

The Effectiveness of using Mathematical Action Technologies in Developing Procedural Fluency Skills among Female Secondary School

فاعلية استخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارات الطلاقة الإجرائية لدى طالبات المرحلة الثانوية

Dalal Talal Alotaibi^{1*}, Obaid bin Muzail Al-Harbi²

¹ Master's degree in Curriculum and Instruction Methods, Qassim University, Saudi Arabia.

² Professor in the Department of Curriculum and Instruction, Qassim University, Saudi Arabia.

* Corresponding Author: Dalal Alotaibi (daltybys04@outlook.sa)

دلال بنت طلال العتيبي^{1*}، عبيد بن مزعل الحربي²

¹ ماجستير في المناهج وطرق التدريس - جامعة القصيم - السعودية.

² أستاذ دكتور في قسم المناهج وطرق التدريس - جامعة القصيم - السعودية.

*الباحث المراسل: دلال العتيبي (daltybys04@outlook.sa)



This file is licensed under a
[Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Accepted
قبول البحث

2026/2/23

Revised
مراجعة البحث

2026/2/14

Received
استلام البحث

2026/1/31

DOI: <https://doi.org/10.31559/EPS2026.15.3.5>

Abstract:

Objectives: This study aimed to identify the effectiveness of using mathematical procedural techniques in developing procedural fluency skills among second-year secondary school students.

Methods: The study employed an experimental approach with a quasi-experimental design based on two groups: experimental and control. It utilized pre- and post-testing self-administration. The study sample consisted of two equivalent groups of second-year secondary school students from the 23rd Secondary School in the Madinah region. The sample comprised 60 students: 30 in the experimental group and 30 in the control group.

Results: The study yielded several key findings, most notably: a statistically significant difference ($\alpha \leq 0.05$) between the mean scores of the experimental and control groups on the post-test of procedural fluency skills in all its sub-skills, as well as the overall test score, favoring the experimental group. Furthermore, the adjusted gain values for all procedural fluency skills were found to be greater than Black's threshold of 1.2, indicating that the use of mathematical procedural techniques is highly effective in developing all skills.

Conclusions: The study recommended conducting further research on the effectiveness of mathematical procedural techniques on academic achievement in relation to various dependent variables, such as attitudes, values, achievement motivation, and retention of learning, as well as examining their outcomes across other educational stages.

Keywords: Effectiveness; mathematical procedure techniques; procedural fluency.

المخلص:

الأهداف: هدفت الدراسة إلى التعرف على فاعلية استخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارات الطلاقة الإجرائية لدى طالبات الصف الثاني الثانوي. المنهجية: اعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي ذي التصميم شبه التجريبي القائم على المجموعتين: التجريبية والضابطة. ذاتي الاداء القبلي والبعدي، وشملت عينة الدراسة مجموعتين متكافئتين من مجتمع الدراسة من طالبات الصف الثاني الثانوي من الثانوية الثالثة والعشرين بمنطقة المدينة المنورة. وبلغ عدد أفراد العينة (60) طالبة، بواقع (30) طالبة للمجموعة التجريبية، و(30) طالبة للمجموعة الضابطة.

النتائج: توصلت الدراسة إلى عددٍ من النتائج من أهمها: وجود فرق ذي دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية في جميع مهاراته الفرعية وكذلك الدرجة الكلية للاختبار لصالح المجموعة التجريبية. كما تبين أن قيم الكسب المعدل لجميع مهارات اختبار الطلاقة الإجرائية كانت أكبر من النسبة التي حددها بلاك وهي (1.2) مما يدل على أن استخدام تقنيات الإجراء الرياضي لها فاعلية بدرجة كبيرة في تنمية جميع مهارات الطلاقة الإجرائية.

الخلاصة: أوصت الدراسة بإجراء دراسات حول فاعلية تقنيات الإجراء الرياضي في التحصيل الدراسي على متغيرات تابعة مختلفة؛ كالاتجاهات، والقيم، والدافعية للإنجاز، وبقاء أثر التعلم، وتقصي نتائجها في مراحل تعليمية أخرى.

الكلمات المفتاحية: الفاعلية: تقنيات الإجراء الرياضي: الطلاقة الإجرائية.

الاستشهاد

Citation

العتيبي، دلال، الحربي، عبيد. (2026). فاعلية استخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارات الطلاقة الإجرائية لدى طالبات المرحلة الثانوية. *المجلة الدولية للدراسات التربوية والنفسية*, 15 (3), 374-395. Alotaibi, D. T., & Al-Harbi, O. M. (2026). The Effectiveness of using Mathematical Action Technologies in Developing Procedural Fluency Skills among Female Secondary School. *International Journal of Educational and Psychological Studies*, 15(3), 374-395. <https://doi.org/10.31559/EPS2026.15.3.5> [In Arabic]

المقدمة:

تعتبر الرياضيات من العلوم الأساسية التي لا يمكن الاستغناء عن تعلمها وتعليمها، ومع التطورات الهائلة التي يشهدها العالم في مجالات الحياة عامة وفي العملية التعليمية خاصة، ظهرت الوسائل التقنية التي توجه التعليم نحو استثمارها وتوظيفها في تدريس الرياضيات، وتمثل الرياضيات ركيزة أساسية في التقدم والتطور المعرفي والتقني، فالرياضيات تُسهم في فهم الحياة اليومية، وتنظم وترتب الأفكار وتنمي قدرة الفرد على مهارات التفكير العليا فهي ليست علمًا تجريديًا فقط كما يُنظر إليها ولكنها طريقة منظمة لتنمية كافة أنماط التفكير المختلفة، ومجال خصب لتنمية كافة العمليات العقلية والتذكر والاسترجاع (سالم وسليمان، 2020، 69).

كما تعد البراعة الرياضية (Mathematical Proficiency) هدفًا أساسيًا في برامج تعليم وتعلم الرياضيات، حيث تشير إلى استيعاب المفاهيم والعلاقات والعمليات الرياضية وتنفيذ الإجراءات بمرونة ودقة عالية، وتمثيل وصياغة المشكلة الرياضية والحياتية التي تواجه المتعلم، وذلك من خلال استخدام التفكير المنطقي والتأمل والتفسير والتبرير، بما يقود المتعلم إلى إدراك أن الرياضيات مادة مفيدة ولها قيمة ويستخدمها بثقة تامة وهذا مطلب أساسي للنجاح في الرياضيات (الحنان، 2018، 18).

وحدد المجلس القومي للبحوث بالولايات المتحدة الأمريكية ((National Research Council [NRC] خمس مكونات للبراعة الرياضية وهي: الاستيعاب المفاهيمي (Conceptual Understanding)، والطلاقة الإجرائية (Procedural Fluency)، الكفاءة الاستراتيجية (Strategic Competence)، الاستدلال التكيفي (Adaptive Reasoning) الرغبة المنتجة نحو الرياضيات (Productive Disposition) (NRC, 2001).

وتُصنف الطلاقة الإجرائية إلى ثلاث مهارات، هي: الكفاءة، الدقة، والمرونة، حيث تشير الكفاءة إلى أن الطالب لا يفقد المسار المنطقي لاستراتيجية الحل، في حين تعتمد الدقة على عدة جوانب لحل المشكلات، مثل التسجيل الدقيق، معرفة الحقائق والعلاقات المهمة، والتحقق من صحة النتائج، أما المرونة فتتطلب معرفة أكثر من حل للمشكلة (القطاطشة، 2015، 14). وتظهر مؤشرات الطلاقة الإجرائية لدى الطالب من خلال: تفسير الأساس الرياضي للإجراءات التي يستخدمونها، المرونة في استخدام الاستراتيجيات والطرق، تحديد تلك الإجراءات التي يبدو أنها ملائمة بشكل أفضل في حل أنواع معينة من المسائل دون غيرها، تحديد ما إذا كان يمكن تعميم أساليب معينة على مجموعة واسعة من المسائل من عدمه، واستخدام الإجراءات بشكل مناسب وفعال (NRC, 2001).

ويشهد العالم في السنوات الأخيرة تطورات هائلة في التقنية والاتصالات، الأمر الذي أدى إلى ظهور طرائق وأساليب حديثة للتعليم والتعلم، فتقدم الأمم يقاس بالمقام الأول بمدى التطور بمؤسساتها التربوية والتعليمية، وتشهد التربية اهتمامًا كبيرًا من قبل التربويين في الوقت الحالي وذلك لمواجهة التحديات التقنية والمعرفية في كافة المجالات ومن بينها مجال علم الرياضيات (الفحص، 2022، 44).

وتُعد التقنية عاملاً أساسيًا في تعليم وتعلم الرياضيات فهي تؤثر في الرياضيات التي يتم تدريسها وتعزز تعلم الطلاب، حيث يمكن دعم ودمج الطلاب في الأفكار الرياضية من خلال التقنية التي تعزز مدى ونوعية البحث عن طريق تقديم وسائل لرؤية الأفكار الرياضية من تصورات متعددة كما تدعم التقنية تعلم الرياضيات من خلال التغذية الراجعة والتي يمكن أن توفرها التقنية وبخاصة في بيئة الهندسة الديناميكية التي يمكن تغيير الشكل على الشاشة والانسحاب وتغيير الأدوات المعرفة في الجدول الحسابي ومشاهدة التغير في الدالة كلما تغيرت القيم المستقلة، وتقدم التقنية فرص الحوار والمناقشة للطلاب مع بعضهم البعض ومع معلمهم حول الموضوعات على الشاشة وأثار التحويلات الديناميكية المختلفة التي تُتيحها التقنية (NCTM, 2013).

وقد ذُكرت تقنيات الإجراءات الرياضية في وثيقة (NCTM, 2014) تحت مسمى تقنيات التفاعل الرياضي وأشارت إلى أنه ينبغي أن يدرك المعلمون أن تقنيات التفاعل الرياضي لا تؤثر فقط على كيفية تدريسهم بل تؤثر أيضًا على ما يمكنهم تدريسه (المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات، 2019، 108).

وتُعد تطبيق Desmos إحدى تقنيات التفاعل الرياضي التي تُعنى بالرسوم البيانية فهو برنامج لرسم الدوال الرياضية (الدوال الخطية، التربيعية، المثلثية، اللوغاريتمية، الدالة المطلقة، وبقية الدوال الرياضية الأخرى)، كما يمكن استخدامه لرسم القطوع المخروطية، ويعمل على أجهزة الحاسوب من خلال الاتصال بالإنترنت أو تحميله على أجهزة الهاتف المحمول واستخدامه بدون إنترنت مما يسهل استخدامه في أي وقت، ومن مميزات رسم الدوال بدقة وسرعة فائقة، تحديد منطقة الحل للمتباينات الخطية وكذلك لمتباينة واحدة أو أكثر لمتغير واحد أو متغيرين، إيجاد نقاط تقاطع منحنيين، إيجاد المساحة المحصورة تحت منحني، كما أنه يسمح بحفظ أعمال المتعلم والمعلم في ملفات خاصة (السري، 2023، 121).

كما تُعد برمجية GeoGebra من البرمجيات التفاعلية الحديثة التي حازت على الكثير من الجوائز العالمية للبرامج التعليمية، وحققت معايير الرياضيات المدرسية ل (NCTM, 2000) وحققت مبدأ الدمج والتكامل بين الرياضيات والتكنولوجيا وساعدت الطلاب في اكتشاف واستيعاب المفاهيم الرياضية الهامة للتعليم (Zilinskieni & Demirbilek, 2015). وهو عبارة عن مجموعة من الأدوات التي تسهم في إكساب المتعلم المهارات الرياضية وتشمل البرمجية كافة المعينات اللازمة لجعل عملية التعلم سهلة وشيقة، حيث يبني الطالب باستمرار تعلمه الجديد على التعلم السابق، وهذا يتفق مع المنهج البنائي للتعلم (Hohenwarter, 2017).

وفي ضوء ذلك فإن مجال الرياضيات يهدف إلى إعداد متعلم مفكر رياضيًا ومنافس عالميًا في عصر التقنية بأن يكون مكتسبًا الطلاقة الإجرائية في إجراء المهارات الرياضية التي يحتاجها في دراسته المستقبلية والحياة وبينه العمل ويوظف مهاراته الرقمية في تعلم الرياضيات وذلك عن طريق دمج التقنية في التعليم (هيئة تقويم التعليم والتدريب، 2023، 7). وقد أكدت دراسة (عبد الحميد، 2017) التي أشارت نتائجها إلى فاعلية التقنية في تنمية البراعة الرياضية عن طريق استخدام استراتيجية الرحلات المعرفية عبر الويب (الويب كوست) في تدريس الهندسة لدى طالبات المرحلة المتوسطة.

وبناءً على ما تقدم فإن توظيف تقنيات الإجراء الرياضي قد تكون سبباً في تنمية مهارات الطلاقة الإجرائية. وقد جاءت هذه الدراسة للبحث في فاعلية استخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارات الطلاقة الإجرائية لدى طالبات المرحلة الثانوية.

مشكلة الدراسة:

تعد الطلاقة الإجرائية أحد الأهداف التي وضعتها هيئة تقويم التعليم والتدريب التي وضعتها هيئة تقويم التعليم والتدريب في وثيقة معايير مجال الرياضيات الصادرة عام 2023 بأن يكتسب المتعلم الطلاقة الإجرائية في إجراء المهارات الرياضية (هيئة تقويم التعليم والتدريب، 2023، ص 7). وقد أظهرت نتائج العديد من الدراسات عدم تمكن الطلاب من الطلاقة الإجرائية وضعف مستواهم فيها كدراسة (الأسمرى، 2022) التي أظهرت أن مستوى طالبات الصف الرابع الابتدائي منخفض في الطلاقة الإجرائية. ودراسة (الملوحي، 2020) التي أظهرت أن مستوى طالبات الصف السادس الابتدائي منخفض في الطلاقة الإجرائية، ودراسة (المطيري، 2020) التي كان من نتائجها عدم تمكن طالبات الصف الرابع الابتدائي من الطلاقة الإجرائية، ودراسة (المعتم والموفي، 2018) التي أظهرت عدم تمكن طلاب الصف الثاني متوسط من الطلاقة الإجرائية.

وانطلاقاً من رؤية المملكة العربية السعودية 2030 التي تؤكد على دور التقنية في العملية التعليمية وضرورة توظيفها في التدريس (وثيقة الرؤية، 2016). كما أن استخدام التقنية مهارة من المهارات التي وردت في الإطار التخصصي لمجال تعلم الرياضيات الصادر من هيئة تقويم التعليم والتدريب عام 2019 والتي تعبر عن قدرة المتعلم على استخدام التقنية الرقمية بكل أشكالها ووسائطها، وتهدف هذه المهارة بشكل مباشر في مجال تعليم الرياضيات عبر توظيف الأدوات التقنية في تعليم الرياضيات وتعلمها مثل: الآلات الحاسوبية البيانية وبرمجيات الجبر الحاسوبية مع المعادلات التربيعية وتطبيقات التفاضل والتكامل التي تتيح للمتعم الاطلاع على الرسوم البيانية للمعادلات والمتباينات والدوال بأنواعها وحساب النهايات والاشتقاق والتكامل (هيئة تقويم التعليم والتدريب، 2019، ص 59-60).

