فاعلية استراتيجية مقترحة قائمة على أنموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية التفكير التباعدي لدى طلاب شعبة الرياضيات بكلية التربية

إعداد

الدكتور

حماد حسن بدوي بطيخ

مدرس المناهج وطرق تدريس الرياضيات

كلية التربية-جامعة الأزهر بالقاهرة

الدكتور

حسين عطية على ابراهيم

مدرس المناهج وطرق تدريس الرياضيات

كلية التربية-جامعة الأزهر بالقاهرة

فاعلية استراتيجية مقترحة قائمة على أنموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية التفكير التباعدي لدى طلاب شعبة الرياضيات بكلية التربية

حماد حسن بدوي بطيخ، حسين عطية على ابراهيم
قسم المناهج وطرق التدريس، كلية التربية بنين، جامعة الأزهر بالقاهرة
البريد الالكتروني: dr.hammad@azhar.edu.eg
HusseinElmowafi785.el@azhar.edu.eg :

مستخلص البحث:

سعى البحث الحالي إلى تقصي فاعلية استراتيجية مقترحة قائمة على أنموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية التفكير التباعدي لدى طلاب شعبة الرياضيات بكلية التربية، ولتحقيق هذا الهدف استخدم الباحث المنهج الكمي؛ وقد تمثلت أداة البحث في اختبار التفكير التباعدي على عينة قوامها (٥٨) طالبًا من طلاب الفرقة الرابعة بشعبة الرياضيات بكلية التربية جامعة الأزهر، تم اختيارهم بطريقة عشوائية؛ حيث قسمت العينة إلى مجموعتين إحداهما ضابطة بلغ عددها (٢٩)، والأخرى تجريبية بلغ عددها (٢٩)، وبعد التأكد من تكافؤ المجموعتين التجريبية والضابطة وتطبيق المعالجة التجريبية وأدوات البحث أشارت نتائج البحث إلى فاعلية استراتيجية مقترحة قائمة على أنموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية التفكير التباعدي لدى طلاب شعبة الرياضيات بكلية التربية؛ حيث تبين وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠٥) بين متوسط درجات طلاب المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التفكير التباعدي لصالح طلاب المجموعة التجريبية. وفي ضوء النتائج المشار اليها؛ أوصى الباحث بضرورة الاستفادة من تطبيقات الذكاء الاصطناعي المتنوعة في تدريس الرياضيات بمختلف الفئات العمرية.

الكلمات المفتاحية: استراتيجية مقترحة، أنموذج التعلم التوليدي، تطبيقات الذكاء الاصطناعي، التفكير التباعدي.

The effectiveness of a proposed strategy based on the generative learning model through artificial intelligence applications in developing divergent thinking among math. Majors.

Hammad Hassan Badawy, Hussein Attia Ali Ibrahim
Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Al-Azhar University
Email: dr.hammad@azhar.edu.eg

: HusseinElmowafi785.el@azhar.edu.eg

Abstract:

The current research sought to investigate the effectiveness of a proposed strategy based on the generative learning model through artificial intelligence applications in developing divergent thinking among math. Majors at Al-Azhar University, to achieve this goal, the researcher used the quantitative approach; one tool was represented in applying divergent thinking test to a sample of (٥٨) student of the mathematics department at the education faculty at Al-Azhar University. who were randomly chosen; The sample was divided into two groups, one of which was a control group with a number of students (29), and an experimental group with a number of students (٢٩), and after ensuring the equality of the experimental and control groups and applying the experimental treatment and research tool, The results of the research indicated to the effectiveness a proposed strategy based on the generative learning model through artificial intelligence applications in developing divergent thinking among mathematics majors, Where it was found that there was a statistically significant difference at the level (0.0٥) in favor of the experimental group student in the post administration divergent thinking test. In the light of the results attained, the research recommended the necessity of benefiting from various artificial intelligence applications in teaching mathematics for all students.

key words: Proposed Strategy - Artificial Intelligence Application - Generative Learning Model - Divergent Thinking

مقدمة البحث وخلفيته النظرية

تُعد الرياضيات مجالًا خصبًا لإعمال العقل والقيام بالعمليات العقلية المعقدة، بالإضافة إلى كونها متطلب أساسيًا للقيام بالعديد من المهام اليومية التي يحتاجها الفرد في حياته بشكل مستمر ودائم؛ ومن ثم تهتم جميع الدول المتقدمة والنامية -على حد سواء- بإجراء تغيرات جوهرية في الرياضيات بهدف إعداد المتعلمين بشكل يتناسب مع متطلبات ومتغيرات العصر الذي نعيشه.

كما أن العمليات العقلية تمكن الطلاب من استكشاف الظواهر، وتوليد الأفكار، وتفسير النتائج؛ حيث يحرص المعلمون على تنمية مهارات التفكير المختلفة لدى طلابهم، بهدف تعزيز قدرتهم وترسيخ فهم أعمق لمفاهيم الرياضيات.

ويُعد الإبداع أحد صور أهم العمليات العقلية الذي يهتم بالبحث عن حلول وبدائل جديدة غير شائعة للمشكلة المطروحة. كما أنه يُمثّل روح العصر كونه تفكيراً يتم خارج الصندوق، أي التفكير في اتجاهات متعددة عند حل المشكلات التي تواجهنا، وعدم التقيد بالتفكير داخل أطر ضيقة لا يستطيع الخروج منها إلى أطر التفكير الواسعة.

ويرتبط عادة بعملية الإبداع لدى الأفراد نوعين أساسين من أنواع التفكير هما: التفكير التباعدي Divergent thinking والتفكير التقاربي convergent thinking، ويعتبران من المهارات الأساسية التي ترغب المؤسسات التعليمية بصقلها لدى الطلاب من خلال المواد الدراسية بصفة عامة والرياضيات بصفة خاصة بكافة المراحل التعليمية المختلفة.

ويُنسب الفضل غالباً إلى جوي بول جيلفور في التمييز بين هاتين العمليتين فاستناداً إلى الأدبيات ذات الصلة، يصف جاباردي وآخرون (Japardi, et al., 2018, 59) التفكير التباعدي بأنه "القدرة على الانفصال عن أنماط التفكير السائدة لتوليد أفكار وحلول جديدة"، بينما التفكير التقاربي بأنه "تفاعل العمليات المعرفية المختلفة لإيجاد حل مشترك لمشكلة معينة". وفي نفس السياق يعُرفّ كروبلي (Cropley, 2006, 391) التفكير التباعدي بأنه "يتضمن إنتاج إجابات متعددة أو بديلة من المعلومات المتاحة". وعلى النقيض من ذلك، يعُرفّ التفكير التقاربي بأنه "عملية توجيه العقل نحو استنباط أفضل إجابة صحيحة لسؤال محدد بوضوح" ومن ثم يمكن القول إن الابداع يتعلق بالتفكير التباعدي، ولكنه يتطلب التفكير المتقارب لكماله؛ وبالتالي، لكلٍ من التفكير المتقارب والتفكير المتباعد أهميته الخاصة في عملية الابداع.

ومن الناحية الفسيولوجية، لا يمكن فصل التفكير التقاربي والتباعدي عن وظيفة الدماغ البشري. حيث يتكون الدماغ من نصفي القشرة الدماغية، ولكل منهما أدوار مختلفة. فقد أوضح هاريانتو (Haryanto, 2015) أن مصدر وظيفة نصف الكرة الأيسر هو التفكير المتقارب، بينما مصدر وظيفة نصف الكرة الأيمن هو التفكير التباعدي. وفي سياق متصل يذكر سوكمانغارا وماداويستاما (Sukmaangara & Madawistama, 2021) أن سيطرة الدماغ تؤثر على منظور الشخص في معالجة المعلومات وتحدد بشكل مباشر أساليب تعلمه.؛ مما يظُهر أهمية نصفي الكرة المخية في التفكير التقاربي والتباعدي.

ومن ثم يمكن القول بأن التفكير التقاربي والتباعدي يلعبان دوراً حيوياً في عملية الابداع للشخص أثناء حل المشكلات. ويرتبط هذان النوعان من التفكير بوظيفة نصفي الكرة المخية، مما يؤثر على منظور الشخص في معالجة المعلومات. وبالتالي، يهتم الباحثون بدراسة هذين النوعين من التفكير في عملية الابداع من حيث سيطرة الدماغ. ويُعد التفكير التباعدي هو المدخل الأولى لإنشاء وتكوين أفكار ابداعية.

ويشير وانج وآخرون (Wang, et al., 2017) إلى أن التفكير التباعدي عملية معرفية لإيجاد

أفكار جديدة ومختلفة لحل المشكلات باستخدام طرق مختلفة. وتُعرّفه محبات أبو عميرة (٢٠٠٢، ٢٦) بأنه "القدرة على رؤية بيانات معطاة في صورةٍ جديدةٍ؛ بحيث يكون الناتج فريداً وغير متوقع". وعرّفه فتحي جروان (٢٠٠٢، ٨٤) بأنه "نشاط ذهني مركب توجهه رغبة في البحث عن بدائل، أو الوصول إلى نتائج تتصف بالأصالة ولم تكن معروفة مسبقاً، وتتميز بالشمولية والتعقيد.

ويشير بايك وآخرون (Paek, et al., 2021)إلى أن كل شخص يمتلك مهارات تفكير تباعدي مختلفة تبعاً للوقت المخصص للتفكير في هذه الحالة، يتناسب الوقت المخصص للتفكير التباعدي طرديًا مع جودة عملية التفكير؛ كلما طالت مدة التفكير التباعدي، كان الحلول والنتائج أفضل.

ويتفق كلا من رونكو وآخرون (Runco, et al., 2016) ووانج واخرون (Wang, et al., 2017) واكار واخرون (Acar, et al., 2017) إلى أن مهارات التفكير التباعدي هي الطلاقة والمرونة والأصالة، حيث تعرف الطلاقة بالقدرة على تقديم إجابات صحيحة متعددة، وتشير المرونة إلى القدرة على صياغة حلول وخوارزميات مختلفة بشكل صحيح، بينما تشير الأصالة القدرة على خلق أفكار فريدة وغير شائعة.

ويشير باسدور وآخرون (Basadur, et al., 2014) إلى أن التفكير التباعدي للمتعلمين يُعد مطلبًا أساسيا لنجاح الفرد أثناء تعرضه للمشكلات، سواء أكان ذلك في تقصي المشكلة وإيجاد الحل المناسب لها، أو في تنفيذ حل المشكلة، كما أن الأداء العالي خلال المراحل التي تتطلب تفكيراً تباعدياً تؤدي عادة إلى نتائج أكثر إبداعية.

ويؤكد حسن شحاته (٢٠٠٩) على أهمية التفكير التباعدي في تطوير القدرات الإبداعية عند المتعلمين؛ حيث يساعدهم على إحداث روابط واتصالات جديدة بين الخلايا العصبية، وبالتالي تسمح للتفكير بأن يسير عبر مسارات جديدة متعددة، وعلى نحو يساعد في إعمال العقل، وتوجيهه بشكل أفضل وبكفاءة أعلى.

ونظرًا لأهمية التفكير التباعدي فقد تباينت الدراسات والأبحاث التي سعت إلى تنميته لدى الفئات العمرية المتنوعة وباختلاف المعالجات التجريبية الداعمة لمهاراته الرئيسة؛ حيث هدفت دراسة جونيان واخرون (Gunawan, et al., 2023) إلى تحليل عملية التفكير التباعدي أثناء حل المشكلات مفتوحة النهاية لدى الطلاب المعلمين بقسم الرياضيات بدولة نيجيريا، واستخدم الباحثون المنهج الكيفي للحصول على معلومات دقيقة وعميقة، حيث تم إعداد اختبار في صورة مشكلات رياضياتية مفتوحة النهاية ومقابلة ثلاثة من الطلاب المعلمين وقد حدد الباحثون عملية التفكير التباعدي من خلال أربعة مراحل هي: التحديد، والاستكشاف والبناء والتقييم، وتوصلت النتائج إلى ان التفكير التباعدي أحد المتطلبات الأساسية لتعزيز الابداع، وان الطلاب المعلمين يتمتعون بمستوى إبداع متوسط في تدوين المعلومات ذات الصلة، كما أن لديهم قدرة على إنشاء أفكار مختلفة وجديدة، بالإضافة إلى قدرتهم على تقييم وفحص الإجابات المرتبطة بالمشكلة. كما هدفت دراسة عاطف دريع (٢٠٢٢) إلى التعرف على مستوى التفكير التباعدي لدى طلبة قسم الرياضيات وعلاقته بالذكاء المتعدد والفروق في العلاقة بينهما، وتكونت عينة البحث من (٣٠٠) طالب وطالبة من قسم الرياضيات في كلية التربية الأساسية الجامعة المستنصرية بالعراق، ولتحقيق أهداف البحث استخدم المنهج الوصفي الارتباطي ، حيث أعد اختبار للتفكير التباعدي، ومقياس جاردنر للذكاءات المتعددة، وقد أظهرت النتائج إن طلبة قسم الرياضيات في كلية التربية الأساسية أغلبهم من ذوي المستوى المتوسط في التفكير التباعدي وإن الذكاء الرياضي أكثر أنواع الذكاءات شيوعاً ولديهم القدرة على التعامل مع المفاهيم المجردة لاستنباط العلاقات بين الأشياء وأداء العمليات وسهولة التعامل مع الأشكال وتقديم البراهين لعمل الأشياء، كما أنه توصل إلى وجود علاقة دالة إحصائياً بين التفكير التباعدي وكل ذكاء من الذكاءات المتعددة.

فيما هدفت دراسة دي فينك واخرون (De Vink, et al., 2022) إلى استكشاف كيفية مساهمة التفكير التباعدي والتقاربي في تحسين أداء الطلاب في الرياضيات سواء بشكل مباشر أو مشترك في المهام ذات الحل الواحد أو الحلول المتعددة، وطبقت الدراسة على ٢٢٩ طالباً هولندياً بالصف الخامس باثنتي عشرة مدرسة ابتدائية. واستخدم الباحثون مهام رياضياتية بصرية ولفظية ذات إجابات محددة ومتعددة لقياس التفكير التقاربي والتباعدي، وأظهرت النتائج أن أداء الأطفال في الرياضيات يعتمد بشكل أساسي على التفكير التقاربي. كما أن التفكير التباعدي يؤدي دورين مهمين أثناء حل المشكلات: فهو يكُملّ التفكير التقاربي في المهام متعددة الحلول، ويعُوضّه في المهام ذات الحل الواحد.

وهدفت دراسة سوكمانجارا و مادويستما (Sukmaangara, & Madawistama, 2021) إلى الكشف عن العلاقة بين أنماط السيطرة الدماغية وأنماط التفكير المختلفة لدى طلاب الصف التاسع بدولة إندونيسيا، واستخدم الباحث البحث النوعي، وصمم لذلك اختبار في حل المشكلات الإبداعية، بالإضافة إلى اختبار السيطرة الدماغية، ومقابلة غير منتظمة، طبق الأدوات على (٣١) طالباً بالصف التاسع بولاية تاسيكامالايا، وقد كشف البحث أن الطلاب الذين يهيمن عليهم الجانب اليسر من الدماغ في عملية التفكير الإبداعي هم أكثر بروزاً في التفكير المتقارب؛ الطلاب المهيمنون على التوازن في عملية التفكير الابداعي متوازنون في التفكير المتباعد والمتقارب، بينما الطلاب الذين يهيمن عليهم الجانب اليمن من الدماغ في عملية التفكير الإبداعي هم أكثر مهارة في التفكير المتباعد.

فيما هدفت دراسة ابوا واغبونيا (Ubah, I. & Ogbonnaya, U., 2021) إلى فحص حلول معلمي الرياضيات قبل الخدمة لمهام حل المشكلات النمطية المبنية على ثلاث مكونات للإبداع الرياضي، تضمن البحث تصميماً نوعياً باستخدام أخذ العينات الهادفة الملائمة لعينة 62 معلماً قبل الخدمة مسجلين في وحدة الرياضيات الابتدائية في إحدى مؤسسات التعليم العالي بجنوب افريقيا، وقد أظهرت نتائج الدراسة أن نصف المعلمين قبل الخدمة الذين شاركوا في الدراسة لم يكونوا قادرين على إنتاج حلول متنوعة للمهام النمطية. إشارة إلى أنهم لا يملكون القدرة الإبداعية لإعداد المتعلمين حتى بعد تعرضهم لمحتوى رياضيات متقدم كجزء من عملية التدريب الخاصة بهم. وأوصت بأن تتضمن برامج تعليم المعلمين قبل الخدمة أنشطة أكاديمية يمكن أن تساعد المعلمين قبل الخدمة على تعزيز الإبداع من خلال المهام ذات التفكير التباعدي. هدفت دراسة نجلاء بنت عبد العزيز وعبد الله الفهد (٢٠٢٠) إلى بناء برنامج تدريسي قائم على نظرية الذكاء الناجح وقياس فاعليته في تنمية مهارات التفكير التباعدي وحل المشكلات الرياضية لدى طالبات الصف الأول المتوسط بمدينة الرياض؛ حيث تم أخذ عينة عشوائية عنقودية قوامها (٦٠) طالبة بالصف الأول المتوسط، تم تقسيمهما إلى مجموعتين أحدهما تجريبية والأخرى ضابطة، وأشارت النتائج إلى تفوق ملحوظًا للمجموعة التجريبية على الضابطة في مهارات التفكير التباعدي ومهارات حل المشكلات الرياضياتية ككل.

وهدفت دراسة بينغولبالي و بينغولبالي (Bingölbali & Bingölbali, 2020) إلى استكشاف ما إذا كانت مهام الرياضيات في كتب الرياضيات تتُيح فرصاً للتفكير المتباعد والمتقارب. وقد اقتصرت الدراسة على أربعة كتب مدرسية للرياضيات بالمرحلة الابتدائية بدولة تركيا. واعتبرا الباحثان المهام التي لها نتائج صحيحة متعددة ذات سمات تفكير متباعد، بينما تعُتبر المهام التي لها نتيجة صحيحة واحدة فقط ذات سمات تفكير متقارب. وأظهرت الدراسة أن الكتب المدرسية تتُيح فرصاً للتفكير التباعدي والتقاربي، مع إعطاء فرص أكبر للتفكير التقاربي.

كما هدفت دراسة جيمي وآخرون (Jami, et al., 2020) إلى دراسة التنبؤ بتأثير نظرية العقل،

ومكونات التفكير التباعدي على حل المشكلات الرياضياتية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية بدولة إيران، وقد تضمنت الدراسة ٣٤٥ طالبًا من الصف الأول الابتدائي، وقد أظهرت النتائج وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ لمتغير التفكير التباعدي على مهارات حل المشكلات الرياضياتية، بالإضافة إلى تأثير محدود لمتغير نظرية العقل على متغير حل المشكلات، وأوصت بضرورة تنمية مهارات التفكير التباعدي لدى طلاب بمراحل التعليم المختلفة، كما أشارت دراسة سريونغتشاي وآخرون (Sriwongchai, et al., 2015) إلى عدم اهتمام معظم معلمو الرياضيات بدولة تايلاندا بتحسين التفكير التباعدي لدى طلابهم، وافتقروا إلى استخدام استراتيجيات متطورة لتنمية التفكير التباعدي، ومن ثم قام الباحثون بتطوير نموذج لإدارة تعلم الرياضيات بهدف تحسين التفكير التباعدي لدى طلاب الصف الثامن بدولة تايلاندا؛ وأظهرت النتائج أن طلاب المجموعة التجريبية لديهم تفكيرا تباعديًا بدرجة أعلى من طلاب المجموعة الضابطة عند مستوى دلالة ٠,٠١.

