استخدام الإنشاءات الهندسية في تنمية بعض جوانب التعلم الهندسية والرياضية ومستويات التفكير الهندسي لدى الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات

إعداد

د. محمد السيد أحمد الدمرداش
مدرس المناهج
وطرق تدريس الرياضيات
كلية التربية – جامعة المنوفية

د. أمل محمد مختار الحنفي
مدرس المناهج
وطرق تدريس الرياضيات
كلية التربية – جامعة المنوفية

الملخص:
استهدفت هذه الدراسة بحث مدى فاعلية استخدام الإنشاءات الهندسية في تنمية بعض جوانب التعلم الهندسية والرياضية ومستويات التفكير الهندسي لدى الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات، وقد تحددت مشكلة الدراسة في الأسئلة الآتية:

١. ما موضوعات الإنشاءات الهندسية التي يمكن أن تتضمنها وحدة مقترحة في الإنشاءات الهندسية للطلاب المعلمين شعبة الرياضيات؟
٢. ما صورة الوحدة المقترحة في الإنشاءات الهندسية للطلاب المعلمين شعبة الرياضيات؟
٣. ما فاعلية الوحدة المقترحة في تنمية بعض جوانب التعلم الهندسية والرياضية لدى الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات؟
٤. ما فاعلية تدريس الوحدة المقترحة في تنمية مستويات التفكير الهندسي لدى الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات؟
٥. ما العلاقة الارتباطية بين تنمية بعض جوانب التعلم الهندسية والرياضية من جهة والتفكير الهندسي من جهة أخرى لدى الطلاب المعلمين بشعبة الرياضيات؟

لذا فقد قام الباحثان ببناء وحدة في الإنشاءات الهندسية تضمنت على ثمانية موضوعات، تتضمن كل موضوع مجموعة من الإنشاءات الهندسية، وأستخدم المنهج شبه التجريبي القائم على تصميم المجموعة الواحدة، والقياس القبلي والبعدي، وتكونت مجموعة الدراسة من (٤٤) من الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات بكلية التربية، وشملت أدوات الدراسة اختبار لجوانب التعلم الهندسية والرياضية واختبار آخر للتفكير الهندسي في ضوء نموذج فان هيل، وقد أظهرت نتائج الدراسة، بعد معالجة البيانات إحصائياً، فاعلية الوحدة المقترحة في تنمية بعض جوانب التعلم الهندسية والرياضية، وكذلك رفع مستويات التفكير الهندسي، ووجود علاقة بين تنمية بعض جوانب التعلم الهندسية والرياضية والتفكير الهندسي، وفى ضوء هذه النتائج أوصى الباحثان بضرورة توسيع مجال دراسة الإنشاءات الهندسية في مناهج الهندسة وأهمية ربطها بفروع الرياضيات المختلفة.

الكلمات المفتاحية: طرق تدريس الرياضيات، الإنشاءات الهندسية، مستويات التفكير الهندسي، مناهج الرياضيات، اعداد المعلم، أنشطة وتطبيقات.

Abstract:

The use of geometric constructions in the development of some geometry and mathematics learning aspects and geometric thinking levels among student-teachers of mathematics

This study aimed at investigating the effectiveness of using geometric constructions in developing some learning aspects of geometry and mathematics, and geometric thinking levels among student-teachers of the mathematics.

Therefore, the study sought to answer the following questions:

1. What topics of geometric constructions can be included in a proposed unit of geometric constructions for the student-teachers of mathematics?
2. What are the features of the proposed unit to develop some learning aspects of geometry and mathematics, and geometric thinking levels among student-teachers of mathematics?
3. What is the effectiveness of the proposed unit in developing some learning aspects of geometry and mathematics among student-teachers of mathematics?
4. What is the effectiveness of the proposed unit in developing geometric thinking levels among student-teachers of mathematics?
5. What is the correlation relationship between the development of some learning aspects of geometry and mathematics, and the development of geometric thinking levels among student-teachers of mathematics?

Therefore, the researchers prepared a unit in geometric constructions included eight topics. Each topic includes a set of geometric constructions. The study used a one-group pretest – intervention - posttest. The study sample consisted of (44) student-teachers majoring in mathematics at the faculty of education. The study tools were a test of learning aspects and the geometric thinking test according to the Van Hiele. The results of the study show the effectiveness of the proposed unit in the development of learning aspects of geometry and mathematics as well as enhancing the levels of geometric thinking. The results of the study also indicate that there is a correlation relationship between the learning aspects geometry and mathematics and geometric thinking. In light of these results, the current researchers recommend the need to expand the idea of geometric constructions into geometry curricula as well as highlight the importance of connecting them to different fields of mathematics.

Keywords: Mathematics Education, Geometric Constructions, Geometric Thinking Levels, Mathematics Curricula, Teacher Education, Activities and Applications.

مقدمة:

تعد الهندسة أحد المكونات الأساسية لمنهج الرياضيات وجزءًا مهمًا من أجزائها، حيث تعمل على تحسين طرق تفكير الطلاب من خلال ربط الحقائق والمفاهيم، فالمضامين الهندسية لها مميزات خاصة في تنمية الملاحظة والتجريب والقياس والاستنتاج المنطقي وكتابة البرهان وإثباته، وذلك من خلال إدراك الطالب للعلاقات الهندسية القائمة على المسلمات والنظريات، ومحاولة تطبيق تلك المسلمات والنظريات في ضوء ما هو معطى لإثبات المطلوب، هذا فضلاً عن أن الهندسة مرتبطة بالواقع الذي يعيش فيه الطالب، فيجد للمضامين الهندسية معنى، وخاصة عندما ينظر إلى ما حوله من أشكال ومجسمات ونماذج هندسية، وبالتالي فالهندسة بأنواعها المختلفة مجال خصب للتدريب على كيفية استخدام أنماط التفكير في الوصول إلى الحلول المطلوبة، مما يساعد على تنمية أساليب سليمة للتفكير الرياضي والهندسي خاصة مع اتساع كم المعرفة والاكتشافات والإضافات المستمرة والتغيرات السريعة في جميع مناحي الحياة (الحنفي، ٢٠١٤: ٢)[١].

وقد أكدت معايير ومبادئ الرياضيات المدرسية التي أصدرها المجلس القومي لمعلمي الرياضيات بالولايات المتحدة الأمريكية أن من خلال دراسة الهندسة يمكن للطلاب تعلم الأشكال والبنى الهندسية وكيفية تحليل خصائصها والعلاقات بينها، لذلك تعد الهندسة مجالا مناسبا لتنمية مهارات التفكير والتفسير عند الطلاب (NCTM, 1998: 42)

لذا ينبغي على المؤسسات التعليمية الاهتمام المستمر بتوفير الفرص الملائمة لتنمية وتحسين مهارات التفكير الهندسي للطلاب، لذلك ظهرت نماذج ونظريات تدريسية جديدة ناتجة عن أبحاث ودراسات علمية في محاولة لدراسة التفكير الهندسي وطرق تنميته، وكان من ضمن المحاولات المثمرة في هذا المجال ما قدّمه العالمان التربويان "بيير فان هيل" وزوجته "ديانا فان هيل جيلدوف"، ويقوم هذا النموذج على فكرة أن التعلم ليس عملية متصلة، بل هناك قفزات في منحنى التعلم، والتركيز على مستويات التفكير في الهندسة ودور التعليم في تحسين تلك المستويات لدى الطلاب والرقي بها هرميًا، وافترضت تلك النظرية أنّ جميع الطلبة يتقدمون بتسلسل هرمي من خلال خمسة مستويات تفكير في الهندسة هي (سلامة، ١٩٩٥: ٢١٢):

١. مستوى التعرف البصري Visualization أو مستوى الإدراك Recognition.

[١] يتم التوثيق في هذا البحث وفقاً لأسلوب الجمعية الأمريكية لعلم النفس APA Style.

٢. المستوى التحليلي Analysis أو الوصفي Descriptive.

٣. المستوى الترتيبي Ordering أو المستوى الاستدلالي غير الشكلي Informal Deduction.

٤. المستوى الاستنتاجي أو الاستدلال الشكلي Formal Deduction.

٥. مستوى الاستدلال المجرد Rigor Deduction.

واكتسب نموذج فان هيل الصفة الدولية حيث قامت العديد من الدول بإعادة بناء مناهج الهندسة لديها في ضوء هذا النموذج، وكانت البداية في هولندا الموطن الأصلي لثنائي فان هيل، حيث بدأ تصميم المناهج في ضوء هذا النموذج، وبعد هولندا انتقل هذا النموذج إلى الاتحاد السوفييتي الذي قام بإعادة بناء وتجميع مناهج الهندسة في بلاده في ضوء هذا النموذج (السنكري، ٢٠٠٣: ٧٨)، كما توصي (NCTM, 2000) بتنظيم عملية التدريس والتعلم في تعليم الهندسة للطلاب وفقا لنموذج فان هيل (Hülya & DEMİR, 2017).

وفي ضوء ذلك، حاولت العديد من الأبحاث والدراسات الكشف عن واقع مستويات التفكير الهندسي في ضوء نموذج فان هيل لدى الطلاب في العديد من المراحل الدراسية، كما اجتهدت بعض الأبحاث والدراسات في البحث حول مدى مساهمة مناهج الهندسة الحالية في تنمية تلك المستويات، من بين تلك الدراسات دراسة خصاونة (٢٠٠٧) التي هدفت إلى البحث عن مستويات التفكير في الهندسة الفراغية لفان هيل لدى طلبة الصف العاشر، وكانت من أدوات الدراسة اختبار مستويات التفكير في الهندسة الفراغية اعتماداً على السمات والخصائص المنطوية تحت كل مستوى تفكير من مستويات فان هيل، وذلك نظراً لأنّ فقرات اختبار التفكير الهندسي لفان هيل كانت في مفاهيم هندسية ببعدين، وقد اقتصر الاختبار على المستويات الأربعة الأولى وهي الإدراكي، والتحليلي، والاستدلال غير الشكلي، والاستدلال الشكلي، وأظهرت النتائج وجود علاقة ارتباطية بين نوع الطلبة ومستويات تفكيرهم في الهندسة الفضائية، وأنّ أداء الطلاب على اختبار مستويات التفكير في الهندسة الفراغية يختلف باختلاف مستوى التفكير الهندسي لديهم، لذلك أوصت الدراسة بضرورة تنمية مستويات التفكير الهندسي.

وكذلك دراسة (Halat, 2008) حول مراحل التفكير الهندسي لدى معلمي الرياضيات في المدارس الثانوية والمتوسطة أثناء الخدمة، وتضمنت الدراسة (١٤٨) معلم رياضيات في المدارس الثانوية والمتوسطة، ودلت نتائج الدراسة على أن

مستويات التفكير الهندسي لدى معلمي الرياضيات في المدارس الثانوية والمتوسطة غير ملائمة لتدريس الهندسة، وأنه لا يوجد فرق بين معلمي المدارس الثانوية ومعلمي المدارس المتوسطة في توزيعهم على مستويات التفكير الهندسي، ومن ثم أكدت توصيات الدراسة على ضرورة أعادة النظر في إعداد معلمي الرياضيات لتدريس الهندسة، وضرورة أن يمتلك معلمو الرياضيات معرفة هندسية ورياضية واسعة ومهارات تفكير هندسي قوية.

دراسة فؤاد (٢٠١١: ٤٥٠) التي هدفت إلى البحث عن مستويات التفكير الهندسي لدى طلاب قسم الرياضيات في كلية التربية الأساسية، وكانت من نتائجها تدني مستوى الطلاب في التفكير الهندسي، حيث تم تصنيفهم ضمن مستويات التفكير الهندسي الثلاثة الأولى فقط.

كذلك دراسة (Marchis, 2012: 38) التي هدفت إلى تقصي مدى تمكن معلمي رياضيات التعليم الأساسي قبل الخدمة من المفاهيم والخصائص المرتبطة بالأشكال والمجسمات الهندسية، والتي أكدت على وجود تدني لدى هؤلاء المعلمين في المعرفة الهندسية الأولية، فلم يتمكن ثلثي عينة البحث من تعريف الأشكال الهندسية الأساسية بشكل صحيح (عدم القدرة على التعرف على الشكل الهندسي، عدم معرفة الخصائص الصحيحة للأشكال، تكرار الخصائص في التعريف)، كذلك بالنسبة للمجسمات الهندسية، لم يتمكن ثلث عينة البحث من رسم بعض المجسمات الهندسية في المستوى بشكل صحيح، لذلك أوصت الدراسة بضرورة تنمية وإثراء المعرفة الهندسية لدى معلمي الرياضيات في التعليم الأساسي وكذلك تطوير التفكير الهندسي والقدرة المكانية لديهم.

دراسة (Napitupulu, 2002) التي هدفت إلى البحث في العلاقة بين مستويات التفكير الهندسي لطلاب المدارس الثانوية، والمعرفة الهندسية الأساسية لديهم وفهمهم لموضوعات الإنشاءات الهندسية، وتم إعداد اختبار تحصيلي في الهندسة، واختباران في الهندسة الأساسية ووحدات الهندسة، وقد كشفت النتائج عن تدرج الطلاب في المستويات الثلاثة للتفكير الهندسي فقط، وأشارت الدراسة أن ذلك يعتمد على فهم الطلاب للمفاهيم الأساسية في الهندسة والمعرفة الهندسية لديهم.

كما حاولت العديد من الدراسات الكشف عن أسباب تدنى مستويات التفكير الهندسي لدى الطلاب المعلمين، مثل: دراسة (Aydin & Halat, 2009) التي هدفت إلى البحث حول الآثار المحتملة لمقررات الرياضيات الجامعية المختلفة على مستويات التفكير الهندسي للطلاب المعلمين وفقا لنموذج فان هيل، وأظهرت النتائج أن الطلاب

الذين يدرسون مقررات تعتمد على المنطق والبرهان يحققون مستويات أعلى في التفكير الهندسي مقارنة بالطلاب الذين يدرسون مقررات الرياضيات البحتة مثل التفاضل والتكامل، ويتفق ذلك مع نتائج دراسة (Bulut & Bulut, 2012) التي أكدت على الحاجة إلى تقييم برامج إعداد معلمي الرياضيات بالتعليم الأساسي اعتمادا على مستويات التفكير الهندسي لديهم، حيث أوصت الدراسة بضرورة مراجعة أعضاء هيئة التدريس لمقررات الهندسة، لرفع مستوى الطلاب المعلمين وفقاً لمستوى التفكير الهندسي لديهم.

كذلك تشير نتائج دراسة (Couto & Vale, 2014) إلى ضعف أداء طلاب الرياضيات المعلمين في اختبار معالجة المعرفة الأولية للهندسة، حيث هدفت الدراسة إلى تحديد وفهم ما هي الصعوبات الرئيسية التي تواجه معلمي الرياضيات في المستقبل فيما يتعلق بالمعرفة الهندسة في سياق المناهج الدراسية للهندسة خلال دراستهم الجامعية.

يتضح مما سبق وجود تدني في مستويات التفكير الهندسي لدى طلاب الرياضيات المعلمين، وأن من أهم الأسباب وراء ذلك افتقار مقررات الهندسة للموضوعات التي تحتاج إلى المهارات العملية والادائية وكذلك إدراك المفاهيم والعلاقات الرياضية، والقدرة على تمثيل وصياغة المشكلة الرياضية واستخدام مهارات التفسير والبرهان والاستنتاج، ومن أهم موضوعات الهندسة التي توفر تلك المهارات هو موضوع الإنشاءات الهندسية الذي يلعب دورا هاما في مجال دراسة الهندسة.

وفي هذا الصدد يؤكد (Leung, 2011: 4) أن أنشطة الإنشاءات الهندسية تساعد الطلاب على التفكير بعمق في المفاهيم والبنى الهندسية، حيث أنها تتطلب قاعدة عريضة من النظريات والخصائص الهندسية لإجراء الإنشاء الهندسي، كما أوصى المجلس القومي لمعلمي الرياضيات بالولايات المتحدة الأمريكية بتنظيم عملية تدريس وتعليم الهندسة وفقًا لمستويات فان هيل.

كما أكدت دراسة (Hülya & DEMİR, 2017, 90) أنه عندما يضطر طلاب الرياضيات المعلمين إلى استخدام أدوات الرسم الهندسي في الإنشاءات الهندسية، فإنهم لا يستطيعون أن يقرروا كيف سيبدأون في رسم الإنشاء، وماذا يرسمون ولماذا، وأهم أسباب ذلك هو عدم التدريب الكافي على استخدام أدوات الرسم الهندسي (الفرجار والحافة المستقيمة) من قبل، وضعف المعرفة الهندسية لديهم، وكذلك تدني مستويات فان هيل للتفكير الهندسي، وكانت من نتائج الدراسة أن دراسة الإنشاءات الهندسية الأساسية باستخدام (الفرجار والحافة المستقيمة) يحسن مستويات التفكير

الهندسي لدي طلاب الرياضيات المعلمين، وكذلك اتجاههم نحو الرياضيات. وبالإضافة إلى ذلك، استنتجت الدراسة بعد مقارنة مستويات التفكير الهندسي للطلاب المعلمين واتجاههم نحو الرياضيات وفقا لمتغير الجنس والصف، أن هذه المتغيرات ليس لها تأثير كبير على مستويات التفكير الهندسي واتجاههم نحو الرياضيات.