وقد كان لاستخدام التقنية أثر في تنمية الطلاقة الإجرائية لدى الطلاب في بعض الدراسات كدراسة (أعمر، 2020) التي أظهرت نتائجها وجود أثر لاستخدام الألغاز التعليمية الإلكترونية في تنمية الطلاقة الإجرائية لدى طلاب الصف الرابع الأساسي بوجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المتوسطات الحسابية للمجموعتين التجريبية والضابطة بين المتوسطات الحسابية للمجموعتين التجريبية والضابطة لصالح المجموعة التجريبية، ودراسة (عسيري، 2021) التي هدفت إلى الكشف عن أثر استخدام الروبوت التعليمي في تنمية الاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الإجرائية وأسفرت النتائج عن وجود أثر إيجابي للتدريس باستخدام هذه التقنية.

وتأسيساً على ما سبق؛ فقد تحددت مشكلة الدراسة في التعرف على فاعلية استخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارات الطلاقة الإجرائية لدى طالبات الصف الثاني ثانوي.

أسئلة الدراسة:

- ما فاعلية استخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارة الدقة؟
- ما فاعلية استخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارة الكفاءة؟
- ما فاعلية استخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارة المرونة؟

أهداف الدراسة:

- التعرف على فاعلية استخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارة الدقة.
- التعرف على فاعلية استخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارة الكفاءة.
- التعرف على فاعلية استخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارة المرونة.

أهمية الدراسة:

تحدد أهمية هذه الدراسة في الجوانب التالية:

- قد تُفيد نتائج هذه الدراسة المؤسسات التعليمية بالاستفادة من نتائجها في الدورات التدريبية لديهم لتطوير طرق تدريس جديدة تُسهل تدريس الرياضيات.
- قد تُفيد مخططي ومصممي مناهج الرياضيات مناهج الرياضيات بوزارة التعليم وذلك عن طريق تصميم أنشطة رياضية باستخدام تقنيات الإجراء الرياضي وتضمينها في المناهج الدراسية.
- قد تُفيد معلمي الرياضيات ومشرفيها في الاستفادة من دليل استخدام تقنيات الإجراء الرياضي وكذلك اختبار مهارات الطلاقة الإجرائية المُعد في الدراسة.
- قد تُشجع الباحثين على إجراء المزيد من الدراسات حول تقنيات الإجراء الرياضي.

حدود الدراسة:

- الحدود الموضوعية: دروس فصل (الدوال والمتباينات) وعددها خمسة دروس مقررة على طالبات الصف الثاني الثانوي في الفصل الدراسي الأول.

- الحدود المكانية: طُبِّقت هذه الدراسة على طالبات الصف الثاني الثانوي في مدرسة الثانوية الثالثة والعشرين التابعة لمكتب تعليم العقيق في إدارة تعليم المدينة المنورة.
- الحدود الزمانية: طُبِّقت الدراسة في الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي 1447هـ.

مصطلحات الدراسة:

تقنيات الإجراء الرياضي (Mathematical Action Technologies):

• تقنيات الإجراء الرياضي

يُعرّف المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات (NCTM, 2011) تقنيات الإجراء الرياضي بأنها: أدوات وبرامج وتطبيقات يمكنها أداء المهام الرياضية أو الاستجابة لإجراءات المستخدم بطرق محددة رياضياً.

وتُعرفها الباحثة إجرائياً بأنها استخدام تطبيق Desmos وتطبيق Geogebra في تدريس فصل (الدوال والمتباينات) للصف الثاني الثانوي وهما من التطبيقات الرياضية التعليمية التي تساعد الطالبات على تمثيل المتباينات في المستوى وشرح سلوكها ورؤية التغيرات التي تحدث في التمثيل البياني بمجرد تغيير رموز وصياغة المتباينة، وتحديد منطقة الحل، كما يمكن إدخال جدول الدالة ويقوم والتطبيق بتمثيلها بيانياً.

• الطلاقة الإجرائية (Procedural Fluency)

ويُقصد بها المهارة في تنفيذ الإجراءات بكفاءة ودقة ومرونة (NRC, 2001).

وتُعرف إجرائياً بأنها قدرة طالبات الصف الثاني الثانوي على إنجاز مهمات رياضية معينة بكفاءة ودقة ومرونة وتمثلها الدرجة التي تحصل عليها الطالبة في اختبار مهارات الطلاقة الإجرائية.

فروض الدراسة:

- يوجد فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية (مهارة الدقة) لصالح المجموعة التجريبية.
- يوجد فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية (مهارة الكفاءة) لصالح المجموعة التجريبية.
- يوجد فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية (مهارة المرونة) لصالح المجموعة التجريبية.

الإطار النظري والدراسات السابقة:

الإطار النظري:

أولاً: تقنيات الإجراء الرياضي

مفهوم تقنيات الإجراء الرياضي:

تُعرّف تقنيات الإجراء الرياضي على أنها تلك التي يمكنها تنفيذ مهام رياضية و/أو الاستجابة لإجراءات المستخدم بطرق محددة رياضياً (Bonafini, 2021, p. 303).

إن تقنيات الإجراء الرياضي هي أدوات وبرامج وتطبيقات يمكنها " إجراء العمليات الحسابية والمهام والاستجابة لأفعال المستخدم بطرق محددة رياضياً. (Dick & Hollebrands, 2011, p. 256) وتشمل هذه التقنيات: الآلات الحاسبة الرسومية، وأنظمة الجبر الحاسوبية، والبيئات الرياضية الديناميكية (GeoGebra و Sketchpad Geometry و Fathom و TinkerPlots).

وقد عرّفها (الفهد، 2025) بأنها أدوات وبرامج وتطبيقات واردة في كتاب (التركيز على رياضيات المرحلة الثانوية، التقنية لدعم التفكير وتكوين الفهم) تقدم حلولاً رياضية بناءً على إدخال المستخدم، وتتيح للطالب استكشاف الأفكار الرياضية وملاحظة التخمينات المتعلقة بالعلاقات الرياضية وعملها واختبارها.

أهمية تقنيات الإجراء الرياضي:

يتمثل الغرض من تقنيات الإجراء الرياضي في فصول الرياضيات هو تنفيذ مجموعة متنوعة من المهام أو الأعمال الروتينية ذات الطبيعة الرياضية. فالتقنية لديها القدرة على أن تكون منصة لتمهيد الطريق لرؤى الطلاب ولتطوير الفهم، مع إتاحة الفرص للطلاب لاستكشاف أنماط السلوك الرياضي والتحقيق فيها، حيث تتمتع تقنيات الإجراء الرياضي بالقدرة على توسيع نطاق الوصول الرياضي للطالب من خلال استخدام التقنية في معالجة الأرقام ومعالجة الرموز وبيانات الرسم البياني أو الوظائف وإنشاء أشكال هندسية وإنتاج قياسات دقيقة للأشكال. ولكي تكون تقنية الإجراء الرياضي فعالة في فصول الرياضيات، يجب على الطلاب أن يصبحوا قادرين على الإدارة الجيدة فيما يتعلق بوقت وكيفية استخدام التقنية. وتتطلب إدارة الأدوات من الطلاب تحليل المشكلة وفهم الأداة التي يجب استخدامها؛ تنفيذ استراتيجية للاستفادة من التقنية للتقدم نحو الحل؛ البحث عن تمثيلات رياضية

مختلفة واستخدامها؛ والتفكير في حلول المشكلات وتحديد ما إذا كان الحل منطقيًا، والتفكير في قيود التقنية، وتفسير النتائج (Walker, 2014, 44-45).

أشكال تقنيات الإجراء الرياضي:

تتعدد أشكال تقنيات الإجراء المستخدمة في فصول الرياضيات؛ وتتمثل تلك الأشكال فيما ذكره (Walker, 2014, 45) على النحو التالي:

- مجموعات الأدوات الحسابية/التمثيلية Computational/ Representational tool kits
- الآلات الحاسبة الرسومية graphing calculators
- أنظمة الجبر الحاسوبية computer algebra systems
- جداول البيانات spreadsheets
- بيئة هندسية ديناميكية Dynamic geometry environment
- أدوات البناء construction tools
- كائنات هندسية افتراضية virtual geometric objects
- عوالم صغيرة Microworlds
- التلاعبات الافتراضية virtual manipulatives
- المحاكاة الحاسوبية Computer simulations

تقنيات الإجراء الرياضي في تدريس الرياضيات المستخدمة في الدراسة

تقنية Desmos

تعريفه:

هو برنامج الرسم البياني الذي يتيح للطلبة فرصة رؤية المتغيرات في الاقتران وتأثيرها في شكله بحيث يرسم الاقترانات بمختلف أنواعها، القطوع المخروطية، والاقترانات المثلثية والمتباينات بكافة أنواعها، ويتخصص في الجبر والهندسة والحساب ويمكن إدخال معادلات المستقيمات والاقترانات والإحداثيات المباشرة ولهذه البرمجية القدرة على التعامل مع المتغيرات والأرقام والمتجهات وإيجاد المشتقات والتكاملات للاقترانات، ويُعد هذا التطبيق أحد التطبيقات الذكية على الأجهزة اللوحية، حيث يساعد على حل المعادلات وتمثيلها بيانيًا في المستوى، ويمتاز بسرعة تغيير الرسم وتفاعله بمجرد التغيير في رموز أو صياغة المعادلة أو الاقتران، فبمجرد كتابة أي رمز في صيغة لمعادلة أو اقتران في المستوى يظهر تمثيلها بصورة مباشرة مع إمكانية تغيير اللون أو النقش ومع توفير خاصية التكبير أو التصغير لمتابعة فترات الحل والوقوف على خطوط التقارب أو جذور المعادلة، كما يترافق مع الرسم لوحة مفاتيح تتضمن أغلب الرموز الشهيرة للمعادلات والتي تساعد الطالب على كتابة الرموز التي يريدها ليظهر حل المعادلة من خلال تمثيلها البياني وتحتوي لوحة المفاتيح في جانبها الأيمن على لوح مخفي يمكن إظهاره ويعرض أشهر صيغ المعادلات والدوال التربيعية والدرجية والاقترانات المثلثية والزائدة وغيرها، مع إمكانية إنشاء قوائم وجدول بيانات وغير ذلك. كما يوفر التطبيق تصميم ورسم صورة متحركة استنادًا إلى المعادلات والدوال الرياضية وحاليًا فقد طور التطبيق صفحة خاصة بأنشطة تدريسية قام بها المعلمون في أنحاء العالم لتوثيق تجاربهم مع طلابهم، وتشارك وجهات النظر والإبداعات في التفاعل مع Desmos من خلال الممارسة الميدانية ويعتبر من التطبيقات وبرامج الرسم البياني المتقدمة والتي تتيح للطلاب فرصة رؤية المتغيرات في الاقتران وتأثيرها في شكل الاقتران مما يتيح للطلاب فهم أعمق للاقترانات وشكلها (البرازي، 2022).

مكونات واجهة التطبيق:

تتكون الواجهة الرئيسية للبرنامج من خمسة أجزاء رئيسية كما هو موضح في الشكل وهي:

الموقع الإلكتروني وهو: Desmos

شريط الأدوات الذي يمكن من خلال أدواته إنشاء حساب وتسجيل الدخول لحساب أي مستخدم مُسجَّل سابقًا فيه والوصول إلى رسوماته المخزنة مسبقًا واختيار اللغة المناسبة له وغيرها، نافذة الجبر يتم فيها إدخال الرموز الرياضية كالنقاط أو الاقترانات أو المعادلات أو المتباينات المختلفة، نافذة الرسم البياني والتي يتم فيها لمداخل نافذة الجبر، الآلة الحاسبة تقع في أسفل نافذة الجبر والرسم مباشرة وهي متطورة جدًا إذ تحتوي على ثوابت ومتغيرات ورموز رياضية مختلفة وتضم أكثر من 50 اقترانًا ويمكن الاستعانة بها لإدخال الرموز الرياضية بنافذة الجبر عوضًا عن لوحة مفاتيح الجهاز (بدران، 2017).

مميزاته:

ذكر اللواتية (2017) مميزات تطبيق البرنامج الرياضي Desmos بالآتي: رسم الدوال الخطية والتربيعية والمثلثية واللوغاريتمية ودالة الصحيح والمطلق وبقية الدوال الرياضية ورسم القطوع المخروطية بدقة وسرعة فائقة، تحديد منطقة الحل للمتباينات الخطية وكذلك لمتباينة واحدة أو أكثر لمتغير واحد أو متغيرين، إيجاد نقاط تقاطع منحنيين، إيجاد المساحة المحصورة تحت المنحنى، يمكن من خلال البرنامج إدراج الرسومات البيانية في الاختبارات أو الدروس التي ينتجها المعلم أو المشاريع التي ينجزها الطالب، يسمح بحفظ أعمال المتعلم والمعلم في ملفات خاصة ويستطيع الاحتفاظ بقدر

كبير من المعادلات التي يحتاجها، يمكن تثبيت البرنامج على الهواتف الذكية، يمكن استخدامه دون اتصال بالإنترنت على الهواتف المحمولة، يمكن استخدام لقطات شاشة بسهولة أو تخزينه ونقل الصور بسهولة.

وقد تضمنت العديد من الدراسات استخدام تطبيق Desmos، ففي دراسة بدران (2017) التي أظهرت نتائجها وجود أثر إيجابي لاستخدام برنامج Desmos في تحسين التحصيل الدراسي وكذلك مفهوم الذات الرياضي. ودراسة اللواتية (2017) التي هدفت إلى التعرف على فاعلية تطبيق Desmos في اكتساب مفاهيم الدوال لدى طلبة الصف العاشر ودافعيتهم نحو تعلم الرياضيات وأوصت بضرورة توظيف برنامج Desmos في تدريس موضوعات الجبر المختلفة لما أظهرته الدراسة من أثر إيجابي في اكتساب مفاهيم الدوال لدى الطالبات. وجاءت دراسة سفاريني و هيرمان (Safarini TLS & Herman, 2020) لتهدف إلى تحليل أنشطة التعلم الرقمي التي طورها معلمو الرياضيات قبل الخدمة لدرس البرمجة الخطية. أما دراسة البرازي (2021) فأظهرت نتائجها أثر إيجابي لبرنامج Desmos في تحسين التمثيل الرياضي وحل المسألة الرياضية عند الطلبة. وأظهرت دراسة السري (2023) الأثر الإيجابي الذي تركه استخدام التطبيق الرياضي Desmos في تنمية مهارات التفكير الجبري لدى الطلاب.

