كلية التربية
المجلة *التربوية*
***

﴿ بسم الله الرحمن الرحيم ﴾

توظيف أنشطة قائمة على نموذج "فان هيل" لتنمية الفهم الهندسي والاتجاه نحو الهندسة لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية

اعداد
د.أحمد محمد رجائي الرفاعي
كلية التربية – جامعة طنطا

DOI: 10.21608/edusohag.2018.4612

المجلة التربوية ـ العدد الحادى والخمسون ـ يناير ٢٠١٨م

Print:(ISSN 1687-2649) *Online:(ISSN 2536-9091)*

الملخص:

تمثلت مشكلة البحث الحالي في ضَعف الفهم الهندسي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في الهندسة، تمثّل في وجود ضَعف في إدراكهم للتعرف على الأشكال الهندسية والتمييز بينها وتحديد أقل عدد من الخواص كشروط للشكل الهندسي المعطى، ونقص في القدرة على معالجة وحل بعض المشكلات الهندسية، ووجود صعوبات لديهم في القيام بعمليات البرهان الهندسي وفهمه واستخدام الحجج المنطقية والنظريات والمسلمات السابق دراستها وتوظيفها في القيام ببرهان صحيح، كما كان تقديرهم ورغبتهم في دراسة الهندسة ضعيفة وغير موجهه بما تمكنهم من اجتيازها دون الحصول على درجات متميزة، وبناء عليه هدف البحث إلى تحديد مستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي المناسبة التلاميذ، وتصميم أسس توظيف أنشطة قائمة على مستويات "فان هيل" لتعليم الهندسة للتلاميذ، وتحديد الوسائل المناسبة لتقويم الفهم الهندسي، ومن ثم بيان فاعلية أنشطة قائمة على مستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي لتنمية الفهم الهندسي وتحسين الاتجاه نحو الهندسة لدى التلاميذ. وتكونت عينة البحث من تلاميذ فصلين (ن = 92) من فصول الصف الثاني الإعدادي بإحدى المدارس الإعدادية الحكومية (مدرسة محلة أبو علي الإعدادية للبنين –المحلة الكبرى): المجموعة التجريبية (فصل ٢/٣ ن = ٤٤) والمجموعة الضابطة (فصل ٢/٥ ، ن = ٤٨)، واستخدم التصميم التجريبي من النوع تصميم المجموعة الضابطة القبلي – البعدي Pretest–posttest Control Group Design، وأسفرت النتائج عن وجود فاعلية للأنشطة القائمة على مستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي لتنمية الفهم الهندسي (مستويات التفكير الهندسي، وتحصيل الهندسة) لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، ولم تكشف النتائج عن وجود فرق دال إحصائياً (عند مستوى دلالة إحصائية ≤ ٠,٠٥) بين مجموعتي البحث في الاتجاه نحو الهندسة، كما لم تكشف النتائج عن وجود علاقة ارتباطية (عند مستوى دلالة إحصائية ≤ ٠,٠٥) بين أزواج المتغيرات: مستويات التفكير الهندسي، وتحصيل الهندسي، والاتجاه نحو الهندسة (مثنى مثنى). وقدم البحث توصيات تتعلق بضرورة زيادة وعي أطراف علمليات تعليم وتعلم الرياضيات بمستويات التفكير الهندسي في الهندسة بطرق متنوعة، واقترحت بعض الدراسات المستقبلية المتعلقة بمتغيرات البحث الحالي وتطويرها.

الكلمات المفتاحية: مستويات "فان هيل"، التفكير الهندسي، الفهم الهندسي، التحصيل، الاتجاه نحو الهندسة، تلاميذ المرحلة الاعدادية.

Employing Van Hiele model based activities to develop geometrical comprehension and attitude towards geometry among preparatory school students

Dr. Ahmed Mohamed Ragie Elrefaie
Faculty of Education – Tanta University

Abstract:

The current research problem was f the weakness of the geometrical comprehension and attitude towards geometry between second grade students at preparatory school.
The research sample consisted of students of two classes (n = 92) from a government preparatory school boys: the experimental group (class 2/3, n = 44) and control group (class 2/5, n = 48), and use the experimental design of the type "Pretest-posttest Control Group design".

The results indicate that: effectiveness of Van Hiele model based activities to develop geometrical comprehension; not proving effective of Van Hiele model based activities to improve attitude towards geometry; and there was not a relationship between: geometrical thinking levels; achievement of geometry; and attitude towards geometry. The research introduced recommendations to increase awareness towards employing levels of geometrical thinking in geometry education and suggested that future studies related to develop geometrical thinking levels at all education levels.
Key words: "Van Hiele" model, Geometrical thinking, Geometrical comprehension, achievement, and preparatory school students.

مقدمة

تعد الهندسة من الموضوعات المهمة في مناهج الرياضيات المدرسية، ولها أهمية كبيرة في حياة البشر وتقدم حضارتهم، ففي مواقف حل المشكلات وتمثيلها سواء في مجال الهندسة أو فروع الرياضيات الأخرى كحساب المثلثات والديناميكا فإن استخدام الهندسة يكون أمراً ضرورياً، بالإضافة إلى استخداماتها المتنوعة في التخصصات الأخرى كالعلوم (علم البصريات مثلاً) والجغرافيا والتشجير وتصميم أماكن إشارات المرور، والأعمال الفنية، والإنشائية، والتصميم والديكور، فإنهم يستخدمون الهندسة بصورة يومية.

(Sunzuma; Masocha and Zezekwa, 2013: 404)

إن هدف الهندسة هو تعلم خصائص الأشكال الهندسية في المستوى والفراغ، وايجاد علاقات بينهم، ووصف الأوضاع الهندسية، وشرح الانتقالات واثبات الحجج الهندسية.

(Yildiz.; Aydin and Kogce, 2009: 736)

والطلاب يبدؤا خلال أعمارهم الصغيرة في رؤية العالم المادي حولهم، ويستمروا في تعلمهم عبر السنوات التالية من خلال مستويات عليا للتفكير الهندسي، الذي من المفترض أن ينموا استقرائياً inductively واستنباطياً deductively في السنوات المتقدمة عبر حل المشكلات وبناء العلاقات بين الرياضيات والحياة.

(Yildiz.; Aydin and Kogce, 2009: 736)

وبالرغم من أهمية ممارسة التفكير الهندسي خلال عمليات تعلم الهندسة واكتساب مستويات نامية فيه، إلا أنه لا يزال يسيطر على المتعلمين في غالبية المراحل والمستويات التعليمية تدني في مستويات التفكير الهندسي، والتي تعبر عن مدى فهمهم الهندسي عبر مراحل فان هيل Van Hiele في تعليم الهندسة.

(Abdullah and Zakaria, 2013:254)

وهناك حلولاً ناجحة تساعد المتعلمين على اكتساب مستويات التفكير الهندسي وإحراز مستويات عالية فيه ساهمت فيها الدراسات السابقة، والبحث الحالي يحاول تجريب أنشطة قائمة على نموذج "فان هيل" لتنمية الفهم الهندسي والاتجاه نحو الهندسة لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، حيث تتضمن تلك الأنشطة كل من أنشطة البازل (يدوية وتصويرية)،

وأنشطة لمواقف واقعية، وأنشطة لوحة المربعات، وأنشطة التكبير والتصغير (مقياس الرسم)، والسطور القادمة تكشف تفاصيل هذا البحث.

تحديد مشكلة البحث

نظراً لأهمية نموذج "فان هيل" وتمثيله لمخرجات التعلم المرغوبة عند تعليم الهندسة، إلا أن مستوياا اكتساب التلاميذ للتفكير الهندسي ما تزال غير مرضية، حيث أشارت دراسات أجريت في المرحلة الإعدادية إلى وجود انخفاض في مستويات التفكير الهندسي لدى التلاميذ في هذه المرحلة مثل: دراسة (إبراهيم، ٢٠١٥)، ودراسة (عبدالجواد، ٢٠١٠)، ودراسة (عزة، ٢٠٠٧).

عند طرح ومناقشة أربع أنشطة تقيس كل منها أحد المستويات الأربعة الأولى من مستويات التفكير الهندسي لـ "فان هيل" على تلاميذ أحد فصول الصف الثاني الإعدادي وملاحظة أدائهم بمدرسة محلة أبوعلي الإعدادية للبنين، اتسم أدائهم باكتساب ضعيف للمستوى الأول (التعرف البصري)، اكتساب منخفض للمستوى الثاني (الوصف التحليلي)، وعدم اكتساب للمستويين الثالث (الاستنباط غير الشكلي) و(الاستنباط الشكلي)؛ ظهر ذلك عند التعرف على الأشكال الهندسية والتمييز بينها وذكر أقل عدد من الخواص كشروط للشكل الهندسي المعطى، وقدرتهم غير الكافية على معالجة وحل بعض المشكلات الهندسية، ووجود صعوبات لديهم في القيام بعمليات البرهان الهندسي وفهمه واستخدام الحجج المنطقية والنظريات والمسلمات السابق دراستها وتوظيفها في كتابة برهان صحيح، كما كان تقديرهم ورغبتهم في تعلم الهندسة ضعيفاً وغير موجهاً أو قوياً نحو احراز النجاح فيها والثقة فيها والذي أظهره غالبيتهم خلال المناقشة عبر قلة اهتمامهم بالمناقشة حول بعض الأفكار الهندسية التي لا يستوعبونها، وذكرهم أن دراسة الهندسة ليست ذا فائدة في الحياة، وأشار بعض معلمي المدرسة كذلك إلى وجود مشكلات لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في تعلم الهندسة وليس لديهم خطط لأساليب واستراتيجيات تدريسية يركزون عليها في علاج تلك المشكلة.

كما أشار تحليل مقرر الهندسة من كتاب الرياضيات للصف الثاني الإعدادي بهدف استخراج أنشطة تحث التلاميذ على تنمية مستويات التفكير الهندسي، كان ضعيفاً وخاصة بداية من المستوي الثاني فأعلى من مستويات التفكير الهندسي.

كما أن كثير من الدراسات السابقة لم تركز على توظيف أنشطة موجهة صراحة نحو كل مستوى من مستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي بصورة صريحة – في حدود علم الباحث–، كما تبين أنها نادراً ما تعرضت إلى الفهم الهندسي باعتباره ناتج نهائي يتضمن مستويات التفكير الهندسي وتحقيق معايير الهندسة.

وتتلخص مشكلة البحث الحالي في ضَعف مستويات التفكير الهندسي واخفاق تحقيق معايير تعلم الهندسة وانخفاض اتجاه التلاميذ نحو الهندسة، لذا فالحاجة ماسة إلى توظيف ودعم وتدريب التلاميذ على أنشطة موجهة ومباشرة نحو اكساب التلاميذ مستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي.

تساؤلات البحث

للتصدي لمشكلة البحث السابق تحديدها، حاول البحث الإجابة عن السؤال الرئيسي التالي "كيف يمكن توظيف أنشطة قائمة على نموذج "فان هيل" للتفكير الهندسي في تنمية الفهم الهندسي وتحسين الاتجاه نحو الهندسة لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟".

ويتفرع من السؤال الرئيسي السابق الأسئلة الفرعية التالية:

١) ما فاعلية توظيف أنشطة قائمة على نموذج "فان هيل" لتنمية الفهم الهندسي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟
٢) ما فاعلية توظيف أنشطة قائمة على نموذج "فان هيل" لتحسين الاتجاه نحو الهندسة لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟
٣) ما مدى العلاقة بين: مستويات التفكير الهندسي، وتحصيل الهندسة، والاتجاه نحو الهندسة (مثنى مثنى) لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟

أهداف البحث

يسعى البحث إلى تحقيق الأهداف التالية:

١) التحقق من فاعلية توظيف أنشطة قائمة على نموذج "فان هيل" لتنمية الفهم الهندسي (مستويات التفكير الهندسي وتحصيل الهندسة) لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي

٢) تقصي فاعلية توظيف أنشطة قائمة على نموذج "فان هيل" لتحسين الاتجاه نحو الهندسة لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

٣) قياس مدى العلاقة بين: مستويات التفكير الهندسي، وتحصيل الهندسة، والاتجاه نحو الهندسة (مثنى مثنى) لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

حدود البحث

يقتصر هذ البحث على:

١) الحدود الموضوعية:

- مجموعة من مستويات نموذج "فان هيل" المناسبة لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وهي المستوى الأول (التعرف البصري)، والمستوى الثاني (الوصف التحليلي) ، والمستوى الثالث (الاستنباط غير الشكلي)، والمستوى الرابع (الاستنباط غير الشكلي)، نظراً لطبيعة التلاميذ وطبيعة مقرر الهندسة في تلك المرحلة.
- بعض مؤشرات الفهم الهندسي وهي مستويات التفكير الهندسي الأربعة الأولى، وتحصيل الهندسة القائم على معايير الهندسة.
- بعض أبعاد الاتجاه نحو الهندسة وهي: تقدير دور الهندسة داخل وخارج المدرسة، ومدى دافعيته نحو تعلمها حالياً ومستقبلاً، والشعور بمدى نفعها للتخصصات الأخرى والمواقف الحياتية.
- تقديم مجموعة من الأنشطة التعليمية الموجهة نحو اكساب التلاميذ مستويات التفكير الهندسي لـ "فان هيل" تضمنت: أنشطة البازل (يدوية وتصويرية)، وأنشطة لمواقف واقعية، وأنشطة لوحة المربعات، وأنشطة التكبير والتصغير (مقياس الرسم).
- اختبار فروض البحث عند مستوى دلالة إحصائية ≤ ٠,٠٥.
- المرحلة التعليمية الإعدادية.
- الوحدات التعليمية: الوحدة الرابعة "المساحات"، والوحدة الخامسة "التشابه وعكس فيثاغوث وإقليدس"، من كتاب الرياضيات للصف الثاني الإعدادي – الفصل الدراسي الثاني – طبعة العام الدراسي ٢٠١٦/٢٠١٧م.