وبناءً على نتائج الدراسات السابقة حول ضرورة الاهتمام برفع مستوى طلاب الرياضيات المعلمين، بحيث يتم ذلك بشكل متزامن مع تطوير مناهج الهندسة من خلال تضمينها موضوعات تهتم بالمهارات العملية وتعتمد على البرهان والتفسير.

الإحساس بالمشكلة:

أحس الباحثان بمشكله الدراسة الحالية من خلال النقاط الآتية:

- ما أشارت إليه العديد من الدراسات من وجود تدني في مستويات التفكير الهندسي لدى الطلاب المعلمين مثل: (Swafford et al., 1997) و(الرمحي ،٢٠٠٩) و(القرشي ،٢٠١٠) و(Matthew & Damian, 2013) و(الحنفي ،٢٠١٤)، وكذلك ما أكدت عليه العديد من الدراسات إلى وجود ضعف في المعرفة الهندسية والرياضية لدى الطلاب المعلمين (Napitupulu, 2002) و(Marchis, 2012) و(Couto & Vale, 2014) و(Seah, 2015).
- ما أكدت عليه وثيقة مبادئ ومعايير الرياضيات المدرسية (NCTM, 2000) من إن عرض موضوعات الهندسة في المراحل قبل الجامعية أو الجامعية، لا تساعد الطلبة على تنمية وتطوير مستويات التفكير الهندسي لديهم (فؤاد، ٢٠١١: ٤٥١).
- من خلال فحص كتب الرياضيات المدرسية التابعة لوزارة التربية والتعليم المصرية لمراحل التعليم العام، تبين الآتي:
  - ✓ عدم تناول وحدات الهندسة لموضوع الإنشاءات الهندسية سوى في الصف الأول الإعدادي الفصل الدراسي الأول.
  - ✓ لم يتجاوز تناول وحدات الهندسة لموضوع الإنشاءات الهندسية سوى الإنشاءات الهندسية الأساسية الستة، عقب دراسة حالات تطابق المثلث.
  - ✓ لم تتعرض كتب الوزارة لكتابة الأساس النظري للإنشاءات الهندسية وتفسير خطوات الحل مع تقديم البرهان لكل خطوة من خطوات الإنشاء.
- من خلال مراجعة برنامج إعداد الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات بالكلية، وفحص وتحليل محتوى مقرر أساسيات الهندسة المدرسية، وذلك بالرجوع إلى توصيف المقرر للوقوف على الموضوعات الموجودة بالمقرر، تبين عدم

تعرض المقرر لموضوع الإنشاءات الهندسية وتوظيفه في دراسة موضوعات الهندسة المدرسية مثل (التطابق والمثلثات والأشكال الرباعية والدائرة والتحويلات الهندسية ...).

- قام الباحثان بدراسة استطلاعية بهدف تحديد توزيع الطلاب المعلمين على مستويات التفكير الهندسي لفان هيل، حيث طبق الباحثان اختبار مستويات التفكير الهندسي على (٣٤) طالب من طلاب الفرقة الثالثة تعليم أساسي شعبة الرياضيات، وكان توزيع الطلاب على اختبار التفكير الهندسي على النحو الآتي:

✓ لم يصل ٧١% من الطلاب المعلمين إلى تحقيق أي مستوى من مستويات التفكير الهندسي لفان هيل.
✓ وصل عدد ١٨% من الطلاب المعلمين إلى مستوى التصور.
✓ وصل عدد ٩% من الطلاب المعلمين إلى مستوى التحليل.
✓ وصل عدد ٣% من الطلاب إلى مستوى الاستدلال غير الشكلي.
✓ لم يصل أي طالب إلى مستوى الاستدلال الشكلي أو المستوى التجريدي.

وهذا يدل على تدني مستويات التفكير الهندسي لدى الطلاب المعلمين مجموعة الدراسة الاستطلاعية.

لذا يرى الباحثان ضرورة إجراء الدراسة الحالية للتعرف على فاعلية استخدام الإنشاءات الهندسية في تنمية بعض جوانب التعلم الهندسية والرياضية ومستويات التفكير الهندسي لدى الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات.

أسئلة الدراسة:

على ضوء ما سبق وما اتضح من أهمية تدريس الإنشاءات الهندسية للطلاب المعلمين شعبة الرياضيات، تحاول الدراسة التصدي للإجابة عن الأسئلة الآتية:

١. ما موضوعات الإنشاءات الهندسية التي يمكن أن تتضمنها وحدة مقترحة في "الإنشاءات الهندسية " للطلاب المعلمين شعبة الرياضيات؟

٢. ما صورة الوحدة المقترحة في الإنشاءات الهندسية للطلاب المعلمين شعبة الرياضيات؟

٣. ما فاعلية الوحدة المقترحة في تنمية جوانب التعلم الهندسية والرياضية لدى طلاب المعلمين شعبة الرياضيات؟

٤. ما فاعلية تدريس الوحدة المقترحة في تنمية مستويات التفكير الهندسي لدى طلاب المعلمين شعبة الرياضيات؟

٥. ما العلاقة الارتباطية بين تنمية جوانب التعلم الهندسية والرياضية من جهة والتفكير الهندسي من جهة أخرى لدى الطلاب المعلمين بشعبة الرياضيات؟

أهداف الدراسة:

استهدفت الدراسة الحالية ما يأتي:

١. بناء وحدة في الإنشاءات الهندسية للطلاب المعلمين شعبة الرياضيات.

٢. التعرف على فاعلية الوحدة المقترحة في تنمية جوانب التعلم الهندسية والرياضية لدى الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات.

٣. التعرف على فاعلية الوحدة المقترحة في تنمية مستويات التفكير الهندسي (البصري، التحليلي، الاستنتاج غير الشكلي، الاستنتاج الشكلي، التجريد) لدى الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات.

٤. التعرف على نوع العلاقة الارتباطية بين تنمية جوانب التعلم الهندسية والرياضية وتنمية مهارات التفكير الهندسي لدى الطلاب المعلمين بشعبة الرياضيات.

أهمية الدراسة:

من بين ما يمكن أن تسهم فيه هذه الدراسة ما يأتي:

١. تُفيد المختصين بتخطيط وتطوير المناهج في توسيع نطاق تدريس موضوع الإنشاءات الهندسية في مقرر الهندسة.

٢. تتضمن الدراسة نماذج للعديد من الإنشاءات الهندسية والأنشطة التدريبية عليها، الذي قد يفيد معلمي الرياضيات أثناء تدريس موضوع الإنشاءات الهندسية.

٣. تمد الباحثين في مجال المناهج وطرق تدريس الرياضيات ببعض الأدوات البحثية والمواد التعليمية المقننة من خلال إعداد اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية، والوحدة المقترحة التي تتطلبها الدراسة.

٤. إفادة الطلاب المعلمين بشعبة الرياضيات بكلية التربية في تنمية مستويات

التفكير الهندسي لديهم.

٥. فتح المجال أمام الباحثين لبحوث ودراسات مستقبلية في مجال الإنشاءات الهندسية في مقرر الهندسة.

٦. إنها من أولى الدراسات في البيئة العربية التي تهتم بإعداد وحدة مقترحة في مجال الإنشاءات الهندسية ودراسة فاعليتها في تنمية جوانب التعلم الهندسية والرياضية وتنمية بعض مستويات التفكير الهندسي لديهم.

٧. تفتح أمام الباحثين مجالا لبحوث ودراسات مستقبلية في مجال تدريس الإنشاءات الهندسية، واستخدامها في تنمية أنماط مختلفة من التفكير.

حدود الدراسة:

تم تنفيذ الدراسة باعتبار الحدود الآتية:

١. اقتصر تطبيق اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية، واختبار مستويات التفكير الهندسي على الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات للعام الدراسي ٢٠١٧ – ٢٠١٨م بكلية التربية جامعة المنوفية، وعددهم (٤٤) طالب.

٢. الفصل الدراسي الأول للعام الدراسي ٢٠١٧ – ٢٠١٨م.

٣. وحدة الإنشاءات الهندسية.

مجموعة الدراسة:

شملت مجموعة الدراسة الحالية (٤٤) طالبًا وطالبة من الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات لدراسة وحدة الإنشاءات الهندسية مع تطبيق اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية واختبار التفكير الهندسي قبليًا وبعديًا.

أدوات الدراسة والمواد التعليمية:

شملت أدوات الدراسة ما يأتي:

١. قائمة بموضوعات الإنشاءات الهندسية اللازمة لإعداد وحدة الإنشاءات الهندسية.

٢. وحدة الإنشاءات الهندسية.

٣. اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية في وحدة الإنشاءات الهندسية.

٤. اختبار التفكير الهندسي.

منهج الدراسة:

استخدم الباحثان كلًا من:

١. المنهج الوصفي والذي استخدم في تحديد موضوعات ومجالات الإنشاءات الهندسية التي استخدمت في إعداد وحدة "الإنشاءات الهندسية".

٢. المنهج شبه التجريبي الذي استخدم في تجريب وحدة الإنشاءات الهندسية على مجموعة الدراسة، للتعرف على فاعليتها في تنمية بعض جوانب التعلم الهندسية والرياضية والتفكير الهندسي.

مصطلحات الدراسة:

الإنشاء الهندسي:

يُعرف الإنشاء الهندسي على أنه مجموعة من الإجراءات المعيارية لإنشاء كيانات هندسية مثل منصف زاوية باستخدام الفرجار والحافة المستقيمة فقط (Lim, 1997: 138).

بينما يعرفها (عبيد والمفتي ونوح، ١٩٨٨: ١٠١) على أنها عملية هندسية يتم بها إجراء معين باستخدام الحافة المستقيمة والفرجار، وذلك دون استخدام القياس في الأطوال أو الزاويا.

ويتبنى الباحثان تعريف (Lim, 1997: 138) للإنشاءات الهندسية.

التفكير الهندسي:

يُعرف التفكير الهندسي بأنه "قدرة المتعلم على التعامل مع الأشكال الهندسية، وتحليلها على أساس مكوناتها والعلاقات المتداخلة بين تلك المكونات وتحديد خصائص مجموعة من الأشكال من خلال التجريب بالإضافة إلى صياغة واستخدام التعاريف" (سلامة، ١٩٩٥: ٢١٠).

ويعرفه الباحثان إجرائياً في هذه الدراسة بأنه "قدرة طالب الفرقة الرابعة شعبة الرياضيات عام بكلية التربية على حل مشكلات هندسية ورياضية معتمداً على رسم وتصميم الأفكار الهندسية والرياضية والقدرة على تمثيلها، وتفسير مدى صحة هذه الأفكار مع تقديم المبررات لذلك للوصول إلى مستويات التفكير الهندسي كما حددها فان هيل، ويقاس بالدرجة التي يحصل الطالب عليها في اختبار التفكير الهندسي المعد لذلك من قبل فان هيل".

الإطار النظري والدراسات السابقة

التفكير الهندسي:

تُعد الهندسة أحد أهم فروع الرياضيات التي توفر قاعدة متينة لتنمية التفكير بشكل عام والتفكير الرياضي بشكل خاص، كما أنها تحتل الجزء الأكبر من الرياضيات الواقعية حيث يشاهدها الجميع في الحياة اليومية، فاستخدمت الهندسة للأغراض العسكرية فبنيت الحصون والقلاع العتيدة والآلات الحربية، ووظفت الهندسة في البناء والتصميم فصممت القصور والأبنية، لذلك يمكن النظر إلى الهندسة رياضياً على أنها معرفة منظمة تتسم بالتنظيم والتسلسل فتتكون في النهاية التعميمات والمهارات الرياضية (أبولوم، ٢٠٠٥: ١٩).

والهندسة فرع من فروع الرياضيات يعالج الحس المكاني والتفكير الهندسي، حيث يبدأ الطلاب في فهم الهندسة من خلال التفاعل المباشر مع عالمهم المادي، ولهذا السبب فإن الهندسة لها صلة بكل طالب؛ ويصبح العالم فصلا كبيرا، فالمتعلم يرى ويلمس ويلعب بالأشكال، وهكذا مهارات التفكير الهندسي والحس المكاني في التطور (Howse & Howse, 2015).

وقد شهدت السنوات الأخيرة في ميدان تعلم وتعليم الهندسة اهتمامًا كبيرًا بدراسة التفكير الهندسي للمتعلمين وكيفية تنمية هذا النوع من التفكير، وما هي الموضوعات الهندسية المناسبة لكل مرحلة من مراحل التعليم المختلفة.

وقُدمت في هذا الصدد العديد من النماذج التي حاولت التركيز على التفكير الهندسي، ومن بين هذه النماذج نموذج فان هيل، الذي يصف كيف يتم تعلم الهندسة، وبيان مستويات التفكير الهندسي، ومدى ارتباط تلك المستويات بقدرات المتعلمين بداية من التعرف على الأشكال الهندسي والعلاقات بينها، وانتهاءً بالبرهنة على بعض النظريات بدقة في مختلف أنظمة المسلمات الهندسية، وكذلك المقارنة بين تلك الأنظمة الهندسية المختلفة.

ومن أبرز سمات هذا النموذج هي مستويات التفكير الهندسي الخمسة، التي تصف بشكل متسلسل وهرمي طرق فهم الأفكار المكانية، وعمليات التفكير المستخدمة في السياقات الهندسية، كما توضح مستويات التفكير الهندسي الخمسة كيف يفكر المتعلم، وما أنواع الأفكار الهندسية التي يفكر بها، بالإضافة إلى ما هي المعرفة الهندسية لديه، وكلما تقدم المتعلم من مستوى إلى التالي، فإن ذلك يصاحبه تغييرات في التفكير الهندسي لديه (Van de Walle, 2001, 309).

كما يعتمد كل مستوى من مستويات التفكير الهندسي الخمسة على المستوى أو المستويات السابقة له، ولا يستطيع الطالب أن يتقن مستوى دون أن يكون قد أتقن المستوى أو المستويات السابقة له، وأن لكل مستوى لغته ومصطلحاته والعلاقات والمفاهيم الهندسية المناسبة له والانتقال من مستوى إلى مستوى أرقى منه لا يعتمد فقط على السن أو النمو البيولوجي، بل يعتمد في جزء كبير منه على مستويات التدريس ومستوى المادة الهندسية ذاتها، ولكل مستوى من مستويات التفكير الهندسي مستوى من مستويات الأداء التدريسي المناسب له، ومن الشائع استخدام اثنين من أنظمة الترقيم في الأدبيات المختلفة لوصف هذه المستويات إما من ٠ إلى ٤ أو من مستوى ١ إلى مستوى ٥ **(**Senk, 1989**).**

واستخدم الباحثان في هذه الدراسة الترقيم من مستوى ١ إلى مستوى ٥، ويمكن وصف مستويات فان هيل كما جاءت في العديد من الدراسات والبحوث، مثل: (Shaughnessy& Burger, 1985: 420) و(Van Hiele, 1986) و (Fuys et, al. ,1988) و(Mason, 1998) و(Van de Walle, 2001, 309) كما يأتي:

المستوى (١): التعرف على الشكل أو البصري Visualization.

في هذا المستوى يحكم الطالب على الشكل الهندسي من الشكل العام، ويميزه ككل في أوضاعه المختلفة، دون إدراك لخواصه أو مكوناته، مثل تحديد الدائرة وتمييزها عن المربع.

المستوى (٢): التحليلي Analysis أو الوصفي Descriptive.

يوجد الطالب خصائص مميزة لكل فئة من الأشكال بشكل حسي (الطي، القياس، الرسم)، ويستخدم تلك الخصائص في حل المسائل فمثلاً؛ يفكر في المربع على أنّ له أربعة أضلاع وأربع زوايا قائمة، ويقارن بين الأشكال بالاعتماد على الخصائص وليس بالاعتماد على الشكل العام.

المستوى (٣): الترتيبي Ordering أو الاستنتاج غير الشكلي Informal Deduction.

يتمكن الطالب في هذا المستوى أن يجري البراهين باستخدام الرسم أو الطي، ولا يستطيع إعطاء تفسير لخواص الأشكال المختلفة، فهو يدرك أن كل مربع مستطيل، ولكنه لا يستطيع رؤية أن هذه الأشكال مترابطة أي لا يعطي تفسيرا لذلك.

المستوى (٤): الاستنتاج الشكلي Formal Deduction

يستطيع الطالب في هذا المستوى أن يبني نظريات وعلاقات في نظام مسلمات وافتراضات، وبناء البراهين الهندسية، ويقوم بالتمييز بين العناصر غير المعرفة والتعريفات والمسلمات، والبرهان.

المستوى (٥): التجريد Rigor

يعد هذا المستوى أعلى مستويات التفكير الهندسي، ويظهر الطالب فيه القدرة على استنتاج نظريات في مختلف أنظمة المسلمات، وباستطاعته أن يجري استنتاجاً مجرداً بحيث يمكن فهم الهندسة اللاإقليدية، ويكون باستطاعته أيضا تحليل الاستنتاجات من المسلمات والتعريفات، كما يكون بإمكانه التعلم عن طريق استحداث مسلمات جديدة بالاعتماد على النظام الهندسي.