تطبيق GeoGebra

تعريفه:

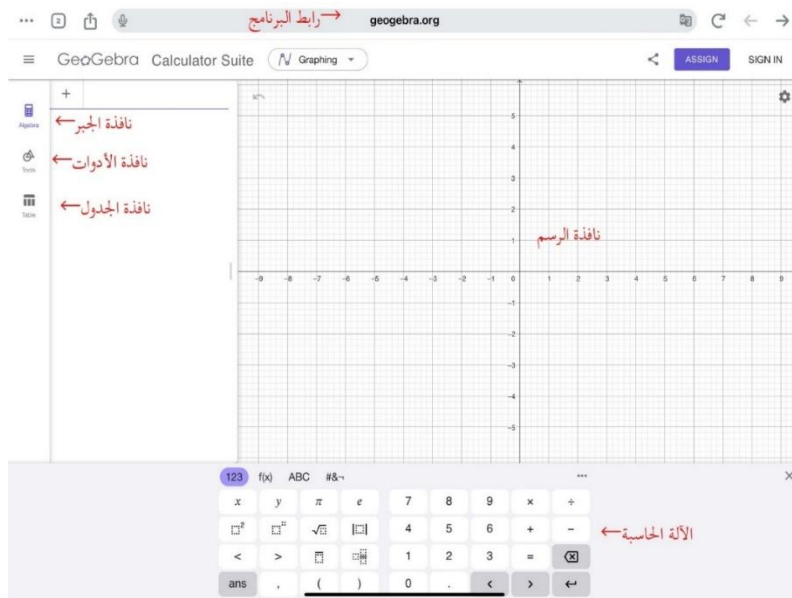
هو برنامج يغطي مجموعة متنوعة من المواضيع الرياضية يمكن الطالب من إدخال الاقترانات. والمعادلات والمتباينات بشكل مباشر وهو نظام يتيح للطلاب تعلم الهندسة بشكل تفاعلي إذ يسمح له بإنشاء نقاط وخطوط ومتجهات ومضلعات وقطوع مخروطية مختلفة إضافة إلى إمكانية التعديل على الأشكال المرسومة بصورة ديناميكية وله القدرة على حساب التفاضل والتكامل للمسائل المختلفة وتمثيلها بيانياً، ويُعد تطبيق GeoGebra أحد أنظمة الهندسة الديناميكية المستخدمة في تدريس الرياضيات، وهو عبارة عن حزمة برامج رياضية تستخدم في تدريس موضوعات مختلفة في الرياضيات، على سبيل المثال، الهندسة وحساب التفاضل والتكامل والجبر بشكل منفصل (1, Uwurukundo et al., 2020).



وتُعرفه (الكيلاني، 2024) بأنها برمجية رياضية مجانية متعددة النوافذ، تضم مجموعة من الأدوات التي توظف في تعليم مواضيع مختلفة في الرياضيات كالقياس والجبر والهندسة والإحصاء، وتستخدم لإكساب الطلبة المفاهيم الرياضية بصورة تفاعلية شيقة. ويتوفر لتطبيق GeoGebra العديد من الإصدارات، بما في ذلك GeoGebra 4.4 و GeoGebra 5.0. يمكن لـ GeoGebra 5.0 تسهيل تصور الكائنات ثلاثية الأبعاد (بناء مساحة ثلاثية الأبعاد)، ويُستخدم هذا البرنامج في تعلم الرياضيات وهو ديناميكي تمامًا ويمكن استخدامه مجانًا. إن GeoGebra هو برنامج يجمع بين الهندسة والجبر والرسوم البيانية والإحصاء وحساب التفاضل والتكامل في حزمة واحدة سهلة الاستخدام لكل من المعلمين والطلاب. حصل هذا البرنامج التعليمي على العديد من الجوائز في كل من أوروبا والولايات المتحدة (68, Septian et al., 2019). ويوفر استخدام GeoGebra إمكانيات للمعلمين/الطلاب لتمثيل أو وضع نماذج للمفاهيم والأشياء والمشكلات الرياضية بشكل ديناميكي، ويفتح استكشاف هذه النماذج طرقًا جديدة لهم للانخراط في التفكير الرياضي. وبالمثل، يمكن للمتعلمين، باستخدام GeoGebra، إنشاء تمثيلات مختلفة لمشكلة لتصور ومقارنة كيفية ارتباط الأساليب الرقمية والرسومية والجبرية أو اتصالها (147, Santos-Trigo et al., 2019).

مكونات واجهة التطبيق:

تتكون واجهة GeoGebra من عدة أدوات كما ذكرها الجيني (2020) وكما هي موضحة في الشكل:



موقع البرنامج: GeoGebra

شريط الأدوات وهي مجموعة من الأدوات الهندسية والرقمية والتي يتيحها التطبيق يمكن تفعيلها بالنقر عليها ثم النقر على صفحة العمل، نافذة الهندسة التي تظهر التمثيلات الهندسية، نافذة الجبر وتحتوي على التمثيلات العددية والجبرية، حقل إدخال الأوامر يستخدم لكتابة الأوامر والعبارات الجبرية والعددية، شريط اللوائح هو شريط فرعي من شريط الأدوات ويستخدم لحفظ أو تصدير أو طباعة أوراق العمل بالتطبيق سواء كصورة ثابتة أو متحركة أو ورقة تفاعلية، نافذة الجدول.

مميزاته:

هناك مجموعة من المميزات لتطبيق GeoGebra هي أنه على عكس البرامج الأخرى، فإنه يتضمن في نفس الوقت برامج الهندسة الديناميكية وأنظمة الجبر الحاسوبية وجدول البيانات. تتيح واجهته للمستخدمين عرض التمثيلات الهندسية والجبرية بشكل متزامن. يتكون المكون الجبري من تمثيلات عددية مثل الإحداثيات والمعادلات الصريحة أو الضمنية والمعادلات البارامترية بينما يوضح المكون الهندسي مجموعة الحلول المقابلة. كل كائن في نافذة الجبر يتوافق مع كائن في نافذة الهندسة، والعكس صحيح، ويمكن للمستخدمين التنقل بين النافذتين عن طريق سحب الكائنات (باستخدام الماوس) أو تغيير العلامات (باستخدام ميزة شريط التمرير في GeoGebra) في نافذة واحدة ومراقبة التغييرات المقابلة في النافذة الأخرى، وتسمح نافذة الجبر بالتمييز بين الكائنات المستقلة والتابعة، توجد في الجزء السفلي من الواجهة ميزة "الإدخال" حيث يتم إدخال التعبيرات والمعادلات الجبرية، ولدى GeoGebra أيضاً إحصائيات وأدوات حساب التفاضل والتكامل مدمجة. تشمل الميزات المفيدة الأخرى GeoGebra القدرة على تحديد الكائنات للبناء الهندسي من خلال النقر على أسمائها في نافذة الجبر. كما أن بروتوكول البناء الديناميكي الموجود في شريط القوائم عبارة عن نافذة إضافية سيتم عرضها والتي توضح الخطوات الواضحة للبناء. وبالتالي، يتيح ذلك للمستخدم تحديد كيفية إجراء البناء وتحديد أخطاء معينة وإصلاحها، يمكن أيضاً تغيير ترتيب خطوات البناء وإدراج كائنات جديدة، ويمكن تحويل الإنشاءات التي تم إجراؤها في البرنامج إلى ورقة عمل ديناميكية عن طريق تصديرها وحفظها كصفحة ويب بتنسيق html. بالإضافة إلى ذلك، تتمتع GeoGebra بالقدرة على إجراء العمليات الحسابية باستخدام بيانات الجدول وتقديم أوامر مثل ميل الخط المستقيم والتمايز والتكامل بين الوظائف (EL-Kasti, 2017).

ثانياً: الطلاقة الإجرائية

مفهوم الطلاقة الإجرائية:

عرفها أعمار (2020) بأنها: "مهارة إجراء العمليات الرياضية وتطبيق خوارزميات الحل من خلال تنفيذ الإجراءات بكفاءة ودقة ومرونة وملائمة للموقف باستخدام الألفاظ التعليمية الإلكترونية لتنميتها في مادة الرياضيات" (ص. 11).

كما يرى المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات The National Council of Teachers of Mathematics أن الطلاقة الإجرائية تعد عنصراً حاسماً في البراعة الرياضية؛ ويعرفها بالقدرة على تطبيق الإجراءات بدقة وكفاءة ومرونة؛ لنقل الإجراءات إلى مشاكل وسياقات مختلفة؛ لبناء أو تعديل الإجراءات من الإجراءات الأخرى؛ والتعرف على متى تكون إحدى الاستراتيجيات أو الإجراءات أكثر ملاءمة للتطبيق من الأخرى (Phuong, 2020, 4).

ويرى (العطوي، 2025) أن الطلاقة الإجرائية تعمق الفهم وتنمي القدرة على حل المسألة وتجعل الطالب ينظر إلى الرياضيات كعلم مفيد ومجدي وواقعي وتسهم في تحقيق عدالة وإنصاف تعليم الرياضيات.

مما سبق يتضح للباحثة أن الطلاقة الإجرائية تمثل حل لتلك المشكلات التي تواجه الطلبة مستخدمين ما لديهم من معلومات ومعارف سبق لهم تعلمها أكثر من مجرد حفظ للحقائق أو الإجراءات، وأكثر من مجرد فهم وإمكانية استخدام إجراء واحد لموقف معين.

أهمية الطلاقة الإجرائية:

تعد الطلاقة الإجرائية الرياضية مهارة مهمة يجب أن يتقنها الطلاب، لأنها تتضمن فهم الطلاب لمفهوم ما وحل المشكلات الرياضية. من خلال الطلاقة الإجرائية الرياضية يمكن للطلاب معرفة مستوى فهم الطالب للمفهوم الرياضي وحل المشكلات الرياضية ومشاكل الرياضيات بشكل جيد (Zebua & Waruwu, 2022, 56).

فالطلاقة الإجرائية، هي الاستخدام الهادف والمرن والدقيق والفعال للإجراءات لحل المشكلات ترتبط بالفهم المفاهيمي، أي الفهم والربط بين المفاهيم والعمليات والعلاقات، على سبيل المثال، يرتبط الفهم المفاهيمي الجيد للقيمة المكانية والعلاقات بين الأعداد والعمليات بالطلاقة والمرونة في الحوسبة باستخدام الأعداد متعددة الأرقام والكسور العشرية، مما يساهم في تقدير نتائج الإجراء، ولا تتميز الطلاقة الإجرائية في المقام الأول بالمعالجة السريعة والأمانة الحسابات، بل بالقدرة على التفكير بمرونة ومعنى حول الرموز الرمزية الرياضية مثل الأرقام والعمليات والإجراءات والمصطلحات والمعادلات والصيغ، من أجل استخدامها بكفاءة. قد تشمل هذه الأنواع من الاستدلال وضع الرموز الرياضية في سياقها من خلال ترجمتها إلى أوصاف أو إجراءات أو صور، مما يساعد على توضيح خصائصها الأساسية. ويمكن أيضًا تحقيق ذلك عقليًا من خلال تنشيط أو بناء نماذج ذهنية للرموز الرياضية. تعمل عمليات الترجمة ثنائية الاتجاه بين الرموز والسياقات الرياضية، بما في ذلك الرياضيات ووضع السياق، على سد الفجوة بين المعرفة الموضوعية والرياضيات الرسمية وتساهم في معرفة متى وكيف يتم استخدام الإجراء (Schulz, 2023, 2).

متطلبات تطوير الطلاقة الإجرائية:

تتطلب الطلاقة الإجرائية معرفة إجرائية (Procedural Knowledge) (معرفة الخطوات المتخذة لتحقيق الهدف)، ومعرفة مفاهيمية (معرفة المفاهيم التي تعكس أفكارًا مجردة أو مبادئ عامة)، وعلاقة ديناميكية بين كليهما. وتوصف هذه العلاقة الديناميكية بأنها متكررة، حيث تؤدي التحسينات في أحد أنواع المعرفة إلى تحسينات في النوع الآخر، والتي بدورها تؤدي إلى تحسينات في النوع الأول. فالعلاقة التكرارية بين المعرفة الإجرائية والمفاهيمية تسهل نقل الإجراءات إلى مواقف جديدة وتعزز المرونة الإجرائية والتكيف (Hopkins & O'Donovan, 2021, 165).

كما يحتاج تطوير الطلاقة الإجرائية لدى الطلاب إلى خبرة في دمج المفاهيم والإجراءات والبناء على الإجراءات المألوفة أثناء إنشاء استراتيجياتهم وإجراءاتهم غير الرسمية. يحتاج الطلاب إلى فرص لتبرير كل من الاستراتيجيات غير الرسمية والإجراءات شائعة الاستخدام رياضيًا، لدعم وتبرير اختياراتهم للإجراءات المناسبة، ولتعزيز فهمهم ومهاراتهم من خلال الممارسة الموزعة. حيث تبدأ الطلاقة الإجرائية من الاستكشاف الأولي ومناقشة مفاهيم الأعداد إلى استخدام استراتيجيات التفكير غير الرسمية وخصائص العمليات لتطوير أساليب عامة لحل المشكلات. توفر ممارسات التدريس الفعالة خبرات تساعد الطلاب على ربط الإجراءات بالمفاهيم الأساسية وتوفير للطلاب فرصًا للتدرب على الاستراتيجيات أو ممارستها وتبرير إجراءاتهم. يجب أن تكون الممارسة مختصرة وجذابة وهادفة وموزعة (Phuong, 2020, 4).