وهدفت دراسة احمد الخروصي وعدنان العابد (٢٠١٩) إلى تقصي فاعلية برنامج قائم على حل المشكلات في تنمية التفكير التباعدي لدى طلبة الصف العاشر في ضوء تباين مفهوم الذات الرياضي لديهم، حيث اختبار الباحثان عينة قوامها ٨٩ طالبًا وطالبة بالصف العاشر تم تقسيمهم إلى مجموعتين أحدهما ضابطة والأخرى تجريبية، وأظهرت النتائج تفوق ملحوظ للمجموعة التجريبية التي دست باستخدام البرنامج القائم على حل المشكلات الرياضياتية مقارنة بالمجموعة الضابطة، ومن ثم أوصى الباحث بأهمية اثراء منهج الرياضيات بمهارات التفكير التباعدي وضرورة توظيف استراتيجيات حل المشكلة اللازمة لتنميتها. وهدفت دراسة غادة المشيخي (٢٠١٩) إلى التعرف على أثر استخدام استراتيجيات التفكير المتشعب على تنمية مهارات التفكير التقاربي والتباعدي في مادة الرياضيات لدى تلميذات المرحلة الابتدائية، وتكونت عينة الدراسة من (٥٠) تلميذة من تلميذات الصف السادس الابتدائي؛ تم تقسيمهم إلى مجموعتين أحدهما تجريبية درست وحدة (الكسور الاعتيادية والكسور العشرية) في مادة الرياضيات باستخدام استراتيجيات التفكير المتشعب، فيما تدريس المجموعة الضابطة الوحدة ذاتها بالطريقة المعتادة وأظهرت النتائج تفوق المجموعة التجريبية في مهارات التفكير التباعدي والتقاربي على المجموعة الضابطة، وقد أوصت الدراسة بضرورة توظيف استراتيجيات التفكير المتشعب؛ من خلال عرض النماذج، والأنشطة، والأمثلة في مادة الرياضيات التي تتضمن مهارات التفكير التقاربي والتباعدي.

فيما هدفت دراسة أحمد الفقيه (٢٠٠٧) إلى التعرف على أساليب التفكير لدى كلية التربية والعلوم بجامعة الملك سعود في مدينة الرياض، واقتصرت الدراسة على ثلاثة أساليب هي: التفكير التقاربي والتفكير التباعدي، والتفكير الشمولي، وتكونت عينة الدراسة من (٤٢٥) طالباً بكلية التربية والعلوم تم اختيارهم بطريقة عشوائية، وأظهرت نتائج الدراسة ضعف مهارات التفكير الثلاثة لدى عينة الدراسة، وجود تقارب ملحوظ في أساليب التفكير الثلاثة، وإن كانت نسبة ذوي التفكير التقاربي أعلى بقليل من نسبة ذوي التفكير التباعدي والشمولي؛ حيث بلغت نسبة ذوي التفكير التقاربي (٣٥,٨٪) بينما بلغة نسبة ذوي التفكير الشمولي، وذوي التفكير التباعدي (٣٣,٦٪، ٣٠,٦٪) على التوالي.

ولما كانت العمليات العقلية لا يمكن تعلمها من خلال تراكم المعرفة والمعلومات داخل البنية المعرفية للفرد، كما أنها لا تنمو بشكل تلقائي، ومن ثم لابد من البحث عن آلية تعمل على تنظيم عملية تعلم الفرد وتمكنه من القيام بربط المعلومات المخزنة بالذاكرة طويلة المدي بالمعلومات الحالية، ومن ثم ظهرت الحاجة إلى نماذج تعلم تشجيع الطلبة على تقديم تبريرات منطقية لاستجاباتهم وحلولهم. وتشجيع المتعلمين على الفهم الواعي الذي يؤدي إلى تطبيق المعرفة السابقة، وتشجيعهم على التعبير عن الأفكار والاستنتاجات دون خوف أو تردد، من أهم هذه النماذج أنموذج

التعلم التوليدي.

ويرجع نشأة التعلم التوليدي إلى عالم النفس الروسي ليف فيجوتسكي (Vygotsky) الذي يُعد من أشهر رواد اللغة وبناء الأفكار، والذي أكد على ضرورة التفاعل الاجتماعي للتعلم وعدم فصل المجتمع في بناء السياق المعرفي، ولقد ألقي فيجوتسكي الضوء على نقطة التقاء العناصر العلمية والاجتماعية في التعلم؛ حيث أكد على أن الهدف من التعلم هو التطور الفكري العقلاني، فمن خلال التعلم النشط والمستمر بصورة فاعلة ومن خلال الثقافة المحيطة به يتم بناء المعنى مع الأشخاص المشاركين للمتعلم.

ثم قام كل من اوزبورن وويتبرك Wittrok & Osborn في عام ١٩٨٥م بتجسيد أفكار فيجوتسكى في صورة نموذج للتعلم أطلق عليه أنموذج التعلم التوليدي، والذي يقترح أن التعلم يحدث عندما يدرك المتعلمون العلاقة بين المعلومات السابقة الموجودة لديهم بالبنية المعرفية والمعلومات الجديدة لبناء أفكار جديدة متناغمة وشبكة مفاهيم من خلال التفاوض الاجتماعي (Babajide &Ogunleye, ٢٠١١).

ويمكن القول بأن نقطة الأساس في هذا الأنموذج هي أن معرفة المتعلم القبلية تعد شرطا ضروريًا لبناء المعنى الجديد؛ كون التفاعل المثمر الحادث بين معرفة المتعلم الجديدة ومعرفته السابقة تعد أحد المكونات الأساسية في عملية بناء التعلم ذي المعنى. ويعرف ماكنون أنموذج التعلم التوليدي(Maknun, 2015, p.743) بأنه: أنموذج بنائي يفعل دور المتعلم في التعلم من خلال مجموعة أطوار متتالية تبدأ بالتوجيه، ثم الإفصاح عن الأفكار، والتحدي والبناء، التطبيق، التقويم. فيما يعرفه ريد ومورسي (Reid & Morrison, 2014, p.51) بأنه أنموذج يصف العملية التي يربط من خلالها المتعلم المعلومات الجديدة والمعلومات الموجودة في بنيته المعرفية، كما أنها تفسر العلاقة بين المتعلم والمعلومات ذات المعنى، وعرفه فيوريلا وماير (Fiorella & Mayer, 2016) بأنه أنموذج بنائي يتكون من أربع مراحل (التمهيدي والتركيزي والتحدي والتطبيق) بحيث يسمح للمتعلمين ببناء أو توليد المعنى من خلال الاستخدام النشط للمعلومات المتعلمة سلفًا. ويعرفه ستشافين (Schaveen, 2003) بأنها انموذج للتعليم والتعلم، ويشمل البناء النشط للمعنى من خلال تحليل الأفكار وتكاملها، ويمكن المتعلم من توليد العلاقات والروابط بين المعلومات الجديدة في محتويات الذاكرة قصيرة المدى والمعلومات السابقة في الذاكرة طويلة المدى.

ومن خلال تحليل التعريفات السابقة يتضح أن التعلم التوليدي يجعل الطالب محور العملية التعليمية، ويؤكد على الدور الفعال للمعارف السابقة والسياق الاجتماعي في بناء المعرفة وحدوث التعلم ذي المعنى، بالإضافة إلى العمليات المعرفية التي يقوم بها المتعلم أثناء تعلمه.

ومن ثم يمكن تعريف التعلم التوليدي بأنه أنموذج بنائي اجتماعي يسمح للمتعلمين ببناء المعنى من خلال توليد العلاقات والارتباطات بين المحفزات والمعرفة والمعتقدات والخبرات الموجودة ببنية المتعلم المعرفية مع المعلومات المتعلمة حديثًا مما ينتج معلومات ذات معنى من خلال الأنشطة التعليمية التي يقدمها المعلم، والعمليات المعرفية التي يقوم بها المتعلم.

ويتفق عددا من الباحثين إلى أنموذج التعلم التوليدي يمر بأربعة مراحل وهي: مرحلة الاستكشاف، ومرحلة التركيز ، ومرحلة التحدي، ومرحلة التطبيق؛ ففي المرحلة الأولى يقوم المعلم بتوجيه الطلاب لاستكشاف المعرفة الأولية أو الأفكار أو المفاهيم المستمدة من التجارب اليومية أو المكتسبة من مستويات التعلم السابقة، وفي المرحلة الثانية يتم منح الطلاب الفرصة للتعبير عن أفكارهم حول المفاهيم التي يتم دراستها، وفي المرحلة الثالثة يمنح المعلم الفرصة للطلاب لمقارنة آرائهم مع آراء الطلاب الآخرين والتعبير عن تفوق رأيهم في المفهوم محل الدراسة، في المرحلة الأخيرة يتم منح

الطلاب فرصة لاختبار الأفكار البديلة التي يبنونها لحل القضايا المتنوعة. ومن ثم يمكن القول بأنه أثناء تنفيذ مراحل التعلم التوليدي يصبح الطلاب أكثر نشاطا للمناقشة؛ كونه أنموذج لتعميق الاستيعاب المفاهيمي من خلال التفاعل الاجتماعي بين المتعلمين (هيلة الشهراني، ٢٠٢١؛ محمد العطار ٢٠٢١، Fiorella & Mayer, 2016; Moma & Tamalene, 2023).

ويشير لي وآخرون (Lee, et al., 2009) إلى أن أنموذج التعلم التوليدي يحقق العديد من الفوائد للمتعلمين في مجال تعليم وتعلم الرياضيات من أهمها: مساعدتهم على توظيف المعلومات الرياضياتية في حل ما يواجهه من مشكلات يومية، وتعميق فهم الطلاب للخبرات الرياضية المكتسبة من موقف التعلم من خلال ربطها بخبراتهم السابقة، يؤكد على مشاركة المتعلمين في عملية التعلم، ويزيد من ثقة الطلاب بأنفسهم فيتمكنوا من مواجهة المشكلات الحياتية بأنفسهم، وينمى لدى المتعلمين القدرة على الحوار والمناقشة ويساعد المتعلمين على تصحيح المفاهيم الرياضية الخاطئة لديهم ويزيد الفهم لدي المتعلمين.

ويُعد نموذج التعلم التوليدي نموذجاً تعليمياً وظيفياً للتعليم قائم على معرفة العمليات الدماغية والمعرفية بهدف فهم واكتساب المعرفة المراد تعلمها؛ ومن ثم يشير وينا (Wena, 2009) إلى إنه عند توظيف نموذج التعلم التوليدي يتعين على الطلاب التعلم بشكل مستقل، واستكشاف معرفتهم من مصادر التعلم المختلفة، والتركيز على المشكلة التي تمت ملاحظتها، وإجراء تجربة لبناء المفاهيم التي يتم الحصول عليها، وتطبيقها على المشكلات اليومية التي تواجههم. ومن ثم يمكن القول بأن أنموذج التعلم التوليدي يؤكد على التكامل النشط المعرفة الجديدة باستخدام المعرفة الأولية للطلاب بحيث يعبر الطلاب عما اكتسبوه بكلماتهم الخاصة.

وبحسب فورلا وماير (Fiorella & Mayer, 2016) فإن مراحل التعلم التوليدي تهدف إلى تحفيز الطلاب على الفهم الفعال للمعلومات التي يتعلمونها أثناء التعلم من خلال اختيار المعلومات الأكثر صلة، وتنظيمها في تمثيل عقلي متماسك، ودمجها مع معارفهم الحالية لتحسين القدرة على التواصل الرياضي من خلال السماح للطلاب بالتعبير عن أفكارهم بأشكال مختلفة مثل: الرسم أو الكتابة أو النماذج الرياضية.

بناء على ما سبق يمكن القول بأن أنموذج التعلم التوليدي يتم من خلاله تعزيز عملية التعلم؛ حيث يُطلب من الأفراد إنتاج معارفهم التي يتم إنشاؤها بناءعلى معرفتهم السابقة من المتوقع أن تجعل كل مرحلة يتضمنها نموذج التعلم التوليدي الطلاب يتعلمون بشكل نشط في بناء معارفهم بحيث يمكن تدريب القدرة على التعبير عن الأفكار في أشكال مكتوبة وشفهية ومرئية.

ويتطلب من المعلم عند تنفيذ مراحل التعلم التوليدي القيام بمجموعة من المهام يمكن تلخيصها فيما يلي: تقييم المعرفة الرياضياتية بالبنية العقلية لدى الطلاب بهدف تعديل التصورات الخاطئة، تصميم أنشطة ومواقف رياضياتية تسمح للمتعلمين بتوليد العلاقات والروابط بين ما يمتلكه الطلاب من معرفة ونماذج وربطها بالمحتوى الجديد، وتشجيعهم على ذلك يشجع نحو توليد تعلم ذي معنى من خلال المحتوى الرياضياتي، ومن الجهة الأخرى يتعين على الطلاب القيام بالمهام التالية: المشاركة الفعالة مع أفراد مجموعته في القيام بالمهام المطلوبة، التأمل والتعمق في المعرفة والأفكار المطروحة واستيعابها، واستخدام المعلومات السابقة لديه وما تعلمه لاستخلاص النتائج والحقائق الجديدة، بالإضافة إلى القيام بعمليات توليدية للأفكار والمعارف لربط المعلومات الجديدة بالمعرفة.

ويقوم أنموذج التعلم التوليدي على أربعة ركائز أساسية تُعد بمثابة النقاط المفتاحية وهي: التفاعل المثمر بين المعرفة القبلية والمعرفة الجديدة كأحد مكونات التعلم ذي المعنى، تركيز الانتباه، ضبط وتركيز انتباه الطلاب حتى يتعلموا كيف يوجهون أفكارهم نحو المثير أو الموضوع المعين، بناء

المعرفة من خلال اكتشاف المتعلمون المعنى المقصود بأنفسهم وكيفية ربطها بمعرفتهم السابقة ببنيتهم العقلية، تحفيز دافعية الطلاب لكي يكونوا نشطين عقليًا اثناء سير أنموذج التعلم التوليدي؛ وذلك خلال توجيههم لتحمل المسئولية اثناء إجرائهم الأنشطة المختلفة (Ogunleye & Babajide, 2011; Trespalacios, 2008).

ونظرًا لأهمية أنموذج التعلم التوليدي في العملية التعليمية بوجه عام وفي مجال تعليم وتعلم الرياضيات بوجه خاص فقد أُجريت العديد من الدراسات لبحث فاعلية النموذج في تنمية العديد من نواتج التعلم المختلفة؛ حيث هدفت دراسة موما وتامالينس (Moma & Tamalene, 2023) إلى الكشف عن فاعلية نموذج التعلم التوليدي في زيادة مستوى مهارات التفكير الرياضي عالي المستوى لدى الطلاب المرحلة الثانوية مقارنة بالنماذج التقليدية، بالإضافة الى معرفة تأثير مستويات القدرة الرياضية الأولية (KAM) للطلاب في الفئات العليا والمتوسطة والمنخفضة على قدرات التفكير الرياضي عالي المستوى لدى الطلاب الذين تلقوا التعلم باستخدام النماذج التوليدية والتعلم باستخدام النماذج التقليدية. واستخدم البحث التصميم التجريبي بتصميم ذو القياس القبلي والبعدي. وقد بلغ حجم الأثر للمعالجة التجريبية المستخدمة مقدار d=1.422 مما يدل على فاعلية نموذج التعلم التوليدي مقارنة بالنموذج التقليدي، كما توصل البحث على انه لا يوجد تفاعل بين مستوى القدرة الرياضياتية (عالية أو متوسطة أو منخفضة) ونموذج التعلم نحو زيادة مهارات التفكير الرياضي لدى الطلاب الذين يتلقون نماذج التعلم التوليدي ونماذج التعلم التقليدية.

وهدفت دراسة هيلة الشهراني (٢٠٢١) إلى تعرف فاعلية تدريس الرياضيات باستخدام أنموذج التعلم التوليدي في تنمية مهارات التفكر الإبداعي لدى طالبات الصف الأول المتوسط. وللتحقق من هدف البحث؛ تم استخدام المنهج الشبه تجريبي، واختيار عينة عشوائية مكونة من(٦١) طالبة من طالبات الصف الأول المتوسط بوادي بن هشبل، تم تقسيمها إلى مجموعتين: مجموعة تجريبية مكونة من (٣١) طالبة درسن وحدة الهندسة "المضلعات" حسب أنموذج التعلم التوليدي، ومجموعة ضابطة مكونة من (٣٠) طالبة درسن الوحدة نفسها بالطريقة المعتادة، وأشارت النتائج إلى فاعلية أنموذج التعلم التوليدي في تنمية مهارات التفكير الإبداعي ككل لدى طالبات المجموعة التجريبية بحجم اثر قدره ٠,٥٣.

فيما هدفت دراسة المطلق (Al-mutlaq, 2021) إلى التعرف على أثر استخدام استراتيجية التعلم التوليدي في تنمية التحصيل الدراسي ومهارات التفكير الرياضي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. علاوة على ذلك، حاولت التعرف على نوع العلاقة الارتباطية بين التحصيل الدراسي لدى التلاميذ والتفكير الرياضي بسبب استخدام التعلم التوليدي في التدريس. وتم استخدام المنهج شبه التجريبي. وتكونت عينة الدراسة من (58) تلميذاوتلميذة في الصف السادس بإحدى مدارس مدينة نجران بالمملكة العربية السعودية. وأظهرت النتائج أن استخدام استراتيجية التعلم التوليدي كان فعالًا جدًا في تنمية التحصيل الدراسي ومهارات التفكير الرياضي لدى التلاميذ المشاركين. وفي الوقت نفسه، كشفت الدراسة عن عدم وجود علاقة ارتباطية ذات دلالة إحصائية بين تحصيل التلاميذ ومهارات التفكير الرياضي تعزى لاستخدام استراتيجية التعلم التوليدي

وهدفت دراسة محمد العطار (٢٠٢٠) إلى التعرف على أثر استخدام نموذج التعلم التوليدي وخرائط التفكير في تنمية مهارات التفكير البصري لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية وتكونت عينة البحث من ثلاثة مجموعات بواقع (٣٠) تلميذًا بالصف الأول الاعدادي لكل مجموعة وهي: المجموعة التجريبية الأولى التي تدرس باستخدام نموذج التعلم التوليدي، المجموعة التجريبية الثانية التي تدرس باستخدام خرائط التفكير، والمجموعة الضابطة والتي تدرس بالطريقة التقليدية، وأشارت

النتائج إلى تفوق طلاب المجموعتين التجريبيتين الأولى والثانية مقارنة بالمجموعة الضابطة، فيما توصل الباحث إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ٠,٠٥ بين متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى والثانية في اختبار التفكير البصري ككل وكل مهارة من مهاراته الفرعية على حده.

وهدفت دراسة محمد عبد الرحيم (٢٠٢٠) إلى التعرف على أثر التعلم التوليدي في تنمية مستويات عمق المعرفة الرياضياتية والثقة بالقدرة على تعلم الرياضيات لدى طلاب المرحلة الإعدادية، وقد استخدم الباحث التصميم التجريبي ذو المجموعتين المتكافئتين هما: المجموعة التجريبية التي تدرس باستخدام التعلم والتوليدي، والمجموعة الضابطة التي تدرس بالطريقة المعتادة بواقع (٣١) تلميذاً من تلاميذ الصف الثالث الاعدادي لكل مجموعة، وللتحقق من الهدف المرجو قام الباحث بإعداد اختبار عمق المعرفة الرياضية ومقياس الثقة في تعلم الرياضيات، وأشارت النتائج إلى تفوق طلاب المجموعة التجريبية في اختبار عمق المعرفة الرياضية ومقياس الثقة على المجموعة الضابطة.

وهدفت دراسة كوسيرت وآخرون (Kosiret, et al., 2020) إلى استكشاف فعالية تطبيق نماذج التعلم التوليدي في تحسين قدرات الطلاب على فهم الرياضيات، واستخدم البحث التصميم شبه التجريبي، فيما استخدمت عينة البحث أسلوب أخذ العينات العشوائية العنقودية، وأعد الباحثون اختبارًا لقدرة الطلاب على فهم المفاهيم الرياضية في مادة المعادلات اللوغاريتمية تكون من (٧) سبعة أسئلة مقالية. وأوضحت النتائج أن هناك حجم تأثير مرتفع لنموذج التعلم التوليدي على قدرة الطلاب على فهم المفاهيم الرياضية المطبقة على نظام التعلم عن بُعد في مدرسة الأزهر الإسلامية الثانوية بلغ قدره (0.521).