ولمستويات التفكير الهندسي خصائص هامة تميزها، وهي:

- التسلسل الثابت: فالطالب لا يمكن أن يكون في المستوى الثالث دون أن يكون مر بالمستوى الأول والثاني، ولهذا فإن الطالب لا يمكن أن يصل إلى مستوى أعلى إلا اذا تمكن من الأنماط التفكيرية في المستويات الأقل.
- التجاور: في كل مستوى، ما هو ضمني في مستوى يصبح ظاهرا في المستوى التالي.
- التمييز: لكل مستوى تفكير رموزه الخاصة ولغته وعلاقاته التي تربط بين تلك الرموز.
- الانفصال: لا يمكن لشخصان في مستويي تفكير مختلفين أن يفهم كل منهما الآخر. فإذا كان المعلم يتحدث بلغة أعلى عن المستوى الذي به الطالب، فلن يتمكن الطالب من فهم ما يقوله معلمه، ويشير فان هيل أن هذه الخاصية هي واحدة من أهم أسباب الفشل في الهندسة.
- الاكتساب أو التقدم: عملية التعلم التي تؤدي إلى فهم كامل في المستوى التالي، ولابد من المرور بالمراحل الخمس للانتقال من مستوى تفكير إلى آخر (Vojkuvkova, 2012: 73).

يذكر فان هيل أن لكل مستوى من مستويات التفكير الهندسي يوجد هناك خمسة مستويات للأداء التدريسي يتم الانتقال من مستوى تفكير إلى آخر من خلالها، وهي:

١. مرحلة تقديم المعلومات أو الاستقصاء Information

في هذه المرحلة يستخدم المعلم مع الطلاب لغة سهلة وواضحة، ويقدم أنشطة

للموضوع ويقوم بطرح الأسئلة التي تتعلق بالموضوع، ولفت انتباههم إلى المعلومات التي يرغب في أن يكتشفوها.

٢. مرحلة التوجيه المباشر **Orientation Direct**

يقوم الطالب بحل الأنشطة المتدرجة من حيث الصعوبة والمستوى، وهذه الأنشطة تكشف للطالب بالتدريج عن التراكيب الخاصة بهذا المستوى، فمثلا يطلب المعلم من الطلاب تكوين معين بأضلاع باستخدام السبورة والأدوات الهندسية، ثم تكوين معين أكبر وآخر أصغر.

٣. مرحلة الشرح والتوضيح أو الاكتشاف الموجه **Exploitation**

يقوم الطالب بمساعدة المعلم في تكوين العلاقات بين الأشكال، ويقوم الطالب بصياغة التعريفات أي يستطيع التعبير لفظيا وبلغة ومصطلحات هندسية صحيحة باستخدام معلوماته السابقة وملاحظاته حول الأشكال الهندسية وخصائصها، ويكون دور المعلم هنا التوجيه والإرشاد بأقل معلومات ممكنه.

٤. مرحلة العرض والاكتشاف الحر **Free Orientation**

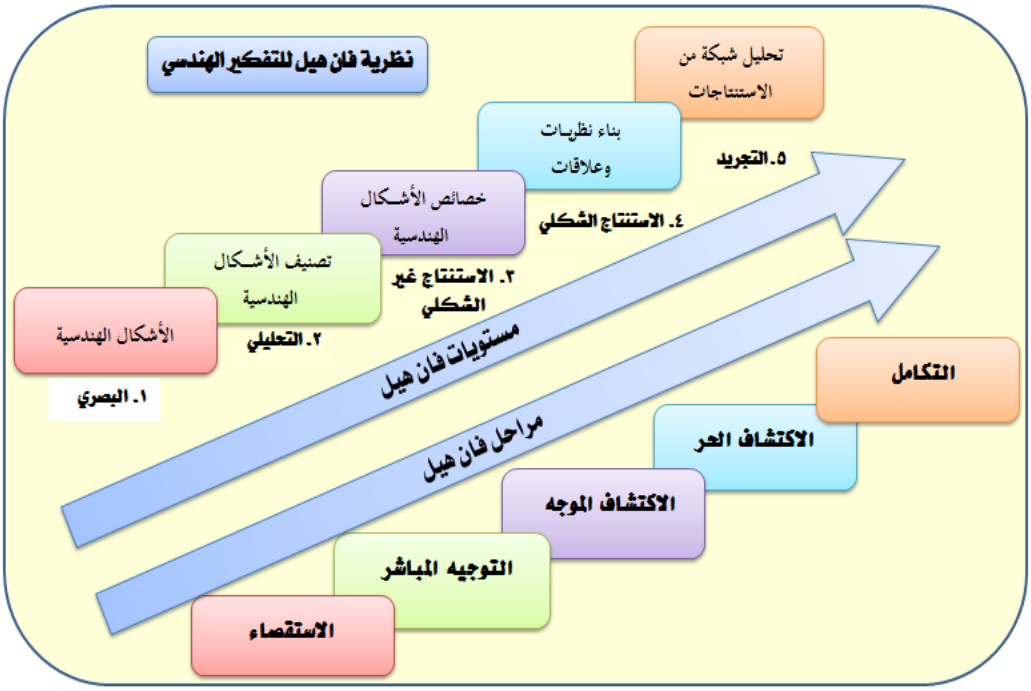
في هذه المرحلة يتعرض الطلاب إلى مهمات رياضية تتطلب منهم القيام بخطوات وطرق متعددة لحلها بمفردهم بدون توجيه، ويوجد علاقات واضحة بين تراكيب الأشياء المدروسة، فيصبح الطالب ذو خبرة في حل المسائل الرياضية.

والطالب في هذه المرحلة يستطيع أن يبرهن بعض القوانين والنظريات الهندسية وتطبيقها في حل مسائل هندسية أكثر تعقيدا من مسائل المرحلة السابقة، ويستطيع استخدام التعاريف والمسلمات في البناء الهندسي واستخدام العلاقات الهندسية بين النظريات وتوظيفها في برهنة وإثبات بعض القوانين والنظريات.

٥. مرحلة التكامل **Integration**

وهنا يتيح المعلم الفرصة للطالب تلخيص ما درسه بهدف تكوين صورة كلية واستنتاج خصائص جديدة لم يدرسها الطالب من قبل، وكذلك إدخال ودمج العلاقات في جسد جديد من الأفكار، وتكون مساعدة المعلم بإعطاء مسح شامل لما يعرفه الطالب (Usiskin, 1982) و(Van Hiele, 1986: 53) و(Van Hiele, 1999).

والشكل التالي[٢] يبين خصائص مستويات فان هيل ومراحله، ويوضح الطبيعة الهرمية والتتابعية التي تتميز بها.



شكل (١): مستويات فان هيل ومراحله.

وقد حظى نموذج فان هيل للتفكير الهندسي باهتمام العديد من الدراسات والبحوث على المستوى المحلي والعالمي، فقد اشتمل على جميع ما يخص المتعلم عند تعلم الهندسة، فالنموذج يغطي جميع جوانب تعلم الهندسة ويحدد خمسة مستويات للتفكير الهندسي ويؤكد على دور وأهمية طريقة التدريس، ووضح أن التقدم في المستويات يعتمد على طريقة التدريس أكثر من اعتماده على النضج أو النمو البيولوجي، وكذلك ربط مستويات الفهم بخمس مراحل للتعلم، وتفسير أسباب الصعوبات التي تواجه المتعلمين عند تعلم الهندسة، وكذلك ما يمكن عمله للتغلب على هذه الصعوبات، ويؤكد فان هيل أن النموذج يمكن تطبيقه على جميع فروع الرياضيات، وقدم أمثلة تشتمل على تعلم المفاهيم الرياضية الأخرى غير الهندسة، لذلك تبنت العديد من الدول تطوير

[٢] مأخوذ من المرجع (الحنفي، ٢٠١٤: ٨٨)

وتصميم المناهج الهندسية لديها، وفقا لنموذج فان هيل للتفكير الهندسي، كذلك أُجريت العديد من الدراسات والبحوث لاكتشاف الآثار المترتبة على نموذج فان هيل على مختلف مناهج الهندسة، منها: دراسة (Chi-Koh, 2000) و(July, 2001) و(Patsiomitou & Emvalotis, 2010)، وقد هدفت تلك الدراسات إلى تنمية مستويات التفكير الهندسي لتدريس وتعلم الهندسة بصورة قائمة على مراحل التعلم لفان هيل بواسطة استخدام برنامج الراسم الهندسي Geometer's Sketchpad (GSP)، بينما استخدمت دراسة(Faruk Tutkun & Ozturk, 2013) و (Kutluca, 2013) و(Akgül, 2014) و(هلال، ٢٠١٥) برنامج الجيوجبرا Geogebra في تنمية مستويات التفكير الهندسي، أما دراسة (الحنفي، ٢٠١٤) فقد استخدمت برنامج قائم على التعلم المتنقل المختلط، واستخدمت دراسة (محمود ،٢٠١٤) الرحلات المعرفية عبر الويب (web quest)، ودراسة عباس (٢٠٠٨) التي صممت أنشطة فان هيل باستخدام الكتاب الإلكتروني.

وهناك دراسات استخدمت طرق ومداخل واستراتيجيات مختلفة بهدف تنمية التفكير الهندسي، منها: دراسة (سالم، ٢٠١٦) التي طّورت وحدة التحويلات الهندسية في ضوء الاتجاهات المعاصرة، بينما استخدمت (عاصم، ٢٠١٤) وحدة مقترحة في الهندسة قائمة على التعلم النشط، وهدفت دراسة (محمد، ٢٠١٦) إلى استخدام دورة التعلم المعدلة (E'S7) على تنمية مفاهيم الهندسة التحليلية ومستويات التفكير الهندسي لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي، بينما استخدمت دراسة (عبد الكريم، ٢٠٠٣) التعلم التعاوني بهدف تنمية التفكير الهندسي لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي، كما استخدمت دراسة (Arici & Aslan-Tutak, 2015) هندسة قائمة على فن قص الورق (الأورجامي) لتنمية التفكير الهندسي لدى طلاب الصف العاشر، واستخدمت دراسة (سرور، ٢٠٠٩) المدخل المنظومي في تدريس بعض المفاهيم الرياضية لتنمية مهارات التفكير الهندسي لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي.

المعرفة الهندسية والرياضية لمعلم الرياضيات:

تُعد الهندسة من أكثر فروع الرياضيات ثراءً بالمشكلات والنظريات الهامة التى تتعلق بجميع مجالات المعرفة المختلفة، فتاريخ الهندسة عبر العصور المختلفة يعبر عن مدى ارتباطها الوثيق بطور الرياضيات، فهي جزأ لا يتجزأ عن تجربتنا الثقافية باعتبارها عنصرا حيويا في العديد من جوانب الحياة، هذه الاعتبارات جعلت دراسة الهندسة من أهم أسباب دراسة الرياضيات، بل إن دراسة الهندسة مطلب رئيس لدراسة الرياضيات بشكل جيد (Jones, 2000: 109).

والمتتبع للمناهج الرياضيات المصرية أو العالمية يجد أن هناك محاولات لزيادة التركيز على دراسة الجبر والحساب في مقابل تقليص محتوى الهندسة عبر المراحل الدراسية المختلفة، الأمر الذي انعكس على المعرفة الهندسية بصورة خاصة، والمعرفة الرياضية المتعلقة بها بصورة عامة لدى الطالب.

وعن أهمية المعرفة للمعلم، وأهمية المعرفة الرياضية للتدريس يعتبر شولمان (Shulman, 1986: 9) أول من تناول مصطلح "معرفة للمعلم"، حيث وضع نموذجا لمعرفة المعلم، وصف فيه معرفة المحتوى وكيفية تحويله إلى محتوى قابل للتدريس، وفي مجال تعليم الرياضيات، طّور بال Ball وزملاءه نموذج شولمان حتى يشمل المعرفة الرياضية للتدريس، ويتناول النموذج كيف يستخدم المعلم المعرفة الرياضية في التدريس، مع التأكيد على أهمية المعرفة الرياضية في إعدادات التدريس (Ball, 2000)، هذا وتعتبر المعرفة الرياضية اللازمة لتدريس فعال قضية أكثر تعقيداً من مجرد فهم محتوى الرياضيات أو معرفة المادة الدراسية (Ball, 1990)

ويعتمد التدريس الناجح للهندسة على القدر المعرفي لدى المعلمين من الهندسة وكيفية تدريسها بشكل فعال، لذا اهتمت كثير من الدراسات بالمعرفة الهندسية لمعلم الرياضيات، وكيفية تنمية المعرفة الهندسية لديه، ومدى مساهمتها في تدعيم التنمية المهنية لمعلم الرياضيات، وتشير النتائج أنه من الضروري الاهتمام بخلفية معلمي الرياضيات المعرفية قبل وأثناء الخدمة والفهم الهندسي لديهم (Browning, Edson, Kimani & Aslan-Tutak, 2014).

استنادا إلى النتائج الموصوفة أعلاه أن طلاب الرياضيات المعلمين يواجهون صعوبات في صياغة تعاريف الأشكال الهندسية الأولية وهم يعرفون بعض الخصائص فقط، لا يدركون بعضها ولا يستطيعون تحديد الخصائص الضرورية لتعريف الشكل المعطى.

ولابد لمعلمي الرياضيات أن يتمكنوا من المفاهيم الصحيحة والتصورات السليمة، وأن يصلوا إلى مستويات عليا في التفكير الهندسي، لكي يستطيعوا تشكيل المفاهيم الهندسية والرياضية السليمة لدى التلاميذ (Zilková et al., 2015: 35).

وعلى الرغم من أهمية المعرفة الهندسية لمعلمي الرياضيات كأحد المواضيع الهامة، خاصة وكونها الأكثر قابلية للتطبيق في الحياة اليومية، إلا أن غالبية الدراسات ركزت حول المعرفة الرياضية في موضوعات مثل الكسور أو الأرقام والعمليات، بينما اهتمت عدد محدود من الدراسات بالمعرفة الهندسية، مثل: (Jones, 2000) و (Browning, Edson, Kimani & Aslan-Tutak, 2014) والتي كانت من

نتائجها أن المعلمين المبتدئين لديهم نقص في المحتوى الهندسي الأساسي.

الإنشاءات الهندسية:

تُعد الإنشاءات الهندسية من الموضوعات التي شدت انتباه الرياضيين منذ القدم، ولذا يسميه البعض الإنشاء الإقليدي، وقد تفنن الرياضيون في طرق الإنشاء فكان الإنشاء الهندسي هو ذلك الذي يستعمل المسطرة (الحافة المستقيمة) والفرجار دون غيرهما، بل إن الحافة المستقيمة لا ينبغي أن تستعمل في الإنشاء الهندسي إلا لرسم الخطوط المستقيمة ولا تستعمل للقياس، وباختصار يمكن القول أن الفرجار يفيد في تساوي المسافات بين نقاط، إذ أن جميع النقاط الواقعة على دائرة تبعد بنفس المسافة عن مركز الدائرة، بينما الحافة المستقيمة تفيد في وصل النقاط بخطوط مستقيمة، أي بتحديد كافة النقاط التي تقع على استقامة واحدة مع نقطتين معلومتين.

وقد ركز اقليدس في كتابه العناصر على الإنشاءات الهندسية لدرجة أن البعض وصف كتابه أنه كتاب ومرجع رئيس في الإنشاءات الهندسية، فهو يعطي إرشادات ومبررات تفصيلية للإنشاءات الهندسية الأساسية.

ذلك ما يسمى بالإنشاء الهندسي منذ عهد الإغريق، وبطبيعة الحال فإن لكل من الأدوات الهندسية الأخرى مثل (المنقلة، المسطرة المدرجة والمثلثات) دورا يؤديه في الرسم الهندسي، لكن استخدام هذه الأدوات في الإنشاء الهندسي غير مسموح به حتى إن كان من السهل إنجاز الرسومات وقياس الأطوال والزوايا من خلالها (هيئة التأطير بالمعهد الوطني، ٢٠٠٩، ١٩٧).

وقد وضع (Smart, 1998: 215) أربع خطوات مطلوبة لإجراء أي إنشاء هندسي:

١. التحليل: في هذه الخطوة، يفترض الطالب أن الإنشاء الهندسي تم إجراءه ومن ثم يحلل الصورة المكتملة للحل لإيجاد العلاقات اللازمة بين العناصر غير المعروفة في الشكل والحقائق المعطاة في المشكلة الأصلية.
٢. الإنشاء: نتيجة هذه الخطوة هو الرسم نفسه المرسوم بالفرجار والحافة المستقيمة وإظهار علامات الإنشاء.
٣. البرهان: من الضروري إثبات أن الرسم المنشأ هو الرسم المطلوب.
٤. المناقشة: في هذه الخطوة يتم مناقشة عدد الحلول الممكنة والشروط اللازمة لكل حل.

وتُعد مشكلات الإنشاءات الهندسية أحد الموضوعات المثيرة والمحركة لدوافع التلاميذ لتعلم الهندسة، ومنذ الإغريق كان حل مشكلات الانشاءات الهندسية حافزا

قويا لنشاط الرياضيات والتفكير الرياضي والهندسي مما أدى إلى اكتشاف نتائج وخواص رياضية عديدة (نوح، ١٩٩٢: ٦٣).

ويذكر (Smart, 1998: 211) أنه فلسفيًا يمكن شرح الإنشاءات الهندسية كطرق حل مشكلات هندسية معينة وفقا لمجموعة ثابتة من القواعد، فالمشكلة في الإنشاء الهندسي ليست مجرد رسم شكل يتوفر فيه الشروط المطلوبة، لكن المشكلة تكمن في كيفية استخدام أداتي الفرجار والحافة المستقيمة فقط لرسم هندسي يُحقق كل الشروط المطلوبة وبالدقة المطلوبة.

