائي للخروج بالنتائج النهائية للبحث.

٥) تحليل النتائج ومناقشتها وتفسيرها:

تم تناول هذه المرحلة بشكل مفصل في الفصل الرابع للبحث.

المرحلة الخامسة: مرحلة التقويم:

في هذه المرحلة تم إجراء الآتي: (تقويم جوانب التعلم لمحتوى البرمجية التعليمية، تقويم مدى فاعلية استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي ومدى تقبل الطلاب له، تحليل النتائج ومناقشتها وتفسيرها).

إعداد أدوات البحث:

فيما يلي عرضاً تفصيلياً للإجراءات المتبعة في إعداد أدوات البحث النهائية، والمتمثلة في: (الاختبار التحصيلي، وبطاقة ملاحظة الجوانب الأدائية، بطاقة تقييم جودة المنتج النهائي)، كالاتي:

١) إعداد الاختبار التحصيلي:

في ضوء الأهداف العامة والإجرائية، والمحتوى التعليمي الذي تم إعداده، تم إعداد وتصميم اختبار التحصيل المعرفي، وبعد إعداده في صورته الأولية تم عرضها على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مجال تكنولوجيا التعليم والحاسب الآلي، وبعد إجراء التعديلات اللازمة اشتمل الاختبار التحصيلي في صورته النهائية على (٥٧) مفردة مقسمين إلى (٢٥) مفردة من نوع الصح والخطأ، و(٣٢) مفردة من مفردات الاختيار من متعدد، ودرجته النهائية (٥٧) وزمنه (٥٧) دقيقة.

٢) بطاقة ملاحظة الجوانب الأدائية:

تم إعداد بطاقة ملاحظة الجوانب الأدائية لمهارات إنتاج المشروعات التعليمية لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM" في صورتها الأولية، وتم عرضها على مجموعة من السادة المحكمين في مجال تكنولوجيا التعليم، وبعد الانتهاء من ضبط بطاقة الملاحظة، أصبحت البطاقة في صورتها النهائية وصالحة للتطبيق على طلاب عينة البحث، وقد اشتملت البطاقة في صورتها النهائية، على (٢) مجالات رئيسة، كل منهما يشتمل على (٤) مهارة رئيسة، كما ضمت البطاقة (١٧) مهارة فرعية، (١٣٨) مؤشراً للأداء.

٣) بطاقة تقييم جودة المنتج النهائي:

تم إعداد بطاقة تقييم المشروعات التعليمية التي سيقوم طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM" بإنتاجها بعد دراستهم للموديولات في صورتها الأولية، وتم عرضها على مجموعة من السادة المحكمين في مجال تكنولوجيا التعليم، وبعد

الانتهاء من ضبط البطاقة، أصبحت البطاقة في صورتها النهائية وصالحة للتطبيق على طلاب عينة البحث، وقد اشتملت البطاقة في صورتها النهائية، على (٩٨) مفردة.

الأساليب الإحصائية المستخدمة:

استخدم برنامج الرزمة الإحصائية **SPSS. v22** في استخراج نتائج البحث بالأساليب الإحصائية التالية: (الوسيط – الربيعات – Man Whitney– قيمة Z).

نتائج البحث:

توصلت نتائج البحث إلى إجابة الباحثة عن جميع أسئلة البحث الحالي، والتي استلزمت لإجابتها قيام الباحثة ببعض الإجراءات أو من خلال فرض الفروض (فروض البحث) والتحقق من صحتها إحصائيًا، وذلك على النحو التالي:

الإجابة عن السؤال الأول:

نص السؤال الأول على: ما مهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" اللازم توافرها لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"؟، وتم الإجابة عن هذا السؤال من خلال الإجراءات التي اتبعها الباحثة في الفصل الثالث، ومن خلالها تم التوصل إلى قائمة المهارات في صورتها النهائية، والموضحة بملحق (٣)، وبالانتهاء من هذه الخطوة تكون الباحثة قد توصلت إلى الإجابة عن السؤال الفرعي الأول للبحث.