وهدفت دراسة كيوسيري وآخرون (Kusairi, et al., 2020) إلى تحديد أثر نموذج التعلم التوليدي على حل المشكلات الرياضية ومهارات التفكير الإبداعي الرياضي. استخدمت الدراسة أسلوب شبه تجريبي بتصميم الاختبار البعدي فقط. تكونت عينة الدراسة من ٧٥ طالبًا من الصف الخامس الابتدائي، وقد تم اختيارهم العينة عشوائيًا. وقد اعد الباحثون اختبارات مقالية في حل المشكلات الرياضية ومهارات التفكير الإبداعي الرياضي. وقد أظهرت نتائج تحليل البيانات وجود فاعلية نموذج التعلم التوليدي على حل المشكلات الرياضية ومهارات التفكير الإبداعي الرياضي. كما أن تطبيق نموذج التعلم التوليدي مع أوراق عمل الطلاب أفضل من مجرد نموذج التعلم التوليدي أو نموذج التعلم التقليدي.

وهدفت دراسة واردونو وآخرون (Wardono, et al., 2020) إلى المقارنة بين استراتيجيتين تدريسيتين (التعلم التوليدى/ والتعلم بالاكتشاف) وفاعليتهما في تنمية التواصل الرياضي الكتابي وفق متغير الثقة بالنفس كمتغير تصنيفي. واستخدم الباحثون المنهج المختلط كمنهجية للبحث. وتم اختيار العينات بطريقة العينة العنقودية الهادفة. وأشارت نتائج هذه الدراسة تحسين قدرة الطلاب على التواصل الرياضي الكتابي مع تطبيق التعلم التوليدي بمساعدة الوسائل التعليمية بشكل أفضل من تطبيق التعلم الاكتشافي. فيما كان الطلاب ذوي الثقة العالية قادرين على تلبية جميع مؤشرات القدرة على التواصل الكتابي رياضياً، بينما الطلاب ذوي الثقة متوسطة قادرون على تلبية عدة مؤشرات للتواصل الكتابي الرياضياتي، فيما كان الطلاب ذوي الثقة المنخفضة بالنفس لا تحقق إلا المؤشر الأول من القدرة على التواصل الكتابي الرياضياتي.

فيما هدفت دراسة عبدالجواد بهوت (٢٠١٩) على الكشف عن أثر التعلم التوليدي في تنمية بعض أبعاد القوة الرياضية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادي، واتبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي، وتمثلت الأدوات في اختبار أبعاد القوة الرياضية، تم تطبيقه على عينة مكونة من (٦٠) طالبة من

طالبات الصف الأول الإعدادي، وقد أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة احصائية عند مستوى ٠,٠٥ بين متوسطات درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في اختبار أبعاد القوة الرياضية لصالح المجموعة التجريبية، وفى ضوء ما توصل اليه البحث من نتائج أوصى الباحث باستخدام نموذج التعلم التوليدي في تعليم وتعلم الرياضيات لتنمية نواتج تعلم مختلفة.

فيما هدفت دراسة خلف الله محمد (٢٠١٩) والتي هدفت إلى أثر استراتيجية قائمة على التعلم التوليدي في تنمية الترابط الرياضياتي والتحصيل والميل نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، وتكونت عينة الدراسة من ٦٠ تلميذ وتلميذة بالصف الثاني الاعدادي بإدارة الوقف التعليمية التابعة لمدرية قنا التعليمية، تم تقسيمهم إلى مجموعتين أحدهما تجريبية والأخرى ضابطة، وأشارت النتائج إلى تفوق ملحوظ لتلاميذ المجموعة التجريبية التي درست باستخدام التعلم التوليدي على تلاميذ المجموعة الضابطة التي درست بالطريقة التقليدية بحجم أثر"d" قدره 3.53، ٣,٣٧، ٤,٢٧ بالنسبة لمهارات الترابط الرياضي والتحصيل الدراسي والميل نحو الرياضيات على الترتيب.

وهدفت دراسة زكريا بشاي (٢٠١٩) الكشف عن استخدام استراتيجية التعلم التوليدي في تدريس الرياضيات لتنمية التخيل الرياضي وبعض المهارات الحياتية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، تم استخدام التصميم شبه التجريبي ذو المجموعتين المتكافئتين: أحدهما تجريبية قوامها (٤١) تلميذا تدرس باستخدام التعلم التوليدي، والأخرى ضابطة قوامها (٤١) تلميذًا تدرس بالطريقة المعتادة، وقد توصلت الدراسة إلى تفوق ملحوظ لطلاب المجموعة التجريبية على طلاب المجموعة الضابطة في اختبار التخيل الرياضي واختبار حل المشكلات الرياضية الحياتية ككل بحجم أثر بلغ قدره ٠,٩١٧، ٠,٩٢٣ على الترتيب.

وهدفت دراسة راهيو واخرون (Rahayu, et al., 2019) إلى الكشف عن تدريس الرياضيات باستخدام نموذج التعلم التوليدي مع محتوى بناء الشخصية بمساعدة وسائل التعلم التفاعلية في أحد موضوعات الهندسة لطلاب الصف الثامن بإندونسيا، واستخدم الباحث الباحثون المنهج الكمي، وأظهرت النتائج تفوق الطلاب الذين تم تدريسهم باستخدام نموذج التعلم التوليدي مع محتوى بناء الشخصية بمساعدة التعلم عبر الوسائط التفاعلية، مقارنة بنموذج التعلم التقليدي.

ودراسة اندرياني واخرون (Andriani, et al., 2018) التي هدفت إلى تقصي فاعلية نموذج التعلم التوليدي في تنمية مهارات حل المشكلات الرياضياتية لدى عينة من تلاميذ الصف الثامن المتوسط بدولة إندونيسيا بلغ قوامها ٢٤ تلميذًا، وبناء على هذا قام الباحث بتصميم وتطوير أدوات ومواد تعليمية تضمنت ما يلي: اختبار حل المشكلات الرياضية في الهندسة، وأوراق عمل التلاميذ، بالإضافة إلى تطوير دروس الرياضيات بالوحدة المختارة وفق نموذج التعلم التوليدي، وقد أظهرت النتائج صالحية الأدوات ومواد المعالجة المستخدمة، بالإضافة الى فاعلية نموذج التعلم التوليدي وتأثيره البالغ في تنمية مهارات حل المشكلات الرياضياتية لدى عينة البحث.

وتعد التربية أحد أهم المجالات الحيوية لتوظيف المستحدثات التكنولوجية لمواجهة التطورات والتحديات المعاصرة باعتبارها هي المنوطة بإعداد جيل متسلح بالمعارف والمهارات المطلوبة، والتي تؤهله لمتابعة القضايا المحلية والعالمية، وبالتالي لابد من توفير البيئات التعليمية المواكبة لهذه التطورات، ومن أبرز هذه المستحدثات المطروحة على الساحة المحلية والعالمية ما يسمى بتطبيقات الذكاء الاصطناعي، الذي أصبح استخدامه في التعليم أمرًا حيويًا.

وذكر مورارو وآخرون (Moraru, et al., 2020) أن وصف مفهوم الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence ظهر لأول مرة عام ١٩٥٦ على يد عالم الرياضيات تورينج Turing والذي يُعد أحد أهم

رواد الذكاء الاصطناعي؛ حيث كان يعتقد بإمكانية وجود آلات قادرة على التفكير بشكل مستقل تماماً مثل البشر. ونتيجة لتطور علم الذكاء الاصطناعي ظهر مفهوم جديد هو تعلم الآلة (Machine Learning) كفرع من علم الذكاء الاصطناعي. وتم تقديم تعلم الآلة في عام ١٩٥٩ كالخوارزمية، بعد التعرض لمدخلات متعددة يمكن من خلالها تعديل سلوك بيئة التعلم الرقمية تلقائيا. ووفقاً لتطور القوة الحسابية والشبكات العصبية ودراسة التعلم العميق تبين أن تعلم الآلة يوظف آليات التعلم العميق، حيث يعد شبكة عصبية قابلة للبرمجة تمكن الكمبيوتر من اتخاذ قراراته الخاصة، دون مساعدة بشرية كما تؤدى الشبكات العصبية..

ويعرف مينا فايز (٢٠٢٠، ٣٥) الذكاء الاصطناعي بأنه "قدرة النظام على تفسير بيانات خارجية بصورة صحيحة؛ للتعلم من هذه البيانات، ولاستخدام هذا التعلم في تحقيق أهداف معينة، ومهمات من خلال التبني المرن لها"

كما عرفه عزمي (Azmi, ٢٠٢٠) أنه: قدرة النظام الحاسوبي على التفكير والتصرف بذكاء في مواقف مختلفة من خلال تفسير البيانات المدخلة بشكل صحيح، والتعلم من هذه البيانات، واستخدام أثر التعلم بأسلوب مرن في تحقيق أهداف محددة.

ويعرفه عبد الله موسى واحمد بلال (٢٠١٩، ٣) بانه "برامج صممت من خلال دراسة كيف يفكر العقل البشري، وكيف يتعلم الانسان، ويقرر، ويعمل أثناء حل المشكلة"

ويمكن تعريف الذكاء الاصطناعي بأنه "مجموعة من النظم المحوسبة والتي تحاكي العقل البشري في القيام ببعض العلميات العقلية بطريقة محددة تُمكن الأفراد من تحقيق أهداف ومهام بدقة عالية"

ويرى عدد من الباحثين أن الذكاء الاصطناعي كأداة تعليم مبتكرة وواعدة تدعم عملية التعلم وتيسيرها، حيث تسمح هذه المنظومة للمتعلمين بالقيام بأنشطة تجريبية تفاعلية؛ مما يعزز لديهم الرغبة في عملية التعلم، ويعمل على تحفيز الإبداع والمشاركة الفعالة لديهم، وتحقيق نتائج تعليمية جيدة. (Casey, 2022)

وبوجه خاص يشير ستارسيتش (Starcic, 2019) أن دمج الذكاء الاصطناعي في مجال تعليم وتعلم الرياضيات فتح المجال للعديد من القضايا المهمة حول أدوار المعلمين وكفاءاتهم وأدوار الطلاب كمتعلمين مستقلين وذاتي التوجيه وتدعم بيئات التعلم التكيفية، كونه أداة قوية لجمع البيانات المتعلقة بالمتعلم وتحليلها، بالإضافة الى ذلك يمكنه أن يستشعر عملية التعلم والحالات النفسية للمتعلم في كل خطوة من العملية، ويقدم تغذية راجعة مناسبة وذات صلة بالعمليات العقلية المتنوعة، وعملية التفاعل الاجتماعي.

وفي السياق ذاته يؤكد بلال ربابعة (٢٠٢٣) على أن الذكاء الاصطناعي يُسهم في تعزيز التعلم العميق في الرياضيات، وتعزيز المشاركة البناءة بين الطلاب، كما يمكن لأنظمة التدريس الذكية المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات في تزويد الطلاب بالتغذية الراجعة والتوجيه والدعم الفوري، بحيث تتكيف هذه الأنظمة مع وتيرة ومستوى فهم الطالب؛ مما يُسهم في توضيحات وتفسيرات متعلقة بالمفاهيم الرياضياتية وحل مسائل الواجبات المنزلية وتقديم أمثلة إضافية عند الحاجة.

ويرى الباحث أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يكون تقنية واعدة في مجال تعليم الرياضيات وتعلمها، حيث يمكن من خلالها التغلب على العديد من مشكلات التي تواجه معلمي الرياضيات، سواء في تقديم موضوعات رياضياتية عالية التجريد، أو موضوعات المعقدة، بالإضافة الى إمكانية تحليل الأخطاء التي قد يرتكبها الطلاب أثناء القيام بحل المشكلات الرياضيات المطروحة بدقة وكفاءة عالية.

وترتكز فلسفة الذكاء الاصطناعي على قيام الآلة بمحاكاة العقل البشري من خلال أنظمة

الكمبيوتر؛ بحيث تكون قادرة على التعليم وجمع البيانات وتحليلها وإيجاد العلاقات بينها واتخاذ القرارات بحيث إن الآلة تستطيع التفكير فتتعلم وتقرر وتتصرف كالإنسان (مختار، ٢٠٢٠؛ زروقي وفالته، ٢٠٢٠).

ويشير كلا من العتل وآخرون (٢٠٢١)، وكاسي (Casey, 2022) الى أن الذكاء الاصطناعي يتميز بمجموعة من الخصائص التي جعلت منه مجالا خصبا لتطبيقه في مجالات عدة، ومن أبرز هذه الخصائص ما يلي: القدرة على الاستدلال، وهو إحدى عمليات الاستنتاج المنطقي، حيث يمكن من خلال الحقائق والقواعد وباستخدام الحدس الرياضي الوصول إلى استنتاج محدد، كما يتميز بالقدرة العالية على التعامل مع البيانات غير المكتملة، بحيث يمكن الوصول الى استنتاجات صحيحة وحلول مقبولة، بالإضافة الى ذلك قدرته على البحث التجريبي، حيث تتوجه برامج الذكاء الاصطناعي نحو مشكلات لا تتوافر لها حلول يمكن ايجادها وفقا لخطوات منطقية محددة، ويحتاج هذا الأسلوب من البحث التجريبي إلى ضرورة توافر سعة تخزين كبيرة بالحاسوب.

وعلى النقيض تماما، فعلى الرغم من أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي لديها قدرات رائعة، كونها تعتبر أدوات داعمة للمعلم والمتعلم على حد سواء؛ حيث تتيح الفرصة للمعلمين على تطوير عمليات التدريس، من خلال دعم التعلم الخصوصي لطلابهم، وأعداد خطط دروس مبتكرة لدروس في التخصصات المختلفة، بالإضافة إلى الحصول على الإجابة المناسبة على أسئلة الطلاب الصعبة وتقديم تفسيرات وأمثلة حول سؤال معين، إلا أن هذه التطبيقات لا تزال تعاني من قيود معينة مثل الافتقار إلى الحس السليم، وصعوبة التفكير المعقد، وعدم القدرة على معالجة المعلومات البصرية. ولذا من المهم أن يضع المعلمون والطلاب في اعتبارهم قيود وتهديدات هذه النماذج عند استخدامها (رضا أبو عصر، ٢٠٢٣، ص.٢١).

وفي السياق ذاته فقد اشار كوتاجاني وفاهيميراد (Fahimirad & Kotamjani, ٢٠١٨) الى بعض التحديات التي تحد من فاعلية الذكاء الاصطناعي من أهمها: التكلفة؛ حيث يعد توفير النفقات الأولية للبرامج والدعم السحابي مكلفا للغاية للأنظمة التعليمية، وعدم جاهزية الأجهزة والبرمجيات الموجودة بالجامعات اللازمة لتطبيق الذكاء الاصطناعي في عملية التدريس، بالإضافة إلى قلة الخبرة لدي المعلمين في مجال تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التدريس.

كما أضافت منى البشر (٢٠٢٠) مجموعة أخري من التحديات التي تواجه توظيف الذكاء الاصطناعي في التعليم والتي تتمثل في: ضعف التوعية للمعلمين والطلبة بشأن أهمية توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي، انعدام الرغبة لدي بعض المعلمين في إدخال التقنية، وعدم قناعتهم بأهميتها في تطوير عمليات التدريس، عدم وجود برامج تدريبية خاصة بتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في عمليات التدريس، عدم توافر الصيانة الدورية لأجهزة الحاسب الآلي، والبرامج التعليمية الإلكترونية.

ونظرًا لأهمية الذكاء الاصطناعي فقد أجريت العديد من الدراسات والأبحاث حول الاستفادة من تطبيقاته المتنوعة لتحقيق العديد من نواتج التعلم في الرياضيات بالمراحل التعليمية المتنوعة؛ حيث هدفت دراسة سمر الشلهوب وآخرون (٢٠٢٤) إلى تعرف دور تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية حل المسائل اللفظية بمقررات الرياضيات في المرحلة المتوسطة، وقد أظهرت نتائج الدراسة أن مستوى توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية حل المسائل اللفظية بمقررات الرياضيات في المرحلة المتوسطة من وجهة نظر العينة جاء بشكل عام بمستوى مرتفع، وفي ضوء نتائج الدراسة أوصت الدراسة بضرورة الاستفادة من تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية حل المسائل اللفظية بمقررات الرياضيات في المرحلة المتوسطة. كما هدفت دراسة نورة السعودي (٢٠٢٤) إلى تعرف إمكانية

توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في سياق تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM لدى طالبات المرحلة الثانوية من وجهة نظر المعلمات في مدينة بريدة، وتحقيقا لذلك اتبعت الدراسة المنهج الوصفي، وتوصلت الدراسة إلى أن المعلمات لديهن مستوى معرفة منخفض بتطبيقات الذكاء الاصطناعي، وأن أهمية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في سياق تعليم STEM جاء بدرجة كبيرة جدا، كما أن معوقات توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في سياق تعليم STEM تتوافر بدرجة كبيرة لدى معلمات المرحلة الثانوية.

وهدفت دراسة ياي وآخرون (Yi, et al. 2024) إلى تعرف فاعلية الذكاء الاصطناعي في تحسين أداء الرياضيات في الفصول الدراسية من رياض الأطفال حتى الصف الثاني عشر مقارنة بالتعليم التقليدي في الفصول الدراسية. واتبعت الدراسة منهج التحليل البعدي، من خلال البحث في خمس قواعد بيانات من عام ٢٠٠٠ حتى ديسمبر ٢٠٢٣. وركزت الدراسة على مدى ملاءمة الذكاء الاصطناعي عبر الأعمار والمحتويات الرياضية وعوامل تصميم الذكاء الاصطناعي بهدف تعزيز ودمج الذكاء الاصطناعي في الفصول الدراسية، وقد توصلت النتائج إلى حجم تأثير إجمالي صغير يبلغ ٠,٣٤٣ لصالح الذكاء الاصطناعي في ظل نموذج التأثيرات العشوائية، مما يُظهر تأثيرًا إيجابيًا بشكل عام. فيما هدفت دراسة مانجيرا وسوبراتنو (Mangera & Supratno, ٢٠٢٣) إلى فحص العلاقة بين الذكاء الإنساني والذكاء الاصطناعي في سياق التعليم في الجامعة الخاصة في ماكاسار، جنوب سولاويزي بدولة إندونيسيا. وقد أظهرت نتائج الدراسة أن أنواع الذكاء الاصطناعي هي: ذكاء نظام التدريس، والمرشد الذكي الافتراضي، والتقييم التلقائي، والنظام الشخصي، وعلى الرغم من أن الذكاء الاصطناعي كان أداة مؤثرة جدا ويمكن أن تدعم عملية التدريس والتعلم، ولكن تبقى أدوار المعلم لا يمكن تغييرها؛ وخاصة فيما يتعلق بالجانب الاجتماعي والأخلاقي.

وهدفت دراسة واردات واخرون (Wardat, et al., 2023) إلى تعرف دور استخدام الذكاء الاصطناعي في تدريس الرياضيات باستخدام ChatGPT. تبنت الدراسة تصميم دراسة الحالة كأحد تصميمات البحوث النوعية. وأظهرت نتائج الدراسة أن ChatGPT لديه قدرة رياضياتية على زيادة النجاح التعليمي من خلال تزويد المستخدمين بالمعرفة الأساسية بالرياضيات والموضوعات المختلفة. كما يمكن أن تقديم تعليمًا ومساعدة شاملة في دراسة تدريس الرياضيات بالبيئات التعليمية. كما توصلت الدراسة إلى افتقار ChatGPT إلى فهم عميق للهندسة وليس باستطاعته تصحيح المفاهيم الخاطئة بشكل فعال نظرًا لتعقيد المعادلة وبيانات الإدخال والتعليمات المقدمة. وتتوقع الدراسة أن يصبح ChatGPT أكثر كفاءة في حل المشكلات الرياضية المعقدة بشكل متزايد. فيما هدفت دراسة حنان العوفي وتغريد الرحيلي (٢٠٢١) إلى تعرُّف إمكانية توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية القدرات الابتكارية في تدريس مقرر الرياضيات لدى طالبات المرحلة الثانوية من وجهة نظر المعلمات في المدينة المنورة، وتوصلت الدراسة إلى أن معلمات الرياضيات لديهنَّ مستوى معرفة متوسط بتطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية القدرات الابتكارية، وأن أهمية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية القدرات الابتكارية، حصلت على أهمية كبيرة جدا من قبل معلمات الرياضيات، وأن معوقات استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية القدرات الابتكارية تتوفر بدرجة كبيرة لدى معلمات الرياضيات.