ويشير (Hoffer, 1981: 12) إلى أن تدريس الإنشاءات الهندسية مبكراً أثناء تدريس الهندسة يساعد المتعلمين على تصور الأشكال الهندسية وفهم خصائصها والعلاقات بينها، وكل هذه الأنشطة ضرورية لفهم كامل وصحيح للهندسة.

بينما يؤكد (Smieskova, 2017) على أنه من خلال كتابة ومناقشة خطوات رسم الإنشاء الهندسي -خاصة الإنشاءات الهندسية الأكثر صعوبة- ينمو لدى الطالب القدرة على التواصل والكتابة الرياضية السليمة، ومن هنا يمكن القول أن دراسة الإنشاءات الهندسية تساعد على سد الفجوة في الفهم لدى الطالب من خلال خبرات رياضية ثرية، بداية بكتابة معطيات الإنشاء ثم تنفيذ خطواته ثم البرهان عليه، كل ذلك تمارين جيدة للتواصل الرياضي، كما تتيح دراسة الإنشاءات الهندسية الفرصة للطلاب باكتشاف قدراتهم الإبداعية، فالعديد من الطلاب يبدون استمتاعا أثناء الانخراط في أنشطة الإنشاءات الهندسية، ويشعرون بالإنجاز والنجاح عند اتمام الإنشاء بشكل دقيق.

ويضيف كلا من (Chinnappan, Ekanayake & Brown, 2012) و (Fujita, Jones & Kunimune, 2010) أنه خلال مرور الطالب بالعديد من الخبرات أثناء حل الإنشاء الهندسي يكمل تجربة التعلم التي تساعده على تنمية القدرة البرهان الهندسي لديه، مثل ماذا يحدث لو اجرينا خطوة ما أو العكس، ماذا يحدث إذا ما لم نجري خطوة ما، تحليل الأخطاء، كتابة وتفسير الحلول الممكنة، التواصل بالمفاهيم والتعميمات الرياضية الصحيحة، التحقق من صحة الإنشاء عن طريق البرهان، التحقق من منطقية الإنشاء، كل ذلك خبرات جيدة وثرية ينمي القدرة لدي الطالب على البرهان.

علاوة على ما سبق فإن مشاركة الطلاب في انشطة مختلفة أثناء تدريس الإنشاءات الهندسية تتطلب التعامل مع المسطرة والفرجار بشكل حركي وبصرى وبصورة دقيقة وسليمة، تساعد الطالب على إدراك المفاهيم والعلاقات الرياضية، تمثيل وصياغة

المشكلة الرياضية، وكذلك تفسير وتبرير حلها والتفاعل مع جميع معطيات الإنشاء الهندسي مما يساعد على تنمية الإدراك العقلي للمفاهيم الهندسية والرياضية وبالتالي تنمية مهارات التفكير الرياضي (Chikwere & Ayama, 2016).

ومما سبق يتضح أن الإنشاءات الهندسية قد شكلت جزء كبير من تدريبات الرياضيات التي شغلت علماء الرياضيات على مدار التاريخ، ومع ذلك فهذا المجال من مجالات الرياضيات لم يلقى الاهتمام الكافي على الرغم من الدور الذي تلعبه في تدريس الهندسة وتشكيل فهمنا للرياضيات ككل (Sarhangi, 2007, 233).

فقد أكدت دراسة (Erduran & Yesildere, 2010) على أنه من الضروري تدريب المعلمين بشكل كاف على الشكل الصحيح لتدريس الإنشاءات الهندسية، حيث هدفت الدراسة إلى ملاحظة أداء ثلاثة من معلمي الرياضيات خلال استخدام الفرجار والحافة المستقيمة لرسم الإنشاءات الهندسية، وبتحليل تفاعل المعلم مع الطالب وكذلك الأدوات الهندسية بحيث يتضمن التحليل أفكار المعلمين حول استخدام الأدوات والملاحظات المتعلقة بعملية التعلم خلال رسم الإنشاءات الهندسية، وقد خلص الدراسة إلى أن اعتماد معلمي الرياضيات على المدخل المرتكز على المعلم أثناء تدريس الإنشاءات الهندسية، بحيث يوجه المعلم التعليمات ثم يطرح الأسئلة مع عدم مناقشة الخصائص الهندسية جعل الطلاب يواجهون صعوبات في استخدام الفرجار والحافة المستقيمة، وينفرون من دراسة الإنشاءات الهندسية.

وقد أوصت العديد من الدراسات مثل: (الامام، ٢٠٠١) و(عبد الجواد، د.ت) بضرورة استخدام الإنشاءات الهندسية في تدريس موضوعات الهندسة عمليا ونظريا في آن واحد بمرحلة التعليم الأساسي، ويتفق ذلك مع ما نادت به دراسة (Napitupulu, 2002) إلى ضرورة تحسين مناهج الهندسة من خلال تضمينها لموضوعات الإنشاءات الهندسية واستخدام مواد المعالجة اليدوية مثل الفرجار والحافة المستقيمة وأهمية دمج ذلك بمستويات فان هيل للتفكير الهندسي وذلك لمساعدة الطلاب المعلمين على أن يكونوا معلمين جيدين في المستقبل، وتتفق نتائج الدراسات السابقة مع نتائج دراسة (Hülya & DEMİR, 2017) التي أظهرت أن الإنشاءات الهندسية الأساسية التي تم إنتاجها باستخدام الفرجار والحافة المستقيمة أدت إلى تحسين مستويات التفكير الهندسي لدى معلمي الرياضيات قبل الخدمة واتجاههم نحو الرياضيات.

جدوى استخدام الإنشاءات الهندسية في تنمية مستويات التفكير الهندسي وبعض جوانب التعلم الهندسية والرياضية:

استنادًا إلى معطيات ونتائج الدراسات السابقة[٣] وأدبيات تعليم الرياضيات ذات الصلة بموضوع الدراسة استشعر الباحثان جدوى استخدام الإنشاءات الهندسية في تنمية مستويات التفكير الهندسي وبعض جوانب التعلم الهندسية والرياضية، من خلال النقاط الآتية:

١. إن دراسة الإنشاءات الهندسية تساعد الطلاب على بناء أشكال هندسية دقيقة باستخدام الأدوات الهندسية، مما يساعد على تصور وتمثيل وتفسير الرسم الهندسي، والعلاقات بين الأشكال الهندسية، وكل هذه الأنشطة ضرورية لفهم كامل وصحيح للهندسة.
٢. تُهيء أنشطة الإنشاءات الهندسية للطلاب خبرات أدائية لاكتشاف المفاهيم والتعميمات الهندسية والرياضية.
٣. الانخراط في أنشطة ومهام الإنشاءات الهندسية تزيد من فاعلية التعلم وتسهم في تكوين اتجاهات إيجابية نحو دراسة الهندسة، كما تساعد دراسة الإنشاءات الهندسية على تدريب وتنشيط قدرات الطالب على الإنشاء الهندسي بدقة، وذلك من خلال التحدي الذي يواجه الطالب حتى يتم رسم الإنشاء بصورة صحيحة ودقيقة.
٤. تعد دراسة الإنشاءات الهندسية بمثابة تجربة ثرية وواسعة النطاق للربط بين جميع المفاهيم وتعميمات الهندسة الاقليدية.
٥. تسهم الإنشاءات الهندسية في تنمية بعض جوانب التعلم المهمة في الهندسة مثل:
   - اكتساب الشكل Figure Acquisition.
   - استعمال الشكل Figure Appropriation.
   - اكتشاف خواص الشكل Figure Properties Exploration.
   - تصنيف وترتيب الأشكال الهندسية.
   - تسمية الأشكال والتعرف على بعض الخصائص.
٦. استخدام الإنشاءات الهندسية يتيح فرصًا غنية لفهم خواص الأشكال الهندسية، وابتكار أشكال والتعامل معها، كما أنها تخلق بيئة نشطة تمكن الطلاب من عمل تخمينات (فروض هندسية) واختبارها، وكذلك اكتشاف روابط رياضية، إضافة إلى تنمية التصورات البصرية والاستدلال المكافئ.

---

[٣] **انظر الدراسات السابقة.**

٧. استخدام الإنشاءات الهندسية كمدخل في تدريس الهندسة يسهم في تحقيق كثير من أهداف تعليم الهندسة مثل:
- تنمية فهم الطلاب للأشكال وخواصها واكتشاف الأفكار الهندسية وربطها ببعضها البعض.
- تطوير فهم الطلاب للبرهان في الهندسة والاستدلال.
- حل المشكلات.

٨. تتيح الإنشاءات الهندسية فهم وربط العلاقات بين جوانب التعلم الهندسية والرياضية، ذلك لأن من الضروري توضيح خطوات الإنشاء الهندسي وكذلك الأساس النظري لهذه الخطوات.

٩. تساعد أنشطة الإنشاءات الهندسية على تنمية القدرة على التواصل الرياضي من خلال وصف الطالب لخطوات الإنشاء وتبريره لهذه الخطوات من خلال ذكر الأساس النظري لها.

من الدراسات التي بحثت في العلاقة بين مستويات فان هيل للتفكير الهندسي والإنشاءات الهندسية دراسة (Napitupulu, 2002) التي أشارت نتائجها إلى أن فهم الطلاب للإنشاءات الهندسية يرتبط بمستويات فان هيل والمعرفة الهندسية الأساسية لدى الطالب، وأن التسلسل الهرمي لإجراءات حل مشكلات الإنشاءات الهندسية التي يتم تدريسها يسير بشكل موازٍ للطبيعة الهرمية لمستويات فان هيل للتفكير الهندسي، حيث أشارت نتائج المقابلات وملاحظة أداء الطلاب أثناء إجراء الإنشاء الهندسي أنه بمجرد إخفاق الطالب في الخطوة الأولى لإجراء الإنشاء الهندسي فإنه لن يتمكن من إتمام الحل بشكل صحيح وبالدقة المطلوبة، وبناء عليه سيكون البرهان والأساس النظري للمهمة الهندسية غير صحيح، وهذه نفس فلسفة الطبيعة الهرمية لمستويات فان هيل، فالطالب لا يستطيع الوصول لمستوى معين دون المرور بالمستويات السابقة.

ومع ذلك يشير (Napitupulu, 2002: 131) إلى أن التسلسل الهرمي الذي يتصف به الإنشاء الهندسي ومستويات فان هيل للتفكير الهندسي لا يعني بالضرورة أن أول خطوات الإنشاء الهندسي (خطوة التحليل) تتطلب تمكن الطالب من المستوى الأول من مستويات فان هيل للتفكير الهندسي، والخطوة الثانية من خطوات الإنشاء الهندسي (خطوة الإنشاء) تتطلب تمكن الطالب من المستوى الثاني أو الثالث من مستويات فان هيل للتفكير الهندسي وهكذا، ولكن يمكن القول أن إذا كانت مشكلة الإنشاء الهندسي سهلة فإن الخطوة الأولى من خطوات إجراء النشاط الهندسي تتطلب المستوى الأول من مستويات فان هيل للتفكير الهندسي في حين إذا كانت مشكلة الإنشاء الهندسي

صعبة، فإن الخطوة الأولى من خطوات إجراء النشاط الهندسي تتطلب المستوى الثاني أو الثالث من مستويات فان هيل للتفكير الهندسي.

فروض الدراسة:

في ضوء البحوث والدراسات السابقة[٤]، أمكن للباحثان صياغة فروض الدراسة على النحو الآتي:

١. يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة الدراسة في اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية كلل ومستوياته الفرعية (المعرفة، والفهم، والتطبيق، والمستويات العليا) المعد لقياس جوانب التعلم الهندسية والرياضية لدى الطلاب في وحدة الإنشاءات الهندسية المقترحة، قبل وبعد تدريس الوحدة المقترحة لصالح التطبيق البعدي.

٢. يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة الدراسة في اختبار مستويات التفكير الهندسي ككل ومستوياته الفرعية (المستوى البصري، المستوى التحليلي، مستوى الاستنتاج غير الشكلي، مستوى الاستنتاج الشكلي، المستوى التجريدي) قبل وبعد تدريس الوحدة المقترحة لصالح التطبيق البعدي.

٣. يحقق تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية الفاعلية كما تقاس باستخدام مربع إيتا أعلى من القيمة (٠.١٤) في تنمية جوانب التعلم الهندسية والرياضية للطلاب مجموعة الدراسة.

٤. يحقق تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية المقترحة الفاعلية كما تقاس باستخدام مربع إيتا أعلى من القيمة (٠.١٤) في تنمية مستويات التفكير الهندسي لفان هيل لطلاب مجموعة الدراسة.

٥. توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين درجات اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية من جهة والتفكير الهندسي من جهة أخرى بالنسبة للقياس البعدي طلاب مجموعة الدراسة.

إجراءات الدراسة:

١. إعداد قائمة موضوعات وحدة الإنشاءات الهندسية:

للإجابة على السؤال الأول من أسئلة الدراسة وهو: "ما موضوعات الإنشاءات

[٤] انظر البحوث والدراسات السابقة.

الهندسية التي يجب توافرها لإعداد وحدة مقترحة في "الإنشاءات الهندسية" للطلاب المعلمين شعبة الرياضيات؟

قام الباحثان بما يأتي:

١. الاطلاع على الكتب والمراجع العلمية والدراسات التي تناولت موضوعات الإنشاءات الهندسية مثل: (كتب وزارة التربية والتعليم المصرية، ٢٠١٧) و(Leung, 2011) و(Math Open Reference, 2011) و (Stupel & Ben-Chaim, 2013) و(Rizkianto, 2013) و(Yildiz, 2016) و(Chikwere & Ayama, 2016).

٢. وضع تصور مبدئي لقائمة موضوعات الإنشاءات الهندسية اللازمة لإعداد وحدة الإنشاءات الهندسية للطلاب المعلمين شعبة الرياضيات تعليم أساسي.

٣. تحديد أهمية ومناسبة موضوعات الإنشاءات الهندسية للطلاب المعلمين شعبة الرياضيات وفقاً للخطوات الآتية:

- إعداد استبانة (Questionnaire) تتضمن قائمة بموضوعات الإنشاءات الهندسية لتحديد مدى الأهمية والمناسبة للطلاب المعلمين شعبة الرياضيات.
- عرض الاستبانة على مجموعة من المحكمين شملت (أساتذة المناهج وطرق التدريس بكليات التربية، وموجهي ومعلمي الرياضيات، واساتذة من تخصص الرياضيات من كلية العلوم) لحساب الوزن النسبي لكل موضوع.
- تم إجراء التعديلات اللازمة في ضوء آراء المحكمين، ووضع قائمة بموضوعات الإنشاءات الهندسية[٥] في صورتها النهائية.

٢. بناء الوحدة المقترحة في الإنشاءات الهندسية:

للإجابة على السؤال الثاني من أسئلة الدراسة وهو: "ما صورة الوحدة المقترحة في الإنشاءات الهندسية للطلاب المعلمين شعبة الرياضيات؟" قام الباحثان بما يأتي:

بناء وحدة الإنشاءات الهندسية في ضوء المبادئ الآتية:

١. إن طلاب المعلمين ليس لديهم خبرة في موضوع الإنشاءات الهندسية، وبالتالي سيتم التدريس بداية بالإنشاءات الهندسية الأساسية.

٢. إمكانية إعداد محتوى في الإنشاءات الهندسية يناسب الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات.

٣. أكدت الدراسات السابقة في مجال تدريس الهندسة على أهمية تدريس موضوع الإنشاءات الهندسية.

وتأسيسًا على ما سبق من مبادئ، وكذلك حدود الدراسة، تم بناء وإعداد الوحدة

[٥] ملحق (١): قائمة بموضوعات الإنشاءات الهندسية.

المقترحة وفقًا للخطوات التالية:

١. المقدمة:

اشتملت المقدمة على الهدف من الوحدة، وتوجيه ومساعدة الطلاب المعلمين لتكوين خلفية نظرية عن مفهوم الإنشاءات الهندسية، وأهمية دراستها وأسلوب التعلم المستخدم في دراستها، وكيفية توظيف الإنشاءات الهندسية في تدريس المفاهيم والتعميمات الهندسية والرياضية المختلفة، وما تتضمن من مهارات استخدام الفرجار والحافة المستقيمة، كذلك مهارات (اشتقاق المعطيات والمطلوب، وكتابة خطوات إجراء الإنشاء الهندسي، مع تدعيمه بالأساس النظري وإمكانية إجراء الإنشاء بطرق أخرى ... الخ)، وكذلك تهيئة الطلاب المعلمين لدراسة الوحدة من خلال تعريفهم بما يتوقع منهم خلال دراسة الوحدة بعرض الأهداف العامة للوحدة.

٢. الأهداف العامة للوحدة

تتحدد الأهداف العامة للوحدة المقترحة فيما يأتي:

١. أن يُكون الطالب المعلم خلفية نظرية عن مفهوم الإنشاءات الهندسية، وكيفية توظيف الإنشاءات الهندسية في تدريس المفاهيم والتعميمات الهندسية والرياضية المختلفة.

٢. أن يستثمر الطالب المعلم ما لديه من خبرات هندسية ورياضية في اكتساب معلومات جديدة حول موضوعات الإنشاءات الهندسية.

