مجلة علوم
ذوي الاحتياجات الخاصة

# واقع تضمين مبادئ نظرية تريز الإبداعية بالمشروع البحثى (Capstone) من وجهة نظر الخبراء بمدرسة العلوم والتكنولوجيا (STEM)

# The reality of including TRIZ Inventive Principals in Capstone Project from the Point of View of Experts at School of Science, Engineering, and Technology.

إعداد/

أ.د/أيمن محمد فتحى عامر
أستاذ علم النفس المعرفى والإبداع – ورئيس قسم علم النفس – كلية الآداب – جامعة القاهرة

أ.م.د/هيبه ممدوح محمود
أستاذ علم النفس التربوى المساعد- بكلية التربية – جامعة بنى سويف

منى عرفه عبد الوهاب
باحثة ماجستير بقسم الموهبة كلية علوم ذوى الاحتياجات الخاصة – جامعة بنى سويف

**مستخلص**

هدف البحث إلى الكشف عن واقع تضمين مبادئ نظرية تريز الابتكارية بالمشروع البحثى من وجهة نظر الخبراء في تقييم المشروع بمدرسة العلوم والهندسة والتكنولوجيا. واعتمد البحث على المنهج الوصفى لاستكشاف وجمع البيانات وتحليلها من عينة الدراسة وتكونت من (٦) خبراء في تقييم المشروع البحثى بمدرسة المتفوقات للعلوم والهندسة والتكنولوجيا بمحافظة بنى سويف، وطبقت عليهم قائمة للتحقق من مراحل إنتاج المشروع الرئيسية والفرعية التي في ضوئها تم بناء بطاقة مؤشرات أداء مراحل إعداد المشروع البحثى الفرعية وتطبيقات مبادئ نظرية تريز الإبداعية، وتضمنت (٤) مراحل رئيسية لبناء المشروع البحثى وعدد (٦) مراحل فرعية وعدد (١٣) مهمة لأداء متطلبات كل مرحلة في المشروع، وقد تم طرح عدد (٢٥) مبدأ إبداعى تم تحديدهم في ضوء نتائج الدراسات السابقة بمجال العلوم والهندسة والتكنولوجيا والرياضيات وتضمينها في ضوء اختيار نموذج مشروعى بحثى متكامل، وبعرض البطاقة على الخبراء، وقد تم استخدام الإحصاء الوصفية "التكرارات" باستخدام برنامج SPSS لتحديد نسبة المبادئ المستخدمة، وتم التوصل إلى تطبيق (١٦) مبدأ إبداعى بمراحل المشروع. وتوصى الدراسة بضروره تضمين نظرية تريز ومبادئها وعملياتها لتقديم حلول إبداعية لمشكلات وتحديات المشاريع البحثية بمدارس المتفوقين.

**الكلمات المفتاحية:** المبادئ الابتكارية – نظرية تريز – المشروع البحثى.

# The reality of including TRIZ Inventive Principals in Capstone Project from the Point of View of Experts at School of Science, Engineering, and Technology

**Abstract**:
This study aimed to reveal the reality of including the principles of TRIZ creative theory in the research project from the point of view of experts at the School of Science, Engineering, and Technology. This study relied on collecting data from the study sample and consisted of (10) experts in evaluating the research project at School of Science, Engineering and Technology in Beni Suef Governorate. A list was applied to them to verify the main and subsidiary stages of the project's production, in light of which a performance indicator card for the stages of preparing the research project was constructed. The sub-stages and applications of the principles of TRIZ's creative theory, which included (4) main stages for building the research project, (6) sub-stages, and (13) tasks to perform the requirements of each stage in the project. Number of (25) creative principles were presented and were identified in light of the results of previous studies. In the field of science, engineering, technology, and mathematics and including them in light of choosing an integrated research project model, and by presenting the card to the experts, it was achieved to apply (16) creative principles throughout the project stages. The study recommends the necessity of including TRIZ theory, its principles and processes to provide creative solutions to the problems and challenges of research projects in schools for outstanding students.
**Keywords**: Inventive principles - TRIZ theory - Capstone project.

**مقدمة**

مثّل الاهتمام بالمتفوقين والموهوبين والمبدعين مدخلاً مهماً وأساسياً للرقى الحضاري فى ظل عالم اجتاز الحواجز والحدود بين القارات وعبر إلى فلك الفضاء الواسع، نظراً لما أثبتوه وشهد لهم التاريخ العالمي من جهود وعطاء فكرى أثمر عن إنتاج وتراث متميز استفادت منه شعوب وأمم على مر العصور، على غرار هذا بُنيت العديد من النظريات التى استهدفت تحليل سلوك هذه الفئات الفريدة وإنتاجها لترسيخ أسس وقواعد علمية يحذو على نهجها الأجيال اللاحقة ويستثمرها المجتمع ودعائم بنيانه للنجاح فى مجالات مختلفة.

وقد أبرزت الثورة الصناعية ضرورة تحفز تقديم الاختراعات التى تفيد الإنسانية وتطورها فى ظل الحرب العالمية الأولى، وأثمرت عن نظرية تريز" TRIZ" للعالم هنرى ألتشلر والتى ركز جهده فيها على جمع الخصائص المشتركة للعديد من المخترعين على مستوى العالم بدراسة ٣٠٠ اختراع وتحليل لسلوكهم أثناء حل المشكلة الإبداعية وقد تبلورت حول ٤٠ مبدأ لحل المشكلات فى مجال الهندسة والصناعة والتجارة ثم انتقل إلى مجال التربية وعلم النفس إيماناً بإتاحة الفرصة لجميع المتعلمين الموهوبين منهم والمتفوقين للإبداع.

هذا وقد أوصت عده دراسات منها دراسة عبده عبدالله وآخرون(٢٠١٧) وسمر الشلهوب(٢٠١٩) وعماد هنداوى (٢٠٢١) بضرورة إعداد برامج تتركز على نظرية تريز "TRIZ " وتوظيفها لتمكين المتعلمين من حل المشكلات إبداعياً؛ وذلك من خلال الفهم العميق لطبيعة المشكلة الإبداعية والوعى بثغراتها وإزله ما يشوبها من تناقضات حيث تتيح النظرية للمتدرب الوعى بمراحل حل المشكلة وتطبيق حلول إبداعية، إضافة إلى ارتكاز فكرة النظرية على افتراضات أساسية يتمثل الأول في أن التصميم المثالي هو النتيجة النهائية التى نرغب فى الوصول إليها، والثانى تلعب المتناقضات المادية والتقنية والبشرية دوراً أساسياً فى حل المشكلات إبداعياً عند تحليلها والوعي بأبعادها، والافتراض الثالث تطور النظم التكنولوجية قائم على تراكب المعرفة والوعي بها وليس بطريقة عشوائية، ويمثل الرابع اتخاذ القرارات يأتي بناء على افتراضات علمية وليس تخمين ويُبنى على المعرفة السابقة، والفرض الخامس الإبداع عملية منهجية منظمة تسير وفق سلسلة محددة من الخطوات.