٢) حدود مكانية:

- عينة من مدرسة محلة أبو على الإعدادية للبنين – إدارة شرق المحلة التعليمية مثلت عينة التجربة الأساسية (الصف الثاني الإعدادي)، وعينة استطلاعية من ذات المدرسة.

٣) حدود زمانية:

- أجريت الدراسة خلال الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي ٢٠١٦/٢٠١٧م.
- استغرق تنفيذ دروس مقرر الهندسة حوالى ثلاثة أشهر بمعدّل حصتان أسبوعياً.

تحديد مصطلحات البحث

١. **نموذج "فان هيل"**

يعرّف نموذج "فان هيل" Van Hiele هو "مجموعة من الخطوات المخططة والمنظمة التي يعتمدها المعلم لتعليم المقرر لدى طلابه، ويصف مختلف أنواع تعليم/تعلم الطلاب من انتقالهم من التصور العام للأشكال الهندسية إلى استنتاج البراهين، ويتحدد بخمسة مستويات للآداء التدريسي وهي: المعلومات، والعرض الموجه، والوضوح، والعرض الحر، والتكامل". (قصي ورياض، ٢٠١٤: ٧)

كما يعرّف (عدنان ونور، ٢٠١٣: ٨٦) نموذج "فان هيل" بأنه "أنموذج تعليمي/تعلمي يفترض وجود خمسة مستويات للتفكير مرتبة ترتيباً هرمياً، ويكون مرور تفكير الطلاب عبر هذه المستويات: (الإدراكي، التحليلي، الترتيبي، التمييزي، الاستنتاجي) نتيجة لتأثير البرنامج التدريسي".

ويذكر (George, 2017: 109) أنه يوجد خمسة مستويات في نموذج "فان هيل" للتفكير الهندسي وهي:

- المستوى الأول: البصري **visualization**، والتلاميذ فيه يمكنهم تسمية وإدراك الأشكال، لكن لا يمكنهم تحديد الخصائص النوعية، وربما يدركوا الخصائص لكن تلك الخصائص لا تستخدم لإدراك الأشكال.
- المستوى الثاني: التحليل **analysis**، والتلاميذ فيه يبدؤا في استخدام المفردات اللغوية المرتبطة بالخصائص، ويمكنهم التركيز على الخصائص النوعية للشكل.

- المستوى الثالث: الاستنباط غير الشكلي informal deduction، وفيه يدرك التلاميذ العلاقات بين الأشكال، ويصبحوا قاردين على التفكير حول العلاقات.
- المستوى الرابع: الاستنباط الشكلي formal deduction، والتلاميذ يبدؤا فيه فهم الاستنباط والافتراضات والنظريات والبراهين.
- المستوى الخامس: الدقة البالغة rigor، والتلاميذ يستطيعون فهم كيفية التعامل مع أنظمة مختلفة من المسلمات.

والمصطلح الإجرائي لـ "نموذج فان هيل" في البحث الحالي يعبر عن "إطار تعليمي لتعليم الهندسة بما تتضمنه من مفاهيم وتعميمات ومهارات وحل مشكلات، ويسعى لإكساب التلاميذ مستويات نامية من التفكير الهندسي عبر توظيف أنشطة تعليمية تتضمن: أنشطة البازل (يدوية وتصويرية)، وأنشطة لمواقف واقعية، وأنشطة لوحة المربعات، وأنشطة التكبير والتصغير (مقياس الرسم)، وفق المستويات المتدرجة التالية:

١) المستوى الأول: مستوى التعرّف البصري visualization recognition level؛ فيه يتعلم التلميذ الأسماء ويميز بين الأشكال ككيان متكامل دون إدراك لخواص الشكل، فهو يدركها بصرياً ولكن لا يدرك خواصها، ويستطيع التلميذ القيام بما يلي
   - يتعرف على هيئة الشكل وهو في أوضاع مختلفة.
   - ينسخ أو يرسم شكلاً كاملاً.
   - يسمى أشكالاً بأسماء عامة (مثل المستطيل على شكل باب).
   - يميز بين الأشكال بحسب مظهرها ويصفها بالكلام.
   - يتعرف على أجزاء الشكل.
   - ينظر إلى كل شكل على حده بدون تعميم.
   - يميز بين شكل أضلاعه مستقيمة (مربع مثلاً) وشكل محيطه على شكل منحنيات، ولا يميز بين الأشكال من نفس النوع.
٢) المستوى الثاني: مستوى الوصف التحليلي analysis description level؛ فيه يميز التلميذ خواص الشكل ولكن دون إدراك العلاقات بين هذه الخواص، وهو لا يمكنه فهم أو استيعاب التعاريف التي تعطى للأشكال، والشكل هنا بالنسبة له مجموعة من الخواص وليس مجرد هيئة أو صورة، ويستطيع التلميذ القيام بما يلي

- يميز بين الأشكال بحسب خواصها ومكوناتها.
- يستخدم ألفاظاً لفظية أو كمية لوصف الشكل الهندسي.
- يتعرف على الشكل من خواصه ويختبرها بالقياس.
- يستخدم الخواص في رسم الشكل.
- يحل بعض التمارين على الخواص مثل مجموع قياسات زوايا المثلث.
- لا يرى ضرورة لإثبات صحة الخواص التي يدركها فيكفيه استخدام القياس فقط.

٣) المستوى الثالث: مستوى الاستنباط غير الشكلي informal deduction level؛ فيه يصنّف التلميذ الأشكال عن طريق خصائصها ويدرك التعاريف المجردة، ويستخدم ألفاظاً لها طابع منطقي مثل "بعض" و"كل"، ويمكنه أن يستدل على خاصية ما بدون حاجة لبرهان منطقي، ويستطيع التلميذ القيام بما يلي

- يرتّب الأشكال في ضوء خواصها دون الاستناد إلى برهان منطقي.
- يدرك الخصائص التي تكفي لتمييز شكل عن آخر.
- يستنتج بعض خواص العلاقات.
- يصل إلى النتائج من معطيات ويدلل على صحتها بطرق غير شكلية.
- يتابع برهاناً منطقياً لا يركّبه بنفسه.
- يدرك الفرق بين نظرية هندسية ومعكوسها ويشرحها بطرق غير شكلية.
- لا يستطيع الربط بين مجموعة نظريات متنوعّة بموضوع واحد.

٤) المستوى الرابع: مستوى الاستنباط الشكلي formal deduction level؛ فيه يستطيع التلميذ أن يفكّر نظرياً ويقيّم براهين منطقية، ويدرك العلاقات بين الخواص كما يدرك أهمية الاستنتاج ذهنياً، ويفهم استخلاص نتائج من خواص ومعطيات معطاه، ، ويستطيع التلميذ القيام بما يلي

- يميز بين المصطلحات المعرّفة وغير المعرّفة وبين العبارة التي تقبل كمسلمة، والنظرية اللازم برهنتها.
- ينتج تتابعاً من العبارات المستنتجة من كل عبارة سابقة لها حتى يصل للنتيجة المطلوبة اثباتها.
- يدرك معنى الشرط اللازم والشرط الكافي.

- ينشأ برهاناً يستند إلى مجموعة من المسلمات أو النظريات.
- يدرك خواص عامة تجمع بين مجموعة من الأشكال أو مجموعة من النظريات.

ولتوظيف هذه النموذج عدداً من الشروط الكافية، بهدف تحقيق اكتساب التلميذ لمستوياته، وهي:

أ. اكتساب التلميذ لمستويات "فان هيل" يكون في صورة تسلسل ثابت طبقاً لهرمية المستويات وترتيبها.

ب. لابد أن يجتاز التلميذ مستوى محدد بالكامل للانتقال إلى المستوى الذي يليه، حيث لا يوجد تداخل بين متطلبات وخصائص المستويات بل يوجد انفصال تام، ولكن كل مستوى متطلب للانتقال للمستوى الذي يليه.

ج. لابد أن يكون المعلم والتلميذ في نفس المستوى طبقاً لمستواه اللغوى ورموزه وخصائصة حتى يفهم كل منهما الآخر.

د. تسير عملية تعلم كل مستوى من مستويات "فان هيل" تبعاً لمتسلسلة تعليمية تبدأ من مرحلة طرح المعلومات، تليها مرحلة التوجيه المقيد، ثم مرحلة التوجيه الحر، وأخيراً مرحلة تكامل المعلومات.

هـ. يوجد معايير لتقويم اكتساب التلميذ لكل مستوى من مستويات "فان هيل" عبر أنشطة تعليمية، لوصف مدى اكتساب التلميذ للمستوى البادئ عنده، يتضمن وصفاً دقيقاً لوصف أداءات التلميذ على الأنشطة التعليمية حتى يمكن الحكم على اكتساب التلميذ لكل مستوى على خط متصل يتراوح بين: لا اكتساب (٠%-١٥%)، واكتساب منخفض (بعد ١٥% إلى أقل من ٤٠%)، واكتساب متوسط (من ٤٠% إلى ٦٠%)، واكتساب عالي (بعد ٥٠% إلى أقل من ٨٥%)، واكتساب كامل (من ٨٥% إلى ١٠٠%)، ووصف كل فترة من فترات الاكتساب كما بالجدول (١).

جدول (١): تقويم اكتساب التلميذ لكل مستوى من مستويات فان هيل (Gutierrez; Jaime and Fortuny, 1991: 237-242)

النوع	الوصف	الوزن	درجة اكتساب المستوى
١	- لا جواب أو إجابات لا يمكن تقديمها. - الاجابات لا تدل على انتباه المتعلم للمستوى المعطى، حيث لا يكون هناك أية معلومات عن أي مستوى أقل.	٠	عدم اكتساب
٢	- العمل به نقص أو خطأ في الاجابات التي تعطي بعض المؤشرات على التفكير في المستوى المعطي، والاجابات تحتوي على شروحات غير صحيحة أو ضعيفة.	٢٠	بداية اكتساب المستوى
٣	- الاجابات صحيحة لكن العمل غير كافٍ، فالاجابات تعطي بعض المؤشرات في مستوى التفكير، والاجابات تحتوي على شروحات قليلة جداً، وعمليات التفكير أو النتاشج غير مكتملة تماماً.	٢٥	
٤	- الاجابات صحيحة وبعضها غير صحيح تعكس بوضوح الخصائص التمييزية بين مستويين لفان هيل والتي تحوي عمليات تفكير واضحة وتبريرات كافية.	٥٠	استخدام مستويين ليس أي منهما مسيطر بوضوح
٥	- الاجابات غير صحيحة تعكس بوضوح مستوى التفكير، فالاجابات التي تقدم عمليات التفكير تكون كاملة لكنها غير صحيحة، أو الاجابات المقدمة تتضمن عمليات تفكير صحيحة ولكنها لا تؤدي إلى حل المشكلة المحددة.	٧٥	الدقة والاكتمال في المستوى
٦	- الاجابات صحيحة وتعكس بوضوح التفكير في المستوى المعطى لكنها تتضمن تبرير غير مكتمل أو غير كافٍ.	٨٠	
٧	- الاجابات صحيحة ومكتملة وكافية والاجابات تم تبريرها وتعكس بوضوح مستوى التفكير المعطى.	١٠٠	

٢. الفهم الهندسي

أنه من الصعوبة أن يوضع تعريف للفهم الهندسي باعتباره متغيّر لا يمكن رؤيته ويصعب قياسه، وإنما يستدل عليه من خلال ملاحظة دلائله وقياس عدد من مؤشراته.