٣. أن يتدرب الطالب المعلم على استخدام أداتي الفرجار والحافة المستقيمة في بناء كيانات هندسية ورياضية.

٤. أن يتدرب الطالب المعلم على استخدام أداتي الفرجار والحافة المستقيمة في بناء كيانات هندسية ورياضية تتعلق بالقطع المستقيمة.

٥. أن يتدرب الطالب المعلم على استخدام أداتي الفرجار والحافة المستقيمة في بناء كيانات هندسية ورياضية تتعلق بالزوايا.

٦. أن يتدرب الطالب المعلم على استخدام أداتي الفرجار والحافة المستقيمة في بناء كيانات هندسية ورياضية تتعلق بالمثلثات.

٧. أن يتدرب الطالب المعلم على استخدام أداتي الفرجار والحافة المستقيمة في بناء كيانات هندسية ورياضية تتعلق بالأشكال الرباعية.

٨. أن يتدرب الطالب المعلم على استخدام أداتي الفرجار والحافة المستقيمة في بناء

كيانات هندسية ورياضية تتعلق بالدائرة.

٩. أن يتدرب الطالب المعلم على استخدام أداتي الفرجار والحافة المستقيمة في بناء كيانات هندسية ورياضية تتعلق بالتحويلات الهندسية.

١٠. أن يرغب الطالب المعلم في استخدام أداتي الفرجار والحافة المستقيمة في بناء كيانات هندسية ورياضية.

١١. أن يقدر الطالب المعلم أهمية الإنشاءات الهندسية في دراسة جوانب التعلم الهندسية والرياضية المختلفة.

١٢. أن يقدر الطالب المعلم دور علماء الرياضيات في تطور موضوع الإنشاءات الهندسية.

٣. الخطة الزمنية المقترحة لتدريس الوحدة الإنشاءات الهندسية

تم تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية على مدار (٢٣) لقاء على النحو الآتي:

جدول (١): الخطة الزمنية لتدريس وحدة الإنشاءات الهندسية

م	عنوان الدرس	عدد اللقاءات
١	الإنشاءات الهندسية الأساسية	٢
٢	الإنشاءات الهندسية للقطع المستقيمة	٣
٣	الإنشاءات الهندسية للزوايا	٢
٤	الإنشاءات الهندسية للمثلثات	٤
٥	الإنشاءات الهندسية للأشكال الرباعية	٣
٦	الإنشاءات الهندسية للدائرة	٣
٧	الإنشاءات الهندسية للتحويلات الهندسية	٣
٨	مجموعة من الإنشاءات الهندسية المتنوعة	٣

٤. المحتوى العلمي لوحدة الإنشاءات الهندسية

اشتمل كل موضوع من موضوعات الإنشاءات الهندسية على العناصر الآتية:

- عنوان الموضوع: حرص الباحثان على ذكر عنوان لكل موضوع، بحيث يعكس محتوى الدرس.
- المهمة الانشائية: وتتضمن الإنشاء المطلوب من الطالب رسمه، وقد حرص الباحثان عند صياغة المهمة الانشائية وكتابتها بتقديم الأطوال والزوايا بصورة

مرسومة وعدم كتابة الأطوال أو الزوايا بالأرقام، حتى لا يلجأ الطالب إلى استخدام المسطرة المدرجة أو المنقلة والتأكيد على استخدام أداتي الفرجار والحافة المستقيمة فقط في نقل قياسات الأطوال والزوايا.

- المعطيات والمطلوب: حيث يستخلص الطالب المعلم المعطيات التي يجب استخدامها من خلال قراءة الإنشاء, وما هو المطلوب الذي يجب استخدام المعطيات لإيجاده.
- خطوات الإنشاء الهندسي: يُطلب في هذا الجزء من الطالب المعلم الخطوات التفصيلية لإجراء الإنشاء الهندسي مدعما كل خطوة بالرسم.
- توضيح الأساس النظري: ويُقصد به البرهان الذي على أساسه يمكن القول بأن الإنشاء الهندسي هو المطلوب.
- إمكانية إجراء الإنشاء بطرق أخرى: هناك العديد من الإنشاءات الهندسية يمكن إجراءها بطرق أخرى، ولكل طريقة الأساس النظري الخاص بها.
- جوانب التعلم الهندسية والرياضية المتضمنة في الإنشاء: يتضمن عرض المتطلبات السابقة الواجب توافرها لدى الطلاب من مفاهيم وتعميمات ومهارات هندسية ورياضية، والتي تلزمهم في دراسة الموضوع الحالي.
- التقويم: تضمن الدليل عددًا من التدريبات المتنوعة، والتي تغطي جوانب التعلم الهندسية والرياضية المتعلقة بالموضوع.
- تمارين: يتضمن هذا الجزء عدد من أسئلة الاختيار من متعدد المرتبطة بجوانب التعلم الهندسية والرياضية لكل الموضوع، وتتيح للطلاب فرصًا أكثر للتفكير والتأمل.
- تحديد بعض مصادر التعلم: تم توجيه الطالب المعلم إلى بعض مصادر التعلم المتاحة على عدد من المواقع الإلكترونية، وكذلك بعض الفيديوهات التعليمية على اليوتيوب.

٥. استراتيجيات التدريس الخاصة بوحدة الإنشاءات الهندسية:

تم الاعتماد على استراتيجيات التعلم المعتمدة على حل المشكلات في عملية التدريس بشكل أساسي، بحيث يتم طرح مشكلة الإنشاء الهندسي على الطلاب والسير في خطوات حل المشكلة، تخلل ذلك اختيار مجموعة أخرى من طرق التدريس مثل العصف الذهني خاصة أثناء مناقشة الحلول الممكنة للمشكلة المطروحة، كما

أستخدمت طريقة المناقشة أثناء مناقشة وتفسير حلول الإنشاء الهندسي ومحاولة البرهان عليه، هذا بالإضافة إلى الطريقة المعملية أثناء تنفيذ الإنشاء ورسمه بالشكل الدقيق الصحيح.

٦. التقويم في وحدة الإنشاءات الهندسية:

اهتم الباحثان بتفعيل التقويم البنائي، حيث يتم متابعة المهام الانشائية ومدى سلامة ودقة الإنشاء من حيث كتابة الخطوات بشكل سليم وصياغة صحيحة، وكتابة الأساس النظري الذي اعتمد عليه الطالب في رسم الإنشاء وجوانب التعلم الهندسية والرياضية المتضمنة في كل إنشاء وبالإضافة إلى دقة الرسم في ضوء المعطيات المعطاة، كما استخدم الباحثان التقويم القبلي والتقويم النهائي للحكم على مدى تحقيق الأهداف المنشودة للوحدة المقترحة.

٧. ضبط وحدة الإنشاءات الهندسية:

بعد أن انتهى الباحثان من إعداد الوحدة المقترحة تم عرضها على مجموعة من السادة المحكمين في المناهج وطرق التدريس لاستطلاع آرائهم حول الوحدة المقترحة في صورتها الأولية بهدف التحقق من صلاحيتها من حيث:

- الصحة اللغوية والعلمية لموضوعات الوحدة.
- سلامة صياغة الأهداف وتكاملها.
- ارتباط الإجراءات والأنشطة المستخدمة بجوانب التعلم الهندسية والرياضية.
- مدى مناسبة الإجراءات والتدريبات المستخدمة مع المرحلة الجامعية.
- مناسبة وسائل التقويم المرحلي والختامي لكل موضوع من موضوعات الوحدة لتحقيق أهداف الموضوع.

وقد قام الباحثان بتجريب موضوعات الوحدة استطلاعيا على مجموعة (٣٢) طالب من طلاب الفرقة الثالثة شعبة الرياضيات بكلية التربية – جامعة المنوفية في الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠١٦ - ٢٠١٧م، وقد طلب الباحثان من الطلاب الذين أتموا دراسة الوحدة تسجيل ملاحظاتهم، وقام الباحثان بإجراء التعديلات اللازمة بناء على الملاحظات التي أبداها الطلاب، وقد تم إجراء التعديلات اللازمة في ضوء آراء المحكمين، ووضع الوحدة[٦] في صورتها النهائية.

[٦] انظر ملحق (٢): وحدة الإنشاءات الهندسية.

٣. إعداد اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية لوحدة الإنشاءات الهندسية:

للإجابة على السؤال الثالث من أسئلة الدراسة وهو: "ما فاعلية الوحدة المقترحة في تنمية جوانب التعلم الهندسية والرياضية لدى طلاب المعلمين شعبة الرياضيات؟" قام الباحثان بإعداد اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية بحيث يغطي موضوعات الوحدة من جهة، ويقيس جوانب التعلم الهندسية والرياضية من جهة أخرى، وذلك كأداة لقياس التغير في جوانب التعلم الهندسية والرياضية نتيجة لتأثير العامل التجريبي، وهو تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية.

وقد مرت عملية بناء اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية للوحدة بالخطوات الآتية:

١. تحديد الهدف من الاختبار: كان الهدف من الاختبار هو قياس جوانب التعلم الهندسية والرياضية لدى الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات، وذلك بتطبيقه قبليًا، ثم بعديًا على مجموعة الدراسة.
٢. تحليل جوانب التعلم الرياضية والهندسية[٧] المتضمنة في وحدة الإنشاءات الهندسية.
٣. تحديد أبعاد الاختبار: يقيس الاختبار أهداف المجال المعرفي بمستوياتها الآتية:
أ) المعرفة: ويقصد به التعرف على المفاهيم والتعميمات المتضمنة بوحدة الإنشاءات الهندسية.
ب) الفهم: ويقصد به إعادة صياغة المفاهيم والتعميمات المتضمنة بوحدة الإنشاءات الهندسية، وإعطاء أمثلة لها.
ج) التطبيق: ويقصد به توظيف المفاهيم والتعميمات المتضمنة بوحدة الإنشاءات الهندسية لتمثيل وفهم مفاهيم وتعميمات هندسية ورياضية أخرى.
د) المستويات العليا: ويقصد به قدرة المتعلم على تحليل وتجميع المعلومات، وتحديد الأسباب والوصول إلى الاستنتاجات المتضمنة بوحدة الإنشاءات الهندسية لتمثيل وفهم مفاهيم وتعميمات هندسية ورياضية أخرى.
٤. إعداد جدول المواصفات: تم إعداد جدول المواصفات حتى يمكن الربط بين الأهداف التي تم صياغتها والموضوعات التي تشملها الوحدة، حيث تم حساب عدد الأسئلة في كل موضوع من موضوعات الوحدة، وتم حساب الوزن النسبي لكل موضوع من موضوعات الوحدة عن طريق قسمة عدد لقاءات كل موضوع على العدد الكلي للقاءات، والجدول التالي يوضح ذلك:

[٧] انظر ملحق (٣): تحليل محتوى جوانب التعلم الرياضية والهندسية المتضمنة في وحدة الإنشاءات الهندسية.

جدول (٢): جدول مواصفات اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية

م	الموضوعات	الأسئلة	الأهداف السلوكية			المجموع	عدد اللقاءات	الأوزان النسبية للموضوعات
			المعرفة ١٠%	الفهم ٢٠%	التطبيق ٤٠%	مستويات عليا ٣٠%			
١	الإنشاءات الهندسية الأساسية	عدد المفردة		٢	٢		٤	٢	١٠%
		رقم المفردة		٣ ، ٢	١ ، ٤				
٢	الإنشاءات الهندسية للقطع المستقيمة	عدد المفردة	١	١	٢	٢	٦	٣	١٥%
		رقم المفردة	٦	٧	٨ ، ١٠	٩ ، ٥			
٣	الإنشاءات الهندسية للزوايا	عدد المفردة		١	٣		٤	٢	١٠%
		رقم المفردة		١١	١٢،١ ٣،١٤				
٤	الإنشاءات الهندسية للمثلثات	عدد المفردة	١	١	٢	٤	٨	٤	٢٠%
		رقم المفردة	١٩	٢٢	١٥،١ ٦	١٧،١٨، ٢٠،٢١			
٥	الإنشاءات الهندسية للأشكال الرباعية	عدد المفردة	١	١	٢	٢	٦	٣	١٥%
		رقم المفردة	٢٣	٢٤	٢٦،٢ ٨	٢٥،٢٧			
٦	الإنشاءات الهندسية للدائرة	عدد المفردة	١	١	٢	٢	٦	٣	١٥%
		رقم المفردة	٢٩	٣٤	٣٠،٣ ٣	٣١،٣٢			
٧	مجموعة من الإنشاءات الهندسية المتنوعة	عدد المفردة		١	٣	٢	٦	٣	١٥%
		رقم المفردة		٣٧	٣٦،٣ ٩،٤٠	٣٥،٣٨			
المجموع			٤	٨	١٦	١٢	٤٠	٢٠	١٠٠%
النسبية المئوية			١٠%	٢٠%	٤٠%	٣٠%	١٠٠ %	١٠٠ %	١٠٠%

يتكون الاختبار ككل من (٤٠) سؤالاً، منها (٤) لقياس المعرفة، و(٨) عبارة لقياس الفهم، و(١٦) عبارة لقياس التطبيق، و(١٢) عبارة لقياس المستويات العليا، مع ملاحظة أن:

- الدرجة الكبرى للاختبار التحصيلي الكلية هي (٤٠) درجة والصغرى (صفر).
- الدرجة الكبرى للمعرفة هي (٤) والصغرى (صفر).
- الدرجة الكبرى الفهم هي (٨) والصغرى (صفر).
- الدرجة الكبرى التطبيق هي (١٦) والصغرى (صفر).
- الدرجة الكبرى للمستويات العليا هي (١٢) والصغرى (صفر).

٥. تم صياغة مفردات الاختبار بحيث يتكون من٤٠ سؤالاً، وهي مقسمة كالآتي:

(أ) القسم الأول: أسئلة الاختيار من متعدد من (١:٣٤) وفيها توجد إجابة واحدة صحيحة من بين أربعة إجابات مختلفة لكل سؤال، ويُطلب من الطالب تظليل رقم الإجابة الصحيحة أمام رقم السؤال في المكان المخصص لذلك بورقة الإجابة.

(ب) القسم الثاني: أسئلة الإنشاءات الهندسية من (٣٥ - ٤٠).

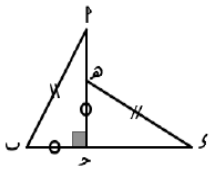
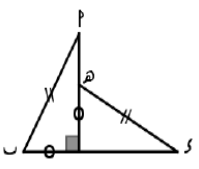
٦. وضع تعليمات الاختبار: حيث تم توضيح نوع الاختبار للطلاب، وأن الاختبار مقسم لجزئيين، (٤٠) مفردة منهم (٣٤) من نمط الاختيار من متعدد، (٦) من نمط أسئلة الإنشاءات الهندسية، كما بينت التعليمات زمن الإجابة عن الاختبار، ووضحت ضرورة الإجابة عن كل الأسئلة.

٧. تم إعداد مفتاح إجابة لاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية[٨].

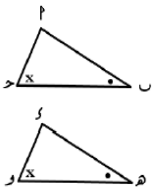
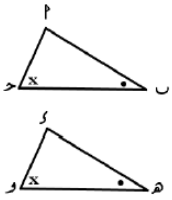
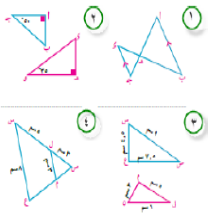
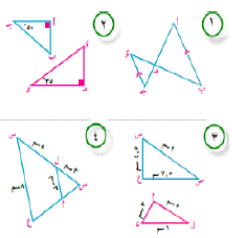
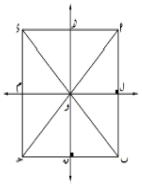
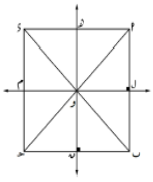
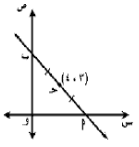
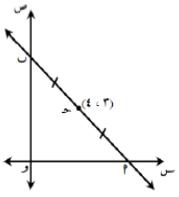
٨. تم حساب صدق الاختبار من خلال عرض الاختبار على السادة المحكمين لإبداء آرائهم في الاختبار من حيث: (قياس الاختبار لفاعلية تدريس الوحدة المقترحة في تنمية جوانب التعلم الهندسية والرياضية، سلامة الاختبار من ناحية الصياغة اللفظية والعلمية).

٩. قام الباحثان بإجراء بعض التعديلات وقد أفاد المحكمون أن الاختبار يقيس ما وضع لقياسه.

جدول (٣): أمثلة من الملاحظات التي أبداها السادة المحكمون على اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية

الفقرة	قبل التعديل	بعد التعديل
فقرة ١	١. في الشكل المقابل: إذا كان أب = و هـ ، ب حـ = هـ حـ ، فإن: ق(∠أ) = ... أ ق(∠ب) ب ق(∠و) ج ق(∠و هـ حـ) د ق(∠أ حـ و) 	١. في الشكل المقابل: إذا كان أب = و هـ ، ب حـ = هـ حـ ، فإن: ق(∠أ) = ... أ ق(∠ب) ب ق(∠و) ج ق(∠و هـ حـ) د ق(∠أ حـ و) 

[٨] انظر ملحق (٤):ورقة ومفتاح إجابة اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية لوحدة الإنشاءات الهندسية.