الدراسات السابقة:**الدراسات المتعلقة بالمحور الأول تقنيات الإجراء الرياضي**

أشارت العديد من الدراسات إلى الإجراء الرياضي ومنها:

- دراسة (الفهد، 2025) التي هدفت إلى الكشف عن فاعلية برنامج تطوير مهني مقترح لتقنيات الإجراء الرياضي في تحسين استخدام التمثيلات الرياضية والربط بينها لدى معلمات المرحلة المتوسطة ومعتقداتهن المنتجة نحو الأدوات والتقنية وأظهرت النتائج وجود تحول واضح في ممارسة استخدام التمثيلات الرياضية والربط بينها لدى المعلمات وهو التحول من التدريس عن التمثيلات إلى التدريس من خلال التمثيلات واستخدام الأدوات والتقنية في التقييم.
- دراسة (بصبوص، 2024) دراسة هدفت إلى معرفة أثر التعلم باستخدام برنامج جيوجبرا في تنمية التحصيل الدراسي والتفكير في مادة الرياضيات لدى طلبة الصف التاسع في لواء البادية الشمالية الغربية واعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي ذي التصميم شبه التجريبي وكانت عينة الدراسة مكونة من 80 طالب وأوصت الدراسة بضرورة استخدام برمجية جيوجبرا في تدريس مادة الرياضيات لما أثبتته النتائج من تحسين التحصيل الدراسي والتفكير الابتكاري.
- أما دراسة (الكيلاي، 2024) التي هدفت إلى الكشف عن فاعلية توظيف برمجية جيوجبرا في تدريس التحويلات الهندسية على تحصيل طالبات الصف الحادي عشر في مادة الرياضيات واتجاههم نحوها، واعتمدت المنهج التجريبي بتصميم شبه تجريبي وكانت عينة الدراسة 57 طالبة من طالبات الصف الحادي عشر العلمي في إحدى المدارس التابعة لمديرية التربية والتعليم للواء ماركا في العاصمة عمان في الفصل الدراسي الأول من عام 2023، 2024 وكانت عينة الدراسة مكونة من مجموعتين تجريبية مكونة من 30 طالبة وضابطة مكونة من 27 طالبة وأظهرت نتائج الدراسة وجود أثر إيجابي لبرمجية جيوجبرا في تدريس الرياضيات.
- وقام (العبادي، 2023) بدراسة هدفت إلى الكشف عن أثر تدريس مادة الرياضيات باستخدام برنامج جيوجبرا التفاعلي في تنمية البراعة الرياضية لدى طالبات الصف العاشر الأساسي في الأردن وأظهرت النتائج الأثر الإيجابي للبرنامج في تحسين البراعة الرياضية.
- وهدفت دراسة (العبرية، 2023) إلى البحث عن أثر توظيف تطبيق الجيوجبرا GeoGebra في تدريس وحدة التماثل على التحصيل الهندسي والدافعية نحو تعلم الهندسة لدى طلبة الصف السابع الأساسي بمحافظة مسقط بسلطنة عمان حيث تبني البحث المنهج التجريبي ذا التصميم

شبه التجريبي على عينة مكونة من 133 طالبًا منهم 63 طالبة و 70 طالب وانقسمت العينة إلى مجموعتين مجموعة تجريبية من 67 طالب وطالبة تلقت تدريس الوحدة باستخدام تطبيق الجيوجبرا ومجموعة ضابطة من 66 طالب وطالبة تلقت تدريسها بالطرق التقليدية وتم تطبيق اختبار تحصيلي في الهندسة قبلي وبعدي وأظهرت نتائج البحث وجود أثر للتدريس باستخدام الجيوجبرا.

- وهدفت دراسة جوشي وسينغ (Joshi & Singh, 2021) إلى التعرف على تأثير جيوجبرا في التحصيل الرياضي فيما يتعلق بالمعادلات الخطية واستكشاف تصورات الطلاب نحو استخدام جيوجبرا في تدريس الرياضيات، وأظهرت نتائج الدراسة أن تحصيل الطلاب المتدربين على برنامج جيوجبرا كان أعلى بكثير من المجموعة الضابطة، بالإضافة إلى ذلك، وجد أن مستوى تصورات طلاب المجموعة التجريبية مرتفع نحو استخدام برنامج جيوجبرا.

الدراسات السابقة المتعلقة بالمحور الثاني الطلاقة الإجرائية:

- تناولت دراسة (العلي، 2025) الكشف عن أثر استخدام ولفرام ألفا wolfarm alpha في تنمية الطلاقة الإجرائية والحس العددي في الرياضيات لطالبات الصف الثامن الأساسي في الأردن، واتبعت الدراسة المنهج التجريبي بتصميم شبه تجريبي لمجموعتين باختبار قبلي وبعدي وكانت عينة الدراسة مكونة من 60 طالبة وزعت على مجموعتين تجريبية وضابطة 30 طالبة في كل مجموعة وتم تطوير أداتي الدراسة المكونة من اختبار للطلاقة الإجرائية واختبار الحس العددي وأظهرت النتائج الأثر الإيجابي لاستخدام محرك المعرفة الحسابي في تنمية الطلاقة الإجرائية والحس العددي لدى طالبات الصف الثامن بالأردن.
- وهدفت دراسة (سالم والقحطاني، 2025) إلى تنمية الطلاقة الإجرائية لدى تلميذات المرحلة الابتدائية بجدة من خلال تصميم بيئة تعلم إلكترونية تشاركية قائمة على استراتيجية التعلم بالنمذجة وقياس أثرها في ذلك ولتحقيق أهداف البحث استخدم الباحثان المنهج التجريبي ذا التصميم شبه التجريبي وتمثلت أدوات البحث في اختبار للطلاقة الإجرائية وكانت عينة البحث 52 تلميذة من الصف الخامس الابتدائي بالمدرسة 21 بجدة تم تقسيمهن لمجموعة تجريبية وعددهن 25 تلميذة ومجموعة ضابطة وعددهن 27 تلميذة وتوصلت النتائج إلى ظهور أثر إيجابي كبير لاستخدام بيئة تعلم إلكترونية تشاركية قائمة على استراتيجية التعلم بالنمذجة في تنمية الطلاقة الإجرائية لدى تلميذات المرحلة الابتدائية بجدة عند جميع المحاور التي تضمنها الاختبار (الدقة، الكفاءة، المرونة).
- كما سعت دراسة (العطفي، 2025) إلى التعرف على فاعلية تدريس مقرر الرياضيات العامة باستخدام برنامج كاهوت التعليمي في تنمية الطلاقة الإجرائية لدى متدربي الكلية التقنية في الرس واعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي ذي التصميم شبه التجريبي القائم على مجموعتين تجريبية وضابطة وتكونت عينة الدراسة من 34 متدربًا من متدربي الكلية التقنية في الرس لعام 2024 حيث تكونت المجموعة التجريبية من 19 متدربًا درسوا باستخدام برنامج كاهوت التعليمي بينما تكونت المجموعة الضابطة من 15 متدربًا درسوا بالطريقة المعتادة وكانت الأداة اختباراً للطلاقة الإجرائية وكان من نتائجها وجود فاعلية لتدريس مقرر الرياضيات العامة باستخدام برنامج كاهوت التعليمي في تنمية الطلاقة الإجرائية.
- أما دراسة (Abuso & Pasia, 2023) فهدفت إلى التعرف على تأثير وسائل التعلم السياقية على الطلاقة الإجرائية في تعليم الرياضيات. استخدمت هذه الدراسة تصميم بحث شبه تجريبي وتم إجراؤها في إحدى المدارس الثانوية العامة في كوبزون، وكانت عينة الدراسة (60) طالبًا بواقع 30 طالبًا لكل مجموعة. استخدمت المجموعة الأولى مقاطع الفيديو التفاعلية إلى القصص المصورة الرقمية. بينما استخدمت المجموعة الثانية التعلم التقليدي، وسلطت النتائج الضوء على أهمية التعليمات والإرشادات الصريحة للطلاب لضمان التقييم الدقيق لمهارات الطلاقة الإجرائية لديهم، علاوة على ذلك، أظهرت الدراسة إمكانات وسائل التعلم السياقية لتعزيز قدرة الطلاب على تطبيق استراتيجيات متعددة، وحل المشكلات بدقة وكفاءة، وتطوير فهم أعمق للمفاهيم الرياضية.
- وجاءت دراسة (Sartika et al., 2022) لتهدف إلى إنتاج ورقة عمل تعتمد على منهج التفكير المجازي لطلاقة الطلاب الإجرائية في الخصائص الصحيحة. استخدمت هذه الدراسة البحث والتطوير من خلال نموذج ADDIE (التحليل والتصميم والتطوير والتنفيذ والتقييم). وتم جمع البيانات بالملاحظة والاستبيانات وتقنيات المقابلة. وأظهرت النتائج أن خصائص ورقة العمل المطورة صحيحة، وحصلت نتائج اختبار صلاحية ورقة العمل على نسبة 90% وكانت نتائج تجربة الطلاب 93%. إن مضامين ورقة العمل هذه مفيدة للطلاب للتعلم المستقل، وتساعد ورقة العمل هذه الطلاب على حل المسائل الرياضية وفق إجراءات إجرائية، بمساعدة خطوات منهج التفكير المجازي، وأنشطة التعليم والتعلم أكثر فعالية.
- وهدفت دراسة (Gupta, 2022) إلى التعرف على أثر استخدام استراتيجيات ما وراء المعرفة في الاستدلال التكيفي والطلاقة الإجرائية وارتباط الرياضيات بالمواد الدراسية الأخرى لطلاب الصف الرابع الأساسي المصابين بعسر الحساب. تكونت عينة الدراسة من 28 طالبًا يعانون من عسر الحساب. أظهرت النتائج أن أفراد المجموعة التجريبية أظهروا تحسنًا ملحوظًا من الاختبار القبلي إلى الاختبار البعدي في المهارات الرياضية (الاستدلال التكيفي، الطلاقة الإجرائية، وارتباط الرياضيات بالمواضيع الأخرى).

التعقيب على الدراسات السابقة:

اتفقت الدراسة الحالية مع غالبية الدراسات السابقة مثل دراسة الفهد (2025)، ودراسة بصبوص (2024)، ودراسة الكيلاني (2024)، ودراسة العبادي (2023)، ودراسة العبرية (2023)، ودراسة العلي (2025)، ودراسة سالم والقحطاني (2025)، ودراسة العطفي (2025)، ودراسة Abuso & Pasia

(2023)، في اعتماد المنهج التجريبي أو شبه التجريبي القائم على مجموعتين واختبار قبلي وبعدي. هذا الاتفاق المنهجي يعزز موثوقية الدراسة الحالية، ويضعها ضمن الاتجاه البحثي السائد في تقييم أثر التقنيات الرقمية على تعلم الرياضيات.

كذلك ركزت دراسات المحور الأول على تقنيات الإجراء الرياضي عبر أدوات مثل جيجورا، والتي أثبتت فعاليتها في تحسين التمثيلات الرياضية والبراعة الرياضية. بينما ركزت دراسات المحور الثاني على أدوات متنوعة لتنمية الطلاقة الإجرائية مثل: دراسة العلي، (Wolfram Alpha)، دراسة سالم والفحطاني (بيئات التعلم الإلكترونية التشاركية) دراسة العطفي (كاوت)، دراسة (Abuso & Pasia) الوسائل السياقية، دراسة (Gupta) استراتيجيات ما وراء المعرفة.

ما يميز الدراسة الحالية:

على الرغم من كثرة الدراسات التي تناولت تقنيات الإجراء الرياضي، وأخرى تناولت الطلاقة الإجرائية، إلا أنه لا توجد دراسة جمعت بين المجالين في إطار واحد. الدراسة الحالية تسد هذه الفجوة من خلال توظيف تقنيات الإجراء الرياضي لتنمية الطلاقة الإجرائية مباشرة، واستهداف طالبات المرحلة الثانوية، الربط بين التمثيلات الرياضية والإجراءات الرياضية في نموذج واحد.

منهجية الدراسة وإجراءاتها:

منهجية الدراسة:

اعتمدت الباحثة على المنهج التجريبي (Quasi-Experimental Design)، ذو التصميم شبه التجريبي القائم على المجموعتين: التجريبية والضابطة، ذاتي الأداءين القبلي والبعدي، حيث تقوم فكرة هذا التصميم على اختيار مجموعتين: إحداهما تمثل المجموعة التجريبية Experimental Group والأخرى تمثل المجموعة الضابطة Control Group بحيث يتم تطبيق أدوات الدراسة، قبلًا على المجموعتين: التجريبية والضابطة؛ بهدف التأكد من تكافؤ المجموعتين، ثم يتم تدريس أفراد المجموعة التجريبية باستخدام تقنيات الإجراء الرياضي، والمجموعة الضابطة بالطريقة الاعتيادية، ثم يتم إعادة تطبيق الأداة لمعرفة فاعلية البرنامج المقترح.

مجتمع الدراسة:

يتكون مجتمع الدراسة من جميع طالبات الصف الثاني الثانوي في المدارس الثانوية في إدارة تعليم المدينة المنورة البالغ عددهن (10733) طالبة، حسب إحصائية إدارة تعليم المدينة المنورة لعام 1447هـ.

عينة الدراسة:

شملت عينة الدراسة مجموعتين متكافئتين من مجتمع الدراسة من طالبات الصف الثاني الثانوي من الثانوية الثالثة والعشرين التابعة لمكتب تعليم العقيق التابع لإدارة التعليم بمنطقة المدينة المنورة، وتم اختيار المجموعتين بطريقة عشوائية إلى مجموعة تجريبية ومجموعة ضابطة، وبلغ عدد المجموعتين (60) طالبة بواقع (30) للمجموعة التجريبية، وكذلك بلغ عدد طالبات المجموعة الضابطة (30) طالبة.

متغيرات الدراسة:

- المتغير المستقل Independent Variable : وهو (تقنيات الإجراء الرياضي).
- المتغير التابع Dependent Variable : وهو مهارات الطلاقة الإجرائية لدى طالبات المرحلة الثانوية.

أدوات الدراسة:

دليل المعلمة:

أعدت الباحثة دليل المعلمة الخاص بتدريس فصل "الدوال والمتباينات" وقد اشتمل الدليل على التالي:

- محتويات الدليل.
- تمهيد نظري.
- ما يميز الدليل.
- أهداف الدليل.
- الأهداف العامة لمادة الرياضيات للصف الثاني الثانوي.
- جدول تخطيط لدروس فصل (الدوال والمتباينات).
- جدول تفصيلي للأنشطة والتقنيات المستخدمة في تدريس فصل (الدوال والمتباينات).
- الخطة الزمنية المقترحة لتدريس الفصل الأول: الدوال والمتباينات باستخدام تقنيات الإجراء الرياضي.
- التقنيات المستخدمة في تدريس الفصل الأول (الدوال والمتباينات).