وطبقاً لافتراض نموذج "فان هيل" يوجد خمسة مستويات للفهم الهندسي (الأول: التعرف/البصري، الثاني: التحليل، الثالث: الترتيب/التجريد، الرابع: الاستنباط، الخامس: الدقة البالغة)؛ وهي تعبّر عن قدرة التلميذ على اكتساب تلك المستويات. (Haviger and Vojkuvkova, 2015: 912)

كما تعرضت مجموعة من الدراسات إلى الفهم الهندسي باعتباره يتكافئ مع مستويات التفكير الهندسي لـ "فان هيل"، كما عبّر عن ذلك كلا من (Yildiz; Aydin and Kogce, 2009: 732-733) (Usiskin, 1982: 9-12)

وبناء على ذلك يمكن اعتبار أن مدى اكتساب التلاميذ لمستويات التفكير الهندسي لـ "فان هيل" يعبّر عن مدى اكتسابهم للفهم الهندسي كأحد المؤشرات المهمة للفهم الهندسي.

بالإضافة لما سبق، فإن التوجهات الحديثة في أدبيات تعليم الهندسة تشير إلى أن أهداف تعليم الهندسة تتمحور جميعها في تحقيق معايير الهندسة باعتبارها أحد معايير الرياضيات المحورية المشتركة common core mathematics standards التي تجمع بين المحتوى وعمليات الرياضيات والممارسات داخل حجرة الدراسة والتي تهدف إلى أن يستطيع تلاميذ المرحلة الإعدادية تحقيق ما يلي:

(Common Core State Standards Initiative, 2017)

١) (المعيار الأول) رسم وإنشاء ووصف الأشكال الهندسية، ووصف العلاقات بينهم، ويتحقق ذلك من خلال (المؤشرات):

- **حل المشكلات المتضمنة رسم الأشكال الهندسية بمقياس رسم، وحساب الأطوال الحقيقية والمساحات الحقيقية للأشكال المرسومة بمقاييس رسم مختلفة.**
- **رسم (باليد بدون أدوات، وباستخدام المسطرة واالمنقلة، وباستخدام التكنولوجيا) الأشكال الهندسية بشروط معطاه، والتركيز على إنشاء المثلثات من ثلاثة معلومات حول الزوايا أو الأضلاع، مع الأخذ في الاعتبار أن تلك الشروط ممكن من خلالها رسم مثلث وحيد أو أكثر من مثلث أو لا يمكن رسم أي مثلث.**
- **وصف الأشكال في المستوى التي تنتج من تحليل مجسمات في الفراغ، كما في تحليل المنشور القائم والهرم القائم إلى مستطيلات.**

٢) (المعيار الثاني) حل مشكلات رياضية ومشكلات من العالم الواقعي تتضمن قياس زاوية ومساحة ومساحة سطح، ويتحقق ذلك من خلال (المؤشرات):

- **معرفة الصيغ للمساحة والمحيط للدائرة، واستخدامهم لحل المشكلات؛ بإعطاء اشتقاق غير شكلي للعلاقة بين محيط ومساحة الدائرة.**
- **استخدام الحقائق عن الزوايا المتكاملة والرأسية والمتجاورة في شكل ما والمتقابلة بالرأس في مشكلة متعددة خطوات الحل لكتابة وحل معادلات بسيطة لإيجاد زاويا مجهولة في الشكل.**

- حل مشكلات رياضية وواقعية متضمنة المساحة والحجم ومساحة السطح لأشكال ومجسمات تتكون من مثلثات، وأشكال رباعية، ومضلعات، ومكعبات، ومنشورات قائمة.

وبناء على ذلك يمكن اعتبار أن مدى تحقيق التلاميذ لمعايير الهندسة يعبّر عن مدى اكتسابهم للفهم الهندسي كأحد المؤشرات المهمة للفهم الهندسي، بالإضافة إلى اكتساب مستويات التفكير الهندسي.

لذا فإن المصطلح الإجرائي لـ "الفهم الهندسي" في البحث الحالي يقصد به "وصف لقدرة التلميذ على القيام ببعض المهام خلال تعلمه الهندسة كمؤشرات تؤدي من خلالها إلى الحكم على مدى اكتسابه لمستويات التفكير الهندسي لـ "فان هيل"، وتحقيق معايير الهندسة لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي طبقاً للمعايير المحورية المشتركة للرياضيات، وذلك بهدف قياس مدى نمو تفكيره الهندسي".

٣. **الاتجاه نحو الهندسة:**

يعرّف (Al-ebous, 2016: 90) الاتجاه نحو الهندسة بأنه "مشاعر التلاميذ التي تتصف بالمتعة والراحة داخل صف تعليم الهندسة، وتعمل على الإثارة عبر تعلم الأنشطة، وإدراك أهمية الموضوع، وحبهم نحو المعلم، وتتضمن أبعاده: طبيعة الهندسة، والاتجاه نحو قيمة الهندسة، والاتجاه نحو تعليم الهندسة، والاتجاه نحو دور المعلم في تدريس الهندسة، والاتجاه نحو الشعور بالمتعة عند تعلم الهندسة".

والاتجاهات نحو الهندسة (Sunzuma; Masocha and Zezekwa, 2013: 403) تعني "أن الطلاب لديهم حب للهندسة ويستمتعون خلال تعلمها عبر انجازهم للأنشطة ويتشوقون لها، وتتمثل محاور التجاهات نحو الهندسة في: اتجاهات ايجابية نحو الهندسة، واتجاهات سلبية نحو الهندسة، ومدى النفع من الهندسة".

وتشير دراسة (Abdullah and Zakaria, 2011: 191) إلى الاتجاه نحو الهندسه بأنه "شعور ايجابي أو تقييم ايجابي أو شعور سلبي عند مواجهة موضوع معين (فكرة أو شخص أو حدث) يتعلق بالهندسة، ويقاس من خلال: الاستمتاع عند تعلم موضوعات الهندسة، وتقييم الهندسة، ومدى الدافعية نحو موضوعات الهندسة".

والمصطلح الإجرائي لـ "الاتجاه نحو الهندسة" في البحث الحالي يشير إلى "مدى تقدير التلميذ لموضوع الهندسة وشعوره نحوها على مقياس متدرج من الرفض والقبول، في ضوء تقدير دور الهندسة داخل وخارج المدرسة، ومدى دافعيته نحو تعلمها حالياً ومستقبلاً، وشعوره بمدى نفعها للتخصصات الأخرى والمواقف الحياتية".

الإطار النظري والدراسات السابقة

يتفق كل من (عايشه، ٢٠١٦: ٧٠) (إبراهيم، ٢٠١٥: ١٨٧) (عزة، ٢٠٠٧: ١٢) (محمود، ٢٠٠١: ٣٨٨) في تعريف التفكير الهندسي geometrical thinking بأنه "نشاط عقلي يمارسه المتعلم لحل سؤال هندسي أو مشكلة هندسية سواء كانت حل تمرين هندسي أو برهنة نظرية أو إنشاء هندسي، ويحتاج إلى مجموعة من مهارات التحليل والتنظيم والتركيب للخبرات السابقة ودراسة العلاقات بينها للتوصل إلى الحل الصحيح، وهو يعتمد على مجموعة من العمليات العقلية تتمثل في قدرة المتعلم على إجراء مجموعة من الأداءات المطلوبة لتحقيق مستويات التفكير الهندسي كما حددها (فان هيل)".

كما لخّص (إبراهيم، ٢٠١٣: ٢٩٧) المقصود بالتفكير الهندسي بقوله أنه "شكل من أشكال التفكير المتعلق بمادة الهندسة عند مستويات: البصري، والتحليلي، والاستنباط غير الشكلي".

وترتبط مستويات التفكير الهندسي بنموذج "فان هيل" الذي صممه وقدمه كل من "بيير فان هيل" وزوجته "ديانا فان هيل". (Al-ebous, 2016: 90)

ويعرّف (عدنان ونور، ٢٠١٣: ٨٦) نموذج "فان هيل" بأنه "أنموذج تعليمي/تعلمي يفترض وجود خمسة مستويات للتفكير مرتبة ترتيباً هرمياً، ويكون مرور تفكير الطلاب عبر هذه المستويات: (الإدراكي، التحليلي، الترتيبي، التمييزي، الاستنتاجي) نتيجة لتأثير البرنامج التدريسي".

وأنموذج "فان هيل" Van Hiele هو "مجموعة من الخطوات المخططة والمنظمة التي يعتمدها المعلم لتعليم المقرر لدى طلابه، ويصف مختلف أنواع تعليم/تعلم الطلاب من انتقالهم من التصور العام للأشكال الهندسية إلى استنتاج البراهين، ويتحدد بخمسة مستويات للآداء التدريسي وهي: المعلومات، والعرض الموجه، والوضوح، والعرض الحر، والتكامل". (قصي ورياض، ٢٠١٤: ٧)

ومستويات التفكير الهندسي تمثل مراحل تطور التفكير الهندسي عند المتعلم. (زياد ومفيد، ٢٠١٤: ٤١٧)

ولقد ساهمت كثير من الدراسات بالشرح والتوضيح لنموذج "فان هيل" للتفكير الهندسي ووصف مستوياته، وبعضها اختلف في إطلاق مسميات للمستويات متقاربة ولكنها تؤدي المعنى المقصود، فالمستوى الأول له عدد من مسميات منها بالبصري أو التعرف البصري أو الإدراك أو التعرف التصوري، أما المستوى الثاني فسمي التحليل أو الوصف أو التحليلي أو الوصف التحليلي، وسمي المستوى الثالث بالاستنباط غير الشكلي أو المجرد أو المقارن أو التجريد أو الترتيب، والمستوى الرابع أطلق عليه الاستنباط الشكلي أو الاستنباط أو الاستنتاج، والمستوى الأخير سُمّي بالدقة البالغة أو الاستنتاج المجرد الكامل، وفي الأسطر التالية شرح تفصيلي لهذه المستويات.

يذكر (George, 2017: 109) أنه يوجد خمسة مستويات في نموذج "فان هيل" للتفكير الهندسي وهي:

- **المستوى الأول: البصري visualization، والتلاميذ فيه يمكنهم تسمية وإدراك الأشكال، لكن لا يمكنهم تحديد الخصائص النوعية، وربما يدركوا الخصائص لكن تلك الخصائص لا تستخدم لإدراك الأشكال.**
- **المستوى الثاني: التحليل analysis، والتلاميذ فيه يبدؤا في استخدام المفردات اللغوية المرتبطة بالخصائص، ويمكنهم التركيز على الخصائص النوعية للشكل.**
- **المستوى الثالث: الاستنباط غير الشكلي informal deduction، وفيه يدرك التلاميذ العلاقات بين الأشكال، ويصبحوا قاردين على التفكير حول العلاقات.**
- **المستوى الرابع: الاستنباط الشكلي formal deduction، والتلاميذ يبدؤا فيه فهم الاستنباط والافتراضات والنظريات والبراهين.**
- **المستوى الخامس: الدقة البالغة rigor، والتلاميذ يستطيعون فهم كيفية التعامل مع أنظمة مختلفة من المسلمات.**

وتضمنت دراسة (زياد ومفيد، ٢٠١٤: ٤١٨) وصف لمستويات التفكير الهندسي الأربعة التالية:

١. مستوى الإدراك: ويتحدد بقدرة المتعلم على ملاحظة وتسمية الأشكال الهندسية دون إدراك خواصها.
٢. مستوى التحليل: ويتحدد بقدرة المتعلم على إدراك وتحليل لخواص الشكل الهندسي.
٣. مستوى الترتيب: ويتحدد بقدرة المتعلم على إيجاد علاقات بين خواص الشكل الواحد، وإدراك العلاقات بين الأشكال المختلفة.
٤. مستوى الاستنتاج: ويتحدد بقدرة المتعلم على إجراء البراهين الرياضية من خلال استخدام الاستنتاجات المنطقية.

