



جامعة المنصورة
كلية التربية



استخدام النمذجة الإلكترونية في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية

إعداد

شرين حمدي السيد محمد رزق

إشراف

أ.د / إبراهيم محمد محمد شعير

د / زينب محمود جاد

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المتفرغ

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم

كلية التربية – جامعة المنصورة

كلية التربية – جامعة المنصورة

مجلة كلية التربية – جامعة المنصورة

العدد ١٣٠ – إبريل ٢٠٢٥

استخدام النمذجة الإلكترونية في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية

شرين حمدي السيد محمد رزق

مستخلص البحث

هدف البحث الحالي إلى التحقق من فاعلية استخدام النمذجة الإلكترونية في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية؛ ولتحقيق هذا الهدف سعى البحث للإجابة عن السؤال الرئيس التالي: ما فاعلية استخدام النمذجة الإلكترونية في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية؟، وتكونت عينة البحث من (٨٠) تلميذ من تلاميذ الصف الرابع الابتدائي بمدرستي (طنبول الابتدائية، الشهيد فايز الابتدائية التابعيتين لإدارة السنبلأوين التعليمية، وتم تقسيمهم بالتساوي إلى مجموعتين؛ الأولى مجموعة تجريبية وتشتمل على (٤٠) تلميذ درسوا مقرر العلوم في وحدة: الأنظمة الحية للفصل الدراسي الأول باستخدام النمذجة الإلكترونية، والثانية مجموعة ضابطة وتشتمل (٤٠) تلميذ درسوا مقرر العلوم في وحدة: الأنظمة الحية للفصل الدراسي الأول وفقاً للطريقة المعتادة، وقد قامت الباحثة بإعداد مواد المعالجة التجريبية المتمثلة في: دليل المعلم، وكراسة نشاط التلميذ، بالإضافة إلى إعداد أدوات البحث والمتمثلة في إعداد قائمة مهارات التفكير التصميمي، إعداد سلم التقدير (Rubrics) لاختبار مهارات التفكير التصميمي لتلاميذ المرحلة الابتدائية يتم من خلاله وصف الأداء، اختبار مهارات التفكير التصميمي في مقرر العلوم في وحدة: الأنظمة الحية للفصل الدراسي الأول للصف الرابع الابتدائي"، وقد أسفرت نتائج البحث عن فاعلية استخدام النمذجة الإلكترونية في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. وفي ضوء هذه النتائج قدمت الباحثة بعض التوصيات، والبحوث المقترحة.

الكلمات المفتاحية: النمذجة الإلكترونية، التفكير التصميمي، مقرر العلوم المرحلة الابتدائية.

Research Abstract

The aim of the current research is to verify the effectiveness of using electronic modelling in developing design thinking skills among primary stage pupils. To achieve this goal, the research sought to answer the following main question: What is the effectiveness of using electronic modelling in developing design thinking skills among primary stage pupils? The research sample consisted of (80) fourth-grade pupils from two schools (Tanboul Primary School and Al-Shaheed Fayez Primary School), affiliated with the Sanbalawin Educational Administration. They were equally divided into two groups: the first is an experimental group, which includes (40) pupils who studied the science course in the unit "Living Systems" for the first semester using electronic modelling, and the second is a control group, which includes (40) pupils who studied the same science unit using the traditional method. The researcher prepared the experimental treatment materials, represented in: the teacher's guide and the student's activity booklet, in addition to preparing the research tools, which are: a list of design thinking skills, a performance rubric to assess the design thinking skills of primary pupils, and a test for measuring design thinking skills in the science course unit "Living Systems" for the fourth grade of primary school. The results of the research confirmed the effectiveness of using electronic modelling in developing

design thinking skills among primary stage pupils. In light of these results, the researcher presented several recommendations and suggested future research.

Key words: Electronic Modelling, Design Thinking Skills, Teaching Science, Primary Stage.

المقدمة والإحساس بالمشكلة :

في ظل ما يشهده العالم من تطورات علمية وتكنولوجية سريعة في شتى مجالات الحياة، فقد أصبحت تنمية مهارات التفكير المختلفة ضرورة ملحة تستلزم من جميع المؤسسات التعليمية وجميع المربين والقائمين على العملية التعليمية في مراحل التعليم جميعاً، بدءاً من رياض الأطفال وصولاً إلى تعليم الكبار ؛ لأنها تساعد على تنشيط ذهن المتعلم واستثارة قدراته العقلية وتجعله قادراً على التعامل الواعي مع المتغيرات والمواقف المتغيرة التي تحيط به ، كما أنها تمكنهم من مواجهة الواقع المليء بالمتغيرات العلمية والتكنولوجية ووسائل الاتصال المختلفة ، والاختيار الجيد من بين البدائل المطروحة ، حيث أصبح رصيد الدول يقاس بما تمتلكه من عقول يُستفاد منها في هندسة المعرفة وإدارتها

ويعد التفكير التصميمي جزءاً مهماً من التفكير يعزز قدرة المتعلمين على حل المشكلات وتطوير مهاراتهم لتحاكي متطلبات التطور البيئي في القرن الحادي والعشرين ، لصنع متعلمين ناجحين في عصر التكنولوجيا والمنافسة العالمية ؛ لذا يتطلب من المتعلم أن يستخدم مجموعة من المهارات المختلفة عما هو مطلوب سابقاً ، وواحدة من هذه المهارات تسمى التفكير التصميمي (Féja, D., et al, 2023.90).

ربما يفهم البعض أن المقصود بالتفكير التصميمي هو تصميم الجرافيك ، أو تصميم الأشكال والأبنية وأشكال الألبسة والمنتجات ، إلا أن المقصود بالتفكير التصميمي هو طريقة لحل المشكلات تعتمد على مجموعة معقدة من المهارات والعمليات والعقليات التي تساعد الناس على إيجاد حلول جديدة للمشكلات، وأسلوب هذه الحلول قد يكون على شكل تغيير في الأنظمة وتطوير بنية معرفية فكرية للاستفادة من البيئة وتحديثها بما يتناسب مع حاجة الفرد. تكمن الإثارة حول التفكير التصميمي في الاقتراح القائل بأنه يمكن لأي شخص تعلم كيفية القيام بذلك الوعد الديمقراطي للتفكير التصميمي هو أنه بمجرد إتقان التفكير التصميمي . يمكن لأي شخص أن يشرع في إعادة تصميم الأنظمة والبنى التحتية (Goldman,S,et al, 2016,p.22)

فالتفكير التصميمي هو في الأساس نوع من منهجية التعلم بالممارسة.. يُلهم الطلاب ويُحفزهم من خلال العمل على مشاريع واقعية ذات مغزى، يتمتع هذا النهج بقدرة هائلة على تغيير نظرة الطلاب للتعلم، حيث يُمكنهم من الانتقال من مجرد متلق سلبي للمعلومات إلى مُبدع واثق بنفسه، ومن مُتعلم سلبي إلى مُعلم مُلهم، ومن مُعتمد على التوجيه إلى مُرشِد يُلهم الآخرين (Goldman, S., et al , 2016,p. 17)

يعتمد التفكير التصميمي على مبادئ التعاطف من أجل فهم احتياجات المستخدمين وتحديد الاحتياجات وإجراء التجارب والنماذج الأولية وتلقي الردود الفعل من المستخدمين وإعادة تصميم العملية. (Darbellay, F.,et al , 2017)

فجوهر عملية التفكير التصميمي ، تمكن في التحول من فكرة التصميم ، وعملية الإنتاج إلى طريقة تقوم على التجربة ، والملاحظة ، والاستماع والتطبيق العملي للتعرف على المشكلة ومن ثم حلها. (Cahen,H. 2008)

تركز عملية التفكير التصميمي على تشجيع المتعلمين ليكونوا أكثر تفاؤلاً وتعاوناً وتركيزاً على الإنسان. إنه يمنحهم ثقة إبداعية ويهيئهم كمواطنين عالميين للتعامل مع عدم اليقين ، ولتنمية

عقل منفتح نحو قبول وجهات نظر متعددة ، والاحترام لبعضهم البعض على قدم المساواة من خلال تقدير نقاط القوة الفريدة لكل فرد. (Gudipati, M., et al , 2017,p.95)
ويعد دمج التفكير التصميمي مع التعليم طريقاً ومنهجاً مبتكراً لحل المشكلات التي تحتاج إلى إيجاد حلولاً إبداعية ، وقدرته على تجميع المعرفة من مجموعة متنوعة من المصادر ؛ واستخدام النماذج الأولية والمحاكاة ، وعمل المخططات أو الرسومات ، والمحاكاة ، بالإضافة إلى أن هذه الأدوات توفر مسارات بديلة للتعليم التجريبي ، وغالباً ما تكون بمثابة أساس لتراكم المعرفة الضمنية ، وبهذه الطريقة يمكن أن يساعد في أحداث اكتشاف معرفة جديدة أو نمط تفكير . Simon,H, (1996)

وهذا ما أكدته دراسة (Lor, 2017) بعنوان " التفكير التصميمي في التعليم " : مراجعة نقدية للأدب "Design Thinking in Education: A Critical “ Review of Literature” والتي تهدف إلى تقديم مراجعة نقدية وتحليلية لأكثر من ٦٨ مقالة في الصحف والكتب والتقارير حول التفكير التصميمي في التعليم بين عامي ٢٠٠٥ و ٢٠١٦ . وقد أكدت نتائج هذه الدراسة المكاسب والفوائد التي يمكن تحقيقها من استخدام التفكير التصميمي في التعليم، خاصة في تطوير مهارات القرن الحادي والعشرين.

وفي ذلك ؛ فقد ظهر في الآونة الأخيرة زيادة الاهتمام بتوظيف التفكير التصميمي في التعليم ، وخاصة في المناهج الدراسية المصرية . حيث تم استبدال النظام التعليمي التقليدي بنظام جديد يدمج التفكير التصميمي كجزء أساسي من المناهج. وتقترح هذه الورقة أيضاً الحاجة إلى مزيد من الدراسات لتطوير إطار للتفكير التصميمي في التعليم والتعلم، وتدريب المعلمين وتصميم المناهج.