ويتطلب ذلك تشجيع الطلاب المتفوقين على تحمل المسئولية وإدراك طريقة تفكيرهم وتعلمهم وحثهم على توليد الحلول الإبداعية المتنوعة لما يواجه من مشكلات في حياته اليومية صالح أبو جادو ومحمد نوفل(٢٠٠٧)، هذا ويُعد اختيار الخطوات العلمية المُمنهجة للحل الإبداعي

للمشكلات سمة وآليه تتميز بها نظرية تريز "TRIZ" حنان آل سالم (٢٠١٩) ، ومتطلب ضروري للطلاب المتفوقين بمدارس"STEM" وتعنى (Science–Technology–Engineering–Mathematics) ويدعم طبيعة دراستهم التى تتركز حول العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

وهذا ما أثبتته دارسات علمية عده قامت في أساس بنائها على تجريب واختبار نظرية تريز في تلك المجالات العلمية منها دراسة وليد الزيادى ونايف المطوح (٢٠٢٣) وسيد عبدربه وولاء عبدالمحسن(٢٠٢٣) و Klinkov (2022) و Zhang &Yang(2020) و كادجا ومحمد Khadija, M. et la(2017)و Wang, C. et la. (2015) التطبيقية بهذه المجالات التى تتركز على بنائها فلسفة مدارس"STEM" وأهدافها التعليمية وتحمل فى طياتها التركيز على مهارات البحث العلمي لإعداد طالب متفوق قادر مواجهه عده تحديات من خلال إنتاج مشروع بحثى قادر على تقديم معالجة لهذه التحديات بمقررات مختلفة يدرسها الطلاب المتفوقين.

حيث تتركز فلسفة "STEM" على المبدأ وحدة المعرفة العلمية وذلك يعنى أن الموقف التعليمي يُعتبر نشاطاً واسعاً تُزال فيه الحواجز بين مجالات "STEM" بطابع تكاملي يسعى إلى تمكين الطالب المتفوق من المعارف والمهارات بعيداً عن المفاهيم النظرية التي تقدم بشكل تقليدي.

وتمثل المشروعات البحثية "Capstone" ركيزة أساسية يُبنى عليها عمليات التقييم داخل مدارس"STEM"وذلك لدورها في تعزيز مهارات البحث العلمي وحل المشكلة، وارتباطها بتحقيق نواتج التعلم، وقيم العمل الجماعي، واتخاذ القرار، وتحمل المسئولية الذاتية والجماعية، وهذا في حد ذاته يتطلب هيكلة نظريات علمية وعملية كنظرية تريز"TRIZ" بمناخ تعلم وتنفيذ مشروعات الكابستون.

ولذلك يتطلب تعليم وتطبيق هذه المشروعات نظريات علمية لابد وأن يستفيد منها الطلاب القائمين بتنفيذ المشروعات ومنظومة STEM، ولذلك سعى هذا البحث للتحقق من واقع تطبيق نظرية تريز " TRIZ ".

**١-مشكلة البحث وأسئلته:**

نبعت مشكلة البحث الحالى من خلال النقاط التالية :-

أ- أولت العديد من الدراسات في مجال مدارس" STEM"ا لتركيز على دراسة المُناخ والموارد المادية والإمكانات التي تعزز إنتاج المشروعات البحثية "Capstone "، كدراسة

الصالح يعقوب وجميلة الجميعابى(٢٠١٤) و(2012)Baker & Bernstein، في حين ركزت دراسات على دراسة المعوقات والمشكلات كدراسة نادية دلول ومنور نجم(٢٠١٩) وعبدالله سعيدى وآخرون(٢٠١٥) ودون أن تمنح مساحة كافية للتركيز على تطبيقات الطلاب لمشروعات الكابستون البحثية في ضوء النظريات العلمية كنظرية تريز " TRIZ "، والتي ارتبطت ارتباطاً وثيقاً بطبيعة المتفوقين في الإنتاج والاختراعات من خلال دراستها لسلوك المخترعين والمتفوقين في مجالات علمية تخدم الإنسانية.

ب- إهتمام العديد من الدراسات في مجال" STEM "والمتفوقين بشكل عام بتقديم برامج لعلاج بعض المشكلات النفسية التي تواجه الطلاب المتفوقين داخل المناخ التعليمى والمتفوقين بوجه عام كدراسة نفين عوض(٢٠٢١) ودراسة هدى إبراهيم وفايزة عبد المجيد(٢٠٢١) ودراسة أحمد رمضان وناصر جمعة(٢٠٢٠) دون التركيز على مشكلات مشروع الكابستون عملياً.

ت- ندرة الدراسات البحثية في مجال مدارس "STEM "التي تناولت تحليل مراحل إنتاج المشروعات الكابستون البحثية في ضوء مبادئ نظرية تريز"TRIZ "واستخدامها بمجال تخصص الموهبة والتفوق.

**وتبلور المشكلة في هذا البحث في السؤال الرئيسي التالي: -**

**س ما واقع تضمين مبادئ نظرية تريز الإبداعية بالمشروع البحثى الكابستون بمدرسة ستيم للمتفوقات؟**. وينبثق من السؤال الرئيسي سؤالين فرعيين وهما:-

١. ما مراحل إنتاج المشروع البحثى "Capstone " الرئيسية بمدرسة "STEM" للمتفوقات بمحافظة بنى سويف؟

٢. ما المبادئ الإبداعية المتوقع تطبيقها بالمشروع البحثى "Capstone" بمدرسة "STEM " للمتفوقات بمحافظة بنى سويف من وجهة نظر الخبراء ؟

## أهداف البحث:

يهدف البحث الحالي إلى:

- تحديد مراحل إنتاج المشروع البحثى "Capstone".

- دراسة وتحليل واقع تطبيق مبادئ نظرية تريز الإبداعية بمراحل إنتاج المشروع البحثى للطالبات المتفوقات بمدرسة" STEM" من وجهة نظر الخبراء.

**أهمية البحث:**

تتمثل أهمية البحث الحالى في الجانبين النظرى والتطبيقى على النحو التالى :-

١. ندرة البحوث والدراسات التي تناولت التركيز على تحليل مراحل إنتاج المشروع البحثى.
٢. الكشف عن مبادئ نظرية تريز "TRIZ" الإبداعية واقترانها بتقييم مراحل إنتاج المشروع البحثى إبداعياً بمدرسة"STEM".
٣. تقديم رؤية نظرية قد تفيد الباحثين في فهم طبيعة العلاقة بين نظرية تريز وإنتاج المشروع البحثى "Capstone ".
٤. إبراز الدور المتوقع من تطبيق نظرية تريزTRIZ" ومبادئها الابداعية في تعزيز المناخ التعليمى بمدرسة" STEM" والاستفادة من طبيعة النظرية التي تركزت على تحليل الاختراعات العلمية لعلماء في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات .
٥. قد تفيد نتائج هذه الدراسة المنظومة التعليمية داخل مدرسة" STEM "والخاصة بالمشروع البحثى "Capstone " وتطويرها في ضوء تعزيز استخدام المبادئ الإبداعية لنظرية ""TRIZ كمؤشر تقييم وإنتاج.
٦. تقدم الدراسة أداة تحليلية يمكن أن يستفيد منها الخبراء في تقييم المشروعات البحثية بمدارس" STEM" في ضوء تطبيقات مبادىء تريز" TRIZ" الإبداعية.

**حدود البحث:** تتمثل حدود البحث فيما يلى :-

١. **حدود زمانية:** تم تطبيق أدوات هذه الدراسة في العام الدراسى ٢٠٢٣/ ٢٠٢٤ م بالفصل الدراسى الثانى.
٢. **حدود مكانية:** تم تطبيق أدوات الدراسة بمدرسة ستيم للمتفوقات بشرق النيل بمحافظة بنى سويف.
٣. **حدود بشرية:** تمثلت في مجموعة من خبراء تقييم المشروع البحثى" Capstone".

٤. **حدود منهجية:** استخدمت الدراسة المنهج الوصفى للكشف عن واقع تطبيق مبادئ نظرية تريز TRIZ بالمشروع البحثى.

## مصطلحات البحث:

**١- مدارس العلوم والهندسة والتكنولوجيا للمتفوقات :**

يعرف الاتحاد الوطنى لمعلمى العلوم بالولايات المتحدة الأمريكية (NSTA) بأنها مدارس تتبع نهجاً متعدد التخصصات، حيث تقترن المفاهيم الأكاديمية الصارمة مع الدروس الواقعية، ويطبق الطلاب العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات فى السياقات التى تقوى الروابط بين المدرسة والمجتمع والعمل، لتمكن المؤسسات من المنافسة فى الاقتصاد الجديد. National Science Teaching Association (2017)

ويعرفها البحث الحالى إجرائياً بأنها منظومة تعليمية تتفاعل فيها العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من خلال الخبرات والمهارات العلمية التجريبية التى يُتاح للطلاب المتفوقين تعلمها من خلال الممارسة والتجربة التى تستهدف إنتاج مشروعات بحثيه.

