

تضمين النمذجة المناخية في مقرر الفيزياء لتنمية مهارات التفكير

الاختراعي لدى طلاب مدارس STEM

**Integrating Climate Modeling into the Physics Curriculum
to Develop Inventive Thinking Skills among**

STEM School Students

مقدمة من الباحث

محمد رجب زكي

لاستكمال متطلبات الحصول على درجة الدكتوراه في التربية

(تخصص المناهج وطرق تدريس العلوم)

(نظام الساعات المعتمدة)

إشراف

أ.د/ علي محي الدين راشد

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم

كلية التربية – جامعة حائل

أ.د/ أماني أحمد الحمدي حسنين

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم

كلية التربية – جامعة حائل

٢٠٢٤م

مستخلص البحث:

هدف البحث إلى الكشف عن فاعلية تضمين النمذجة المناخية في مقرر الفيزياء لتنمية مهارات التفكير الاختراعي لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM، اتبع الباحث في ذلك المنهج الوصفي (الأسلوب التحليلي) والمنهج شبه التجريبي (تصميم المجموعة الواحدة: قبلي-بعدي)، وتحددت مواد المعالجة التجريبية في كتاب الطالب (مهام النمذجة المناخية)، ودليل المعلم لتنفيذ مهام النمذجة المناخية، وأداة البحث تمثلت في مقياس التفكير الاختراعي، أُجري البحث على ٥٠ طالباً من طلاب الصف الثالث الثانوي بمدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM للبنين بمدينة ٦ أكتوبر، بمديرية الجيزة التعليمية، أظهرت نتائج البحث وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى الدلالة 0.01 بين متوسطي درجات مهارات التفكير الاختراعي في التطبيقين القبلي والبعدي لصالح التطبيق البعدي لمقياس التفكير الاختراعي، وأشارت النتائج إلى أن النمذجة المناخية في مقرر الفيزياء ساعدت على تنمية بعض مهارات التفكير الاختراعي لدى طلاب الصف الثالث الثانوي بمدرسة المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM.

الكلمات المفتاحية: اليقظة العقلية، التمايز الذاتي، معلمي التربية الخاصة.

Research abstract:

This research aimed to explore the effectiveness of integrating climate modeling into the physics curriculum to develop inventive thinking skills among STEM school students. The researcher employed both the descriptive method (analytical approach) and the quasi-experimental method (one-group design: pre and post-test). The experimental treatment materials included the student book (modeling tasks) and the teacher's guide for implementing climate modeling tasks. The research tool was an inventive thinking skills scale. The study was conducted on 50 third-year secondary school students at the STEM School for boys in 6 of October City, affiliated with the Giza Educational Directorate. The results revealed a statistically significant difference at the 0.01 level between the mean scores of inventive thinking skills in the pre and post-test, favoring the post-test application of the inventive thinking skills scale. Consequently, climate modeling in the physics curriculum contributed to developing inventive thinking skills among third-year secondary students at the STEM School.

Keywords: Climate Modeling, Inventive Thinking Skills, STEM School Students.

المقدمة:

يشهد العالم تغيرات متسارعة في مختلف مجالات الحياة، أبرزها العلوم، والتكنولوجيا، والصناعة، إضافةً إلى الميدان التربوي، وفي ظل العديد من التطبيقات والاختراعات أصبح التعليم في القرن الحادي والعشرين السبيل الرئيس لمواجهة تحديات العصر، ولذلك فإن مواكبة التقدم العلمي والتكنولوجي يتطلب تبني مستحدثات جديدة لدمج المعارف والمهارات عبر التخصصات المختلفة، وتنمية مهارات التفكير المختلفة، مما يسهم في تبسيط المفاهيم وربط الأفكار لتلبية احتياجات الطلاب في مواجهة التحديات والمشكلات، ولهذا أصبحت صناعة العقول المفكرة، والقدرة على إنتاج الأفكار من المتطلبات الأساسية لهذا العصر.

وتعد النمذجة المناخية من أهم الأدوات العلمية لفهم التغيرات المناخية وتعتمد هذه النماذج على محاكاة المناخ بالنماذج الرقمية حيث أنها توفر معطيات حول التغيرات المناخية السابقة والتوقعات المستقبلية، مما يجعل فهم آثار التغيرات المناخية أكثر وضوحاً (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٢١).

وتكمن أهمية استخدام النمذجة في أنها تساعد على دعم تصميم مشروعات الطلاب، واكتساب المفاهيم، وتنمية مهارات التفكير المختلفة حيث تجعل الطالب مسؤولاً عن تعلمه (Citrohn et al., 2022)، كما أن النمذجة تتميز بالأنشطة التي تسمح للطلاب بممارسة المواقف المختلفة، وتعتمد على مناقشة الطلاب للنتائج التي تم التوصل إليها (Hallström&Schönborn, 2023).

ويتسم التفكير الاختراعي بأنه يجمع بين معظم مهارات التفكير الأخرى كالتفكير الإبداعي والابتكاري والناقد؛ متمثلاً في التكيف، والتوجيه الذاتي، وتحمل المخاطر، وحب الاستطلاع والإبداع، ومهارات التفكير العليا والاستدلال (Turiman et al., 2020؛ NCREL&Metiri, 2003؛ Canedo, 1997).

مشكلة البحث:

من خلال استقراء الأدبيات النظرية والبحوث والدراسات السابقة التي أكدت ضعف مهارات التفكير الاختراعي لدى طلاب المرحلة الثانوية لإعداد جيل لديه القدرة على بناء المستقبل وكيفية الاستعداد لمواجهة تحدياته، وبما يسهم في تطبيق

المعارف والمهارات المكتسبة في حياته اليومية، ومن الدراسات التي أكدت ضعف مهارات التفكير الاختراعي.