ومع الجهود المستمرة لتعزيز التفكير التصميمي كنهج إبداعي لحل المشكلات وابتكار الحلول وإحداث التغيير، لا يزال العديد من التلاميذ، وخصوصاً في المرحلة الابتدائية، يفتقرون إلى استخدام

مهارات التفكير التصميمي. هذا ما لاحظته الباحثة من خلال عملها كمعلمة لمادة العلوم في المرحلة الابتدائية، ويتفق هذا مع ما أشارت إليه الدراسات المختلفة، كدراسة (نانسي عادل إبراهيم ، ٢٠٢٠، محمد فؤاد أبو عودة، ٢٠٢١ ؛ اسماء محمد عيد ، ٢٠٢١) حيث أشارت هذه الدراسات أن هناك ضعفاً في مهارات التفكير التصميمي لدى التلاميذ.

ومن هنا تبدو الحاجة الماسة إلى استخدام استراتيجيات تعليمية جديدة تستخدم مصادر تعلم متنوعة غنية بالأنشطة تزيد من دافعية المتعلم ، والتي تهدف إلى تعميق فهم المتعلم للمحتوى العلمي ، من خلال قيامه ببعض الممارسات التي تلبي رغباتهم واحتياجاتهم العقلية ، وتساعدهم على تطوير مهارات التفكير التصميمي .

من الاتجاهات الحديثة التي ظهرت في تدريس العلوم والتربية العملية . التعلم بالنمذجة الإلكترونية . تعد النمذجة ممارسة علمية وهندسية قوية (NRC, 2012) . يتمثل العمل الأساسي للنمذجة في تجسيد الأفكار واستخدامها وتنقيحها من خلال تطوير التمثيلات بشكل متكرر لوصف الظواهر والأنظمة وتوصيلها وشرحها والتنبؤ بها، (Schwarz, C. V., et al, 2022,p.1)
فالتعلم بالنمذجة الإلكترونية يسمح للطلاب بممارسة المواقف الغير روتينية ، كما أنها غنية بالأنشطة التي تجعل الطالب مسؤول عن تعلمه ، ويعتمد على منافسة زملائه حول النتائج التي تم التوصل إليها فيؤدي إلى تحسين المعرفة ، لأنها تتيح الفرصة للطلاب لاكتشاف المعرفة واستثمارها في حل المشكلات وفهم الظواهر العلمية وتفسيرها زبيدة محمد (٢٠١٣، ٢٨٧)

ويؤكد (Acher, A. 2014,p.64) إن إشراك الطلاب في عمليات النمذجة ، بدلاً من اعتبارهم مجرد متفرجين ومستهلكين لمنتجات المعرفة العلمية ، يمكن أن يساعدهم ذلك ليس فقط على فهم الأفكار المركزية للتخصصات العلمية ، ولكن أيضاً لاكتساب المعرفة المعرفية والتجريبية ، وفهم كيفية بناء الأفكار وتقييمها.

وبعد دعم المعلم امر بالغ الأهمية لضمان تقدم التلاميذ في عملية ممارسة النمذجة Vo,et (al, 2015,2414) . ؛ فعندما يكون التلاميذ قادرين على اقتراح أفكار قابلة للتطبيق حول الموضوع الذي تتم دراسته، يقوم المعلم بدور الوسيط ، ويساعد التلاميذ على توضيح أفكارهم . ومشاركته في عملية إنشاء النماذج واختبارها ومراجعتها. واستخدامها في جعل تفكيرهم مرئياً (Halloun, I. A. 2007,p.681)،

وبذلك تؤدي ممارسة النمذجة دوراً مهماً في تعلم العلوم لأنها توفر فرصاً لتصوير الأفكار المجردة ، من خلال مواقف حقيقية تساعدهم على تطوير مهارات التفكير التصميمي ؛ حيث أن المتعلم يكون قادراً على تحديد المشكلة ووضع التصورات ، وعمل المخططات أو الرسومات ، وتنفيذها ثم اختبارها وإعادة التصميم ، التعلم من الأخطاء ، وفي النهاية تلبية احتياجات أولئك الذين يستفيدون من الحلول

وعلى مر السنين ، تحقق عدد من الدراسات من فاعليتها . كدراسة (Nguyen, H., et al .,2021) . (Coşkun, T. et al ., 2022) (إيناس السيد محمد، ٢٠١٥)، (محبوب ، على ، ٢٠٢٠)

ومع ذلك نادراً ما يتم دمج النمذجة في التجارب التعليمية لطلاب المدارس الابتدائية . وعند حدوث استخدام النمذجة ، غالباً ما تكون مخصصة لطلاب المدارس المتوسطة والثانوية والجامعية وتستخدم بشكل أساسي لأغراض التوضيح أو التواصل (Louca,et, al. 2023,3)، (Windschitl, M., et al, 2008)

ومن ثم يأتي هذا البحث كإحدى المحاولات للاهتمام بهذا التوجه ؛ حيث تسعى الباحثة – من خلال هذا البحث – إلى استخدام النمذجة الإلكترونية : لتنمية مهارات التفكير التصميمي والتحصيل في مادة العلوم

تحديد مشكلة البحث

حددت مشكلة هذا البحث في ضعف مستوى التحصيل ومهارات التفكير التصميمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية في مادة العلوم؛ ويرجع ذلك لطريقة التدريس المعتادة حالياً، والتي لا تهيئ مواقف تتضمن أنشطة وخبرات تعليمية تستهدف تنمية التحصيل ومهارات التفكير التصميمي، بالإضافة إلى الافتقار إلى استخدام استراتيجيات تساهم في تنمية ذلك المتغير، وك محاولة للتصدي لهذه المشكلة يحاول البحث الإجابة عن الأسئلة التالية:

١. ما مهارات التفكير التصميمي المناسبة لتلاميذ المرحلة الابتدائية ؟
 ٢. ما فاعلية استخدام النمذجة الإلكترونية في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية " ؟
- أهداف البحث :**

هدف البحث الحالي إلى:

١. تحديد مهارات التفكير التصميمي المناسبة لتلاميذ المرحلة الابتدائية
٢. تحديد مدى فاعلية استخدام النمذجة الإلكترونية في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي.

فروض البحث:

يختبر البحث الحالي الفروض التالية :

- يوجد فرق دال احصائياً بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين (التجريبية / الضابطة) في التطبيق البعدي للاختبار التفكير التصميمي لصالح المجموعة التجريبية .
- يوجد فرق دال احصائياً بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين (القبلي / البعدي) للاختبار التفكير التصميمي لصالح التطبيق البعدي

أهمية البحث:

تحددت أهمية البحث فيما يلي :

- تلاميذ المرحلة الابتدائية: حيث يسعى البحث إلى تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية وذلك باستخدام استراتيجية النمذجة الإلكترونية.
- القائمين بالتدريس: في تطوير تدريس مادة العلوم ، وذلك من خلال تطبيق إجراءات وأساليب تدريس حديثة يمكن أن تسهم في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.
- الموجهين: فالبحث يضع بين أيديهم قائمة بمهارات التفكير التصميمي واختباراً لهذه المهارات ودليلاً باستخدام استراتيجية النمذجة الإلكترونية مما قد يعد محاولة لتنمية مهارات التفكير التصميمي، وتطوير تدريس مادة العلوم لتلاميذ المرحلة الابتدائية ، وهذا يمكن أن يستثمره الموجهون في توجيه المعلمين إلى استخدام هذه المهارات في تدريسهم.
- الباحثون في مجال التربية: فمن المتوقع أن يفتح هذا البحث المجال أمام الباحثين للاهتمام والتركيز على استراتيجية النمذجة الإلكترونية ، بالإضافة لتوجيههم إلى الاهتمام والتركيز على تنمية مهارات التفكير التصميمي باعتبارها من أهداف تعليم وتعلم العلوم.
- تقديم أداة قياس تمثلت في سلم التقدير لاختبار مهارات التفكير التصميمي لتلاميذ المرحلة الابتدائية من خلال وصف الأداء (Rubrics) . يمكن الاستفادة به من قبل الباحثين أو المعلمين في البحث.
- يقدم هذا البحث نموذجاً استرشادياً لمخططي مناهج العلوم بالمرحلة الابتدائية ، حيث يساعدهم في إعادة صياغة وحدات المنهج الدراسي بشكل يسهم في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.
- مواكبة الاتجاه العالمي والاهتمام المتزايد بالتفكير ومهاراته في التدريس.

حدود البحث:

اقتصر البحث على الحدود الآتية :-

١. **مجموعة البحث:** مجموعة من تلاميذ الصف الرابع الابتدائي بمدرسة طنبول الابتدائية بإدارة السنبلالوين - محافظة الدقهلية وعدد التلاميذ (٨٠) تلميذ وتلميذة كمجموعة تجريبية والأخرى مجموعة ضابطة بمدرسة الشهيد فايز الابتدائية بإدارة السنبلالوين التعليمية - محافظة الدقهلية.
٢. **المحتوى العلمي:** لوحدة "الأنظمة الحية" من مادة العلوم للصف الرابع الابتدائي للفصل الدراسي الأول للعام الدراسي ٢٠٢٤ / ٢٠٢٥

٣. **مهارات التفكير التصميمي:** وهي مجموعة المهارات التي تتكامل معاً من الفكرة حتى النموذج تحدها الباحثة في مهارة التعاطف، مهارة وجهة نظر ، مهارة توليد الأفكار ، مهارة إنتاج النماذج الأولية ، اختبار النموذج ، تطوير النموذج . والتي سيتم قياسها من خلال الدرجة التي يحصل عليها التلميذ على المقياس المعد خصيصاً لهذا الغرض

مادتي البحث وأدواته:

تحددت مواد البحث وأدواته فيما يلي وكلها من إعداد الباحثة :

أولاً : مادتي البحث:

١. دليل معلم : لتدريس مقرر العلوم للصف الرابع الابتدائي لوحدة "الأنظمة الحية " باستخدام النمذجة الإلكترونية.
٢. كراسة نشاط التلميذ لوحدة "الأنظمة الحية " باستخدام النمذجة الإلكترونية.