واستعرضت دراسة (Haviger and Vojkuvkova, 2015: 912) ودراسة (عدنان ونور، ٢٠١٣: ٨٧-٨٩) وصفاً لتصنيف "فان هيل" لمستويات التفكير الهندسي إلى الخمسة مستويات التالية:

١. مستوى التعرف البصري visualization (المستوى صفر): فيه يتعلم المتعلم الأسماء ويميز بين الأشكال ككيان متكامل دون إدراك لخواص الشكل، فهو يدركها بصرياً ولكن لا يدرك خواصها، ويمكن للمتعلم في هذا المستوى القيام بما يلي؛ يتعرف على هيئة الشكل وهو في أوضاع مختلفة، وينسخ أو يرسم شكلاً كاملاً، ويسمى أشكالاً بأسماء عامة (مثل المستطيل على شكل باب)، ويميز بين الأشكال بحسب مظهرها ويصفها بالكلام، ويتعرف على أجزاء الشكل، وينظر إلى كل شكل على حده بدون تعميم، ويميز بين شكل أضلاعه مستقيمة (مربع مثلاً) وشكل محيطه على شكل منحنيات، ولا يميز بين الأشكال من نفس النوع.
٢. مستوى التحليل analysis (المستوى ١): فيه يميز المتعلم خواص الشكل ولكن دون إدراك العلاقات بين هذه الخواص، وهو لا يمكنه فهم أو استيعاب التعاريف التي تعطى للأشكال، والشكل هنا بالنسبة له مجموعة من الخواص وليس مجرد هيئة أو صورة، ويمكن للمتعلم في هذا المستوى القيام ببعض الأشياء مثل؛ التمييز بين الأشكال بحسب خواصها ومكوناتها، واستخدام ألفاظاً لفظية أو كمية، والتعّرف على الشكل من خواصه ويختبرها بالقياس، واستخدام الخواص في رسم الشكل، وحل بعض التمارين على الخواص مثل مجموع قياسات زوايا المثلث، ولا يرى حاجة لإثبات صحة الخواص التي يدركها فيكفيه استخدام القياس فقط.

٣. مستوى الاستنباط غير الشكلي informal deduction (المستوى ٢): فيه يصنّف المتعلم الأشكال عن طريق خصائصها ويدرك التعاريف المجردة، ويستخدم ألفاظاً لها طابع منطقي مثل "بعض" و"كل"، ويمكنه أن يستدل على خاصية ما بدون حاجة لبرهان منطقي، ويمكن للمتعلم في هذا المسنوى القيام بعدد من الأشياء منها؛ يرتّب الأشكال في ضوء خواصها دون الاستناد إلى برهان منطقي، ويدرك الخصائص التي تكفي لتمييز شكل عن آخر، ويستنتج بعض خواص العلاقات، ويصل إلى النتائج من معطيات ويدلل على صحته بطرق غير شكلية، ويتابع برهاناً منطقياً لا يقيمه بنفسه، ويدرك الفرق بين نظرية هندسية ومعكوسها ويشرحها بطرق غير شكلية، ولا يستطيع الربط بين مجموعة نظريات متعلقة بموضوع واحد.

٤. مستوى الاستنباط الشكلي formal deduction (المستوى ٣): فيه يستطيع المتعلم أن يفكّر نظرياً ويقيّم براهين منطقية، ويدرك العلاقات بين الخواص كما يدرك أهمية الاستنتاج ذهنياً، ويفهم استخلاص نتائج من خواص ومعطيات كعطاه، ويمكن للمتعلم القيام ببعض الأشياء مثل؛ التمييز بين المصطلحات المعرّفة وغير المعرّفة وبين العبارة التي تقبل كمسلمة والنظرية اللازم برهنتها، وانتاج تتابعاً من العبارات المستنتجة من كل عبارة سابقة لها حتى يصل للنتيجة المطلوبة اثباتها، وإدراك معنى الشرط اللازم والشط الكافي، وتقييم برهاناً يستند إلى مجموعة من المسلمات أو النظريات، وإدراك خواص عامة تجمع بين مجموعة من الأشكال أو مجموعة من النظريات.

٥. مستوى الدقة البالغة rigorous (المستوى ٤): فيه يستطيع المتعلم المقارنة بين أنظمة هندسية مختلفة، ويكون على وعي وفهم لدور المنطق والطرق المختلفة للبرهان واستناده للمنطق الشكلي مثل البرهان المباشر وغير المباشر وذلك يعتمد على رفض التعارض، ويستطيع المتعلم في هذا المستوى القيام بعدة أشياء مثل؛ إنشاء علاقات بين النظريات المختلفة، والبرهنة على بعض النظريات بعدة طرق حسب طبيعة كل نظرية، والبرهنة باستنفاذ كل الحالات في المواقف محدودة الامكانات، واستخدام البرهان برفض النقيض، والتعامل مع أنظمة هندسية محددة

العناصر، وإدراك استقلال المسلمات التي يبنى عليها نظام هندسي معين، وإدراك أي تناقض أو عدم اتساق بين مجموعة من العبارات أو الخصائص.

وطبقاً لنظرية "فان هيل" يوجد خمسة مستويات لفهم الهندسة، وتلك المستويات وصفها "فان هيل" كحدود عامة وسلوكية وهي: (Usiskin, 1982: 4)

١) المستوى١: التعرف recognition، وفيه الطالب يمكنه تعلم الأسماء للأشكال الهندسية، ويدرك الشكل ككل (المربعات والمستطيلات تبدو مختلفة).

٢) المستوى٢: التحليل analysis، وفيه الطالب يمكنه تحديد خواص الأشكال الهندسية (المستطيلات لها أربع زوايا قوائم).

٣) المستوى٣: الترتيب order، فيه الطالب يستطيع أن يرتب منطقياً الأشكال والعلاقات، لكنه لا يعالجها ضمن النظام الرياضي (الاستنباط البسيط يمكن أن يوجد ولكن البرهان في هذا المستوى لا يمكن فهمه).

٤) المستوى٤: الاستنباط deduction، وفيه الطالب يفهم دلالة الاستنباط، ودور المسلمات والنظريات والبراهين (البراهين يمكن كتابتها بصورة تتميز بالفهم).

٥) المستوى٥: الدقة البالغة rigor، وفيه الطالب يفهم بدقة كيفية عمل استنباطات مجردة (الهندسة اللاإقليدية يمكن فهمها).

ويشير(ردمان، ٢٠٠٧: ١٧٢-١٧٥) إلى مستويات التفكير الهندسي التي يمر بها تفكير المتعلم عند اكتساب المفاهيم والأفكار الهندسية، وتتضمن تلك المستويات:

١. المستوى التصوري visual level، ويتحدد بملاحظة الصورة أو الشكل الهندسي دون إدراك خواصه.

٢. المستوى التحليلي analytic level، ويتحدد بتحليل واعٍ لخواص الشكل الهندسي بناء على مكوناته والعلاقات المتداخلة بين تلك المكونات، ويحدد خواص فئة من الأشكال تجريبياً، ويستخدم الخواص لحل المسائل.

٣. مستوى الاستنباط غير الشكلي informal deductive level، ويتضمن وعي المتعلم بالعلاقات بين الأشكال الهندسية، حيث يتمكن المتعلم من صياغة واستخدام التعاريف، وتقديم براهين هندسية منطقية، وفهم الإجراءات والخطوات المتبعة فيها وليس مجرد تذكرها، واللغة المستخدمة في هذا المستوى تكون أكثر تجريداً من

المستوى التحليلي لأنها ترتبط بالعلاقات المنطقية والعلاقات القائمة على المسببات، والمتعلمين يفهموا العلاقات بين النظريات والمسلمات.

ولقد افترضت نموذج "فان هيل" للتفكير الهندسي وجود ثلاث خصائص محددة ومهمه للنموذج وهي: وجود المستويات، وخصائص المستويات، والتحرك من أحد المستويات إلى المستوى التالي؛ وطبقاً للنظرية يوجد خمسة مستويات للفهم الهندسي (الأول: التعرف/البصري، الثاني: التحليل، الثالث: الترتيب/التجريد، الرابع: الاستنباط، الخامس: الدقة البالغة). (Haviger and Vojkuvkova, 2015: 912)

وتستعرض دراسة (Haviger and Vojkuvkova, 2015: 914) ودراسة (Usiskin, 1982: 4-6) خواص المستويات الهندسية لـ "فان هيل" فيما يلي:

أ. التسلسل ثابت fixed sequence (الترتيب order)؛ فالطالب لا يمكنه أن يكون عند المستوى "ن" بدون أن يجتاز المستوى "ن-١"، لذا فلابد أن يمر الطالب على المستويات بالترتيب.

ب. التلاصق adjacency؛ ففي كل مستوى ما هو جوهري (داخلي) في المستوى السابق يصبح ظاهري (خارجي) في المستوى الحالي، بمعنى أن المستويات منفصلة، فكل مستوى له رموز لغوية وشبكة من العلاقات الخاصة به التى ترتبط بتلك الرموز، وتعنى الرموز اللغوية الخاصة أنها تتعدى التعريف الصريح لها لتشمل الخبرات التي يتحدث بها الطلاب حول رمز معين الذي ربما يكون صحيحاً في مستوى محدد ولا يكون بالضرورة صحيحاً في مستوى آخر.

ج. الانفصال separation؛ فالطالبان عند مستويات مختلفة لا يمكنهما فهم بعضهما، فالمعلم يتكلم بلغة مختلفة للطالب الذي يكون عند مستوى متدني، ويعتقد أن تلك الخاصية من أهم الأسباب الرئيسية لصعوبات التعلم لدى الطلاب في الهندسة.

د. التحقق (الإحراز) attainment؛ فعملية التعلم تؤدي إلى الفهم الكامل عند المستوى الأعلى التالي من المراحل الخمسة، وتلك المراحل بصورة متسلسلة دقيقة وتقريبية هي: الاستقصاء inquiry، والتوجيه المباشر directed orientation، والشرح explanation، والتوجيه الحر free orientation، والتكامل integration.

ومراحل تعلم الهندسة لاكتساب المتعلمين مستويات التفكير الهندسي طبقاً لنموذج "فان هيل" تتضمن ما يلي: (Abdullah and Zakaria, 2013:254)

١. المعلومات information، وفيها يحدث تتقاطع وتتفاعل المناقشات بين المعلم والطالب.
٢. التوجيه الموجه guided orientation، وفيه يعمل الطالب اكتشافات باستخدام أنشطة موجهة (مخطط لها ومقيدة).
٣. التوضيح/الشرح explanation، وفيه الطالب يمكنه الشرح والتعبير عن ما وجهة نظرة حول ما يلاحظه من تراكيب.
٤. التوجيه الحر free orientation، وفيه الطالب يمكنه شرح مهام أكثر تعقيداً.
٥. التكامل integration، وفيه الطالب يلخص الدرس الذى تعلمه بهدف إنشاء رؤية عامة جديدة.

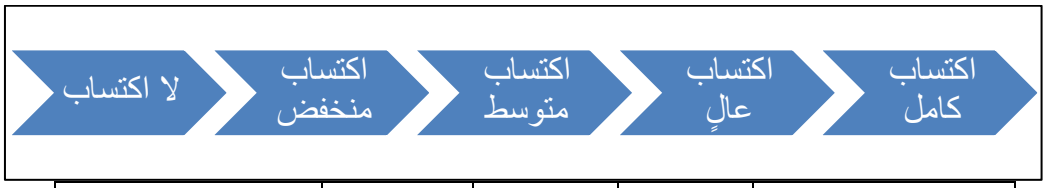
وهذه المراحل لتعلم الهندسة يمكنها أن تساعد الطلاب على التحرك من أحد المستويات لـ "فان هيل" إلى المستوى الأعلى له، فهي تساعد الطلاب في تعلم الهندسة بمساعدة وتوجيه من المعلمين، ويصبح الطلاب قادرين على مناقشة مفاهيم محددة وتنموا لديهم أساليب أخرى أكثر باستخدام اللغة، وتلك المراحل ربما لا تكون متسلسلة بالدقة الكافية. (Abdullah and Zakaria, 2013:254)

ويحتاج تقويم مستويات التفكير لـ "فان هيل" طرقاً وأساليب دقيقة للحكم على مدى اكتساب المتعلمين لكل مستوى على حدة، أو الانتقال من مستوى إلى المستوى الذي يليه.

وفي هذا السياق، فقد قدمت دراسة (Gutierrez; Jaime and Fortuny, 1991: 237) طريقة لتحليل مستويات "فان هيل" لتفكير الطلاب الهندسي، حيث اهتمت هذه الطريقة بتقويم استجابات الطلاب في مستويات "فان هيل" من خلال تأملهم ومدى دقتهم الرياضية عن طريق وصف مدى اكتساب الطلاب لتلك المستويات ، ومن ثم الحصول على صورة واضحة حول تفكير الهندسي لدى الطلاب.