(Saleh, Muhammad& Abdullah؛Turiman et al.,2020؛Ngaewkoodrua &Yuenyong ؛Yudha &Yuliati,2018). (على، ٢٠٢١؛ البحيرات، ٢٠١٩)

وتمثلت مشكلة هذا البحث في ضعف مهارات التفكير الاختراعي لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM، لذا سعى هذا البحث إلى تضمين النمذجة المناخية في مقرر الفيزياء لتنمية مهارات التفكير الاختراعي لدى طلاب الصف الثالث الثانوي بمدارس STEM.

تساؤلات البحث:

١. ما مهارات التفكير الاختراعي اللازم تميمتها لدى طلاب الصف الثالث الثانوي بمدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM؟
٢. ما التصور المقترح لتضمين النمذجة المناخية في مقرر الفيزياء لتنمية مهارات التفكير الاختراعي لدى طلاب الصف الثالث الثانوي بمدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM؟
٣. ما فاعلية تضمين النمذجة المناخية في مقرر الفيزياء لتنمية مهارات التفكير الاختراعي لدى طلاب الصف الثالث الثانوي بمدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM؟

أهداف البحث:

هدف هذا البحث إلى :

الكشف عن فاعلية تضمين النمذجة المناخية في مقرر الفيزياء لتنمية مهارات التفكير الاختراعي لدى طلاب مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM.

فرض البحث: سعى البحث الحالى للتحقق من صحة الفرض التالي:

يوجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطات درجات طلاب مجموعة البحث التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي في مقياس التفكير الاختراعي ككل وأبعاده الفرعية لصالح التطبيق البعدي.

أهمية البحث:

قد يسهم هذا البحث فيما يلي:

١. تصميم مهام النمذجة المناخية فى مقرر الفيزياء، قد تساعد مصممي ومطوري مناهج STEM في صياغة بعض وحدات مناهج العلوم.
 ٢. تقديم قائمة بمهارات التفكير الاختراعي قد تفيد في تحسين مناهج التعليم لتسهم بفاعلية في تنمية قدرات المتعلمين في حل المشكلات البيئية المعقدة.
 ٣. الإسهام في أن يكون الطالب نشط وفعال وعضوًا إيجابيًا.
 ٤. تقديم أداة قياس تتمثل في مقياس مهارات التفكير الاختراعي، يمكن الاستفادة بها من قبل مطوري المناهج أو الباحثين، المعلمين.
- حدود البحث: اقتصر هذا البحث على الحدود التالية:

١. الحدود الموضوعية: اقتصر البحث على تصميم مهام النمذجة المناخية في مقرر الفيزياء لتحدى النمذجة في مجال الاتصالات للفصل الدراسي الأول لطلاب الصف الثالث الثانوي شعبة العلوم الأساسية والطبية.
٢. الحدود البشرية: مجموعة تجريبية من طلاب الصف الثالث الثانوي وعددهم (٥٠) طالبًا بمدارس المتفوقين للعلوم والتكنولوجيا STEM بالسادس من أكتوبر التابعة لمديرية الجيزة التعليمية.
٣. الحدود الزمانية: تم تجريب هذا البحث في الفصل الدراسي الأول لعام ٢٠٢٤/٢٠٢٥م

إعداد مواد المعالجة التجريبية وأداة البحث:

١. تصميم مهام النمذجة المناخية في مجال الاتصالات للفصل الدراسي الاول ٢٠٢٤/٢٠٢٥م للصف الثالث الثانوي.

٢. إعداد دليل المعلم لتنفيذ المهام النمذجة المناخية.

٣. إعداد مقياس مهارات التفكير الاختراعي.

منهج البحث: اتبع البحث:-

١- المنهج الوصفي التحليلي: وذلك بإعداد الإطار النظري للبحث من خلال الاطلاع على الأدبيات التربوية والبحوث والدراسات السابقة ذات الصلة بمتغيرات البحث وكذلك مواد المعالجة التجريبية المتمثلة في كتاب الطالب، دليل المعلم، وإعداد أداة البحث؛ وتفسير النتائج.

٢- المنهج شبه التجريبي ذو التصميم شبه التجريبي: وذلك في الجزء الخاص بالجانب التطبيقي للبحث، بهدف الكشف عن فاعلية تضمين النمذجة المناخية لتنمية مهارات التفكير الاختراعي لدى طلاب مدارس STEM.

التصميم التجريبي:

تناول هذا الجزء متغيرات البحث ومجموعة البحث:

أولاً: متغيرات البحث:

١. المتغير المستقل: النمذجة المناخية.

٢. المتغير التابع: مهارات التفكير الاختراعي.

ثانياً: مجموعة البحث:

شمل البحث على مجموعة تجريبية واحدة من طلاب الصف الثالث الثانوي وعددهم (٥٠) طالباً بمدارس المتفوقين للعلوم والتكنولوجيا STEM بمدينة السادس من أكتوبر التابعة لمديرية الجيزة التعليمية.

إجراءات البحث:

تم تناول خطوات البحث على النحو التالي:-

أولاً: الإطار النظري:

وذلك من خلال الاطلاع على الأدبيات والدراسات والبحوث السابقة التي تتصل بالمحاور الأساسية للبحث، وهي:

المحور الأول: النمذجة المناخية Climate Modeling

يشكل التغير المناخي خطرًا على المجتمعات البشرية وكوكب الأرض، حيث أن الدول الغنية والتي تحتل المراكز المتقدمة في مجال التصنيع والتصدير هي المساهم الأكبر في الانبعاثات الكربونية، ومع ذلك فهي الأقل تضررًا من هذه الظاهرة، نظرًا لقدرتها على استحداث تقنيات متطورة تساعد في القدرة على التكيف و التخفيف من حدة هذه الظواهر، وفي المقابل تتضرر الدول الفقيرة كثيرًا بالرغم من مساهمتها الطفيفة في تلك الكارثة، نظرًا لعجزها وتدني قدراتها في مواجهة هذه المخاطر الموهلة بمفردها.

