" تصميم أنشطة إثرائية في ضوء إحدى برمجيات الرياضيات التفاعلية " برمجية جيوجبرا GeoGebra "، واستخدامها في إكساب تلاميذ المرحلة الابتدائية المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية "

د/ إكرامي محمد مرسال

● مستخلص البحث :

استهدف البحث تصميم عدد من الأنشطة الإثرائية في ضوء إحدى برمجيات الرياضيات التفاعلية "برمجية جيوجبرا GeoGebra" واستخدامها في إكساب تلاميذ الصف السادس الابتدائي المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية، وقد استُخدم التصميم شبه التجريبي ذي المجموعتين للإجابة عن أسئلة البحث الاساسية؛ وقد تم اختيار فصلين عشوائيًا بإحدى مدارس إدارة المنتزة التعليمية، ليمثل أحدهما المجموعة التجريبية (٥٧ تلميذًا)، في حين مثل الآخر المجموعة الضابطة (٥٤ تلميذًا)؛ واستغرقت تجربة البحث ثلاثة أسابيع دراسية. وقد أشارت نتائج البحث إلى وجود فرق ذي دلالة إحصائية عند مستوى أقل من (٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار المعرفة الرياضية إلمفاهيمية والإجرائية لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية، وإلى فاعلية الأنشطة الإثرائية المصممة في ضوء برمجية "جيوجبرا" في إكساب تلاميذ المجموعة التجريبية المعرفة الرياضية، فضلا عن إكسابهم تصورات إيجابية حول البرمجية، واستخدامها في تعلم الهندسة. كما أوصى البحث بضرورة عقد دورات تدريبية لمعلمي الرياضيات حول كيفية توظيف برمجية "جيوجبرا" في تعليم الموضوعات الرياضية المختلفة.

الكلمات المفتاحية: الرياضيات التفاعلية، برمجية "جيوجبرا"، المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية.

Design Enrichment Activities in the Light of Dynamic Mathematics Software "GeoGebra ", and Using it for Primary Students' Acquisition of Conceptual and Procedural Mathematical Knowledge.

Dr. Ekramy Mohamed Mersal

Abstract:

The current research aimed to design a sequence of enrichment activities in the light of dynamic mathematics software "GeoGebra", and to determine the effect of these activities on six grade students' acquisition of conceptual and procedural knowledge in geometry. It has been used quasi-experimental approach to answer the basic research questions. A total of 57 students were in the treatment group and 54 students were in the control group. The data was collected using the conceptual and procedural knowledge test. The results showed significant differences between treatment and control groups ($t = 2.62$, $p < 0.05$), in that the treatment group had significantly higher conceptual knowledge compared to control group. The treatment group differed significantly from the control group in procedural knowledge ($t = 3.655$, $p < 0.05$). The students in treatment group also had positive perceptions towards using "GeoGebra" in learning geometry. The findings of this study would provide schools administrator and teachers the

opportunity to use GeoGebra software for teaching and learning mathematics. The education ministry is expected to provide training for teachers to improve their skills in the use of GeoGebra.

Key words: Dynamic mathematics, "GeoGebra" software, Conceptual and procedural mathematical knowledge.

- مقدمة :

نعيش اليوم في بيئة تعتمد كليًا على التقنيات الحديثة، والتي تعددت أدواتها، وصورها المتمثلة في الكمبيوتر المكتبي، والكمبيوتر المحمول، والأجهزة اللوحية، ووسائل الاتصال المتعددة عبر الأقمار الاصطناعية، وشبكات الإنترنت، واللوحات الذكية. هذه التقنيات الحديثة المتسارعة في نموها وتطورها ساعدت بدورها على الارتقاء بمستوى المجتمع الإنساني في شتى مجالاته؛ ومنها مجال التعليم والبحث العلمي.

ولقد مرت إسهامات التقنية في تعليم الرياضيات وتعلمها على وجه الخصوص بمراحل عدة؛ حيث بدأت بتوظيف الآلة الحاسبة في إجراء العمليات الحسابية بسرعة ودقة، ثم تبع ذلك ابتكار برامج عديدة للحاسب الآلي تيسر إجراء العمليات الحسابية المعقدة، وتساعد في رسم الدوال المختلفة، وتصميم الأشكال والمجسمات الهندسية، ثم ارتقى هذا الإسهام حتى وصل إلى ما هو عليه الآن من توفير بيئات تعليمية تفاعلية تعتمد على تعظيم دور التكنولوجيا في حياة المتعلم داخل وخارج مجتمع المدرسة.

والعلاقة بين الرياضيات والتكنولوجيا علاقة تبادلية؛ حيث يؤثر كل منهما في الآخر ويتأثر به، وعليه فإن الرياضيات عنصر حاكم فيما يجري حاليًا، وفيما هو متوقع مستقبلًا من مستحدثات علمية وتكنولوجية. (وليم عبيد، ١٩٩٨: ٣)

وتشير العديد من الهيئات والمنظمات الدولية المعنية بتعليم الرياضيات؛ ومنها على سبيل المثال: المجلس القومي لمعلمي الرياضيات The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)**، والهيئة التربويةلمعلمي الرياضيات** Associationof Mathematics Teacher Educators (AMTE) **إلى أن الاستخدام الجيد والمناسب للتكنولوجيا في تعليم الريضيات يساعد بدوره على رفع مستوى أداء التلاميذ داخل الصف.** (AMTE, 2006; NCTM, 2008)

وبصورة أكثر تفصيلًا فإن وثيقة المجلس القومي لمعلمي الرياضيات بالولايات المتحدة الأمريكية NCTM **عام (٢٠٠٨) قد نصت في معرض حديثها عن مبادئ الرياضيات المدرسية على أن مبدأ التكنولوجيا أحد المبادئ الأساسية التي تقوم عليها الرياضيات "فالتكنولوجيا أداة حيوية في تعليم الرياضيات**

في القرن الحادي والعشرين، ويجب على جميع المدارس التأكد من أن تلاميذها لديهم القدرة على استخدام التكنولوجيا. فالمعلم الفعّال هو الذي يعظم من دور التكنولوجيا في أثناء معالجة التلاميذ المعرفة الرياضية، ورفع مستوى قدرتهم الرياضية. فعندما تُستخدم التكنولوجيا بصورة جيدة وهادفة، يمكنها أن تحظى بقبول جميع التلاميذ أثناء تعلم الرياضيات".(NCTM,2008,1)

ولقد حظي استخدام التكنولوجيا في تعليم الرياضيات باهتمام كبير في المؤتمر الأخير للمجلس القومي لمعلمي الرياضيات NCTM (٢٠١٦) بمدينة سان فرانسيسكو في الفترة من ١٣ -١٦ إبريل؛ حيث تم تخصيص فترة زمنية Session في جدول أعمال المؤتمر لمناقشة استخدامات التكنولوجيا في تعليم الرياضيات.(NCTM,2016,4)

وتتفق هيئة المجتمع الدولي للتكنولوجيا في التعليم The International Society for Technology in Education (ISTE) مع المجلس القومي لمعلمي الرياضيات في أهمية التكنولوجيا في تعليم الرياضيات؛ بل امتد الاهتمام إلى اقتراح وثيقة معايير خاصة باستخدام التكنولوجيا في التعليم، منها: الابتكار والتحديث Creativity and innovation، التواصل والتعاون Communication and collaboration، طلاقة المعرفة والبحث Research and information fluency، التفكير الناقد Critical thinking، وحل المشكلات Problem solving، واتخاذ القرار Decision making، المواطنة الرقمية Digital citizenship، وأخيرًا التكنولوجيا والمفاهيم Technology operations and concepts". (ISTE,2015,1-2)

وتأكيدًا على أهمية توظيف البرمجيات التفاعلية في تعليم الرياضيات؛ تنص مسودة مركز تطوير المناهج لمصفوفة المدى والتتابع لمعايير ومؤشرات مادة الرياضيات لمرحلة التعليم قبل الجامعي في المؤشرات المرتبطة بتحقيق المعيار الأول لمجال الهندسة في الصف السادس الابتدائي "تحليل خواص أشكال هندسية ثنائية وثلاثية البعد وإدراك العلاقات بينها" على المؤشر التالي:

"يستخدم بعض برامج الحاسب الآلي في رسم أشكال هندسية، وحل مشكلات هندسية في صورة أنشطة" (مركز تطوير المناهج ، ٢٤: ٢٠١٦)

بينما يذهب كل من "أوليفر و ماركر" Olive and Makar (2010,138) إلى أبعد من ذلك، حيث يؤكدان على العلاقة بين دور التكنولوجيا وتصورات المعلمين حول طبيعة المعرفة الرياضية التي يمارسها التلاميذ؛ فالاعتقاد بأن الرياضيات كيان ثابت من المعرفة fixed body of knowledge المراد تعلمها يجعل دور التكنولجيا ثانويًا، بينما الاعتقاد بأن الرياضيات كيان مرن من المعرفة dynamic body of knowledge يعزز دور التكنولوجيا كأداة أساسية في بناء المعرفة الرياضية بمكوناتها المختلفة.

ولقد أسفر عن هذا التوكيد المتزايد بتعظيم الاستفادة من التكنولوجيا في تعليم الرياضيات وتعلمها، توجه عدد غير قليل من المهتمين بالرياضيات التفاعلية إلى ابتكار العديد من البرمجيات التعليمية التفاعلية التي تساعد على تقريب المفاهيم الرياضية خاصة المجردة منها، وتوفير الوقت والجهد والإمكانات المادية اللازمة لتمثيل الأشكال والمجسمات الهندسية؛ ومن هذه البرمجيات التفاعلية: برمجية "جيوجبرا" GeoGebra ، وبرمجية "ماثيماتيكا" Mathematica ، وبرمجية "درب الرياضيات" Distination Math ، وبرمجية "كابري" Cabrie ، برمجية "أوتوجراف" Autograph ، برمجية "جيومتر سكيتش باد" Geometer'Sketchpad، وبرمجية "رسوم الرياضيات" MathGV.

كما توصل عدد من الأبحاث والدراسات العربية والأجنبية إلى أن توظيف هذه النماذج من البرمجيات التفاعلية وفق التخطيط الجيد والهادف في تعليم الرياضيات يساعد بصورة كبيرة على تنمية مستوى الاستيعاب المفاهيمي، والتحصيل لدى المتعلمين في المراحل التعليمية المختلفة، فضلًا عن تحفيزهم، وزيادة دافعيتهم نحو التعلم؛ ومن هذه الأبحاث والدراسات (عامر صالح، ٢٠٠٧؛ فضي محمد العنزي، ٢٠١٢؛ إجتياد عبد الرازق حامد، ٢٠١٣؛ Watson,2015; MacBride & Luehmann, 2011 ; House & Telese, 2011 .Praveen&Leong,2013;

ولما كان إكساب التلاميذ المعرفة الرياضية بأنواعها المختلفة: المعرفة الرياضية المفاهيمية Conceptual Mathematical Knowledge، والمعرفة الرياضية الإجرائية Procedural Mathematical Knowledge، والمعرفة الرياضية الاستراتيجية Strategic Mathematical Knowledge أحد الأهداف الرئيسة لتعلم الرياضيات، وحيث إن المعرفة الرياضية تعتمد ـ بدرجة كبيرة في طبيعتها ـ على التجريد والترميز في وصف المفاهيم والمصطلحات الرياضية المختلفة، والقيام بالعمليات الرياضية كالاستدلال وحل المشكلة، والتفكير في إطار منظومة رياضية متكاملة ومتسقة؛ كان البحث عن مداخل تدريسية تفاعلية تساعد المتعلمين على الاندماج النشط في بيئة التعلم أمرًا حتميًا.