**٢- نظرية تريز TRIZ:**

تُعرف نظرية تريز بأنها منهجية منتظمة ذات توجه إنسانى تستند إلى قاعدة معرفية ضخمة وتهدف إلى حل المشكلات بطرق إبداعية، وتعتمد المنهجية المنتظمة فى هذه النظرية على أدوات اجراءا محددة ذات خطوات واضحة تستخدم فى حل المشكلات (Savransky,2002).

**٣- المشروع البحثى "Capstone ":**

سلسلة من الأنشطة والإجراءات التعليمية المرسومة التى يقوم بها الطلاب المتفوقين بمدارس STEM وهذه المهام يتم تصميمها بمواصفات تربوية وتكنولوجية لتحقيق أهداف تعليمية محددة منها مهارات معرفية وأخرى آدائية (ميرنا غازى وآخرون،٢٠٢١) .

ويُعرف إجرائياً المشروع البحثى" Capstone " بأنها أحد مُخرجات التعلم الرئيسة التى تستهدف ترجمة المهارات العلمية التى يكتسبها الطلاب المتفوقين خلال دراستهم بمدرسة " STEM " وفق منظومة تتركز على تكامل المناهج ومحتواها العلمي المتركز على العلوم والتكنولوجيا والهندسة ومهام تعلم تتطلب العمل البحثي الجماعي بقواعد وأسس بناء المشروع للتوصل إلى تصميم منتج يقدم حلاً لتحديات مجتمعية حقيقة.

**٤- خبراء تقييم المشروع البحثى :**

وهم أساتذة من الجامعات بالتخصصات العلمية التي بُنى عليها مدرسة العلوم والهندسة والتكنولوجيا والتي تُقام في ضوء فلسفتها المشروعات البحثية بالمقررات الدراسية الأساسية التي تدرسها الطالبات المتفوقات بالمدرسة.

## ثانياً- الإطار النظرى والدراسات السابقة:

### أولاً- نظرية تريزTRIZ لحل المشكلات إبداعياً:

تنسب نظرية تريز "Teoriya Reshenya Izobreatatelikh date" واختصارها (TRIZ) إلى العالم المهندس الروسي التشلر (Altshuller) وتعني الحل الإبداعي للمشكلات، وقد حصل على شهادة المخترع الأول عندما كان طالباً في الكلية البحرية، فقد قام بتصميم مركب بحري به محرك صاروخي، ومنح على هذا الاختراع وظيفة في قسم براءات الاختراع في البحرية الروسية (سامية الانصارى وإبراهيم عبد الهادي، 2009 ).

**منهجية نظرية تريز TRIZ لحل المشكلات وفق الطريقة الإبداعية :**

يواجه جميع البشر سواء على المستوى الشخصى أو الاجتماعى نوعين من المشكلات في حياته وهما نوعين تبدأ **بالنوع الأول** مشكلات لها حلول معروفة ويمكن التوصل لعدد من الحلول لها من خلال الخبرة السابقة أو مرور الفرد بمشلكة مشابهه من قبل أشار إليها (حنان آل عامر، ٢٠٠٩؛ Kandemir, & Gur, 2009 ).

أما **النوع الثاني:** فهي المشكلات التي تحتوى على متطلبات متناقضة، ولا يوجد لها حلول معروفة وتتطلب حلولا إبداعية، وقد كان العالم الروسي التشلير مهتما بتلك المشكلات، وقد عُرفت بالمشكلات التي لا يوجد لها حلول معروفة أو لها حلول معروفة ولكن يترتب عليها مشكلات أخري ولحل هذه المشكلات وفق الطريقة الإبداعية يتم اتباع الاجراءات الواردة .

**المبادئ الإبداعية Inventive Principles :**

وهي المبادئ التي استخلصها "التشلر" من خلال تحليله لملايين الابتكارات، واستطاع "التشلر" وتلاميذه اكتشاف مبدأ تلو الآخر حتى تمكنوا من صياغة أربعين مبدأ، وتتمثل المهارة في استخدام هذه الاستراتيجيات في القدرة على تحديد المشكلة ووصفها، ومن ثم اختيار الاستراتيجية المناسبة لحلها (Liu & Liu ,2006)، وقد مثلت هذه المبادئ الإبداعية خلفية لكل المشكلات الإبداعية التي تضمنتها القاعدة المعرفية.

هذا وقد تناول كل من حنان آل عامر(٢٠٠٩) وعماد حافظ (٢٠١٥) وراشد الغامدى(٢٠١٨) وزينب صبره (٢٠١٩) تقديم قائمة بالمبادىء الإبداعية التي حددها Altshuller (2002) و( Ladewig(2008 يوضحها جدول رقم (١) التالى:-

**جدول (١) مبادئ نظرية تريز TRIZ الإبداعية**

| مبادئ نظرية تريز الأربعون | | | |
|---|---|---|---|
| **(١)مبدأ التجزئة والتقسيم.** | (١٢)مبدأ التوسيد المسبق. | (٢٢)مبدأ الإندفاع السريع/ القفز. | (٣٢)مبدأ المواد النافذة/ المسامية. |
| **(٢)مبدأ الفصل والإستخلاص.** | (١٣)مبدأ تقليل التباين/ التساوى في الجهد. | (٢٣)مبدأ تحويل الضار إلى نافع. | (٣٣)مبدأ تغيير اللون. |
| **(٣)مبدأ المكانية أو تجويد المكان.** | (١٤)مبدأ القلب أو العكس. | (٢٤)مبدأ التغذية الراجعة. | (٣٤)مبدأ التجانس. |
| **(٥)مبدأ اللاتماثل أو اللاتناسق.** | (١٥)مبدأ التكوير أو الإنحناء. | (٢٥)مبدأ الوساطة. | (٣٥)مبدأ النبذ والتجديد (التلاشى) الاسترجاع. |
| **(٦)مبدأ الربط أو الدمج.** | (١٦)مبدأ الديناميه أو المرونة. | (٢٦)مبدأ الخدمة الذاتية. | (٣٦)مبدأ تغيير الخصائص. |
| **(٧)مبدأ العمومية.** | (١٧)مبدأ الأعمال الجزئية أو المفرطة. | (٢٧)مبدأ النسخ. | (٣٧)مبدأ إنتقال المرحلية. |
| **(٨)مبدأ الإحتواء أو التعشيش.** | (١٨)مبدأ البعد الأخر. | (٢٨)مبدأ البدائل الرخيصة. | (٣٨)مبدأ التمدد الحرارى. |
| **(٩)مبدأ القوة الموازنة.** | (١٩)مبدأ الإهتزاز أو التذبذب. | (٢٩)مبدأ التعويض الميكانيكى. | (٣٩)مبدأ المؤكسدات القوية. |
| **(١٠)مبدأ العمل التمهيدى المضاد/ الإجراءات المسبقة.** | (٢٠)مبدأ العمل الفترى المتقطع. | (٣٠)مبدأ البناء المائى أو الهوائى. | (٤٠) مبدأ الجو الخامل. |
| **(١١)مبدأ العمل القبلى.** | (٢١)مبدأ العمل المفيد/ الفائدة المستمرة. | (٣١)مبدأ الأغشية المرنة أو الرقيقة. | - |

يوضح الجدول السابق مبادئ نظرية تريز التي استخلصها العالم ألتشلر من دراسة آلاف الاختراعات وفى ضوئها تم تحديد تلك المبادئ لتُستخدم في قطاع واسع من الأعمال والمجالات.