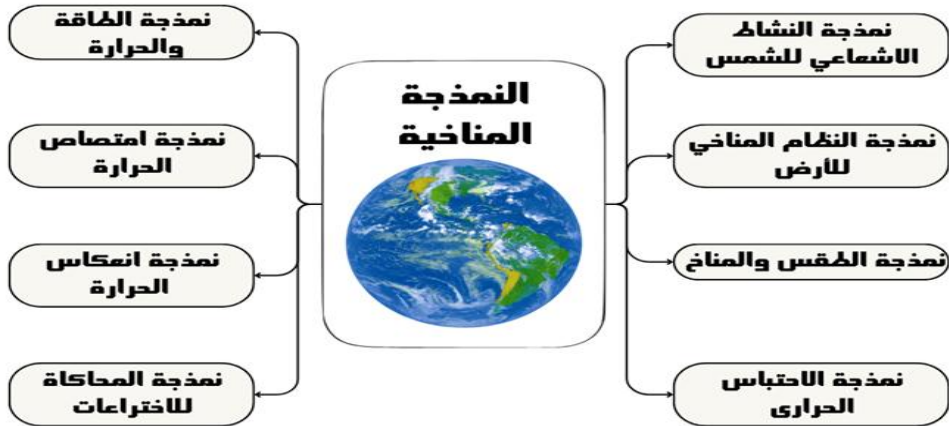
وأشار البنك الدولي قبل عدة أعوام أن منطقة الشرق الأوسط، وبالتحديد شمال إفريقيا من بين أكثر الدول عرضة للخطر نتيجة لارتفاع منسوب مياه البحر، و خاصة المناطق الساحلية المنخفضة في مصر وتونس وليبيا وقطر والامارات والكويت، كما توقع أن يتعرض ملايين البشر لشح المياه نتيجة الجفاف بحلول عام ٢٠٢٥م، وسيؤدي ذلك بدوره إلى زيادة الضغط على موارد المياه الجوفية، وإلى قلة المحاصيل الزراعية، مما سينعكس على اقتصاد هذه الدول، وانطلاقًا من هذه المخاطر أصبحت هناك حاجة ملحة الى استخدام النمذجة لفهم النظام المناخي للأرض وتنمية مهارات الطلاب للتغلب علي حدة هذه المخاطر (World Bank, 2010).

أولاً: مفهوم النمذجة المناخية

وتُعرف النمذجة بأنها: عملية إنشاء نموذج يمثل نظامًا أو ظاهرة معينة، ويستخدم لفهم وتفسير سلوك النظام والتنبؤ بما قد يحدث تحت ظروف معينة (Hürlimann, 2023).

وتُعرف النمذجة المناخية بأنها عملية استخدام النماذج الرياضية والمحاكاة الحاسوبية لدراسة النظام المناخي للأرض، وفهم كيفية عمله، والتنبؤ بتغيراته المستقبلية، وتُعد النماذج المناخية أدوات أساسية لفهم ديناميكيات الغلاف الجوي، المحيطات، الغطاء الجليدي، والتفاعلات بينها (Stocker, 2022).

وتُعرف النماذج المناخية بأنها الأدوات الحاسوبية التي يستخدمها العلماء لفهم التغيرات المناخية في الماضي والحاضر والمستقبل وتحاكي مناخ الأرض بناءً على القوانين الأساسية للفيزياء والكيمياء وبيولوجيا الغلاف الجوي (الهيئة الحكومية



الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٢١).

ثانيًا : النظام المناخي للأرض:

يستقر النظام المناخي للأرض من خلال التوازن بين الطاقة الصادرة من الشمس والطاقة المنبعثة من الأرض، حيث تنعكس بعض الطاقة الصادرة من الشمس عن طريق الغلاف الجوي قبل الوصول للأرض، والباقي يمر عبر الغلاف الجوي ويتفاعل مع سطح الأرض، بما في ذلك الصخور، والمحيطات، والسحب، والغازات، والجسيمات الدقيقة في الغلاف الجوي، وتوفر هذه الطاقة الحرارة اللازمة لتدفئة الأرض حيث تمتص البحار، والمحيطات كمية كبيرة من الحرارة أثناء النهار لتدفئتها، ويشار إلى هذا التوازن باسم توازن طاقة الأرض أو الاتزان الديناميكي الحراري، ويخضع التوازن لقانون حفظ الطاقة، الذي ينص على أنه "الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ولكن يمكن تحويلها من صورة إلى أخرى" (American Physical Society, 2023)، وفي هذا البحث تم تصميم العديد من النماذج المناخية يوضحها شكل (١) التالي.

شكل (١) النماذج المناخية

ثالثاً : أنماط النمذجة:

واستند هذا البحث إلي أنماط النمذجة المختلفة (الحبشي والصادق، ٢٠١٣) وتتضح كالتالي:

- **النمذجة الرياضية:** وتشير إلي استخدام المعادلات الرياضية لتمثيل الأنظمة المعقدة.
- **النمذجة الإحصائية:** وتشير إلي الاعتماد علي تحليل البيانات واستخدام الإحصاءات لوصف العلاقات بين المتغيرات.
- **النمذجة الحاسوبية:** وتشير إلي إنشاء محاكاة باستخدام الحواسيب لتمثيل الأنظمة الديناميكية والتفاعلات المعقدة.
- **النمذجة الفيزيائية:** وتشير إلي إنشاء نماذج مادية تمثل الأنظمة لتبسيط الظواهر المعقدة وإيضاح العلاقات.
- **النمذجة المفاهيمية:** وتشير إلي تبسيط فهم الظواهر والعلاقات بين المكونات من خلال إعطاء معنى يقرب استيعاب المفهوم.

المحور الثاني: مهارات التفكير الاختراعي

اهتمت دول العالم بالمخترعين، والتأكيد على تضمين مناهج التعلم بالاختراع، فمنذ بداية عقد الثمانينات من القرن الماضي، وبالتحديد في الولايات المتحدة الأمريكية، بذلت لجنة التجارة جهوداً كبيرة لتضمين مهارات الاختراع في المناهج الدراسية، ووضع بعض المتخصصين إطار عمل لتنمية مهارات التفكير الاختراعي (Jwaifell & Kraishan, 2019).