ثانياً: أدوات البحث:

١. إعداد قائمة مهارات التفكير التصميمي وعرضها على مجموعة من الخبراء والمحكمين المتخصصين ، للتأكد من سلامتها وتعديلها في ضوء آرائهم .
٢. اختبار تفكير تصميمي مرتبط بمادة العلوم لتلاميذ الصف الرابع الابتدائي .
٣. إعداد سلم التقدير (Rubrics) لاختبار مهارات التفكير التصميمي لتلاميذ المرحلة الابتدائية يتم من خلاله وصف الأداء

منهج البحث :

استخدم البحث الحالي :

١. **المنهج الوصفي التحليلي :** في سرد الأدبيات والدراسات السابقة المتعلقة بالنمذجة الإلكترونية ، ومهارات التفكير التصميمي ، وإعداد أدوات ومواد البحث ، ومناقشة وتفسير النتائج
٢. **المنهج التجريبي ذا المجموعتين (التجريبية والضابطة)**
يتم اتباع **المنهج التجريبي:** وذلك لتحديد فاعلية استخدام النمذجة الإلكترونية لتنمية مهارات التفكير التصميمي لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي وذلك من خلال :
 - **المجموعة التجريبية:** وهي المجموعة التي درست مقرر العلوم للصف الرابع الابتدائي لوحدة "الأنظمة الحية " باستخدام النمذجة الإلكترونية
 - **المجموعة الضابطة:** وهي المجموعة التي درست مقرر العلوم للصف الرابع الابتدائي لوحدة "الأنظمة الحية " بطريقة التدريس المعتادة

مصطلحات البحث:

النمذجة الإلكترونية :

تُعرف النمذجة بأنها " ممارسة علمية وهندسية تتمثل في تجسيد الأفكار واستخدامها وتنقيحها من خلال تطوير التمثيلات بشكل متكرر لوصف الظواهر والأنظمة وتوصيلها وشرحها والتنبؤ بها. (Schwarz, C., et al ., 2022, P.1086)

تُعرف النمذجة الإلكترونية بأنها: أداة برمجية تستخدم سقالات متعددة في واجهة رسومية لمساعدة المتعلمين في إنشاء نماذج ديناميكية للأنظمة المعقدة، والتي يقومون بها عن طريق تحديد الكائنات والمتغيرات، وربطها بالعلاقات، والانخراط في دورات الاختبار والمراجعة Fretz, E.,et (al., 2002, p. 569)

وتعرف الباحثة النمذجة الإلكترونية إجرائياً بأنها: " ممارسة علمية وهندسية تعتمد على البرامج الإلكترونية لافتنال واقع افتراضي يحاكي واقع توجد صعوبة ما في تنفيذه، بحيث تتاح الفرصة للمتعلم للتجريب والممارسة والتحكم في الأحداث واكتشاف المعرفة واتخاذ القرارات

واستثمارها في حل المشكلات، وذلك ببناء نموذج يتم من خلاله تنمية التحصيل ومهارات التفكير التصميمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية في مادة العلوم " التفكير التصميمي :

قدم (85, 2008, Brown) وصفاً للتفكير للتصميمي باعتباره "نهج للابتكار يركز على الإنسان، يستخدم حساسية المصمم وأساليبه لدمج احتياجات الناس وإمكانيات التكنولوجيا ومتطلبات نجاح الأعمال في عملية التصميم".

ويوضح (84, 2023, Fėja, D., Csernátorny, F., & Pais, A.) أنه : عملية تحليلية وإبداعية تشرك الشخص في فرص لتجربة النماذج وإنشاء نماذج أولية لها وجمع التعليقات وإعادة التصميم.

وتعرف الباحثة التفكير التصميمي إجرائياً بأنه: بإعتباره نهج إبداعي تكراري يتمحور حول الإنسان، قائماً على التعاطف ، ويتيح فرصاً لتلاميذ الصف الرابع الابتدائي للتجريب وتعلم كيفية اكتشاف الأفكار الإبداعية ، وتصور الحلول واختبارها عبر النماذج الأولية، معتمداً على التعلم من الأخطاء للوصول إلى حلول مبتكرة وفعالة تلبي احتياجات المستهلك ، وتحسب بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في اختبار مهارات التفكير التصميمي في مادة العلوم المعد لذلك .
مهارات التفكير التصميمي :منهجية غير خطية تتكون من خمس عناصر تبدأ بالتعاطف وتنتهي بالاختبار (تجتمع في استراتيجية متكاملة ومنسقة ويتم تطبيقها على المشكلات التي تواجه المجتمع في مختلف المجالات (Brown,T, 2009,64)

وتعرف الباحثة مهارات التفكير التصميمي إجرائياً بأنها: هي مجموعة من العمليات العقلية التي يمارسها تلاميذ الصف الرابع الابتدائي للتفكير بطرق إبداعية عند حل المشكلات من خلال ممارستهم التعاطف مع المستخدم ، والقدرة على تحديد احتياجاته، توليد الأفكار ، وإنتاج النماذج الأولية، اختبارها ، وتطويرها. والتي سيتم قياسها من خلال الدرجة التي يحصل عليها التلميذ في اختبار مهارات التفكير التصميمي في مادة العلوم المعد لذلك .
الإطار النظري والدراسات السابقة :

التفكير التصميمي:

يُفهم التفكير التصميمي على أنه منهجية للابتكار يتمحور حول الإنسان ويهدف إلى إنشاء أفكار إبداعية ونماذج فعالة من خلال التركيز على احتياجات الناس – الفكرة الأساسية وراء التفكير التصميمي هي التعاطف مع المستخدمين (الناس) للكشف عن الاحتياجات غير الملباة من خلال فهم معتقداتهم ودوافعهم وسلوكياتهم وتحدياتهم وتقديم حلول مبتكرة. يتضمن التفكير التصميمي أيضاً التجريب المستمر ، الرسم ، والنماذج الأولية ، والاختبار ، وتجربة المفاهيم والأفكار (Dam, R, et al, 2019,p.1)

- مفهوم التفكير التصميمي :

على الرغم من الاهتمام المتزايد بالتفكير التصميمي من قبل العلماء في مختلف المجالات، إلا أن الإجماع على تعريف عام لهذا المفهوم لا يزال غير موجود. تتعدد التعريفات العملية للتفكير التصميمي، ولكن جميعها تتفق على أنه نهج مبتكر يضع الإنسان في مركز الاهتمام فقد عرف . (146, 1997, Braha&Maimon). التصميم " بأنه " نشاط بشري طبيعي وشائع، حيث يبدأ التصميم بتحديد الاحتياجات والاعتراف بعدم الرضا عن الوضع الحالي" وأشار(تقرير مجلس قيادة التصميم الأوروبي، ٢٠١٤، ١٥) أن التصميم "هو نشاط ابتكاري يركز على الناس يتم من خلاله تحديد المنتجات والخدمات المرغوبة والقابلة للاستخدام.

أيضاً تصور (Torabi, N., 2020). التفكير التصميمي على أنه " هو نهج للابتكار يتمحور حول الإنسان يهدف إلى تلبية رضا العملاء وتطوير حلول مبتكرة من خلال عمليات التكرار. وبتيح التفكير التصميمي فرصاً للتجربة وتعلم كيفية اكتشاف الرؤى الإبداعية والحلول المبتكرة"

● يتضمن التفكير التصميمي نوعين من التفكير

وفقاً ل (Lindquist Campana, Dym,C.,et al.,2005,p.105 ؛ K,2023,p.30) أن التفكير التصميمي يتضمن نوعين من التفكير:

- التفكير المتشعب:

التفكير المتشعب : هو عملية غير خطية ، يطرح استراتيجيات جديدة لمعالجة المواقف . ويركز على توليد العديد من الأفكار دون إصدار أحكام والترحيب بالعديد من وجهات النظر. كما يشجع على الإبداع ، و اكتشاف حلول غير تقليدية وفريدة من نوعها. هذا النوع من التفكير مهم في المراحل الأولية من عملية التصميم ؛ حيث يتم السعي لتوليد أكبر قدر ممكن من الأفكار المبتكرة

- التفكير المتقارب:

على النقيض من التفكير المتشعب، يتطلب التفكير المتقارب التقييم النقدي للحلول المتاحة والبحث عن الحل الأكثر جدوى واستصواباً. هذا النوع من التفكير يستلزم الدقة والمنطقية والتركيز على تنفيذ الحل الأمثل.

في ضوء مما سبق يتضح لدى الباحثة أن التفكير التصميمي الفعّال يتطلب توازناً بين التفكير المتشعب والتفكير المتقارب. في البداية، يتم استخدام التفكير المتشعب لتوليد أكبر عدد ممكن من الأفكار، ثم يتم الانتقال إلى التفكير المتقارب لتقييم واختيار الأفكار الأكثر ملاءمة وتطبيقها. هذا التوازن يضمن أن الحلول تكون إبداعية وعملية في نفس الوقت.

● تحديات التفكير التصميمي :

وبينما قليلة هي الدراسات الحالية التي تناولت النتائج السلبية، فإن مراجعة الأدبيات أسفرت عن قائمة كبيرة من المشكلات المحتملة منها : الافتقار إلى الثقة الإبداعية ، وتعارض العمل الجماعي والقلق والإحباط والأفكار الضحلة ، والثقة المفرطة.

- نقص الثقة الإبداعية أو المهارة:

قام كل من (ohly ,et al ,2017,125) بتقييم دورة جامعية تم تطويرها بناء على مبادئ التفكير التصميمي. كشفت نتائج تقييمهم أنه على الرغم من أن الدورة تهدف إلى تعزيز الثقة الإبداعية، إلا أنها لم تكن فعالة في تعزيز الكفاءة الذاتية الإبداعية لدى الطلاب. " لقد ألهمنا أن تكون مبدعين ، ولكن في النهاية لم تكن معظم الأفكار مبتكرة حقاً"

- القلق والإحباط:

لاحظ (Glen, et al,2015,P.189) أن الطلاب قد يعانون من الارتباك والإحباط عند الانخراط في مشاريع التفكير التصميمي لأول مرة. "و حتى أولئك الذين يمارسون التفكير التصميمي يمرون بفترات من الإحباط على مدار المشروع". يكمن السبب في غموض العملية والذي يمكن أن يتحول إلى قلق عندما تجمع الفرق معلومات أكثر مما يمكنهم فهمه. وحذر المؤلفون من أن هذا الشعور قد لا يهدأ حتى تبدأ الأنماط في الظهور، وتتشكل الأفكار الواعدة كنماذج أولية على وجه الخصوص.