الإجابة عن السؤال الثاني:

نص السؤال الثاني على: ما معايير تصميم تكنولوجيا الروبوت التعليمي اللازم استخدامها في تنمية مهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" والتقبل التكنولوجي لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"؟، وتم الإجابة عن هذا السؤال من خلال الإجراءات التي اتبعها الباحثة في الفصل الثالث، ومن خلالها تم التوصل إلى قائمة المعايير في صورتها النهائية، والموضحة في ملحق (٤)، وبالانتهاء من هذه الخطوة تكون الباحثة قد توصلت إلى الإجابة عن السؤال الفرعي الثاني للبحث.

الإجابة عن السؤال الثالث:

نص السؤال الثالث على: ما التصميم التعليمي لتكنولوجيا الروبوت التعليمي اللازم توافرها لتنميه مهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" والتقبل التكنولوجي لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"؟، وللإجابة عن هذا السؤال قامت الباحثة بدراسة وتحليل مجموعة من نماذج التصميم التعليمي، وفي ضوء ذلك التحليل قامت باختيار النموذج العام للتصميم التعليمي (ADDIE) وتطويره بما يتناسب مع طبيعة البحث الحالي، وقد قامت باتباع خطوات النموذج المنهجية بتصرف من الباحثة بما يتناسب مع طبيعة المعالجة التجريبية للبحث الحالي والفئة المستهدفة من الطلاب، وقد تم توضيح ذلك في الفصل الثالث الخاص بالإجراءات، وبالانتهاء من هذه الخطوة تكون الباحثة قد توصلت إلى الإجابة عن السؤال الفرعي الثالث للبحث.

الإجابة عن السؤال الرابع:

نص السؤال الرابع على: ما أثر استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي في تنمية الجوانب المعرفية لمهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"؟، وللإجابة عن هذا السؤال قامت الباحثة بافتراض الفرض الأول في البحث، ثم قامت باختبار صحته على الوجه الآتي:

- **الفرض الأول:**

نص على: ""وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي رتب درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيل لصالح المجموعة التجريبية."؛ ولاختبار صحة هذا الفرض قامت الباحثة بتطبيق اختبار مان ويتني Man Whitney والجداول التالية توضح ذلك كالآتي:

جدول (١) الإحصاء الوصفي للتطبيق البعدي للاختبار التحصيلي

الأداة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	أقل قيمة	أعلى قيمة	الربيع الادنى	الوسيط	الربيع الاعلى
الاختبار التحصيلي	٥٠	٤١.٨٠	٨.٤٤	١٠	٥٧	٣٨.٢٥	٤٢.٠٠	٤٧.٠٠

يتضح من الجدول (١) أن قيمة المتوسط الحسابي للتطبيق البعدي للاختبار التحصيلي بلغت قيمته (٤١.٨٠) وبلغت قيمة الانحراف المعياري (٨.٤٤)، وبلغت أقل قيمة للاختبار (١٠) وأعلى قيمة (٥٧)، كما بلغت قيم الربيعات (٣٨.٢٥) للربيع الأدنى، و(٤٢) للوسيط، و(٤٧) للربيع الأعلى، وللتعرف على دلالة الفروق بين المجموعتين من الجدول التالي.

جدول (٢) الفرق بين متوسطي رتب المجموعتين في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي

المجموعات	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة z	قيمة مان ويتني	الدلالة
الضابطة	٢٥	١٤.٨٢	٣٧٠.٥٠	٥.١٩٠	٤٥.٥٠٠	٠.٠٠١ دالة
التجريبية	٢٥	٣٦.١٨	٩٠٤.٥٠			

يتضح من الجدول (٢) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين رتب متوسطات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي، ويتضح ذلك من قيمة مان ويتني، حيث بلغت قيمتها (٤٥.٥٠٠)، كما بلغت قيمة z (٥.١٩٠) وهي دالة عند مستوى ٠.٠٠١، كما يتضح من الجدول الفرق بين متوسطي رتب المجموعتين حيث بلغ متوسط الرتب للمجموعة الضابطة (١٤.٨٢)، وبلغ متوسط الرتب للمجموعة التجريبية (٣٦.١٨)، مما يدل على وجود فرق دال إحصائياً لصالح المجموعة التجريبية، وبذلك يتم **قبول الفرض البديل** الذي ينص على "وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي رتب درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيل لصالح المجموعة التجريبية".