أولاً: مفهوم التفكير الاختراعي:

ساهمت الاختراعات الحديثة علي مر العصور في تغيير حياة البشر للأفضل؛ كإمكانية البشر على العيش لفترات أطول من خلال الحصول على مياه نظيفة أو القدرة على حفظ المواد الغذائية، ونظراً لما تواجهه البشرية اليوم من مشكلات ومخاطر مناخية، كان لزاماً على المؤسسات التعليمية بحث فوائد هذه الاختراعات،

ويعد مفهوم الاختراع من المفاهيم الأساسية التي يجب تمييزها عن المفاهيم الأخرى مثل الإبداع والابتكار .

فالإبداع (Creativity): هو قدرة الفرد الذهنية على توليد أفكار جديدة تخيلية غير مألوفة تساعد في حل المشكلات، والابتكار (Innovation): هو استخدام أساليب جديدة لتنفيذ فكرة جديدة أو تجميع منتجات متوافرة مسبقاً لتكوين منتج جديد، والاختراع (Invention): هو انتاج منتج جديد فريد يختلف عما هو موجود (الضبع، ٢٠٠٩).

ويُعرف بيتروف Petrov التفكير الاختراعي بأنه: نمط من أنماط التفكير يساعد في حل المشكلات عن طريق تطوير نظم التفكير، من خلال التعرف علي الأنماط الثابتة وتوسيع نطاقها، والتفكير في التناقضات وحلها، واستخدام النمذجة والخيال الإبداعي، وبناء النماذج واستخدامها (Petrov, 2020).

ويُعرف الباحث التفكير الاختراعي إجرائياً بأنه: مجموعة من العمليات الذهنية المتمثلة في دمج بعض مهارات التفكير الناقد ومهارات التفكير الإبداعي؛ يمارسها الطالب أثناء القيام بمجموعة من المهام لإنتاج العديد من البدائل، والإجراءات، والقرارات الفردية والجماعية التي تميز تفكيره من خلال إثارة تخیلاته للوصول إلى اختراعات ضرورية في مجتمع يتميز بالحدثة والتغير السريع وتتمثل في (القدرة علي التكيف، حب الاستطلاع ، التوجيه الذاتي، الأبداع، تحمل المخاطر، مهارات التفكير العليا، ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في المقياس المعد لذلك.

ثانياً: مهارات التفكير الاختراعي

يتضمن التفكير الاختراعي مجموعة من المهارات تتمثل في دمج بعض مهارات التفكير الناقد والتفكير الإبداعي؛ لذا فهو يتسم بشمولية وتعدد أبعاده، ويزخر بالسمات والمزايا الابتكارية المتعددة؛ ومستويات عالية من مهارات التفكير العليا (Saleh, Muhammad & Abdullah, 2020).

ولقد قدم المعمل التربوي الإقليمي المركزي بشمال الولايات المتحدة NCREL تصنيف لمهارات التفكير الاختراعي، وتشتمل على (NCREL & Metiri, 2003):

القدرة على التكيف وإدارة التعقيد Adaptability/Managing Complexity: يشير إلى قدرة الطلاب على إدراك وفهم أن عملية التغيير مسألة مستمرة، وأن في استطاعتهم التعامل مع التحديات والمشكلات بإيجابية عبر تعديل تفكيرهم، واتجاهاتهم، وسلوكهم.

التوجيه الذاتي Self-Direction: يشير إلى قدرة الطلاب على وضع أهداف مرتبطة بالتعلم، والتخطيط لتحقيق هذه الأهداف.

المجازفة (تحمل المخاطرة) Risk Taking: يشير إلى استعداد الطلاب للتفكير في مسألة ما أو تحدى بعينه، ومشاركه هذا التفكير مع الآخرين، والاستماع إلى التغذية الراجعة، والمجازفة هنا تعنى الاستعداد والقابلية لتخطى المنطقة الآمنة وعدم الممانعة في ارتكاب الأخطاء، ومواجهة التحديات والمشكلات لتحقيق غاية نهائية تتمثل في تعزيز القدرة على الإنجاز.

الإبداع Creativity: يمثل استحضار شيء ما إلى الوجود بطريقة أصيلة ومستحدثة، سواء كان شخصياً (يعتبر أصيل فقط للفرد ذاته) أو ثقافياً جماعياً، وبذلك يكون الطلاب قادرين على انتاج شيء جديد أو أصيل يتمتع بأهمية ودلالة شخصية أو ثقافية.

حب الاستطلاع Curiosity : يشير إلى رغبة الطلاب في تعلم المزيد عن شيء ما، ويعد مكون أساسى للتعلم مدى الحياة.

التفكير عالي الرتبة والاستدلال السليم Higher Order Thinking and Sound Reasoning: يشير هذا المكون إلى العمليات المعرفية المتمثلة في التحليل، والمقارنة، والاستدلال، والتفسير، والتقويم، والتركيب والتي يجرى تطبيقها على مساحة واسعة فى المجالات الأكاديمية و حل المشكلات وبمقتضاها يكون الطلاب قادرين على المقارنة، والتحليل المنطقي، والتوصل إلى الاستنتاجات وتفسيرها.