ويفصّل (Gutierrez; Jaime and Fortuny, 1991: 237-242) طريقة لاكتساب الطلاب لمستوى التفكير الهندسي عن طريق تمثيله بقطعة مدرّجة من صفر إلى ١٠٠، ويقسّم تلك القطعة المتصلة إلى خمس فترات تمثل الاختلافات الأساسية في درجة

اكتساب المستوى المعطى، والهدف من تقسيم كل مستوى لـ "فان هيل" إلى فترات هو تحديد درجة اكتساب كل مستوى مع مراعاة أن كل مستوى في حد ذاته يكون منفصلا عن أي من المستويات الأخرى، وشكل (١) التالي يوضح درجات اكتساب مستوى التفكير الهندسي.



شكل (١): درجات اكتساب مستوى التفكير الهندسي

(Gutierrez; Jaime and Fortuny, 1991: 237)

ويقدم (Gutierrez; Jaime and Fortuny, 1991: 240) معايير لتقويم مستويات التفكير الهندسي من خلال المهام التي تقيس كل مستوى على حده من هذه المستويات طبقاً للأنواع التي يوضحها جدول (٢) التالي.

جدول (٢): معايير تقويم مستويات التفكير الهندسي من خلال المهام نصف مفتوحه

(Gutierrez; Jaime and Fortuny, 1991: 237-242)

النوع	الوصف	الوزن	درجة اكتساب المستوى
٠	لا جواب أو إجابات لا يمكن تقديمها.	٠	عدم اكتساب
١	الاجابات لا تدل على انتباه المتعلم للمستوى المعطى، حيث لا يكون هناك أية معلومات عن أي مستوى أقل.	٠	
٢	العمل به نقص أو خطأ في الاجابات التي تعطي بعض المؤشرات على التفكير في المستوى المعطي، والاجابات تحتوي على شروحات غير صحيحة أو ضعيفة.	٢٠	بداية اكتساب المستوى
٣	الاجابات صحيحة لكن العمل غير كافٍ، فالاجابات تعطي بعض المؤشرات في مستوى التفكير، والاجابات تحتوي على شروحات قليلة جداً، وعمليات التفكير أو النتاشج غير مكتملة تماماً.	٢٥	
٤	الاجابات صحيحة وبعضها غير صحيح تعكس بوضوح الخصائص التمييزية بين مستويين لفان هيل والتي تحوي عمليات تفكير واضحة وتبريرات كافية.	٥٠	استخدام مستويين ليس أي منهما مسيطر بوضوح
٥	الاجابات غير صحيحة تعكس بوضوح مستوى التفكير، فالاجابات التي تقدم عمليات التفكير تكون كاملة لكنها غير صحيحة، أو الاجابات المقدمة تتضمن عمليات تفكير صحيحة ولكنها لا تؤدي إلى حل المشكلة المحددة.	٧٥	الدقة والاكتمال في المستوى
٦	الاجابات صحيحة وتعكس بوضوح التفكير في المستوى المعطى لكنها تتضمن تبرير غير مكتمل أو غير كافٍ.	٨٠	
٧	الاجابات صحيحة ومكتملة وكافية والاجابات تم تبريرها وتعكس بوضوح مستوى التفكير المعطى.	١٠٠	

وحددت دراسة (Abdullah and Zakaria, 2013:256) مستويات اكتساب الطلاب لكل مستوي من مستويات فان هيل للتفكير الهندسي طبقاً لخمسة تصنيفات التالية:

١. لا اكتساب no acquisition.
٢. اكتساب منخفض low acquisition.
٣. اكتساب متوسط intermediate acquisition.
٤. اكتساب عالي high acquisition.
٥. اكتساب كامل complete acquisition

ويهدف اكساب التلاميذ لمستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي، أن يصبح لديهم فهماً هندسياً باعتبارة أحد أهداف تعليم الهندسة الذي تسعي دراسة الهندسة من تحقيقه في المراحل التعليمية والمختلفة.

ولقد اهتمت عدداً من الدراسات بمحاولة تحقيق الفهم الهندسي لدى التلاميذ، رغم عدم وضوحه أو وجود تعريف متفق عليه لهذا المفهوم في تلك الدراسات، نظراً لأن الفهم الهندسي متغيّر وسيط لا يمكن قياسه مباشرة وإنما يمكن أن يستدل عليه من خلال ملاحظة وقياس بعض مؤشراته.

ولقد تعرضت مجموعة من الدراسات إلى الفهم الهندسي معتبره ذلك يتكافئ مع مستويات التفكير الهندسي لـ "فان هيل"، كما عبّر عن ذلك كلا من (Yildiz; Aydin and Kogce, 2009: 732-733) (Usiskin, 1982: 9-12) ، حيث ذكروا تلك المستويات تعبّر عن فهم الهندسة طبقا لنموذج "فان هيل" ما يلي:

١. المستوى البصري visualization level (المستوى صفر): الطالب فيه يتعامل فقط مع صورة الشكل المعطى، ولا يمكنه التمييز بين الخواص الهندسية للشكل، ويدرك الأشكال ككل، ويعرف ويسمي ويقارن الأشكال من خلال مظهرها الخارجي فقط إذ يستطيع الطالب في هذا المستوى: التعرف على الشكل ككل بصورة لفظية طبقا لشكله الخارجي – إنشاء ورسم ونسخ الشكل – تسمية الأشكال الهندسية التي لها أسماء محددة (معيارية) أو غير محددة (غير معيارية) – حل المشكلات التي لا تركز على خصائص الشكل – يعرف أجزاء الشكل ولكنه لا يستطيع تحليل الشكل طبقا لأجزاءه.

٢. مستوى التحليل analysis level (المستوى ١): الطالب فيه يميز خصائص الشكل ولكن تلك الخصائص تكون مستقلة إدراكياً، ويمكنه وضع قائمة تحوى خصائص الشكل الهندسة ولكنه لا يستطيع الربط بين تلك الخصائص بعضها مع بعض، ويستطيع الطالب في هذا المستوى: إدراك واختبار العلاقات بين أجزاء الشكل – تحديد خواص الشكل تجريبياً وتعميم خواص فصول الشكل – حل المشكلات الهندسية باستخدام خواص معروفة للشكل – لا يستطيع صياغة واستخدام تعاريف شكلية formal definitions.

٣. مستوى الاستنباط غير الشكلي informal deduction level (المستوى ٢): فيه يبدأ الطالب في ربط خصائص الأشكال الهندسية مع بعضهم البعض، فالتعاريف والمسلمات والافتراضات تكون ذات معنى للطالب لكن الاستنباطات لا يمكن فهمها، وفي هذا المستوى فالطالب ربما يمكنه تتبع خطوات البرهان ولكنه لا يستطيع تكوينه تحليلياً أو تركيبا، والطالب في هذا المستوى: تحديد أقل عدد من الخصائص لتعريف شكل هندسي – تتبع البرهان وإعطاء توصيات حول خطواته – إعطاء شروحات متعددة للبرهان ومحاولة دعم هذا باستخدام رسم الأشكال الهندسية – لا يستطيع التمييز بين الاختلافات في العبارات الهندسية وعكسها.

٤. مستوى الاستنباط deduction level (المستوى ٣): الطالب يمكنه ترتيب العلاقات، فهو يستخدم النظريات والمسلمات والتعاريف في عمل براهين هندسية، ويمكنه تحديد الشروط إذا وفقط إذا if and only if واستخدامها في البرهان، ويمكنه البرهان (الإثبات) باستخدام النظريات والمسلمات السابقة، ويمكنه في هذا المستوى: فهم ضرورة الحدود غير المعرّفة والتعاريف والافتراضات – إيجاد العلاقة بين النظرية وعكسها وبرهنة كل منهما – مقارنة البراهين المختلفة للنظرية ووصف الاختلافات بينهم – يستطيع تحديد شروط إذا وفقط إذا كان من التعريف الشكلي – يمكنه وصف التكافؤ من التعريف.

٥. مستوى الدقة العالية rigor level (المستوى ٤): الطالب يستطيع تفسير وتطبيق المسلمات والنظريات والتعاريف في الهندسة الإقليدية والهندسة اللاإقليدية، ويمكنه التعرف على أوجه الشبه وأوجه الاختلافات بين أنظمة مسلمات مختلفة، ويمكن

للطالب في هذا المستوى: مقارنة أنظمة المسلمات في هندسات مختلفة مثل الهندسة الإقليدية والهندسة اللاإقليدية واللاإقليدية – فهم استقلالية المسلمات ومناظرتها مع مسلمات أخرى – البحث عن منطقة يمكن استخدام النظرية أو القاعدها فيها – يستطيع انتاج نظريات في أنظمة مسلماتية مختلفة.

وبناء على ذلك يمكن اعتبار أن مدى اكتساب التلاميذ لمستويات التفكير الهندسي لـ "فان هيل" يعبّر عن مدى اكتسابهم للفهم الهندسي كأحد المؤشرات المهمة للفهم الهندسي.

بالإضافة لما سبق، فإن التوجهات الحديثة في أدبيات تعليم الهندسة تشير إلى أن أهداف تعليم الهندسة تمحور جميعها في تحقيق معايير الهندسة باعتبارها أحد معايير الرياضيات المحورية المشتركة common core mathematics standards التي تجمع بين المحتوى وعمليات الرياضيات والممارسات داخل حجرة الدراسة والتي تهدف إلى أن يستطيع تلاميذ المرحلة الإعدادية تحقيق ما يلي:

(Common Core State Standards Initiative, 2017)

٣) (المعيار الأول) رسم وإنشاء ووصف الأشكال الهندسية، ووصف العلاقات بينهم، ويتحقق ذلك من خلال (المؤشرات):

- **حل المشكلات المتضمنة رسم الأشكال الهندسية بمقياس رسم، وحساب الأطوال الحقيقية والمساحات الحقيقية للأشكال المرسومة بمقاييس رسم مختلفة.**
- **رسم (باليد بدون أدوات، وباستخدام المسطرة واالمنقلة، وباستخدام التكنولوجيا) الأشكال الهندسية بشروط معطاه، والتركيز على إنشاء المثلثات من ثلاثة معلومات حول الزوايا أو الأضلاع، مع الأخذ في الاعتبار أن تلك الشروط ممكن من خلالها رسم مثلث وحيد أو أكثر من مثلث أو لا يمكن رسم أي مثلث.**
- **وصف الأشكال في المستوى التي تنتج من تحليل مجسمات في الفراغ، كما في تحليل المنشور القائم والهرم القائم إلى مستطيلات.**

٤) (المعيار الثاني) حل مشكلات رياضية ومشكلات من العالم الواقعي تتضمن قياس زاوية ومساحة سطح، ويتحقق ذلك من خلال (المؤشرات):

- **معرفة الصيغ للمساحة والمحيط للدائرة، واستخدامهم لحل المشكلات؛ بإعطاء اشتقاق غير شكلي للعلاقة بين محيط ومساحة الدائرة.**

- استخدام الحقائق عن الزوايا المتكاملة والرأسية والمتجاورة في شكل ما والمتقابلة بالرأس في مشكلة متعددة خطوات الحل لكتابة وحل معادلات بسيطة لإيجاد زاويا مجهولة في الشكل.
- حل مشكلات رياضية وواقعية متضمنة المساحة والحجم ومساحة السطح لأشكال ومجسمات تتكون من مثلثات، وأشكال رباعية، ومضلعات، ومكعبات، ومنشورات قائمة.

وبناء على ذلك يمكن اعتبار أن مدى تحقيق التلاميذ لمعايير الهندسة يعبّر عن مدى اكتسابهم للفهم الهندسي كأحد المؤشرات المهمة للفهم الهندسي.

بناء على الطرح السابق فإن البحث الحالي سيهتم بقياس مؤشرات الفهم الهندسي التالية:

١) مستويات التفكير الهندسي لـ "فان هيل".

٢) التحصيل القائم على معايير الرياضيات المحورية الشائعة في مجال الهندسة المناسبة لعينة البحث والمحتوى الهندسي المقدم.