وترجع هذه النتائج إلى قدرة الروبوت التعليمي على تقديم الدعم والمساهمة المعرفية، وكم إثرائي من المعلومات الأكثر توضيحاً للمحتوى الأساسي، وقدرته على تقديم المعلومات في شكل جذاب وبأنماط بصرية ومتعددة الحواس؛ مما ساهم في بناء المعرفة بصورة أكثر تنظيماً لدى المجموعة التجريبية، إضافة إلى أن التعلم في الوقت المناسب جعل الطلاب أكثر تقبلاً للتعلم ودراسة للمحتوى.

وبالتالي يمكن إرجاع الفرق في درجات المجموعة التجريبية في الجانب المعرفي، وذلك نتيجة لطبيعة الروبوت التعليمي وقدرته على تقديم المعلومات وعرضها بطريقة جاذبة وتوضيحية، وتقديم معلومات تفصيلية وإثرائية بشكل مكثف للطلاب، وهو ما لم يتوافر في طرق أخرى.

كذلك فعملية تقديم التغذية الراجعة والأنشطة التعليمية من الروبوت التعليمي طوال فترة التعليم للطلاب بشكل مفصل أدى إلى ارتفاع معدلات التحصيل المعرفي لديهم فيما يخص مهارات إنتاج المشروعات التعليمية "Capstone"، وبذلك ظهر الفرق في الاختبار التحصيلي لصالح المجموعة التجريبية.

كما يرجع تفسير هذه النتائج إلى استخدام الروبوت التعليمي لتقنيات الذكاء الاصطناعي، وهي تقنيات جذابة بالنسبة للطلاب، فما تضمنته من (وسائط تفاعلية) لعرض المحتوى التعليمي أسهم في تشجيع الطلاب على الاستمرار في التعلم، وتحقيق الأهداف التعليمية المنشودة، مما أدى إلى زيادة التحصيل المعرفي لديهم.

وقد اتفقت هذه النتائج مع نتائج دراسة كل من (Chang, Lee, Chao, Wang and Chen, 2010؛ Mikropoulos and Bellou, 2013؛ هاشم الشرنوبي، ٢٠١٦؛ أمل البدو، ٢٠١٧) والتي أكدت جميعها على ارتفاع درجات التحصيل في الجانب المعرفي نتيجة استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي.

وقد اتفقت هذه النتائج أيضاً مع مبادئ النظرية البنائية في ضرورة أن يكون التعلم ومحتواه ذو معنى بالنسبة للطالب، وأن الطالب قادر على بناء معرفته بنفسه في سياقات اجتماعية مع الأقران، وأنه كلما كان هناك أدوات تفاعل وإبحار أكثر كلما تم

التعلم بشكل أفضل، واتفقت أيضاً في كون الطالب قادر على استخدام خبرته السابقة والتعليم والتعلم السابق، وتوظيفه في مواقف تعليمية جديدة، وتكوين النسق المعرفي له في إطار الدمج بين ما تعلمه من قبل وما يقوم بتعلمه في الوقت الحاضر.

الإجابة عن السؤال الخامس:

نص السؤال الخامس على: ما أثر استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي في تنمية الجوانب الأدائية لمهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"؟، وللإجابة عن هذا السؤال قامت الباحثة بافتراض الفرض الثاني في البحث ثم قامت باختبار صحتهم، على الوجه الآتي:

- **الفرض الثاني:**

نص على: "وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي رتب درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لبطاقة الملاحظة لصالح المجموعة التجريبية."؛ ولاختبار صحة هذا الفرض قامت الباحثة بتطبيق اختبار مان ويتني Man Whitney والجداول التالية توضح ذلك كالآتي:

جدول (٣) الإحصاء الوصفي للتطبيق البعدي لبطاقة الملاحظة

الأداة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	أقل قيمة	أعلى قيمة	الربيع الادنى	الوسيط	الربيع الاعلى
بطاقة الملاحظة	٥٠	٢١٩.٩٠	٣٣.٩٨	١٦١	٢٦٠	١٧٢.٧٥	٢٣٤.٥٠	٢٤٣.٥٠

يتضح من الجدول (٣) أن قيمة المتوسط الحسابي للتطبيق البعدي لبطاقة الملاحظة بلغت قيمته (٢١٩.٩٠) وبلغت قيمة الانحراف المعياري (٣٣.٩٨)، وبلغت أقل قيمة للبطاقة (١٦١) وأعلى قيمة (٢٦٠)، كما بلغت قيم الربيعات (١٧٢.٢٥) للربيع الأدنى، و(١٣٤.٥٠) للوسيط، و(٢٤٣.٥٠) للربيع الأعلى، وللتعرف على دلالة الفروق بين المجموعتين من الجدول التالي.