اختبار الطلاقة الإجرائية:

تم بناء اختبار الطلاقة الإجرائية وضبطه وفقاً للخطوات الآتية:

1. تحديد الهدف من الاختبار: وقد تمثل في قياس مهارات الطلاقة الإجرائية لدى طالبات الصف الثاني الثانوي بعد دراستهم لفصل الدوال والمتباينات في كتاب الرياضيات.
2. تحديد مهارات الطلاقة الإجرائية المستهدفة: وذلك من خلال الرجوع إلى المصادر الأساسية في الطلاقة الإجرائية، مثل: وثيقة الموقف الاستراتيجي للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات تجاه الطلاقة الإجرائية (NCTM, 2023)، وكتاب " معرفة الطلاقة في تدريس الرياضيات وتعلمها (Figuring Out Fluency in Mathematics Teaching and Learning) (Bay-Williams & San Giovanni, 2021) ، والتي حددتها بثلاث مهارات رئيسية ، هي: (1) الدقة ، (2) الكفاءة ، (3) المرونة.
3. تحديد مؤشرات قياس مهارات الطلاقة الإجرائية: وذلك من خلال الرجوع إلى المصادر الأساسية السابقة، إضافة إلى الاستفادة من الدراسات التي قاست الطلاقة الإجرائية، مثل: المنوفي والمعلم (2018)، وقد حُددت مؤشرات الطلاقة الإجرائية بما يلي:

جدول (1): مؤشرات قياس الطلاقة الإجرائية

المهارة	المؤشرات لدى الطالب	الإجراء المرتبط بالمؤشر
الكفاءة	اختيار استراتيجية مناسبة	اختيار استراتيجية مناسبة
المرونة	معرفة أكثر من إستراتيجية للحل	استبدال أو تكييف الاستراتيجية
الدقة	الوصول للإجابة الصحيحة بخطوات سليمة (الدقة)	الوصول للإجابة الصحيحة – إكمال الخطوات بدقة

4. بناء جدول مواصفات الاختبار: رُوِّعَت الإجراءات التالية عند بناء جدول المواصفات:
 - تحديد الوزن النسبي لموضوعات فصل " الدوال والمتباينات" في كتاب الرياضيات؛ حيث يتكون فصل الدوال والمتباينات من خمسة دروس (العلاقات والدوال – دوال خاصة – تمثيل المتباينات الخطية ومتباينات القيمة المطلقة بيانياً – حل أنظمة المتباينات الخطية بيانياً – البرمجة الخطية والحل الأمثل).
 - تحديد الوزن النسبي لكل مهارة من مهارات الطلاقة الإجرائية، بناءً على عدد مؤشراتها.
 - تحديد العدد الإجمالي لأسئلة الاختبار، والتي حددتها الباحثة بـ (21) سؤالاً حيث بُنيت فقرات الاختبار لتقيس مهارات الطلاقة الإجرائية الثلاث بالتساوي ؛ 20 سؤالاً موضوعياً وسؤال واحد مقالي.
 - تحديد عدد الأسئلة الخاصة بكل مهارة في كل موضوع بناءً على تقاطع أوزانها النسبية.
5. صياغة فقرات الاختبار: حيث صيغت فقرات الاختبار لتتضمن نوعين من الأسئلة: سؤال مقالي واحد وأسئلة موضوعية من نوع الاختيار من متعدد وعددها أيضاً (20) سؤالاً، وقد بُنيت فقرات الاختبار لتقيس مهارات الطلاقة الإجرائية الثلاث بالتساوي ، إذ خُصص لكل مهارة سبعة أسئلة لأن مجموع الأسئلة (21) والمهارات (3) .
6. صياغة تعليمات الاختبار: كُتِبَت تعليمات الاختبار، مع تحديد الزمن المتوقع لإنجازه، وتعريفًا بالهدف منه، وبيانًا لعدد أسئلته مع الإشارة لنوعها ، وإرشادات عامة في كيفية الإجابة عنها، وقد كتبت التعليمات لتكون شاملة ومبينة لما هو مطلوب من الطالبة.
7. تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية: جرى تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية من غير عينة الدراسة الأساسية ؛ والتي تكونت من (34) طالبة من طالبات الصف الثاني الثانوي وذلك بهدف قياس الخصائص السيكمومترية لاختبار الطلاقة الإجرائية.
8. قياس الخصائص السيكمومترية لاختبار الطلاقة الإجرائية: جرى التأكد من توافر الخصائص السيكمومترية في الاختبار؛ إذ تم التأكد من أن الاختبار يشتمل على الخصائص الآتية:

أ- قياس صدق الاختبار: فُحص صدق الاختبار بنوعيه صدق المحتوى والصدق الظاهري كما يلي:

- صدق المحتوى (Content Validity): ويقصد به أن يقيس الاختبار ما أعد لقياسه، ويسمى أحياناً بصدق المضمون. ولكي يتَّسم الاختبار بصدق المحتوى فإن أسئلته يجب أن تكون ممثلة للمحتوى المراد قياسه، وفُحص ذلك من خلال مقارنة أسئلة الاختبار بجدول مواصفات الطلاقة الإجرائية (3-3).
 - الصدق الظاهري (Face Validity): ويقصد به صدق المحكمين؛ إذ عرض الاختبار بنسخته الأولية على عدد (12) محكمًا من المتخصصين في تعليم الرياضيات، وذلك لإبداء آرائهم في الاختبار، وذلك من حيث مدى تمثيل السؤال مهارات الطلاقة الإجرائية، ومن حيث سلامة الصياغة اللغوية والعلمية للسؤال، ومن حيث مدى مناسبة السؤال لمحتوى فصل الدوال والمتباينات وقد تم تعديل الاختبار وفق ملاحظات وآراء المحكمين.
- التجريب الاستطلاعي لأداة الدراسة (اختبار مهارات الطلاقة الإجرائية):
- بعد الانتهاء من إعداد أداة الدراسة وتعديلها في ضوء آراء المحكمين تم تجريب أداة الدراسة على عينة عددها (34) من الطالبات، وذلك بهدف التحقق من صدق وثبات المقاييس، على النحو التالي:
- أ- حساب معامل الصعوبة والسهولة:

وهو عبارة عن حساب نسبة الطالبات الذين يجيبون عن الفقرة إجابة خاطئة من المفحوصين الذين حاولوا الإجابة عن هذه الفقرة، وقامت الباحثة بحساب معامل الصعوبة والسهولة لعينة استطلاعية عددها (34) من خارج عينة الدراسة، باستخدام المعادلة التالية (علام، 2007، ص145-144):

$$\text{معامل الصعوبة} = \frac{\text{عدد الطلبة الذين أجابوا عن الفقرة إجابة خاطئة}}{\text{عدد الطلبة الذين حاولوا الإجابة}} \times 100$$

ويتم حساب معامل السهولة من خلال المعادلة:

$$\text{معامل السهولة} = 100 - \text{معامل الصعوبة}$$

جدول (2): يبين معامل الصعوبة والسهولة لأسئلة اختبار مهارات الطلاقة الإجرائية

رقم السؤال	عدد الاجابات الصحيحة	عدد الاجابات الخاطئة	معامل السهولة	معامل الصعوبة
1	13	21	%38.2	%61.8
2	11	23	%32.4	%67.6
3	9	25	%26.5	%73.5
4	10	24	%29.4	%70.6
5	12	22	%35.3	%64.7
6	13	21	%38.2	%61.8
7	10	24	%29.4	%70.6
8	14	20	%41.2	%58.8
9	15	19	%44.1	%55.9
10	10	24	%29.4	%70.6
11	12	22	%35.3	%64.7
12	10	24	%29.4	%70.6
13	13	21	%38.2	%61.8
14	11	23	%32.4	%67.6
15	16	18	%47.1	%52.9
16	17	17	%50.0	%50.0
17	11	23	%32.4	%67.6
18	12	22	%35.3	%64.7
19	10	24	%29.4	%70.6
20	12	22	%35.3	%64.7
21	13	21	%38.2	%61.8

يتبين من الجدول السابق أن قيم معامل السهولة تراوحت بين (26.5% إلى 64.7%)، كما تراوحت معاملات الصعوبة بين (35.3% إلى 73.5%)، وجميع هذه القيم مقبولة، وتوضح صلاحية الاختبار للتطبيق الميداني، حيث يرى علام (2007)، أنه إذا كان معامل الصعوبة أقل من (25%) يعد السؤال صعباً، أما إذا زاد عن (75%) يعد السؤال سهلاً، وما يقع بينهما يعتبر متوسط الصعوبة.

ب- حساب معامل التمييز:

يشير معامل تمييز السؤال إلى مدى قدرة هذا السؤال على إبراز الفروق الفردية بين مستوى الطلاب، أي أنه يشير إلى درجة تمييز المفردة بين مرتفعي التفكير الناقد ومنخفضي التفكير الناقد من الطلاب بعد تطبيق الاختبار عليهم.

ويرى (كاظم، 2001) أنه يمكن تفسير قيم معامل التمييز على النحو التالي:

- معامل التمييز ≤ 0.30 الفقرة تليي الغرض أو الهدف.
 - $0.20 \geq$ معامل التمييز ≥ 0.29 الفقرة تقع على الحد الفاصل وتحتاج إلى مراجعة.
 - معامل التمييز ≥ 0.19 يجب حذف هذه الفقرة أو إجراء مراجعة تامة لها.
- وقامت الباحثة بتقسيم عينة الدراسة الاستطلاعية والبالغ عددها (34) طالبة، ثلاث مجموعات على النحو التالي:
- المجموعة الأولى، وتمثل ما نسبته (27%) من إجمالي العينة الاستطلاعية، وعددها (9) من الطالبات، وهي المجموعة العليا.
 - المجموعة الثانية وتمثل ما نسبته (27%) من إجمالي العينة الاستطلاعية، وعددها (9) من الطالبات، وهي المجموعة الدنيا.
 - المجموعة الثالثة، وعددها (16) من الطلاب، وهي المجموعة الوسطى وهي المجموعة التي تم استبعادها من حساب معامل التمييز، وتم حساب معامل التمييز وفق المعادلة التالية:

$$\text{معامل التمييز} = \frac{\text{عدد الإجابات الصحيحة عن الفقرة في المجموعة العليا} - \text{عدد الإجابات الصحيحة عن الفقرة في المجموعة الدنيا}}{\text{عدد أفراد أحد المجموعتين}} \times 100$$

وبعد حساب معامل التمييز ظهرت النتائج كما يوضحها الجدول التالي:

جدول (3): حساب معامل التمييز لأسئلة الاختبار

رقم السؤال	المجموعة العليا	المجموعة الدنيا	معامل التمييز
1	9	3	66.7%
2	10	6	44.4%
3	8	3	55.6%
4	9	6	33.3%
5	8	2	66.7%
6	9	3	66.7%
7	8	5	33.3%
8	5	1	44.4%
9	8	2	66.7%
10	9	3	66.7%
11	7	3	44.4%
12	4	0	44.4%
13	9	5	44.4%
14	8	5	33.3%
15	9	4	55.6%
16	8	4	44.4%
17	7	3	44.4%
18	3	0	33.3%
19	8	5	33.3%
20	9	2	77.8%
21	7	4	33.3%

يتبين من الجدول السابق أن قيم معاملات التمييز قد تراوحت بين (33.3%، 77.8%) وهي قيم مقبولة، وتدل على أن الاختبار لديه القدرة على التمييز بين أفراد الدراسة، مرتفعي ومنخفضي التحصيل.

حساب معامل ثبات الاختبار: للتحقق من الثبات لمفردات الاختبار وتم استخدام معامل ألفا كرونباخ، وجاءت النتائج كما يوضحها الجدول التالي:

جدول (4): معاملات ثبات ألفا كرونباخ

المستويات المعرفية لاختبار مفاهيم جغرافية الكون	عدد البنود	معامل الثبات ألفا كرونباخ
مهارة المرونة	7	0.812
مهارة الكفاءة	7	0.801
مهارة الدقة	7	0.786
معامل الثبات الكلي	21	0.851

من خلال النتائج الموضحة أعلاه يتضح أن ثبات الاختبار مرتفع، حيث تراوحت قيمة الثبات بين (0.86 إلى 0.812)، كما بلغت قيمة قيمة معامل الثبات الكلي (0.851) وهي قيمة تدل على صلاحية الاختبار للتطبيق الميداني.

صدق الاختبار:

قامت الباحثة بحساب الاتساق الداخلي لفقرات الاختبار وذلك بحساب معامل ارتباط بيرسون لكل فقرة من فقرات الاختبار مع البعد الذي تدرج تحته وكذلك مع الدرجة الكلية للاختبار وجدول (5) يوضح نتائج ذلك.

جدول (5): معامل ارتباط كل فقرة من فقرات اختبار (مهارات الطلاقة الإجرائية) مع البعد والدرجة الكلية للاختبار

م	معامل الارتباط بالبعد	معامل الارتباط بالدرجة الكلية	م	معامل الارتباط بالبعد	معامل الارتباط بالدرجة الكلية
أولاً: مهارة المرونة			ثانياً: مهارة الكفاءة		
1	**0.767	**0.752	1	**0.744	**0.552
2	**0.905	**0.814	2	**0.796	**0.611
3	**0.485	*0.370	3	**0.779	**0.416
4	**0.736	**0.524	4	**0.673	**0.593
5	**0.678	**0.469	5	**0.720	**0.616
6	**0.749	*0.313	6	**0.824	**0.564
7	**0.772	*0.344	7	**0.902	**0.564
ثالثاً: مهارة الدقة					
1	**0.802	**0.554	5	**0.626	*0.328
2	**0.685	*0.376	6	**0.624	*0.346
3	**0.845	**0.455	7	**0.656	**0.462
4	**0.772	*0.386			

دالة إحصائية عند مستوى دلالة عند مستوى (0.05) فأقل. ** دالة إحصائية عند مستوى دلالة 0.01 فأقل.

من الجدول السابق يتضح أن جميع العبارات دالة عند مستوى (0.01)، وبعضها دال عند مستوى (0.05)، وهو ما يوضح أن جميع الفقرات المكوّنة للاختبار تتمتع بدرجة صدق عالية، تجعلها صالحة للتطبيق الميداني.

تحديد الزمن المناسب للاختبار:

لتحديد الزمن المناسب للاختبار عملت الباحثة على تطبيق المعادلة التالية:

$$\text{الوقت المناسب} = (\text{زمن أسرع طالب} + \text{زمن أبطأ طالب}) \div 2$$

$$= (22 + 41) \div 2 = 32 \text{ دقيقة.}$$

التكافؤ في مستوى الطلاقة الإجرائية لدى طالبات المجموعة التجريبية والضابطة:

قامت الباحثة باستخدام اختبار (ت) للعينات المستقلة، لمعرفة مستوى الطلاقة الإجرائية بالنسبة للمجموعة الضابطة والتجريبية؛ للتأكد من تكافؤ المجموعتين التجريبية والضابطة في مستوى الطلاقة الإجرائية على اختبار مهارات الطلاقة الإجرائية وجاءت النتائج كما يوضحها الجدول التالي:

جدول (6) يبين دلالة الفروق بين متوسطات درجات طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية

مهارات الاختبار	المجموعات	عدد الطالبات	متوسط الدرجات	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجات الحرية	مستوى الدلالة
مهارة المرونة	المجموعة الضابطة	30	2.83	0.874	-0.149	58	0.882
	المجموعة التجريبية	30	2.87	0.860			غير دالة
مهارة الكفاءة	المجموعة الضابطة	30	2.90	0.885	0.270	58	0.788
	المجموعة التجريبية	30	2.83	1.020			غير دالة
مهارة الدقة	المجموعة الضابطة	30	2.73	0.740	0.117	58	0.907
	المجموعة التجريبية	30	2.70	1.368			غير دالة
الدرجة الكلية لجميع مهارات الاختبار	المجموعة الضابطة	30	8.47	1.479	0.173	58	0.863
	المجموعة التجريبية	30	8.40	1.499			غير دالة

بالنظر إلى الجدول السابق يتضح عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين طالبات المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية في جميع المهارات الفرعية وكذلك الدرجة الكلية له، حيث بلغت مستويات الدلالة لجميع المهارات الفرعية والدرجة الكلية (المرونة، الكفاءة، الدقة)، وكذلك الدرجة الكلية للاختبار (0.882، 0.788، 0.907، 0.863)، على التوالي، مما يبين تكافؤ المجموعتين في جميع مهارات الطلاقة الإجرائية بشكل عام، وبالتالي صلاحية المجموعتين للتطبيق الميداني.