- الثقة المفرطة في الإبداع:

لاحظ (Taheri, et al, 2016, P.10) أن ورش عمل التفكير التصميمي يمكن أن تؤدي إلى الثقة المفرطة في الإبداع. يؤدي عدم وجود تعليقات نقدية بشأن المهارات التي أظهرها المشاركون، خاصة في إعدادات ورشة العمل القصيرة مع التركيز على النتائج المثمرة وخبرة التعلم إلى تطور بطيء نوعاً ما في التعلم القائم على المهارات، خاصة بالنسبة لأولئك الذين ليس لديهم خبرة سابقة

- تعارضات العمل الجماعي:

يمكن أن يؤثر التفاعل بين المشاركين داخل الفريق على تنفيذ التفكير التصميمي ، أشار (Goldman et al, 2014) إلى أن "الصراعات بين أعضاء المجموعة تبدو شائعة في العمل الجماعي وتظهر كثيراً خلال استخدام التفكير التصميمي". وأن النزاعات حول العمل الجماعي تتبع من الافتقار إلى قيادة المجموعة ، ومشاكل في تقاسم المهام بالتساوي وحجم الفرق. في ضوء مما سبق يتضح لدى الباحثة أنه على الرغم من الفوائد الواضحة للتفكير التصميمي . لا تزال هناك العديد من التحديات التي تتطلب من المعلمين . أن يأخذوا في الاعتبار قيود التفكير التصميمي وأن يكونوا مدركين للمشاكل المحتملة أثناء ورش العمل . وأن يقيموا النتائج والتجارب ، وأن يعدلوا مسارات التفكير التصميمي بمرونة.

• مبادئ التفكير التصميمي :

أشار (Mueller-Roterberg, C. , 2018, p. 3) إلى أنه عند تنفيذ عملية التفكير التصميمي يجب مراعاة المبادئ التالية:

- شجع الأفكار الجامحة :دع خيالك ينطلق. يجب التعامل مع أي فكرة مجنونة (يفترض) وكل فكرة على قدم المساواة.
- اذهب للكمية :الكمية قبل الجودة. ثم قم بالاختيار والتحليل والتقييم لاحقاً.
- بناء على أفكار الآخرين :لا يوجد حق المؤلف. يجب تبني أفكار الآخرين أو استكمالها أو تغييرها.
- فكر في محور الإنسان :التفكير التصميمي أولاً وقبل كل شيء هو التفكير في الأشخاص وليس في التكنولوجيا أو أهداف العمل .
- كن مرئياً واجعله ملموساً :استخدم الرسومات والرسوم التوضيحية والصور ومقاطع الفيديو والنماذج الأولية وما إلى ذلك.
- تجنب الانتقادات :يجب فصل تكوين الأفكار وتقييمها بشكل صارم.
- تفشل مبكراً وغالباً :الفشل يعني التعلم. غالباً ما يعني الفشل أنك تعلمت الكثير.
- حافظ على تركيزك :ضع لنفسك حدوداً ، والتزم بالمهام الملموسة في عملية التفكير التصميمي.

في ضوء مما سبق تتضح أهمية هذه المبادئ . فعندما يتعمق المعلم في التفكير التصميمي عليه وضع هذه الإرشادات في الاعتبار ومراقبتها خلال عملية التصميم بأكملها. لمساعدة الطلاب على التعامل مع التحديات التي يواجهونها. تذكر أيضاً مناقشة هذه المبادئ في كل ورشة عمل، وتدوينها ، وعرضها في الأماكن العامة بحيث يمكن رؤيتها بسهولة كفريق، تحقق مما إذا كنت قد التزمت بالمبادئ بعد كل مرحلة.

• مهارات التفكير التصميمي Design Thinking Skills

قدمت مدرسة التصميم " دى سكول " (D.school) بجامعة ستانفورد إنموذجاً لمهارات التفكير التصميمي مكون من خمس مهارات هي (التعاطف ، التحديد ، التصور ، وبناء النموذج الأولية والاختبار) . (D.school at Stanford University, 2016). وقدم معهد هاسو بلانتر للتصميم (Hasso Plattner Institute For Design) إنموذجاً لمهارات التفكير التصميمي مكون من ست مهارات هي (الفهم ، الملاحظة ، وجهة نظر ، توليد الأفكار ، وبناء النماذج الأولية والاختبار) . فيما يلي توضيح لهذه المهارات (Goldman et al. 2009) وتوضح الباحثة مهارات التفكير التصميمي في ست مهارات كالتالي :

- **مهارة التعاطف:** وفيها يضع التلميذ نفسه مكان المستخدم الذي يريد استهدافه ويحاول أن يتخيل انطباعاته . وكلما زادت قدرته على التخيل يصل لنتائج أفضل. يتعلق التعاطف بقدرة التلاميذ واستعدادهم لفهم ومراعاة مشاعر واحتياجات وتطلعات ومصالح العملاء النهائيين.

- **مهارة (وجه نظر) :** هي قدرة التلميذ على تحليل وتلخيص النتائج التي تم جمعها عن المستخدم (صاحب المشكلة) في مرحلة التعاطف في صورة بيانات " وجهة نظر " تركز على احتياجات المستخدم ونقاط الألم التي يعمل المصمم علي حلها . " يتم استخدامه كنقطة بداية في البحث عن حل .

- **مهارة توليد الأفكار :** هي قدرة التلميذ على توليد أكبر عدد ممكن من الأفكار عن طريق العصف الذهني ، وعدم رفض أي فكرة أو الحكم عليها وفرزها أو دمجها أو تجميعها . واختيار أفضل الأفكار . والأفضل دائماً أن يتم العصف الذهني في مجموعات لتطوير الأفكار سوياً .

- **مهارة إنتاج النماذج الأولية :** هي قدرة التلميذ على تصور الأفكار . وجعلها ملموسة ، ورسمها ، وتصميمها ونمذجتها . تتراوح النماذج الأولية من نموذج أولي بسيط (التعبير عن أفكاره بالرسم) إلى النموذج النهائي (يحل المشكلة) . تستهدف هذه المهارة تعليم الطلاب مجموعة متنوعة من الأساليب التي تتراوح من تقنيات الرسم البسيطة إلى محاكاة الكمبيوتر .

- **مهارة اختبار النموذج:** هي قدرة التلميذ على تقييم الأفكار واختبارها من خلال التجارب وتعليقات الزملاء . تستهدف هذه المهارة تقييم وإعادة بناء النماذج الأولية في ضوء آراء المستخدمين لها .

- **مهارة تطوير النموذج:** هي قدرة التلميذ على تقويم الفكرة وتعديلها وقياس مدى نجاحها وذلك من خلال جمع البيانات والتحقق من توافق الحل مع الأهداف المرجوة .

• عملية التفكير التصميمي :

تظهر الأدبيات التي تمت مراجعتها (Rauth, I., et al., 2010, P. 5 ؛ كاتب ، نجلاء عمران ٢٠١٤ ؛ Scheer, A, et al, 2012, P. 12 ؛ d.school at Stanford University, 2016 ؛ هوارى، غياث و المعمار كندة ، ٢٠١٩ ، ١٤ ؛ Dam, R., et al (2021, P.5

إن عملية التصميم هي التي تضع التفكير التصميمي حيز التنفيذ . فهي منهج منظم لتوليد الأفكار وتطويرها إلى منتج يمكن ملاحظته ، تتميز خطوات التفكير التصميمي بالمرونة ، وعادة ما يستخدم ممارسو التفكير التصميمي خطوات مختلفة وفقاً لاحتياجاتهم بمراحل أقل أو أكثر ، إلا أنها

تشترك جميعاً في المراحل الأساسية الثلاثة التالية : جمع البيانات حول احتياجات المستخدم ، توليد الأفكار ، الاختبار مع المستخدمين (Liedtka, 2015,928) . وقد قدم الرائدون في مجال التصميم مثل IDEO و Continuum ، والمعلمون

مثل مدرسة ستانفورد للتصميم (Stanford Design School) ، ومدرسة روتمان في جامعة تورنتو (Rotman Business School) وجهات نظرهم في مراحل التفكير التصميمي كما يوضحها الجدول (1) التالي:

المراحل الأساسية	Stanford Design School	Continuum	IDEO	Rotman Business School
المرحلة الأولى : جمع البيانات والمعلومات حول المستخدم	*التعاطف *تحديد المشكلة	* اكتشاف الرؤي العميقة	*الاكتشاف *التفسير	*التعاطف
المرحلة الثانية : توليد الأفكار	*توليد الأفكار	*توليد الأفكار	*توليد الأفكار	*توليد الأفكار
المرحلة الثالثة : الاختبار	*انتاج النماذج الأولية *الاختبار	*انتاج النماذج الأولية *الاختبار *النشر	*التجريب *التطوير	*انتاج النماذج الأولية *التجريب

جدول (1) مراحل التفكير التصميمي

بالنسبة للدراسة الحالية ، اعتمدت الباحثة على الخطوات الخمس لنموذج التفكير التصميمي الذي قدمته (d.school at Stanford University.,2016). وقد أضافت الباحثة مرحلة التطوير إلى النموذج ليتكون من ست خطوات كما يوضحها الشكل (٤) ، حيث يأخذ النموذج شكل عجلة لوتس ، حيث يمكن أن تؤدي الخطوة الأخيرة إلى الخطوة الأولى ، أو تؤدي أي خطوة إلى خطوات أخرى من خلال محور (DT) المركزي. وبيان هذه الخطوات على النحو التالي :



شكل (٤) الخطوات المقترحة لعملية التفكير التصميمي

❖ التعاطف (Empathize)

*الادوات المستخدمة *

- خريطة التعاطف
- (القصص الرقمية ، الرسوم المتحركة)

❖ "وجهة نظر" (point of view)

*الادوات المستخدمة *

- استخدام قالب وجهة نظر يركز على الاحتياجات الفعلية للمستخدم ، والصعوبات التي يعمل المصمم علي حلها كما يوضحها الشكل (٥)

قالب نموذج وجه نظر
اسم المستخدم + يحتاج الى + لكي
..... يحتاج الي:.....
..... لكي:.....