جدول (٤) الفرق بين متوسطي رتب المجموعتين في التطبيق البعدي لبطاقة الملاحظة

المجموعات	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة z	قيمة مان ويتني	الدلالة
الضابطة	٢٥	١٥.٣٨	٣٨٤.٥٠	٤.٩١٠	٥٩.٥٠٠	٠.٠٠١ دالة
التجريبية	٢٥	٣٥.٦٢	٨٩٠.٥٠			

يتضح من الجدول (٤) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين رتب متوسطات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لبطاقة الملاحظة، ويتضح ذلك من قيمة مان ويتني ، حيث بلغت قيمتها (٥٩.٥٠٠) كما بلغت قيمة z (٤.٩١٠) وهي دالة عند مستوى ٠.٠٠١ ، كما يتضح من الجدول الفرق بين متوسطي رتب المجموعتين حيث بلغ متوسط الرتب للمجموعة الضابطة (١٥.٣٨) وبلغ متوسط الرتب للمجموعة التجريبية(٣٥.٦٢) مما يدل على وجود فرق دال إحصائياً لصالح المجموعة التجريبية وبذلك يتم **قبول الفرض البديل** الذي ينص على " وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي رتب درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لبطاقة الملاحظة لصالح المجموعة التجريبية"

ويمكن تفسير ذلك في كون الروبوت التعليمي جعل الطلاب أكثر قدرة على التركيز لأطول فترة ممكنة؛ مما ساعدهم على الاحتفاظ بالمعلومات لفترة أطول وعدم التشتت أو فقدان التركيز؛ مما جعل الأفضلية في إكساب الجانب الأدائي لصالح المجموعة التجريبية.

فوجود ترابط بين هذه النتيجة الحالية والنتيجة المتعلقة بالجانب المعرفي، وهي ارتفاع درجات رتب المجموعة التجريبية، أدى إلى زيادة وتحسن معدل الأداء العملي لمهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" لدى طلاب هذه المجموعة.

كما أن طلاب المجموعة التجريبية لديهم الدافعية للتعلم بشكل أكبر؛ نتيجة تفاعل الروبوت التعليمي معهم؛ وظهر نتيجة ذلك في سعيهم لاكتساب مزيد من المعرفة، والذي انعكس إيجابياً على الجانب الأدائي، وهذا ما يتفق مع كل من: نظرية الدافعية، ونظرية النشاط.

فما وفره الروبوت التعليمي من فرص للتواصل والتفاعل والتعاون أثناء التعلم من خلال أساليب التفاعل المتزامنة وغير المتزامنة ساعد في تبادل الخبرات بين الطلاب، وتنمية الجانب الأدائي للمهارات، وتطبيق المهارات أولاً بأول.

وقد اتفقت هذه النتائج مع نتائج دراسة كل من (Alemany and Cervera, 2012؛ Holmquist,2014 ؛ Ospennikova, Ershov and Iljin, 2015؛ Tonidandel, Filho, Simes, Colombini, and ،Aroca, Pazelli, Goncalve, 2016) أكدت جميعها على ارتفاع درجات الطلاب في الجانب الأدائي والعملي للمهارات.

كما اتفقت هذه النتائج مع النظرية البنائية في ممارسة التعليم في مواقف حقيقية وواقعية، حيث تم متابعة تنفيذ الطلاب للمهارات والمهام المكتسبة من خلال الروبوت التعليمي أولاً بأول.