وفي سياق الحديث حول مستويات التفكير الهندسي لـ "فان هيل"، فقد اجريت دراسات متنوعة لتنمية هذه المستويات، ويمكن تصنيفها إلى المحورين التاليين:

١. <u>دراسات هدفت إلى قياس مستويات التفكير الهندسي:</u>

- <u>قياس مستويات التفكير الهندسي في المرحلة الإعدادية</u> مثل: دراسة (عبدالجواد، ٢٠١٠) التي هدفت إلى قياس مستويات التفكير الهندسي وتحصيل الهندسة والاتجاه نحوها، وأشارت نتائج الدراسة إلى أن تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بلغت نسب إنجازهم للمستويات الأول والثاني والثالث ٣٣,٧%، ٥٥,٦%، ١٠,٧% على الترتيب، ولم ينجز أي من التلاميذ المستويين الرابع أو الخامس، كما وجدت علاقة ارتباطية موجبة ودالة بين كل من: التحصيل في الهندسة ومستويات التفكير الهندسي، وبين مستويات التفكير الهندسي والاتجاه نحو الهندسة، ودراسة (ردمان، ٢٠٠٧) التي هدفت إلى الكشف عن مدى اتساق محتوى الهندسة للصفوف من ٧-٩ من التعليم الأساسي في الجمهورية اليمنية مع الأسس التعليمية لنظرية "فان هيل" للتفكير الهندسي، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن بناء المحتوى الهندسي في كتب الرياضيات للمراحل ٧-٩ يتفق إلى حد ما مع أسس نظرية "فان هيل"، وكان

تركيز المحتوى على المستوى الاستنباطي غير الشكلي، والانتقال عبر المستويات لم يتم طبقا للتقنين الذى اقترحه "فان هيل".

- قياس مستويات التفكير الهندسي في المرحلة الثانوية مثل: دراسة (عايشه، ٢٠١٦) والتي هدفت إلى الكشف عن العلاقة بين مستوى التفكير الهندسي ومستوى القدرة المكانية لدى طالبات المرحلة الثانوية بالمدينة المنورة، وتوصلت النتائج إلى تدني مستوى التفكير الهندسي لدى طالبات المرحلة الثانوية حيث وصلت غالبيتهن إلى المستوى الثاني فقط (التحليلي)، كما كانت القدرة المكانية لديهن ضعيفة، كما وجدت علاقة موجبة ودالة بين مستوى التفكير الهندسي ومستوى القدرة المكانية، ومشروع (Usiskin, 1982) الذي هدف إلى تحديد مستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي وعلاقتها بالتحصيل في الهندسة لدى طلاب المرحلة الثانوية، وقدمت تلك الدراسة المتعمقة بعض الإسهامات الرائدة في مجال توضيح واستخدام نموذج "فان هيل".
- قياس مستويات التفكير الهندسي في المرحلة الجامعية مثل: دراسة (Armah; Cofie and Okpoti, 2017) والتي هدفت إلى تحديد مستويات التفكير الهندسي التي ممكن أن يصل إليها المعلمين قبل الخدمة في غينيا، وأظهرت نتائج الدراسة أن ١٦,٣٣% من المعلمين عند المستوى صفر لفان هيل، وأن ٢٧% منهم عند المستوى الأول، وأن ٣٢% منهم عند المستوى الثاني، وأن ١٧,٦٧% منهم عند المستوى الثالث، وأن ٦% منهم عند المستوى الرابع، وإجمالاً أشارت نتائج الدراسة إلى أن ٧٥,٣٣% من المعلمين قبل الخدمة عند المستويات الدُنيا من مستويات "فان هيل"، ودراسة (زياد ومفيد، ٢٠١٤) سعت إلى معرفة مستويات التفكير الهندسي في موضوع القطوع المخروطية لدى طلبة قسم الرياضيات في جامعة الزيتونة الأردنية، وأشارت نتائج الدراسة إلى أنه كان أداء الطلبة على اختبار التفكير الهندسي لصالح مستويات التفكير الهندسي الدُنيا مقابل مستويات التفكير الهندسي العليا، ودراسة (عادل، ٢٠١٣) هدفت إلى التعرف على مدى تطبيق معلمي الرياضيات للأنشطة التعليمية المبنية على نموذج "فان هايل" في التفكير الهندسي، وأشارت نتائج الدراسة إلى تطبيق معلمي الرياضيات للأنشطة المبنية على نموذج فان هايل كانت مرتفعة، وجاء مجال التصور أولاً يليه مجال الاستنتاج غير الشكلي

يليه مجال التحليل ثم مجال الاستنتاج المجرد، ودراسة (طلال، ٢٠٠٣) استهدفت تحليل تحركات بعض معلمي الرياضيات بالمرحلة المتوسطة للتعرف على اتجاهاتهم حول العوامل المرتبطة بتدريس وحدة "مبادئ الهندسة المستوية" بالصف الأول المتوسط ومدى ارتباط أساليب تدريسهم بمستويات "فان هيل" لتدريس الهندسة، وأشارت نتائج الدراسة إلى تركيز المعلمين بصورة كبيرة على استخدام الأسلوب الإلقائي (استخدام السبورة والحل الجماعي للأنشطة والتدريبات الهندسية)، وضعف خبرات المعلمين في استخدام نظرية "فان هيل" حيث طبق ١٥% منهم فقط هذه النظرية، ودراسة (محمود، ٢٠٠١) عمدت إلى الكشف عن مستويات التفكير الهندسي طبقاً لنموذج "فان هيل" لدى طلاب كلية التربية بأسيوط (التعليم الابتدائي- رياضيات، رياضيات عام)، وأشارت نتائج الدراسة إلى وصول ٨٦,٢% من عينة الدراسة إلى مستوى التعرف، و٦١% إلى مستوى التحليل، و٣١,٣% إلى مستوى الاستنتاج غير الشكلي، و٦,٧% إلى مستوى الاستنتاج الشكلي.

٢. دراسات هدفت إلى تنمية وتطوير مستويات التفكير الهندسي:

- تنمية وتطوير مستويات التفكير الهندسي في المرحلة الإبتدائية مثل: دراسة (Al-ebous, 2016) التي هدفت إلى تحري نموذج "فان هيل" في اكتساب المفاهيم الهندسية، والاتجاه نحو الهندسة، وانتقال أثر التعلم لدى الصفوف الثلاثة الأولى لدى الطلاب بالأردن، وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود تحسينات في اكتساب المفاهيم الهندسية لدى الطلاب الذين استخدموا نموذج "فان هيل"، كما تحسنت اتجاهاتهم نحو الهندسه وانتقال أثر التعلم مقارنة بالطلاب الذين لم يستخدموا نموذج "فان هيل"، ودراسة (هاني، ٢٠١٥) هدفت إلى تحديد فعالية خرائط التفكير في تدريس الرياضيات على تنمية التفكير الهندسي والتحصيل لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي، وأشارت نتائج الدراسة إلى فعالية استخدام خرائط التفكير في تنمية التفكير الهندسي والتحصيل.
- تنمية وتطوير مستويات التفكير الهندسي في المرحلة الاعدادية مثل: ودراسة (إبراهيم، ٢٠١٥) التي أجريت بهدف التعرف على أثر استخدام استراتيجية التعلم المدمج في تدريس الهندسة على التحصيل وتنمية التفكير الهندسي لدى طلاب

الصف الثاني المتوسط، وتوصلت نتائج الدراسة إلى فاعلية استراتيجية التعلم المدمج على التحصيل وتنمية التفكير الهندسي، ودراسة (إبراهيم، ٢٠١٣) والتي هدفت إلى التعرف على فاعلية استخدام السبورة التفاعلية في تدريس الهندسة لتنمية التحصيل والتفكير الهندسي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وتوصلت نتائج الدراسة إلى فاعلية استخدام السبورة التفاعلية في تدريس الهندسة لتنمية التفكير والتحصيل الهندسي، ودراسة (عزة، ٢٠٠٧) سعت إلى تحري فاعلية استخدام نموذج التعلم البنائي في تنمية التحصيل وبقاء أثر تعلم المفاهيم الهندسية وتنمية التفكير الهندسي لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي، وتوصلت نتائج الدراسة إلى فاعلية استخدام نموذج التعلم البنائي في تنمية التحصيل وبقاء أثر التعلم وتنمية مستويات التفكير الهندسي ككل أو كل مستوى على حده.

- تنمية وتطوير مستويات التفكير الهندسي في المرحلة الثانوية مثل: دراسة (قصي ورياض، ٢٠١٤) أجريت بهدف التعرف على أثر أنموذج "فان هيل" في تنمية الثقة بالنفس لدى طلاب الصف الخامس العلمي في مادة الرياضيات، وأشارت نتائجها إلى عدم الكشف عن أثر أنموذج "فان هيل" في تنمية الثقة بالنفس بين مجموعتي الدراسة، في حين وجدت علاقة دالة إحصائياً بين درجات المجموعة التجريبية القبلية والبعدية لصالح الدرجات القبلية في مقياس الثقة بالنفس، ودراسة (Abdullah and Zakaria, 2013) هدفت إلى اختبار فعالية مراحل "فان هيل" في تعليم الهندسة باستخدام برنامج geometric sketchpad على درجة اكتساب طلاب المرحلة الثانوية لمستويات "فان هيل"، حيث أجريت مقابلات مع خمسة طلاب لتحديد المستويات المبدئية لديهم في التفكير الهندسي قبل إجراء التجربة، وأجريت مقابلات بعد التجربة لمعرفة التطور الحادث في مستويات التفكير الهندسي لدى طلاب المجموعة التجريبية، وأشارت نتائج الدراسة إلى أن غالبية الطلاب حققوا المستوى الأول فقط من مستويات "فان هيل"، وحقق طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة المستوى الثاني باكتساب منخفض ولم يصل أى منهم إلى المستوى الثالث، لذا فإن الأنشطة القائمة على مراحل "فان هيل" لتعلم الهندسة لها تأثير إيجابي على تنمية المستويات العليا للتفكير الهندسي.

- **تنمية وتطوير مستويات التفكير الهندسي في المرحلة الجامعية مثل: دراسة (هاشم، ٢٠١٤) والتي هدفت إلى استقصاء تغيّر مستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي عند الطلبة معلمي الصف في التعليم المفتوح إثر دراستهم مقرر المفاهيم الهندسية وطرائق تدريسها، وعلاقتها بتحصيلهم الدراسي فيه بكلية التربية – جامعة دمشق، وأظهرت نتائج الدراسة أن مستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي قد تغيّر ايجابياً بعد دراسة المقرر لدى الطلبة المعلمين، كما وجدت علاقة ارتباطية موجبة ودالة بين مستويات التفكير الهندسي والتحصيل في الهندسة، ودراسة (أمل، ٢٠١٤) هدفت إلى تحديد فعالية برنامج قائم على التعلم المتنقل المختلط لتنمية مستويات التفكير الهندسي والتحصيل لدى الطلاب المعلمين، وتوصلت نتائج الدراسة إلى فعالية البرنامج القائم على التعلم المتنقل المختلط في تنمية مستويات التفكير الهندسي والتحصيل، كما وجدت علاقة موجبة ودالة بين التحصيل والتفكير الهندسي.**

ولقد استفاد البحث الحالي من تحليل الدراسات السابقة، في تحديد كيفية توظيف نموذج "فان هيل" وبناء أنشطة تركز على كل مستوى من مستويات التفكير الهندسي، ومعرفة أساليب تقويم مدى اكتساب التلاميذ لكل مستوى للتفكير الهندسي، والتوصل إلى تحديد مصطلحات البحث إجرائياً، وإجراءات معالجة النتائج المنبثقة عن قياس مستويات التفكير الهندسية بصورة إحصائية مناسبة.

منهج البحث

استخدم البحث المنهج الوصفي لجمع المعلومات الدقيقة قدر الإمكان باستخدام الملاحظة العلمية المنظمة لتحديد مشكلة البحث بعد التحري عنها وعمل مسح لها بحثياً وبيئياً، كما استخدم المنهج شبه التجريبي لقياس تأثير المتغير المستقل (أنشطة قائمة على نموذج "فان هيل") على المتغيرات التابعة (الفهم الهندسي المتضمن مستويات التفكير الهندسي والتحصيل، والاتجاه نحو الهندسة)، والتصميم التجريبي للبحث هو التصميم التجريبي من النوع Pretest–posttest Control Group Design.

فروض البحث

للإجابة عن تساؤلات البحث صيغت الفروض الصفرية التالية لاختبارها إحصائياً بهدف قبولها أو رفضها:

١. لا يوجد فرق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ≤ ٠,٠٥ بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعتي البحث التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مستويات التفكير الهندسي.

٢. لا يوجد فرق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ≤ ٠,٠٥ بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعتي البحث التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار تحصيل الهندسة.

٣. لا يوجد فرق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ≤ ٠,٠٥ بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعتي البحث التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس الاتجاه نحو الهندسة.

٤. لا توجد علاقة موجبة ودالة إحصائيا عند مستوى دلالة ≤ ٠,٠٥ بين كل من درجات التلاميذ البعدية في كل من المتغيرات: (مستويات التفكير الهندسي، وتحصيل الهندسة، والاتجاه نحو الهندسة) مثنى مثنى لدى تلاميذ المجموعة التجريبية.