وتعقيباً على ما سبق فإن نظرية تريز تُعد من النظريات الرائدة فى حل المشكلات إبداعياً، وقد أولت العديد من الدراسات خاصة فى المجالات العلمية كالهندسة والصناعة والتعليم المهنى ضرورة أن تتخلل النظرية واستراتيجياتها الإبداعية النظام التعليمى من أجل التوجه نحو المستقبل، حيث أثبتت النظرية من خلال مقارنه نموذجها كعملية تميزاً على أى نموذج أخر لحل المشكلة الإبداعية من هذه الدراسات دراسة Shi-Jer et al.( 2012) و Cui(2018) و Zhang & Yang (2020)، لذلك فهى نظرية ملائمة لعلاج المشكلات التعليمية من خلال تطوير قدرات الطلاب الإبداعية حول المشكلة، وقد قدمت بعض هذه الدراسات أمثلة عملية تُثبت ملائمة النظرية للمجالات الهندسية والتكنولوجية والعلمية والرياضيات وجميعها تكون مصطلح STEM .

**ثانياً- المشروع البحثى "كابستون" Capstone:**

وصفت علا إسماعيل(٢٠٢٠) المشروع تعليمى بأنه تطبيق عملى تكاملى بين ما يدرسه الطلاب من علوم وتكنولوجيا وهندسة ورياضيات في وحدة متكاملة يتم تطبيقها في حل مشكلة من المشكلات التي تُشكل تحديات ستيم التي تواجهها مصر، باستخدام مجموعة من المهارات والأدوات المتاحة داخل المدرسة وخارجها وفق خطوات علمية منظمة ويتم مناقشتها من خلال عدد من الخبراء والمعلمين داخل المدرسة.

ويمثل سلسلة من الأنشطة والإجراءات التعليمية المرسومة التى يقوم بها الطلاب المتفوقين بمدارس STEM وهذه المهام يتم تصميمها بمواصفات تربوية وتكنولوجية لتحقيق أهداف تعليمية محددة منها مهارات معرفية وأخرى آدائية ( ميرناغازى وآخرون،٢٠٢١).

وعرفه عبدالله الشمرى وإبراهيم البلطان(٢٠٢٢) هو تصميم مشروعات ابتكارية تعاونية من قبل الطلاب في ضوء توجه STEM الذى يجمع التكامل بين العلوم والهندسة والتقنية والرياضيات من أجل الوصول لمنتج نهائي وتنمية مهارات النقد والاستقصاء والإبداع في مواقف مختلفة.

**خصائص المشروع البحثى Capstone:**

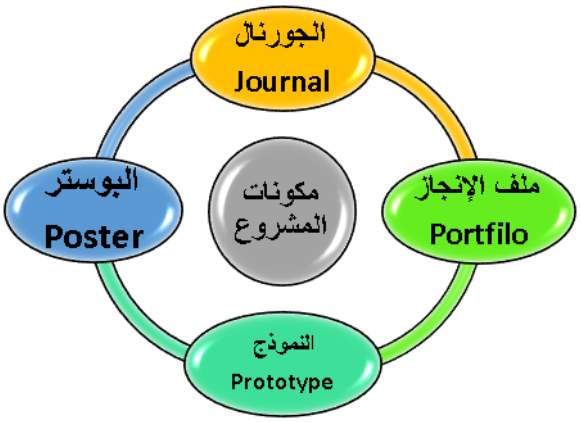
يتصف مشروع الكابستون بعدد من الخصائص نابعة من فلسفة التعلم القائم على المشروع التي لابد وأن تُراعى عند اختيار الطلاب لهذا المشروع وقد حددتها رضا السعيد و وسيم الغرقى (٢٠١٥) و نورا الغامدى(٢٠٢٠) في عده نقاط:-

- تتميز المشروعات التطبيقية بالتطبيق العلمي والتكامل بين مجالات وجوانب"STEM" من خلال الأهداف التي يسعى إلى تحقيقها.
- تركز المشروعات التطبيقية على قضايا ومشكلات المجتمع الحقيقية، حيث يواجه الطلاب المشكلات الاجتماعية والاقتصادية والبيئة الحقيقية ويعالجونها ويبحثون عن حلول لها.
- المشروعات التطبيقية تسترشد وتوجه بعملية التصميم الهندسي؛ إذ أن عملية التصميم الهندسي توفر مرونة تأخذ الطلاب من تحديد المشكلة، إلى خلق وإيجاد حل لهذه المشكلة.
- المشروعات التطبيقية تخلق بيئة جذب للطلاب من خلال التدريب العملي المبني على الاستقصاء والاستكشاف مفتوح النهاية، والطريق إلى التعلم في مشروعات مفتوحة النهاية ( Langdon et al.2011).

- تسمح المشروعات التطبيقية بتكوين علاقات اجتماعية بين الطلاب من خلال العمل معا كفريق واحد منتج.
- تحقق النمو العقلي وتبني المهارات عند الطلاب من خلال تقديم محتوى صعب يتم تنفيذه بالتعاون بين المعلمين للتوصل إلى أهداف تتطلب من الطالب القيام ببعض الأعمال اليدوية بإتقان تطبيقاً لما تعلمه في المنهج.

**مكونات المشروع البحثى Capstone :**

يرتبط تقديم المشروع بعدد من العناصر الأساسية التي يلتزم بها الطلاب أثناء إعداد وتنفيذ المشروع، حيث تعمل هذه العناصر على توضيح فكرة وبناء المشروع من بدايه اختياره إلى مراحل التنفيذ والتوصل للمنتج النهائي ليتم تقييمه محمود ميسل وفيولا منصور(٢٠١٦) وأمانى الصواف(٢٠١٧) وباسم جادالله (٢٠١٩) يوضحها شكل رقم (١) التالى :-




**شكل (١) مكونات المشروع البحثى**

**دور نظرية تريز في المشروع البحثى " Capstone":-**

ترتبط نظرية تريز الإبداعية بعدد من المعطيات العلمية والوظيفية التي إنبثقت من تجارب ومحاولات علمية لإختراعات مهمة على مستوى البشرية، تركزت جميعها في المجالات العلمية الهندسية والتكنولوجية والفيزيائية والكيميائية والرياضية وجميعها مجالات أساسية يدرسها الطالبات بمدرسة "STEM"، هذا وقد أبرزت الدراسات والبحوث التي تعمل بالمجالات التعليمية والتربوية وتُركز على منحى STEM في مدارس التعليم الثانوى العام بتلك المجالات الدراسية، واستخدمت في هذا الصدد نظرية تريز لحل المشكلات إبداعياً وما يقابلها من مهارات تفكير عليا كإتخاذ القرار والتفكير الإبداعى والمرونة الفكرية والإبداع العلمى ومهارات البحث العلمى والتفكير الإستقصائى ومهارة توليد المعلومات ومهارات القرن الواحد والعشرين وجميعها مهارات أساسية في مدرسة العلوم الهندسة والتكنولوجيا منها دراسة ( على

راشد، ٢٠١٥؛ أحمد على وآخرون، ٢٠١٥؛ خالد العصيمى، ٢٠١٦؛ أمانى الصواف وآخرون، ٢٠١٦؛ عصام السيد، ٢٠١٧؛ عطا الله العتيبى، ٢٠١٨؛ الجهينى وآخرون، ٢٠٢٠؛ جاب الله، ٢٠٢٠).