الإجابة عن السؤال السادس:

نص السؤال السادس على: ما أثر استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي في جودة المنتج لمهارات إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone" لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا "STEM"؟، وللإجابة عن هذا السؤال قامت الباحثة بافتراض الفرض الثاني في البحث ثم قامت باختبار صحتهم، على الوجه الآتي:

- **الفرض الثالث:**

نص على: "وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي رتب درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لبطاقة تقييم المنتج لصالح المجموعة التجريبية."؛ ولاختبار صحة هذا الفرض قامت الباحثة بتطبيق اختبار مان ويتنيMan Whitney والجداول التالية توضح ذلك كالآتي:

جدول (٥) الإحصاء الوصفي للتطبيق البعدي لبطاقة تقييم المنتج

الأداة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	أقل قيمة	أعلى قيمة	الربيع الادنى	الوسيط	الربيع الاعلى
بطاقة تقييم المنتج	٥٠	٦٧.٢٢	١٨.١٧	٣٧	٩٥	٥٠.٧٥	٧١.٥٠	٨٣.٢٥

يتضح من الجدول (٥) أن قيمة المتوسط الحسابي للتطبيق البعدي لبطاقة تقييم المنتج بلغت قيمته (٦٧.٢٢) وبلغت قيمة الانحراف المعياري (١٨.١٧)، وبلغت أقل قيمة للبطاقة (٣٧) وأعلى قيمة (٩٥)، كما بلغت قيم الربيعات (٥٠.٧٥) للربيع الأدنى، و(٧١.٥٠) للوسيط، و(٨٣.٢٥) للربيع الأعلى، وللتعرف على دلالة الفروق بين المجموعتين من الجدول التالي.

جدول (٦) الفرق بين متوسطي رتب المجموعتين في التطبيق البعدي لبطاقة تقييم المنتج

المجموعات	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	قيمة z	قيمة مان ويتني	الدلالة
الضابطة	٢٥	١٤.٩٢	٣٧٣.٠٠٠	٥.١٣٣	٤٨.٠٠	٠.٠٠١ دالة
التجريبية	٢٥	٣٩.٠٨	٩٠٢.٠٠			

يتضح من الجدول (٦) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين رتب متوسطات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لبطاقة تقييم المنتج، ويتضح ذلك من قيمة مان ويتني، حيث بلغت قيمتها (٤٨) كما بلغت قيمة z (٥.١٣٣)، وهي دالة عند مستوى ٠.٠٠١، كما يتضح من الجدول الفرق بين متوسطي رتب المجموعتين حيث بلغ متوسط الرتب للمجموعة الضابطة (١٤.٩٢) وبلغ متوسط الرتب للمجموعة التجريبية(٣٩.٠٨)، مما يدل على وجود فرق دال إحصائياً لصالح المجموعة التجريبية وبذلك يتم **قبول الفرض البديل** الذي نص على: "وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي رتب درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لبطاقة تقييم المنتج لصالح المجموعة التجريبية".

ويرجع ذلك لتنوع الأنظمة الذكية الذي يقدمها الروبوت التعليمي؛ حيث أدى استخدامهما إلى نتائج عالية في إكساب التحصيل المعرفي والأداء العملي بشكل عام مما عاد بعظيم الأثر على إنتاج طلاب المجموعة التجريبية.

كما يرجع ذلك لتفاعلية الروبوت التعليمي مع طلاب المجموعة التجريبية ومرونته الشديدة مما أثار دافعية طلاب المجموعة التجريبية لتجويد إنتاجهم على عكس طلاب المجموعة الضابطة الذين يسود تعلمهم جو من الجمود، وهذا ما يتفق مع كل من: نظرية الدافعية ونظرية النشاط.

كما أن طلاب المجموعة التجريبية لديهم الدافعية للتعلم بشكل أكبر؛ نتيجة تفاعل الروبوت التعليمي معهم؛ وظهر نتيجة ذلك في سعيهم لاكتساب مزيد من المعرفة، والذي انعكس إيجابياً على الجانب الأدائي، وهذا ما يتفق مع كل من: نظرية الدافعية، ونظرية النشاط.

وقد اتفقت هذه النتائج مع نتائج دراسة كل من (Chang, Lee, Chao, Wang and Chen, 2010؛ Mikropoulos and Bellou, 2013؛ هاشم الشرنوبي، ٢٠١٦؛ أمل البدو، ٢٠١٧).