أساليب المعالجة الإحصائية:

- المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية.
- معامل ألفا كرونباخ (Cronbach Alpha) لاستخراج ثبات أدوات البحث.
- حساب قيم معامل الارتباط بيرسون (Pearson) لحساب صدق الاتساق الداخلي لأدوات الدراسة.
- اختبار (ت) للعينات المستقلة (Independent Samples Test)، للتعرف على الفروق في درجات طالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لأداة الدراسة، وكذلك التعرف على تكافؤ مجموعتي الدراسة في مستوى الطلاقة الإجرائية.
- تم استخدام معادلة مربع إيتا (η^2) (Eta Squared) لتحديد حجم تأثير المتغير المستقل (تقنيات الإجراء الرياضي)، على المتغيرات التابعة (مستوى الطلاقة الإجرائية) لدى طالبات المرحلة الثانوية.
- تم استخدام معادلة بلاك (Black) لحساب فاعلية تقنيات الإجراء الرياضي، في تنمية مهارات الطلاقة الإجرائية لدى طالبات المرحلة الثانوية.

عرض نتائج الدراسة ومناقشتها:

إجابة السؤال الأول ونصه: ما فاعلية استخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارة الدقة؟

للإجابة على هذا التساؤل قامت الباحثة بصياغة الفرض التالي والتحقق من صحته على النحو التالي:

التحقق من صحة الفرض الأول ونصه: يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية (مهارة الدقة) لصالح المجموعة التجريبية.

للتحقق من مدى صحة هذا الفرض قامت الباحثة باستخدام اختبار (ت) للعينات المستقلة (Independent Samples Test)؛ لتوضيح دلالة الفروق بين متوسطات المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية عند (مهارة الدقة)، وجاءت النتائج على النحو التالي:

جدول (7): اختبار (ت) للعينات المستقلة (Independent Samples Test) لتوضيح دلالة الفروق بين متوسطات المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار

مهارات الطلاقة الإجرائية عند (مهارة الدقة)								
المهارات الفرعية للاختبار	المجموعات	عدد الطالبات	متوسط الدرجات	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجات الحرية	مستوى الدلالة	مربع إيتا (η²)
مهارة الدقة	المجموعة الضابطة	30	2.77	0.504	17.417	58	*0.00	0.84
	المجموعة التجريبية	30	6.07	0.907			دالة	

* فروق دالة عند مستوى (0.05).

يتضح من الجدول السابق تفوق طالبات المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية عند مهارة (الدقة) حيث بلغ متوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية عند مهارة (الدقة) (6.07)، بينما بلغ متوسط درجات المجموعة الضابطة (2.77) عند درجة حرية (58)، كما يتبين أن مستوى الدلالة (0.00) وهي قيمة دالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$)، مما يوضح وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية وطالبات المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية عند مهارة (الدقة) لصالح المجموعة التجريبية، وعلى ذلك تم التحقق من صحة الفرض الأول وقبوله. كما تبين أن قيمة مربع إيتا عند مهارة (الدقة) بلغت (0.84) وهي قيمة تتجاوز القيمة الدالة على الأهمية التربوية للنتائج الإحصائية في البحوث التربوية والنفسية ومقدارها (0.14) مما يدل على وجود أثر بدرجة كبيرة، ومهمة تربوياً لاستخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارة (الدقة) لدى طالبات الصف الثاني الثانوي.

وللإجابة على السؤال الأول والتعرف على فاعلية تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارات الطلاقة الإجرائية (عند مهارة الدقة) لدى طالبات المرحلة الثانوية تم استخدام معادلة بلاك (Black) الذي يشير إلى أنه إذا كانت نسبة الكسب المعدل تقع بين الصفر والواحد الصحيح (صفر - 1) فإنه يمكن الحكم بعدم فاعلية تقنيات الإجراء الرياضي في التدريس نهائياً، مما يعني أن الطالبات لم يتمكن من بلوغ نسبة (50%) من الكسب المتوقع، أما إذا زادت نسبة الكسب عن الواحد الصحيح ولم تتعد (1.2)، فهذا يعني أن نسبة الكسب المعدل وصلت إلى الحد الأدنى من الفاعلية، وهذا يدل على أن التدريس بتقنيات الإجراء الرياضي حقق فاعلية مقبولة، ولكن إذا تعدت نسبة الكسب (1.2)، فهذا يعني أن نسبة الكسب المعدل وصلت إلى الحد الأقصى للفاعلية، وهذا يدل على أن التدريس من خلال تقنيات الإجراء الرياضي حقق فاعلية عالية.

وقد حسبت نسبة الكسب من المعادلة التالية: (الوكيل، والملقي، 1996، ص. 386)

$$\text{نسبة الكسب المعدل} = \frac{(\text{ص} - \text{د}) / (\text{س} - \text{د}) + (\text{ص} - \text{س}) / (\text{د} - \text{س})}{2}$$

حيث إن:

ص: متوسط درجة الاختبار البعدي.

س: متوسط درجة الاختبار القبلي.

د: الدرجة العظمى للاختبار.

وللتأكد من فاعلية استخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارة الدقة حُسب المتوسط الحسابي لدرجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيقين: القبلي والبعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية (عند مهارة الدقة)، والجدول التالي يوضح ذلك.

جدول (8): الكسب المعدل للمهارات الفرعية لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية (عند مهارة الدقة)				
المهارات الفرعية لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية	متوسط درجات التطبيق القبلي	متوسط درجات التطبيق البعدي	الدرجة العظمى	نسبة الكسب المعدل لبلاك
مهارة الدقة	2.70	6.07	7	1.27

يتضح من الجدول السابق أن نسبة الكسب المعدل لمهارة الدقة بلغت (1.27) وهي أكبر من النسبة التي حددها بلاك وهي (1.2) مما يدل على أن استخدام تقنيات الإجراء الرياضي لها فاعلية بدرجة كبيرة في تنمية مهارة الدقة.

إجابة السؤال الثاني ونصه: ما فاعلية استخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارة الكفاءة؟

للإجابة على هذا التساؤل قامت الباحثة بصياغة الفرض التالي والتحقق من صحته على النحو التالي:

التحقق من صحة الفرض الثاني ونصه: يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية (مهارة الكفاءة) لصالح المجموعة التجريبية.

للتحقق من مدى صحة هذا الفرض قامت الباحثة باستخدام اختبار (ت) للعينات المستقلة (Independent Samples Test)؛ لتوضيح دلالة الفروق بين متوسطات المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية عند (مهارة الكفاءة)، وجاءت النتائج على النحو التالي:

جدول (9): اختبار (ت) للعينات المستقلة (Independent Samples Test) لتوضيح دلالة الفروق بين متوسطات المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار

مهارات الطلاقة الإجرائية عند (مهارة الكفاءة)							
المهارات الفرعية للاختبار	المجموعات	عدد الطالبات	متوسط الدرجات	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجات الحرية	مستوى الدلالة (p)
مهارة الكفاءة	المجموعة الضابطة	30	2.93	0.583	13.656	58	*0.00 دالة
	المجموعة التجريبية	30	6.03	1.098			

* فروق دالة عند مستوى (0.05).

يتضح من الجدول السابق تفوق طالبات المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية عند مهارة (الكفاءة) حيث بلغ متوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية عند مهارة (الكفاءة) (6.03)، بينما بلغ متوسط درجات المجموعة الضابطة (2.93)، عند درجة حرية (58)، كما يتبين أن مستوى الدلالة (0.00) وهي قيمة دالة إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$)، مما يوضح وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية وطالبات المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية عند مهارة (الكفاءة) لصالح المجموعة التجريبية، وعلى ذلك تم التحقق من صحة الفرض الثاني وقبوله. كما تبين أن قيمة مربع إيتا عند مهارة (الكفاءة) بلغت (0.76) وهي قيمة تتجاوز القيمة الدالة على الأهمية التربوية للنتائج الإحصائية في البحوث التربوية والنفسية ومقدارها (0.14) مما يدل على وجود أثر بدرجة كبيرة، ومهمة تربوياً لاستخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارة (الكفاءة) لدى طالبات الصف الثاني الثانوي.

وللإجابة على السؤال الثاني والتعرف على فاعلية تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارات الطلاقة الإجرائية (عند مهارة الكفاءة) لدى طالبات المرحلة الثانوية تم استخدام معادلة بلاك (Black) حيث حُسب المتوسط الحسابي لدرجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيقين: القبلي والبعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية (عند مهارة الكفاءة)، والجدول التالي يوضح ذلك.

جدول (10): الكسب المعدل للمهارات الفرعية لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية (عند مهارة الكفاءة)				
المهارات الفرعية لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية	متوسط درجات التطبيق القبلي	متوسط درجات التطبيق البعدي	الدرجة العظمى	نسبة الكسب المعدل لبلاك
مهارة الكفاءة	2.87	6.03	7	1.22

يتضح من الجدول السابق أن نسبة الكسب المعدل لمهارة الكفاءة بلغت (1.22) وهي أكبر من النسبة التي حددها بلاك وهي (1.2) مما يدل على أن استخدام تقنيات الإجراء الرياضي لها فاعلية بدرجة كبيرة في تنمية مهارة الكفاءة.

إجابة السؤال الثالث ونصه: ما فاعلية استخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارة المرونة؟

للإجابة على هذا التساؤل قامت الباحثة بصياغة الفرض التالي والتحقق من صحته على النحو التالي:

التحقق من صحة الفرض الثالث ونصه: يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية (مهارة المرونة) لصالح المجموعة التجريبية.

للتحقق من مدى صحة هذا الفرض قامت الباحثة باستخدام اختبار (ت) للعينات المستقلة (Independent Samples Test)؛ لتوضيح دلالة الفروق بين متوسطات المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية عند (مهارة المرونة)، وجاءت النتائج على النحو التالي:

جدول (11): اختبار (ت) للعينات المستقلة (Independent Samples Test) لتوضيح دلالة الفروق بين متوسطات المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار

مهارات الطلاقة الإجرائية عند (مهارة المرونة)							
المهارات الفرعية للاختبار	المجموعات	عدد الطالبات	متوسط الدرجات	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجات الحرية	مستوى الدلالة (p)
مهارة المرونة	المجموعة الضابطة	30	2.83	0.669	12.279	58	*0.00 دالة
	المجموعة التجريبية	30	5.97	1.159			

* فروق دالة عند مستوى (0.05).

يتضح من الجدول السابق تفوق طالبات المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية عند مهارة (المرونة) حيث بلغ متوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية عند مهارة (المرونة) (5.97)، بينما بلغ متوسط درجات المجموعة الضابطة (2.83)، عند درجة حرية (58)، كما يتبين أن مستوى الدلالة (0.00) وهي قيمة دالة إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$)، مما يوضح وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية وطالبات المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية عند مهارة (المرونة) لصالح المجموعة التجريبية، وعلى ذلك تم التحقق من صحة الفرض الثالث وقبوله.

كما تبين أن قيمة مربع إيتا عند مهارة (المرونة) بلغت (0.72) وهي قيمة تتجاوز القيمة الدالة على الأهمية التربوية للنتائج الإحصائية في البحوث التربوية والنفسية ومقدارها (0.14) مما يدل على وجود أثر بدرجة كبيرة، ومهمة تربويًا لاستخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارة (المرونة) لدى طالبات الصف الثاني الثانوي.

وللإجابة على السؤال الثالث والتعرف على فاعلية تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارات الطلاقة الإجرائية (عند مهارة المرونة) لدى طالبات المرحلة الثانوية تم استخدام معادلة بلاك (Black) حيث حُسب المتوسط الحسابي لدرجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيقين: القبلي والبعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية (عند مهارة المرونة)، والجدول التالي يوضح ذلك.

جدول (12): الكسب المعدل للمهارات الفرعية لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية (عند مهارة المرونة)

المهارات الفرعية لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية	متوسط درجات التطبيق القبلي	متوسط درجات التطبيق البعدي	الدرجة العظمى	نسبة الكسب المعدل لبلاك
مهارة المرونة	2.83	5.97	7	1.21

يتضح من الجدول السابق أن نسبة الكسب المعدل لمهارة المرونة بلغت (1.21) وهي أكبر من النسبة التي حددها بلاك وهي (1.2) مما يدل على أن استخدام تقنيات الإجراء الرياضي لها فاعلية بدرجة كبيرة في تنمية مهارة المرونة.