وهدفت دراسة كيليس وعيدين (Keles & Aydin ,٢٠٢١) إلى تعرف تصورات طلاب الجامعة حول مفهوم الذكاء الاصطناعي. ولتحقيق أهداف الدراسة تم استخدام المنهج الوصفي، وتكونت عينة الدراسة من (١٣٠) طالبا من طلاب الفرقة الرابعة، حيث شارك في الدراسة (٤٢) طالبا من كلية التربية، و(٤٧) طالباً من كلية الآداب والعلوم، و(٤١) طالبا من كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية.. وقد كشفت النتائج أن تصورات الذكاء الاصطناعي لدى طلاب كلية التربية كانت أكثر ثراءً من طلاب كلية

الاقتصاد، والعلوم الإدارية، وكلية الآداب، والعلوم. كما توصلت الدراسة إلى أن التصورات السلبية لجميع أفراد العينة حول مفهوم الذكاء الاصطناعي أكثر من التصورات الإيجابية

وهدفت دراسة كيم وآخرين (Kim, et al., 2019) إلى تعرف إمكانية توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي من خلال تقديم تعليم شخصي بهدف تنمية بعض نواتج التعلم عند طلاب التعليم ما قبل الجامعي، واتبعت الدراسة المنهج التجريبي، وأظهرت نتائج الدراسة أن للذكاء الاصطناعي أثر فعال في تحسين مستوى أداء الطلاب على الرغم من أن هذه التأثيرات تتباين وفقًا لخصائص المعلمين والفصول، كما أظهرت نتائج الدراسة أن زيادة الاعتماد على تقنيّة الذكاء الاصطناعي تحد من الاستخدام الفعال من جانب المعلمين لنظام التوجيه باستخدام الذكاء الاصطناعي، وقد أوصت الدراسة بتعميم الاستفادة من نظام التوجيه باستخدام الذكاء الاصطناعي؛ لتقليص كميَّة وقت المعلمون في متابعة مستوى تقدم الطلاب، مما يساعد المعلمين بتخصيص وقتهم وجهدهم بشكل أمثل للأنشطة التدريسية الأخرى.

وهدفت دراسة أبو حسنين (Abu Hasanein, 2018) إلى تصميم وتطوير أنظمة تعليمية ذكية للكمبيوتر، وقد قام بإجراء تقييم أولي للطلاب الذين استخدموا المعالجة التجريبية المصممة من قبل الباحث، وقد أظهرت النتائج أن إنجاز طلاب المجموعة التجريبية كان أعلى نسبيًا مقارنة بالطلاب الذين اعتمدوا على نظام الدراسة التقليدي، وتم تقييم العمل من قبل الطلاب والمعلمين. وقد اتفق الطلاب والمعلمون على أن استخدام هذه الأنظمة سيكون له أثر إيجابي على تحصيل الطلاب ورفع قدراتهم العقلية بناءً على هذه النتائج، وخلصت الدراسة إلى أن استخدام الذكاء الاصطناعي في التعليم، وعلى وجه التحديد نظام التدريس الذكي سيزيد التحصيل الأكاديمي للطلاب في الجامعات ويرفع من قدرتهم العلمية. وقد أوصت الدراسة بإمكانية تعميم هذه التجربة على الجامعات بشرط أن يتم تطوير أنظمة التدريس الذكية لمتابعة احتياجات الطلاب.

وفي ضوء ما تم عرضه سلفا يتضح مدى الحاجة إلى ضرورة الارتقاء بمستوى طلاب شعبة الرياضيات داخل كليات التربية، وإعادة النظر في المعالجات التدريسية المستخدمة، وبما تتناسب مع التطورات الحديثة، مما يسهم في تخريج جيل قادر على مواكبة العصر الحالي، وتأتي تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مقدمة الأدوات التي قد تساعد في تحقيق نواتج التعلم المختلفة، وعلى الرغم من ذلك فقد لاحظ الباحثان قلة البحوث والدراسات التي استخدمت بيئات الذكاء الاصطناعي في تنمية مهارات التفكير التباعدي، ؛ لذا يعد البحث الحالي أحد البحوث التي عالجت هذا الموضوع وذلك (في حدود علم الباحثين)، والذي يسعى إلى معرفة فاعلية استراتيجية مقترحة قائمة على انموذج التعلم التوليدي في تنمية التفكير التباعدي في تنمية التفكير التوليدي لدى طلاب شعبة الرياضيات بكلية التربية.

الإحساس بمشكلة البحث:

اتضحت مشكلة البحث من خلال الشواهد التالية:

- **الدراسة الاستكشافية**: قام الباحثان بدراسة استكشافية هدفت إلى قياس مهارات التفكير التباعدي لدى طلاب الفرقة الرابعة بشعبة الرياضيات بكلية التربية، وذلك من خلال تطبيق مقياس متدرج[١] Rubric Scale (من اعداد الباحثان)، حيث تكون المقياس من ثلاث مهام هي: توليد حلول متعددة، وتوليد مسائل جديدة، وطرح أسئلة مفتوحة النهاية يشمل قياس ثلاثة جوانب من مهارات

[١] المقياس المتدرج المستخدم في الدراسة الاستكشافية (اعداد الباحثان)

التفكير التباعدي هي الطلاقة والمرونة والاصالة، بلغت الدرجة الكلية للمقياس (٣٦)، وقد أوضحت النتائج أن مستوى الطلاب دون المتوسط حيث بلغ متوسط درجات الطلاب في المقياس (١١,٣)، مما يؤكد حاجة الطلاب إلى تنمية هذه المهارات باستخدام معالجات غير تقليدية.

- **الدراسات والبحوث السابقة:** ما أشارت نتائج البحوث والدراسات السابقة إلى وجود ضعف في مستوى مهارات التفكير التباعدي لدى الطلاب المعلمين، وضرورة العمل على تنميتها لديهم، ومن هذه الدراسات: دراسة جونيان واخرون (Gunawan, et al., 2023) ودراسة عاطف دريع (٢٠٢٢) ودراسة ابوا واغبونيا (Ubah, I. & Ogbonnaya, U., 2021) ودراسة سريونغتشاي وآخرون (Sriwongchai, et al., 2015)ودراسة أحمد الفقيه (٢٠٠٧).
- **المؤتمرات العالمية والمحلية:** حيث أوصت العديد من المؤتمرات بضرورة الاستفادة من المزايا المختلفة التي توفرها تطبيقات الذكاء الاصطناعي في العملية التعليمية، بالإضافة إلى ضرورة تدريب كل من المعلمين والمتعلمين – على حد سواء- على توظيفه واستخدامه في تعليم وتعلم المواد الدراسية المختلفة بشتى مراحل التعليم ومن هذه المؤتمرات ما يلي: المؤتمر الثالث والعشرون للجمعية المصرية للتربية العلمية الذي انعقد في القاهرة عام ٢٠٢٣م بعنوان "التربية العلمية وتطبيقات الذكاء الاصطناعي"، والمؤتمر الدولي العربي الأول للذكاء الاصطناعي في التعليم الذي انعقد في تونس عام ٢٠٢٣م بعنوان " الذكاء الاصطناعي التوليدي، والنماذج اللغوية الكبيرة LLMS"، والمؤتمر الدولي الرابع لمستقبل التعليم الرقمي في الوطن العربي الذي انعقد في جدة ٢٠٢٣م بعنوان " منظومة الذكاء الاصطناعي ومستقبل التعليم الرقمي. وعلى الرغم من توصيات المؤتمرات سالفة الذكر بأهمية توظيف أدوات الذكاء الاصطناعي في التعليم؛ إلا أن عددا من البحوث والدراسات العربية والأجنبية أشارت إلى التفاوت الواضح في مستوى توظيف المعلمين بمراحل التعليم المختلفة لهذه الأدوات؛ حيث جاء مستوى توظيف أدوات الذكاء الاصطناعي في التعليم مرتفعاً كما في دراسة سمر الشلهوب وآخرون (٢٠٢٤)، ودراسة محمد القبيسي (٢٠٢٤)،بينما جاء متوسطاً كما في دراستي حنان العوفي وتغريد الرحيلي (٢٠٢١)، كيليس وعيدين (٢٠٢١, Keles & Aydin).

وفي ضوء ما سبق يمكن القول بأن مشكلة هذا البحث تتمثل في ضعف مهارات التفكير التباعدي لدى طلاب شعبة الرياضيات بكلية التربية ووجود فجوة بحثية في البحوث والدراسات التي تناولت إحداث تكامل بين نماذج التدريس المستخدمة داخل بيئات التدريس ودمج العنصر التكنولوجي المتمثل في تطبيقات الذكاء الاصطناعي، ولذا سعى البحث الحالي إلى اقتراح استراتيجية يمكن من خلالها تشجيع الطلاب على الفهم الواعي الذي يؤدي إلى تطبيق المعرفة السابقة في مواقف مستحدثة، وتشجيعهم على التعبير عن الأفكار والاستنتاجات دون خوف أو تردد. وإحداث فهم وإدراك أوسع وأعمق للبدائل الممكنة لحل المشكلات الرياضياتية. بالإضافة إلى تشجيع الطلبة على تقديم تبريرات منطقية لاستجاباتهم وحلولهم، والبناء عليها لإنتاج أفكار جديدة.

ويحاول الباحث التصدي لهذه المشكلة من خلال طرح استراتيجية مقترحة قائمة على أنموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتقصي فاعليتها في تنمية التفكير التباعدي لدى طلاب شعبة الرياضيات بكلية التربية، ومن ثم تتمثل أسئلة البحث في الأسئلة الفرعية التالية:

١. ما التصور المقترح لاستراتيجية قائمة على أنموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي؟
٢. ما فاعلية استراتيجية مقترحة قائمة على أنموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية كل مهارة من مهارات التفكير التباعدي (الطلاقة – المرونة – الأصالة – الحساسية للمشكلات)؟

٣. ما فاعلية استراتيجية مقترحة قائمة على أنموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية مهارات التفكير التباعدي ككل؟

أهداف البحث:

١. وضع تصور لخطوات إجرائية لاستراتيجية مقترحة قائمة على أنموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي.
٢. قياس فاعلية استراتيجية مقترحة قائمة على أنموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية كل مهارة من مهارات التفكير التباعدي (الطلاقة – المرونة – الأصالة – الحساسية للمشكلات).
٣. قياس فاعلية استراتيجية مقترحة قائمة على أنموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية مهارات التفكير التباعدي ككل.

أهمية البحث النظرية والتطبيقية

١. قد تفيد الخلفية النظرية للبحث في تعريف الطلاب وأعضاء هيئة التدريس بدور الذكاء الاصطناعي في عملية تعليم وتعلم الرياضيات، وبأهمية التفكير التباعدي، بالإضافة إلى التعريف بأنموذج التعلم التوليدي وأهميته للطلاب والمعلمين.
٢. تزويد أعضاء هيئة التدريس بدليل معلم كنموذج إجرائي لدمج التقنية الحديثة في تدريس الرياضيات من خلال التدريس عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي.
٣. توجيه أنظار المعنيين بقطاع التعليم بضرورة تبني استراتيجيات تدريسية مطورة اعتمادا على التقنيات التكنولوجية الحديثة بمراحل التعليم المختلفة.
٤. قد يسهم تمكن الطلاب من تطبيقات الذكاء الاصطناعي المختلفة والاستفادة منها في تعلم موضوعات ومجالات رياضياتية أخرى.

حدود البحث:

- **الحدود الزمنية:** تم تطبيق البحث في الفصل الدراسي الأول من العام الجامعي ٢٠٢٤/٢٠٢٣م
- **الحدود البشرية والمكانية:** تم تطبيق أدوات البحث وطرق المعالجة على طالبات الفرقة الرابعة بشعبة الرياضيات بكلية التربية بنين بالقاهرة.
- **الحدود الموضوعية:** وتمثلت في الاتي
  - محتوى مقرر طرق تدريس الرياضيات (٢) المقرر على طلاب الفرقة الرابعة شعبة الرياضيات بكلية التربية.
  - مهارات التفكير التباعدي متمثلة في: الطلاقة، المرونة، الأصالة، الحساسية للمشكلات.
  - بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي متمثلة في: Google Gemini, DeepSeek، Gauth Ai, Photomath

مصطلحات البحث:

١. أنموذج التعلم التوليدي Generative Learning Model

عرفه فيوريلا وماير (Fiorella & Mayer, 2016) بأنه أنموذج بنائي يتكون من أربع مراحل (التمهيدي والتركيزي والتحدي والتطبيق) بحيث يسمح للمتعلمين ببناء أو توليد المعنى من خلال الاستخدام النشط للمعلومات المتعلمة سلفًا

ويعرفه الباحثان إجرائيا بأنه: "أنموذج تعليمي يساعد طلاب شعبة الرياضيات على عملية توليد معارف بنائية، يتكون من أربعة مراحل تعليمية وهي: (التمهيد، التركيز، التحدي، التطبيق)، وذلك من خلال التفاوض والحوار بين المعلم وطلابه، وبين الطلاب أنفسهم؛ للوصول إلى معلومات جديدة بناء على خبراتهم السابقة؛ بهدف تنمية التفكير التباعدي لديهم.

٢. تطبيقات الذكاء الاصطناعي Artificial intelligence application

يعرف عبد الله موسى وأحمد بلال (٢٠١٩، ص. ٥) تطبيقات الذكاء الاصطناعي بأنها: مجموعة برامج صممت من خلال دراسة كيف يفكر العقل البشري، وكي يتعلم الإنسان، ويقرر، ويعمل أثناء حل المشكلة.

ويعرفها الباحث إجرائيًا بأنها: مجموعة من الأدوات الذكية المساعدة المتاحة على شبكة الإنترنت والتي تعمل على انتاج وتوليد البنى الرياضياتية بطريقة تسمح من خلالها بتنمية التفكير التباعدي لطلاب الفرقة الرابعة شعبة الرياضيات بكلية التربية.

٣. الاستراتيجية المقترحة: Proposed strategy

استراتيجية التدريس Teaching strategyإطار عام يتضمن بعض الطرق والأساليب التدريسية التي ينفذها المعلم داخل الحجرة الصفية بشكل منظم ومتسلسل ومترابط بغرض تحقيق أهداف معدة سلفًا

ويقصد بها إجرائيا بأنها: مجموعة من الخطوات الإجرائية المتتابعة والمتسلسلة والمترابطة المدعومة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي والتي تتضمن خمس مراحل تبدأ بالتحدي والتنبوء، ثم بالبحث والتقصى، وتعميق المعرفة وتكاملها، ثم التشاركي المعرفي، والتوصل إلى الحل النهائي والتي يستخدمها طلاب شعبة الرياضيات بكلية التربية بنين بالقاهرة بهدف تنمية مهارات التفكير التباعدي لديهم.

٤. التفكير التباعدي: عرّف فتحي جروان (٢٠٠٢، ٨٤) التفكير التباعدي بأنه "نشاط ذهني مركب توجهه رغبة في البحث عن بدائل، أو الوصول إلى نتائج تتصف بالأصالة ولم تكن معروفة مسبقاً، وتتميز بالشمولية والتعقيد

ويعرف الباحثان التفكير إجرائيًا بأنه: مجموعة من النشاطات الذهنية التي يقوم بها طلاب الفرقة الرابعة شعبة الرياضيات بكلية التربية للتعامل مع المواقف الرياضياتية المطروحة عليهم بيقظة وتدبر وتأني بهدف انتاج أكبر عدد من الحلول للمشكلات الرياضياتية من خلال ممارستهم لمجموعة من المهارات متمثلة في: الطلاقة، المرونة، الأصالة، والحساسية للمشكلات.

٥. منهجية البحث وتصميمه

لتحقيق أهداف البحث وللإجابة عن اسئلته واختبار فروضه تبنى البحث الحالي المنهج الكمي Quantitative research لقياس فاعلية المتغير المستقل (الاستراتيجية المقترحة) في تنمية المتغير التابع (التفكير التباعدي)، فيما استخدم الباحث التصميم شبه التجريبي Quasi-experimental Design المعروف باسم تصميم المجموعتين ذو الاختبار القبلي والبعدي حيث ستدرس المجموعة الأولى محتوى مقرر طرق التدريس٢ بالطريقة المعتادة (كمجموعة ضابطة)، بينما تدرس المجموعة الثانية ذات المحتوى باستخدام الاستراتيجية المقترحة (كمجموعة تجريبية)، والشكل (١) يوضح التصميم التجريبي للبحث.

شكل (١) ***التصميم التجريبي للبحث***

Group	Pre-test	treatment	Post-test
Control.	O_1	-	O_2

Group	Pre-test	treatment	Post-test
Treatment G.	O_1	X_2	O_2

فروض البحث

- لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة ٠,٠٥ = α بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التفكير التباعدي لكل مهارة من مهاراته.
- لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة ٠,٠٥ = α بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير التباعدي ككل.

مجتمع البحث وعينته

- **مجتمع البحث**: في ضوء أهداف البحث واسئلته يكون مجتمع البحث المستهدف Target population من طلاب الفرقة الرابعة شعبة الرياضيات بكليات التربية بجمهورية مصر العربية.
- **عينة البحث:** وتمثلت في نوعين

- **العينة الاستطلاعية: (ن = ١٦)**

بلغ عدد الطلاب بهذه العينة ١٦ طالبًا من طلاب الفرقة الرابعة شعبة الرياضيات بكلية التربية جامعة الأزهر؛ بهدف حساب الخصائص السيكومترية للاختبار التفكير التباعدي.

- **العينة الأساسية: (ن = ٥٧)**

بلغ عدد الطلاب بهذه العينة ٥٧ طالبًا من طلاب شعبة الرياضيات بكلية التربية بنين بالقاهرة جامعة الأزهر، تم اختيارهم عشوائيًا باستخدام القائمة المنظمة، ثم تقسيمهم إلى مجموعتين أحدهما كضابطة وعددها (٢٨) طالبًا، والأخرى كتجريبية وعددها (٢٩) طالبًا (تغيب منهم طالبًا في التطبيق البعدي).

إجراءات البحث

١. اعداد الاستراتيجية المقترحة

١,١. تعريف الاستراتيجية المقترحة.

بعد اطلاع الباحث على الدراسات والمراجع ذات الصلة بأنموذج التعلم التوليدي وبعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتوظيفها في عمليتي تعليم وتعلم الرياضيات؛ أمكن وضع تصور عام يشمل الخطوات الإجرائية للاستراتيجية المقترحة القائمة على أنموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي؛ وفيما يلي أسس بناء الاستراتيجية المقترحة وخطواتها الإجرائية مفصلة بتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي المتنوعة وفقًا لأنموذج التعلم التوليدي:

٢,١. أسس بناء الاستراتيجية

١. الإطار العام لأنموذج التعلم التوليدي والذي يقوم على عدة ركائز أساسية وهي: (Ogunleye & Babajide, 2011، 33 ,Trespalacios, 2008)

- **المعرفة والتصورات القبلية Knowledge and Preconceptions**: حيث يعد التفاعل بين المعرفة القبلية والمعرفة الجديدة أحد مكونات التعلم ذي المعنى؛ لذا فإن المعلم الجيد يجب عليه أن يحدد التعلم القبلي المتصل بالمعرفة الجديدة، وذلك من خلال طرحه مجموعة من الأسئلة التي يظهر ما لدى طلابه من معرفة سابقة بهف تعلم المعرفة الجديدة.
- **الانتباه Attention**: حيث تعد عملية تركيز الانتباه مهارة مهمة لابد من تعلمها، وهناك ثلاثة

أساليب رئيسية في توجيه وتركيز انتباه الطلاب يمكن أن يستخدمها المعلم لمساعدة طلابه على تدعيم قدرات الانتباه لديهم وهي: استخدام الحديث مع الذات والتصورات الإيجابية، وأسلوب طرح الأسئلة حول موضوع الدرس، بالإضافة إلى وضع أهداف محددة للدرس.