الفقرة	قبل التعديل	بعد التعديل
فقرة ٢	٢. في الشكل المقابل: الشرط اللازم والكافي الذي يجعل △أ ب حـ ، △ك هـ و متطابقان هو:  أ ب = ك هـ . أ حـ = ك و . ب حـ = هـ و . ق(∠ب) = ق(∠هـ) .	٢. في الشكل المقابل: الشرط اللازم والكافي الذي يجعل △أ ب حـ ، △ك هـ و متطابقان هو:  أ ب = ك هـ . أ حـ = ك و . ب حـ = هـ و . ق(∠ب) = ق(∠هـ) .
فقرة ١٤	١٤. في الشكل المقابل: أي الحالات يكون فيها المثلثان متشابهين:  ١، ٤ ١، ٣ ٣، ٤ ٣، ٤	١٤. في الشكل المقابل: أي الحالات يكون فيها المثلثان متشابهين:  ١، ٤ . ١، ٣ . ٢، ٤ . ٣، ٤ .
فقرة ٣١	٣١. إذا كان الشكل أ ب حـ ك مربع طول ضلعه ٦ سم ، ومركزه نقطة الأصل، فإن: صورة △أ و ل بانتقال مسافة ٣ سم ، في اتجاه $\overrightarrow{ب م}$.  △ل و ن . △ل ن ب . △ل ب و . △ل ب ن .	٣١. إذا كان الشكل أ ب حـ ك مربع طول ضلعه ٦ سم ، ومركزه نقطة الأصل، فإن: صورة △أ و ل بانتقال مسافة ٣ سم ، في اتجاه $\overrightarrow{ب م}$.  △ل و ن . △ل ن ب . △ل ب و . △ل ب ن .
فقرة ٣٢	٣٢. في الشكل المقابل: إذا كان حـ = (٣ ، ٤) منتصف $\overline{أ ب}$ ، فإن: ميل $\overline{أ ب}$ يساوي ...  $\frac{٤}{٥}$ $\frac{٣}{٤}$ $\frac{٤}{٣}$ $\frac{٤}{٣}$	٣٢. في الشكل المقابل: إذا كان حـ = (٣ ، ٤) منتصف $\overline{أ ب}$ ، فإن: ميل $\overline{أ ب}$ يساوي ...  $\frac{٤}{٥}$ $\frac{٣}{٤}$ $-\frac{٤}{٣}$ $\frac{٤}{٣}$

١٠. تم تجربة الاختبار استطلاعياً على مجموعة قوامها (٦٦) طالب من الطلاب المعلمين توزيعهم كالآتي (٣٢) طالب من طلاب الفرقة الثالثة تعليم أساسي شعبة الرياضيات، و(٣٤) طالب من طلاب الفرقة الرابعة تعليم أساسي شعبة الرياضيات، وذلك في الفصل الدراسي الثاني من العام الجامعي ٢٠١٦ - ٢٠١٧م.
١١. عند تجربة الاختبار استطلاعياً قام الباحثان بالتأكد من وضوح التعليمات ومفردات الأسئلة، وتم تقدير الزمن اللازم للإجابة على الاختبار أثناء تطبيق الاختبار استطلاعياً باستخدام طريقة التسجيل التتابعي للزمن الذي استغرقه كل طالب في الاجابة عن الاختبار ثم حساب المتوسط لهذه الأزمنة، وتحدد زمن الإجابة على الاختبار بالتقريب بـ (١٥٠) دقيقة.
١٢. تم حساب ثبات الاختبار باستخدام طريقة ألفا كرونباخ Alpha Crunbach في حساب الثبات والتي تعتمد على الاتساق الداخلي، وتم حساب درجة الثبات للاختبار، ووجد أن معامل ثبات الاختبار هو (٠.٧٩) مما يشير إلى أن الاختبار ذو ثبات مرتفع ويمكن استخدامه في قياس محتوى الوحدة المقترحة.
١٣. عقب الانتهاء من إجراءات ضبط الاختبار – كما سبق توضيحه – أصبح الاختبار في صورته النهائية[٩] عبارة عن (٤٠) مفردة منهم (٣٤) من نمط الاختيار من متعدد، (٦) من نمط أسئلة الإنشاءات الهندسية.
١٤. معالجة البيانات إحصائيًا.

٤. إعداد اختبار التفكير الهندسي لفان هيل:

قام الباحثان بتطبيق اختبار مستويات التفكير الهندسي طبقًا لنموذج فان هيل (Van Hiele) والذي يقيس النمو المعرفي في الهندسة، وذلك بإتباع الآتي:

١. تحديد الهدف من الاختبار والجوانب التي يقيسها:

هدف الاختبار إلى قياس مستويات التفكير الهندسي لدى طلاب الفرقة الرابعة عام شعبة الرياضيات كلية التربية مجموعة الدراسة، والتأكد من مدى ارتباط مستويات التفكير بالتحصيل في الهندسة.

٢. وصف الاختبار:

يتكون الاختبار من ٢٥ مفردة من نوع الاختيار من متعدد، حيث يطلب من الطلاب اختيار الإجابة الصحيحة من بين خمس بدائل (أ، ب، ج، د، ه) وكل خمسة أسئلة

[٩] انظر ملحق (٥): اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية لوحدة الإنشاءات الهندسية.

متتالية من المقياس تحدد مستوى معين من مستويات التفكير الهندسي لدى الطلاب مجموعة الدراسة، ويقع الطالب في مستوى معين من مستويات التفكير الهندسي إذا كانت إجابته عن ثلاثة أسئلة من ذلك المستوى صحيحة، بمعنى أن يحصل على ثلاثة علامات لكل مستوى كحد أدنى عن المستوى الذي يقع فيه، وكذلك المستويات التي تسبقه، حيث لا يمكن لطالب أن يمر بمستوى معين دون أن يمر بالمستوى الذي يسبقه، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول (٤): توزيع أسئلة اختبار التفكير الهندسي على مستويات فان هيل

المستوى	اسم المستوى	رقم الأسئلة
الأول	البصري	١-٥
الثاني	التحليلي	٦-١٠
الثالث	شبه الاستدلالي	١١- ١٥
الرابع	الاستدلالي	١٦- ٢٠
الخامس	المجرد	٢١-٢٥
المجموع		٢٥

٣. صدق اختبار التفكير الهندسي.

من المعروف أن الاختبار الصادق هو الذي يقيس ما وضع لقياسه، وللتأكد من صدق الاختبار استخدم صدق المحكمين بعد ترجمة الاختبار إلى اللغة العربية[١٠]، حيث تم عرض الاختبار في صورته الأولية على عينة من المحكمين لإبداء الرأي في الاختبار وقام الباحثان بإجراء التعديلات التي أبداها المحكمون.

جدول (٥): أمثلة من الملاحظات التي أبداها السادة المحكمون على اختبار التفكير الهندسي

	قبل التعديل	بعد التعديل
السؤال ٦	ص ل ، س ع متعامدان.	⟨ل؛ ⊥ || ؛.
السؤال ٧	(ب) له أربع أضلاع.	(ب) القطران متعامدان
السؤال ٩	في المثلث المتساوي الساقين (الرسم الآتي يبين ثلاث مثلثات)	في المثلث المتساوي الساقين كما في الرسم الآتي الذي يبين ثلاثة مثلثات متساوية الأضلاع
السؤال ١٠	(أ) ه م و ن له زوجين من الأضلاع متساوية في القياس. (ب) ه م و ن له على الأقل زاويتان متساويتان في القياس.	(أ) ه م و ن له زوجين من الأضلاع متساوية في القياس في الطول. (ب) ه م و ن له على الأقل زاويتان متساويتان في القياس في الطول.
السؤال ١١	فيما يأتي عبارتين.	فيما يأتي عبارتان.

٤. التجربة الاستطلاعية لاختبار التفكير الهندسي:

تم تطبيق اختبار التفكير الهندسي على مجموعة من طلاب الفرقة الثالثة والرابعة

[١٠] استعان الباحثان بترجمة اختبار التفكير الهندسي لمكة البنا (١٩٩٤) مع إضافة بعض التعديلات.

شعبة الرياضيات بكلية التربية جامعة المنوفية، وبلغ عددهم (٣٢) طالباً وطالبة، وهدفت التجربة الاستطلاعية للاختبار إلى:

- **تحديد زمن اختبار التفكير الهندسي:**

ولتحديد زمن الإجابة عن الاختبار تم رصد زمن إجابة الاختبار لكل طالب من طلاب المجموعة الاستطلاعية وفى نهاية التجربة تم حساب متوسط زمن الاختبار، وبلغ زمن الإجابة على الاختبار = ٤٠ دقيقة.

- **نظام تقدير الدرجات:**

خصصت درجة واحدة للإجابة عن كل سؤال أصبح المجموع الكلي للاختبار ٢٥ درجة.

- **حساب معامل ثبات الاختبار:**

لكي نتأكد من خلو الاختبار من الأخطاء التي قد تغير من أداء الفرد من وقت لآخر على الاختبار نفسه تم حساب معامل ثبات الاختبار على مجموعة التجربة الاستطلاعية للبحث (١٥) طالبًا وقد تم استخدام طريقة ألفا كرونباخ Alpha Cronbach في حساب الثبات بالاتساق الداخلي، ووجد أن معامل الثبات يساوي (٠.٧٣) وهو يشير إلى درجة ثبات عالية مما يجعل الباحثان يطمئنا إلى استخدامه كأداة للقياس.

٥. الصورة النهائية لاختبار التفكير الهندسي

بعد أن تأكدت الباحثة من صدق وثبات الاختبار، تم وضع التعليمات الخاصة بالاختبار ووضع ورقة الإجابة وبها البيانات الخاصة بالطالب وأرقام الأسئلة وأمام كل سؤال الاختيارات الخمس له وبهذا أصبح الاختبار معداً في صورته النهائية[١١].

عرض نتائج الدراسة ومناقشتها وتفسيرها:

يتناول الباحثان في هذا الجزء الإحصاء الوصفي لمتغيرات الدراسة، وكذلك اختبار الفروض البحثية مع عرض الطرق والمعالجات والجداول الإحصائية التي استخدمها الباحثان لاختبار صحة الفروض، وتفسير النتائج التي توصل إليها الباحثان.

أولاً: الإحصاء الوصفي:

الإحصاء الوصفي لمتغيرات الدراسة:

[١١] انظر ملحق (٦): اختبار التفكير الهندسي.

يوضح جدول (٦) الإحصاء الوصفي لمتغيرات الدراسة الآتية:

أ- درجات اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية لوحدة الإنشاءات الهندسية.

ب- درجات اختبار التفكير الهندسي لفان هيل.

حيث قام الباحثان بحساب المتوسط والانحراف المعياري لكل مما يأتي كما سيتضح من الجدول التالي:

١- التطبيق القبلي لاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية.

٢- التطبيق البعدي لاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية.

٣- التطبيق القبلي لاختبار التفكير الهندسي لفان هيل.

٤- التطبيق البعدي لاختبار التفكير الهندسي لفان هيل.

جدول (٦): الإحصاء الوصفي لمتغيرات الدراسة: المتوسط والانحراف المعياري للتطبيق القبلي والبعدي لاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية واختبار فان هيل.

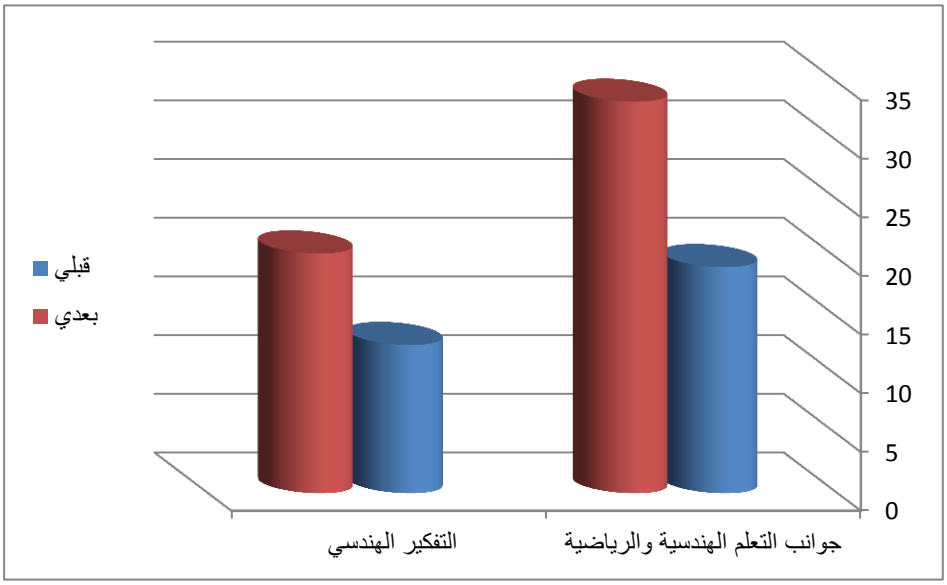
م	الاختبار	المتوسط	الانحراف المعياري
١	التطبيق القبلي لاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية. التطبيق البعدي لاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية.	١٩.٢٧ ٣٣.٣٦	٣.٢٧ ٢.٨١
٢	التطبيق القبلي لاختبار التفكير الهندسي لفان هيل. التطبيق البعدي لاختبار التفكير الهندسي لفان هيل.	١٢.٦٤ ٢٠.٤٣	٢.٢٤ ٢.٢٩

ويتضح من الجدول السابق أن:

- متوسط درجات التطبيق البعدي لاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية "٣٣.٣٦" وهو أعلى من متوسط درجات التطبيق القبلي لاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية "١٩.٢٧"
- متوسط درجات التطبيق البعدي لاختبار التفكير الهندسي لفان هيل "٢٠.٤٣" وهو أعلى من متوسط درجات التطبيق القبلي لاختبار التفكير الهندسي لفان هيل "١٢.٦٤".

وهذا يدل على كفاءة استخدام وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية جوانب التعلم الهندسية والرياضية، وكذلك مستويات التفكير الهندسي لفان هيل، حيث كبر متوسط التطبيق البعدي يرجع لدراسة وحدة الإنشاءات الهندسية.

والشكل الآتي يوضح الفرق بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي بيانيا لجوانب التعلم الهندسية والرياضية ككل وكذلك مستويات التفكير الهندسي لفان هيل ككل لصالح التطبيق البعدي.



شكل (٢): التمثيل البياني الفرق بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي بيانيا لجوانب التعلم الهندسية والرياضية ككل وكذلك مستويات التفكير الهندسي لفان هيل ككل

ثانياً: اختبار الفروض البحثية:

١. **اختبار صحة الفرض الأول:** لاختبار صحة الفرض الأول الذي ينص على: "يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة الدراسة في اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية كلل ومستوياته الفرعية (المعرفة، والفهم، والتطبيق، والمستويات العليا) المعد لقياس جوانب التعلم الهندسية والرياضية لدى الطلاب في وحدة الإنشاءات الهندسية المقترحة، قبل وبعد تدريس الوحدة المقترحة لصالح التطبيق البعدي" قام الباحثان بما يلي: تطبيق اختبار "ت" (T- test) للعينات المرتبطة، والجدول التالي يعرض نتائج تطبيق اختبار "ت".

جدول (٧): اختبار "ت" للعينات المرتبطة لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي البعدي لاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية.

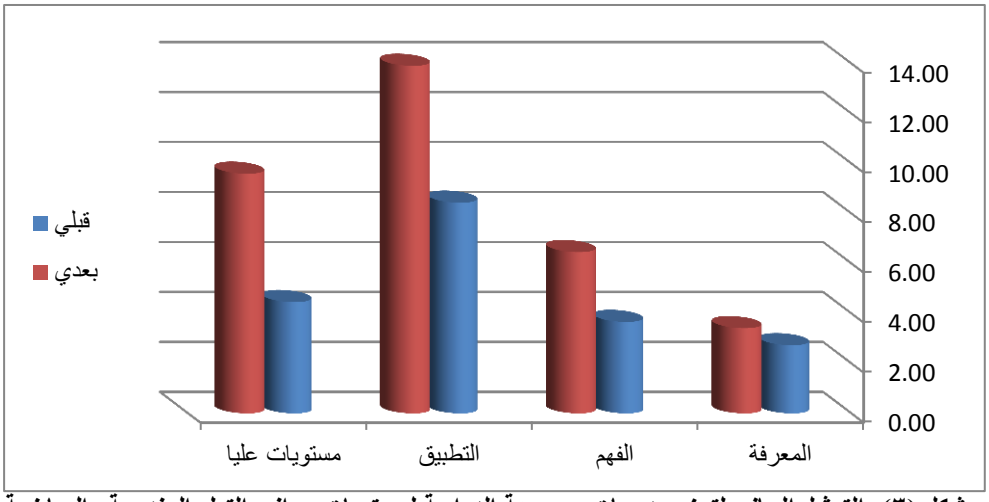
الاختبار ومستوياته الفرعية	التطبيق	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجات الحرية	مستوى الدلالة
الاختبار ككل	بعدي	٣٣.٣٦	٢.٨١	٢٦.٢٤	٤٣	٠.٠٠٠٠١
	قبلي	١٩.٢٧	٣.٢٧			
مستوى المعرفة	بعدي	٣.٤١	٠.٦٩	٤.٤٩	٤٣	٠.٠٠٠٠١
	قبلي	٢.٧٣	٠.٧٣			
مستوى الفهم	بعدي	٦.٤٥	١.١٣	١٣.٣٣	٤٣	٠.٠٠٠٠١
	قبلي	٣.٦٦	١.٣١			
مستوى التطبيق	بعدي	١٣.٩١	١.٤٣	٢٢.٤١	٤٣	٠.٠٠٠٠١
	قبلي	٨.٤٣	١.٥٠			
مستويات عليا	بعدي	٩.٥٩	١.٤٢	٢١.٩٩	٤٣	٠.٠٠٠٠١
		٤.٤٥	١.٥٦			

ومن الجدول السابق يلاحظ أن:

- قيمة "ت" لاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية ككل تساوى (٢٦.٢٤) عند درجة حرية (٤٣)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠٥) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠٥)، وعليه فإنه يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات طلاب المجموعة البحثية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية لصالح التطبيق البعدي.
- قيمة "ت" لمستوى المعرفة تساوى (٤.٤٩) عند درجة حرية (٤٣)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠٥) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥)، وعليه فإنه يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات طلاب المجموعة البحثية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمستوى التذكر لاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية لصالح التطبيق البعدي.
- قيمة "ت" لمستوى الفهم تساوى (١٣.٣٣) عند درجة حرية (٤٣)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠٥) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥)، وعليه فإنه يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات طلاب المجموعة البحثية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمستوى الفهم لاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية لصالح التطبيق البعدي.