شكل (٥) قالب وجهة نظر

❖ توليد الأفكار (Ideate)

*الادوات المستخدمة *

- العصف الذهني (بانتاج اكبر عدد من الافكار والتركيز بشكل مطلق على كمية الأفكار لا على الجودة)
- Sketchnoting " يشار إليه عادة باسم التدوين البصري ، عملية إبداعية ورسومية يستطيع الفرد من خلالها تسجيل أفكاره باستخدام الرسوم التوضيحية والرموز والهيكل والنصوص. باستخدام منهجية " Crazy 8's "
- تطبيق (<https://whimsical.com>): أداة تدعم العصف الذهني وتنظيم الأفكار مدعومة بالذكاء الاصطناعي

❖ إنتاج النماذج الأولية (Prototype)

*الادوات المستخدمة *

- برنامج (<https://designer.microsoft.com/>) برنامج مايكروسوفت ديزاينر تطبيق لتصميم وصناعة نماذج ورسومات بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي

- تطبيق (<https://www.canva.com/design>) " تطبيق كانفا " تطبيق لتصميم رسوم ونماذج افتراضية
- برنامج (<https://mangoanimate.com/products/wm>) (mango Animation) لتصميم فيديو رسوم متحركة
- برنامج (<https://onceuponabot.com/>) منصة الذكاء الاصطناعي لتوليد القصص الرقمية " ،
- برنامج " Fritzing " لتصميم الدوائر الإلكترونية "

❖ اختبار النموذج: (Test) * الادوات المستخدمة *

- استخدام قالب تعليقات المستخدمين : لتقييم النماذج الأولية وملاحظة ما تم إنجازه وما لم يتم تنفيذه، مع النقاط التي تحتاج إلى تحسين والهام المزيد من التطوير . كما يوضحها الشكل (٦)

ما الذي نجح ؟	ما الذي لم ينجح؟	ما الذي ينبغي تحسينه؟

شكل (٦) قالب تعليقات المستخدمين

❖ تطوير النموذج:

من المهم ملاحظة أن المراحل الستة ليست متسلسلة دائماً . لا يتعين اتباع أى ترتيب معين ويمكن أن يحدث في كثير من الأحيان التكرار بشكل متكرر.

- بعض الاقتراحات المتعلقة بمراحل عملية التفكير التصميمي :

عند إحضار التفكير التصميمي إلى المدارس ، لا يوجد مسار مثالي. ومع ذلك ، هناك بعض النقاط الرئيسية التي قد تخفف من حدة بعض النقاط الصعبة في الرحلة حددها **Zielezinski, M. 2016,p.219-220** منها :

- كن مسرفاً بالوقت أثناء التعاطف وحدد مراحل التحدي الخاص بك. هذا هو الوقت المناسب للطلاب لإجراء اتصالات حقيقية وكشف الرؤى العميقة. غالباً ما يكون هذا النوع من العمل غير مألوف وقد يشعر أحياناً بعدم الارتياح حيث يطلب من الطلاب إجراء استنتاجات حول مستخدمهم دون تأكيد أن هذه الاستنتاجات صحيحة تماماً. اسمح لهم بالبقاء في غموض عدم المعرفة بدلاً من الإسراع في لحظة من عدم الراحة.
- العصف الذهني: ركز بشكل مطلق على كمية الأفكار لا على الجودة. يبدو هذا غير بديهي ولكن من المهم إبقاء أي تقييم للأفكار خارج هذه المرحلة . من الضروري ألا يحكم الطلاب على أنفسهم أو على الآخرين عند العصف الذهني. كل الأفكار تستحق المشاركة
- غالباً ما يكون من المفيد تضمين عرض توضيحي أو نشاط سريع لتوضيح كيف يبدو العصف الذهني السيئ. تسمح مساحة العصف الذهني الخالية من الأحكام بتوليد العديد من الأفكار

بسرعة ، بما في ذلك الأفكار العادية ، والحلول الموجودة بالفعل، وكذلك الجواهر الخفية. يمكن إجراء العصف الذهني في أقل من ١٠ إلى ١٥ دقيقة إذا كان الوقت ضيقاً . بمجرد الانتهاء من العصف الذهني ، يمكن للطلاب ترتيب أفضل الأفكار أو الأفكار المفضلة لديهم.

- لا تدع الطلاب يقعون طويلاً في اختيار الفكرة التي يرغبون في وضع نموذج أولي لها. مع التأكيد على أهمية اختيار فكرة تلبي احتياجات المستخدم بشكل

قرر مسبقاً ما إذا كنت تريد أن تكون النماذج الأولية منخفضة الدقة ، أو سريعة ، أو نماذج عمل مفصلة أو نماذج قابلة للتطوير تنتقل بها إلى المرحلة التالية من الإنتاج. استخدم أهدافك التعليمية كمرشح لمساعدتك على اتخاذ القرار وإيصال قرارك بوضوح إلى طلابك والتخطيط لوقتك لتعكس هذا القرار.

- أخيراً ، أضف دائماً بعض الوقت المرن إلى خطة السرعة لتحدي التصميم : بهذه الطريقة إذا وعندما تذهب بمرور الوقت ، تكون قد استوعبت ذلك مسبقاً. سيساعد هذا في منعك من الاضطرار إلى اتخاذ قرارات صعبة عندما تتخبط المجموعات بعمق في نشاط معين ولكن الوقت المخصص قد نفذ.

لا تعتبر أي من هذه الاقتراحات قواعد صارمة وسريعة ولكن كل منها يستحق النظر عندما يكون الوقت ضيقاً. عندما يتعمق المعلم في التفكير التصميمي مع وضع هذه الإرشادات في الاعتبار. فإن زيادة مشاركة الطلاب وتحفيزهم وإصرارهم يكون ملموساً ويكون التحول في بيئة التعلم سريعاً وقوياً.

• تقييم التفكير التصميمي :

عند تقييم التفكير التصميمي ، غالباً ما يتساءل المعلمون عما إذا كان ينبغي عليهم تقييم المنتج النهائي أو عملية إنشاء المنتج. (Juliani, J., 2020) أشار (Juliani, J., 2020) إلى أن تقييم التفكير التصميمي يجب أن يكون شاملاً ومتوازناً، يأخذ في الاعتبار العملية والمنتج النهائي، ويعزز التقييم الذاتي كجزء من دورة التعلم. الهدف الأسمى هو تطوير عقلية طلابية مبدعة وقادرة على التكيف، قادرة على إيجاد حلول للمشاكل وتطوير مهارات التعاطف والعمل الجماعي.

- أهمية تقييم العملية:

تتيح فهم كيفية تعامل الطلاب مع التحديات، وكيفية تطبيقهم لمهارات مثل العصف الذهني والبحث، وأهمية التعلم من الفشل. تقييم العملية يساعد على تعزيز التفكير النقدي وبتيح للطلاب الفرصة للتفكير في تقدمهم الشخصي وتحديد المجالات التي يمكن تحسينها.

- أهمية تقييم المنتج النهائي :

تقييم المنتج النهائي لا يقل أهمية عن تقييم العملية. من خلال تقييم المنتج النهائي، يتم التأكد من أن الطلاب قد أنتجوا شيئاً يلبي احتياجات الجمهور المستهدف. هذا يعزز فهمهم لأهمية إنشاء منتجات ذات قيمة وقابلة للتطبيق، وبتيح للمعلمين تقييم مدى إتقان الطلاب للمعايير التعليمية.

- أهمية التقييم الذاتي :

التقييم الذاتي يلعب دوراً مهماً في دورة التفكير التصميمي. من خلال التقييم الذاتي، يتعلم الطلاب كيفية التفكير في خطواتهم وتحديد النقاط التي يمكن تحسينها. هذه الممارسة لا تعزز فقط القدرة على التفكير النقدي، ولكنها أيضاً تعطي الطلاب الإحساس بالمسؤولية عن تعلمهم الشخصي. كما أنها توفر للمعلمين رؤية واضحة حول مدى فهم الطلاب للمفاهيم التي يتم تدريسها.

من المهم أن نتذكر أن التقييم، سواء كان للمنتج النهائي أو للعملية، يجب ألا يكون الهدف الوحيد. الهدف النهائي من مشاريع التفكير التصميمي هو تطوير قدرات الطلاب على التعاطف، التعاون، والابتكار، وتعلمهم كيفية التعامل مع الفشل والمثابرة. هذا يعني أن التركيز يجب أن يكون على تطوير العقلية الشاملة التي تمكنهم من معالجة المشكلات بفعالية والبحث عن حلول عملية.

• إجراءات البحث:

- الاطلاع على الأدبيات والبحوث والدراسات السابقة المرتبطة بمتغيرات البحث؛ لإرساء الإطار النظري وكذلك لإعداد مواد وأدوات البحث.
- إعداد سيناريو النماذج الإلكترونية لوحدة "الأنظمة الحية" وعرضه على مجموعة من المحكمين، للتأكد من صدقها ومدى ملاءمتها لقياس ما وضعت من أجله، كذلك مدى مناسبتها لتلاميذ المرحلة الابتدائية.
- إعداد قائمة بمهارات التفكير التصميمي المناسبة لتلاميذ المرحلة الابتدائية؛ حيث تم التوصل إلى المهارات التالية: مهارة التعاطف، مهارة وجهة نظر، مهارة توليد الأفكار، مهارة إنتاج النماذج الأولية، مهارة اختبار النموذج، مهارة تطوير النموذج.
- إعداد مواد البحث والتي تتمثل في دليل المعلم لوحدة "الأنظمة الحية" وكراسة النشاط لنفس الوحدة، وعرضها على مجموعة من المحكمين للتأكد من صدقها ومدى ملاءمتها لقياس ما وضعت من أجله، كذلك مدى مناسبتها لتلاميذ المرحلة الابتدائية.
- إعداد أدوات البحث التي تمثلت في: قائمة مهارات التفكير التصميمي، سلم التقدير Rubrics لاختبار مهارات التفكير التصميمي، اختبار لمهارات تفكير تصميمي.
- إجراء الضبط العلمي للأدوات ويتضمن ذلك:
 - أ. عرض أدوات البحث على مجموعة من السادة المحكمين، لتحديد صدق الأدوات والتأكد منه ومدى ملاءمتها لقياس ما وضعت من أجله، ومناسبتها لتلاميذ المرحلة الابتدائية.
 - ب. تعديل أدوات البحث في ضوء اقتراحات وتوجيهات السادة المحكمين.
 - ج. تطبيق أدوات البحث على عينة استطلاعية غير عينة البحث، لحساب الثبات وتحديد زمن كل اختبار.
- اختيار عينة البحث من تلاميذ المرحلة الابتدائية بمحافظه الدقهلية وتقسيمها إلى مجموعتين إحداهما تجريبية والأخرى ضابطة.
- تطبيق أدوات البحث قبلًا على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة.
- تدريس وحدة "الأنظمة الحية" لتلاميذ المرحلة الابتدائية المعد بطريقة النمذجة الإلكترونية للمجموعة التجريبية، وبالطريقة المعتادة للمجموعة الضابطة.
- تطبيق أدوات البحث بعدًا على طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة.
- لحساب فاعلية النمذجة الإلكترونية تمت معالجة بياناتها باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة وفقا لحجم عينة البحث وطبيعة المتغيرات.