- **التوليد: Generation** تبني المعرفة من خلال اكتشاف المتعلمون المعنى المقصود بأنفسهم وهذا يتوقف على الطريقة التي يفكر بها المتعلمون في المعلومات المقدمة لهم، وكيف يربطونها بمعرفتهم السابقة، وفن التعلم التوليدي ييسر للمتعلمين بناء وتوليد العلاقات بين المعلومات السابقة والمعلومات الجديدة.
- **الدافعية Motivation:** فيجب على المعلم تحفيز دافعية طلابه لكي يكونوا نشطين عقليا اثناء سير أنموذج التعلم التوليدي؛ وذلك خلال توجيههم لتحمل المسئولية اثناء اجرائهم الأنشطة المختلفة، وهو ما يؤدى بدوره إلى تعزيز الثقة لديهم بنجاحهم في استيعاب المفاهيم والخبرات التعليمية من خلال اكتسابهم للفهم العميق بما يحيط بهم في الحياة اليومية.

٢. دمج التكنولوجيا متمثلة في تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التدريس استنادًا إلى أنموذج التعلم التوليدي؛ بما يسمح بتعدد الأفكار وتنوعها.

٣. التفاعل الإيجابي المثمر بين العقل البشري والآلة عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي؛ حيث يمكن التقاط وبناء الأفكار والعمل على تطويرها وجعلها أكثر جدوى.

٤. اتاحة الفرصة للطلاب للتعلم من خلال العمل، عن طريق عرض الأفكار على الزملاء ونقدها نقدا بناءً بما يسمح من تعدد الأفكار وتطويرها.

٢. الخطوات الإجرائية للاستراتيجية:

٢,١. المرحلة الأولى: التحدي والتنبؤ: وفيها يقوم المعلم بتقسيم الطلاب إلى مجموعات صغيرة تعاونية، والتي بدورها تقوم بأنشطة استقصائية بتوجيه من المعلم، حيث يمكن للمعلم طرح سؤال او موقف مشكل ويطلب من كل مجموعة توقع إجابة محتملة للسؤال، بهدف مساعدتهم على الربط بين ما لديهم من معرفة والمعرفة الجديدة المقدمة لديهم.

٢,٢. المرحلة الثانية: البحث والتقصي: من خلال اختيار كل مجموعة لأحد تطبيقات الذكاء الاصطناعي المناسبة للموقف المشكل، حيث يمكن هنا تصنيف أدوات الذكاء الاصطناعي إلى فئتين أساسيتين هما: تطبيقات عامة مثل. Google Gemini, DeepSeek, Microsoft Copilot, ChatGPTوتطبيقات متخصصة في مجال تعليم وتعلم الرياضيات مثل: Gauth Ai, Photomath, AI Math scanner, Mathway AI, Symbolab وفي هذه المرحلة يتم إعطاء الفرص الكافية للملاحظة والتعبير والاستنتاج والتفسير والتفاعل الاجتماعي من أجل توليد تفاعل بين المعلومات الجديدة والمعلومات المخزنة في الذاكرة بما يؤدي إلى وصول المعلم مع طلابه إلى معنى وفهم مشترك للمعلومات المراد تقديمها.

٣,٢. المرحلة الثالثة: تكامل المعرفة وتعميقها: وفيها تقوم كل مجموعة بمقارنة النتائج المبدئية التي توصلوا إليها في المرحلة الأولى بنتائج التي تم التوصل إليها من خلال تطبيقات الذكاء الاصطناعي المعلم من خلال مناقشة جماعية (داخل كل مجموعة) وعرض للمعلومات المتولدة، وتضمن هذه المرحلة عمق أكبر في المعلومات المتولدة، حيث تسمح بإتاحة الفرصة للطلاب للإدلاء بملاحظاتهم وفهمهم ورؤية أنشطة المجموعة بشكل كامل ومفصل.

٤,٢. المرحلة الرابعة: التشارك المعرفي: وفيها يتم توجيه الطلاب إلى مناقشة بعضهم البعض من خلال جلسة حوار جماعية مفتوحة يتم طرح جميع الأفكار ونقدها بشكل علمي سليم ومنطقي، وتسجيل جميع الأفكار وتصنيفها وفرزها حسب صحتها، وتتضمن هذه المرحلة إزالة التعارض بين المعلومات التي تم التوصل اليها؛ مما يساعد على توسيع نطاق استخدام الأفكار والمفاهيم.

٢,٥. المرحلة الخامسة: التوصل إلى حل نهائي والتلخيص: وفي هذه المرحلة يتعاون جميع الطلاب في محاولة لبلورة الإجابات النهائية الصحيحة، وتلخيص الأفكار الصحيحة التي تم التوصل إليها وعرضها في صورة خرائط ذهنية، حيث يسمح المعلم لطلابه استخدام أكثر من أداة تدعم الذكاء الاصطناعي منها: تطبيق Canva، وتطبيق Adobe Express، وتطبيق Canvas

دور المعلم في الاستراتيجية المقترحة

- إثارة الخبرات اليومية للتلاميذ يقوم المعلم بالتعرف على أفكار التلاميذ الموجودة في أبنيتهم المعرفية من خلال عرض بعض الأمور المحيرة، والأحداث المتناقضة، والمواقف الحياتية المختلفة.
- استقبال إجابات الطلاب بالتشجيع لزيادة دافعية التلاميذ تجاه موضوع المحاضرة مع مراعاة عدم تقديم معلومات بصورة جاهزة.
- إتاحة الفرصة للطلاب للمساهمة بملاحظاتهم وفهمهم ورؤية أنشطة الفصل بالكامل ومساعدتهم بالدعائم التعليمية المناسبة، ويتم تعديل ما لديهم من تصورات خاطئة وإحلال المفاهيم المستهدفة محل ما لديهم من مفاهيم خاطئة.
- تقسيم الطلاب إلى مجموعات صغيرة يتراوح عددها من ٤-٦ بكل مجموعة.
- توجيه الطلاب إلى تطبيق الأفكار المتولدة والوصول إلى نتائج تستخدم في مواقف حياتية جديدة.
- حث المتعلمين نحو توليد معنى لما يتعلمونه من محتوى رياضي
- إدارة الحوار والمناقشة بين أفراد المجموعة الواحدة وبين المجموعات الأخرى.

دور المتعلم في الاستراتيجية المقترحة

- المشاركة والتعاون مع افراد مجموعته في القيام بالمهام المطلوبة.
- التعبير عن أفكارهم بكل حرية داخل المجموعات التعاونية بطريقة تسمح التوصل إلى أكبر عدد ممكن من الأفكار الصحيحة.
- تسجيل الأفكار؛ من خلال القيام بتسجل إجابات الأسئلة المطروحة وعرض أفكارهم والتعبير عنها
- القيام بعمليات البحث والتقصي بهدف الوصول لحل الموقف المشكل؛ من خلال عمليات التأمل والتساؤل الذاتي
- المقارنة بين النتائج التي توصوا اليها بأنفسهم والنتائج التي تم التوصل اليها من خلال تطبيقات الذكاء الاصطناعي وإزالة التعارض وإقامة الموائمة بينهما.
- تفسير الأفكار المطروحة، ونقدها ووبناء أفكار جديدة من خلال عمليات التفاوض والمشاركات الجماعية سواء داخل المجموعة نفسها أو بين المجموعات ككل
- التأمل والتعمق في المعرفة، والأفكار، وفهمها وتفسيرها.
- عمل بناء مفاهيمي لمعرفته السابقة والمعرفة الحالية بصورة تساعده على توليد الأفكار لتنمية هذه المعرفة.

واستنادا لما سبق يكون الباحثان قد اجابا على السؤال الأول من اسئلة البحث والذي نصه " ما التصور المقترح لاستراتيجية قائمة على أنموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي؟

بناء وضبط المعالجة التجريبية للبحث

تناول هذا الجزء الإجراءات التي اتبعها الباحثان في بناء المعالجة التجريبية المتمثلة في الاستراتيجية المقترحة القائمة على أنموذج التعلم التوليدي بهدف قياس فاعليتها في تنمية التفكير التباعدي لدى طلاب شعبة الرياضيات، وقد تم إعداد كتاب للطالب وفق المعالجة التجريبية، ودليل المعلم وفيما يلي إجراءات إعداد مواد البحث:

١,٢,٢. دليل المعلم في ضوء الاستراتيجية المقترحة.

تم إعداد دليل المعلم وفقا لهذه الاستراتيجية في مقرر طرق التدريس (٢) المقرر على طلاب الفرقة الرابعة بشعبة الرياضيات، ووفقا للمراحل السابقة (التحدي والتنبؤ، البحث والتقصي، تكامل المعرفة وتعميقها، التشارك المعرفي، التوصل إلى حل نهائي والتلخيص) وتكون الدليل مما يلي:

- مقدمة الدليل: وشمل الهدف العام من الدليل وهو تنمية الوعي بمهارات التفكير التوليدي لدى طلاب الفرقة الرابعة شعبة الرياضيات بكلية التربية
- فلسفة الدليل: وتم فيها تقديم رؤية فلسفية لهذه الاستراتيجية، ونبذة أيضا عن فلسفة الذكاء الاصطناعي.
- أهداف الدليل: تم تحديد أهداف إعداد الدليل، بالإضافة إلى الأهداف الإجرائية المرجو تحقيقها من الطلاب عينة البحث.
- مراحل الاستراتيجية المقترحة القائمة على انموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي.
- دور المعلم في تنفيذ الاستراتيجية المقترحة.
- دور الطلاب في تنفيذ الاستراتيجية المقترحة.
- تحديد التفكير التوليدي والمهارات الرئيسة التي ستكون محور التدريس مع تحديد موضوعات التي سيتم تناولها وهي: (معايير ومبادئ المجلس القومي لمعلمي الرياضيات، استراتيجيات التدريس الفعال، الرياضيات من أجل التفكير).

ضبط الدليل :تم عرض دليل المعلم على مجموعة من أعضاء هيئة التدريس وعددهم (٦) وطلب منهم إبداء الرأي من حيث: مناسبة الأهداف التعليمية لكل محاضرة، مناسبة الأنشطة والتطبيقات لمستوى الطلاب، مناسبة أسئلة التقويم، وقد اتفق المحكمون على صلاحية الدليل ، وبهذا أصبح الدليل في صورته النهائية وجاهزا للتطبيق على عينة البحث.

٢,٢,٢. أوراق عمل الطلاب.

ويشمل مقدمة للطالب وخلفية نظرية عن تطبيقات الذكاء الاصطناعي ودليل إرشادي يوضح كيفية استخدامها. وتشتمل كل محاضرة على الأهداف التعليمية وتعريف بالرموز الواردة بالمحاضرة ومصادر التعليم والتعلم التي يمكن الرجوع إليها وإجراءات التعليم والتعلم والتي تتضمن توجيه الطلاب لمتابعة خطوات الاستراتيجية المقرحة، وقد قام الباحثان بتصميم محاضرات بعض فصول مقرر طرق التدريس (٢) حيث شملت المحاضرات على الاتي:

- الفصل الأول: (معايير ومبادئ المجلس القومي لمعلمي الرياضيات)
- الفصل الثاني: (استراتيجيات التدريس الفعال)
- الفصل الثالث: (الرياضيات من أجل التفكير)

وقد روعي في التصميم ما يلي:

- الالتزام بمراحل الاستراتيجية المقترحة والخطوات الفرعية لكل مرحلة.
- ملائمة موضوعات الفصل المصاغة وفق الاستراتيجية وخبرات الطلاب.
- تصميم بعض الانشطة التي تنمي مهارات التفكير التباعدي.
- التأكد من اختيار بعض المواقف الرياضياتية التي تربط بين الرياضيات والبيئة المحيطة بالطالب.

وقد تم عرض أوراق العمل على مجموعة من المحكمين في مجال المناهج وطرق تدريس الرياضيات للتحقق من تضمين مراحل الاستراتيجية لتنمية التفكير التباعدي، ارتباط المسائل الرياضياتية المختارة بخبرة الطلاب والبيئة المحيطة بهم، ومناسبة المواقف التدريسية لهم، وطبقًا لملاحظات وآراء المحكمين تم وضع الاوراق في صورتها النهائية وأصبحت جاهزة للتطبيق.

٣. إعداد أداة البحث

تمثلت أداة البحث الحالي في اختبار التفكير التباعدي لطلاب الفرقة الرابعة شعبة الرياضيات، وقد تم اعداده وفق مجموعة من الإجراءات التي اتبعها الباحثان وكانت كالآتي:

١,٣. تحديد الهدف من الاختبار: هدف الاختبار إلى قياس مستوى مهارات التفكير التباعدي بمادة الرياضيات لدى طلاب شعبة الرياضيات بالفرقة الرابعة.

٢,٣. تحديد مهارات التفكير التباعدي التي يقيسها الاختبار: تم تحديد مهارات التفكير التباعدي من خلال الرجوع إلى عديد من الأدبيات التربوية، والدراسات السابقة، والإطار النظري للبحث، وبعض اختبارات التفكير التباعدي في الصفوف المختلفة، وقد تمثلت المهارات فيما يلي:

- **البُعد الأول**: الطلاقة.
- **البُعد الثاني**: المرونة.
- **البُعد الثالث**: الأصالة.
- **البُعد الرابع: الحساسية للمشكلات**. وقد تم عرض هذه المهارات بصورتها المبدئية على مجموعة من الأساتذة المتخصصين بقسم المناهج وطرق التدريس بكليات التربية؛ ممن له خبرة في محتوى تقويم وقياس مهارات التفكير التباعدي لإبداء آرائهم ومقترحاتهم حول مناسبتها للطلاب، وقد تم الإبقاء عليها جميعًا.

٣,٣. بناء جدول مواصفات اختبار التفكير التباعدي

تم بناء جدول مواصفات اختبار التفكير التباعدي في صورته الأولية من خلال تحديد عدد الأسئلة لكل مهارة من مهارات التفكير التباعدي؛ حيث تم صياغة الأسئلة في صورتها المبدئية وقد بلغت (١٦) سؤالًا، ويوضح الجدول (١) جدول عدد المفردات الممثلة لمهارات التفكير التباعدي.

جدول (١): عدد وأرقام المفردات الممثلة لكل مهارة من مهارات التفكير التباعدي.

المهارات الرئيسة	عدد الأسئلة	أرقام الأسئلة	الوزن النسبي للمهارة
الطلاقة	٤	١، ٢، ٣، ٤	٢٥٪
المرونة	٤	٥، ٦، ٧، ٨	٢٥٪
الأصالة	٤	٩، ١٠، ١١، ١٢	٢٥٪
الحساسية للمشكلات	٤	١٣، ١٤، ١٥، ١٦	٢٥٪
الإجمالي	١٦	١-١٦	١٠٠٪

٤,٣. صياغة مفردات الاختبار: تم صياغة مفردات اختبار التفكير التباعدي في صورة بعض أسئلة من النوع المقالي، وقد راعي الباحث في صياغة مفردات الاختبار ما يلي:

- أن تقيس المفردة البُعد الذي وضعت لقياسه.
- وضوح ودقة الالفاظ وخلوها من التعقيد، مناسبتها لعينة البحث.
- شمول الأسئلة لجوانب التعلم المستهدفة من البحث.
- أن تكون الأسئلة رياضياتية مفتوحة النهاية؛ بحيث يكون للسؤال الواحد أكثر من إجابة صحيحة، أو أنه يمكن الوصول إلى الحل بأكثر من طريقة.

٥,٣. صياغة تعليمات الاختبار: قام الباحث بإعداد التعليمات الموجهة للطلاب، وكيفية الإجابة عن الاختبار، وقد راعى الباحث أن تكون هذه التعليمات واضحة ودقيقة وقد تم التأكيد على ما يلي:

- قراءة كل مفردة بعناية، وفهم المطلوب منها جيدًا.
- ضرورة الإجابة عن كافة المفردات.
- تقديم أكبر عدد ممكن من الحلول.

٦,٣. تحديد طريقة تصحيح اختبار التفكير التباعدي: تم تصحيح الاختبار وفقا للمعايير الآتية:

- بالنسبة لأسئلة الطلاقة، تعطى درجة واحدة لكل إجابة صحيحة.
- بالنسبة لأسئلة المرونة، تعطى درجة واحدة لكل فكرة مختلفة.
- بالنسبة لأسئلة الأصالة، تعطى درجة واحدة لكل إجابة صحيحة اقل شيوعًا بحيث يقل التكرار بين الطلاب عن ١٠٪.
- بالنسبة لأسئلة الحساسية للمشكلات، تعطى درجة واحدة لكل إجابة صحيحة لكل اقتراح صحيح يقدمه الطالب لحل المسألة.
- تعطى الدرجة "صفر" للإجابة الخطأ أو التي تترك بدون إجابة.

٧,٣. استطلاع آراء المحكمين حول اختبار التفكير التباعدي: تم عرض الاختبار على مجموعة من الأساتذة المتخصصين في مجال المناهج وطرق تدريس الرياضيات بلغ عددهم ٦ أساتذة متخصصين (أنظر ملحق ١)؛ لإبداء آرائهم حول ما يلي:

- ارتباط المفردة بالمهارة الأساسية التي تقيسها.
- مناسبة المفردات لقياس مهارات التفكير التباعدي.
- ملاءمة المفردات للطلاب من حيث الوضوح، سلامة الصياغة اللغوية والرياضياتية.
- إضافة أو حذف أو تعديل ما يرونه غير مناسب من مفردات الاختبار.

وقد أظهرت آراء السادة المحكمين أن الصياغة العلمية لأسئلة الاختبار سليمة، وأن الأسئلة تقيس ما وضعت من أجله، وأن الاختبار صالح للتطبيق على طلاب شعبة الرياضيات بالفرقة الرابعة. بعد إجراء بعض التعديلات الطفيفة، وبعد إجراء التعديلات أصبح الاختبار صادقا صدقًا ظاهريًا، وجاهزة للتطبيق الاستطلاعي لحساب الخصائص السيكومترية الأخرى.

٨,٣. التطبيق الاستطلاعي لاختبار التفكير التباعدي: تم تطبيق الاختبار استطلاعيًا على عينة مكونة من عدد (١٦) طالبًا بشعبة الرياضيات بكلية التربية جامعة الازهر، وقد أسفرت نتائج التطبيق الاستطلاعي للاختبار عن الآتي:

١,٨,٣. وضوح تعليمات الاختبار: اتضح من التجربة الاستطلاعية أن تعليمات اختبار التفكير

التباعدي واضحة لجميع الطلاب، دون أي شكوى.

٢,٨,٣. حساب زمن الاختبار: اتبع الباحث طريقة التسجيل التابعي للزمن الذي استغرقه كل طالب في الإجابة عن جميع مفردات الاختبار، وتم حساب المتوسط لهذه الأزمنة، وإضافة زمن قراءة تعليمات الاختبار، وقد بلغ زمن الاختبار ٦٠ دقيقة تقريبًا.