توصيات البحث: من خلال نتائج البحث أوصت الباحثة بما يلي:

١. استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي في تنمية إنتاج المشروعات التعليمية"Capstone"؛ وذلك لفعاليتها في ربط الجوانب النظرية بالجوانب العلمية.
٢. تضمين تكنولوجيا الروبوت التعليمي ضمن مصفوفة البرامج التدريبية التي تقدمها الجامعات المصرية لأعضاء هيئة التدريس.
٣. تدريب القائمين على إنتاج البرمجيات التعليمية بمراكز التطوير التكنولوجي على كيفية استخدام وتصميم الروبوتات التعليمية

مقترحات البحث: اقترحت الباحثة ما يلي في ضوء النتائج التي توصل إليها البحث الحالي:

١. أثر استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي في تنمية مهارات معالجة البيانات الضخمة لدى طلاب الدراسات العليا بكليات التربية.
٢. أثر استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي في تنمية مهارات إنتاج قواعد البيانات لدى طلاب المرحلة الثانوية.
٣. أثر استخدام تكنولوجيا الروبوت التعليمي في تنمية مهارات إنتاج الرسوم ثلاثية الأبعاد لدى طلاب الدراسات العليا بكليات التربية.

قائمة المراجع

المراجع العربية:

أحلام إبراهيم (٢٠١٥). فاعلية نمطي التعلم القائم على المشروعات عبر الويب (فردي/ تشاركي) في تنمية مهارات تطوير الكتب الإلكترونية لدى الطالبات المعلمات واتجاههن نحو استراتيجية التعلم. *مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، ع ٥٩، ص ص ٦٩-١١٨.

أمل البدو (٢٠١٧). أثر التدريس المعملي اعتماداً على الروبوت التعليمي في تنمية التحصيل الرياضي لطالبات الصف الثاني عشر علمي لمدارس عمان- الأردن. *المجلة الدولية لتطوير التفوق*. مج. ٨، ع. ١٥، ٢٠١٧. ص ص ١٣٣-١٥٢.

بثينة الهباهبة (٢٠١٠). مشروع "الروبوت المدرسي". *مجلة التعليم الإلكتروني والتحديات التربوية*، مجلة نصف سنوية تصدر عن مركز الملكة رانيا العبدالله لتكنولوجيا التعليم، المملكة الأردنية الهاشمية، ج٢، ع١، ص ص٢٤-٢٦.

داود الحدابي، ورجاء الجاجى (٢٠١١). أثر التدريب في بناء وبرمجة الروبوت على تنمية مهارات التفكير الإبداعي ومهارات التفكير العلمي لدى عينة من الطلبة الموهوبين. *المؤتمر العلمي العربي الثامن لرعاية الموهوبين والمتفوقين – الموهبة والإبداع منعطفات هامة في حياة الشعوب: المجلس العربي للموهوبين والمتفوقين*، ج ١، عمان: المجلس العربي للموهوبين والمتفوقين، ص ص ٥٠٧ – ٥٤٤.

عادل سرايا (٢٠١٢). تصميم استراتيجية تدريبية للتعلم الإلكتروني القائم على المشروعات وفاعليتها في تنمية مهارات تصميم الحقائب التدريبية والجوانب المعرفية المرتبطة بها لدى اختصاصي مراكز مصادر التعليم بكلية المعلمين بالرياض. *تكنولوجيا التعليم: الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم*، مج٢٢، ع١، ص ص ٤٥-٨٦.

مسترجع من

https://search.mandumah.com/Record/614322,7.128.2020

عبدالله خطابية (٢٠١١). *تعليم العلوم للجميع.* عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

محمد عفيفي (٢٠١٠). سقالات التعلم كمدخل لتصميم وتطوير المقررات الإلكترونية ومدى فاعليتها على كل من أداء الطلاب في التعلم القائم على المشروعات والرضا عن التعلم في البيئة الإلكترونية. *تكنولوجيا التربية – دراسات وبحوث: الجمعية العربية لتكنولوجيا التربية*، ص ص ٦٣-١٠٧. مسترجع من https://search.mandumah.com/Record/115209,18.8.2020

منال عبدالعال (٢٠١٤). اختلاف نوع التقويم القائم على الأداء باستراتيجية التعلم بالمشروعات القائم على الويب وأثره على تنمية مهارات حل المشكلات وقوة السيطرة المعرفية في مقرر الكمبيوتر وتكنولوجيا المعلومات لدى طلاب المرحلة الإعدادية. *تكنولوجيا التعليم: الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم*، مج٢٤، ع١، ص ص ٢٣٩-٢٧٩. مسترجع من https://search.mandumah.com/Record/699789,7.8.2020

نبيلة المولد (٢٠١٩). فاعلية التعلم القائم على المشروعات عبر الويب في تنمية التحصيل ومهارات التنظيم الذاتي في مادة الفيزياء لدى طالبات المرحلة الثانوية، *المجلة العربية للتربية النوعية: المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب*، ع٨، ص ص٣٧-٦٨.