مناقشة نتائج الدراسة:

بينت نتائج الدراسة أن هناك فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الطلاقة الإجرائية عند جميع المهارات لصالح المجموعة التجريبية، كما أن قيمة مربع إيتا عند جميع مهارات الطلاقة الإجرائية تتجاوز القيمة الدالة على الأهمية التربوية للنتائج الإحصائية في البحوث التربوية والنفسية ومقدارها (0.14) مما يدل على وجود أثر بدرجة كبيرة، ومهمة تربويًا لاستخدام تقنيات الإجراء الرياضي في تنمية مهارات الطلاقة الإجرائية لدى طالبات الصف الثاني الثانوي، وكذلك أوضحت الدراسة أن نسبة الكسب المعدل لجميع المهارات أكبر من النسبة التي حددها بلاك وهي (1.2) مما يدل على أن استخدام تقنيات الإجراء الرياضي لها فاعلية بدرجة كبيرة في تنمية جميع مهارات الطلاقة الإجرائية، وتغزو الباحثة تلك النتيجة إلى أن تقنيات الإجراء الرياضي تعتمد على خطوات محددة ومتسلسلة، ومع الممارسة المتكررة تتكون لدى الطالبات فكرة جيدة في استخدام هذه الخطوات، فتزداد مهارات الطلاقة الإجرائية لديهن، فعندما تعتمد الطالبات على قواعد رياضية منظمة، يصبح تطبيق الإجراء أكثر ثباتًا واتساقًا، مما ينمي طاقتهن الإجرائية عبر أداء متوازن ودقيق، وكذلك فإن استخدام التقنيات الإجرائية يدرّب الطالبات على الوقت الملائم لاستخدام كل إجراء وليس فقط كيف يستخدمه، وهذا يعزز الطلاقة من خلال التمكن من الانتقال السلس بين إجراءات مختلفة حسب طبيعة المسألة، بالإضافة إلى أن اتباع خطوات إجرائية واضحة يقلل من الجهد الذهني المطلوب لتذكر التفاصيل، مما يسمح للطالبات بتركيز طاقتهن على التنفيذ السريع، وهو عامل أساسي في الطلاقة الإجرائية، وكذلك فإن الإجراء الرياضي يربط بين الفكرة الرياضية والعملية الإجرائية، وهذا التكامل يساعد الطالبات على فهم سبب الخطوة وكيفية تطبيقها، مما يزيد من كفاءة وسلاسة الأداء الرياضي للطالبات، كما أن استخدام تقنيات الإجراء الرياضي أدى إلى وضوح الخطوات وتسلسلها المنطقي، حيث إن اتباع خطوات رياضية محددة يقلل من العشوائية في التفكير، ويوضح للطالبات المنهجية الواضحة والطريقة السليمة في تحليل البيانات وتنفيذ الحلول، مما يزيد من ضبط الأداء وتقليل الأخطاء، كما أن الإجراءات الرياضية تتطلب التركيز على كل خطوة ومعطى من معطيات مادة الرياضيات، ما يساعد الطالبات على التدقيق في الأرقام والمعادلات والرموز، وكذلك فإن تقنيات الإجراء الرياضي توفر للطالبات مسارًا واضحًا ومحددًا للحل، ما يساعدهن على إنجاز المهمة بأعلى مستوى من السرعة والكفاءة دون خطوات زائدة أو تكرار غير ضروري، وهو ما يعزز من مهارة الكفاءة لديهن، بالإضافة إلى أن تقنيات الإجراء الرياضي تتيح أكثر من مسار للوصول إلى النتيجة، مما يشجع المتعلم على تجربة حلول بديلة، وهذا يعزز المرونة في الانتقال بين أساليب التفكير، فعند مواجهة مسألة جديدة أو معطيات مختلفة، تحتاج الطالبات إلى تغيير الإجراء أو تعديل الخطوات، وهذا التكيف المستمر هو جوهر مهارة المرونة الرياضية وأساسها.

واتفقت تلك النتيجة مع دراسة (الفهد، 2025) التي توصلت وجود تحول واضح في ممارسة استخدام التمثيلات الرياضية والربط بينها لدى المعلمات وهو التحول من التدريس عن التمثيلات إلى التدريس من خلال التمثيلات واستخدام الأدوات والتقنية في التقييم، كما اتفقت كما اتفقت مع دراسة بونافيني ولي (Bonafini & Lee, 2021) التي أشارت إلى أن هناك دورًا فعالاً لأدوات تسجيل الشاشة كمساعد في تقديم المحتوى التعليمي للرياضيات، وأوصت الدراسة بتطبيق دورات تعليمية متكاملة تشمل تصميم الدروس، تنفيذها، والتفكير النقدي فيها بعد مشاهدتها أو إنشائها، لتحقيق تنمية فعليّة في استعمال screencast & TPACK لإنتاج الدروس التعليمية ضمن مناهج إعداد المعلمين، كما اتفقت مع دراسة (الكيلاي، 2024) التي توصلت إلى وجود أثر إيجابي لبرمجية جيوجبرا في تدريس الرياضيات، وكذلك اتفقت مع (العبرية، 2023) التي أشارت إلى وجود أثر لتوظيف تطبيق الجيوجبرا GeoGebra في تدريس وحدة التماثل على التحصيل الهندسي والدافعية نحو تعلم الهندسة لدى طلبة الصف السابع الأساسي بمحافظة مسقط بسلطنة عمان، كما اتفقت مع دراسة شالون وسوبيدي (Chalaune & Subedi, 2020) التي بينت أن استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وخاصة GeoGebra، يعد أداة فعالة لزيادة التحصيل؛ لتعزيز الفضول والإبداع، لتوضيح المفاهيم؛ وتشجيع التعلم الشامل للطلاب في الرياضيات، كما اتفقت مع دراسة جوشي وسينغ (Joshi & Singh, 2021) التي توصلت إلى وجود تأثير لتقنية جيوجبرا في التحصيل الرياضي فيما يتعلق بالمعادلات الخطية واستكشاف تصورات الطلاب نحو استخدام جيوجبرا في تدريس الرياضيات، كما أظهرت نتائج الدراسة أن تحصيل الطلاب المتدربين على برنامج جيوجبرا كان أعلى بكثير من المجموعة الضابطة، بالإضافة إلى ذلك، وجد أن مستوى تصورات طلاب المجموعة التجريبية مرتفع نحو استخدام برنامج جيوجبرا، وكذلك اتفقت مع

دراسة نزارميامنا وآخرون (Nzaramyimana et al., 2021) التي توصلت إلى أن طلاب المجموعة التجريبية يمكنهم التعلم بشكل مستقل من خلال البرامج الديناميكية التفاعلية، ولذلك أظهرت النتائج أن اهتمام الطلاب بتعلم الرياضيات زاد، كما اتفقت مع دراسة عبد الله (2023) والتي كان من ضمن ما أشارت إليه في نتائجها وجود أثر إيجابي لاستخدام برنامج جيوجبرا Geogebra.

توصيات الدراسة:

- استخدام تقنيات الإجراء الرياضي في العملية التعليمية؛ نظراً لما ثبت من فاعليتها في مهارات الطلاقة الإجرائية لدى طالبات المرحلة الثانوية.
- التركيز على النماذج والإستراتيجيات التدريسية التي تجعل المتعلم مفكراً متأملاً نشطاً، وتتيح له الفرصة في المشاركة بحرية أثناء العملية التعليمية.
- الاستفادة من تصميم الدروس وفق تقنيات الإجراء الرياضي في التخطيط والتصميم للدروس الرياضية، وتنظيم مراحل الدروس، وتنوع الأهداف والأنشطة وفق هذه التقنيات.
- توفير بيئة صفية ثرية داعمة للعملية التعليمية، بتوفير الأدوات والمواد والأجهزة اللازمة لإجراء التجارب العملية، واستخدام التقنيات الحديثة في التعليم.
- الاهتمام ببرامج إعداد المعلمات وتدريبهن على نماذج وإستراتيجيات التدريس الحديثة بشكل عام.
- تبني البرامج التدريبية اللازمة للمعلمات، التي تساهم في زيادة مهارتهن نحو توظيف الاستراتيجيات التدريسية الحديثة في العملية التعليمية، والتركيز على الجانب التطبيقي، والبعد عن التنظير لمثل هذه الاستراتيجيات.
- توفير المناخ التربوي الداعم للطالبات، الذي يتميز بالتقبل والتشجيع، وتقدير إنتاجية الطالبات، ومراعاة الفروق الفردية بين الطالبات.
- تزويد المعلمات بأدوات ومقاييس الكشف عن أساليب التعلم الملائمة للطالبات؛ لمساعدتهن على اختيار الطرق والأساليب المناسبة للتدريس.

مقترحات الدراسة:

- في ضوء نتائج الدراسة الحالية وتوصياتها، تقترح الباحثة إجراء الدراسات والبحوث التالية:
- إجراء دراسات عن فاعلية تقنيات الإجراء الرياضي في التحصيل الدراسي لدى الطالبات في مراحل تعليمية أخرى.
- إجراء دراسة مماثلة لبحث أثر استخدام تقنيات الإجراء الرياضي على متغيرات تابعة أخرى؛ كالاتجاهات، والقيم، والدافعية للإنجاز، وبقاء أثر التعلم، وتقصي نتائجها في مراحل تعليمية أخرى.
- إجراء المزيد من الدراسات عن المعوقات التي تحول دون استخدام تقنيات الإجراء الرياضي في العملية التعليمية؛ للوقوف على هذه المعوقات، ومحاولة وضع الحلول الملائمة لها.

المراجع:

أولاً: المراجع العربية

- الأسمرى، نورة عوضه. (2022). تصور مقترح لتنمية البراعة الرياضية لدى طالبات المرحلة الابتدائية. *مجلة العلوم التربوية*، (30)، 108-59.
- أعمر، بيان حسن. (2020). *أثر استخدام الألغاز التعليمية الإلكترونية في تنمية الطلاقة الإجرائية في مادة الرياضيات لدى طلبة الصف الرابع الأساسي في مدارس عمان* [رسالة ماجستير منشورة، جامعة الشرق الأوسط] دار المنظومة، 87-1.
- بدران، دعاء زهير. (2017). *أثر استخدام برنامج Desmos على التحصيل الدراسي لطلبة الصف العاشر الأساسي في الرياضيات ومفهوم الذات الرياضي لديهم في محافظة طولكرم* [رسالة ماجستير منشورة، جامعة النجاح الوطنية] دار المنظومة، 209-1.
- البرازي، آلاء عدنان. (2022). أثر تدريس الرياضيات باستخدام برنامج الرسم البياني Desmos في التمثيل الرياضي وحل المسألة الرياضية لدى طلبة المرحلة الثانوية في الأردن. *مجلة جامعة عمان العربية للبحوث*، 7(2)، 304-279.
- بصبوص، سناء علي فلاح. (2024). *أثر التعلم باستخدام برنامج جيوجبرا في التحصيل الدراسي وتنمية التفكير الابتكاري في مادة الرياضيات لدى طلبة الصف التاسع في لواء البادية الشمالية الغربية*. [رسالة ماجستير غير منشورة]، جامعة آل البيت، كلية الأمير الحسين بن عبد الله لتكنولوجيا المعلومات، الأردن، 84-1.
- الجني، منصور بن مصلاح. (2020). أثر استخدام برنامج جيوجبرا Geogebra في تنمية البراعة العلمية الرياضية في مادة الرياضيات لدى طلاب الصف الثالث متوسط بمدينة الرياض. *مجلة التربية الخاصة والتأهيل*، مؤسسة التربية الخاصة والتأهيل، 10(37)، 169-112.
- الحنان، أسامة محمود. (2018م). برنامج قائم على البراعة الرياضية لتنمية مهارات الترابط الرياضي والميل نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. *مجلة كلية التربية*، 34(11)، 784-709.
- سالم، أسامة محمد أحمد، والقحطاني، هند مفلح ديبس. (2025). بيئة تعلم إلكترونية تشاركية قائمة على استراتيجيات التعلم بالنمذجة وأثرها في تنمية الطلاقة الإجرائية لدى تلميذات المرحلة الابتدائية بجدة. *مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية*، 11، 56.
- سالم، طاهر سالم، وسليمان، نهي محمد. (2020). أنشطة إثرائية قائمة على نظرية العبء المعرفي لتنمية مهارات التفكير الجبري وتحسين مستويات تجهيز المعلومات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *مجلة تربويات الرياضيات*، 23(8)، 119-67.

- السري، رهان إبراهيم. (2023). أثر استخدام التطبيق الرياضي Desmos في تدريس الدوال وتنمية التفكير الجبري لدى طلاب المرحلة الثانوية. *مجلة تربويات الرياضيات*، 26(1)، 95-129.
- شتية، بيسان يعقوب. (2022). أثر استخدام برمجية جيوجبرا GeoGebra على تحصيل طلبة الصف العاشر الأساسي في منهاج الرياضيات [رسالة ماجستير غير منشورة] جامعة النجاح الوطنية، كلية الدراسات العليا، فلسطين، 1-194.
- العبادي، فجر بشير فلاح. (2023). أثر تدريس مادة الرياضيات باستخدام برنامج جيوجبرا التفاعلي في تنمية البراعة الرياضية لدى طالبات الصف العاشر الأساسي في الأردن. [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة عمان العربية، كلية العلوم التربوية والنفسية الأردن، عمان 1-127.
- عبد الله، علي محمد غريب. (2023). استخدام برامج الهندسة التفاعلية عبر منصة مايكروسوفت تيمز لتنمية التفكير التصميمي والحس الهندسي لدى طلاب شعبة الرياضيات. *مجلة تربويات الرياضيات*، 26(4)، 153-223.
- عبد الحميد، رشا هاشم. (2017). فعالية استخدام استراتيجيات الرحلات المعرفية عبر الويب (الويب كوست) في تدريس الهندسة لتنمية البراعة الرياضية لدى طالبات المرحلة المتوسطة. *مجلة تربويات الرياضيات*، 20(3)، 32-87.
- العبرية، بشرى يوسف سليمان. (2023). أثر استخدام تطبيق جيوجبرا GeoGebra في تدريس وحدة التماثل على التحصيل الهندسي والدافعية نحو تعلم الهندسة لدى طلبة الصف السابع الأساسي بسلطنة عمان. *مجلة تربويات الرياضيات*، 26(6)، 52-112.
- عسيري، مفرح بن أحمد علي. (2021). أثر استخدام الروبوت التعليمي في تنمية الاستيعاب المفاهيمي والطلاقة الإجرائية في الرياضيات لدى تلاميذ الصفوف الأولية. *المجلة الدولية للمناهج والتربية التكنولوجية، الجمعية العربية للدراسات المتقدمة في المناهج العلمية*، كلية الدراسات العليا للتربية، جامعة القاهرة، 2، 155 - 193.
- علام، صلاح الدين محمود (2007) *الاختبارات والمقاييس التربوية والنفسية*. دار الفكر العربي للنشر والتوزيع.
- العطاس، أسماء عمر علي والفراني، لينا بنت أحمد بن خليل. (2020). أثر استخدام برنامج جيوجبرا GeoGebra على تنمية مهارات التعلم الموجه ذاتيا والتحصيل في الرياضيات لطالبات الصف الأول الثانوي بجدّة. *مجلة تربويات الرياضيات*، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، 23(5)، 54-75.
- العطني، محمد إبراهيم. (2025). فاعلية تدريس مقرر الرياضيات العامة باستخدام برنامج كاهوت التعليمي في تنمية الطلاقة الإجرائية لدى متدربي الكلية /التقنية [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة القصيم.
- العلي، تمارا هشام. (2025). أثر تدريس الرياضيات باستخدام محرك ولفرام ألفا (Alpha Wolfarm) في تنمية الطلاقة الإجرائية والحس العددي في مادة الرياضيات لدى طالبات المرحلة الأساسية في الأردن. *مجلة رماح للبحوث والدراسات*. مركز البحث وتطوير الموارد البشرية ع 117، 842-868.
- الفهد، نورة. (2025) برنامج تطوير مهني مقترح لتقنيات الإجراء الرياضي وفاعليته في تحسين استخدام التمثيلات الرياضية والربط بينها لدى معلمات المرحلة المتوسطة ومعتقداتهن المنتجة نحو الأدوات والتقنية. [رسالة دكتوراه غير منشورة] جامعة القصيم.
- القحص، هيله عيد. (2022). واقع استخدام تقنيات التعليم في تدريس الرياضيات من وجهة نظر معلمات المرحلة الثانوية في محافظة الخرج. *مجلة بحوث عربية في مجالات التربية النوعية*، 27(43)، 43-66.
- القطاطشة، فدوى خليل. (2015). أثر استخدام استراتيجيات تدريسية قائمة على الطلاقة الإجرائية في تنمية التفكير الرياضي والاستيعاب المفاهيمي والاتجاهات نحو الرياضيات لدى طلبة الصف الرابع الأساسي في الأردن [رسالة دكتوراه منشورة، الجامعة الأردنية] دار المنظومة، 1-117.
- الكيلاني، آلاء محمد. (2024). أثر توظيف برمجية جيوجبرا في تدريس التحويلات الهندسية في التحصيل في الرياضيات والاتجاه نحوها لدى طالبات الصف الحادي عشر [رسالة ماجستير منشورة] جامعة العلوم الإسلامية العالمية، كلية الدراسات العليا، الأردن. دار المنظومة 1-162.
- اللواتية، حميدة أحمد. (2017). فاعلية برنامج Desmos في اكتساب مفاهيم الدوال لدى طلبة الصف العاشر الأساسي ودافعتهم نحو تعلم الرياضيات [رسالة ماجستير منشورة]، جامعة السلطان قابوس دار المنظومة، 1-103.
- المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات. (2019). من المبادئ إلى الإجراءات: ضمان النجاح الرياضي للجميع (ترجمة: ناعم محمد العمري). الرياض: دار جامعة الملك سعود للنشر. (العمل الأصلي نشر عام 2014م).
- المطيري، عائشة. (2020م). مستوى تمكن طالبات الصف الرابع الابتدائي من أبعاد البراعة الرياضية. [رسالة ماجستير غير منشورة] جامعة القصيم.
- المعتم، خالد عبد الله، والمنوفي، سعيد جابر. (2018). مدى تمكن طلاب الصف الثاني المتوسط بمنطقة القصيم من مهارات البراعة الرياضية. *مجلة تربويات الرياضيات*، 21(6)، 59-105.
- الملوحي، أريج عبد الله. (2020). مستوى البراعة الرياضية لدى طالبات الصف السادس الابتدائي بمدينة الرياض. *مجلة تربويات الرياضيات*، 23(3)، 192-216.
- هلال، سامية حسنين عبد الرحمن. (2020م). فاعلية إستراتيجية تعليمية مقترحة باستخدام برمجية "جيوجبرا Geogebra" لتنمية البراعة الرياضية لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي. *مجلة تربويات الرياضيات*، 23(9)، 93 - 128.
- هيئة تقويم التعليم والتدريب. (2019). الإطار التخصصي لمجال تعلم الرياضيات. الإصدار الأول، الرياض. المملكة العربية السعودية.
- هيئة تقويم التعليم والتدريب. (2023). وثيقة معايير مجال الرياضيات. الإصدار الثاني. الرياض. المملكة العربية السعودية.
- وثيقة رؤية (2030) للمملكة العربية السعودية (2016م). موقع رؤية المملكة، منشورة على الرابط الإلكتروني الآتي: <https://www.vision2030.gov.sa>