- قيمة "ت" لمستوى التطبيق تساوى (٢٢.٤١) عند درجة حرية (٤٣)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠٥) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥)، وعليه فإنه يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات طلاب المجموعة البحثية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمستوى التطبيق لاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية لصالح التطبيق البعدي.
- قيمة "ت" لمستوى التحليل تساوى (٢١.٩٩) عند درجة حرية (٤٣)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠٥) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥)، وعليه فإنه يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات طلاب المجموعة البحثية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمستوى التحليل لاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية لصالح التطبيق البعدي.

والشكل الآتي يوضح الفرق بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي بيانيا لمستويات جوانب التعلم الهندسية والرياضية لصالح التطبيق البعدي.



شكل (٣): التمثيل البياني لتوزيع درجات مجموعة الدراسة لمستويات جوانب التعلم الهندسية والرياضية

٢. **اختبار صحة الفرض الثاني**: لاختبار صحة الفرض الثاني الذي ينص على: "يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب

مجموعة الدراسة في اختبار مستويات التفكير الهندسي ككل ومستوياته الفرعية (المستوى البصري، المستوى التحليلي، مستوى الاستنتاج غير الشكلي، مستوى الاستنتاج الشكلي، المستوى التجريدي) قبل وبعد تدريس الوحدة المقترحة لصالح التطبيق البعدي" قام الباحثان بتطبيق اختبار "ت" (T- test) للعينات المرتبطة، والجدول التالي يعرض نتائج تطبيق اختبار "ت".

جدول (٨): اختبار "ت" للعينات المرتبطة لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي البعدي لاختبار التفكير الهندسي.

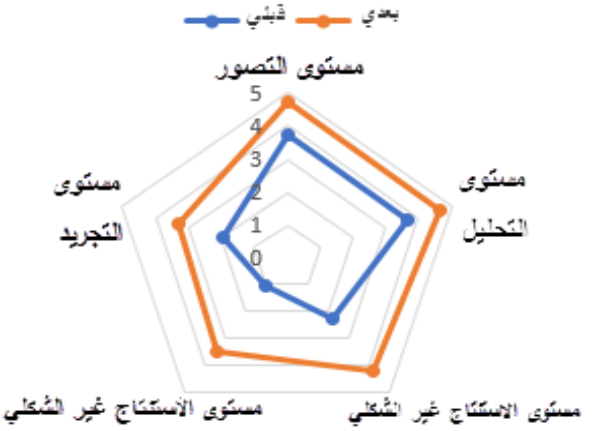
الاختبار ومستوياته الفرعية	التطبيق	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة(ت)	درجات الحرية	مستوى الدلالة
الاختبار ككل	بعدي	٢٠.٤٣	٢.٢٩	٢٠.١٥	٤٣	٠.٠٠٠٠١
	قبلي	١٢.٦٤	٢.٢٤			
مستوى التصور	بعدي	٤.٧٥	٠.٤٤	٧.٧٥	٤٣	٠.٠٠٠٠١
	قبلي	٣.٧٣	٠.٧٦			
مستوى التحليل	بعدي	٤.٦٨	٠.٥٦	٨.٩٠	٤٣	٠.٠٠٠٠١
	قبلي	٣.٦٦	٠.٦٨			
مستوى الاستنتاج غير الشكلي	بعدي	٤.٢٣	٠.٩٩	١٠.٦٧	٤٣	٠.٠٠٠٠١
	قبلي	٢.٢٥	١.٣٨			
مستوى الاستنتاج الشكلي	بعدي	٣.٤٨	١	١٢.٧٥	٤٣	٠.٠٠٠٠١
	قبلي	١.٠٥	٠.٨٣			
مستوى التجريد	بعدي	٣.٣	٠.٩٣	٥.٧٨	٤٣	٠.٠٠٠٠١
	قبلي	١.٩٥	٠.٩٤			

ومن الجدول السابق يلاحظ أن:

- قيمة "ت" لاختبار التفكير الهندسي ككل تساوى (٢٠.١٥) عند درجة حرية (٤٣)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠٥) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥)، وعليه فإنه يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار التفكير الهندسي لصالح التطبيق البعدي.
- قيمة "ت" لمستوى التصور تساوى (٧.٧٥) عند درجة حرية (٤٣)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠٥) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥)، وعليه فإنه يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمستوى التصور لصالح التطبيق البعدي.

- قيمة "ت" لمستوى التحليل تساوى (٨.٩٠) عند درجة حرية (٤٣)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠٥) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥)، وعليه فإنه يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمستوى التحليل لصالح التطبيق البعدي.
- قيمة "ت" لمستوى الاستنتاج غير الشكلي تساوى (١٠.٦٧) عند درجة حرية (٤٣)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠٥) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥)، وعليه فإنه يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمستوى الاستنتاج غير الشكلي لصالح التطبيق البعدي.
- قيمة "ت" لمستوى الاستنتاج الشكلي تساوى (١٢.٧٥) عند درجة حرية (٤٣)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠٥) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥)، وعليه فإنه يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمستوى الاستنتاج الشكلي لصالح التطبيق البعدي.
- قيمة "ت" لمستوى التجريد تساوى (٢٠.١٥) عند درجة حرية (٤٣)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠٥) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥)، وعليه فإنه يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمستوى التجريد لصالح التطبيق البعدي.

والشكل الآتي يوضح الفرق بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي بيانيا لمستويات التفكير الهندسي لصالح التطبيق البعدي:



شكل (٤): التمثيل البياني لتوزيع درجات مجموعة الدراسة لمستويات التفكير الهندسي

٣. **اختبار صحة الفرض الثالث**: لاختبار صحة الفرض الثالث الذي ينص على: "يحقق تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية الفاعلية كما تقاس باستخدام مربع إيتا أعلى من القيمة (٠.١٤) في تنمية جوانب التعلم الهندسية والرياضية للطلاب مجموعة الدراسة" قام الباحثان بحساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية جوانب التعلم الهندسية والرياضية ككل ومستوياته الفرعية، حيث قام الباحثان بحساب قيمة (η^2) باستخدام المعادلة الآتية:

$$\eta^2 = t^2 / (t^2 + df)$$

وذلك باستخدام قيمة "ت" ودرجات الحرية، ويتضح ذلك في الجدول الآتي:

جدول (٩): قيمة "ت" للفرق بين متوسط التطبيق القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية لاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية ومقدار حجم التأثير (η^2).

	قيمة "ت"	درجات الحرية	قيمة η^2	مقدار حجم التأثير≥٠.١٤
الاختبار ككل	٢٦.٢٤	٤٣	٠.٩٤١	كبير
مستوى المعرفة	٤.٤٩	٤٣	٠.٣١٩	كبير
مستوى الفهم	١٣.٣٣	٤٣	٠.٨٠٥	كبير
مستوى التطبيق	٢٢.٤١	٤٣	٠.٩٢١	كبير
مستويات عليا	٢١.٩٩	٤٣	٠.٩١٨	كبير

من الجدول السابق يتضح أن:

- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية المقترحة في تنمية جوانب التعلم الهندسية والرياضية ككل تساوى (٠.٩٤١) وهي أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية جوانب التعلم الهندسية والرياضية يحقق حجم تأثير كبيراً أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).
- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية مستوى المعرفة تساوى (٠.٣١٩) وهي أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية مستوى المعرفة يحقق حجم تأثير كبيراً أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).
- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية مستوى الفهم تساوى (٠.٨٠٥) وهي أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية مستوى الفهم يحقق حجم تأثير كبيراً أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).
- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية مستوى التطبيق تساوى (٠.٩٢١) وهي أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية مستوى التطبيق يحقق حجم تأثير كبيراً أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).
- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية المستويات العليا تساوى (٠.٩١٨) وهي أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية المستويات العليا يحقق حجم تأثير كبيراً أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).

٤. **اختبار صحة الفرض الرابع**: لاختبار صحة الفرض الرابع الذي ينص على: "يحقق تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية المقترحة الفاعلية كما تقاس باستخدام مربع إيتا أعلى من القيمة (٠.١٤) في تنمية مستويات التفكير الهندسي لفان هيل لطلاب مجموعة الدراسة".

قام الباحثان بحساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية مستويات التفكير الهندسي ككل ومستوياته الفرعية، حيث قامت الباحثان بحساب قيمة(η^2) باستخدام المعادلة الآتية:

$$\eta^2 = t^2 / (t^2 + df)$$

وذلك باستخدام قيمة "ت" ودرجات الحرية، ويتضح ذلك في الجدول التالي:

جدول (١٠): قيمة "ت" للفرق بين متوسط التطبيق القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية لاختبار التفكير الهندسي ومستوياته الفرعية ومقدار حجم التأثير (η^2).

الاختبار والمستويات الفرعية	قيمة "ت"	درجات الحرية	قيمة η^2	مقدار حجم التأثير≥٠.١٤
الاختبار ككل	٢٠.١٥	٤٣	٠.٩٠٤	كبير
المستوى البصري	٧.٧٥	٤٣	٠.٥٨٣	كبير
المستوى التحليلي	٨.٩٠	٤٣	٠.٦٤٨	كبير
مستوى الاستنتاج غير الشكلي	١٠.٦٧	٤٣	٠.٧٢٦	كبير
مستوى الاستنتاج الشكلي	١٢.٧٥	٤٣	٠.٧٩١	كبير
المستوى التجريدي	٥.٧٨	٤٣	٠.٤٣٧	كبير

من الجدول السابق يتضح أن:

- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية مستويات التفكير الهندسي ككل تساوى (٠.٩٠٤) وهي أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية مستويات التفكير الهندسي ككل يحقق حجم تأثير كبيراً أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).
- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية المستوى البصري تساوى (٠.٥٨٣) وهي أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية المستوى البصري يحقق حجم تأثير كبيراً أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).
- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية المستوى التحليلي تساوى (٠.٦٤٨) وهي أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية المستوى التحليلي يحقق حجم تأثير كبيراً أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).
- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية مستوى الاستنتاج غير الشكلي تساوى (٠.٧٢٦) وهي أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية مستوى الاستنتاج غير الشكلي يحقق حجم تأثير كبيراً أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).
- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية مستوى الاستنتاج الشكلي تساوى (٠.٧٩١) وهي أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية مستوى

الاستنتاج الشكلي يحقق حجم تأثير كبيراً أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).

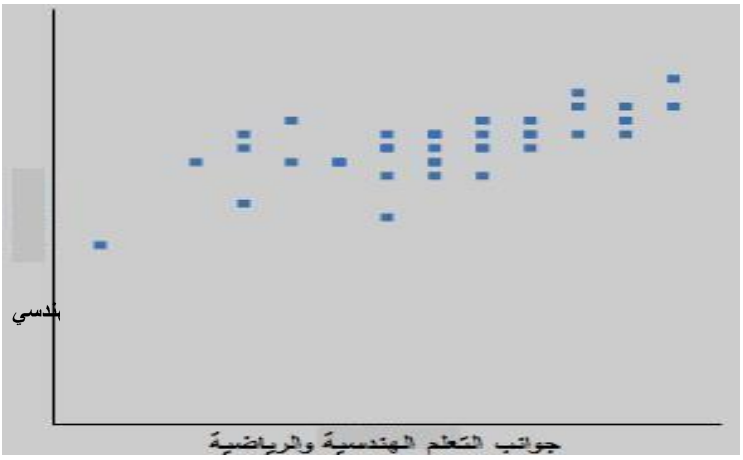
- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية المستوى التجريدي تساوى (٠.٤٣٧) وهي أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الإنشاءات الهندسية في تنمية المستوى التجريدي يحقق حجم تأثير كبيراً أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).

٥. **اختبار صحة الفرض الخامس**: لاختبار صحة الفرض الخامس الذي ينص على: "توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين درجات اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية من جهة والتفكير الهندسي من جهة أخرى بالنسبة للقياس البعدي طلاب مجموعة الدراسة"، قام الباحثان بحساب معامل ارتباط بيرسون، والجدول الآتي يوضح ذلك:

جدول (١١): معامل الارتباط بين درجات مجموعة الدراسة في كل من اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية واختبار التفكير الهندسي.

المتغيرين	معامل ارتباط بيرسون	مستوى الدلالة
جوانب التعلم الهندسية والرياضية	٠.٧٢	٠.٠٥
التفكير الهندسي		

يتضح من الجدول السابق وجود علاقة طردية دالة احصائيا عند مستوى دلالة ٠.٠٥



شكل (٥): التمثيل البياني للعلاقة بين درجات مجموعة الدراسة في كل من اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية واختبار التفكير الهندسي

تفسير نتائج الدراسة:

يمكن تفسير نتائج الدراسة كالتالي:

١. متوسط درجات التطبيق البعدي لاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية لمجموعة الدراسة "٣٣.٣٦" وهو أعلى من متوسط درجات التطبيق القبلي لاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية لذات المجموعة "١٩.٢٧"، وهذا يدل على كفاءة استخدام الوحدة المقترحة في الإنشاءات الهندسية في تنمية جوانب التعلم الهندسية والرياضية حيث كبر متوسط التطبيق البعدي يرجع لدراسة الوحدة المقترحة فى الإنشاءات الهندسية، كما أن الوحدة المقترحة حققت فاعليه كبيرة ولها حجم تأثير كبير في تحصيل الاختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية أعلى من القيمة المحكية. ويفسر الباحثان ارتفاع درجات التلاميذ في اختبار جوانب التعلم الهندسية والرياضية وتحقيق الفاعلية الكبيرة وحجم التأثير الكبير بالنسبة إلى المجموعة التجريبية إلى كفاءة الوحدة المقترحة في الإنشاءات الهندسية والذي تم تدريسها.

وقد اتفقت نتائج هذه الدراسة مع الدراسات السابقة التي قامت بتدريس محتوى في الإنشاءات الهندسية مثل دراسات: (عبد الجواد، د.ت) و(موسى، ١٩٨٩)، و(نوح، ١٩٩٢) و(Leung, 2011) ، و(Chinnappan, et al., 2012) و Chikwere) & Ayama, 2016) و(Yildiz, 2016) و (Bist, 2017)

٢. متوسط درجات التطبيق البعدي لاختبار التفكير الهندسي لمجموعة الدراسة "٢٠.٤٣" وهو أعلى من متوسط درجات التطبيق القبلي لاختبار التفكير الهندسي لذات المجموعة "١٢.٦٤"، وأن نسبة الفاعلية وحجم التأثير لاختبار التفكير الهندسي ككل ومستوياته (مستوى التصور، مستوى التحليل، مستوى الاستنتاج غير الشكلي، مستوى الاستنتاج الشكلي، مستوى التجريد) جاءت أعلى من القيمة المحكية، ويفسر الباحثان ارتفاع درجات الطلاب في اختبار التفكير الهندسي ككل ومستوياته إلى كفاءة الوحدة المقترحة في الإنشاءات الهندسية والذي تم تدريسها.