ولذلك يؤكد "بيرس وستيسي" Pierce and Stacey (2010,1-20) على أهمية الدور التكنولوجي أثناء معالجة المعرفة الرياضية خاصة المعرفة الرياضية المفاهيمية والمعرفة الرياضية الإجرائية، ويظهر هذا الاهتمام بصورة ملموسة على ثلاثة مستويات؛ هي:

- مستوى المهام الرياضية Mathematical Tasks المقدمة للتلاميذ (تُستخدم التكنولوجيا لإكساب التلاميذ الدقة والسرعة في معالجة المهام، ورؤية أنماط مختلفة لتلك المهام)

- مستوى التفاعلات الصفية Classroom Interactions (تُستخدم التكنولوجيا لتدعيم العمل التعاوني داخل البيئة الصفية، وإظهار خطوات وعمليات الحلول الرياضية.)
- مستوى المادة الدراسية The subject (تُستخدم التكنولوجيا لتدعيم الأهداف التعليمية، وأساليب وطرق التعليم والتعلم)

ويُعد هذا البحث امتداد لعدد من الأبحاث والدراسات العربية والأجنبية التي تمركز اهتمامها حول تفعيل التكنولوجيا في العملية التعليمية عامة، وتعليم الرياضيات خاصة؛ فضلًا عن كونه استجابة لتوصيات مؤتمر المجلس القومي لمعلمي الرياضيات NCTM الأخير عام (٢٠١٦) بضرورة الدمج بين مجتمع التكنولوجيا، ومجتمع تعليم الرياضيات؛ حيث يستهدف البحث الحالي تصميم عدد من الأنشطة الإثرائية في "الهندسة والقياس" في ضوء إحدى البرمجيات التفاعلية في الرياضيات ""برمجية جيوجبرا GeoGebra"، واستخدامها لإكساب تلاميذ المرحلة الابتدائية المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية.

- مشكلة البحث :

بعكس السائد في أبحاث ودراسات تربويات الرياضية، حيث ينصب الاهتمام في تناول المشكلات البحثية والتأصيل لها حول المتغير التابع، فإن البحث الحالي يستمد أهميته من التمركز حول المتغير المستقل "الرياضيات التفاعلية"؛ وذلك منبعه القصور الواضح في استخدام برمجيات الحاسب التفاعلية في تعليم الرياضيات المدرسية.

فعلى الرُغم من الاهتمام المتزايد الذي يناله استخدام التقنيات الحديثة وما يرتبط بها من برمجيات تعليمية تفاعلية على صعيد المؤتمرات واللقاءات المحلية والدولية من ناحية، والأبحاث والدراسات العلمية من ناحية أخرى، فإن المتأمل لمحتوى كتب الرياضيات المدرسية خاصة في المرحلة الابتدائية يجد أنها ما زالت تهتم بمعالجة المعرفة الرياضية بمعزل عن أدوات ووسائلٍ التكنولوجيا التي تحيط بنا في كل مكان، كما أن معلم الرياضيات عادة لا يتجه إلى التخطيط لاستخدام بيئة تعلم تفاعلية تعتمد على توظيف التقنيات الحديثة؛ وذلك إما لأنه لا يجيد استخدام هذه التقنيات وما يرتبط بها من برمجيات تفاعلية في التدريس، وإما لعدم توافر مثل هذه البرمجيات التفاعلية في المعامل الإلكترونية بالمدرسة، أو للاعتقاد الراسخ لديه بأن استخدام التقنيات الحديثة في التعليم يُعد مضيعة للوقت.

وقد دعم هذا شعوراً لدى الباحث بوجود مشكلة في مناهج الرياضيات بالمرحلة الابتدائية تكمن في الافتقار إلى أنشطة تعليمية تفاعلية تعمل على دمج التلاميذ مع التقنيات والبرمجيات الحديثة.

وفي دراسة استطلاعية استهدفت تحديد درجة إلمام معلمي الرياضيات بالمرحلة الابتدائية ببرامج الرياضيات التفاعلية، ومدى استخدامهم لأى من هذه البرمجيات في تعليم الرياضيات؛ وذلك من خلال تطبيق استبيان على عينة بلغ عددها (٤٥) معلم؛ أشارت نتائج تحليل استجابات أفراد العينة على عبارات الاستبيان إلى أن حوالي (٩٣٪) من أفراد العينة ليس لديهم أدنى معرفة بأى من هذه البرمجيات التفاعلية، وكيفية استخدامها في تعليم الرياضيات، وأن ما يقارب (٧٣٪) يعتقدون بأهمية استخدام البرمجيات الحديثة في رسم الدوال، وحل المعادلات، وتصميم الأشكال والمجسمات الهندسية، كما بينت النتائج أيضًا أن جميع أفراد العينة لم يتلقوا أى نوع من أنواع التدريب على استخدام البرمجيات التفاعلية في تعليم الرياضيات.

واتساقاً مع رؤية المركز القومي لتطوير المناهج والمواد التعليمية بجمهورية مصر العربية (٢٠١٦)، والمجلس القومي لمعلمي الرياضيات بالولايات المتحدة الأمريكية NCTM (٢٠٠٨)، وانطلاقاً من توجهات المؤتمر الدولي للمجلس ذاته عام (٢٠١٦) بمدينة "سان فرانسيسكو" نحو التأكيد على ضرورة الدمج بين مجتمع التقنيات الحديثة ومجتمع تعليم الرياضيات بشكل يمكن أن يسفر معه عن تصميم مواقف تعليمية تفاعلية تحفز التلاميذ على الانخراط في أنشطة التعلم، وتزيد من دافعيتهم؛ فقد اتجه الباحث إلى اقتراح تصميم بعض الأنشطة الإثرائية في ضوء إحدى البرمجيات التفاعلية في تعليم الرياضيات "برمجية جيوجبرا GeoGebra" واستخدامها في إكساب التلاميذ المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية، باعتبار أن اكتساب المعرفة الرياضية بأنواعها المختلفة أحد الأهداف الرئيسة لتعليم الرياضيات بالمرحلة الابتدائية؛ وعليه تتمثل مشكلة البحث في الإجابة عن السؤال التالي:"**كيف يمكن تصميم أنشطة إثرائية في ضوء إحدى برمجيات الرياضيات التفاعلية "برمجية جيوجبرا GeoGebra" لإكساب تلاميذ المرحلة الابتدائية المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية ؟**".

وبصورة أكثر تفصيلًا يمكن صياغة المشكلة السابقة في الأسئلة الفرعية التالية:

- ما طبيعة برمجية الرياضيات التفاعلية "برمجية جيوجبرا GeoGebra" الملائمة لتصميم الأنشطة الإثرائية؟
- ما الأنشطة الإثرائية المقترحة في ضوء البرمجية التفاعلية "برمجية جيوجبرا GeoGebra"؟
- ما فاعلية استخدام الأنشطة الإثرائية المقترحة في ضوء برمجية الرياضيات التفاعلية "برمجية جيوجبرا GeoGebra" في إكساب تلاميذ الصف السادس الابتدائي المعرفة الرياضية المفاهيمية ؟

- ما فاعلية استخدام الأنشطة الإثرائية المقترحة في ضوء البرمجية التفاعلية "برمجية جيوجبرا GeoGebra" في إكساب تلاميذ الصف السادس الابتدائي المعرفة الرياضية الإجرائية ؟
- ما تصورات أفراد عينة البحث حول استخدام البرمجية التفاعلية "برمجية جيوجبرا GeoGebra" في تدريس الهندسة؟

• فروض البحث :

يتطلب الإجابة عن السؤالين الفرعيين الثالث والرابع من أسئلة البحث التحقق من صحة الفروض التالية:

- يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤ ٠,٠٥) بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعة التجريبية فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار المعرفة الرياضية المفاهيمية لصالح التطبيق البعدي.
- يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤ ٠,٠٥) بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعتين (التجريبية والضابطة) فى التطبيق البعدى لاختبار المعرفة الرياضية المفاهيمية لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.
- يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤ ٠,٠٥) بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعة التجريبية فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار المعرفة الرياضية الإجرائية لصالح التطبيق البعدي.
- يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤ ٠,٠٥) بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعتين (التجريبية والضابطة) فى التطبيق البعدى لاختبار المعرفة الرياضية الإجرائية لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

• حدود البحث :

يقتصر البحث على:

- تلاميذ الصف السادس الابتدائي؛ حيث بنهاية هذا الصف يكتسب التلميذ العديد من المفاهيم الهندسية الأساسية، والتي يعتمد عليها استمرار تقدمه في تعلم الهندسة في المراحل التالية؛ ومن هذه المفاهيم طول القطعة المستقيمة، والمحيط، والمساحة، والانتقال، والمكعب، ومتوازي المستطيلات، والدائرة.
- أنشطة إثرائية مرتبطة بمحتوى رياضيات الفصل الثاني للعام الدراسي ٢٠١٥/٢٠١٦م.
- محتوى الوحدة الثالثة "الهندسة والقياس" ؛ حيث يمكن أن تسهم النافذة الهندسية لبرمجية "جيوجبرا" في دمج التلاميذ في بيئة تفاعلية، تعمل بدورها على مساعدة المتعلم في بناء معنى للمفاهيم الهندسية المتضمنة في تلك الوحدة، وهي (تمثيل الأزواج المرتبة على الشبكة التربيعية، وإيجاد المسافات بين تلك الأزواج، وحساب مساحة الدائرة، وإيجاد مساحة المكعب ومتوازي المستطيلات).

- مصطلحات البحث الأساسية :

- برمجية "جيوجبرا **GeoGebra":**

برمجية إلكترونية تعليمية للرياضيات مُصممة في ضوء معايير المجلس القومي لمعلمي الرياضيات NCTM؛ تشكل بيئة تعليمية تفاعلية وتصورية للطلاب، ويمكن تصنيفها ضمن أنظمة الجبر المحوسبة CAS لأنها تتضمن معالجات جبرية وتصورية للمعادلات والإحداثيات، وأنظمة الهندسة التفاعلية DGS لأنها تتضمن معالجة المفاهيم الهندسية والأشكال ثنائية وثلاثية البعد.

- المعرفة الرياضية المفاهيمية:

تتمثل في معرفة المتعلم بالمفاهيم الرياضية التي يتعامل معها، وإدراكه لخصائص كل مفهوم، والعلاقات بين المفاهيم وبعضها.

- المعرفة الرياضية الإجرائية:

تتمثل في معرفة المتعلم بالنماذج والأشكال المناسبة لتمثيل مشكلة رياضية ما، والخطوات الرياضية المناسبة لحل تلك المشكلة.