في حين حققت العديد من البحوث بتطبيق نظرية تريز كعملية واستراتيجيات إبداعية تحسين وتطوير منتجات ومشروعات علمية في مجال الهندسة والفيزياء والتكنولوجيا، وأكدت على دور النظرية في تقديم معالجات بيئية خضراء Mansoor et al.(2017) وتطوير الخصائص النوعية وتغيير بعض الخصائص الوظيفية لتحسين كفاءة المنتج وظيفياً وخدمياً Chou (2021) وتتحسين عمليات التشغيل للأجهزة Ghane et al.(2022)، تحسن الوظائف الهندسية لتدوير المخلفات والنفايات وتحسين كفاءة الإدارة البيئية Yang et al.2024).

**منهج البحث وإجراءاته :**

- اتبع البحث المنهج الوصفى في الدراسة النظرية لمبادىء نظرية تريز الإبداعية وتحديد مراحل إنتاج المشروع البحثى.
- **عينـة الدراسـة :** تمثل مجتمع البحث في خبراء تقييم المشروع البحثى الكابستون بمدرسة العلوم والهندسة والتكنولوجيا للمتفوقات بمحافظة بنى سويف، وقد تم إختيار عينة مقصودة بتخصص الفيزياء والرياضيات **وبلـغ عددهم ١٠** ، وتمثلت في عينة استطلاعية عدد (٤) لتحكيم وضبط أدوات البحث، وعينة تجريبية عدد (٦) خبراء لتطبيق أدوات البحث، وقد تم اختيارهم بناء على خبرتهم في متابعة وتقييم المشروعات بتخصصات STEM، وخبرتهم لا تقل عن ٣ سنوات.
- تمثلت أدوات البحث في ( قائمة بمراحل انتاج المشروع البحثى – بطاقة المؤشرات الأدائية لمراحل المشروع البحثى في ضوء مبادئ نظرية تريز الإبداعية المتوقع تطبيقها).

**إعداد أدوات البحث:**

**أولا– إعداد قائمة بمراحل انتاج المشروع البحثى الكابستون:**

تبين في ضوء الدراسات التي تم الاطلاع عليها ارتباط تقديم مشروع البحثى بعدد من العناصر الأساسية التي يلتزم بها الطلاب أثناء إعداد وتنفيذ المشروع، حيث تعمل هذه العناصر على توضيح فكرة وبناء المشروع من بدايه اختياره إلى مراحل التنفيذ والتوصل للمنتج النهائي ليتم تقييمه منها دراسة محمود ميسل وفيولا منصور(٢٠١٦) وأمانى الصواف(٢٠١٧) وعلا إسماعيل(٢٠٢٠) و MPH Capstone Program Handbook(2022) و LIS

Capstone Guide(2023) ، وفى ضوء ذلك تم **إعداد قائمة بمراحل إنتاج المشروع الرئيسية والفرعية** وتكونت من (٤) مراحل رئيسية وعدد من المراحل الفرعية الدالة على مضمون مهام كل مرحلة، وتم استخدام طريقة اتفاق المتخصصين البالغ عددهم (٤) في حساب الثبات لتحديد بنود التحكيم التي يتم تنفيذها بشرط أن يسجل كل منهم ملاحظاته مستقلاً عن الآخر، وتم تحديد عدد مرات الاتفاق بين المحكمين باستخدام معادلة كوبر Cooper: نسبة الاتفاق= (عدد مرات الاتفاق / (عدد مرات الاتفاق + عدد مرات عدم الاتفاق) × ١٠٠، وكانت نسبة الاتفاق تتراوح بين (١٠٠٪) وهي نسب اتفاق مرتفعة.

**جدول (٢) مراحل المشروع البحثى وتوصيفها**

| المراحل الرئيسية | الفرعية | نسبة الاتفاق |
|---|---|---|
| **الجورنال** | ١ | ٩٠٪ |
| **البولتفليو** | ٣ | ١٠٠٪ |
| **التصميم الهندسى (النموذج الأولى)** | ١ | ١٠٠٪ |
| **البوستر** | ١ | ٩٠٪ |

وضح الجدول السابق نسبة اتفاق الخبراء على المراحل الرئيسية والفرعية التي تتخلل كل مرحلة رئيسية، مع إجراء بعض التعديلات على صياغة مهام مرحلة البورتفليو.

**الاتساق الداخلى:**

صدق المفردات الاتساق الداخلي قامت الباحثة بحساب صدق المقياس باستخدام طريقة صدق المفردات وذلك بحساب معاملات الارتباط بين بين المفردات والدرجة الكلية للاستبانه الذي تنتمي إليها في ضوء استطلاع أراء عدد (٥) محكمين، وقد توصلت الباحثة إلى قيم معاملات ارتباط تراوحت بين (٠.٧٣) و(٠.٨٨) ، وذلك عند مستوي دلالة (٠.٠١)، مما يشير إلي صدق الاتساق الداخلي للاستبانه.

**ثانياً- بطاقة المؤشرات الأدائية لمراحل المشروع البحثى في ضوء مبادئ نظرية تريز الإبداعية المتوقع تطبيقها:** وقد تم إعدادها وفق الخطوات الأتية:-

**هدف البطاقة:**

استهدفت تحديد مراحل المشروع البحثى كابستون بمدرسة ستيم، والتي على غرارها يتم بدقة في مرحلة لاحقة تحديد مبادئ نظرية تريز الإبداعية التي يمكن استخدامها بكل مرحلة.

**صياغة بنود البطاقة :**

تم إعداد بنود البطاقة في ضوء الأربعة مراحل الأساسية للمشروع البحثى الكابستون التي تعتمدها مدارس STEM بمصر وتمثلت في (الجورنال Journal – ملف الإنجاز Portfolio –

التصميم الهندسى Prototype – البوستر Poster، وتمثلت في عدد من المراحل الرئيسة والفرعية يحددها الجدول رقم (٣) الأتى:-

**جدول (٣) مكونات بطاقة مؤشرات أداء مراحل مشروع الكابستون وعدد المبادئ الإبداعية المتوقع تطبيقها**

| المراحل الرئيسة | المراحل الفرعية | البنود المرحلة الفرعية | المبادئ الإبداعية |
|---|---|---|---|
| الجورنال | ١ | ٢ | عدد (٢٥) مبدأ إبداعى متوقع تحقيقه |
| البولتفليو | ٣ | ٧ | |
| التصميم الهندسى (النموذج الأولى) | ١ | ٤ | |
| البوستر | ١ | ١ | |
| المجموع | ٥ | ١٤ | |

**التأكد من صدق المحتوى:**

تم عرض البطاقة على عدد من السادة الخبراء بتقييم المشروع البحثى الكابستون بمدرسة ستيم وبلغ عددهم (١٠) أستاذ جامعى "خبراء تقييم المشروعات بمدرسة STEM"، وذلك للتحقق من النقاط التي يوضحها الجدول رقم (٤) معامل الاتفاق علي بنود البطاقة (ككل) وعند كل بعد من ابعاده.

**جدول (٤) معامل اتفاق الخبراء على بطاقة مؤشرات أداء مراحل إعداد المشروع البحثى الكابستون وتطبيقات مبادئ نظرية تريز الإبداعية (ككل) وعند كل بعد من ابعاده**

| بنود التحكيم | عدد مرات الاتفاق | عدد مرات عدم الاتفاق | معامل الاتفاق |
|---|---|---|---|
| ارتباط المراحل الفرعية بكل مرحلة رئيسية | 10 | 0 | ١٠٠٪ |
| ارتباط البنود الفرعية بكل بعد يتبع المرحلة الرئيسية | 9 | 1 | ٩٠٪ |
| اتساق المفردات الدالة على أداء الطالبة مع البند | 10 | 0 | ١٠٠٪ |
| سلامة الصياغة والدقة اللغوية لكل مفردة. | ٩ | ١ | ٩٠٪ |

تم استخدام طريقة اتفاق المتخصصين البالغ عددهم (10) في حساب الثبات لتحديد بنود التحكيم التي يتم تنفيذها بشرط أن يسجل كل منهم ملاحظاته مستقلاً عن الآخر، وتم تحديد عدد مرات الاتفاق بين المحكمين باستخدام معادلة كوبر Cooper: نسبة الاتفاق= (عدد مرات الاتفاق / (عدد مرات الاتفاق + عدد مرات عدم الاتفاق) × ١٠٠، وكانت نسبة الاتفاق تتراوح بين (٩٠٪ : ١٠٠٪) وهي نسب اتفاق مرتفعة ومقبولة.