٣,٨,٣. حساب ثبات الاختبار: يقصد بثبات الاختبار مدى خلوه من الأخطاء غير المنتظمة التي تشوب القياس أو مدى قياس الاختبار للمقدار الحقيقي للسمة التي يهدف لقياسها، فدرجات الاختبار تكون ثابتة إذا كان الاختبار يقيس سمة معينة قياسا متسقا في الظروف المتباينة التي قد تؤدي إلى أخطاء القياس (صلاح علام، ٢٠٠٠)، وقد قام الباحث بحساب ثبات درجات الاختبار بالطريقتين الآتيتين:

١. باستخدام معامل الفا كرونباخ

تم التحقق من ثبات درجات الاختبار عن طريق حساب "معامل الفا – كرونباخ" لأبعاد الاختبار الأربعة وذلك باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS V.22، بينما تم استخدام معامل الثبات للاختبار ككل من خلال المعادلة الآتية (Feldt & Charter, 2006):

$$\alpha_{total} = 1 - \left[\frac{\sqrt{1-\alpha_m}}{k}\right]^2$$

وذلك لأن حساب الفا الكلية من خلال كل الأسئلة (دفعة واحدة) باستخدام برنامج SPSS سوف تعطينا قيمة غير دقيقة؛ نتيجة تعدد مستويات الاختبار، ويوضح جدول (٢) معامل ثبات درجات كل بُعد من أبعاده الأربعة ودرجات الاختبار ككل:

جدول (٢): معامل ثبات درجات الاختبار ككل وكل بُعد من أبعاده الأربعة

الأبعاد	الطلاقة	المرونة	الأصالة	الحساسية للمشكلات	الاختبار ككل
معامل الثبات	0.78	0.81	0.77	0.83	0.795

يتضح من الجدول (٢) أن درجات الاختبار تتمتع بدرجة مقبولة من الثبات، مما يدعونا إلى الوثوق بالنتائج إلى تم التوصل إليها.

٢. باستخدام الاتساق الداخلي للاختبار

تم التأكد من الاتساق الداخلي لاختبار التفكير التباعدي في الرياضيات، باستخدام البرنامج الإحصائي (SPSS V.25)، من خلال حساب معاملات الارتباط بين درجة كل مهارة رئيسة من مهارات التفكير التباعدي والدرجة الكلية للاختبار، وكانت النتائج كما هو موضح في جدول (٣)

جدول (٣) قيم معاملات الارتباط بين درجة كل مهارة من مهارات التفكير التباعدي بالدرجة الاختبار ككل

المهارات الرئيسة	معامل الارتباط
الطلاقة	..742
المرونة	..538
الأصالة	..681
الحساسية للمشكلات	..817

يتضح من جدول (٣) أن معامل ارتباط درجة كل مهارة رئيسة من مهارات التفكير التباعدي متسقة مع الدرجة الكلية للاختبار حيث تراوحت معاملات الارتباط ما بين (538.-817.)، وجميعها معاملات ارتباط مقبولة، مما يدل على ثبات درجات الاختبار.

٩,٣. الصورة النهائية للاختبار

بعد أن قام الباحث بإعداد الاختبار، وعرضه على المحكمين، وبتعديله في ضوء مقترحاتهم، والتأكد من صدقه، وتحديد زمن الاختبار، وحساب معامل ثبات درجات الاختبار، أصبح الاختبار صالحًا للتطبيق على العينة الأساسية للبحث، وتكون الاختبار في صورته النهائية من ١٦ مفردة.

٧. تطبيق تجربة البحث

١,٧. التطبيق القبلي للبحث

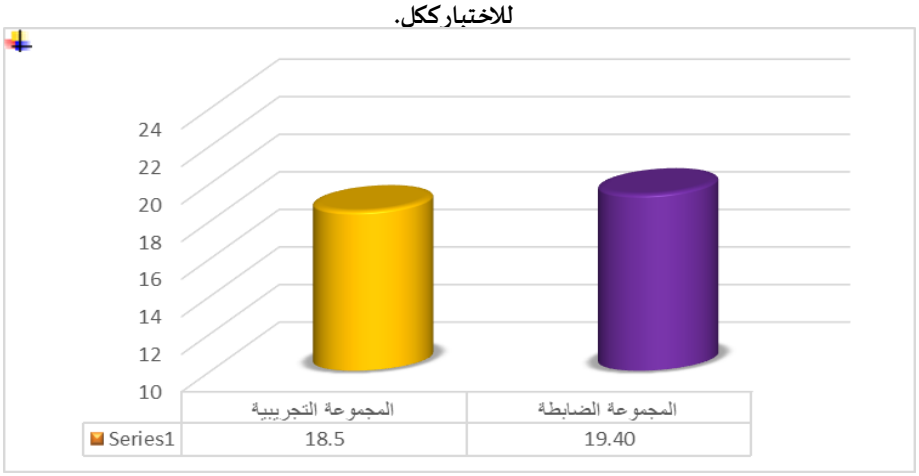
للتأكد من تكافؤ المجموعتين التجريبية والضابطة وقبل البدء في تدريس المعالجة التجريبية (الاستراتيجية المقترحة) لطلاب شعبة الرياضيات بالفرقة الرابعة بكلية التربية جامعة الازهر، تم تطبيق اختبار التفكير التباعدي قبليا والمكون من (١٦) سؤالًا مفتوحًا، وذلك يوم الاربعاء الموافق ٢ / ١٠ / ٢٠٢٤م، على المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة، بلغ عددها (٥٦) طالبًا، وقد تم تحليل نتائج التطبيق القبلي باستخدام الأسلوب الإحصائي اختبار مان ويتني Mann-Whitney Test، وهو البديل اللابارمتري لاختبار ت للعينات المستقلة independent t test، نظراً لعدم تحقق فرضيات وشروط استخدامه، وذلك عن طريق برنامج التحليل الإحصائي للبيانات "SPSS V. 22"، بهدف تحقيق الضبط التجريبي للبحث؛ والجدول (٤) يوضح هذه النتائج.

جدول (٤) قيمة Z لاختبار مان ويتني لدرجات المجموعتين الضابطة والتجريبية في التطبيق البعدي للاختبار.

الجانب المقاس	المجموعات	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	درجات الحرية	قيمة Z	مستوى الدلالة
الاختبار ككل	التجريبية	٢٨	18.5	٥١٨	٥٤	٠,٣٧٤	٠,٢٩٩
	الضابطة	٢٨	19.4	٥٤٣,٢			

بالنظر إلى بيانات الجدول (٤) يتضح: بلغت قيمة متوسط الرتب للمجموعة التجريبية (١٨,٥)، بينما بلغت قيمت متوسط الرتب (١٩,٤)، فيما كانت قيمة (Z) للمجموعتين في التطبيق القبلي للاختبار (٠,٣٧٤) وهي قيمة غير دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة ٠,٠٥، وهذا يؤكد عدم وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي لاختبار التفكير التباعدي بدرجات حرية (٥٤)، وبذلك يكون هناك تكافؤ بين عينة البحث في الاختبار، والشكل (٢) يوضح متوسطي الرتب لدرجات طلاب المجموعة التجريبية والضابطة في اختبار التفكير التباعدي.

الشكل (٢) قيمة متوسطي الرتب لدرجات المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي للاختبار ككل.



٢,٧. تنفيذ التجربة

بعد الحصول على الموافقات الرسمية لتنفيذ تجربة البحث؛ قام الباحثان بالتنسيق مع إدارة كلية التربية بنين بالقاهرة وطلاب شعبة الرياضيات بالفرقة الرابعة للبدء في تنفيذ التجربة من خلال تعريف طلاب المجموعة التجريبية (التي تدرس باستخدام الاستراتيجية المقترحة) بمواعيد المحاضرات وعددها وكيفية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي، وكيفية تنفيذ المهام الرياضياتية المطلوبة منهم، في حين درست المجموعة الضابطة المقرر بالطريقة المعتادة، وقد تم تنفيذ التجربة خلال الفصل الدراسي الأول للعام الجامعي ٢٠٢٤/٢٠٢٥م؛ حيث استغرق تنفيذ هذه التجربة شهر ونصف متواصلًا، ليصل عدد المحاضرات الاجمالية ١٢ محاضرة بواقع محاضرتين أسبوعيا

٣,٧. التطبيق البعدي

قام الباحثان بتطبيق أداة البحث بعديا (اختبار التفكير التباعدي) على طلاب العينة الأساسية **للبحث** (المجموعة التجريبية والضابطة)، وذلك يوم الاحد الموافق ٢٠٢٤/١٢/١م، وقد تم رصد البيانات وتبويبها، ومعالجتها إحصائيًا باستخدام برنامج SPSS V.22 ، وقد استخدم الباحثان اختبار مان ويتني Mann-Whitney Test نظرا لتوافقه مع طبيعة درجات الطلاب.

نتائج البحث (عرضها وتفسيرها ومناقشتها)

تناول هذا الجزء عرضًا للنتائج المرتبطة بأسئلة البحث واختبار صحة فروضه، ويمكن بيان ذلك على **النحو** التالي:

١. عرض النتائج المرتبطة بالمهارات الرئيسة للتفكير التباعدي.

ترتبط هذه النتائج بالسؤال البحثي الثاني من أسئلة البحث ونصه:" ما فاعلية استراتيجية مقترحة قائمة أنموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية كل مهارة من مهارات التفكير التباعدي لدى طلاب الفرقة الرابعة شعبة الرياضيات؟"

وللإجابة عن هذا السؤال قام الباحث بتطبيق اختبار التفكير التباعدي على عينة عشوائية من مجتمع البحث بلغ عددها (٥٦) طالب؛ (٢٨) كمجموعة تجريبية و(٢٨) كمجموعة ضابطة؛ بهدف التحقق من صحة الفرض القائل ""لا يوجد فرق ذو دال إحصائيًا عند مستوى دلالة α=٠.05 بين متوسطي الرتب لدرجات الطلاب بالمجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التفكير التباعدي لكل مهارة على حدة"

وللتحقق من صحة هذا الفرض، تم حساب متوسط الرتب ومجموع الرتب وقيمة (Z) لدرجات طلاب شعبة الرياضيات بالمجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لدرجات الاختبار لكل مهارة رئيسة على حدة، باستخدام اختبار مان ويتني Mann-Whitney Test، وهو البديل اللابارمتري لاختبار ت للعينات المستقلة Independent sample t test، نظراً لعدم تحقق فرضيات وشروط استخدام اختبار ت، والجدول (٥) يوضح هذه النتائج

جدول (٥): نتائج اختبار مان ويتني لدرجات المجموعتين الضابطة والتجريبية في التطبيق البعدي لكل مهارة من مهارات التفكير التباعدي.

الجانب المقاس	المجموعات	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	درجات الحرية	قيمة Z	مستوى الدلالة(p)
الطلاقة	التجريبية	٢٨	42.38	1186.5	٥٤	٦,٣٩	٠,٠٠١
	الضابطة	٢٨	14.63	409.5			
المرونة	التجريبية	٢٨	42.14	1180	٥٤	٦,٣٠	٠,٠٠١
	الضابطة	٢٨	14.86	416			
الأصالة	التجريبية	٢٨	41.82	1171	٥٤	٦,١٦	٠,٠٠١
	الضابطة	٢٨	15.18	425			
الحساسية للمشكلات	التجريبية	٢٨	40.96	1147	٥٤	٥,٨٣	٠,٠٠١
	الضابطة	٢٨	16.04	449			

باستقراء البيانات الموضحة بالجدول (٥) نجد أن:

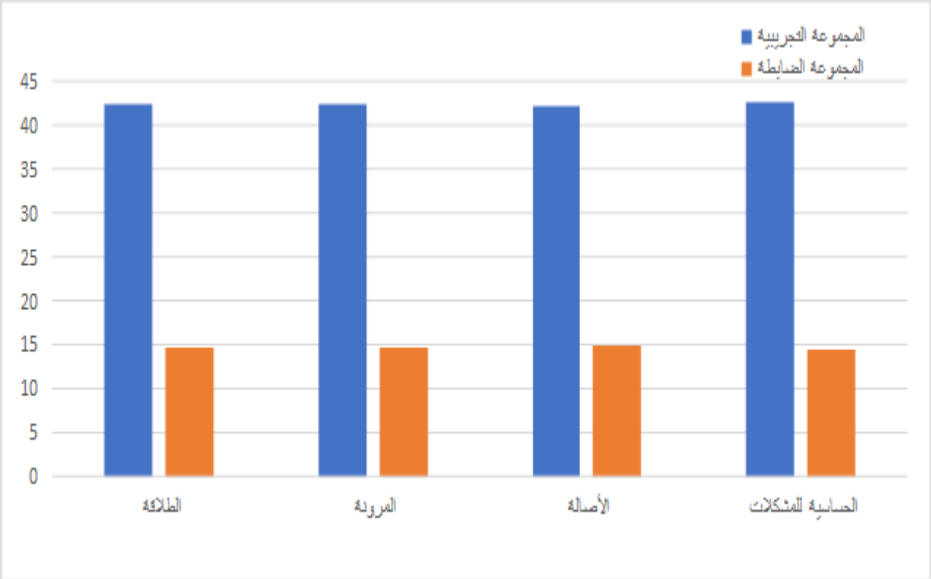
- **بالنسبة لمهارة الطلاقة:** بلغ متوسط الرتب لدرجات الطلاب بالمجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لمهارة الطلاقة بالاختبار (42.38) بمجموع رتب (1186.5)، بينما بلغ متوسط الرتب لدرجات الطلاب بالمجموعة الضابطة (14.63) بمجموع رتب قدره (409.5)، كما بلغت قيمة (Z) للمجموعتين التجريبية والضابطة (6.39) وهي قيمة دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة ٠,٠٥؛ نظرًا لأن قيمة (P) أقل من قيمة (α).
- **بالنسبة لمهارة المرونة:** بلغ متوسط الرتب لدرجات الطلاب بالمجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لمهارة المرونة بالاختبار (42.14) بمجموع رتب (1180)، بينما بلغ متوسط الرتب لدرجات الطلاب بالمجموعة الضابطة (14.86) بمجموع رتب قدره (416)، كما بلغت قيمة (Z) للمجموعتين التجريبية والضابطة (6.3) وهي قيمة دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة ٠,٠٥؛ نظرًا لأن قيمة (P) أقل من قيمة (α).
- **بالنسبة لمهارة الأصالة:** بلغ متوسط الرتب لدرجات الطلاب بالمجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لمهارة الأصالة بالاختبار (42.82) بمجموع رتب (1171)، بينما بلغ متوسط الرتب لدرجات الطلاب بالمجموعة الضابطة (15.18) بمجموع رتب قدره (425)، كما بلغت قيمة (Z) للمجموعتين التجريبية والضابطة (6.16) وهي قيمة دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة ٠,٠٥؛ نظرًا لأن قيمة (P) اقل من قيمة (α).

- **بالنسبة لمهارة الحساسية للمشكلات**: بلغ متوسط الرتب لدرجات الطلاب بالمجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لمهارة الحساسية للمشكلات بالاختبار (40.9) بمجموع رتب (1147)، بينما بلغ متوسط الرتب لدرجات الطلاب بالمجموعة الضابطة (16.04) بمجموع رتب قدره (449)، كما بلغت قيمة (Z) للمجموعتين التجريبية والضابطة (5.83) وهي قيمة دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة ٠,٠٥ نظرًا لأن قيمة p تساوي 0.001

ولتجنب الوقوع في الخطأ من النوع الأول (α) Type I error؛ فقد قام الباحث بتعديل مستوى الدلالة باستخدام Bonferroni Adjustment؛ حيث تم قسمة مستوى الدلالة (α=0.05) على عدد تكرار عملية التحليل (وعددها ٤) ليصبح مستوى الدلالة الجديد هو (0.0125)؛ حيث قيمة (P) أقل من قيمة (α) الجديدة.

وتشير النتائج في مجملها أن الفرق بين متوسطي الرتب دال إحصائيا عند مستوى الدلالة الجديد لصالح المجموعة التجريبية لكل مهارة من المهارات الأربعة سالفة الذكر، وبذلك يتم رفض الفرض الصفري الأول وقبول الفرض البديل الذي ينص على أنه "يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة α=0.0125 بين متوسطي الرتب لدرجات الطلاب بالمجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لكل مهارة من مهارات التفكير التباعدي بالاختبار لصالح المجموعة التجريبية". والشكل (٣) يوضح قيمة متوسطي الرتب لدرجات المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لكل مهارة من مهارات التفكير التباعدي

الشكل (٣) قيمة متوسطي الرتب لدرجات مدموعتي البحث في التطبيق البعدي لكل مهارة من المهارات.



٢. **عرض النتائج المرتبطة بالتفكير التباعدي ككل.**

ترتبط هذه النتائج بالسؤال البحثي الثالث من أسئلة البحث ونصه:" ما فاعلية استراتيجية مقترحة قائمة أنموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية مهارات التفكير التباعدي ككل لدى طلاب الفرقة الرابعة شعبة الرياضيات؟"

وللإجابة عن هذا التساؤل قام الباحث بتطبيق اختبار التفكير التباعدي على عينة عشوائية من مجتمع البحث بلغ عددها (٥٦) طالب؛ (٢٨) كمجموعة تجريبية و(٢٨) كمجموعة ضابطة؛ بهدف التحقق من صحة الفرض القائل "لا يوجد فرق ذو دال إحصائيًا عند مستوى دلالة α=٠.05 بين متوسطي الرتب لدرجات الطلاب بالمجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التفكير التباعدي ككل"

وللتحقق من صحة هذا الفرض، تم حساب متوسط الرتب ومجموع الرتب وقيمة (Z) لدرجات طلاب الفرقة الرابعة شعبة الرياضيات بالمجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لدرجات الاختبار ككل، باستخدام اختبار مان ويتني Mann-Whitney Test، وهو البديل اللابارمتري لاختبار ت للعينات المستقلة Independent sample t test، نظراً لعدم تحقق فرضيات وشروط استخدام اختبار ت، والجدول (٦) يوضح هذه النتائج

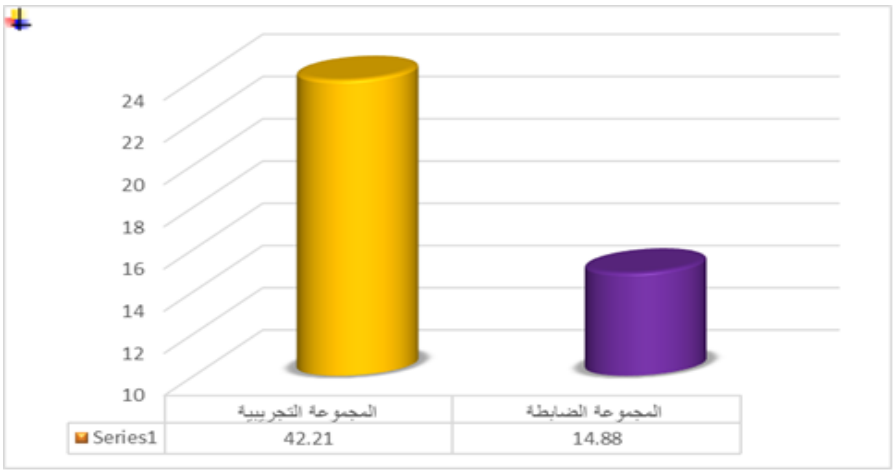
جدول (٦) نتائج اختبار مان ويتني لدرجات المجموعتين الضابطة والتجريبية في التطبيق البعدي لاختبار التفكير التباعدي.

الجانب المقاس	المجموعات	العدد	متوسط الرتب	مجموع الرتب	درجات الحرية	قيمة Z	مستوى الدلالة (p)
المهارات ككل	التجريبية	٢٨	42.21	1182	٥٤	٦,٣٢	٠,٠٠١
	الضابطة	٢٨	14.79	414			

وباستقراء النتائج الموضحة بالجدول (٦) يتضح أن: بلغ متوسط الرتب لدرجات الطلاب بالمجموعة التجريبية في اختبار التفكير التباعدي ككل (42.2) بمجموع رتب قدره (1182)، بينما بلغ متوسط الرتب لدرجات الطلاب بالمجموعة الضابطة (14.79) بمجموع رتب قدره (414)، كما بلغت قيمة (Z) للمجموعتين التجريبية والضابطة (6.32) وهي قيمة دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة ٠,٠٥، نظرًا لأن قيمة (P) أقل من قيمة (α).