أهمية البحث

١. يتناول البحث تعليم أحد فروع الرياضيات وهو مجال الهندسة باستخدام أنشطة قائمة على مستويات التفكير الهندسي، مما قد يفيد مخططي المناهج والباحثين في استخدام الموضوع أو تطوير موضوعات أخرى بناء على مخرجات ونتائج هذا البحث.

٢. يسهم البحث في رصد الفهم الهندسي باعتباره متغيّر يصعب قياسه بصورة مباشرة، وذلك باستخدام عدداً من الأدوات والأساليب التي ترصد مظاهره ومؤشراته، مما قد يفيد الباحثين والمعلمين في ملاحظته وقياسه في مجال تعليم وتعلم الهندسة.

٣. يقدم البحث بعض الأدوات البحثية مثل: اختبار مستويات التفكير الهندسي، واختبار تحصيل الهندسة للصف الثاني الإعدادي – في الوحدة الرابعة "المساحات" والوحدة الخامسة "التشابه وعكس فيثاغورث وإقليدس"، ومقياس الاتجاه نحو الهندسة، مما

قد يفيد الباحثين والمعلمين والموجهين في استخدامها أو عمل اختبار أو مقاييس مماثلة.

٤. يثري البحث مجال البحث والتعليم في مجال الهندسة بصفة خاصة والرياضيات بصفة عامة، عن طريق نشر نتائجها، وكذلك المقترحات والتوصيات المنبثقة عن تلك النتائج.

٥. يمنح البحث الطلاب مناسبات لتنمية تفكيرهم الهندسي، من خلال توظيف أنشطة موجهة قائمة على مستويات التفكير الهندسي لـ "فان هيل"، وتتضمن تلك الأنشطة: أنشطة البازل (يدوية وتصويرية)، وأنشطة لمواقف واقعية، وأنشطة لوحة المربعات، وأنشطة التكبير والتصغير (مقياس الرسم).

٦. يقدم البحث عينة لدروس في هندسة الصف الثاني الإعدادي صممت بهدف استخدام المعلمين والمعلمات لها لتنمية الفهم الهندسي، مما يسهم في استخدامها وتصميم دروس تعليمية أخرى على هُداها.

إجراءات البحث

أجري البحث الحالي بهدف الإجابة عن تساؤلاته واختبار فروضه، وفيما يلي استعراض إجراءات البحث:

الخطوة الأولى: تحديد مستويات "فان هيل " للتفكير الهندسي المناسبة لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي، ولعمل ذلك أتبعت الإجراءات التالية:

- الإطلاع على عدد من الدراسات التي تناولت مستويات التفكير الهندسي لـ "فان هيل" (انظر الإطار النظري والدراسات السابقة).
- تحليل عدداً من الأدبيات السابقة التي تناولت نموذج "فان هيل" وخصائصه ومراحل تعلم مستوياته (انظر الإطار النظري والدراسات السابقة).
- الاطلاع على محتويات مقرر الهندسة من كتاب الرياضيات للصف الثاني الإعدادي – الفصل الدراسي الثاني (طبعة ٢٠١٦/٢٠١٧م) وتمثّل في الوحدتين: الوحدة الرابعة "المساحات"، والوحدة الخامسة "التشابه وعكس نظرية فيثاغورث وإقليدس"، حيث تنتمي محتويات الوحدتين إلى الهندسة الإقليدية.

- **تحديد طبيعة التلاميذ وخصائصهم في الصف الثاني الإعدادي حيث ينتمون إلى بداية العمليات التجريدية أو الانتقال من المرحلة شبة المحسوسة إلى المجردة.**
- **مناقشة بعض الخبراء والمتخصصين في علم النفس والمناهج وطرق تدريس الرياضيات حول طبيعة التلاميذ في هذه المرحلة، وطبيعة المحتوى الهندسي المقدم لهم، للوصول إلى آراء ومقترحات محددة لتبني مستويات مناسبة لهؤلاء التلاميذ من مستويات التفكير الهندسي لـ "فان هيل".**
- **التوصل إلى مستويات التفكير الهندسي المناسبة في ضوء طبيعة تلاميذ الصف الثاني الإعدادي/ وطبيعة مقرر الهندسة المقدم لهم، وهي المستويات الأربعه الأولى فقط من مستويات "فان هيل"، نظراً لأن المستوى الخامس يتطلب دراسة أنظمة هندسية مختلفة عن مقرر الهندسة الحالي مثل الهندسات اللاإقليدية، وتلك المستويات هي: التعرف البصري، والوصف التحليلي، والاستنباط غير الشكلي، والاستنباط الشكلي، وقد شرحت تلك المستويات الأربعة في بند "تحديد مصطلحات البحث".**

<u>الخطوة الثانية</u>: تحديد أسس توظيف أنشطة قائمة على مستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي لتعليم الهندسة لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي، ولتحديد تلك الأسس أتبعت الإجراءات التالية:

- **استخراج الأداءات المتوقعة للتلاميذ من مستويات التفكير الهندسي السابق تحديدها، مع مراعاة محتويات الوحدتين: الرابعة "المساحات" والخامسة "التشابه وعكس نظرية فيثاغورث وإقليدس" من كتاب الرياضيات للصف الثاني الإعدادي – الفصل الدراسي الثاني، وجدول (٣) يعرض مستويات التفكير الهندسي الأربعة لـ "فان هيل" والأداءات المتوقعة من التلاميذ عند كل مستوى.**

جدول (٣):

أداءات التلاميذ المتوقعة في كل مستوى من مستويات التفكير الهندسي لـ "فان هيل"

المستوى	اسم المستوى	الأداءات المتوقعة
الأول	التعرف البصري (مثلث، مربع، معين، متوازي أضلاع، شبه منحرف)	- يتعرف على هيئة الشكل الهندسي وهو في أوضاع مختلفة. - ينسخ أو يرسم شكلاً كاملاً. - يسمى أشكالاً بأسماء عامة (مثل المستطيل على شكل باب). - يميز بين الأشكال بحسب مظهرها ويصفها بالكلام. - يتعرف على أجزاء الشكل. - ينظر إلى كل شكل على حده بدون تعميم. - يميز بين شكل أضلاعه مستقيمة (مربع مثلاً) وشكل محيطه على شكل منحنيات، ولا يميز بين الأشكال من نفس النوع.
الثاني	الوصف التحليلي (مثلث، مربع، معين، متوازي أضلاع، شبه منحرف)	- يميز بين الأشكال بحسب خواصها ومكوناتها. - يستخدم ألفاظاً لفظية أو كمية لوصف الشكل الهندسي. - يتعرف على الشكل من خواصه ويختبرها بالقياس. - يستخدم الخواص في رسم الشكل. - يحل بعض التمارين على الخواص مثل مجموع قياسات زوايا المثلث. - لا يرى ضرورة لإثبات صحة الخواص التي يدركها فيكفيه استخدام القياس فقط.
الثالث	الاستنباط غير الشكلي (مثلث، مربع، معين، متوازي أضلاع، شبه منحرف)	- يرتّب الأشكال في ضوء خواصها دون الاستناد إلى برهان منطقي. - يدرك الخصائص التي تكفي لتمييز شكل عن آخر. - يستنتج بعض خواص العلاقات. - يصل إلى النتائج من معطيات ويدلل على صحتها بطرق غير شكلية (يناقش البرهان تحليلياً). - يتابع برهاناً منطقياً لا يركّبه بنفسه (يقرأ أو ينسخ برهان مكتوب). - يدرك الفرق بين نظرية هندسية ومعكوسها ويشرحها بطرق غير شكلية (باستخدام الرسم أو بالتبديل بين المعطيات والمطلوب، أو يثبتها بالقياس باستخدام حالات خاصة). - لا يستطيع الربط بين مجموعة نظريات متنوعّة بموضوع واحد (لا يستطيع توسيع نظرية أو عدد من النظريات حول شكل هندسي محدد أو عدد من الأشكال الهندسية).
الرابع	الاستنباط الشكلي (مثلث، مربع، معين، متوازي أضلاع، شبه منحرف)	- يميز بين المصطلحات المعرّفة وغير المعرّفة وبين العبارة التي تقبل كمسلمة والنظرية اللازم برهنتها (المسلمة تقبل دون برهان، والنظرية مطلوب عادة برهنتها). - ينتج تتابعاً من العبارات المستنتجة من كل عبارة سابقة لها حتى يصل للنتيجة المطلوبة اثباتها (برهان بعض النظريات أو النتائج أو التمارين الهندسية). - يدرك معنى الشرط اللازم والشرط الكافي (شروط مضلع ليكون متوازي أضلاع أو مثلث أو مربع أو معين أو شبه منحرف، ودراسة العلاقة بين الشروط، وعدد الشروط التي تمثل الحكم على شكل هندسي وهل كا منها كافٍ أم لابد من توافرها كلها) - ينشأ برهاناً يستند إلى مجموعة من المسلمات أو النظريات (برهنة النظريات أو النتائج أو التمارين، مع ملاحظة كتابة الاستنتاجات بناء على حجج سبق برهنتها أو مسلمات أو تعاريف أو معطى). - يدرك خواص عامة تجمع بين مجموعة من الأشكال أو مجموعة من النظريات (يوسّع ويعمم النظرية على أشكال هندسية أخرى أو مجموعة من النظريات على موضوع لفصل من فصول الشكل الهندسي).

- **صياغة الأداءات المتوقعة في كل مستوى في صورة أنشطة ترتبط بمحتويات عناصر وحدتي الهندسة السابق تحديدهما بعد تحليل محتوياتها إلى مفاهيم وتعميمات ومهارات وحل مشكلات كما يوضّح جدول (٤).**

جدول (٤) تحليل محتويات وحدتي الهندسة للصف الثاني الإعدادي – الفصل الدراسي الثاني

الوحدة	الدروس	مفاهيم	تعميمات	مهارات وحل مشكلات	
الرابعة "المساحات"	١) المساحات	مساحة متوازي الأضلاع، ارتفاع متوازي الأضلاع	تعريف متوازي الأضلاع، خواص متوازي الأضلاع، العلاقة بين المستطيل والمعين والمربع- نظرية (١)، نتيجة (١)، نتيجة (٢) ، نتيجه (٣)، نتيجة (٤)، نتيجة (٥)	تحديد متوازي الأضلاع، برهان نظرية (١)	تدريب ص٣٩، مثال ص٤٢،
	٢) تساوي مساحة مثلثين	مثلث، التوازي	نظرية (٢)،نتيجة (١)، نتيجة (٢)، نتيجة (٣)، نظرية (٣)	برهان نظرية (٢)، برهان نظرية (٣)	مثال١ ص٤٤، مثال٢ ص٤٥، مثال٣ ص٤٥، مثال١ ص٤٧، مثال٢ ص٤٧
	٣) مساحة بعض الأشكال الهندسية	المعين، مساحة المعين، المربع، مساحة المربع، شبه المنحرف، مساحة شبه المنحرف	قانون مساحة المعين، قانون مساحة المربع، قانون مساحة شبه المنحرف		مثال١ ص٤٨، مثال٢ ص٤٩، مثال٣ ص٤٩، مثال ص٥٢
الخامسة "التشابه وعكس نظرية فيثاغورث وإقليدس"	١) التشابه		تعريف المضلعان المتشابهان، تعريف المثلثان المتشابهان		مثال١ ص٥٤، مثال٢ ص٥٥
	٢) عكس نظرية فيثاغورث		عكس نظرية فيثاغورث، نتيجة		
	٣) المساقط		تعريف مسقط نقطة على مستقيم، تعريف مسقط قطعة مستقيمة على مستقيم معلوم، مسقط شعاع على مستقيم		مثال ص٥٨، مثال ص٥٩
	٤) نظرية إقليدس		نظرية إقليدس، نتيجة		مثال ص٦١
	٥) التعرف على نوع المثلث بالنسبة لزواياه		قواعد تحديد نوع المثلث بالنسبة إلى زواياه		نشاط ص٦٢، مثال١ ص٦٣، مثال٢ ص٦٤

- **تحديد أسس لتصميم الأنشطة القائمة على مستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي: حُددت الأسس طبقاً لطبيعة التلاميذ عينة البحث ومفردات الوحدتين الرابعة "المساحات" والخامسة "التشابه وعكس نظرية فيثاغورث وإقليدس" ومتغيرات البحث وتضمنت تلك الأسس ما يلي:**