هاشم الشرنوبي (٢٤-٢٦ أكتوبر،٢٠١٦). التطبيقات التعليمية لتكنولوجيا الروبوت وتوظيفها في دعم الأدوار التربوية للمعلمين. *مؤتمر معلم العصر الرقمي*. الرياض –المملكة العربية السعودية: جامعة الأميرة نورة بنت عبدالرحمن.

المراجع الأجنبية

Alemany, J., & Cervera, E. (2012, September). Appealing robots as a means to increase enrollment rates: a case study. In Anais da 3a. *conferência Internacional de Robótica na Educação,*

n. 1, V. 13, pp. 15-20.

Allen, S., & Peterman, K. (2019). Evaluating informal STEM education: Issues and challenges in context. *New Directions for Evaluation*, n. 1, V. 16, pp. 17-33.

Aroca, R. V., Pazelli, T. F., Tonidandel, F., Filho, A. C., Simes, A. S., Colombini, E. L., ... & Goncalves, L. M. (2016). Brazilian Robotics Olympiad: A successful paradigm for science and technology dissemination. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, n. 5, V. 13, pp. 15-20.

Aydos, Y. (2018). *The Impacts of STEM Education Training on Pre-service School Leaders* (Doctoral dissertation, University of West Georgia).

Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (Eds.). (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Springer Science & Business Media.

Casan, G. A., Cervera, E., Del Pobil, A., & Casan, G. A. (2015). Online teaching of humanoid robots. In *Human Robot Interaction Education Workshop*.

Chang, C. W., Lee, J. H., Chao, P. Y., Wang, C. Y., & Chen, G. D. (2010). Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a second language in primary school. *Journal of Educational Technology & Society*, n. 2, V. 13, pp. 13-24.

De Castro, M. G. A. (2014). Educational projects based on mobile learning. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, n. 1, V. 15, pp. 10-19.

Depuydt, D., Hendrickx, K., Mehdikhani, M., Petrov, N. A., Lomov, S. V., & Seveno, D. (2018). First steps in composite materials for schoolchildren: A STEM educational project. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, n. 10, V. 9, pp. 298-302.

Dierking, L. D., & Falk, J. H. (2016). *2020 Vision: Envisioning a new generation of STEM learning research*.

Fislake, M. (2017). Robotics in technology education. *Handbook of Technology Education*, n. 1, V. 8, pp. 1-25.

Gokhan, B., & Omer, B. (2010). Effects of multiple Intelligences supported project-based learning on student's achievement levels and attitudes Towards English lesson, *International Electronic journal of Elementary Education*, n. 3, V. 2, pp. 60-68.

Holmquist, S. (2014). A multi-case study of student interactions with educational robots and impact on science. *Technology, Engineering, and Math (STEM) learning and attitudes.* n. 1, V. 13, pp. 53-69.

Jorgenson, S. (2014). *Green Pedagogy: How STEM Teachers Understand and Enact Environmental Projects* (Doctoral dissertation, University of Cincinnati).

Kaelly, J. (2010). Lego Mind storm NXT-G Programing Guide, 2E, USA: Paul Manning.

Khine, M. S., Khine, M. S., & Ohmer. (2017). *Robotics in STEM Education*. Springer.

Lepuschitz, W., Merdan, M., Koppensteiner, G., Balogh, R., & Obdržálek, D. (2018). Robotics in Education Methods and Applications for Teaching and Learning. In *Conference proceedings RiE* (p. 192).

Mikropoulos, T. A., & Bellou, I. (2013). Educational robotics as mind tools. *Themes in Science and Technology Education*, n. 1, V. 6, pp.5-14.

Wagner, T. (2012). *Creating innovators: The making of young people who will change the world*. New York: Simon and Shuster.