ومن ثم يمكن القول بأن الفرق بين المتوسطين دال إحصائيا لصالح المجموعة التجريبية في اختبار التفكير التباعدي ككل، وبذلك يتم رفض الفرض الصفري الثاني وقبول الفرض البديل الذي ينص على أنه "يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة α=.05 بين متوسطي الرتب لدرجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التفكير التباعدي ككل لصالح المجموعة التجريبية". والشكل (٤) يوضح قيمة متوسطي الرتب لدرجات المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار ككل

الشكل (٤): قيمة متوسطي الرتب لدرجات المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار ككل.



حساب حجم التأثير للمعالجة التجريبية المستخدمة

للتعرف على حجم التأثير الذي أحدثته المعالجة التجريبية (الاستراتيجية المقترحة القائمة على أنموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي) في تنمية مهارات التفكير التباعدي (الطلاقة، المرونة، الأصالة، الحساسية للمشكلات، والمهارات ككل)، تم حساب مربع ايتا (η^2 Eta-Squareعن طريق قيمة (Z) المحسوبة سلفا (Fritz, et al., 2012, p. 12) والجدول (٧) يوضح ذلك.

جدول (٧) قيم η^2 لدرجات كل مهارة من مهارات التفكير التباعدي وحجم التأثير الناتج وفقًا لمؤشرات كوهين

الجانب المُقاس	العدد الكلي للمجموعتين (N)	قيمة Z	قيمة $\eta^2=\frac{Z^2}{N}$	قيمة d المناظرة	حجم التأثير
الطلاقة	٥٦	6.39	0.729	2.12	كبير*
المرونة	٥٦	6.30	0.708	2.01	كبير
الأصالة	٥٦	6.16	0.654	1.72	كبير
الحساسية للمشكلات	٥٦	5.83	0.606	1.52	كبير
المهارات ككل	٥٦	6.32	0.713	2.03	كبير

*** مؤشرات كوهين لمعرفة حجم الأثر**

η^2=٠,٠١ تأثير ضعيف، η^2=٠,٠٦ تأثير متوسط، η^2=٠,١٤ تأثير كبير

وباستقراء النتائج الموضح بالجدول (٧) يتضح أن:

- **بالنسبة لكل مهارة من المهارات:** بلغت قيم η^2 للطلاقة، والمرونة، الأصالة، والحساسية للمشكلات (.729، .708، .654، .606) على الترتيب، وجميعها تشير إلى حجم تأثير كبير وفقًا لمؤشرات كوهين؛ مما يعني أن (72.9%، 70.8%، 65.4%، 60.6%) من التباين الكلي (المفسر)

لدرجات كل مهارة من مهارات التفكير التباعدي يرجع إلى تأثير المعالجة التجريبية المستخدمة بالبحث الحالي؛ مما يشير إلى فاعلية الاستراتيجية المقترحة القائمة على أنموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية كل مهارة من مهارات التفكير التباعدي لدى طلاب شعبة الرياضيات بكلية التربية وبذلك يكون الباحث قد أجاب على السؤال الثاني من أسئلة البحث الحالي.

- **بالنسبة للتفكير التباعدي ككل:** بلغت قيمة η^2 بالنسبة لمهارات التفكير التباعدي ككل (.713)، وهي تشير إلى حجم تأثير كبير؛ مما يعني أن (71.3%) من التباين الكلي (المفسر) لدرجات الطلاب في التفكير التباعدي ككل يرجع إلى تأثير المعالجة التجريبية؛ مما يؤكد فاعلية الاستراتيجية المقترحة القائمة على أنموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية التفكير التباعدي ككل لدى طلاب شعبة الرياضيات بكلية التربية وبذلك يكون قد أجاب الباحث على السؤال الثالث للبحث.

وبطريقة أكثر إجرائية، يمكن معرفة درجة تفوق المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة من خلال تحويل قيمة η^2 لأبعاد البراعة الرياضية ككل إلى الفرق المعياري بين المتوسطين (d) باستخدام المعادلة الرياضية الآتية:

$$d = \frac{2r}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{2\ (.71)}{\sqrt{1-.71^2}} = 2.03$$

يتضح من خلال المعادلة السابقة أن حجم الأثر المحسوب وفقًا للفرق المعياري بين المتوسطين (d) يساوي ٢ تقريبًا، وهذا يعنى أن تفوق طلاب المجموعة التجريبية (الذين درسوا باستخدام الاستراتيجية المقترحة) في التفكير التباعدي ككل مقارنةً بأداء الطلاب بالمجموعة الضابطة بمقدار ٢ انحراف معياري، وباستخدام جدول التحويلات الذي وضعه مارزانو ورفاقه (Marzano, et al., 2001, p.160)، ومن ثم يمكن القول بأن "متوسط أداء المجموعة التجريبية في التفكير التباعدي ككل أفضل بنسبة قدرها ٤٧٪ من متوسط أداء المجموعة الضابطة.

وتتفق هذه النتيجة مع دراسات عدة من أهمها: دراسة موما وتاماليـنس (Moma & Tamalene, 2023)، ودراسة هيلة الشهراني (٢٠٢١)، ودراسة المطلق (Al-mutlaq, 2021)، ودراسة محمد العطار (٢٠٢٠)، ودراسة محمد عبد الرحيم (٢٠٢٠)، ودراسة كوسيرت وآخرون (Kosiret, et al., 2020) التي توصلت إلى أن توظيف أنموذج التعلم التوليدي يساعد على تحقيق العديد من نواتج التعلم والتي منها التحصيل، ومهارات التفكير المختلفة عموما والتفكير الإبداعي على وجه الخصوص.

كما تتفق هذه النتيجة مع الدراسات مثل دراسة سمر الشلهوب وآخرون، ٢٠٢٤؛ دراسة ياي وآخرون (Yi, et al. 2024)، ودراسة واردات واخرون (Wardat, et al., 2023)، ودراسة حنان العوفي وتغريد الرحيلي (٢٠٢١) ودراسة كيم وآخرين (Kim, et al., 2019) التي توصلت إلى أن الاعتماد على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الرياضيات أسهم في تنمية مهارات التفكير المختلفة، وتبدو هذه النتائج منطقية، ويمكن أن يعزو الباحثان هذا إلى عدة أسباب:

١- تنظيم الأنشطة في صورة مشكلات ومهام حقيقية ذات معنى بالنسبة للطلاب، وحثهم على تطبيق المعرفة والمفاهيم التي تم اكتسبوها ساعدهم على بناء المعرفة بأنفسهم، وعلى فهم ما يتعلموه من خلال المناقشة والتفاوض في وسط بيئة آمنة ومريحة وخالية من التهديدات.

٢- الانشطة والمهام المتنوعة والمختلفة التي توفرها الاستراتيجية المقترحة القائمة على أنموذج التعلم التوليدي، والتي تتطلب من الطالب أفكارًا وحلولاً متعددة ومتنوعة؛ ساعدت التلاميذ على التخطيط الجيد قبل أداء المهام المطلوبة، ومكنتهم من اختيار تطبيقات الذكاء الاصطناعي المناسبة لتنفيذ المهام؛ مما نمى لديهم مهارة المرونة كأحد مهارات التفكير التباعدي.

٣- تعلم الطلاب داخل مجموعات تعاونية ساعدهم على طرح الأسئلة وإجراء المناقشات المثمرة داخل مجموعات العمل؛ مما أسهم في زيادة تبادل المعلومات والخبرات وتشجيع الطلاب على حرية التعبير عن الأفكار والآراء، والمناقشة، والنقد، وتفسير الأفكار والحلول المطروحة، والبحث عن أكثر من بديل لحل المشكلة الرياضية والقدرة على اختيار أفضل حل وتقديم التفسيرات والحجج المناسبة.

٤- احتواء أوراق عمل الطلاب في كل محاضرة على أنشطة متنوعة تتطلب أفكارًا وحلولاً متعددة، أتاح للطلاب فرصة إعادة تقييم معرفتهم الرياضياتية والقدرة على صياغة تلك المعرفة بصورة جديدة، وتطبيقها في مواقف رياضية مختلفة؛ مما أدى إلى تنمية مستويات عليا للتفكير لديهم.

٥- شجعت تطبيقات الذكاء الاصطناعي الطلاب على ممارسة الاستقصاء والتحقق إذا لزم الأمر، أي أنها أمدتهم بتغذية راجعة تصحيحية مما ساعدهم على تطوير أفكارهم والبناء عليها لإنتاج أفكار رياضياتية مبتكرة.

٦- ساعدت الاستراتيجية المقترحة على تعزيز مهارات التفكير العليا لدى الطلاب من خلال التحفيز وتعزيز مهارات ما وراء المعرفة، وفهم الطريقة التي كان يفكر بها الطلاب وتقديم ملاحظات فورية لتوجيه الطلاب ودعمهم، وإعطاء الطلاب الفرصة لتطوير تفكيرهم بعمق.

٧- وفرت الاستراتيجية المقترحة العديد من المهام المختلفة في صورة مشكلات واقعية حثت الطلاب على الاستقصاء والتجريب، والقيام بعمليات البحث، وطرح الأسئلة، والتفكير المنطقي؛ للتوصل إلى حل المشكلات الرياضية المطلوب حلها بأكثر من طريقة، كل ذلك شجعهم على التفكير بشكل غير مألوف، وتتطلب منهم التفكير بشكل تباعدي.

٨- وفرت الاستراتيجية المقترحة بيئة تعلم آمنة وأنشطة تعليمية مشوقة، وأتاحت جو من الحرية والمشاركة الفعالة داخل القاعات الدراسية بهدف القيام بطرح الافكار الجديدة، والتعبير عن الآراء والأفكار فى جو بعيد عن النقد السلبي، والاستفادة من أراء وأفكار الزملاء الأخرين من خلال تطويرها والبناء عليها مما أسهم في توسيع وتعميق فهم الطلاب لجوانب التعلم المختلفة، مما زاد من قدرتهم على التفكير بشكل ابتكاري للمشكلة الرياضية .

٩- الاستراتيجية المقترحة القائمة على نموذج التعلم التوليدي ساعدت الطلاب على استنتاج واستنباط المعرفة الرياضياتية وتحقيق الترابط بين المعارف السابقة واللاحقة، بالإضافة إلى وضع الافتراضات اللازمة لفهم المحتوى الرياضياتي والعلاقات بين أجزائه؛ من خلال مرور المتعلم بمشكلات ومواقف واقعية تتطلب منه المواجهة والتفكير في ايجاد الحلول لها، كل ذلك ساعد على تنمية وتنشيط مهارات التفكير المختلفة بشكل عام ومهارات التفكير التباعدي بشكل خاص لدى الطلاب. كل ما سبق كان سببا في تحقيق فاعلية الاستراتيجية المقترحة القائمة على انموذج التعلم التوليدي في تنمية أبعاد التفكير التباعدي لدى طلاب شعبة الرياضيات.

المضامين التربوية المستخلصة من البحث

من خلال النتائج التي تم التوصل إليها البحث، يمكن القول بفاعلية الاستراتيجيات المقترحة في المواد الدراسية بشكل عام، والرياضيات بشكل خاص وربطها بنماذج التعلم الأصيلة عبر التقنيات التكنولوجية الحديثة، حيث إنها تُسهم في استيعاب أفضل للمفاهيم الرياضياتية، وإدراك العلاقة بينهم؛ بالإضافة إلى كونها ركيزة أساسية لتعلم ما هو جديد لجميع المتعلمين، ويمكن تحديد أبرز المضامين التربوية للبحث الحالي في النقاط الآتية:

- التطوير المستمر لمناهج الرياضيات: فالمؤسسات التعليمية الناجحة تسعى دائما إلى التطوير

المستمر للمواد الدراسية المقدمة لطلابها، وتطبيق أحدث أساليب التعليم والتقويم؛ بهدف صقل مهارتهم العقلية المختلفة.

- التركيز على الإنتاج النفعي: لقد زاد الاهتمام في الآونة الأخيرة بإنتاج معرفة أكثر من استهلاكها، وقد تضمن البحث الحالي مجموعة من المقترحات لتصميم أنشطة رياضياتية من وجهة نظر الطلاب أنفسهم؛ بهدف تعزيز مهارات التفكير التباعدي لديهم، أو استخدامها في بناء البرامج الإثرائية المستقبلية.
- التركيز على الأهمية التطبيقية للمعرفة: حيث تُعد تطبيقات الذكاء الاصطناعي أحد اهم منتجات الثورة الصناعية الرابعة التي أوجدت لنفسها مكانا فسيحا في العالم المحيط بنا؛ نتيجة سهولة استخدامها وتوظيفها في مجالات الحياة كافة.

توصيات البحث

في ضوء ما أسفر عنه البحث من نتائج؛ يمكن تقديم مجموعة من التوصيات للممارسين،

- تشجيع المعلمين على استخدام الاستراتيجية المقترحة وتوظيف في فصول الرياضيات كونها إنتاج بحثي.
- توجيه أنظار المتخصصين في تربويات الرياضيات إلى أن توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي سيسهم في تصميم العديد من الأنشطة الرياضياتية مفتوحة النهاية، مما ينعكس بالإيجاب على تفكير الطلاب أنفسهم.
- ضرورة وحتمية تضمين بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي بمقرر طرق تدريس الرياضيات، كخطوة أولى لرفع الاداء التدريسي؛ حيث إنه المنوط بإعداد وتأهيل طالب الرياضيات بكلية التربية بحيث يكون قادراً على القيام بمتطلبات عمله.
- زيادة الاهتمام بتيار البحوث التي تهتم بتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية مهارات التفكير المختلفة والمتعددة في مجال تعليم وتعلم الرياضيات.
- ضرورة الربط بين نماذج التعلم المختلفة مع التقنيات التكنولوجية الحديثة في ضوء نظريات التعليم والتعلم بطريقة تسمح بتحقيق أفضل النواتج التعليمية.
- عقد دورات تدريبية وورش عمل لمعلمي ومعلمات الرياضيات بمراحل التعليم المختلفة لتدريبهم على استخدام التقنيات الحديثة ممثلة في تطبيقات الذكاء الاصطناعي كأدوات للتدريس، وكذلك تشجيع طلابهم على استخدامها كأدوات للتعلم

مقترحات البحث

في ضوء نتائج البحث، يقترح الباحثان عدداً من الأبحاث المستقبلية وهي:

- فاعلية الاستراتيجية المقترحة القائمة على انموذج التعلم التوليدي عبر تطبيقات الذماء الاصطناعي في تنمية مهارات التفكير الأخرى (التفكير الناقد، التفكير التحليلي، التفكير الاستدلالي، التفكير السابر، التفكير التقويمي) لدى مراحل دراسية مختلفة.
- فاعلية برنامج لتدريب المعلمين أثناء الخدمة على توظيف أدوات الذكاء الاصطناعي في التدريس وأثره على تنمية مهارات حل المشكلات الرياضياتية لدى الطلاب.
- دراسة اتجاهات معلمي الرياضيات والمتعلمين نحو استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في عملية التدريس.
- تحليل كتب الرياضيات للمراحل الدراسية المختلفة في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي.
- تحديد احتياجات معلمي الرياضيات بمراحل التعليم المختلفة في ضوء منظومة الذكاء الاصطناعي.

المراجع باللغة العربية

أحمد الخروصي وعدنان العابد (٢٠١٩). فاعلية برنامج قائم على حل المشكلات في تنمية التفكير التباعدي لدى طلبة الصف العاشر في ضوء تباين مفهوم الذات الرياضي لديهم، *مجلة تربويات الرياضيات*، ٢٢(١٢)، ص ص. ١٥٩-١٧٩.

احمد بن حسين الفقيه (٢٠٠٧). أساليب التفكير لدى طلاب جامعة الملك سعود: كليتا التربية والعلوم أنموذجاً، مجلة كليات المعلمين ، ٧(٢)، ص ص. ١٠١ - ١٣٢

بلال صادق ربابعة (٢٠٢٣). *دور الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات*، مقال متاح على https://akhbar-alkhaleej.com/news/article/1329979

حسن السيد شحاته (٢٠٠٩). تصميم المناهج وقيم التقدم في العالم العربي. الدار المصرية اللبنانية.

حنان العوفي وتغريد الرحيلي (٢٠٢١). إمكانية توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية القدرات الابتكارية في تدريس مقرَّر الرياضيات لدى طالبات المرحلة الثانوية من وجهة نظر المعلمات في المدينة المنورة *المجلة العربية للتربية النوعية*، ٢٠(٥)، ص ص. ١٥٧-٢٠٢

خلف الله حلمي محمد (٢٠١٩). فاعلية استراتيجية قائمة على التعلم التوليدي في تنمية الترابط الرياضي والتحصيل والميل نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، *مجلة تربويات الرياضيات*، ٢٢(١)، ص ص. ١٤٤-١٨٠

رضا مسعد أبو عصر. (٢٠٢٣). تطبيقات نماذج الذكاء الاصطناعي "ChatGPT" في المناهج وطرق التدريس: الفرص المتاحة والتهديدات المحتملة، مجلة تربويات الرياضيات، ٢٦(٤)، ١٠-٢٣

رياض زروقي وأميرة فالتة. (٢٠٢٠). دور الذكاء الاصطناعي في تحسين جودة التعليم العالي، *المجلة العربية للتربية النوعية*، ٢، ص ص. ١ - ١٢.

زكريا جابر بشاي. (٢٠١٩) استخدام استراتيجية التعلم التوليدي في تدريس الرياضيات لتنمية التخيل الرياضي وبعض المهارات الحياتية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.*مجلة تربويات الرياضيات*، ٢٢(١٠)، ص ص. 250 - 300.

سمر الشلهوب وصفية العنزي وريم وصالح، مريم القحطاني. (٢٠٢٤). دور تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية حل المسائل اللفظية بمقررات الرياضيات في المرحلة المتوسطة من وجهة نظر الخبراء. *مجلة الأندلس للعلوم الإنسانية والاجتماعية*، ع (٩٠)، ص ص. ١٩٠ -٢٤٦.

عاطف عبد دريع (٢٠٢٠). التفكير التباعدي وعلاقته بالذكاء المتعدد لدى طلبة قسم الرياضيات في كليات التربية الأساسية، *مجلة العلوم الإنسانية*، ٢٩(٢)، ص ص. ١-١٤.

فتحي عبد الرحمان جروان (٢٠٠٢). الإبداع: مفهومه-معاييره-نظرياته-قياسه-تدريبه، ط1، دار الفكر

عبد الجواد بهوت ومحمد دحيدح وسميحة فتحي (٢٠١٩). أثر التعلم التوليدي في تنمية بعض أبعاد القوة الرياضية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، *مجلة كلية التربية بكفر الشيخ*، ١٩(٣)، ص ص. ١٢٧ - ١٥٤

عبد الله موسى واحمد بلال (٢٠١٩). *الذكاء الاصطناعي: ثورة في تقنيات العصر*، المجموعة العربية للنشر

غادة بنت مسفر المشيخي. (٢٠١٩). أثر استراتيجيات التفكير المتشعب على تنمية مهارات التفكير التقاربي والتباعدي في مادة الرياضيات لدى تلميذات المرحلة الابتدائي، *مجلة كلية التربية بأسيوط*، ٣٥(٧)، ص ص. ٤٠١-٤٣٠.

ماجد بن عبد الله الحبيب (٢٠٢٢). توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تدريب أعضاء هيئة التدريس بالجامعات السعودية من وجهة نظر خبراء التربية: تصور مقترح. *مجلة الجامعة الإسلامية للعلوم التربوية والاجتماعية*، 9(1)، 276 – 317.

محبات محمود أبو عميرة (٢٠٠٢). الإبداع في تعليم الرياضيات، مكتبة الدار العربية.