المحور الرابع: سمات طلاب المرحلة الثانوية بمدرسة STEM

طلاب المرحلة الثانوية في مدارس STEM عادة ما يكونون في سن المراهقة المتوسطة إلى المتأخرة، أي بين ١٥ إلى ١٨ عامًا. هذه المرحلة العمرية تتميز بسمات كالتالي :

- **الاستقلالية وتأكيد الذات:** يسعى الطلاب في هذه المرحلة إلى تحقيق استقلالهم وبناء هويتهم الخاصة.
 - **النضج الفكري والعاطفي:** يبدأ الطلاب في تطوير قدرة أكبر على التفكير المجرد وفهم المفاهيم المعقدة، إلى جانب نضج تدريجي في التعبير عن المشاعر.
 - **الرغبة في الانتماء الاجتماعي:** يهتم الطلاب بتكوين صداقات والانخراط في مجموعات؛ مما يجعل العمل الجماعي في مدارس STEM مناسبًا جدًا لهم.
 - **الاهتمام بالهدف والتوجيه:** يصبح الطلاب في هذه المرحلة أكثر اهتمامًا بوضع أهداف للمستقبل والتخطيط المهني والدراسي.
 - **زيادة الفضول الفكري:** يظهر الطلاب استعدادًا أكبر لاستكشاف مواضيع جديدة والتعلم بشكل أعمق، وهو ما يتماشى مع مناهج STEM التي تشجع على البحث والاستقصاء.
 - **المرونة وقابلية التكيف:** يميل الطلاب إلى أن يكونوا أكثر مرونة في التكيف مع تقنيات وأفكار جديدة، وهي صفة مهمة في بيئة تعليم STEM المتغيرة باستمرار.
 - **التحديات العاطفية والنفسية:** قد يواجه بعض الطلاب تحديات تتعلق بالضغط الأكاديمي والقلق بشأن المستقبل، خاصة في بيئات تعليمية تنافسية مثل مدارس STEM.
 - **البحث عن الهوية:** تتسم هذه المرحلة بمحاولة الطلاب فهم أنفسهم وتحديد اهتماماتهم ومهاراتهم، وهو ما يعزز تجربة التعلم العملي في STEM.
- هذه السمات تجعل البيئة التعليمية في مدارس STEM مثالية لاستغلال قدرات الطلاب في هذه المرحلة وتطويرها بطريقة تدعم احتياجاتهم النفسية والاجتماعية والعقلية.

ثانيًا : الإطار التجريبي

للإجابة عن أسئلة البحث تم اتباع الخطوات التالية:

أولاً: إعداد قائمة بمهارات التفكير الاختراعي

١. تحديد الهدف من القائمة.
٢. تحديد مصادر اشتقاق القائمة؛ حيث الاطلاع على الدراسات والبحوث السابقة التي تناولت مهارات التفكير الاختراعي، والدراسات والبحوث التي قامت بوضع قوائم لمهارات التفكير الاختراعي.
٣. وضع القائمة في صورتها الأولية وعرضها على السادة المحكمين لضبطها والتأكد من سلامتها العلمية.
٤. إعداد القائمة في صورتها النهائية بعد إجراء تعديلات السادة المحكمين.

وبهذا تمت الاجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث وهو: ما مهارات التفكير الاختراعي المناسبة لطلاب الصف الثالث الثانوي بمدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM؟

ثانيًا: إعداد مهام النمذجة المناخية.

- تم اختيار تحدى مجال الاتصالات للصف الثالث الثانوى وذلك لعدة أسباب منها:
- أ. مناسبة هذا التحدي مع النمذجة المناخية، الذي يمكن من خلاله تقديم مهام مرتبطة بالنمذجة وتصميم مشروعات في مجال الاتصالات.
 - ب. مقرر الفيزياء يتطلب اكتساب مهارات علمية أساسية مثل النمذجة Modeling يجب أن يُلم بها الطالب وتؤسس فهمه العميق وخاصة ارتباط تحدي مشروعات الكابستون بالتغيرات المناخية.
 - ج. تضمين النمذجة المناخية يعزز من ربط العلاقات بين الظواهر الطبيعية والمفاهيم الفيزيائية مما ينمي قدرات الطلاب علي ممارسة مهارات التفكير الاختراعي.
 - د. تطور مقرر الكابستون في مدارس STEM في أمريكا مما يحتم تضمين النمذجة المناخية في المقررات لمواكبة التطورات العلمية.

وكانت خطوات إعداد المهام كالتالي:

يعتمد تصميم مناهج مدارس STEM علي مجموعة من المهام الادائية ولكل مهمة توصيف مختلف لكن جميع المهام مرتبطة ومتكاملة فيما بينها وتتصف كالتالي:

أ. عنوان المهمة: لكل مهمة عنوان يصف المفهوم المكتسب من ممارستها.

ب. تحديد اهداف المهام: تحددت أهداف المهمة كما يلي:

- ربط العلاقات بين مفاهيم مجال الاتصالات ومفاهيم النمذجة.
- توظيف الخبرات السابقة في مواقف جديدة.
- اكتساب مهارات التفكير العليا، والابداعي، والناقد، وحل المشكلات.
- القدرة علي التكيف مع التحديات المختلفة.
- تنمية التوجيه الذاتي وحب الاستطلاع المعرفي.

ب. نوع المهمة: تحددت أنواع المهام كما يلي:

- مهام فردية: خبرات شخصية يجب أن يمارسها الطالب ويكتسبها بشكل فردي.
- مهام جماعية: خبرات جماعية يتعاون فيها الطلاب ضمن الفريق.
- ج. الزمن: تحددت لكل مهمة زمن محدد لأداء المهمة يختلف باختلاف المهمة ونوعها.
- د. المهارة المكتسبة: لكل مهمة مجموعة مهارات يكتسبها الطالب أثناء ممارستها.
- هـ. المشروعات الدولية: لكل مهمة مشروعات دولية مرتبطة بها في مجال الاتصالات.
- و. تقويم المهمة: أثناء دراسة المهام استخدم التقويم البنائي والنهاي بنظام الالون لالين وفقاً للنظام المتبع داخل المدرسة.
- ز. ضبط مهام النمذجة:

وذلك من خلال عرضها على بعض المحكمين المتخصصين من وحدة دعم مدارس STEM ومعلمي مدارس STEM والمتخصصين في المناهج وطرق التدريس لمعرفة مدي ملاءمتها لمستوي طلاب الصف الثالث الثانوي، وقد تم إجراء التعديلات على المهام في ضوء آراء السادة المحكمين، وبذلك أصبحت المهام في الصورة النهائية، وبهذا تمت الاجابة عن السؤال الثاني من أسئلة البحث وهو: ما التصور المقترح لتضمين النمذجة المناخية في مقرر

الفيزياء لتنمية مهارات التفكير الاختراعي لدى طلاب الصف الثالث الثانوي
بمدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا STEM؟
ثالثاً: إعداد دليل المعلم:

تم إعداد دليل المعلم لتنفيذ مهام النمذجة في مجال الاتصالات للفصل الدراسي الأول للصف الثالث الثانوي شعبة العلوم الأساسية والطبية وتضمن الدليل مقدمة الدليل، فلسفة الدليل وتتضمن نبذة عن النمذجة، الأهداف العامة للدليل، إرشادات وتوجيهات للمعلم، الجدول الزمني للمهام، إجراءات تنفيذ المهام تتضمن (عنوان المهمة، ونوع المهمة، زمن المهمة، الهدف، المهارات، الاستراتيجيات، مصادر التعلم، محتوى المهمة) جدول معايير تقييم المهام، وقد تم ضبط الدليل من خلال عرضه على مجموعة من المحكمين وإجراء التعديلات اللازمة وبذلك أصبح الدليل صالح للتطبيق.

رابعاً : إعداد أداة البحث :

إعداد مقياس مهارات التفكير الاختراعي لطلاب الصف الثالث الثانوي وعرضه على مجموعة من المتخصصين للتأكد من صدقه وثباته.

وقد اتبع الباحث الخطوات التالية لإعداد المقياس

أ. الهدف من المقياس: هدف إلي قياس قدرة طلاب الصف الثالث الثانوي علي مهارات مهارات التفكير الاختراعي.

ب. صياغة مفردات المقياس: يتكون المقياس من ٢٤ مفردة تمثل مهارات التفكير الاختراعي موضوع الدراسة، بحيث تُخصص (٤) مفردات نصيب كل مهارة من مهارات المقياس.

ج. صدق المقياس:

تم عرض المقياس في صورته الأولية علي مجموعة من خبراء المناهج وطرق تدريس العلوم وعلم النفس، وذلك بهدف التأكد من مدى سلامة مفردات المقياس علمياً ولغوياً، ومدى ملائمة المقياس لمستويات طلاب الصف الثالث الثانوي، بإضافة أو حذف أو تعديل ما ترونه مناسباً، وقد قام الباحث بإجراء التعديلات اللازمة بناء على آراء المحكمين.

د. التجربة الاستطلاعية للمقياس:

طبق الباحث مقياس مهارات التفكير الاختراعي في صورته الأولية على عينة استطلاعية تكونت من ٥٠ طالباً من طلاب الصف الثالث الثانوى بمدرسة المتفوقين للعلوم والتكنولوجيا STEM للبنين، وذلك في الفصل الدراسي الأول لعام ٢٠٢٤/٢٠٢٥ م بغرض حساب صدق وثبات المقياس.

هـ. ثبات المقياس:

قام الباحث بحساب معامل ثبات المقياس باستخدام طريقة إعادة التطبيق على مجموعة من طلاب الصف الثالث الثانوى، ومن ثم حساب معامل الارتباط بين أداء أفراد المجموعة فى المرتين والذي بلغ (0.92) وتم حساب معامل الارتباط بين أداءت أفراد المجموعة فى المرتين والذي بلغ (0.94)، وتم حساب ثبات المقياس بطريقة سبيرمان وبراون) والذي بلغ (0.93)، وهي قيمة عالية يمكن الوثوق بها.

و. تحديد زمن الإجابة:

تم تحديد زمن الأجابة عن المقياس بواسطة حساب الزمن الذي استغرقه جميع الطلاب للإجابة؛ ثم أخذ المتوسط، مع إضافة زمن إلقاء التعليمات وهو ١٠ دقائق، وبذلك يكون زمن الاختبار:

زمن المقياس = الزمن الكلي (١٢٠٠) / عدد الطلاب (٥٠) = ٢٤ دقيقة + ١٠ دقائق للتعليمات = ٣٤ دقيقة.

خامساً : التطبيق الميداني

١. التطبيق القبلي لأداة البحث:

طبق الباحث مقياس التفكير الاختراعي على المجموعة التجريبية (٥٠ طالباً) قبل تنفيذ النمذجة؛ وذلك بهدف الحصول على المعلومات القبليّة لمجموعة البحث.

٢. تنفيذ مجموعة البحث للنمذجة:

بعد الانتهاء من عملية تطبيق الباحث لأداة البحث قبلياً على المجموعة التجريبية، بدأ الباحث في تطبيق مهام النمذجة على المجموعة التجريبية.

٣. التطبيق البعدي لأداة البحث:

بعد الانتهاء من تطبيق مهام النمذجة المناخية قام الباحث برصد النتائج، ثم معالجتها إحصائيًا تمهيدًا لتفسيرها وتقديم المقترحات والتوصيات بشأنها.

سادسًا: عرض نتائج البحث:

النتائج الخاصة بمقارنة متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي/ البعدي لمقياس مهارات التفكير الاختراعي ودلالة الفرق بينهم.

نتائج الفرض الذي ينص على: يوجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطات درجات طلاب مجموعة البحث التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي في مقياس التفكير الاختراعي ككل وأبعاده الفرعية لصالح التطبيق البعدي.