- أهداف البحث :

يستهدف البحث تعرف ما يلي:

- **تصميم أنشطة إثرائية في مجال (الهندسة والقياس) في ضوء إحدى برمجيات الرياضيات التفاعلية "برمجية جيوجبرا GeoGebra".**
- **مدى فاعلية استخدام الأنشطة الإثرائية المقترحة في ضوء البرمجية التفاعلية "برمجية جيوجبرا GeoGebra" في إكساب تلاميذ الصف السادس الابتدائي المعرفة الرياضية المفاهيمية.**
- **مدى فاعلية استخدام الأنشطة الإثرائية المقترحة في ضوء البرمجية التفاعلية "برمجية جيوجبرا GeoGebra" في إكساب تلاميذ الصف السادس الابتدائي المعرفة الرياضية الإجرائية.**
- **تصورات أفراد عينة البحث حول استخدام برمجية "جيوجبرا GeoGebra" في تعليم الهندسة.**

- أهمية البحث :

تبرز أهمية هذا البحث مما يمكن أن يسهم به لكل من:

- **ميدان البحث في مجال تعليم الرياضيات: اقتراح أنشطة إثرائية في ضوء البرمجية التفاعلية "برمجية جيوجبرا GeoGebra"، وتقديم دراسة نظرية حول طبيعة المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية، وكيفية قياسها باستخدام أدوات مقننة.**
- **مخططي مناهج وبرامج تعليم الرياضيات: تقديم عدد من التوصيات في ضوء نتائج البحث للقائمين على تطوير مناهج الرياضيات بالمرحلة الابتدائية.**

- **المنفذين من موجهي ومعلمي الرياضيات بالمرحلة الابتدائية: استخدام هذه الأنشطة في الارتقاء بمستوى المعرفة الرياضية لدى التلاميذ.**
- **تلاميذ الصف السادس الابتدائي: الاندماج في بيئة تعليمية تفاعلية تكسبهم القدرة على التعامل مع التكنولوجيا الحديثة أثناء التعلم، نمو مستوى المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية، ومستوى إدراكهم حول جدوى استخدام التكنولوجيا في تعليم الرياضيات.**

• خطوات البحث وإجراءاته :

يعتمد البحث على عدد من الخطوات والإجراءات المتمثلة فيما يلي:

- **تحديد الأسس (المرتكزات) الرئيسية التي تقوم عليها البرمجية التفاعلية "برمجية جيوجبرا GeoGebra"، وكيفية استخدامها في تصميم مواقف التعليم والتعلم.**
- **تصميم الأنشطة الإثرائية المقترحة في ضوء "برمجية جيوجبرا GeoGebra".**
- **إعداد اختبار المعرفة الرياضية المفاهيمية، والإجرائية؛ وذلك من خلال الإجراءات التالية:**
  - ✓ **تحليل الكتابات والدراسات السابقة المرتبطة بالمعرفة الرياضية؛ وذلك لتحديد أنواعها المختلفة، وطبيعة المفردات المستخدمة في قياسها.**
  - ✓ **صياغة مفردات الاختبار (في صورته الأولية) وفق الهدف من الاختبار، وفي ضوء المحتوى المعرفي للوحدة الدراسية.**
  - ✓ **عرض الاختبار على مجموعة من المحكمين من بعض الأساتذة المختصين في مجال تعليم الرياضيات، وآخرين من موجهي ومعلمي الرياضيات بالمرحلة الابتدائية.**
  - ✓ **تطبيق الاختبار (في صورته النهائية) استطلاعيًا لتحديد درجة ثباته.**
- **تطبيق تجربة البحث، ومناقشة نتائجه؛ ويتم ذلك من خلال الإجراءات التالية:**
  - ✓ **تحديد عينة البحث وطريقة اختيارها.**
  - ✓ **عقد جلسات توضيحية مع المعلم القائم بالتدريس حول طبيعة البرمجية التفاعلية المستخدمة، والفلسفة التي تستند عليها، وكيفية استخدامها أثناء تنفيذ الأنشطة المقترحة.**
  - ✓ **تطبيق اختبار المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية قبليًا على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة.**
  - ✓ **تنفيذ الأنشطة الإثرائية المقترحة في ضوء "برمجية جيوجبرا GeoGebra" خلال عملية تدريس وحدة "الهندسة والقياس" لتلاميذ المجموعة التجريبية، بينما يتم التدريس لتلاميذ المجموعة الضابطة وفق الطريقة المعتادة (المتمثلة في توضيح القاعدة أو المفهوم الرياضي، ثم حل عدد من الأمثلة، ثم التقويم في نهاية الحصة، دون استخدام أي من التقنيات الحديثة).**

- ✓ تطبيق اختبار المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية بعديًا على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة.
- ✓ تحليل البيانات إحصائيا باستخدام حزم البيانات SPSS.
- ✓ مناقشة نتائج البحث.

- الخلفية النظرية للبحث :

- المحور الأول: استخدام التكنولوجيا في تعليم الرياضيات **Technology in Teaching Mathematics**

مع التقدم العلمي والتكنولوجي المتلاحق باتت مهمة العملية التربوية كبيرة، وتغيرت الأدوار والمهام، إذ لم تعد المهمة قاصرة على تقديم المعلومات للمتعلم واختباره فيها، ولم يعد المعلم المسئول الوحيد عن عملية التعلم، فأصبح لزامًا على المهتمين بالعملية التعليمية إعداد أفراد لمستقبل يتطلب إنسان يمتلك مهارات عديدة؛ كمهارات البحث العلمي، ومهارات التعامل مع الحاسوب والتكنولوجيا الحديثة بفروعها المختلفة، والمهارات اللغوية كاللغة الإنجليزية، ولذلك يبحث التربويون بصورة مستمرة عن أفضل الطرق والوسائل لتوفير بيئة تعليمية ثرية وجاذبة لاهتمام التلاميذ.

وتُعتبر تقنية المعلومات ممثلة في استخدام الحاسوب والانترنت وما يرتبط بهما من وسائط متعددة، وبرمجيات تفاعلية من أفضل الوسائل لتوفير هذه البيئة التعليمية؛ والتي تسهم بدورها في إعداد جيل لديه القدرة على التعامل مع المستحدثات التكنولوجية. (إحسان محمد، عبد الله إسحاق، ١٩٨: ٢٠٠٩)

وتتطلب التحولات الناتجة عن ثورة المعلومات تبني أهدافًا جديدة لتعليم الرياضيات، تنسحب على مواصفات الفرد في المستقبل من جهة، وحاجات المجتمع من جهة أخرى. فإذا كان من أهداف التربية إعداد الفرد للعيش ضمن مجتمع اليوم والغد والتفاعل مع ثقافته، فإن الرياضيات المدرسية يجب أن تتحول من رياضيات النخبة الى رياضيات الجميع Mathematics for All، والتي من خلالها يستطيع التعامل مع ثقافة متجهة أكثر فأكثر نحو استخدام الرياضيات والمعلوماتية وأدواتها. كما يجب أن تتضمن تلك الأهداف تطوير المهارات والتقنيات التي تتطلبها مجالات العمل المختلفة.

ولقد أكدت وثيقة المجلس القومي لمعلمى الرياضيات ـ في مقدمة حديثها عن المبادئ الأساسية لتعليم الرياضيات المدرسية ـ على أهمية تفعيل مبدأ التكنولوجيا TechnologyPrinciple في تعليم الرياضيات لعدة اعتبارات أجملتها فيما يلي:

- ◄◄ تسهم التكنولوجيا في تحسين تعلم الرياضيات.
- ◄◄ تدعم التكنولوجيا التدريس الفعّال للرياضيات.

- تؤثر التكنولوجيا في تحديد موضوعات الرياضيات التي ينبغي تعلمها. (NCTM,2000:25-26)

كما ورد في تقرير المجلس القومي لمعلمى الرياضيات NCTM عام (٢٠١١) مجموعة من الإشارات حول استخدام التكنولوجيا في التعليم يتصل بعضها بجدوى استخدام حاسبة الجيب في نمو المهارات الرياضية الأساسية لدى التلاميذ، وزيادة دافعيتهم نحو تعلم الرياضيات؛ فضلا عن التأكيد على عدم وجود آثار سلبية لها، ويتصل البعض الآخر باستخدام برمجية الهندسة التفاعلية Geometer's Sketchpad في رسم الدوال والأشكال والمجسمات الهندسية. (NCTM, 2011)

ومع ظهور الكمبيوتر على وجه الخصوص، أصبح للتكنولوجيا دور بارز في مساعدة المتعلمين على حل المشكلات الرياضية mathematical problem solving، والاستدلال الرياضي mathematical reasoning ، والاستكشاف exploration (Pugalee, 2001: 171). فالاستخدام الجيد لبرمجيات الكمبيوتر ذات العلاقة بتعليم موضوعات الرياضيات المختلفة يمكن أن يسهم في تنمية مظاهر التفكير المختلفة كالتفكير الجبري، والتفكير الهندسي، والتفكير المكاني، والتفكير البياني.

ويدرك المتخصصون بدورهم مدى ارتباط عمليات البرمجة بتعليم الرياضيات منذ فترات طويلة، وهو ارتباط ناتج عن الطبيعة الرياضية لبرمجيات الكمبيوتر التفاعلية من ناحية، وتوجه الكثير من معلمي الرياضيات لتفعيل تلك البرمجيات في تعليم الرياضيات المدرسية؛ ومن بين ما أوردته الكتابات حول الدور الذي تلعبه التكنولوجيا في تعليم وتعلم الرياضيات المدرسية ما يلي:

- تمتلك التكنولوجيا القدرة على تحويل المفاهيم الرياضية المجردة إلى مفاهيم محسوسة، خاصة في الصفوف التعليمية الأولى؛ حيث لا يتمكن التلميذ من إدراك المفاهيم الرياضية بصورة كاملة مثل: مفهوم المساحة، والزوج المرتب، والانعكاس، والانتقال...إلى غيرها من المفاهيم التي يمكن أن تسهم البرمجيات المتخصصة في تقريبها وتمثيلها في عقول التلاميذ بصورة مناسبة.(NCTM,2000:25)
- تظهر قوة الرياضيات في واقع الحياة اليومية عندما يزداد ارتباطها بالتكنولوجيا وتطبيقاتها المختلفة.(McMullin,2001:85)
- تسهم التكنولوجيا في تحفيز التلاميذ، وزيادة دافعيتهم نحو تعلم الرياضيات؛ حيث يقوم التلاميذ ببناء الفهم واكتساب استراتيجيات التفكير الخاصة بهم. فاستخدام التكنولوجيا يساعد التلاميذ على إدراك العلاقات، ورؤية الترابطات الرياضية. (NCTM, 2000 : 25)

- توفر البيئة التكنولوجية بأدواتها المختلفة المتمثلة في (الحاسبات البيانية graphing calculators، ملفات البيانات spreadsheets، برمجيات الهندسة التفاعلية dynamic geometry software) بيئة ثرية لمساعدة التلاميذ على إدراك العلاقات، وملاحظة الأنماط، وصياغة التعميمات الرياضية. (Brawn,Galloway and Orrill,2002:25)
- يساعد توظيف التكنولوجيا في تعليم الرياضيات على إعداد التلاميذ للمستقبل بإكسابهم مهارات حل المشكلة الرياضية، والتعامل مع المجتمع التكنولوجي prepare students to be future problem solvers and technology users. (NCTM,2000:25)

ولقد توجه عدد غير قليل من المبرمجين إلى ابتكار بعض البرمجيات التعليمية التفاعلية التي تسهم في توفير فرص تعليمية بنائية تساعد في تحقيق إيجابية التعلم في اكتساب المعرفة الرياضية، وبناء معنى لها في بنيته العقلية؛ ومن هذه البرمجيات التفاعلية: برمجية "جيوجبرا" GeoGebra التي يتمركز حولها موضوع البحث الحالي.