وقد اتفقت نتائج هذه الدراسة مع الدراسات السابقة التالية في تنمية التفكير الهندسي مثل: **(**Napitupulu, 2002**)** و**(**Hülya & DEMİR, 2017**)** و (Thompson, 2006)**.**

وهذا يدل على كفاءة الوحدة المقترحة في الإنشاءات الهندسية في تنمية كل من جوانب التعلم الهندسية والرياضية وكذلك التفكير الهندسي ككل ومستوياته (مستوى التصور،

مستوى التحليل، مستوى الاستنتاج غير الشكلي، مستوى الاستنتاج الشكلي، مستوى التجريد)، ويمكن تفسير ذلك فيما يلي:

- شجعت دراسة وحدة الإنشاءات الهندسية الطلاب على مراجعة أساسيات الهندسة من مفاهيم وتعميمات تم دراستها خلال المرحلة ما قبل الجامعية حتى يتمكن الطالب من إتمام حل الإنشاء بشكل سليم ودقيق.
- أتاح التقويم البنائي المستمر في بداية كل لقاء من لقاءات دراسة الوحدة تصحيح الأخطاء بشكل دوري ومستمر سواء في كتابة خطوات الإنشاء أو الرسم أو البرهان، الأمر الذي ساعد الطلاب على رفع أدائهم بشكل ملحوظ.
- ترك الفرصة للطلاب لطرح أفكارهم حول الحلول الممكنة لكل مهمة إنشائية ومناقشة مدي صحة أو خطأ تلك الحلول مع تقديم المبررات لذلك، وكذلك التأمل لما يدور في أذهانهم من أفكار رياضية، والقدرة على تمثيلها، وتفسير مدى صحة هذه الأفكار مع تقديم المبررات لذلك.
- وفرت دراسة وحدة الإنشاءات الهندسية خبرات هندسية ورياضية ثرية، بداية بكتابة معطيات الإنشاء ثم تنفيذ خطواته ثم البرهان عليه، مع وصف وتفسير كيفية التوصل إلى حل الإنشاء الهندسي، وكذلك وصف الصعوبات والأخطاء التي واجهوها أثناء محاولة الحل.
- تساعد دراسة وحدة الإنشاءات الهندسية الطلاب على تدريب وتنشيط قدراتهم على رسم وتصميم الرسومات الهندسية بدقة، وذلك خلال التحدي الذي يواجه الطالب لرسم الإنشاء بصورة صحيحة ودقيقة في ظل المعطيات المعطاة.
- تنمية قدرة الطالب على التأمل لما يدور في ذهنه من أفكار رياضية، والقدرة على تمثيلها، وتفسير مدى صحة هذه الأفكار مع تقديم المبررات لذلك.
- تُعد دراسة وحدة الإنشاءات الهندسية بمثابة تجربة ثرية واسعة النطاق للربط بين جميع المفاهيم وتعميمات الهندسة الاقليدية، من خلال إدراك العلاقات بين خطوات وإجراءات استخدام الحافة المستقيمة والفرجار والنظائر الهندسية المقابلة لها.

توصيات الدراسة:

في ضوء ما أسفرت عنه الدراسة من نتائج يوصي الباحثان بالآتي:

١. ضرورة تدريس الإنشاءات الهندسية للطلاب المعلمين شعبة الرياضيات لرفع أدائهم في تدريس الهندسة.
٢. تدريب معلمي الرياضيات على تدريس الانشاءات الهندسية باستخدام برامج

الرياضيات التفاعلية.
٣. تضمين مناهج الرياضيات بالمرحلة الثانوية بمحتوى الإنشاءات الهندسية كرابط لتدريس موضوعات الهندسة عمليا ونظريا.
٤. الاهتمام بمراحل فان هيل في تدريس الهندسة وضرورة تنظيم محتوى كتب الهندسة في ضوئها وكيفية تدريس الهندسة للطلاب في ضوء نموذج فان هايل التعليمي.

بحوث مقترحة:

يقترح الباحثان إجراء البحوث التالية:

١. فاعلية وحدة مقترحة في الإنشاءات الهندسية لتنمية جوانب التعلم الهندسية والرياضية والتفكير الهندسي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.
٢. فاعلية وحدة مقترحة في الإنشاءات الهندسية لتنمية التحصيل والتفكير الهندسي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.
٣. فاعلية مقرر مقترح في الإنشاءات الهندسية لتنمية المعرفة الرياضية والتفكير البصري لدى طلاب شعبة الرياضيات بكليات التربية.
٤. برنامج تدريبي مقترح قائم على مدخل الإنشاءات الهندسية لمعلمي الرياضيات وأثره على أدائهم التدريسي.

المراجع:

أبولوم، خالد. (٢٠٠٥). *الهندسة وأساليب تدريسها*. عمان: دار المسيرة.

البنا، مكة (١٩٩٤). *برنامج مقترح لتنمية التفكير في الهندسة في ضوء نموذج فان هايل*. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة عين شمس، مصر.

الحنفي، أمل. (٢٠١٤). *فاعلية برنامج قائم على التعلم المتنقل المختلط في تنمية مستويات التفكير الهندسي لدى الطلاب المعلمين بشعبة الرياضيات*. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة المنوفية، جمهورية مصر العربية.

خصاونه، أمل. (٢٠٠٧). مستويات التفكير في الهندسة الفضائية لدى طلبة الصف العاشر. *المجلة الأردنية في العلوم التربوية*، ٣ (١)، ١١-٣٢.

الرمحي، رفاء. (٢٠٠٩). نظرية فان هيل في التفكير الهندسي. *مجلة رؤى تربوية*. (٢٩)، تم استرجاعها في تاريخ ١ مارس، ٢٠١٧ من
www.qattanfoundation.org/sites/default/files/u2/ro2a_29_010.pdf

سالم، حنان. (٢٠١٠). *تعليم التفكير في الرياضيات: أنشطة إثرائية*. الأردن: ديبونو للطباعة

والنشر والتوزيع.

سالم، شيماء. (٢٠١٦). تطوير وحدة التحويلات الهندسية في ضوء الاتجاهات المعاصرة لتنمية التفكير الهندسي والاتجاه نحو الهندسة لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية البنات للآداب والعلوم والتربية، جامعة عين شمس، جمهورية مصر العربية.

سرور، أماني. (٢٠٠٩). *أثر استخدام المدخل المنظومي في تدريس بعض المفاهيم الرياضية على التحصيل وبقاء أثر التعلم وتنمية مهارات التفكير الهندسي لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي*. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة سوهاج، جمهورية مصر العربية.

سلامة، حسن. (١٩٩٥). *طرق تدريس الرياضيات بين النظرية والتطبيق*. القاهرة: دار الفجر.

الطنة، رباب. (٢٠٠٨). *تحليل محتوى منهاج الرياضيات للصف الثامن الأساسي في ضوء مستويات التفكير الهندسي لفان هايل*. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية، فلسطين.

عاصم، ايمان. (٢٠١٤). *فاعلية وحدة مقترحة في الهندسة قائمة على التعلم النشط فى تنمية التفكير الهندسي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية*. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة قناة السويس، جمهورية مصر العربية.

عباس، رشا. (٢٠٠٨). *فاعلية تدريس هندسة مزودة بأنشطة فان هيل باستخدام الكتاب الإلكتروني في تنمية التفكير الهندسي والتحصيل لدي تلاميذ الصف الأول الإعدادي*، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة عين شمس، جمهورية مصر العربية.

عبد الجواد، محمد. (د.ت). فعالية برنامج علاجي قائم على الإنشاءات الهندسية والارتباطات الرياضية في تنمية المهارات الهندسية لدى الطلاب المعلمين. *مجلة المختار للعلوم الإنسانية*، (١٤).

عبد الكريم، أحمد. (٢٠٠٣). *استخدم التعلم التعاوني في تدريس الهندسة وأثره على تحصيل تلاميذ الصف الرابع الابتدائي وتفكيرهم الهندسي وبقاء أثر التعلم*. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة سوهاج، جمهورية مصر العربية.

عبيد، وليم والمفتي، محمد ونوح، محمد. (١٩٨٨). طرق تدريس الرياضيات. المقرر الثاني، المستوى الرابع، برنامج تأهيل معلمي المرحلة الابتدائية للمستوى الجامعي، وزارة التربية والتعليم بالاشتراك مع الجامعات المصرية.

فؤاد، لينا. (٢٠١١). مستويات التفكير الهندسي لدى طلبة قسم الرياضيات في كلية التربية الأساسية بالجامعة المستنصرية. *مجلة البحوث التربوية والنفسية*، (٣١)، ٤٢٩-٤٦٦.

محمد، هاشم. (٢٠١٦). *أثر استخدام دورة التعلم المعدلة (E'S7) على تنمية مفاهيم الهندسة التحليلية ومستويات التفكير الهندسي لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي*. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بني سويف، جمهورية مصر العربية.

محمود، نجلاء. (٢٠١٤). ***فعالية استخدام الرحلات المعرفية عبر الويب (Web Quest) في تنمية التفكير الهندسي والإدراك البصري المكاني لدى طلاب المرحلة الإعدادية*****، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة المنصورة، جمهورية مصر العربية.**

المفتي، محمد. (١٩٩٥). ***قراءات في تدريس الرياضيات*****. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.**

موسى، فؤاد. (١٩٨٩). أثر استخدام بعض الاستراتيجيات في تدريس الإنشاءات الهندسية بالصف الأول الإعدادي على مهارة إجرائها. ***مجلة كلية التربية*****، جامعة المنصورة، ٣ (١٠)، ٢٥١ -٢٧٢.**

نوح، مسعد. (١٩٩٢). دراسة العلاقة بين تحصيل كتابة البراهين في الهندسة والإنشاءات الهندسية ومفهوم التلاميذ عن طبيعة البرهان الهندسي. ***دراسات فى المناهج وطرق التدريس*****، (١٥)، ٦٠-٩٣.**

هلال، وليد. (٢٠١٥). ***استخدام برمجيات الهندسة التفاعلية في تنمية بعض مهارات الحس المكاني ومستويات التفكير الهندسي لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي*****، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة المنوفية، جمهورية مصر العربية.**

هيئة التأطير بالمعهد الوطني لتكوين مستخدمي التربية وتحسين مستواهم (٢٠٠٩). سند تكويني موجه لمفتشي التعليم الابتدائي (الحساب والهندسة)، الجزائر.

Akgül, M. B. (2014). *The effect of using dynamic geometry software on eight grade students' achievement in transformation geometry, geometric thinking and attitudes toward mathematics and technology*. Unpublished Master's Thesis, Middle East Technical University, Ankara.

Arıcı, S. & Aslan-Tutak, F. (2015). The effect of origami-based instruction on spatial visualization, geometry achievement, and geometric reasoning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *13*(1), 179-200.

Aslan-Tutak, F. & Adams, T. L. (2015). A Study of geometry content knowledge of elementary preservice teachers. *International Electronic Journal of Elementary Education*, *7*(3), 301.

Aydin, N. & Halat, E. (2009). The impact of undergraduate mathematics courses on college student's geometric reasoning stages. *The Mathematics Enthusiast, 6*(1), 151-164.

Ball, D. L. (2000). Bridging practices: Intertwining content and pedagogy in teaching and learning to teach. *Journal of Teacher Education*, *51*(3), 241.

Ball, D. L. (1990). Teaching mathematics for understanding: What do teachers need to know about subject matter knowledge? In M. M. Kennedy (Ed.), *Teaching academic subjects to diverse learners*. New York: Teachers College Press, 63-83.

Bist, P. R. (2017). Use of GeoGebra in geometric construction. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, *3*(9).

Borowski, E. J. & Borwein, J. M. (1989). *Dictionary of mathematics*. London: Collins.

Browning, C., Edson, A.J., Kimani, P. & Aslan-Tutak, F. (2014). Mathematical content knowledge for teaching elementary mathematics: A focus on geometry and measurement. *The Mathematics Enthusiast*, *11*(2), 333–384.

Bulut, N. & Bulut, M. (2012). Development of pre-service elementary mathematics teachers' geometric thinking levels through an undergraduate geometry course. *Procedia-Social and Behavioral Sciences,* 46, 760-763**.**

Chi-Koh & Sang Sook (November 2000). The activities based on van Hiele model using computer as a tool. *Journal of the Korean Society of Mathematical Education Series D: Research in Mathematical Education*, *4*(2), 63-77.

Chikwere, P. & Ayama, K. (2016). Teaching of geometric construction in junior high school: An intervention. *Journal of Elementary Education*, *26*(1), 139-146.

Chinnappan, M., Ekanayake, M. B. & Brown, C. (2012). Knowledge use in the construction of geometry proof by Sri Lankan students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *10*(4), 865-887.

Couto, A. & Vale, I. (2014). Pre-service teachers' knowledge on elementary geometry concepts. *Journal of the European Teacher Education Network,* 9, 57-73.

Erduran, A. & Yesildere, S. (2010). The use of a compass and straightedge to construct geometric structures. *Elementary Education Online, 9*(1), 331-345.

Erduran, A. & Yesildere, S. (2010). The use of a compass and straightedge to construct geometric structures. *Elementary Education Online, 9*(1), 331-345.

Faruk Tutkun, O. & Ozturk, B. (2013). The effect of GeoGebra mathematical software to the academic success and the level of Van Hiele geometrical thinking. *International Journal of Academic Research, 5*(4).

Fujita, T., Jones, K. & Kunimune, S. (2010). Students' geometrical constructions and proving activities: a case of cognitive unity. *Proceedings of PME34, 3*, 9-16.

Fuys, D., Geddes, D. & Tischler, R. (1988). The Van Hiele model of thinking in geometry among adolescents. *Journal for Research in Mathematics Education Monograph* Series, (3), Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, i-196.

Halat, E. (2008). In-service middle and high school mathematics teachers: geometric reasoning stages and gender. *Mathematics Educator, 18*(1), 8-14.

Hoffer, A. (1981). Geometry more than proof. *Mathematics Teacher, 74* (1), 11-18.

Howse, T. D. & Howse, M. E. (2015). Linking the Van Hiele theory to instruction. *Teaching children mathematics, 21*(5), 304-313.

Hülya, G. Ü. R. & Demir, M. K. (2017). The Effect of basic geometric drawings using a compass-ruler on the geometric thinking levels and attitudes of the pre-service teachers. *Eğitimde Kuram ve Uygulama, 13*(1), 88-110.

Jones, K. (2000). Teacher knowledge and professional development in geometry. *Proceedings of the British society for research into learning mathematics, 20*(3), 109-114.

July, R. A. (2001). *Thinking in three dimensions: Exploring students' geometric thinking and spatial ability with the Geometer's Sketchpad*. (pp. 1-269). Florida International University.

Kutluca, T. (2013). The Effect of geometry instruction with dynamic geometry software; GeoGebra on Van Hiele geometry understanding levels of students. *Educational Research and Reviews*, *8*(17), 1509.

Leung, H. C. (2011). Enhancing students' ability and interest in geometry learning through geometric constructions. HKU Theses Online (HKUTO).

Lim-Teo, S. K. (1997). Compass constructions a vehicle for promoting relational understanding and higher order thinking skills. *The Mathematics Educator, 2*(2), 138-147

Marchis, I. (2012). Preservice primary school teachers'elementary geometry knowledge. *Acta Didactica Napocensia*, *5*(2), 33-40

Math Open Reference (2011). http://www.mathopenref.com/tocs/constructionstoc.html

Napitupulu, B. (2002). *An exploration of students' understanding and van Hiele levels of thinking on geometric constructions*. Unpublished Master Thesis, Simon Fraser University, Canada.

National Council of Teacher of Mathematics. NCTM. (2000). Principles and standards for school mathematics. *Reston*, VA.

Nixon, R. C. J. (Ed.). (1987). *Euclid revised*. Oxford: Clarendon Press.

Patsiomitou, S. & Emvalotis, A. (February 2010). Students movement through Van Hiele levels in a dynamic geometry guided reinvention process. *Journal of Mathematics and Technology*, *1*(1), 18-48.

Rizkianto, I. (2013). Constructing geometric properties of rectangle, square, and triangle in the third grade of Indonesian primary schools. *Indonesian Mathematical Society Journal on Mathematics* Education, *4*(2), 169-182**.**

Sarhangi, R. (2007). Geometric constructions and their arts in historical perspective. In *Bridges Donostia, Conference Proceedings, The University of the Basque County, San s Sebastian, Spain, Reza Sarhangi and Javier Barrallo, eds. London: Tarquin Publications*, 233-240.

Seah, R. (2015). Understanding geometric ideas: Pre-service primary teachers' knowledge as a basis for teaching. *In Proceedings of the 38th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, 571–578. Sunshine Coast: MERGA.

Senk, S. L. (1989). Van Hiele levels and achievement in writing geometry proofs. *Journal for Research in Mathematics Education, 20*(3), 309–321.

Smart, J. R. (1998). *Modem geometries.* (5th Ed). United Kingdom: Cengage Learning

Smieskova, E. (2017). Communication students' skills as a tool of development creativity and motivation in geometry. *Universal Journal of Educational Research, 5*(1), 31-35.

Stupel, M. & Ben-Chaim, D. (2013). A fascinating application of Steiner's Theorem for Trapezium Geometric constructions using straightedge alone. *Australian Senior Mathematics Journal, 27*(2), 6.

Thompson, E. (2006). *Euclid, the van Hiele levels, and the Geometer's Sketchpad*. Unpublished Master's Thesis, Florida Atlantic University, United States of America.

Usiskin, Z. (1982). *Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry*. CDASSG Project. Chicago University.

Van de Walle, J. (2001). *Geometric thinking and geometric concepts. in elementary and middle school mathematics: teaching developmentally*, 4th ed. Boston: Allyn and Bacon, 306-312.

Van Hiele, P. M. (1986). *Structure and insight*. Orlando: Academic Press.

Yildiz, A. (2016). The geometric construction abilities of gifted students in solving real-world problems. A case from Turkey. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, *4*(4), 53-67.

Zilková, K., Guncaga, J. & Kopácová, J. (2015). (MIS) conceptions about geometric shapes in pre-service primary teachers. Acta Didactica Napocensia, 8(1), 27-35