• نتائج البحث :

النتائج الخاصة باختبار مهارات التفكير التصميمي
للإجابة عن السؤال الثاني من مشكلة البحث الذي ينص على:
ما فاعلية النمذجة الإلكترونية في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي في مادة العلوم ؟
(١) التحقق من صحة الفرض الأول الذي ينص على
" يوجد فرق دال إحصائي بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير التصميمي لصالح المجموعة التجريبية"

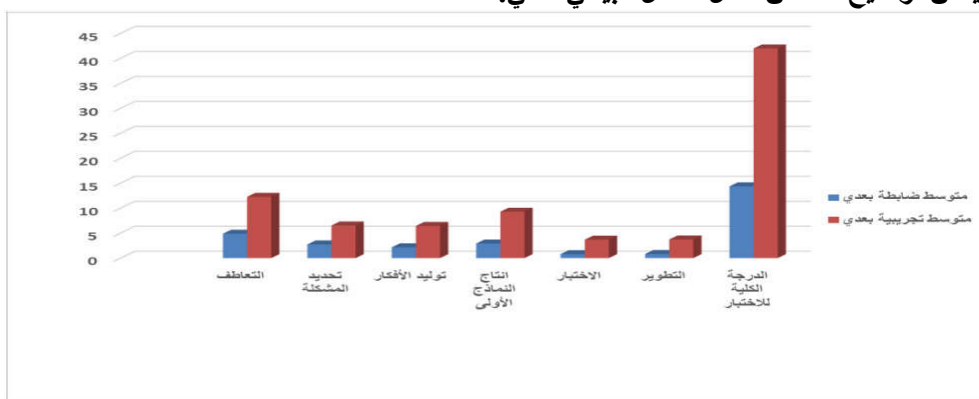
استخدمت الباحثة معادلة "ت" لمجموعتين غير مرتبطتين؛ لبحث دلالة الفروق بين متوسطي درجات كل من المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في مهارات التفكير التصميمي والدرجة الكلية بعدياً، والجدول (١٥) يوضح تلك النتائج:

جدول (١٥)

قيمة "ت" للفرق بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي لاختبار مهارات التفكير التصميمي ككل وفي مهاراته الرئيسية

المهارات	المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة "ت" T	درجة الحرية df	الدلالة
التعاطف	ضابطة	40	4.90	2.146	17.484	78	0.01
	تجريبية	40	12.28	1.585			
تحديد المشكلة	ضابطة	40	2.75	1.428	14.220		0.01
	تجريبية	40	6.55	0.904			
توليد الأفكار	ضابطة	40	2.17	1.357	16.272		0.01
	تجريبية	40	6.45	0.959			
انتاج النماذج الأولى	ضابطة	40	2.93	1.859	18.023		0.01
	تجريبية	40	9.30	1.244			
الاختبار	ضابطة	40	0.80	0.608	23.000		0.01
	تجريبية	40	3.70	0.516			
التطوير	ضابطة	40	0.83	0.747	19.716		0.01
	تجريبية	40	3.73	0.554			
الدرجة الكلية للاختبار	ضابطة	40	14.38	6.762	20.455		0.01
	تجريبية	40	42.00	5.218			

ينضح من نتائج جدول (١٥) أنه توجد فروق دالة إحصائية بين متوسطات درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في المهارات الفرعية لاختبار التفكير التصميمي وفي الدرجة الكلية للاختبار في القياس البعدي لصالح (في اتجاه) المجموعة التجريبية، حيث جاءت جميع قيم "ت" دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠١) ودرجة حرية (٧٨) ويمكن توضيح ذلك من خلال الشكل البياني الآتي:



شكل (٩) : التمثيل البياني للفرق بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة على مهارات اختبار مهارات التفكير التصميمي والدرجة الكلية في القياس البعدي

وفي ضوء تلك النتيجة، يمكن قبول الفرض الأول من فروض البحث وهو :
**" يوجد فرق دال إحصائي عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات المجموعتين
 التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير التصميمي لصالح المجموعة
 التجريبية"**

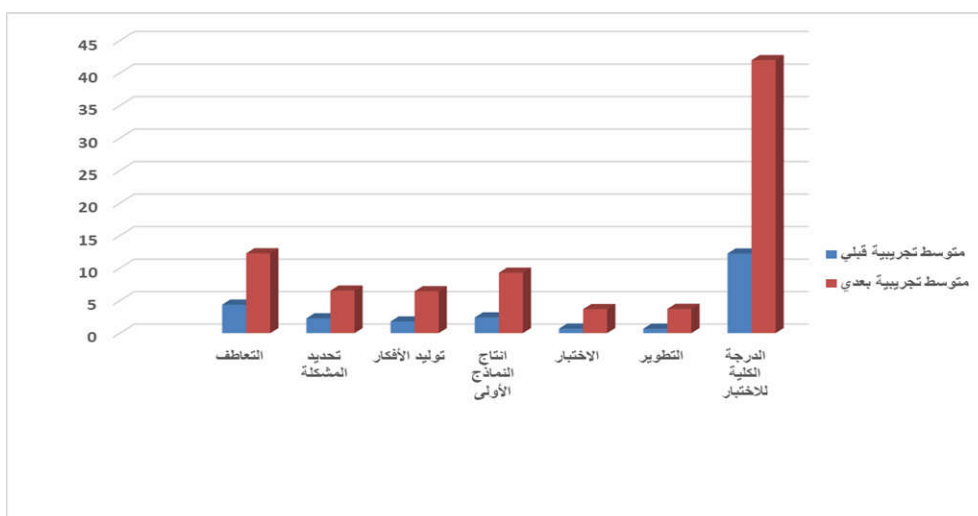
(٢) التحقق من صحة الفرض الثاني، الذي ينص على:
**" يوجد فرق دال إحصائي بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في القياسين القبلي
 والبعدي لاختبار التفكير التصميمي لصالح القياس البعدي".**
 استخدمت الباحثة معادلة "ت" للمجموعات المرتبطة لبحث دلالة الفرق بين متوسطي
 درجات كل من التطبيقين (القبلي والبعدي) للمجموعة التجريبية في المهارات الرئيسة لاختبار
 التفكير التصميمي والدرجة الكلية، والجدول (١٦) يوضح تلك النتائج :

جدول (١٦)

**قيمة "ت" للفرق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في القياسين القبلي والبعدي
 لاختبار مهارات التفكير التصميمي ككل وفي مهاراته الرئيسة**

المهارات	القياس	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة "ت" T	درجة الحرية df	الدلالة
التعاطف	قبلي	40	4.38	2.724	15.269	39	0.01
	بعدي	40	12.28	1.585			
تحديد المشكلة	قبلي	40	2.28	1.536	13.975		0.01
	بعدي	40	6.55	0.904			
توليد الأفكار	قبلي	40	1.80	1.418	17.119		0.01
	بعدي	40	6.45	0.959			
انتاج النماذج الأولى	قبلي	40	2.42	2.123	18.128		0.01
	بعدي	40	9.30	1.244			
الاختبار	قبلي	40	0.70	0.758	18.735		0.01
	بعدي	40	3.70	0.516			
التطوير	قبلي	40	0.68	0.656	22.031		0.01
	بعدي	40	3.73	0.554			
الدرجة الكلية للاختبار	قبلي	40	12.25	7.850	19.093		0.01
	بعدي	40	42.00	5.218			

يتضح من نتائج جدول (١٦) أنه توجد فروق دالة إحصائية بين متوسطات درجات
 المجموعة التجريبية في المهارات الفرعية لاختبار التفكير التصميمي وفي الدرجة الكلية للاختبار
 في القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي، حيث جاءت جميع قيم "ت" دالة إحصائية عند
 مستوى دلالة (٠,٠١) ودرجة حرية (٣٩)
 ويمكن توضيح ذلك من خلال الشكل البياني الآتي:



شكل (١٠)

متوسط درجات المجموعة التجريبية على اختبار مهارات التفكير التصميمي والدرجة الكلية في القياسين القبلي والبعدى

وفي ضوء تلك النتائج، يمكن قبول الفرض الثاني من فروض البحث وهو :
 " يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين (القبلي والبعدى) لاختبار مهارات التفكير التصميمي لصالح التطبيق البعدي "

● **فاعلية المعالجة التجريبية في تنمية مهارات التفكير التصميمي (حجم التأثير) :**
 لتحديد فاعلية المعالجة التجريبية في تنمية مهارات التفكير التصميمي ؛ قامت الباحثة باستخدام معادلة " η^2 " لتحديد حجم تأثير المعالجة في تنمية كل مهارة رئيسة من مهارات التفكير التصميمي ، وكذلك الدرجة الكلية اعتماداً على قيمة "ت" المحسوبة عند تحديد دلالة الفروق بين التطبيقين (القبلي والبعدى) للمجموعة التجريبية، والجدول (١٧) يوضح ذلك

جدول (١٧)

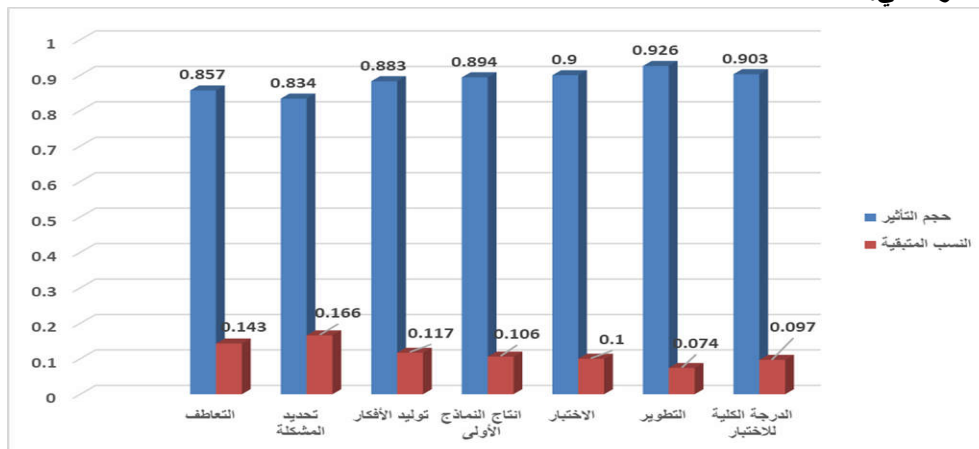
قيمة " η^2 " وحجم تأثير استخدام النمذجة الإلكترونية على تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى

تلاميذ الصف الرابع الابتدائي

المهارات	قيمة "ت" T	قيمة η^2	حجم التأثير
التعاطف	15.269	0.857	كبير
تحديد المشكلة	13.975	0.834	كبير
توليد الأفكار	17.119	0.883	كبير
انتاج النماذج الأولى	18.128	0.894	كبير
الاختبار	18.735	0.9	كبير
التطوير	22.031	0.926	كبير
الدرجة الكلية للاختبار	19.093	0.903	كبير

يتضح من نتائج جدول (١٧) أن حجم تأثير استخدام النمذجة الإلكترونية على تنمية مهارات التفكير التصميمي تراوح من (٠,٨٣٤) إلى (٠,٩٢٦)، مما يشير إلى أن (من ٨٣,٤- ٩٢,٦%) من تباين مهارات التفكير التصميمي يرجع إلى أثر استخدام النمذجة الإلكترونية، والباقي يرجع إلى عوامل أخرى، وهذا يدل على حجم أثر كبير، كما بلغ حجم تأثير استخدام النمذجة الإلكترونية على الدرجة الكلية لاختبار التفكير التصميمي (٠,٩٠٣)، مما يشير إلى أن (٩٠,٣%) من تباين الدرجة الكلية لاختبار التفكير التصميمي يرجع إلى أثر استخدام النمذجة الإلكترونية، والباقي يرجع إلى عوامل أخرى، وهذا يدل على حجم أثر كبير.

ويمكن توضيح حجم تأثير استخدام النمذجة الإلكترونية على تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية من طلاب المجموعة التجريبية من خلال شكل (١١) على النحو الآتي:



شكل (١١):

حجم تأثير استخدام النمذجة الإلكترونية على تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية من طلاب المجموعة التجريبية

● تفسير النتائج الخاصة بتنمية مهارات التفكير التصميمي :

- طبيعة مقرر العلوم للصف الرابع الابتدائي تتطلب طرح العديد من التساؤلات في صورة مشكلات مثيرة تحتاج بذل الجهد للتعاطف مع صاحب المشكلة ، وتحديد احتياجاته ، ووضع التصورات ، وعمل المخططات أو الرسومات ، وتنفيذها ثم اختبارها وإعادة التصميم ، التعلم من الأخطاء ، وفي النهاية تلبية احتياجات أولئك الذين يستفيدون من الحلول ، وتمثل تلك المهارات مهارات التفكير التصميمي والتي ساهمت النمذجة الإلكترونية في تنميتها لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي.
- دراسة مقرر العلوم للصف الرابع الابتدائي بالنمذجة الإلكترونية ساهم في تنمية التفكير التصميمي لدى التلاميذ ؛ حيث توفر النمذجة الإلكترونية بيئة تفاعلية تمكّنهم من التجريب ، والملاحظة ، والاستماع وتعلم كيفية اكتشاف الأفكار الإبداعية ، وتصور الحلول واختبارها عبر النماذج الأولية، معتمداً على التعلم من الأخطاء للوصول إلى حلول مبتكرة وفعالة
- النمذجة الإلكترونية تؤدي دوراً مهماً في خلق بيئات تعليمية مختلفة تعاونية نشطة تربط واقع الطلاب ومعرفتهم ارتباطاً وثيقاً؛ حيث توفر تقنيات النمذجة الإلكترونية للطلاب إمكانية

الوصول إلى عوالم لا يمكن تجربتها بشكل مباشر ومحاكاة المفاهيم والأفكار المنهجية المجردة للغاية بحيث يتعذر فهمها، كما إنها تمكن الطلاب من الكشف عن إبداعهم وتطوير خيالهم والمشاركة بشكل مباشر في عملية التعلم.

- استخدام أنشطة وتدريبات جديدة، سواء أكانت تلك التي جاءت في كراسة النشاط، والتي ساعدت على تنمية مهارات التفكير التصميمي، كما ساعدت الطلاب على التأمل والملاحظة والتفكير في إجابات جديدة ومتنوعة غير التي ذكرت في الكتاب المدرسي.
 - الأنشطة المتعلقة بمهارات التفكير التصميمي ساعدت على تغيير نظرة الطلاب للتعلم، لقد رأيت التلاميذ من كونهم متعلمين ضعفاء إلى مبدعين واثقين، من متعلمين سلبيين إلى معلمين ملهمين، من الحاجة إلى الإرشاد إلى مُرشدين يُلهِموا الآخرين
- عندما سُئل تلميذ في الصف الرابع " كيف كانت أنشطة التفكير التصميمي " ، كتب :**

- نحن ندرك أنه من أجل التوصل إلى فكرة جيدة، نحتاج إلى إنشاء العديد من الحلول المختلفة
 - تعلمنا أيضاً " أهمية مشاركة أفكارنا في وقت مبكر للحصول على التعليقات بناءة، وأن فشل الفكرة يمكن أن ينتج عنه نتيجة مبتكرة
 - علق تلاميذ آخرون على العمل الجماعي والتعاطف : " نحن في مجموعات نتعاون بشكل أفضل مع بعضنا البعض ونستمع جميعاً إلى بعضنا البعض يتحدثون ويعلقون على أفكارهم . " أحب التعامل مع المشكلات التي نواجهها، نعمل على مشاريع للآخرين وليس أنفسنا "
 - " تعلمنا أيضاً كيفية استخدام المعلومات التي حصلنا عليها لإنشاء نموذج أولي يناسب احتياجات المستخدمين . لقد تعلمنا تغيير نماذجنا الأولية بعد الحصول على تعليقاتهم لجعلها أفضل ما يمكن .
- كما ترى الباحثة ميزة كبيرة في إدخال التفكير التصميمي على مستوى المرحلة الابتدائية ؛ بحيث يمكن للتلاميذ البدء في تطوير الثقة الإبداعية والتعلم من الفشل والمثابرة في حل المشكلات الصعبة ، وتعلم بأن فشل الفكرة يمكن أن ينتج عنه نتيجة مبتكرة قبل أن يقتربوا من المرحلة الجامعية ،

وتتفق هذه النتائج مع الدراسات التالية : (Retna, 2016) ؛ (العنزي، سالم والعمرى، راضي، ٢٠١٧) ، (اسماء محمد عيد ، ٢٠٢١) ؛ (محمد فؤاد أبو عودة، ٢٠٢١) ، (2018، Crane) ، (Tu Liu & Wu, 2018) وبذلك يكون قد تمت الإجابة على السؤال الثاني للبحث المتمثل في: ما فاعلية النمذجة الإلكترونية في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي؟

وتم إثبات صحة الفرضين الأول والثاني من فروض البحث:

- يوجد فرق دال إحصائي عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير التصميمي لصالح المجموعة التجريبية.
- يوجد فرق دال إحصائي عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين (القبلي والبعدي) لاختبار مهارات التفكير التصميمي لصالح التطبيق البعدي.

• توصيات البحث:

- في ضوء ما أسفر عن البحث من نتائج ، تقدم الباحثة التوصيات التالية :
- ضرورة تدريب المعلمين قبل الخدمة ، وفي أثنائها على استخدام النمذجة الإلكترونية في التدريس ليتغير دور التلميذ إلى مشارك في العملية التعليمية.

- تدعيم محتوى كتب العلوم بالأنشطة العلمية المدعمة بالأسئلة والتدريبات التي تسهم في تنمية مهارات التفكير بصفة عامة ومهارات التفكير التصميمي بصفة خاصة .
- ضرورة دمج تقنيات النمذجة الالكترونية في المناهج الدراسية لتعزيز الكفاءات المشتركة للقرن الحادي والعشرين
- التخطيط لعقد ندوات وورش عمل تدريبية لمعلمي العلوم لتوضيح النمذجة الالكترونية وانماطها ، وخصائصها ، وميزاتها ، والخطوات الإجرائية للنمذجة الالكترونية
- ضرورة التنوع في أساليب التقويم المستخدمة ، بحيث يتم التقويم من خلال العمل التعاوني والنتائج المعرفي ، ألا يتم الاقتصار على استخدام الأسئلة المقيدة التي تقيس مستوى التذكر فقط؛ بل استخدام الأسئلة التي تقيس مستويات الفهم والتطبيق أيضاً.
- تقديم الدعم الكافي للمعلمين من أجل التنفيذ الفعال والتخفيف من الصعوبات التي تواجههم وزيادة الخبرة والثقة
- الاهتمام باستراتيجيات التعلم الالكتروني التي تعتمد على المشاركة الفعلية للمتعلم مثل النمذجة الالكترونية .
- توجيه القائمين على إعداد مناهج العلوم إلى أهمية تضمين مهارات التفكير التصميمي في المناهج الدراسية.

• البحوث المقترحة:

في ضوء نتائج البحث السابق عرضها، تقترح الباحثة ما يلي:

- إجراء دراسة لبحث فاعلية النمذجة الالكترونية القائمة على الذكاء الاصطناعي لتنمية مهارات التفكير التصميمي ، والتحصيل في مادة العلوم لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية
- إجراء دراسة لبحث فاعلية النمذجة الالكترونية في تحسين تعلم التلاميذ ذوي الاحتياجات الخاصة.
- إجراء دراسة لبحث المعوقات التي تواجه معلمي العلوم في استخدام النمذجة الالكترونية في تدريس مادة العلوم للمرحلة الابتدائية
- إجراء دراسة لبحث فاعلية بيئة تعلم قائمة على النمذجة الالكترونية لتنمية مهارات التفكير التصميمي ، والتحصيل في مادة العلوم لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية
- إجراء دراسة توضح فاعلية استخدام النمذجة الالكترونية في تنمية مهارات التفكير الناقد في مادة العلوم، ومتعة التعلم لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي.
- إجراء دراسة توضح فاعلية استخدام النمذجة الالكترونية في تنمية مهارات التفكير البصري ، واتخاذ القرار في مادة العلوم لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي.
- إجراء دراسة لاستقصاء فاعلية النمذجة الإلكترونية في تنمية المفاهيم العلمية، ومهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.
- إجراء دراسة توضح فاعلية النمذجة الالكترونية في تنمية مهارات التفكير المنظومي في مادة العلوم والثقة بالنفس لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.
- إجراء دراسة توضح أثر استخدام فاعلية النمذجة الالكترونية في تنمية مهارات التخيل ، والحس البيولوجي لدى الطلاب في مادة الأحياء.