- برمجية الرياضيات التفاعلية "جيوجبرا **"GeoGebra"** :

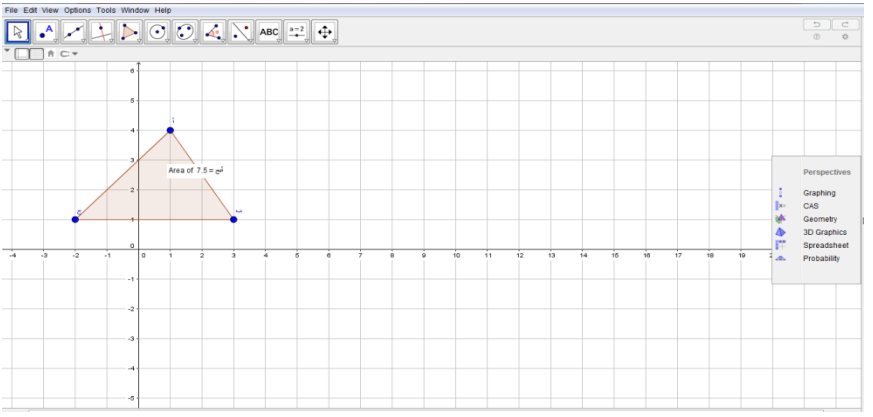
تُعد برمجية "جيوجبرا GeoGebra" إحدى البرمجيات التفاعلية المتخصصة في تعليم الرياضيات، والمبنية على المعايير العالمية للرياضيات المدرسية، حيث تتضمن مجالات (الهندسة والقياس، الجبر والعلاقات، الاحتمالات، الإحصاء وتنظيم البيانات، التفاضل والتكامل). وقد طور هذا البرنامج "ماركوس هونوارتر"Markus Hohenwrter مع فريق عمل دولي من المبرمجين بجامعة فلوريدا أتلانتك، وهو مُصمم بطريقة تمكن المتعلمين من تطوير فهم عميق للنظريات والحقائق الرياضية من خلال التطبيق العملي واكتشاف المفاهيم بأنفسهم. وقد حاز البرنامج العديد من الجوائز الأوروبية والأمريكية؛ منها الجائزة الأوروبية والألمانية للبرمجيات التعليمية. (Hohenwarter, Lavicza, 2007:49-54)

وبرمجية "جيوجبرا" Geogebra يعرّفها البعض على أنها برمجية إلكترونية تعليمية للرياضيات، متخصصة في الجبر والهندسة والحساب، وتشكل بيئة تعليمية تفاعلية وتصورية للطلاب، ويمكن تصنيفها ضمن أنظمة الجبر المحوسبة CAS لأنها تتضمن معالجات جبرية وتصورية للمعادلات والإحداثيات، ويمكن تصنيفها أيضاً ضمن أنظمة الهندسة التفاعلية DGS لاحتوائها على المفاهيم الهندسية مثل النقطة، المستقيم، القطع المستقيمة، الأشكال ثنائية البعد والمجسمات ثلاثية البعد، وتزود الطالب بمعلومات عن العلاقات بين المفاهيم وبعضها.(غادة سالم النعيمي، ٤٧ : ٢٠١٦)

والبرمجية عبارة عن مجموعة من الأدوات التي تسهم في إكساب الطالب المهارات الرياضية، وتشتمل على كافة المعينات اللازمة لجعل عملية التعلم سهلة، كما أنها تساعد على تحقيق تفريد التعلم؛ فالمتعلم يكتسب المفاهيم والمهارات الرياضية اللازمة بنفسه في ضوء التعلم السابق.

وتتكون برمجية "جيوجبرا GeoGebra" كما هو واضح في الشكل (١) من ثلاث نوافذ مختلفة العناصر؛ وهي:

- نافذة الرسم البياني Graphic View.
- نافذة الجبر Algebra View.
- نافذة ورق البيانات Spread sheat View.



شكل (١) يمثل نوافذ برمجية "جيوجبرا GeoGebra"

- أهداف برمجية "جيوجبرا **GeoGebra**" :

تستهدف البرمجية تحقيق ما يلي:

- مساعدة الطالب على إدراك المفاهيم وتجسيدها بطريقة محسوسة.
- مساعدة الطالب على ربط الأفكار الرياضية بعضها ببعض.
- بناء ثقة الطالب بنفسه، وبقدرته على تعلم الرياضيات بنفسه.
- تحسين تحصيل الطالب في الرياضيات.
- تنمية مهارات التفكير، خاصة التفكير البصري.
- إكساب الطلاب تصورات إيجابية حول الرياضيات.
- إتاحة الفرصة لكل طالب لإبراز أقصى إمكاناته.

وذلك لتمثيل العناصر الرياضية بطرق مختلفة بيانيًا وجبريًا، أو من خلال ورقة البيانات وترتبط هذه النوافذ مع بعضها البعض لنفس العنصر الرياضي، بغض النظر عن النافذة التي تم إنشاء العنصر الرياضي بها، فأي تغير يحدث في أي من النوافذ يتم تحديثه تلقائيًا في النوافذ الأخرى.

- المجالات التي تُعالجها برمجية "جيوجبرا **GeoGebra**" :

- **الأشكال الهندسية (نقاط، خطوط، أسهم وإشارات، دوائر، مضلعات).**
- **قياسات المسافات، والزوايا.**
- **رسوم متحركة.**
- **الهندسة التحويلية: الانعكاس، الانتقال، الدوران، التمدد، الانكماش.**
- **صور ثلاثية الأبعاد.**
- **الرسم البياني، رسم بياني ثلاثي الأبعاد.**
- **رسم الدوال بجميع أنواعها.**

- الدراسات السابقة المرتبطة باستخدام برمجية "جيوجبرا **GeoGebra**" :

توجه عدد من الدراسات العربية والأجنبية إلى استخدام برمجية "جيوجبرا GeoGebra" في تدريس بعض الموضوعات الرياضية؛ وذلك كمحاولة منهم لتوضيح مدى الإسهام الذي يمكن أن ينتج عن توظيف التكنولوجيا في تعليم الرياضيات المدرسية؛ ومن هذه الدراسات:

دراسة "لي" (lee,2011) والتي استهدفت استخدام برمجية "جيوجبرا" في تحسين تعلم وتدريس الخواص الأساسية للدائرة Basic properties of circles لدى طلاب المرحلة الثانوية، واعتمدت الدراسة على التصميم شبه التجريبي ذي المجموعة الواحدة، وتضمنت العينة (٣٦) طالبًا مثلوا المجموعة التجريبية، وقد أشارت نتائج الدراسة إلى فاعلية المدخل التكنولوجي في تنمية مستوى استيعاب الطلاب لخصائص الدائرة، كما أوصت الدراسة بضرورة دمج التكنولوجيا في تعليم الرياضيات، وتنمية وعي الإدارة بدورها في تحسين عمليتي التعليم والتعلم.

دراسة "دعاء محمد قاسم" (٢٠١٣) والتي استهدفت تحديد أثر استخدام برمجية جيوجبرا GeoGebra على استيعاب المفاهيم الجبرية وعمليات التمثيل الرياضي لدى عينة من تلاميذ الصف العاشر الأساسي في الأردن، بلغ عددها (٢٥) تلميذًا،وقد أشارت نتائج الدراسة إلى وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في اختباري استيعاب المفاهيم الجبرية وعمليات التمثيل الرياضي لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

دراسة "ناعم محمد العمري" (٢٠١٣) والتي حاول من خلالها معرفة أثر استخدام برنامج "جيوجبرا" في تدريس الرياضيات في التحصيل وتنمية التفكير الإبداعي لدى طلاب الصف الثالث الثانوي بمدينة الرياض؛ وللإجابة عن أسئلة الدراسة استخدم المنهج شبه التجريبي، وتكونت العينة من (٦٠) طالبًا من طلاب الصف الثالث الثانوي تم اختيارهم بطريقة قصدية، وقد كشفت نتائج الدراسة عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى أقل من (٠,٠٥) بين متوسطي

درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لكل من الاختبار التحصيلي، واختبار التفكير الإبداعي لصالح المجموعة التجريبية. كما كان حجم أثر استخدام البرنامج في التحصيل الدراسي كبير.

دراسة "عدنان العابد، وسهيلة صالح" (٢٠١٤) والتي استهدفت استقصاء أثر استخدام برمجية "جيوجبرا" في حل المسألة الرياضية والقلق الرياضي لدي عينة من تلاميذ الصف العاشر الأساسي بلغ عددها (٤٦) طالبًا، وقد بينت النتائج وجود أثر لاستخدام البرمجية في رفع المستوي التحصيلي للتلاميذ في حل المسائل الرياضية، وخفض القلق الرياضي لديهم.

دراسة "عبد الرحيم عليان الصبحي" (٢٠١٤) والتي هدفت إلى تحديد فاعلية تدريس الهندسة باستخدام برمجية "جيوجبرا" في تنمية مستويات فان هايل للتفكير الهندسي لدى طلاب الصف الأول الثانوي، وتكونت عينة الدراسة من (٦٠) طالبًا تم تقسيمهم إلى مجموعتين تجريبية وضابطة. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في جميع مستويات التفكير الهندسي لـ "فان هايل" لصالح المجموعة التجريبية.

دراسة "سالم" (Salim,2014) والتي اتجهت للتعرف على مدى فاعلية استخدام برمجية "جيوجبرا" في تنمية مهارات الاستدلال الهندسي Geometrical reasoning skills لدى تلاميذ الصف السابع، وتكونت عينة الدراسة من (٤٠) تلميذ مثلوا المجموعة التجريبية، و(٣٦) تلميذ مثلوا المجموعة الضابطة. وقد أشارت نتائج الدراسة إلى فاعلية البرمجية في تنمية مستوى الاستدلال البصري Visualisation level، بينما لم يحدث تحسن لمهارة الاستدلال على مستوى Informal deduction level لدى تلاميذ المجموعة التجريبية.

دراسة "بيوليت وآخرون" (Bulut&others,2015) والتي استهدفت تحديد مدى تأثير برمجية "جيوجبرا" على تحصيل تلاميذ الصف الثالث الابتدائي المرتبط بالكسور الاعتيادية Fractions، وقد تكونت عينة الدراسة من (٤٠) تلميذ تم تقسيمهم إلى مجموعتين تجريبية وضابطة؛ وقد أشارت نتائج الدراسة إلى فاعلية البرمجية في تنمية التحصيل لدى تلاميذ المجموعة التجريبية، كما أوصت الدراسة بضرورة دعم بيئة التعلم في المرحلة الابتدائية بمناشط تعليمية قائمة على استخدام البرمجية في تدريس الكسور.