وللتحقق من هذا الفرض قام الباحث بمقارنة متوسطات درجات طلاب المجموعة التجريبية في القياس البعدي في اختبار (T-test) للمجموعات المترابطة للكشف عن دلالة الفروق بعد تطبيق المهام وجدول (١) التالي يوضح ذلك:

جدول (١) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة ت لمقياس التفكير الاختراعي

مهارات التفكير الاختراعي	التطبيق	المتوسط (م)	الانحراف المعياري (ع)	المتوسط الحسابي للفروق (م ف)	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة
القدرة علي التكيف	قبلي	٦.٥٠	١.٢	٣.٥	٥.١٢	دال عند ٠.٠١
	بعدي	١٠.٠٠	١.٠٠			
حب الاستطلاع	قبلي	٥.٠٠	١.٠٠	٦.٠٠	٤.٨٥	دال عند ٠.٠١
	بعدي	١١.٠٠	٠.٨٠			
الأبداع	قبلي	٧.٠٠	١.٤٠	٥.٠٠	٦.٤٣	دال عند ٠.٠١
	بعدي	١٢.٠٠	٠.٩٠			
التوجيه	قبلي	٨.٠٠	١.١٠	٣.٥	٥.٣٢	دال عند

٠.٠١			٠.٧٠	١١.٥٠	بعدي	الذاتي
دال عند ٠.٠١	٤.٧٢	٣.٥	١.٠٠	٧.٥٠	قبلي	تحميل المخاطر
			٠.٨٠	١١.٠٠	بعدي	
دال عند ٠.٠١	٥.٩١	٦.٠٠	١.٢٠	٦.٠٠	قبلي	مهارات التفكير العليا
			٠.٨٠	١٢.٠٠	بعدي	
دال عند ٠.٠١	٦.٢٢	٢٧.٥	٤.٥٠	٤٠.٠٠	قبلي	التفكير
			٣.٦٠	٦٧.٥٠	بعدي	الاختراعي

ويتضح من نتائج جدول (١) ما يلي:

يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠١) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي في مقياس مهارات التفكير الاختراعي ككل لصالح التطبيق البعدي، حيث أظهرت نتائج الجدول أن المتوسط الحسابي للمقياس البعدي في المجموعة التجريبية والذي قيمته تساوي (٦٧.٥٠) أكبر من المتوسط الحسابي للمقياس القبلي والذي قيمته تساوي (٤٠.٠٠)، وقيمة ت "المحسوبة" والتي قيمتها (٦.٢٢) أكبر من قيمة ت "الجدولية" التي قيمتها عند مستوى ٠.٠١ تساوي (٢.٦٧٨) مما يدل على وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى ٠.٠١ لصالح المقياس البعدي.

تفسير النتائج ومناقشتها:

أظهرت نتائج البحث وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠.٠١ بين متوسطي درجات مهارات التفكير الاختراعي لدى تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس مهارات التفكير الاختراعي، وهو ما يعكس تأثير المتغير المستقل (النمذجة المناخية) في التغير الفارق في قياسات المتغير التابع (مهارات التفكير الاختراعي)، ويمكن تفسير ذلك بأسباب تعزي للنمذجة المناخية كما يلي:

- تضمين النمذجة المناخية المتنوعة مع عمليات التصميم الهندسي في مقرر الفيزياء ساعد طلاب مدارس STEM على نمذجة مهام مشروعات الكابستون مما نمى لديهم مهارات التفكير الاختراعي.

- استثارة تفكير الطلاب من خلال استخدام النمذجة (نمذجة إحصائية) ساعد على تنمية مهارات التفكير العليا.
- تصميم التحديات المناخية من واقع حياتنا اليومية (نمذجة حاسوبية) ساعد على إثارة تفكير الطلاب والخروج عن غير المألوف ساعد على تنمية مهارة الإبداع.
- قيام الطلاب بممارسة العديد من التحديات الفيزيائية وتوظيفها في المشروعات (نمذجة فيزيقية) ساعد الطلاب في اكتساب القدرة على التكيف مع التحديات.
- ربط المعرفة الفيزيائية بالتغيرات المناخية (نمذجة مفاهيمية) أثناء ممارسة مهام النمذجة ساعد على إدراك العلاقات وتنمية مهارة حب الاستطلاع.
- توظيف النمذجة الرياضية في وضع الاهداف والتخطيط ساعد على تنمية مهارات التوجيه الذاتي.
- تصميم المهام في شكل مهام فردية ومهام الفريق (جماعية) تعتمد على (نمذجة فيزيقية) ساعد الطلاب على تخطي التحديات وتنمية مهارة المجازفة أو تحمل المخاطرة في بناء المشروعات

مناقشة النتائج:

دلت النتائج المتعلقة بتطبيق مقياس التفكير الاختراعي على وجود فروق دالة إحصائية عند مستوى ٠.٠١ بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث التجريبية بين التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس التفكير الاختراعي ككل لصالح التطبيق البعدي حيث يتضح:

تحسن ملحوظ في مهارات الابداع، وحب الاستطلاع، ومهارات التفكير العليا نتيجة تصميم مهام النمذجة (الحاسوبية، المفاهيمية، الإحصائية) التي تتطلب ربط المفاهيم، وتحليل، وتفسير، وتقييم، وإنتاج أفكار جديدة لحل التحدي.

تحسن ملحوظ ولكن بدرجة أقل في مهارة القدرة على التكيف وتحمل المخاطرة والتوجيه الذاتي نتيجة تصميم مهام النمذجة (رياضية، والفيزيائية)، ويتفق ذلك مع دراسة كلاً من (على، ٢٠٢١؛ البحيرات، ٢٠١٩؛ الحبشي والصادق، ٢٠١٣)

(Saleh, Muhammad& Abdullah ؛Turiman et al.,2020؛ Ngaewkoodruea &Yuenyong ؛ Yudha &Yuliati,2018).

سابعًا: تقديم التوصيات والمقترحات في ضوء ماتوصل إليه البحث من نتائج كآآآي:

توصيات البحث:

- ١) تطوير مقرر الفيزياء بمناهج STEM في ضوء الخبرات الدولية .
- ٢) تدريب طلاب مدارس STEM على تضمين الذكاء الاصطناعي في النمذجة.
- ٣) تدريب معلمي الفيزياء بمدارس STEM على تنمية مهارات التفكير الاختراعي.