- إجراء دراسة لبحث فاعلية النمذجة الإلكترونية لتنمية مهارات التفكير البنائي في مادة الأحياء، والاستقلالية في التعلم لدى طلاب المرحلة الثانوية

أولا المراجع العربية :

أسماء محمد عبد (٢٠٢١): برنامج مقترح قائم على المدخل الجمالي لتدريس مفاهيم الفلك لأطفال الروضة وأثره على تنمية مهارات التفكير التصميمي وتحسين الانتباه البصري، مجله كليه التربية، مج ٣٢، ع ١٢٨، ص ص ٥٣٣ : ٥٨٢

إيناس السيد محمد. (٢٠١٥). أثر اختلاف أساليب النمذجة الإلكترونية في بيئة التعلم بالمشروعات القائم على الويب في تنمية التحصيل المعرفي ومهارات تصميم المقررات الإلكترونية لدى طالبات تكنولوجيا التعليم. تكنولوجيا التعليم، مج ٢٥، ع ٤، ٨١ - ١٢٣

زبيدة محمد قرني (٢٠١٣) : التدريس الفعال في العلوم والتربية العلمية ، المنصورة ، دار الأصدقاء للطباعة

سالم العنزي، راضي العمري. (٢٠١٧ م) : فاعلية برنامج تدريبي قائم على التفكير التصميمي في تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى الطلاب الموهوبين بمدينة تبوك. المجله التربويه الدوليہ المتخصصه – الجمعية الأردنية لعلم النفس – الأردن ، مج ٦، ع ٤ ، ص ٦٨:٨١

غياث هوارى و كندة المعمار (٢٠١٩) التفكير التصميمي في الابتكار الاجتماعي ، الرياض ، المملكة العربية السعودية : الراجحي الإنسانية

محجوب، علي كريم محمد، الفاوي، الآء أحمد أحمد، و حافظ، عثمان عبدالراضي. (٢٠٢٠). فاعلية تدريس وحدة مقترحة في مادة الأحياء في تطبيقات التكنولوجيا الحية باستخدام النمذجة الإلكترونية على تنمية بعض مهارات التفكير المستقبلي لدى طلاب الصف الأول الثانوي. مجلة شباب الباحثين في العلوم التربوية، ع ٥٤ ، ٣٦ - ٨٢

محمد فؤاد ابو عودة، وابو موسى ، أسماء حميد سالم (٢٠٢١): أثر توظيف التعلم القائم على المشروع وفق المنحنى التكاملي في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى طالبات الصف التاسع الاساسي، مجله جامعه القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات التربوية والنفسية، جامعة القدس المفتوحة، مج ١٢، ع ٣٣، ص ١٢:١

محمد فؤاد ابو عودة، وابو موسى ، أسماء حميد سالم (٢٠٢١): أثر توظيف التعلم القائم على المشروع وفق المنحنى التكاملي في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى طالبات الصف التاسع الاساسي، مجله جامعه القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات التربوية والنفسية، جامعة القدس المفتوحة، مج ١٢، ع ٣٣، ص ١٢:١

نجلاء عمران (٢٠١٤) . منهجية التفكير التصميمي المرتكز على التصميم الإنساني في القطاع الصحي ، ملتقى القطاع الصحي غير الربحي

ثانياً المراجع الأجنبية

Acher, A. (2014). Cómo facilitar la modelización científica en el aula. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (36), 63-76

Braha, D., & Maimon, O. (1997). The design process: properties, paradigms, and structure. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, 27(2), 146-166.

-
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84-92
- Brown, T. (2009). How design thinking transforms organizations and inspires innovation. In *Library of Congress*.
- Cahen, H. (2008). Designing A Curriculum In Design Thinking For Creative. (Published Master's Thesis). Creative Studies Graduate Student Master's Projects, Buffalo State College, university of New York
- Continuum.com. 2014. Available at <http://continuuminnovation.com/whatwedo/>.
- Coşkun, T. K., & Deniz, G. F. (2022). The contribution of 3D computer modeling education to twenty-first century skills: self-assessment of secondary school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(3), 1553-1581.
- Crane, A. (2018). *Exploring Best Practices for Implementing Design Thinking Processes in K12 Education* (Doctoral dissertation, University of Kansas).
- d.school at Stanford University. (2016) Design Thinking Bootleg : Stanford University Institute of Design, [https://static1.squarespace.com/static/57c6b79629687fde090a0fdd/t/5b19b2f2aa4a99e99b26b6bb/1528410876119/dschool_bootleg_deck_2018_final_sm+\(2\).pdf](https://static1.squarespace.com/static/57c6b79629687fde090a0fdd/t/5b19b2f2aa4a99e99b26b6bb/1528410876119/dschool_bootleg_deck_2018_final_sm+(2).pdf)
- Dam, R., & Siang, T. (2019). What is Design Thinking and Why Is It So Popular? Retrieved from Interaction Design Foundation.
- Darbellay, F., Moody, Z., & Lubart, T. (2017). Introduction: Thinking creativity, design and interdisciplinarity in a changing world. *Creativity, design thinking and interdisciplinarity*, xi-xxii
- Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., & Leifer, L. J. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of engineering education*, 94(1), 103-120.
- European Design Leadership Board (2014). Design for growth & prosperity: Report and recommendations of the European Design Leadership Board. Luxembourg: Publications Office of the European Union
- Féja, D., Csernátöny, F., & Pais, A. (2023). Design thinking in career planning. Implementing tools and mindsets. *Il Capitale Culturale: Studies on the Value of Cultural Heritage*.
- Fretz, E. B., Wu, H. K., Zhang, B., Davis, E. A., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2002). An investigation of software scaffolds supporting
-

-
- modeling practices. *Research in Science Education*, 32, 567-589
- Glen, R., Suci, C., Baughn, C. C., & Anson, R. (2015). Teaching design thinking in business schools. *The International Journal of Management Education*, 13(2), 182-192.
- Goldman, S., & Kabayadondo, Z. (2016). Taking design thinking to school: How the technology of design can transform teachers, learners, and classrooms. In *Taking design thinking to school* (pp. 21-37). Routledge.
- Goldman, S., Carroll, M., & Royalty, A. (2009). "Destination, Imagination and The Fires Within: Design Thinking in a Middle School Classroom". (Unpublished Master's Thesis) School of Education, Stanford University.
- Goldman, S., Kabayadondo, Z., Royalty, A., Carroll, M. P., & Roth, B. (2014). Student teams in search of design thinking. In *Design Thinking Research* (pp. 11-34). Springer
- Gudipati, M., & Sethi, K. B. (2016). Adapting the User-Centered Design Framework for K-12 Education: The Riverside School Case Study. In *Taking design thinking to school* (pp. 112-120). Routledge.
- Halloun, I. A. (2007). Mediated modeling in science education. *Science & education*, 16, 653-697.
- IDEO.com. 2014. Available at <http://designthinkingforeducators.com/>
- Juliani, J., (2020) How to Get Started Using Design Thinking in the Classroom
- Lindquist Campana, K. (2023). Connecting the Cerebral and Heartfelt: Integrating Creative Problem Solving and Design Thinking.
- Lor, R. (2017, May). Design thinking in education: A critical review of literature. In *Asian Conference on Education & Psychology, Bangkok, Thailand* (pp. 24-26).
- Louca, L. T., & Zacharia, Z. C. (2023). Examining models constructed by kindergarten children. *Journal of Research in Science Teaching*, 60(10), 2361-2394.
- Mueller-Roterberg, C. (2018). Handbook of design thinking. *Independently published.*—2018.
- National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press.
-

-
- Nguyen, H., & Santagata, R. (2021). Impact of computer modeling on learning and teaching systems thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(5), 661-688.
- Ohly, S., Plückthun, L., & Kissel, D. (2017). Developing students' creative self-efficacy based on design-thinking: Evaluation of an elective university course. *Psychology Learning & Teaching*, 16(1), 125-132.
- Rauth, I., Köppen, E., Jobst, B., & Meinel, C. (2010). Design thinking: An educational model towards creative confidence. In *DS 66-2: Proceedings of the 1st international conference on design creativity (ICDC 2010)*.
- Retna, K. S. (2016). Thinking about "Design Thinking": A Study of Teacher Experiences. *Asia Pacific Journal of Education*, 36(1), 5-19.
- Scheer, A., Noweski, C., & Meinel, C. (2012). Transforming constructivist learning into action: Design thinking in education. *Design and Technology Education*, 17(3), 8-19.
- Schwarz, C. V., Ke, L., Salgado, M., & Manz, E. (2022). Beyond assessing knowledge about models and modeling: Moving toward expansive, meaningful, and equitable modeling practice. *Journal of Research in Science Teaching*.
- Simon, H. (1996). *The Sciences Of the artificial*. (3rd ed.). London: Cambridge, The MIT Press.
- Stanford Design School. 2014. Available at <http://dschool.stanford.edu/use-our-methods/>.
- Taheri, M., Unterholzer, T., Hölzle, K., & Meinel, C. (2016, March). An educational perspective on design thinking learning outcomes. In *ISPIM Innovation Symposium* (p. 1). The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM).
- Torabi, N. (2020). Defining 'Design Thinking'—in theory and action. *Medium. Design Thinking—2020—Accessed mode: https://neemz.medium.com/defining-designthinking-in-theory-and-action-a998ab3a598a*.
- Tu, J. C., Liu, L. X., & Wu, K. Y. (2018). Study on the learning effectiveness of Stanford design thinking in integrated design education. *Sustainability*, 10(8), 2649.
- Vo, T., Forbes, C. T., Zangori, L., & Schwarz, C. V. (2015). Fostering third-grade students' use of scientific models with the water cycle: Elementary teachers' conceptions and practices. *International Journal of Science Education*, 37(15), 2411-2432
-

-
- Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science education*, 92(5), 941-967.
- Zielezinski, M. B. (2016). Finding your fit: Empathy, authenticity, and ambiguity in the design thinking classroom. In *Taking design thinking to school* (pp. 213-222). Routledge.