دراسة "غادة سالم النعيمي" (٢٠١٦) والتي هدفت إلى معرفة أثر استخدام برمجية "جيوجبرا" في تنمية مهارات الترابط الرياضي لدى طالبات الصف

الأول الثانوي بمدينة الرياض، حيث تألفت عينة الدراسة من (٧٠) طالبة، وقد أسفرت نتائج الدراسة عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار الترابط الرياضي في جميع مستوياته.

مما سبق يتضح لنا مدى حرص الباحثين المستمر على توفير فرص تعليمية تفاعلية معتمدة على توظيف إحدى برمجيات الرياضيات التفاعلية "برمجية جيوجبرا" في تعليم موضوعات رياضية مختلفة، وفي مجالات متنوعة (مثل: الهندسة، والجبر، والأعداد والعمليات عليها)، وفي المراحل التعليمية المختلفة؛ والذي بدوره يبرز قدرة هذه البرمجية على جذب اهتمام المعنيين بتطوير تعليم الرياضيات من خلال ربطها بمجتمع التكنولوجيا.

كما أن المدقق في طبيعة المتغيرات التابعة التي تستهدفها البرمجية، يجد أنها تنوعت بين التحصيل واكتساب المعرفة الرياضية الأساسية، وأنماط التفكير الرياضي كالتفكير الهندسي، والتفكير الإبداعي، وأخيرًا العمليات الرياضية كالاستدلال الرياضي، وحل المشكلة الرياضية، وبناء ترابطات رياضية.

- المحور الثاني: المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية **Conceptual and Procedural Mathematical Knowledge**

يؤكد المختصون في مجال تعليم الرياضيات وتعلمها على أهمية اقتران تعلم الرياضيات بالفهم، فاستيعاب الأفكار الرياضية، وفهمها يساعد على تنمية الوعي بطبيعة الاختلافات بين النماذج الرياضية المتعددة، والقدرة على اختيار النموذج الذي يؤدي إلى النمذجة الصحيحة لموقف أو مشكلة رياضية ما؛ مما يؤدي إلى بناء رياضيات ذات معنى لدى المتعلمين.

ولقد أشار المجلس القومي للبحث بالولايات المتحدة الأمريكية National Research Council (NRC,2001,2012) إلى أن الهدف الأساسي من تعليم الرياضيات المدرسية يتمثل في إكساب المتعلمين "البراعة الرياضية" Mathematical proficiency؛ والتي تقوم على عدد من القدرات الرياضية؛ هي:

- الاستيعاب المفاهيمي Conceptual Understanding
- الطلاقة الإجرائية Procedural Fluency
- الكفاية الاستراتيجية Stratategic Competence
- الاستدلال الموائم للموقف Adaptive Reasosning
- الميول والاتجاهات المحفزة Productive Dispositon

وتتضمن المعرفة المفاهيمية عدة أنماط من المعرفة؛ أهمهما:

- الوعي بالمفاهيم: وتتمثل في معرفة المتعلم بالمفاهيم الرياضية التي يتعامل معها، وإدراكه لخصائص كل مفهوم، والعلاقات بين المفاهيم وبعضها.

- الوعي بالرموز والأشكال: ويتمثل في فهم وإدراك المتعلم معاني الرموز المجردة، والأشكال والأنماط البصرية.
- الوعي بالقواعد والقوانين: إدراك المتعلم لمكونات القاعدة أو القانون، ودلالة كل مكون.

بينما تتضمن المعرفة الإجرائية أنماطًا مختلفة من المعرفة تتمثل في:

- إدراك الخطوات: وتعني معرفة المتعلم الخطوات المناسبة لحل مشكلة رياضية ما.
- النمذجة: وتعني قدرة المتعلم على اختيار النماذج والأشكال المناسبة للتعبير عن موقف رياضي ما، وتمثيل تلك النماذج والأشكال رياضيًا.
- معرفة الحلول: وتعني قدرة المتعلم على تنفيذ إجراءات حل المشكلة الرياضية.

وبتحليل عدد من الكتابات التي استهدفت استقصاء العلاقة بين المعرفة الرياضية المفاهيمية والمعرفة الرياضية الإجرائية خلال تدريس الموضوعات الرياضية المختلفة (Baroody, 2003; Haapasalo & Kadijevich, 2000; RittleJohnson & Siegler, 1998) نجد أنها تمحورت حول أربع رؤى أساسية؛ هي:

- الرؤية الأولى: البدء بالمعرفة المفاهيمية Concepts-first View؛ حيث يكتسب المتعلم المعرفة بالمفهوم وخصائصه وعلاقته بغيره من المفاهيم الرياضية الأخري، ثم تُستخدم هذه المعرفة في بناء المعرفة الإجرائية. فعند تدريس مساحة المربع يبدأ التلميذ بالتعرف على مفهوم المساحة، ووحدة قياسها، ومفهوم المربع وخصائصه التي تميزه عن غيره من الأشكال الهندسية، ثم يتعرف الإجراءات التي يجب أن يتبعها لحساب مساحة سطحه.
- الرؤية الثانية: البدء بالمعرفة الإجرائية Procedural-first View؛ حيث يكتسب المتعلم المعرفة بالإجراءات الرياضية، وبالتدريج يتم مساعدته في اشتقاق المعرفة المفاهيمية المستخدمة في سياق تلك الإجراءات. فعند تدريس مساحة المربع، يكتسب التلميذ الإجراءات المتبعة في حساب المساحة على ورقة المربعات، ثم استقراء القاعدة التي يمكن استخدامها في حساب مساحة سطح المربع، وبعد ذلك يشتق التلميذ المقصود بمفهوم المساحة، ووحدة قياسها.
- الرؤية الثالثة: استقلالية المعالجة Inactivation View؛ حيث يكتسب المتعلم المعرفة بالإجراءات الرياضية بشكل مستقل عن المعرفة المفاهيمية؛ أو بمعنى آخر استقلالية المناشط التعليمية التي تستهدف كل نمط من نمطي المعرفة السابقين.
- الرؤية الرابعة: التداخل أو الترابط Iterative View ؛ بمعنى أن أى نمو في المعرفة المفاهيمية يتبعه بالضرورة نمو في المعرفة الإجرائية، والعكس صحيح. وتحظى هذه الرؤية بمزيد من القبول وسط المهتمين بدراسة العلاقة بين نمطي المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية.

وبالرغم من تداخل المعرفة المفاهيمية والمعرفة الإجرائية، وتأثير كل منهما على الآخر وتأثره بها، فإن كثير من المهتمين بدراسة العلاقة بين نمطي المعرفة يؤكدون أن المعرفة المفاهيمية تؤثر بدرجة أكبر في المعرفة الإجرائية؛ مما يترتب عليه الاهتمام في تعليم الرياضيات بإكساب التلاميذ المعرفة المرتبطة بالمفاهيم والعلاقات والقواعد الرياضية قبل الانتقال إلى المعرفة الإجرائية المتمثلة في معرفة خطوات أو إجراءات حل المسائل المرتبطة بتلك المفاهيم أو العلاقات.

وقد تعددت المداخل التدريسية التي تستهدف إكساب التلاميذ المعرفة الرياضية المفاهيمية والمعرفة الرياضية الإجرائية؛ والتي يمكن إبرازها في المداخل التالية:

- المدخل الأول: المقارنة بين إجراءات الحل المختلفة Comparison of alternative solution procedures ، وذلك من خلال مناقشة الطرق المتعددة لحل المشكلة الرياضية الواحدة، وبيان أيها صحيح رياضيًا، وأيها خطأ، وتفسير ذلك رياضيًا للتلاميذ؛ ومن الدراسات التي استخدمت هذا المدخل في تنمية المعرفة المفاهيمية والإجرائية: دراسة "ريتل جونسون، وآخرون (Rittle-Johnson, et all., 2009).
- المدخل الثاني: تشجيع التلاميذ على طرح تفسيرات وفق فهمهم الخاص To encourage self-explanation، وذلك من خلال حثهم ومساعدتهم على تبرير الخطوات أو الإجراءات الصحيحة، وكذلك تبرير الإجراءات الخطأ رياضيًا؛ ومن الدراسات التي استخدمت هذا المدخل التدريسي: دراسة "بيرثهولد، ورينكل"(Berthold & Renkl, 2009).
- المدخل الثالث: استكشاف المشكلة الرياضية قبل التدريس Problem exploration before instruction، بمعنى منح التلاميذ فرصة للتفكير في المشكلات الرياضية، أو تنفيذ مهام مرتبطة بالتعلم السابق، وذلك للتأكد من توافر قاعدة من المعرفة المفاهيمية والإجرائية المناسبة لبدء التعلم الجديد؛ ومن هذه الدراسات التي استخدمت هذا المدخل: دراسة "ديكارو، وآخرون" (DeCaro,et all., 2011).
- المدخل الرابع: استخدام برمجيات الرياضيات التفاعلية Dynamic Mathematics Software في إكساب التلاميذ المعرفة الرياضية؛ ومن هذه الدراسات التي استخدمت هذا المدخل التدريسي: دراسة "سوميت، وريكاردز" (Summit,Rickards,2013) ، ودراسة "هوتكميري، وإفندي زكريا" (Hutkemri, Effandi Zakaria,2012).

وبالنظر إلى طبيعة متغيرات البحث الحالي؛ نجد أنه ينتمي إلى المدخل الرابع، حيث يستهدف تصميم مجموعة من الأنشطة الإثرائية في ضوء إحدى

برمجيات الرياضيات التفاعلية "برمجية جيوجيبرا" GeoGebra، ومن ثم استخدامها في إكساب تلاميذ الصف السادس الابتدائي المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية.

- بناء أدوات البحث :

- أولاً: تصميم الأنشطة الإثرائية في ضوء برمجية الرياضيات التفاعلية "برمجية جيوجبرا **GeoGebra":**

وقد اتُبعت الإجراءات التالية في تصميم تلك الأنشطة:

- **تحديد المفاهيم والإجراءات الرياضية الأساسية المتضمنة في وحدة "الهندسة والقياس" المقررة على تلاميذ الصف السادس الابتدائي.**
- **تحديد الأسس (المرتكزات) الرئيسية التي تقوم عليها البرمجية التفاعلية "برمجية جيوجبرا GeoGebra"، وكيفية استخدامها في تصميم مواقف التعليم والتعلم(ملحق البحث(١)).**
- **تصميم الأنشطة الإثرائية المقترحة في ضوء "برمجية جيوجبرا GeoGebra"؛ وذلك في ضوء الأسس (المرتكزات) السابقة، وقد تضمن كل نشاط ما يلي:**
  - ✓ **عن النشاط: ويتضمن (موضوع النشاط، الهدف من النشاط، المتطلبات السابقة للنشاط، أدوات النشاط، الاستراتيجيات المستخدمة، وأخيراً أنماط التعلم).**
  - ✓ **إجراءات تنفيذ النشاط.**
  - ✓ **تقييم النشاط.**

وقد بلغ عدد الأنشطة الإثرائية في مجملها (٩) أنشطة، تضمن كل نشاط منها نافذة أو أكثر من نوافذ البرمجية التفاعلية المستخدمة (ملحق البحث (١)).