**الاتساق الداخلى للبطاقة :**

صدق المفردات الاتساق الداخلي قامت الباحثة بحساب صدق المقياس باستخدام طريقة صدق المفردات وذلك بحساب معاملات الارتباط بين درجة كل مرحلة فرعية والدرجة الكلية لمراحل البطاقة الذي تنتمي إليها في ضوء استطلاع أراء عدد (٥) خبراء، وقد توصلت الباحثة إلى قيم

معاملات ارتباط تراوحت بين (٠.٦٤) و(٠.٨٧) ، وذلك عند مستوي دلالة (٠.٠٥، ٠.٠١)، مما يشير إلي صدق الاتساق الداخلي للبطاقة.

## نتائج البحث ومناقشتها :

نستعرض فيما يلى النتائج التي توصلت إليها الدراسة، وذلك من خلال الإجابة عن الأسئلة:

**النتائج المتعلقة باجابة السؤال الأول: "ما مراحل إنتاج المشروع البحثى "Capstone " الأساسية بمدرسة "STEM" للمتفوقات بمحافظة بنى سويف؟.**

تم التوصل إلى أربعة مراحل أساسية في تنفيذ المشروع وتضمنت كل مرحلة عدد من الأبعاد ويمثل المحور الذى يصف طبيعة المرحلة تختلف تبعاً لمهمة كل مرحلة، وعدد من البنود الفرعية وتمثل وصفاً لخطوات المرحلة، وعدد من المؤشرات وهى خطوات إجرائية تقوم بها الطالبة لتنفيذ المشروع، ويوضح الجدول التالى عددها.

**جدول (٥) مكونات بطاقة مؤشرات أداء مراحل مشروع الكابستون وعدد المبادئ الابتكارية المتوقع تطبيقها**

| المراحل الرئيسة | البعد | البنود الفرعية | مؤشرات الأداء |
|---|---|---|---|
| الجورنال | ١ | ٣ | ١٠ |
| البولتفليو | ٣ | ٩ | ٣٥ |
| التصميم الهندسى (النموذج الأولى) | ١ | ٤ | ١٥ |
| البوستر | ١ | ١ | ٦ |
| المجموع | ٥ | ١٤ | ٥٦ |

وضح الجدول السابق عناصر القائمة التي في ضوئها تم صياغة بطاقة مؤشرات أداء مراحل إعداد المشروع والتي تستخدم كمؤشر لتحديد المبادئ الابتكارية لنظرية تريز المستخدمة في كل مرحلة.

**النتائج المتعلقة باجابة السؤال الثانى: "ما مبادئ نظرية تريز "TRIZ " الإبداعية المقترح إستكشاف واقع تطبيقها بالمشروع البحثى "Capstone"؟**

وفى ضوء الإجابة على هذا السؤال قامت الباحثة بإعداد **بطاقة مؤشرات أداء مراحل إعداد المشروع البحثى الفرعية وتطبيقات مبادئ نظرية تريز الإبداعية.**

**تطبيق البطاقة :**

تم اختيار نموذج مشروع بحثى متكامل (تحويل الطاقة الحرارية الناتجة من دخان المصانع لطاقة كهربية) وعرضه على عدد (٦) خبراء في تقييم المشروع البحثى "Capstone "، مع توزيع البطاقة وذلك

لتحديد المبادئ المتوقع تطبيقها بكل مرحلة تبعاً للبنود الفرعية لكل مرحلة رئيسية، ويوضح الجدول الأتى رقم (٦) عدد المبادئ المتوقع تطبيقها بكل مرحلة.

**جدول (٦) نتائج إقتراح عدد المبادئ الإبداعية المتوقع تطبيقها بكل مرحلة بمشروع رقم (١)**

| المراحل الرئيسة | المراحل الفرعية | بنود المراحل الفرعية الأساسية | أراء الخبراء في المبادئ المتوقع تطبيقها بكل مرحلة (٢٥) مبدأ | نسبة الاتفاق | أراء الخبراء في المبادئ التي لا تتضمنها المرحلة | نسبة الاختلاف |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الجورنال | ١ | ٢ | (١) | ٪١٠٠ | (٣) | ٪١٠٠ |
| البولتفليو | ٣ | ٧ | (٨)- (١٦) | ٪١٠٠ | (٣٧) | ٪٨٠ |
| التصميم الهندسى (النموذج الأولى) | ١ | ٤ | (٢٣)-(٢٤)-(٢٦)-(٢٧)-(٢٨)-(٣٥)-(٣٩) | ٪١٠٠ | (١١) – (١٦) | ٪١٠٠ |
| البوستر | ١ | ١ | (٨)-(٢٧)- (٣٧) | ٪١٠٠ | (٣٣) | ٪٧٠ |
| **المجموع** | ٦ | ١٣ | **١٣ مبدأ** | **٥** | **٥ مبادىء** | **٥** |

يوضح الجدول السابق في ضوء مراحل المشروع البحثى الأربعة والمراحل الفرعية التي تتضمنها أن هناك عدد من المبادئ التي تم اقتراحها في ضوء ما أشارت إليه الدراسات السابقة وقد كان عددها (٢٥) مبدأ، أن كل مرحلة من مراحل بطاقة تحليل نموذج مشروع بحثى متكامل تضمنت عدد من المبادئ المحددة مسبقاً في الجدول رقم (٣) بفصل الاطار النظرى وقد بلغ عددها الكلى (١٦) مبدأ إبداعى في ضوء أراء عدد (٥) خبراء قاموا بتحليل المشروع في ضوء البطاقة، حيث توفر في مرحلة الجورنال مبدئى (١) وذلك يرجع إلى أن طبيعة هذه المرحلة فردية وتجيب فيها الطالبة عند أسئلة تتعلق بالمشروع وكانت نسبة الاتفاق (١٠٠٪)، في حين تناولت مرحلة البورتفليو عدد (٢) مبدأ؛ وذلك يرجع للعمليات التفصيلية التي توضح مراحل المشروع وهى عملية جماعية لابد أن تبرز فيها الطالبات مراحل المشكلة وحلها بالتفاصيل وكانت نسبة الاتفاق (١٠٠٠٪)، وقد بلغ عدد مبادئ مرحلة النموذج الأولى الذى يتطلب تصميم هندسى وتحديد خامات والتطبيق والملائمة وجميعها تطلب مبادئ إبداعية تُستخدم في مرحلة التنفيذ وقد بلغ عددها (٧) وتُعد الأعلى في استخدام عدد كبير من المبادئ وكانت نسبة الاتفاق (١٠٠٪)، وتأتى مرحلة إعداد البوستر وتضمنت تطبيق (٣) مبادئ وذلك في تحديد آليات عرض محتوى المشروع ونتائجه وكانت نسبة الاتفاق (١٠٠٪)، وبالتالي تم استبعاد (٥) مبادئ وقد يرجع ذلك إلى اختلاف متطلبات كل مشروع بحثى وكذلك المبادئ التي تستند في فكرتها على استراتيجيات علمية وغير تقليدية تيسر عمليات الإبداع.

وبذلك اتضح من تطبيق بطاقة مؤشرات أداء مراحل إعداد المشروع البحثى الفرعية وتطبيقات مبادئ نظرية تريز الإبداعية، أن المبادئ يتم تطبيقها بمراحل المشروع العلمى وهذا يدل على أهميتها في مجال العلوم والهندسة والتكنولوجيا والرياضيات حتى وإن لم يدرسها الطالبات بالمدرسة بطريقة مباشرة.