ثانيًا: المراجع الأجنبية

- Abuso, A & Pasia, A. (2023). Contextualized Mathematical Learning Media in Fostering the Procedural Fluency Among Junior High School Students. *International Journal of Open - Access, Interdisciplinary & New Educational Discoveries of ETCOR Educational Research Center*, 3, 504 - 521.
- Bonafini, F & Lee, Y. (2021). Investigating Prospective Teachers' TPACK and their Use of Mathematical Action Technologies as they Create Screencast Video Lessons on iPads. *TechTrends*, 65, 303–319. [DOI]
- Chalaune, It & Subedi, A. (2020). Effectiveness of GeoGebra in teaching school mathematics. *Contemporary Research: An Interdisciplinary Academic Journal* 4(1), 46-58. [DOI]
- Dick, T., & Hollebrands, K.F.(Eds)(2011). *Focus in High School Mathematics: Technology to Support Reasoning and Sense Making*. Reston, VA:National Council of Teachers of Mathematics. Education,56-62.
- EL-Kasti, H. (2017). *Effect of a collaborative and iterative GeoGebra module on in-service mathematics secondary teachers' zones, practices, and technological pedagogical content knowledge*. Ph. D, Lebanese University.
- Hohenwarter, M., & Lavicza, Z.(2017). Mathematics teacher development with ICT: towards an International GeoGebra Institute. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*.27(3), 49-54.
- Hopkins, S & O'Donovan, R. (2021). Using complex learning tasks to build procedural fluency and financial literacy for young people with intellectual disability. *Mathematics Education Research Journal*, 33, 163–181. [DOI]
- Joshi, D & Singh, K. (2021). Effect of Using Geogebra on Eight Grade Students' Understanding in Learning Linear Equations. *Mathematics Teaching Research Journal*, 12 (3), 76-83.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2011). *Catalyzing change in high school mathematics: Initiating critical conversations*. Reston, VA: author
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM].(2014). *Procedural Fluency in*
- National Research Council. [NRC]. (2001). Adding it up: Helping Children Learn Mathematics in *Mathematics Learning Study Committee, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education*. (J. Kilpatrick, J. Swafford, and B. Findell) (Eds.). Washington, DC: National Academy Press.
- NCTM .(2000). Professional standards for teaching mathematics Reston VA : *National Council of Teacher of Mathematics*.
- Nzaramyimana, E., Mukandayambaje, E., Iyamuremye, Hakizumuremyi, V & Ukobizaba, F. (2021). Effectiveness of GeoGebra towards Students' Active Learning. *Performance and Interest to Learn Mathematics*. 9 (10), 2423-2430.
- Phuong, H. (2020). Measuring Conceptual Understanding, Procedural Fluency and Integrating Procedural and Conceptual Knowledge in Mathematical Problem Solving. *International Journal of Scientific Research and Management*, 8 (5), 1 - 17. [DOI]
- Safarini TLS, D. & Herman, T. (2020). An Analysis of Pre-Service Mathematics Teachers' Desmos Activities for Linear Programming Lesson. *International Journal of Pedagogical Development and Lifelong Learning*, 1(1), ep2002. [DOI]
- Santos-Trigo, M., Aguilar-Magallón, D & Reyes-Martínez, I. (2019). A Mathematical Problem-Solving Approach Based on Digital Technology Affordances to Represent, Explore, and Solve problems via Geometric Reasoning. *Problem Solving in Mathematics Instruction and Teacher Professional Development*, 145–166. [DOI]
- Schulz, A. (2023). Assessing student teachers' procedural fluency and strategic competence in operating and mathematizing with natural and rational numbers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 1 - 28. [DOI]
- Septian, A., Inayah, S., Suwarman, R & Nugraha, R. (2019). GeoGebra-Assisted Problem Based Learning to Improve Mathematical Problem-Solving Ability. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 467, 67-71.
- Sudiarta, I & Nugraha, D. (2019). Increasing conceptual understanding and procedural fluency on teaching polyhedrons using blended learning strategy: a case study on 8th grader of SMP N 1 Sukawati. *Journal of Physics: Conference Series*, 1321, 1 - 6. [DOI]
- Uwurukundo, M., Maniraho, J & Tusiime, M. (2020). GeoGebra integration and effectiveness in the teaching and learning of mathematics in secondary schools: A review of literature. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences*, 16 (1), 1-13. [DOI]
- Walker, D. (2014). *Technology In Higher Education Mathematics: A Mixed Methods Study*. Ph. D, Oklahoma State University.
- Zebua, S & Waruwu, E. (2022). Students' Mathematical Procedural Fluency Based on Self - regulated learning. *Journal of Innovation and Research in Primary Education*, 1 (2), 56 – 62. [DOI]

Zilinskienei, L., & Demirbilek, M. (2015). Use of GeoGebra in Primary math education in Lithuania: An exploratory study from teachers perspective. *Informatics in education*, 14(1), 127-142. [DOI]

ثالثاً: ترجمة المراجع العربية

- Aamar, B. H. (2020). *The effect of using electronic educational puzzles on developing procedural fluency in mathematics among fourth-grade students in Amman schools* (Published master's thesis, Middle East University). Dar Almandumah, 1–87.
- Abdel Hamid, R. H. (2017). The effectiveness of using the WebQuest strategy in teaching geometry to develop mathematical proficiency among middle school female students. *Journal of Mathematics Education*, 20(3), 32–87.
- Abdullah, A. M. G. (2023). Using interactive geometry software through the Microsoft Teams platform to develop design thinking and geometric sense among mathematics major students. *Journal of Mathematics Education*, 26(4), 153–223.
- Al-Abadi, F. B. F. (2023). *The effect of teaching mathematics using the interactive GeoGebra program on developing mathematical proficiency among tenth-grade female students in Jordan* (Unpublished master's thesis). Amman Arab University, Faculty of Educational and Psychological Sciences, Jordan.
- Al-Abriyah, B. Y. S. (2023). The effect of using the GeoGebra application in teaching the symmetry unit on geometry achievement and motivation toward learning geometry among seventh-grade students in the Sultanate of Oman. *Journal of Mathematics Education*, 26(6), 52–112.
- Al-Alabi, T. H. (2025). The effect of teaching mathematics using the Wolfram Alpha engine on developing procedural fluency and number sense among basic education female students in Jordan. *Rimak Journal for Research and Studies*, 117, 842–868.
- Al-Asmari, N. A. (2022). A proposed framework for developing mathematical proficiency among elementary school female students. *Journal of Educational Sciences*, 30, 59–108.
- Al-Atni, M. I. (2025). *The effectiveness of teaching a general mathematics course using the Kahoot educational program in developing procedural fluency among technical college trainees* (Unpublished master's thesis). Qassim University.
- Al-Attas, A. O. A., & Al-Farrani, L. A. K. (2020). The effect of using the GeoGebra program on developing self-directed learning skills and mathematics achievement among first-year secondary female students in Jeddah. *Journal of Mathematics Education*, 23(5), 54–75.
- Al-Barazi, A. A. (2022). The effect of teaching mathematics using the Desmos graphing application on mathematical representation and mathematical problem-solving among secondary school students in Jordan. *Amman Arab University Journal for Research*, 7(2), 279–304.
- Al-Fahd, N. (2025). *A proposed professional development program on mathematical action technologies and its effectiveness in improving the use of mathematical representations, their interconnections, and teachers' productive beliefs toward tools and technology* (Unpublished doctoral dissertation). Qassim University.
- Al-Hannan, O. M. (2018). A program based on mathematical proficiency for developing mathematical connection skills and improving attitudes toward mathematics among primary school pupils. *Journal of the Faculty of Education*, 34(11), 709–784.
- Al-Juhani, M. M. (2020). The effect of using the GeoGebra program on developing mathematical proficiency among third intermediate-grade students in Riyadh. *Journal of Special Education and Rehabilitation*, 10(37), 112–169.
- Al-Kilani, A. M. (2024). *The effect of employing GeoGebra software in teaching geometric transformations on mathematics achievement and attitudes toward mathematics among eleventh-grade female students* (Published master's thesis). World Islamic Sciences and Education University, Jordan.
- Allam, S. D. M. (2007). *Educational and psychological tests and measurements*. Dar Al-Fikr Al-Arabi.
- Al-Lawatiyah, H. A. (2017). *The effectiveness of the Desmos program in acquiring function concepts and enhancing motivation toward learning mathematics among tenth-grade students* (Published master's thesis). Sultan Qaboos University.
- Al-Malouhi, A. A. (2020). The level of mathematical proficiency among sixth-grade female students in Riyadh. *Journal of Mathematics Education*, 23(3), 192–216.
- Al-Muatham, K. A., & Al-Munoufi, S. J. (2018). The extent to which second intermediate-grade students in the Qassim region possess mathematical proficiency skills. *Journal of Mathematics Education*, 21(6), 59–105.
- Al-Mutairi, A. (2020). *The level of mastery of mathematical proficiency dimensions among fourth-grade female students* (Unpublished master's thesis). Qassim University.
- Al-Qahs, H. E. (2022). The reality of using educational technologies in teaching mathematics from the perspective of secondary school mathematics teachers in Al-Kharj Governorate. *Arab Research Journal in the Fields of Specific Education*, 27, 43–66.

- Al-Qatatsha, F. K. (2015). *The effect of using an instructional strategy based on procedural fluency in developing mathematical thinking, conceptual understanding, and attitudes toward mathematics among fourth-grade students in Jordan* (Published doctoral dissertation). The University of Jordan.
- Al-Sari, R. I. (2023). The effect of using the *Desmos* mathematics application in teaching functions and developing algebraic thinking among secondary school students. *Journal of Mathematics Education*, 26(1), 95–129.
- Asiri, M. A. A. (2021). The effect of using educational robotics on developing conceptual understanding and procedural fluency in mathematics among primary school students. *International Journal of Curriculum and Technology Education*, 2, 155–193.
- Badran, D. Z. (2017). *The effect of using the Desmos program on mathematics achievement and mathematical self-concept among tenth-grade students in Tulkarm Governorate* (Published master's thesis, An-Najah National University). Dar Almandumah, 1–209.
- Basbous, S. A. F. (2024). *The effect of learning using GeoGebra on academic achievement and the development of creative thinking in mathematics among ninth-grade students in the Northwestern Badia District* (Unpublished master's thesis). Al al-Bayt University, Prince Hussein bin Abdullah Faculty of Information Technology, Jordan.
- Education and Training Evaluation Commission. (2019). *Mathematics learning domain framework* (1st ed.). Riyadh, Saudi Arabia.
- Education and Training Evaluation Commission. (2023). *Mathematics domain standards document* (2nd ed.). Riyadh, Saudi Arabia.
- Hilal, S. H. A. (2020). The effectiveness of a proposed instructional strategy using *GeoGebra* software in developing mathematical proficiency among third preparatory-grade students. *Journal of Mathematics Education*, 23(9), 93–128.
- Kingdom of Saudi Arabia Vision 2030. (2016). *Saudi Vision 2030*. <https://www.vision2030.gov.sa/>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2019). *From principles to actions: Ensuring mathematical success for all* (N. M. Al-Omari, Trans.). King Saud University Press. (Original work published 2014).
- Salem, O. M. A., & Al-Qahtani, H. M. D. (2025). A collaborative e-learning environment based on the modeling learning strategy and its effect on developing procedural fluency among elementary school female students in Jeddah. *Journal of Research in Specific Education Fields*, 11, 56.
- Salem, T. S., & Suleiman, N. M. (2020). Enrichment activities based on cognitive load theory for developing algebraic thinking skills and improving information processing levels among preparatory school students. *Mathematics Education Journal*, 23(8), 67–119.
- Shtayyeh, B. Y. (2022). *The effect of using GeoGebra software on the mathematics achievement of tenth-grade students* (Unpublished master's thesis). An-Najah National University, Faculty of Graduate Studies, Palestine.