- ثانيًا: إعداد اختبار المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية:

وقد اتُبعت الإجراءات التالية في إعداد الاختبار:

- **تحليل الكتابات والدراسات السابقة المرتبطة بالمعرفة الرياضية؛ وذلك لتحديد أنواعها المختلفة، وطبيعة المفردات المستخدمة في قياسها.**
- **صياغة مفردات الاختبار (في صورته الأولية) وفق الهدف من الاختبار، وفي ضوء المحتوى المعرفي للوحدة الدراسية.**
- **عرض الاختبار على مجموعة من المحكمين من بعض الأساتذة المختصين في مجال تعليم الرياضيات، وآخرين من موجهي ومعلمي الرياضيات بالمرحلة الابتدائية.**
- **صياغة مفردات الاختبار (في صورته النهائية) بعد تعديل أو تغيير مفردات الاختبار التي رأى المحكمون ضرورة تعديلها أو تغيرها، وقد تضمن الاختبار في صورته النهائية (١٠) مفردات من النوع (اختيار من متعدد) تقيس مستوى استيعاب التلاميذ للمفاهيم والعلاقات المتضمنة في وحدة الهندسة، بالإضافة**

إلى (١٠) مفردات أخرى من النوع (اختيار من متعدد) تقيس مقدرة التلاميذ على تنفيذ بعض الإجراءات أو الخطوات الرياضية (ملحق البحث (٢)).

- **تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية، بلغ عددها (٤٠ تلميذ وتلميذة) من تلاميذ الصف السادس الابتدائي بإحدى مدارس المنتزة التعليمية لحساب ثبات الاختبار، واستخدمت معادلة "ألفا كرونباخ" لحساب معامل ثبات الاختبار، حيث بلغ معامل الثبات (٠,٧٨)، وهي قيمة مرتفعة نسبيًا بالنظر إلى عدد مفردات الاختبار.**

- ثالثًا: إعداد مقياس "تصورات التلاميذ عن استخدام برمجية الرياضيات التفاعلية "جيوجبرا **GeoGebra"** في تعلم الهندسة":

وقد اتُبعت الإجراءات التالية في إعداد المقياس:

- **تحليل بعض المقاييس التي تستهدف تصورات التلاميذ عن استخدام التكنولوجيا بصفة عامة، وبرمجية "جيوجبرا" بصفة خاصة في تعليم الرياضيات؛ وذلك للتعرف على طبيعة المفردات المستخدمة في تلك المقاييس.**
- **صياغة مفردات مقياس "تصورات التلاميذ عن استخدام برمجية الرياضيات التفاعلية "جيوجبرا GeoGebra" في تعلم الهندسة" في صورته الأولية.**
- **عرض المقياس على مجموعة من المحكمين من بعض الأساتذة المختصين في مجال المقاييس النفسية، وذلك للتعرف على آرائهم حول مدى مناسبة مفردات المقياس، ودقة صياغتها، وصلاحيتها في ضوء الهدف من المقياس.**
- **صياغة مفردات الاختبار (في صورته النهائية) بعد الأخذ بآراء السادة المحكمين، وقد تضمن الاختبار في صورته النهائية (١٠) عبارات، يجيب عنها التلميذ بنعم أو لا .(ملحق البحث(٣))**
- **تطبيق المقياس على نفس العينة الاستطلاعية السابقة، واُستخدمت أيضًا معادلة "ألفا كرونباخ" لحساب معامل ثبات المقياس، حيث بلغ معامل الثبات (٠,٨٦١)، وهي قيمة مرتفعة.**

- عينة البحث الأساسية ، وطريقة اختيارها :

تضمن مجتمع البحث جميع تلاميذ وتلميذات الصف السادس الابتدائي بمحافظة الإسكندرية، حيث تم اختيار إحدى الإدارات التعليمية بصورة عشوائية فكانت إدارة المنتزة التعليمية، ثم اختيار إحدى مدارسها عشوائيًا فكانت مدرسة عبد القادر أبو عقادة الابتدائية، ثم اختيار فصلين عشوائيًا من فصول الصف السادس الابتدائي بالمدرسة ليمثل أحدهما المجموعة التجريبية (٥٧ تلميذًا)، بينما يمثل الآخر المجموعة الضابطة (٥٤ تلميذًا).

- تطبيق تجربة البحث :

بعد عقد جلسات توضيحية مع المعلم القائم بالتدريس حول طبيعة البرمجية التفاعلية المستخدمة، والفلسفة التي تستند عليها، وكيفية استخدامها أثناء تنفيذ الأنشطة المقترحة، تم تطبيق اختبار المعرفة الرياضية

المفاهيمية والإجرائية قبليًا على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة، للتأكد من تكافؤ المجموعتين، وصلاحية استخدام اختبار "ت" T-test في التحقق من صحة فروض البحث، حيث جاءت بالفعل الفروق بين المجموعتين غير دالة إحصائيًا فيما يتعلق بالجزء الأول من الاختبار المرتبط بالمعرفة المفاهيمية، والجزء الثاني من الاختبار المرتبط بالمعرفة المفاهيمية.

وقد قام الباحث بمتابعة تنفيذ الأنشطة المقترحة مع المعلم القائم بالتدريس أسبوعيًا، حيث استغرق تنفيذ الأنشطة المقترحة ثلاثة أسابيع دراسية في أثناء الفصل الدراسي الثاني، وبعد الانتهاء من تنفيذ الأنشطة تم تطبيق الاختبار، وكذلك المقياس بعديًا على أفراد عينة البحث، ثم استُخدم برنامج حزم البيانات الإحصائية SPSS في تحليل البيانات إحصائيًا لاختبار مدى صحة فروض البحث.

- مناقشة نتائج البحث، وتفسيرها :

يتناول هذا البند مناقشة النتائج وتفسيرها؛ بهدف الإجابة عن أسئلة البحث.

الإجابة عن السؤالين الفرعيين الأول والثاني من أسئلة البحث؛ وهما:

- ما طبيعة البرمجية الرياضية التفاعلية "برمجية جيوجبرا GeoGebra" التي يعتمد عليها تصميم الأنشطة الإثرائية؟
- ما الأنشطة الإثرائية المقترحة في ضوء البرمجية التفاعلية "برمجية جيوجبرا GeoGebra"؟

تم الإجابة عن السؤال الفرعي الأول في تقرير البحث في البند المتعلق بالخلفية النظرية للبحث، وفي مقدمة الأنشطة الإثرائية المقترحة؛ حيث قام الباحث بتحديد طبيعة البرمجية المستخدمة "برمجية جيوجبرا" من حيث: التعريف بالبرمجية، ومكوناتها، ومجالات استخدامها في الرياضيات.

أما فيما يتعلق بالسؤال الفرعي الثاني، فقد تم تصميم عدد من الأنشطة الإثرائية (٩ أنشطة)، بحيث يعتمد كل نشاط من هذه الأنشطة على تفعيل نافذة أو أكثر من نوافذ البرمجية التي قام الباحث بإعدادها في ضوء المفاهيم والإجراءات الرياضية المقررة على تلاميذ الصف السادس الابتدائي في وحدة "الهندسة والقياس"(ملحق البحث(٢)).

الإجابة عن السؤال الفرعي الثالث: ما فاعلية استخدام الأنشطة الإثرائية المقترحة في ضوء البرمجية التفاعلية "برمجية جيوجبرا GeoGebra" في إكساب تلاميذ الصف السادس الابتدائي المعرفة الرياضية المفاهيمية ؟

و يتطلب الإجابة عن هذا السؤال من أسئلة البحث التحقق من صحة الفرضين التاليين:

الفرض الأول: يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤ ٠,٠٥) بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعة التجريبية فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار المعرفة الرياضية المفاهيمية لصالح التطبيق البعدي.

للتحقق من صحة هذا الفرض حُسب المتوسط الحسابي والإنحراف المعياري لدرجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للجزء الأول من اختبار المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية، ولتحديد دلالة هذا الفرق حُسبت قيمة "ت" للمتوسطات المرتبطة ، ثم حُسبت قيمة مربع إيتا (η2) المناظرة لها لتحديد قوة تأثير المتغير المستقل "الأنشطة الإثرائية المقترحة في ضوء برمجية "جيوجبرا" في المتغير التابع "المعرفة الرياضية المفاهيمية"، وذلك وفق المعادلة التالية.

$$\text{مربع إيتا } (\eta 2) = \frac{\text{ت}^2}{\text{ت}^2 + 2\,(\text{ن}-1)}$$

حيث إن:

ت : قيمة اختبار " ت " للفرق بين متوسطى المجموعة التجريبية فى التطبيقين القبلى والبعدى.

ن : عدد تلاميذ المجموعة التجريبية. (فؤاد أبو حطب وآمال صادق ، ١٩٩١ : ٤٣٩) . وجاءت النتائج كما هو موضح في الجدول (١):

جدول (١) : قيمة "ت" لدلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار المعرفة الرياضية المفاهيمية

التطبيق	العدد (ن)	المتوسط (م)	الانحراف المعيارى (ع)	قيمة (ت)	مربع إيتا (η2)
البعدى	٥٧	٧,٢٨	١,٨٢	*٢٠,٠٧٩	٠,٧٣١
القبلي		١,٥٨	١,١٣		

❖ دالة عند درجات حرية (١١٢) ومستوي أقل من (٠,٠٥) .

بتحليل بيانات الجدول (١) يتضح ما يلي:

- بلغ متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي لاختبار المعرفة الرياضية المفاهيمية(١,٥٨) من الدرجة الكلية المخصصة للاختبار (١٠ درجات)، بينما بلغ متوسط درجاتهم في التطبيق البعدي (٧,٢٨) من الدرجة الكلية المخصصة؛ مما يؤكد وجود تأثير واضح للأنشطة التعليمية المقترحة في ضوء برمجية "جيوجبرا GeoGebra" لدى تلاميذ المجموعة التجريبية.
- وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعة التجريبية فى كل من التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار المعرفة الرياضية المفاهيمية لصالح التطبيق البعدى، وذلك بالنسبة للاختبار ككل؛ حيث بلغت قيمة

"ت" (٢٠,٠٧٩) وهي دالة عند مستوى ٠,٠٥ ودرجة حرية ١١٢، وبهذا يتحقق صحة الفرض الأول من فروض البحث.

- التأثير الكبير للأنشطة الإثرائية المقترحة في ضوء برمجية "جيوجبرا" فى إكساب تلاميذ المجموعة التجريبية المعرفة الرياضية المفاهيمية؛ حيث إن قيمة مربع إيتا ($\eta 2$) أكبر من (٠,١٥)، وبذلك يمكننا القول بفاعلية الأنشطة التعليمية المقترحة في ضوء البرمجية التفاعلية المستخدمة في إكساب التلاميذ المعرفة الرياضية المفاهيمية؛ حيث إنها أسهمت بتنميتها لديهم بنسبة ٧٣,١٪.