مقترحات البحث:

١. منهج مقترح في الفيزياء قائم على التصميم الهندسي لتنمية مهارات حب الاستطلاع.
٢. برنامج مقترح لتدريب معلمي مدارس STEM على تدريس الفيزياء في ضوء التوجهات العالمية.
٣. دراسة واقع تجارب الدول المتقدمة في تطبيق المهام المناخية في مقرر الفيزياء للمرحلة الثانوي مثل انجلترا.

المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

١. البحيرات، رعد. (٢٠١٩). أثر التدريب على مبادئ نظرية "تريز" في مهارات التفكير الاختراعي لدى طلاب المرحلة الثانوية بالأردن. (أطروحة دكتوراه غير منشورة)، جامعة طنطا ، مصر.
٢. زكري، نوال محمد (٢٠١٦). أثر برنامج تدريبي في التفكير في مواقف حياتية في تنمية مهارات التفكير الاختراعي لدى طالبات الصف التاسع في المملكة العربية السعودية، مجلة دراسات العلوم التربوية، ٤٣(١)، ٩٤٩-٩٧٠.
٣. علي، جنان محمد حسين، و عبد، تحرير نزهان رشيد. (٢٠٢١). دراسة مقارنة في التفكير الاختراعي ببن مدارس العلوم والتكنولوجيا والرياضيات والهندسة STEM في الولايات المتحدة الأمريكية ومصر: دراسة مقارنة. مجلة التربية المقارنة والدولية، ١١-١٤.
٤. الحبشي، فوزي أحمد محمد أحمد، و الصادق، نهلة عبدالمعطي. (٢٠١٣). فاعلية النمذجة لتدريس الفيزياء في تنمية مهارات التفكير المنظومي والتحصيل لدى طلاب الصف الاول الثانوي .المجلة /المصرية للتربية /العلمية، مج ١٦، ع ٣، ١٤٧-١٧٧. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/470322>
٥. الضبع، أحمد. (٢٠٠٩). صناعة الأفكار المبتكرة (الطبعة الأولى). دار أجيال للنشر والتوزيع. مسترجع من <https://tinyurl.com/3x7mskhs>
٦. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. (٢٠٢١). تغير المناخ ٢٠٢١: ملخص للعموم. تقرير فريق العمل الأول: الدليل العلمي. مسترجع من https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/outreach/IPC_C_AR6_WGI_SummaryForAll_Arabic.pdf

ثانياً: المراجع الأجنبية:

1. Petrov, V. (2020). Inventive thinking in TRIZ. [Amazon.com](https://www.amazon.com).
2. Saleh, S., Muhammad, A., & Syed Abdullah, S. M. (2020). STEM project-based approach in enhancing conceptual understanding and inventive thinking skills among secondary school students. *Journal of Nusantara Studies (JONUS)*, 5(1), 234–254. <https://doi.org/10.24200/jonus.vol5iss1pp234-254>
3. NCREL & Metiri Group. (2003). En gauge 21st century skills: Digital literacies for a digital age. Retrieved from shorturl.at/gnrN9
4. Yudha, F., & Yuliaty, D. (2018). The analysis of creative and innovative thinking skills of the 21st-century students in solving the problems of “locating dominating set” in research-based learning. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 5(3), 163–176. <https://doi.org/10.22161/ijaers.5.3.21>
5. Turiman, P., Osman, K., & Wook, T. (2020). Inventive thinking 21st century skills among preparatory course science students. *Asia Pacific Journal of Educators and Education*, 35(2), 145–170. Retrieved from http://apjee.usm.my/APJEE352_2020/apjee35022020_9.pdf
6. Canedo, M. (1997). The inventive thinking curriculum project: An outreach program of the United States Patent and Trademark Office. United States Patent and Trademark Office. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED406232.pdf>
7. Subramanian, A. S. R., Gundersen, T., & Adams, T. A., II. (2018). *Modeling and simulation of energy systems: A review. Processes*, 6(12), 238. <https://doi.org/10.3390/pr6120238>
8. Ngaewkoodrua, N., & Yuenyong, C. (2018). The teachers’ existing ideas of enhancing students’ inventive thinking skills. *Turkish Online*

- Journal of Educational Technology, 17(2), 169-175.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1176172.pdf>
9. World Bank. (2010). World development report 2010: Development and climate change. Washington, DC: World Bank.
<https://hdl.handle.net/10986/4387>
10. **American Physical Society.** (2023). *The physics of climate change*.
<https://www.aps.org/policy/reports/popa-reports/energy/climate.cfm>
11. Jwaifell, M., & Kraishan, O. (2019). A proposed Invention in Science Labs (ISL) Framework for Teaching Science. International Journal of Learning and development, 9(4). 51-59. URL:
<https://doi.org/10.5296/ijld.v9i4.15658>.
12. Stocker, T. (2022). Introduction to climate modelling. Climate and Environmental Physics, Physics Institute, University of Bern. Version December 13, 2022. Retrieved from
<https://climatehomes.unibe.ch/~stocker/stocker22icm.pdf>
13. Citrohn, B., Stolpe, K., & Svensson, M. (2022). The use of models and modelling in design projects in three different technology classrooms. International Journal of Technology and Design Education. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09730-9>
14. Hallström, J., & Schönborn, K. J. (2023). Models and modeling in STEM education: Nature, roles, and implementation. In R. J. Tierney, F. Rizvi, & K. Erkican (Eds.), International Encyclopedia of Education (4th ed., pp. 112–116). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818630-5.13038-6>
15. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate change 2021: Summary for policymakers. Working Group I: The physical science basis*. Retrieved from

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/outreach/IPCC_AR6_WGI_SummaryForAll_Arabic.pdf

16. Hürliemann, T. (2023, November 12). What is “Modeling”? [PDF document]. Retrieved from <https://matmod.ch/lpl/doc/modeling1.pdf>