**توصيات البحث :**

- تضمين نظرية تريز TRIZ كعملية واستراتيجيات إبداعية في تدريس مقررات الدراسة بمدرسة العلوم والهندسة والتكنولوجيا.
- تقديم برامج تدريبية بمدارس العلوم والهندسة والتكنولوجيا للطلاب والطالبات لتحقيق الاستفادة من نظرية تريز.

**بحوث مقترحة :**

- فاعلية برنامج مقترح مبنى على نظرية تريز TRIZ لتنمية الإنتاجية الإبتكارية للطالبات المتفوقات بمدرسة STEM.
- تصور مقترح لبرنامج تدريبى قائم على نظرية تريز TRIZ لحل المشكلات إبداعياً لتنمية مهارات البحث العلمى للطالبات المتفوقات بمدرسة STEM.

## المراجع


- أمانى عبد العزيز (٢٠١٧).برنامج مقترح قائم على التعلم من خلال الخبرة لتنمية مهارات كتابة تقارير المشروعات العلمية التكاملية Capstone لدى طلاب مدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا في العلوم والتكنولوجيا STEM، مجلة كلية التربية جامعة بنى سويف، ٢٤١- ٢٤٨.
- أماني محمد فتحي الصواف ، وأسماء توفيق مبروك، محمد عاطف عطيفى .(٢٠١٦). نظرية تريز وعلاقتها بتنمية القدرة على الحل الإبداعى للمشكلات لدى الطالب الجامعى، مجلة القراءة والمعرفة، ع ١٧٤، إبريل، ٢٧٦-٢٦٨.
- حنان بنت سالم آل عامر(٢٠٠٩): نظرية الحل الإبداعي للمشكلات تريز TRIZ، دار ديبونو للطباعة والنشر والتوزيع ، عمان .
- خالد بن حمود بن محمد العصيمى. (٢٠١٦). فاعلية برنامج تدريبي قائم على بعض استراتيجيات نظرية تريز لتنمية مهارات تحفيز الإبداع العلمى والتفكير الإبتكارى والفهم لدى الطلاب معلمى العلوم بجامعة أم القرى، مجلة التربية العلمية، مج ١٩، ع ٥، سبتمبر، ٢١٣-٢٩٧.
- راشد غرسان الغامدى.(٢٠١٨). نظرية تريز للإبداع نظرية الحل الابتكاري للمشكلاتTRIZ ، كتاب الكترونى:https://arabicpdfs.com
- رضا مسعد السعيد ووسيم محمد عبده الغرقى (٢٠١٥). STEM مدخل قائم علي المشروعات الإداعية لتطوير تعليم الرياضيات في مصر والوطن العربي، المؤتمر العلمي السنوي الخامس عشر للجمعية المصرية لتربويات الرياضيات بعنوان (تعليم وتعلم الرياضيات وتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين – مصر) ، جمعية تربويات الرياضيات ٨-٩ أغسطس ، ١٣٥-١٤٩.
- زينب بنت عبد الفتاح صبره.(٢٠١٩). التفكير الإبداعي في ضوء نظرية تريز بحث مقدم في المؤتمر السنوي الرابع عشر – الدولي الحادي عشر للتعليم النوعي وتطوير القدرة التنافسية والمعلوماتية للبحث العلمي في مصر والوطن العربي – رؤى مستقبلية مصر.
- سامية عواد الأنصارى، إبراهيم عبد الهادى (٢٠٠٩). الإبداع في حل المشكلات باستخدام نظرية تريز TRIZ ، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.

- سمر عبدالعزيز محمد الشلهوب.(٢٠١٩). برنامج إثرائى مقترح قائم على نظرية تريز TRIZ بالأنشطة المهارية للدراسة الدولية TIMSS وأثره على مستوى التحصيل فى ضوء مجالاتها وتنمية الكفاءة الاستراتيجية والاستدلال التكيفى لدى طالبات المرحلة المتوسطة، مجلة البحث العلمى فى التربية، ع٢٠، ج٧، ٣٩١-٤٣٥.
- سيد محمد عبدالله عبد ربه، وولاء عاطف محمد كامل عبد المحسن. (٢٠٢٣). فاعلية استخدام نظرية تريز TRIZ في تدريس الرياضيات في تنمية التفكير التحليلي ومهارات اتخاذ القرار لدى طلاب الصف الأول الثانوي العام المعاقين بصريا . مجلة تربويات الرياضيات مج ٢٦, ع ٣ ١٠١ - ١٤٨.
- الصادق على صالح يعقوب، وجميلة نور الداعم الجميعابى. (٢٠١٤). دور البيئة البيئة المدرسية في التحصيل الدراسى لطلاب المرحلة الثانوية، رساله ماجستير، جامعة النيلين، الخرطوم.
- صالح أبوجاد، ومحمد نوفل.(٢٠٠٧) :تعليم التفكير – النظرية والتطبيق ، دار المسيرة للنشر والتوزيع ، عمان.
- صالح عطية الجهينى ،و نائفة حمدان الشوبكى، وعادل الزيادى .(٢٠٢٠). فاعلية برنامج تدريبى مبنى على نظرية تريز فى تنمية مهارات إتخاذ القرار لدى الطلبة الموهوبين بمحافظة جدة، المجلة العربية لعلوم الإعاقة والموهبة، مج ٤ن عدد ١٢، يوليو، ٢٥١-٢٨٧.
- عبد الله بن حامد الشمرى، وإبراهيم بن عبد الله البلطان (٢٠٢٢).فاعلية برنامج نمو مهنى قائم على توجه STEM في تنمية الأداء التدريسى لمعلمى العلوم وأثره على تنمية مهارات الطلاب اللازمة لتنفيذ المشروعات التطبيقية Capstone ، دراسات نفسية وتربوية مجلة كلية التربية جامعة الزقازيق، مج ٣٧، ع ١٦، مايو، ٣٠٩-٣٣٨.
- عبدالحميد صبري جاب الله .(٢٠٢٠). فاعلية برنامج مقترح في الجغرافيا قائم على نظرية تريز لتنمية مهارات التعليم والعمل في القرن الحادى والعشرين لدى طلاب الصف الأول الثانوى، مجلة كلية التربية في العلوم التربوية، جامعة عين شمس، مج ٤٤ ، ع ٢، ٨٧-١٣٦.
- عبدالله إمبو سعيدى، أمل الحارثى، أحلام الشحيمية .(٢٠١٥).معتقدات معلم العلوم بسلطنة عمان نحو منحى العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM ، مؤتمر التميز في تعليم العلوم والرياضيات الأول، جامعة الملك سعود، الرياض، ٣٩١-٤٠٦ .