الفرض الثاني: **يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى ($\leq$ ٠,٠٥) بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعتين (التجريبية والضابطة) فى التطبيق البعدى لاختبار المعرفة الرياضية المفاهيمية لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.**

للتحقق من صحة هذا الفرض حُسب المتوسط الحسابي والإنحراف المعياري لدرجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للجزء الأول من اختبار المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية، ولتحديد دلالة هذا الفرق حُسبت قيمة "ت" للمتوسطات المرتبطة، وقد جاءت النتائج كما هو موضح في الجدول (٢):

جدول (٢) : قيمة "ت" لدلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار المعرفة الرياضية المفاهيمية

التطبيق	العدد (ن)	المتوسط (م)	الانحراف المعيارى (ع)	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
التجريبية	٥٧	٧,٢٨	١,٨٢	٥٢,٦٢٤	٠,٠١٠
الضابطة	٥٤	٦,٤٢	١,٥٩		

❖ دالة عند درجات حرية (١٠٩) ومستوي أقل من (٠,٠٥) .

بتحليل بيانات الجدول (٢) يتضح ما يلي:

- بلغ متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لاختبار المعرفة الرياضية المفاهيمية(٧,٢٨) من الدرجة الكلية المخصصة للاختبار (١٠ درجات)، بينما بلغ متوسط درجات تلاميذ المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لذات الاختبار (٦,٤٢) من الدرجة الكلية المخصصة؛ مما يدل على وجود فرق بين درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة.
- وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة فى التطبيق البعدي لاختبار المعرفة الرياضية المفاهيمية لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية، حيث بلغت قيمة "ت" (٢,٦٢٤) وهي دالة عند مستوى أقل من ٠,٠٥ ودرجة حرية ١٠٩، وبهذا يتحقق صحة الفرض الثاني من فروض البحث.

الإجابة عن السؤال الفرعي الرابع: ما فاعلية استخدام الأنشطة الإثرائية المقترحة في ضوء البرمجية التفاعلية "برمجية جيوجبرا GeoGebra" في إكساب تلاميذ الصف السادس الابتدائي المعرفة الرياضية الإجرائية ؟

و يتطلب الإجابة عن هذا السؤال من أسئلة البحث التحقق من صحة الفرضين التاليين:

الفرض الثالث: يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤ ٠,٠٥) بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعة التجريبية فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار المعرفة الرياضية الإجرائية لصالح التطبيق البعدي.

للتحقق من صحة هذا الفرض حُسب المتوسط الحسابي والإنحراف المعياري لدرجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للجزء الثاني من اختبار المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية، ولتحديد دلالة هذا الفرق حُسبت قيمة "ت" للمتوسطات المرتبطة ، ثم حُسبت قيمة مربع إيتا (η2) المناظرة لها لتحديد قوة تأثير المتغير المستقل "الأنشطة الإثرائية المقترحة في ضوء برمجية "جيوجبرا" في المتغير التابع "المعرفة الرياضية الإجرائية"، وقد جاءت النتائج كما هو موضح في الجدول (٣):

جدول (٣) : قيمة "ت" لدلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار المعرفة الرياضية الإجرائية

التطبيق	العدد (ن)	المتوسط (م)	الانحراف المعيارى (ع)	قيمة (ت)	مربع إيتا (η2)
البعدى	٥٧	٥,٩٦	١,٧٢	*١٧,١٥٥	٠,٦٨١
القبلى		١,٣٥	١,٠٧		

❖ دالة عند درجات حرية (١١٢) ومستوي أقل من (٠,٠٥) .

بتحليل بيانات الجدول (٣) يتضح ما يلي:

- بلغ متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي لاختبار المعرفة الرياضية الإجرائية(١,٣٥) من الدرجة الكلية المخصصة للاختبار (١٠ درجات)، بينما بلغ متوسط درجاتهم في التطبيق البعدي (٥,٩٦) من الدرجة الكلية المخصصة؛ مما يؤكد وجود تأثير واضح للأنشطة التعليمية المقترحة في ضوء برمجية "جيوجبرا GeoGebra" في إكساب تلاميذ المجموعة التجريبية المعرفة الرياضية الإجرائية.
- وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعة التجريبية فى كل من التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار المعرفة الرياضية الإجرائية لصالح التطبيق البعدى، وذلك بالنسبة للاختبار ككل؛ حيث بلغت قيمة "ت" (١٧,١٥٥) وهي دالة عند مستوى ٠,٠٥ ودرجة حرية ١١٢، وبهذا يتحقق صحة الفرض الثالث من فروض البحث.
- التأثير الكبير للأنشطة الإثرائية المقترحة في ضوء برمجية "جيوجبرا" فى إكساب تلاميذ المجموعة التجريبية المعرفة الرياضية الإجرائية؛

حيث إن قيمة مربع إيتا (η2) أكبر من (٠,١٥)، وبذلك يمكننا القول بفاعلية الأنشطة التعليمية المقترحة في ضوء البرمجية التفاعلية المستخدمة في إكساب التلاميذ المعرفة الرياضية الإجرائية؛ حيث إنها أسهمت بتنميتها لديهم بنسبة ٦٨,١٪.

يمكن إرجاع التأثير الكبير للأنشطة الإثرائية المقترحة في ضوء برمجية "جيوجبرا" في إكساب التلاميذ المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية إلى ما يلي:

- إظهار التلاميذ إتجاهات وميول إيجابية نحو استخدام التكنولوجيا في تعلم المفاهيم والعلاقات الرياضية المتضمنة في وحدة "الهندسة والقياس".
- المشاركة الإيجابية للتلاميذ في أثناء معالجة المهام الرياضية المتمركزة حول برمجية "جيوجبرا".
- المناقشات الجماعية التي تعقب تنفيذ التلاميذ المهام الرياضية، وذلك للتعرف على طبيعة المفهوم الرياضي المراد تعلمه، والخصائص المميزة له.
- تحقيق مبدأ "تفريد التعلم"، بمعنى إمكانية استمرار كل تلميذ في تعلم المفهوم وفق قدراته واستعداته، فضلًا عن ممارسته لبعض المهام بالطريقتين: التقليدية (الورقة/القلم/الأدوات الهندسية/حاسبة الجيب)، وباستخدام البرمجية التفاعلية.

تتفق هذه النتيجة مع عدد من الدراسات والأبحاث العربية والأجنبية مثل: دراسة (عامر صالح المحافظة، ٢٠٠٧؛ فضي محمد العنزي، ٢٠١٢؛ عبد الرحيم عليان الصبحي، ٢٠١٤؛ Lee,2011؛ Salim,2014؛ Praveen,Leong,2013)، حيث أشارت الدراسات والأبحاث السابقة في نتائجها إلى فاعلية استخدام برمجية الرياضيات التفاعلية "جيوجبرا GeoGebra" في تنمية مستوى تحصيل التلاميذ للمعرفة الرياضية المرتبطة بمجال الهندسة والقياس، فضلًا عن تأثيرها الكبير في تنمية بعض مهارات التفكير الرياضي.

الفرض الرابع: **يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤ ٠,٠٥) بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعتين (التجريبية والضابطة) فى التطبيق البعدى لاختبار المعرفة الرياضية الإجرائية لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.**

للتحقق من صحة هذا الفرض حُسب المتوسط الحسابي والإنحراف المعياري لدرجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للجزء الثاني من اختبار المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية، ولتحديد دلالة هذا الفرق حُسبت قيمة "ت" للمتوسطات المرتبطة، وقد جاءت النتائج كما هو موضح في الجدول (٤):

جدول (٤) : قيمة "ت" لدلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار المعرفة الرياضية الإجرائية

التطبيق	العدد (ن)	المتوسط (م)	الانحراف المعيارى (ع)	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
التجريبية	٥٧	٥,٩٦	١,٧٢	٣,٥٦٦*	٠,٠٠١
الضابطة	٥٤	٤,٧٩	١,٧٣		

❖ دالة عند درجات حرية (١٠٩) ومستوي أقل من (٠,٠٥) .

بتحليل بيانات الجدول (٤) يتضح ما يلي:

- **بلغ متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لاختبار المعرفة الرياضية الإجرائية(٥,٩٦) من الدرجة الكلية المخصصة للاختبار (١٠ درجات)، بينما بلغ متوسط درجات تلاميذ المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لذات الاختبار (٤,٧٩) من الدرجة الكلية المخصصة؛ مما يدل على وجود فرق بين درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة.**
- **وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة فى التطبيق البعدي لاختبار المعرفة الرياضية الإجرائية لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية، حيث بلغت قيمة "ت" (٣,٥٦٦) وهي دالة عند مستوى أقل من ٠,٠٥ ودرجة حرية ١٠٩، وبهذا يتحقق صحة الفرض الرابع من فروض البحث.**

الإجابة عن السؤال الفرعي الخامس: ما تصورات أفراد عينة البحث حول استخدام البرمجية التفاعلية "برمجية جيوجبرا GeoGebra" في تدريس الهندسة؟

للإجابة عن هذا السؤال حُسبت التكرارات، وكذلك النسبة المئوية لاستجابات تلاميذ المجموعة التجريبية أمام كل عبارة من عبارات المقياس، وكانت النتائج كما هي موضحة في الجدول (٥):

جدول (٥): التكرارات والنسب المئوية لاستجابات تلاميذ المجموعة التجريبية على عبارات المقياس

م	عبارات المقياس	التكرارات والنسب المئوية
١	استمتعت باستخدام البرمجية التفاعلية "جيوجبرا GeoGebra".	٥٢ (٩١,٢٪)
٢	تعلمت الكثير عن برمجية "جيوجبرا GeoGebra" وكيفية استخدامها.	٥٥ (٩٦,٥٪)
٣	ساعدتني البرمجية التفاعلية في التعرف على المفاهيم الهندسية.	٤٨ (٨٤,٢٪)
٤	شعرت بالثقة أثناء استخدام برمجية "جيوجبرا GeoGebra" في معالجة الأنشطة الرياضية.	٤٣ (٧٥,٤٪)
٥	شاركت زملائي التفكير في أنشطة البرمجية التفاعلية.	٤٩ (٨٥,٩٪)
٦	استمتعت بدراسة الهندسة أكثر باستخدام البرمجية التفاعلية.	٥٣ (٩٢,٩٪)
٧	ساعدتني أنشطة البرمجية على الربط بين الخبرات الجديدة والخبرات السابقة المرتبطة بموضوعات الهندسة.	٤٦ (٨٠,٧٪)
٨	تمكنت من الإجابة عن الأسئلة بعد تنفيذ أنشطة البرمجية.	٤٢ (٧٣,٧٪)
٩	استفدت الكثير من المناقشات والحوارات بين المعلم وتلاميذ الفصل حول أنشطة البرمجية.	٤٧ (٨٢,٤٪)

١٠	أشعر بأهمية كبيرة لاستخدام برمجية "جيوجبرا GeoGebra" في تعلم موضوعات رياضية أخرى.	٥٠ (٨٧,٧٪)

و بتحليل بيانات الجدول (٥) يتضح ما يلي:

- بلغ عدد تلاميذ المجموعة التجريبية الذين استمتعوا باستخدام برمجية "جيوجبرا" (٥٢) بنسبة مئوية مقدارها (٩١,٢٪)، وما يقارب هذا العدد استمتعوا أيضًا بدراسة الهندسة باستخدام تلك البرمجية.
- بلغ عدد تلاميذ المجموعة التجريبية الذين ساعدتهم برمجية "جيوجبرا" على تعلم المفاهيم الهندسية بصورة جيدة (٤٨) بنسبة مئوية مقدارها (٨٤,٢٪)، وما يقارب هذا العدد ساعدتهم أنشطة البرمجية على الربط بين الخبرات الجديدة والخبرات السابقة المرتبطة بموضوعات الهندسة، ومشاركة زملائهم التفكير في أنشطة البرمجية.
- بلغ عدد التلاميذ الذين أشاروا إلى وجود أهمية كبيرة لاستخدام برمجية "جيوجبرا" في تعلم موضوعات رياضية أخرى (٥٠) تلميذًا بنسبة مئوية مقدارها (٨٧,٧٪)، وهي نسبة مرتفعة.
- بصورة عامة، جاءت تصورات تلاميذ المجموعة التجريبية عن برمجية "جيوجبر" واستخدامها في تعلم موضوعات الهندسة إيجابية، حيث لم تقل النسبة المئوية لتكرارات استجابات التلاميذ على عبارات المقياس عن (٧٣,٧٪).