محمد أبو سكران ومحمد المشد ومنال سطوحي ومحبات أبو عميرة (٢٠١٧). فاعلية برنامج مقترح قائم على القوة الرياضياتية في تنمية مهارات التفكير التباعدي لدى طلبة الصف العاشر الأساسي، *مجلة البحث العلمي في التربية*، ١٨(٤)، ص ص. ٧٠-٩١.

محمد أحمد العطار (٢٠٢٠). فاعلية نموذج التعلم التوليدي وخرائط التفكير في تنمية مهارات التفكير البصري لدى تلاميذ المرحلة الإعدادي، *مجلة تربويات الرياضيات، ٢٣ (٨)، ص ص. ٢٨٣ - ٣٥٠*

محمد العتل وعبد الرحمن العجمي وإبراهيم العنزي. (2021) دور الذكاء الاصطناعي" AI " في التعليم من وجهة نظر طلبة كلية التربية الأساسية بدولة الكويت. *مجلة الدراسات والبحوث التربوية*، 1 (1)، 30 - 64.

محمد حسن عبد الرحيم (٢٠٢٠) استخدام التعلم التوليدي لتنمية عمق المعرفة الرياضياتية والثقة بالقدرة على تعلم الرياضيات لدى طلاب المرحلة الإعدادية، *مجلة تربويات الرياضيات*، ٢٣(٢) ص ص. ١٣٠-١٧٦.

محمود عبد الرازق مختار (٢٠٢٠) تطبيقات الذكاء الاصطناعي: مدخل لتطوير التعليم في ظل جائحة فيروس كورونا (١٩) covid، *المجلة الدولية للبحوث في العلوم التربوية*، ٣ (٤)، ١٧١ – ٢٢٤.

محمد عضوان القبيسي. (٢٠٢٤). واقع توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين مخرجات التعليم بالمرحلة الثانوية بإدارة تعليم محايل عسير. *مجلة شباب الباحثين في العلوم التربوية*، (٢٢)، ٦٠١ – ٦٤٢.

منى بنت سعد الغامدي. (٢٠١٣). تصميم دروس وحدة الأشكال الهندسية باستخدام أدوات سكامبر واختبار التفكير التباعدي لطالبات الصف الخامس الابتدائي بالمملكة العربية السعودية، *مجلة التربية بجامعة الأزهر*، ١٥٦(٢)، ص ص. ٥٩٣-٦٢٥.

منى بنت عبد الله البشر (٢٠٢٠) متطلبات توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تدريس طلاب وطالبات الجامعات السعودية من وجهة نظر الخبراء، مجلة كلية التربية، ٢٠(٢)، ٢٧ - ٩٢

نجلاء بنت محمد بن عبد العزيز وعبدالله بن سليمان الفهد (٢٠٢٠) برنامج تدريسي قائم على نظرية الذكاء الناجح وفاعليته في تنمية مهارات التفكير التباعدي وحل المشكلات الرياضية لدى طالبات الصف الأول المتوسط بمدينة الرياض، *كتاب المؤتمر السابع لتعليم وتعلم الرياضيات: أبحاث تعليم الرياضيات التأثير والتطبيق والممارسة - بحوث وتجارب متميزة ورؤى مستقبلية*، الرياض: الجمعية السعودية للعلوم الرياضية "جسر" - جامعة الملك سعود، ص ص. ٣٦٤-٣٧٦.

نورة بنت محمد السعودي (٢٠٢٤). إمكانية توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في سياق تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM لدى طالبات المرحلة الثانوية من وجهة نظر المعلمات في مدينة بريدة. *المجلة العربية للتربية النوعية*، ٣٠، ص ص. ٤٧٣ - ٥١٦.

هيلة سعد الشهراني. (٢٠٢١). فاعلية تدريس الرياضيات باستخدام أنموذج التعلم التوليدي في تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى طالبات الصف الأول المتوسط، *مسالك للدراسات الشرعية واللغوية والإنسانية*، ع(١٢)، ص ص. ٢٠٥-٢٦٢.

المراجعة العربية مترجمة إلى الإنجليزية

Abdul-Jawad Bahout, Muhammad Dahidah & Samiha Fathi (2019). The Effect of Generative Learning on Developing Some Dimensions of Mathematical Strength among Intermediate School Students. Journal of the Faculty of Education, Kafr El-Sheikh University, 19(3), pp. 127-154.

Abdullah Musa and Ahmed Bilal (2019). Artificial Intelligence: A Revolution in Modern Technologies, Arab Publishing Group

Ahmed Al-Kharousi & Adnan Al-Abed (2019). The Effectiveness of a Problem-Solving-Based Program in Developing Divergent Thinking among Tenth-Grade Students in Light of Their Variable Mathematical Self-Concept, Journal of Mathematics Education, 22(12), pp. 159-179.

Ahmed bin Hussein Al-Faqih (2007). Thinking styles among King Saud University students: The Colleges of Education and Science as a model, Journal of Teachers' Colleges, 7(2), pp. 101-132.

Atef Abdel-Drea (2020). Divergent Thinking and Its Relationship to Multiple Intelligences among Mathematics Department Students in Faculties of Basic Education. Journal of Humanities, 29(2), pp. 1-14.

Bilal Sadiq Rababa'a (2023). The Role of Artificial Intelligence in Mathematics Education, an article available at https://akhbar-alkhaleej.com/news/article/1329979

Fathi Abdel-Rahman Jarwan (2002). Creativity: Its Concept, Criteria, Theories, Measurement, and Training, 1st ed., Dar Al-Fikr.

Ghada bint Misfir Al-Mishkhi (2019). The Effect of Divergent Thinking Strategies on Developing Convergent and Divergent Thinking Skills in Mathematics for Primary School Students, Assiut College of Education Journal, 35(7), pp. 401-430.

Hanan Al-Awfi & Taghreed Al-Rahili (2021). The Possibility of Employing Artificial Intelligence Applications to Develop Innovative Capacities in Teaching Mathematics to Secondary School Female Students from the Perspective of Teachers in Medina. Arab Journal of Specific Education, 20(5), pp. 157-202.

Hassan Al-Sayed Shehata (2009). Curriculum Design and Values of Progress in the Arab World. Dar Al-Masryia Al-Lubnania.

Hayla Saad Al-Shahrani (2021). The Effectiveness of Teaching Mathematics Using the Generative Learning Model in Developing Creative Thinking Skills among First-Year Intermediate Female Students. Masalik for Sharia, Linguistic, and Human Studies, Issue (12), pp. 205-262.

Khalaf Allah Hilmi Muhammad (2019). The Effectiveness of a Generative Learning-Based Strategy in Developing Mathematical Coherence, Achievement, and Tendency

Toward Mathematics among Middle School Students, Journal of Mathematics Education, 22(1), pp. 144-180

Mahmoud Abdel Razek Mukhtar (2020) Artificial Intelligence Applications: An Introduction to Developing Education in Light of the COVID-19 Pandemic, International Journal of Research in Educational Sciences, 3(4), 171-224.

Majid bin Abdullah Al-Habib (2022). Employing Artificial Intelligence Applications in Training Faculty Members at Saudi Universities from the Perspective of Education Experts: A Proposed Conceptualization. Journal of the Islamic University for Educational and Social Sciences, 9(1), 276-317.

Mona bint Abdullah Al-Bishr (2020). Requirements for Employing Artificial Intelligence Applications in Teaching Saudi University Students from the Perspective of Experts. Journal of the College of Education, 20(2), pp. 27-92.

Mona bint Saad Al-Ghamdi (2013). Designing Geometric Shapes Unit Lessons Using SCAMPER Tools and a Divergent Thinking Test for Fifth-Grade Primary School Students in the Kingdom of Saudi Arabia. Journal of Education, Al-Azhar University, 156(2), pp. 593-625.

Muhabbat Mahmoud Abu Amira (2002). Creativity in Mathematics Education, Dar Al-Arabiya Library.

Muhammad Abu Sakran, Muhammad Al-Mashhad, Manal Satouhi, and Muhabbat Abu Amira (2017). The Effectiveness of a Proposed Program Based on Mathematical Power in Developing Divergent Thinking Skills among Tenth-Grade Students, Journal of Scientific Research in Education, 18(4), 70-91.

Muhammad Adwan Al-Qubaisi (2024). The Reality of Using Artificial Intelligence Applications to Improve Educational Outcomes at the Secondary Level in the Education Department of Muhayil Asir. Journal of Young Researchers in Educational Sciences, (22), 601-642.

Muhammad Ahmad Al-Attar (2020). The Effectiveness of the Generative Learning Model and Thinking Maps in Developing Visual Thinking Skills among Middle School Students, Journal of Mathematics Education, 23(8), 283-350

Muhammad Al-Atal, Abdulrahman Al-Ajmi & Ibrahim Al-Anzi (2021) The Role of Artificial Intelligence (AI) in Education from the Perspective of Basic Education College Students in the State of Kuwait. Journal of Educational Studies and Research, 1(1), 30-64.

Muhammad Hassan Abdul Rahim (2020) Using Generative Learning to Develop the Depth of Mathematical Knowledge and Confidence in the Ability to Learn Mathematics among Middle School Students, Journal of Mathematics Education, 23(2), 130-176.

Najla bint Muhammad bin Abdulaziz & Abdullah bin Sulaiman Al-Fahd (2020). A Teaching Program Based on the Theory of Successful Intelligence and Its Effectiveness in Developing Divergent Thinking and Mathematical Problem-Solving Skills among First-Grade Intermediate School Students in Riyadh. Proceedings of the Seventh Conference on Mathematics Teaching and Learning: Mathematics Education Research: Impact, Application, and Practice - Distinguished Research, Experiences, and Future Visions. Riyadh: Saudi Society for Mathematical Sciences (JSAR) - King Saud University, pp. 364-376.

Noura bint Muhammad Al-Saudi (2024). The Possibility of Employing Artificial Intelligence Applications in the Context of STEM Education for Female High School Students from the Perspective of Female Teachers in Buraidah. Arab Journal of Specific Education, 30, pp. 473-516.

Reda Masoud Abu Asr (2023). Applications of Artificial Intelligence Models "ChatGPT" in Curricula and Teaching Methods: Available Opportunities and Potential Threats, Journal of Mathematics Education, 26(4), pp. 10-23

Riyadh Zarrouki & Amira Faltah (2020). The Role of Artificial Intelligence in Improving the Quality of Higher Education, Arab Journal of Specific Education, 2, pp. 1-12

Samar Al-Shalhoub, Safia Al-Anzi, Reem Saleh & Maryam Al-Qahtani. (2024). The Role of Artificial Intelligence Applications in Developing Verbal Problem Solving in Intermediate Mathematics Curricula from the Perspective of Experts. Al-Andalus Journal of Humanities and Social Sciences, No. (90), pp. 190-246.

Zakaria Jaber Bishai (2019). Using the Generative Learning Strategy in Teaching Mathematics to Develop Mathematical Imagination and Some Life Skills among Middle School Students. Journal of Mathematics Education, 22(10), pp. 300-250

References

Abu Hasanein, H. A. (2018). An intelligent tutoring system for developing education: Case study, Israa University.

Acar, S., Burnett, C., & Cabra, J. (2017). Ingredients of creativity: Originality and more. Creativity Research Journal, 29(2), 133–144. https://doi.org/10.1080/10400419.2017.1302776

Al-mutlaq, H. M. (2021). The effect of using the generative learning strategy the academic achievement and mathematical thinking of primary school pupils, *International Journal of Mathematics and Statistics Studies*, 9(1), 1-15.

Andriani, Ikhsan, M., Munzir, S., & Khairunnisak, C. (2018). Generative learning model to improve mathematics problem solving skills on polyhedron, *The 6th South East Asia Design Research International Conference (6th SEA-DR IC)*, https://doi.org/10.1088/1742-6596/1088/1/012075

Azmi. E. A. (2020). *Artificial Intelligence & Adaptive Learning: The Power of Education*. Personalized Being

Basadur, M., Basadur, T., & Beuk, F. (2014). Facilitating high quality idea evaluation using telescoping. *Wirtschaftspsychologie*, 16(2), 59-71.

Casey, C. L. (2022). Artificial intelligence curricula in post-secondary education: Are programs adequately preparing students for future technologies? A model for developing artificial intelligence curriculum. Capitol Technology University.

Cropley, A. (2006). In praise of convergent thinking. *Creativity Research Journal*, 18(3), 391-404. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1803_13

De Vink, I., Willemsen, R., Lazonder, A. & Kroesbergen, E. (2022). Creativity in mathematics performance: The role of divergent and convergent thinking. *British Journal of Educational Psychology, 92*(2), 484-501.

Fahimirad, M., & Kotamjani, S. (2018). A review of the application of artificial intelligence in teaching and learning in

educational contexts, *International Journal of Learning and Development*, 8(4), 106-118.

Fritz, C.; Morris, P. & Richler, J. (2012). Effect size estimates: Current use, calculations, and interpretation, *Journal of Experimental Psychology, 141*(1), pp. 2-18.

Fiorella, L. & Mayer, R. (2016). Eight ways to promote generative learning, *Education Psychology Review*, *28*(4), 717-741. https://doi.org/10.1007/s10648-015-9348-9.

Gunawan, E., Kartono, T., Wardono, w. & Kharisudin, I. (2023). Divergent thinking process of prospective mathematics teachers: A case study of an open-ended problem. *Journal of Higher Education Theory & Practice*, *23*(16).

Haryanto, B. (2015). Pembelajaran konstruktivistik meningkatkan cara berpikir divergen siswa SD. *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan*, 8(1), 36-43. https://doi.org/10.21831/jpipfip.v8i1.4927

Jami, M., Aminifar, E., Tehranian, A., Semnani, A. & Behzadi, M. (2020). Modelling theory of mind, divergent thinking and mathematical problems posing of first graders. *Práxis Educacional*, *16*(37), 173-187. https://doi.org/10.22481/praxisedu.v16i37.6158

Japardi, K., Bookheimer, S., Knudsen, K., Ghahremani, D. G., & Bilder, R. M. (2018). Functional magnetic resonance imaging of divergent and convergent thinking in Big-C creativity. *Neuropsychologia*, 118, 59-67.

Keles, P. & Aydin, S. (2021). University students' perceptions about artificial intelligence, *Shanlax International Journal of Education*, *9(1)*, 212-220.

Kim, J., Kim, M., Kwak, D., & Lee, S. (2019). Assisting teachers with artificial intelligence: investigating the role of teachers using a randomized field experiment, *Cognition in Mathematics*, 5(2), 1-51 https://api.semanticscholar.org/CorpusID:219347035

Kosiret, A., Indiyah, H. & Wijayanti, D. (2020) Peningkatan kemampuan pemahaman konsep matematis siswa SMA islam Al-Azhar 19 dengan menggunakan model pembelajaran generatif. *International Journal of Progressive Mathematics Education. 1*(1).16 26. https://doi.org/10.22236/ijopme.v1i1.6593

Kosiret, A., Indiyah, H. & Wijayanti, D. (2020) Peningkatan kemampuan pemahaman konsep matematis siswa SMA islam Al-Azhar 19 dengan menggunakan model pembelajaran generatif. *International Journal of Progressive Mathematics Education. 1*(1).16 26. https://doi.org/10.22236/ijopme.v1i1.6593

Kosko, K. & Wilkins, J. (2010). Mathematical communication and its relation to the frequency of manipulative use. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, *5*(2), 79-90.

Kusairi, K., Syaiful, S. & Haryanto, H. (2020). Generative learning model in mathematics: A solution to improve problem solving and creative thinking skills. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(3), 254-261.

Kusairi, K., Syaiful, S., & Haryanto, H. (2020). Generative learning model in mathematics: A solution to improve problem solving and creative thinking skills. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(3), 254-261.

Lee, H., Lim, K & Grabowski, B. (2009). Generative learning strategies and metacognitive feedback to facilitate comprehension of complex mathematics topics and self-Regulation. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 18(1), 5- 25.

Maknun, J. (2015). The Implementation of generative learning model on physics Lesson to increase mastery concepts and generic science skills of vocational students. *American Journal of Educational Research*, 3(6), 742- 748.

Mangera, E., & Supratno, H. (2023). Exploring the relationship between transhumanist and artificial intelligence in the education context: Teaching and learning process at tertiary education. *Pegem Journal of Education and Instruction*, *13*(2), 35-44.

Marzano, R., Pickering, D., & Pollock, J. (2001). *Classroom instruction that works: Research-based strategies for increasing student achievement*. ASCD.

Moma, L., & Tamalene, H (2023). Improving students' high-level mathematical thinking skills through generative learning models, *International Journal of Trends in Mathematics Education Research*, 6(3), 305-311 https://doi.org/10.33122/ijtmer.v6i3.263

Moraru, A, Danut, R & Daniel, C. (2020). Artificial intelligence and deep learning present and future (Review). *Experimental in ophthalmology Therapeutic Medicine*, 20(4), 3469-3473.

Ogunleye B. & Babajide V. (2011). Generative Instructional Strategy Enhances Senior Secondary School Students Achievement in Physics, *European Journal of Educational Studies*, 3(3), 453-463.

Rahayu, R., Masrukhan, Sugianto, (2019). Mathematics teaching using generative learning model with character building content aided by interactive learning media, *UNNES Journal of Mathematics Education Research*, 8(1), 25 - 48

Reid, A. & Morrison, G. (2014). Generative Learning Strategy Use and self-regulatory Prompting in Digital Text. Journal of Information Technology Education, Vol. (13), 49-72.

Runco, M., Abdulla, A., Paek, S., Al-Jasim, F. & Alsuwaidi, H. (2016). Which test of divergent thinking is best? Creativity: Theories-Research-Applications, 3(1), 4–18. https://doi.org/10.1515/ctra-2016-0001

Schaveien, L. (2003). Teacher education in the generative virtual classroom: Developing learning theories through a web-delivered technology and science education context. *International journal of science Education*, 25(12), pp. 151-164.

Sriwongchai, A., Jantharajit, N. & Chookhampaeng , S. (2015). Developing the mathematics learning management model for improving creative thinking in thailand, *International Education Studies*, 8(11), 77-87. http://dx.doi.org/10.5539/ies.v8n11p77

Starcic, A. (2019). Human learning and learning analytics in the age of artificial intelligence. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 2974-2976.

Sukmaangara, B. & Madawistama, S. (2021). Convergent and divergent thinking in mathematical creative thinking processes in terms of students' brain dominance, *Southeast Asian Mathematics Education Journal*, (11)1, 53-66.

Trespalacios, J. (2008). The effect of two generative activities on learner comprehension of part-whole meaning of rational numbers using virtual manipulatives. *Unpublished Doctoral Dissertation*, Virginia Tech, Blacksburg, VA

Ubah, I. & Ogbonnaya, U. (2021). Primary school pre-service teachers' solutions to pattern problem-solving tasks based on three components of creativity, *South African Journal of Education*, 41(4), pp. 1-10. . https://doi.org/10.15700/saje.v41n4a1933

Unal, H. & Demir, I. (2009). Divergent thinking and mathematics achievement in Turkey: Findings from the programme for international student achievement (PISA-2003), *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 1767–1770.

Wang, M., Hao, N., Ku, Y., Grabner, R., & Fink, A. (2017). Neural correlates of serial order effects in verbal divergent thinking. Neuropsychologia, 99, 92–100 https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2017.03.001

Wardat, Y., Tashtoush, M., Al Ali, R., & Jarrah, A. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *19*(7), em2286.

Wardono, Rochmad, Uswatun, K., & Mariani, S. (2020). Comparison between Generative Learning and Discovery Learning in Improving Written Mathematical Communication Ability. *International Journal of Instruction*, 13(3), 729-744. https://doi.org/10.29333/iji.2020.13349a

Wena, M. (2009). *Strategi pembelajaran inovastif kontemporer*. Jakarta: Bumi Aksara.

Yi, L., Liu, D., Jiang, T. & Xian, Y. (2024). The effectiveness of AI on K-12 students' mathematics learning: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education*, (1), 1-22.