- عبده حسن ناجى عبدالله، وديع مكسيموس داود، جمال محمد فكرى.(٢٠١٧). فاعلية برنامج تدريبى قائم على نظرية تريز فى تنمية بعض مهارات التفكير الإبداعى لدى طلاب قسم الرياضيات بكلية التربية جامعة الحديدة، مجلة كلية التربية، جامعة اليمن، مج٣٣، ع٨٩٢، ٩٨-١٢٤.
- عصام محمد عبدالقادر سيد . (٢٠١٧). برنامج مقترح قائم على نظريتي تريز TRIZ والتعلم المستند على الدماغ لتنمية مهارات البحث العلمي لدى طلاب كلية التربية بالقاهرة جامعة الأزهر، مجلة جامعة الملك خالد للعلوم التربوية، مج ٤ ، ع ١، إبريل، ٦٩- ٩٦.
- عطا الله مطر العتيبى.(٢٠١٨). فاعلية استخدام نظرية تريز في تنمية المفاهيم العلمية ومهارات اتخاذ القرار لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، مجلة كلية التربية، جامعة بنها، مج ٢٩، ع ١١٤، إبريل، ٢٢٧- ٢٦٤.
- علا عاصم إسماعيل.(٢٠٢٠). إشكاليات مشروع الكابستون بمدارس العلوم والتكنولوجيا STEM ومتطلبات مواجهتها (دراسة ميدانية بمحافظة الدقهلية)، مجلة كلية التربية جامعة بنها، مج ٣١، ع ١٢٤، ج ٣، أكتوبر، ٢٣٥- ٣١٢.
- علي محيي الدين راشد (٢٠١٤) : استخدام بعض مبادئ تريز للحل الإبداعي للمشكلات في تدريس العلوم ، المؤتمر العلمي السادس عشر (التربية العلمية – موجهات للتميز ) الجمعية المصرية للتربية العلمية ، ١٦اغسطس٥-١٧ ، القاهرة.
- عماد حسين حافظ. (٢٠١٥). برنامج نظرية TRIZ لحل المشكلات إبداعياً، دار العلوم للنشر والتوزيع.
- عماد محمد هنداوى. (٢٠٢١). تصور مقترح لبرنامج تدريب معلمى العلوم على استخدام بعض استراتيجيات نظرية تريز "TRIZ" للحلول الإبداعية للمشكلات أثناء تدريس العلوم، المجلة التربوية، ج٨٧، ١٣٥٥-١٠٤٨.
- محمود عطا مسيل، وفيولا منير منصور (٢٠١٦) . المدارس الثانوية للمتفوقين في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وتطبيقاتها بالولايات المتحدة الأمريكية وإمكانية الافادة منها في مصر، مجلة التربية المقارنة، الجمعية المصرية للتربية المقارنة والإدارة التعليمية فى مصر، العدد ٦ ، السنه ٢ ، ديسمبر ١١٤-٣١٤.

- ميرنا عبدالغنى عبدالعزيز غازى، رشا أحمد إبراهيم، عبد العال عبدالله السيد .(٢٠٢١). فاعلية استخدام الروبوت التعليمي في تنمية مهارات إنتاج المشروعات التعليمية لدي طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا " "STEM، مج٤، ع٣، ديسمبر، ١١٧١-١٢١٠.
- ميرنا عبدالغنى عبدالعزيز غازى، ورشا أحمد إبراهيم ، وعبد العال عبدالله السيد.(٢٠٢١). فاعلية استخدام الروبوت التعليمي في تنمية مهارات إنتاج المشروعات التعليمية لدي طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا " "STEM، مج٤، ع٣، ديسمبر، ١١٧١-١٢١٠.
- نادية داهش محمد دلول، منور عدنان محمد نجم. (٢٠١٩). جودة البيئة المدرسية وعلاقتها بمستوى الإنجاز الأكاديمى لدى طلبة المرحلة الثانوية في محافظات فلسطين الجنوبية، رسالة ماجستير، الجامعة الإسلامية، غزة.
- نفين مفيد عوض.(٢٠٢١). أثر برنامج موسيقى على الرفاهية النفسية لدى طلاب المرحلة الثانوية من المتفوقين عقلياً الملتحقين بمدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا، مجلة العلوم التربوية، ع ١، ج١، ٤٤١- ٤٦٦.
- نورا سعد الغامدى. (٢٠٢٠).مستوى نواتج التعلم الإبداعى لدى الطلاب الموهوبين بالمرحلة الثانوية بمحافظة جدة في ضوء تطبيق تعليم STEM ، المجلة التربوية ، ع ٧٩، ٢٤٢٣-٢٤٥٤.
- هدى سيد ليثي إبراهيم و فايزة يوسف عبد المجيد. (٢٠٢١). فعالية برنامج إرشادي قائم على الدراما النفسية في تحسين الذكاء الاجتماعي لطلاب المدرسة الإعدادية المتفوقين دراسيا، مجلة البحوث. مج. ١، ع. ٢، ج. ٢، فبراير ، ٢٤١-٢٨٣ .
- وليد بن صالح الزيادى ونايف بن عبد العزيز المطوح. (٢٠٢٣). فاعلية برنامج تدريسي قائم على بعض مبادئ نظرية تريز لتدريس العلوم في تنمية مهارات التفكير التأملي لدى طلاب الصف الثاني المتوسط مجلة المناهج وطرق التدريس مج ٢, ٤، ٢١ - ٤٠ .
- Altshuller, G (2002). 40 Principles. TRIZ Keys to Technical Innovation. Translated and Edited by Lev Shulyak & Steven Rodman ,USA: Technical Innovation centre. Available online at www.sciencedirect.com
- Baker, L., & Bernstein, H. (2012). The impact of school buildings on student health and performance: A call for research. The Center for Green Schools and McGraw-Hill Research Foundation. Retrieved from: http://mcgraw-hillresearchfoundation.org/wp

- Chou, J. (2021). A TRIZ-based product-service design approach for developing innovative products, Computers & Industrial Engineering, Vol.161, P1-16.
- Cui, J. (2018). The construction of TRIZ teaching curriculum system based on the cultivation of College Students' innovative ability"A case study on the innovation teaching of Automobile Specialty, Proceedings of the 2018 International Conference on Sports, Arts, Education and Management Engineering (SAEME 2018), Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 10.2991/saeme-18.2018.82
- Ghane, M.; Ang, M.; Cavallucci, D.; Abdul Kadir, R.; Ng, K. & Sorooshian, S. (2022). TRIZ Trend of Engineering System Evolution: A Review on Applications, Benefits, Challenges and Enhancement with Computer-aided Aspects, Computers & Industrial Engineering, Vol.174, P 2-20.
- Kandemir, M. & Gur, H. (2009). These of creative problem solving scenarios in mathematics education: View of some prospective teachers", Procedia Social and Behavioral Science, (1), Pp 1628-1635.
- Ladewig, G. (2008). TRIZ: The Theory of Inventive Problem Solving, The PDMA Tool Book 3 for New Product Development, Edited by Abbie Griffin and Stephen somemeyer.
- Langdon, D.; McKittrick, G.; Beede, D.; Khan, B. & Doms, M. (2011, July). STEM: Good jobs now and for the future. U.S. Department of Commerce Economics and Statistics Administration, Office of the Chief Economist, Issue Brief #03-11. Retrieved from http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/reports/documents/stemfinalyjuly14_1.pdf
- Liu, Gequn & Weiguo, Liu (2006). TRIZ-Aided Innovation in Conceptual Design of Control Strategies", Materials Science Forum .Vol1. P 532-533.
- Lou, S.; Chung, C.; Chao, C.; Tseng, K. & Shih, R. (2012). Construction of a Blended TRIZ Creative Learning Platform, International Journal of Engineering Education Vol. 28, No. 1, pp. 37–47, Printed in Great Britain.
- National science teaching association. (2017). STEM Education Basics. https://ivyis.org/blog/21/Guide-to-STEM-Education-and-its-advantages
- Mansoor, M.; Mariun , N. & AbdulWahab, N.(2017). Innovating problem Solving for Sustainable Green roofs: Potential

Usage of TRIZ – Theory of Inventive Problem solving, Ecological Engineering Vol.99, p 209–221.

- Savransky, S. (2002). Lesson 4 Contradiction, TRIZ Journal, Vol .4, No.37.
-
- Yang , C.; Xu , T. & Ye, j. (2024). Applying TRIZ and Kansei Engineering to the Eco-innovative Product Design Towards Waste Recycling with Latent Dirichlet Allocation Topic Model Analysis, Engineering Applications of Artificial Intelligence, Vol.133, p 2-18.
- Zhang, H. & Yang (2020). Research on Innovative Design Method Based on TRIZ—Taking the Elderly-Oriented Transformation of Outdoor Seats as an Example, E3S Web of Conferences 179, 02003. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017902003.