- توصيات البحث :

في ضوء ما أسفر عنه البحث من نتائج، يمكن الخروج بعدد من التوصيات وثيقة الصلة بمتغيرات البحث الأساسية والمتمثلة في الرياضيات التفاعلية، واكتساب المعرفة الرياضية المفاهيمية والإجرائية.

- ينبغي التوجه باهتمام نحو تدريب معلمي الرياضيات في المراحل التعليمية المختلفة على تعريفهم ببرمجيات الرياضيات التفاعلية التي يمكن استخدامها في تعليم الموضوعات الرياضية المختلفة، وكيفية استخدام تلك البرمجيات.
- تضمين مناهج الرياضيات لأنشطة تعليمية وإخرى إثرائية متمركزة حول برمجيات الرياضيات التفاعلية، وذلك على غرار المهام التعليمية المتمركزة حول برنامج Excel المتضمنة في محتوى مناهج رياضيات المرحلة الابتدائية.
- تدريب معلمي الرياضيات على تصميم أنشطة تعليمية أو إثرائية في ضوء برمجيات الرياضيات التفاعلية المختلفة، والتي يمكن توفيرها للمعلم بسهولة.
- بناء قناعات لدى معلمي الرياضيات حول أهمية التكنولوجيا، والدور الذي يمكن أن تقوم به في إثراء بيئة التعلم، والعلاقة الوطيدة بين الرياضيات والتكنولوجيا.

- المراجع :

- إجتياد عبد الرازق حامد.(٢٠١٣).مدى فاعلية استخدام برنامج جيوجبراGeoGebra والوسائل التعليمية في التحصيل المباشر والمؤجل لدى طلبة الصف التاسع الأساسي في الرياضيات في المدارس الحكومية في محافظة نابلس.رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الدراسات العليا،جامعة النجاح الوطنية، فلسطين.

- إحسان محمد كنساره، عبدالله إسحاق عطار.(٢٠٠٩).الحاسوب وبرمجيات الوسائط، مطبعة الملك فهد الوطنية، مكة المكرمة.

- دعاء محمد قاسم.(٢٠١٣). أثر استخدام برمجية جيوجبرا GeoGebra على استيعاب المفاهيم الجبرية وعمليات التمثيل الرياضي لدى عينة من تلاميذ الصف العاشر الأساسي في الأردن، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية،عمان.

- عامر صالح المحافظة.(٢٠٠٧).أثر برمجية تدريسية محوسبة في تحصيل طلبة الصف التاسع في الهندسة واتجاهاتهم نحوها.رسالة ماجستير غير منشورة.كلية التربية،الجامعة الأردنية، الأردن.

- عبد الرحيم عليان الصبحي.(٢٠١٤).فاعلية تدريس الهندسة باستخدام برمجية "جيوجبرا" (GeoGebra) في تنمية مستويات فان هايل للتفكير الهندسي لدى طلاب الصف الأول الثانوي، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة طيبة.

- عدنان العابد، وسهيلة صالح.(٢٠١٤). أثر استخدام برمجية جيوجبرا GeoGebra في حلّ المسألة الرياضيّة وفي القلق الرياضي لدى طلبة المرحلة الأساسية العليا،مجلة جامعة النجاح، المجلد الثامن والعشرون، ٢٤٧٣ _٢٤٩٢.

- غادة سالم النعيمي.(٢٠١٦).أثر استخدام برنامج جيوجبراGeoGebra في تنمية مهارات الترابط الرياضي لدى طالبات الصف الأول الثانوي بمدينة الرياض، المجلة الدولية التربوية المتخصصة، المجلد الخامس، العدد الخامس،٣٩ _٦٢.

- فضي محمد العنزي.(٢٠١٢). فاعلية استخدام برنامج جيوجبرا (GeoGebra) في إكساب المفاهيم الهندسية لطلاب الصف الأول الثانوي بمدينة حائل حسب مستويات ديفيسDavis . رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة الإمام محمد بن سعود، السعودية.

- فؤاد أبو حطب وآمال صادق . (١٩٩١) . مناهج البحث وطرق التحليل الإحصائى فى العلوم النفسية والتبوية والاجتماعية. القاهرة : مكتبة الأنجلو المصرية.

- مركز تطوير المناهج والمواد التعليمية بجمهورية مصر العربية.(٢٠١٦).مسودة لمصفوفة المدى والتتابع لمعايير ومؤشرات مادة الرياضيات لمرحلة التعليم قبل الجامعي.

- ناعم محمد العمري.(٢٠١٣). أثر استخدام برنامج الجيوجبرا (Geogebra) في تدريس الرياضيات في التحصيل وتنمية التفكير الإبداعي لدى طالب الصف الثالث الثانوي، مجلة كلية التربية، جامعة عين شمس، ٣٨ (٣).

- وليم عبيد.(١٩٩٨).رياضيات مجتمعية لموجهة تحديات المستقبل(إطار مقترح لتطوير مناهج الرياضيات مع بداية القرن الحادي والعشرين، مجلة تربويات الرياضيات، المجلد الأول، ديسمبر، ١ -١١.

- Association of Mathematics Teacher Educators. (2006). Preparing Teachers to Use Technology to Enhance the Learning of Mathematics.Retrievedfromhttp://amte.net/sites/all/themes/amte/resources/AMTETechnologyPositionStateme nt.pdf
- Baroody, A. J. (2003). The development of adaptive expertise and flexibility: the integration of conceptual and procedural knowledge. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Berthold, K., & Renkl, A. (2009). Instructional aids to support a conceptual understanding of multiple representations, Journal of Educational Psychology, 101, 70-87.
- Brown, S., Galloway, C., & Orrill, C. (2002). Lead your students in mathematical discovery. Learning and Leading with Technology, 29 (5), 22-27.
- Bulut,M., Ünlütürk Akçakın,H.,Kaya,G. & Akçakın,V.(2015). The effects of GeoGebra on third grade primary students' academic achievement in fractions, Mathematics Education, 11(2), 347-355.
- DeCaro, M., & Rittle-Johnson, B. (2011). Preparing to Learn from Math Instruction by Solving Problems First. Paper presented at the Biennial meeting of the Society for Research in Child Development, Montreal, QC.
- Haapasalo, L. & Kadijevich, D. (2000). Two types of mathematical knowledge and their relation. JMD—Journal for Mathematic-Didaktik, 21, 139–157.
- Hohenwarter, M., & Lavicza, Z. (2007). Mathematics teacher development with ICT: towards an International GeoGebra Institute. Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics. 27(3):49-54.
- House, J., & Telese, J. A. (2011). Effects of Computer Activities and Classroom Lesson strategies on motivation for mathematics learning for eighth-grade students in the united states and Korea, International Journal of Instrumental Media,38(3),295-306.

- Hutkemri, Effandi Zakaria.(2012). The Effect of Geogebra on Students'Conceptualand Procedural Knowledge of Function, Indian Journal of Science and Technology,5(12),3802-3808.
- International Society for Technology in Education. (2015). ISTE DigitalAgeLearning.Retrievedfromhttp://www.iste.org/standards/standards-for-students
- Lee, C.(2011). Using GeoGebra to enhance learning and teaching of basic properties of circles for a secondary 5 class. (Thesis). University of Hong Kong, Pokfulam, Hong Kong SAR. Retrieved from http://dx.doi.org/10.5353/th_b4836766.
- MacBride, R., & Luehmann, A. (2008). Capitalizing on Emerging Technologies: A Case Study of Classroom Blogging. School Science & Mathematics, 108(5), 173-183.
- McMullin, L. (2001). Soundoff! Algemetic. Mathematics Teacher, 94 (1), 84-85.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2008). The Role of Technology in the Teaching and Learning of Mathematics. Retrieved from http://www.nctm.org/about/content.aspx?id=14233
- National Council of Teachers of Mathematics. (2011). Using Calculators for Teaching and Learning Mathematics. Retrieved fromhttp://www.nctm.org/uploadedFiles/Research_News_and_Advocacy/Research/Clips_and_Briefs/2011Research_brief_18-calculator.pdf
- National Council of Teachers of Mathematics. (2016). Annual meeting& Exposition. Retrieved from http://www.nctm.org/
- National Council of the Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). Principles and Standards for School Mathematics. Reston, VA: Author.
- National Research Council (2001). Adding it up: Helping children learn mathematics. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council. (2012). Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills for the 21st century. Washington, DC: National Academies Press.
- Pierce, R., & Stacey, K. (2010). Mapping pedagogical opportunities provided by mathematics analysis software.

International Journal of Computers for Mathematical Learning, 15(1), 1–20.

- Praveen,S., & Leong, K. E. (2013). Effectiveness of using Geogebra on Students' understanding in Learning circles. The Malaysian Online Journal of Educational Technology, 1(4), 1-11.
- Pugalee, D. K. (2001). Algebra for all: the role of technology and constructivism in an algebra course for at-risk students. Preventing School Failure, 45 (4), 171-176.
- Rittle-Johnson, B. & Siegler, R. S. (1998). The relation between conceptual and procedural knowledge in learning mathematics: a review. In C. Donlan (Ed.), The Development of Mathematical Skills (pp. 75–110). London: Psychology Press.
- Rittle-Johnson, B., & Koedinger, K. R. (2009). Iterating between lessons concepts and procedures can improve mathematics knowledge, British Journal of Educational Psychology, 79, 483-500.
- Salim,Z.(2014). Exploring efficacy of geogebra in development of geometrical reasoning skills of students of grade 7,Un published master dissertation, Professional Development Centre, Karachi.
- Strategies on Motivation for Mathematics Learning for Eighth-Grade Students in the United States and Korea. International Journal of Instructional Media, 38(3),295-306.
- Summit,R.,Rickards,T.(2013). A constructivist approach to mathematics laboratory classes, The 9th Delta Conference on teaching and learning of undergraduate mathematics and statistics, 24-29 November, Kiama, Australia
- Watson, C. L.(2015). The use of technology in secondary mathematics classrooms: The case of one school district, Master's Theses, University of Southern Mississippi.

❋❋❋❋❋❋❋