أ. **ترتبط الأنشطة بمحتويات دروس الوحدتين الهندسيتين بكتاب الرياضيات للصف الثاني الإعداداي – الفصل الدراسي الثاني، طبقاً لتحليل المحتوى (انظر جدول (٣)).**

ب. **تصمم لكل درس من دروس الوحدة في ضوء معايير الهندسة المنبثقة عن معايير الرياضيات المحورية المشتركة.**

ج. **تراعي وتحقق مؤشرات مستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي وتسلسلها وخصائصها من حيث تعلم التلميذ لكل مستوى ودرجة اكتسابه له.**

د. **تقويم هذه الأنشطة في ضوء مدى اكتساب مؤشرات كل مستوى للتفكير الهندسي الذي تهدف إلى تنميته.**

هـ. **يتضمن كل نشاط (هدفه، مستوى التفكير الهندسي المتضمن، كيفية معالجته في الصف والأسئلة الموجهه للمناقشات، تحديد أداء التلاميذ عليه فردياً أم جماعياً أم تعاونياً، تحديد أخطاء التلاميذ المتوقعة ووسائل علاجها). ويعرض ملحق (١) نماذج من الدروس على الوحدة الرابعة "المساحات"، والوحدة الخامسة "التشابه وعكس فيثاغورث وإقليدس" .**

و. **تتنوع الأنشطة لتشمل: أنشطة البازل (يدوية وتصويرية)، وأنشطة لمواقف واقعية، وأنشطة لوحة المربعات، وأنشطة التكبير والتصغير (مقياس الرسم).**

<u>الخطوة الثالثة</u>: تحديد الوسائل المناسبة لقياس الفهم الهندسي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، ولتحديد تلك الأسس أتبعت الإجراءات التالية:

- **مراجعة عدد من أدبيات الدراسات السابقة (انظر الإطار النظري والدراسات السابقة وتحديد مصطلحات البحث).**
- **تحديد المؤشرات التي تدل على الفهم الهندسي (انظر تحديد مصطلحات البحث).**
- **بناء الأدوات التي تقيس مؤشرات الفهم الهندسي وتتضمن:**

أ. اختبار مستويات التفكير الهندسي الأربعة الأولى.

هدف الاختبار إلى قياس مدى اكتساب تلاميذ الصف الثاني الإعدادي لمستويات التفكير الهندسي لـ "فان هيل"، حيث أستقر البحث على المستويات الأربعة الأولى كما ذكر من قبل، وبعد مراجعة وتدقيق عدداً من الدراسات التي تناولت مفردات اختبارية أو اختبارات حول مستويات التفكير الهندسي ونوع السلوك المراد قياسه والذي يعبّر عما يمكن للتلميذ عمله في كل مستوى للتفكير الهندسي مثل: (AL- (George, 2017) ebous) (إبراهيم، ٢٠١٥)(هاشم، ٢٠١٤) (أمل، ٢٠١٤) (زياد ومفيد، ٢٠١٤) (Abdullah and Zakaria, 2-13) (محمود، ٢٠٠١) (Usiskin, 1982)، تم صياغة عدد ٢٠ من المفردات الاختبارية بصورة مبدئية تقيس مستويات التفكير الهندسي، مع مراعاة الأداءات المتوقعة للتلاميذ على كل مستوى من مستويات التفكير الهندسي لـ "فان هيل" والتي عرضها جدول (٣) من قبل، وطريقة تصحيح الاختبار كما في جدول (١) والذي عرض كيفية تقويم اكتساب التلميذ لكل مستوى من مستويات "فان هيل"، وعرض اختبار مستويات التفكير الهندسي وجدول وصف مستوياته (جدول(٣)) مع تحليل محتوى الوحدتين الرابعة "المساحات" والوحدة الخامسة "التشابه وعكس نظرية فيثاغورث وإقليدس" المتضمنة في جدول (٤) وكيفية تصحيح الاختبار للحكم على مدة اكتساب التلاميذ لمستويات التفكير الهندسي (جدول (١)) على مجموعة من المحكمين المتخصصين في القياس والتقويم والمتخصصين في المناهج وطرق تعليم الرياضيات، حيث طُلب منهم الحكم على مدى وضوح عبارات الاختبار لغوياً ورياضياً، وصحة أو عدم صحة انتماء كل مفردة إلى المستوى الذي تقيسه، وهل المفردة تقيس المستوى الموضوعه له أم لا، وهل الاختبار مناسب لتلاميذ الصف الثاني الإعداداي، وهل هناك أية مقترحات أخرى، وجُمعت التعديلات التي أشار إليها المحكمين وأجري تعديل صياغة بعض العبارات لتوضيحها ودمج البعض الآخر، وأصبح الاختبارصالح للاستخدام ويتصف بالصدق وجاهز لتطبيقه استطلاعياً على عينة الاستطلاعية تمثلت في تلاميذ أحد فصول مدرسة محلة أبو على الإعدادية للبنين بالصف الثالث الإعدادي (فصل ٢/٣، ن = ٥١ تلميذاً) خلال بداية الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠١٦/٢٠١٧م مرتان بفاصل زمنة ١٥ يوماً للتحقق من ثباته، وكان معامل ثبات الاختبار (معامل الارتباط

لبيرسون) يساوي (٠,٦٩) وهو قيمة مناسبه للثبات، وكان متوسط زمن أداء التلاميذ على الاختبار (١٢٠ دقيقة)، ويصحح بطريقة تدريج كلية holistic scoring rubric طبقاً لجدول (٢)، ومن ثم أصبح اختبار التفكير الهندسي في صورته النهائية (انظر ملحق (٢)) كما يعرض جدول (٥) معلومات الاختبار.

جدول (٥): اختبار التفكير الهندسي وأسئلته ودرجاتها

المستوى	اسم المستوى	الأسئلة	الدرجة العظمي
الأول	التعرف البصري	١، ٢، ٣	٢١
الثاني	الوصف التحليلي	٤، ٥، ٦	٢١
الثالث	الاستنباط غير الشكلي	٧، ٨، ٩، ١٠، ١١	٣٥
الرابع	الاستنباط الشكلي	١٢، ١٣، ١٤، ١٥	٢٨
المجموع			١٠٥

ب. اختبار التحصيل في وحدتي الهندسة:

صمم اختبار التحصيل بهدف تحديد مستوى أداء تلاميذ الصف الثاني الإعدادي للمعرفة الهندسية المتضمنة في موضوعات الوحدتين الرابعة "المساحات" والخامسة "التعرف على نوع المثلث بالنسبة لزاوياه" من كتاب الرياضيات للصف الثاني الإعدادي – الفصل الدراسي الثاني في ضوء معايير الرياضيات المحورية المشتركة في مجال الهندسة والمناسبة لعينة البحث وموضوعات الوحدتين، ومر إعداد الإختبار بتحليل محتويات الوحدتين الهندسيتين (انظر جدول (٤))، وتحليلها مرة أخرى بفاصل ١٧ يوماً للتحقق من ثباته الاختبار بطريقة إعادة الاختبار وبلغت نسبة الاتفاق بين التحليلين (٩٧%)، وصيغت مفردات الاختبار في ضوء معايير الهندسة التالية:

(Common Core State Standards Initiative, 2017)

١) رسم وإنشاء ووصف الأشكال الهندسية، ووصف العلاقات بينهم، ويتحقق ذلك من خلال:

- حل المشكلات المتضمنة رسم الأشكال الهندسية بمقياس رسم، والمتضمنة حساب الأطوال الحقيقية والمساحات الحقيقية للأشكال المرسومة بمقاييس رسم مختلفة.
- رسم (باليد بدون أدوات، وباستخدام المسطرة واالمنقلة) الأشكال الهندسية بشروط معطاه، والتركيز على إنشاء المثلثات من ثلاثة معلومات حول الزوايا أو الأضلاع،

مع الأخذ في الاعتبار أن تلك الشروط ممكن من خلالها رسم مثلث وحيد أو أكثر من مثلث أو لا يمكن رسم أي مثلث.

٢) حل مشكلات رياضية ومشكلات من العالم الواقعي تتضمن قياس زاوية ومساحة ومساحة سطح، ويتحقق ذلك من خلال:

- معرفة الصيغ للمساحة والمحيط للدائرة، واستخدامهم لحل المشكلات؛ بإعطاء اشتقاق غير شكلي للعلاقة بين محيط ومساحة الدائرة.
- استخدام الحقائق عن الزوايا المتكاملة والمتقابلة بالرأس والمتجاورة في شكل ما في مشكلة متعددة خطوات الحل لكتابة وحل معادلات بسيطة لإيجاد زاويا مجهولة في الشكل.
- حل مشكلات رياضية وواقعية متضمنة المساحة ومساحة السطح لأشكال تتكون من مثلثات، وأشكال رباعية، ومضلعات.

وصيغت مفردات حول محتوى الوحدتين وتقيس معايير الهندسة السابق تحديدها في صورة أسئلة قصيرة من نوع "الاختيار من متعدد"، وعرضت مع معايير الهندسة وتحليل المحتوى ونسخة من كتاب الرياضيات للصف الثاني الإعدادي – الفصل الدراسي الثاني، على مجموعة من المحكمين من المتخصصين في المناهج وطرق تدريس الرياضيات لإبداء آرائهم في دقة صياغة المفردات الاختبارية علمياً ورياضياً، ومناسبته لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي ووضوح صياغاته، وعدّلت عباراته لغوياً لزيادة توضيحها بصورة أكبر بناء على آراء السادة المحكمين.

وطُبق الاختبار في صورته المبدئية بعد التوصل إلى صلاحيته للتطبيق المبدئي على عينة استطلاعية من تلاميذ أحد فصول مدرسة محلة أبو على الإعدادية للبنين بالصف الثالث الإعدادي (فصل ٢/٣، ن = ٥١ تلميذاً) خلال بداية الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠١٦/٢٠١٧م وطبق مرة ثانية بفاصل زمني ١٢ يوماً للتحقق من ثباته، وكان معامل ثبات الاختبار (معامل الارتباط لبيرسون) يساوي (٠,٧٢) وهو قيمة مناسبه للثبات، وكان متوسط الزمن المناسب لتطبيق الاختبار ٤٥ دقيقة، ومن ثم أصبح اختبار تحصيل الهندسة في صورته النهائية (انظر ملحق (٣)) كما يعرض جدول (٦) معلومات الاختبار.

جدول (٦):

اختبار التفكير التحصيل الهندسي وأسئلته ودرجاتها

المعيار / المحتويات		رسم وإنشاء ووصف الأشكال الهندسي، ووصف العلاقات بينهم	حل مشكلات رياضية ومشكلات من العالم الواقعي تتضمن قياس زاوية ومساحة ومساحة سطح	الدرجة
الوحدة الرابعة "المساحات"	١.تساوي مساحتي متوازي أضلاع	١، ٢	٣، ٤، ١٨	٥
	٢.تساوي مساحتي مثلثين		٥، ٦، ٢٠	٣
	٣.مساحة بعض الأشكال الهندسية		٧، ٨، ٩	٣
الوحدة الخامسة "التشابه وعكس فيثاغورث وإقليدس"	١.التشابه	١٠	١١، ١٢	٣
	٢.عكس نظرية فيثاغورث		١٣، ١٩	٢
	٣.المساقط	١٤	١٥	٢
	٤.نظرية إقليدس		١٦	١
	٥.التعرف على نوع المثلث بالنسبة لزواياه		١٧	١
المجموع				٢٠

الخطوة الرابعة: إعداد مقياس الاتجاه نحو الهندسه وضبطه:

- **حُدد الهدف من المقياس في قياس اتجاهات تلاميذ الصف الثاني الإعدادي نحو الهندسة، ومرت مراحل إعداد المقياس بعدد من الخطوات: حيث تم الاطلاع على بعض الدراسات التي احتوت على مقاييس الاتجاه نحو الهندسة مثل: (Al-Sunzuma; Masocha and Zezekwa, 2013) (Abdullah and Zakaria, 2011) (Unlu; Avcu and Avcu, 2010) (Al-ebous, 2016)، وذلك للإستفادة منها في تحديد أبعاد المقياس وكتابة تعليماته وعباراته بصورة أولية وضبطها علميا ولغويا ومعالجتها إحصائيا وتفسير نتائجها، وتم تحديد أبعاد المقياس في: تقدير دور الهندسة داخل وخارج المدرسة، والدافعية نحو تعلمها حالياً ومستقبلاً، ونفع تعلم الهندسة للتخصصات الأخرى والمواقف الحياتية.**
- **كتبت تعليمات وعبارات المقياس بصورة أولية، وعرضت على مجموعة من المحكمين المتخصصين في القياس والتقويم والمناهج وطرق التدريس للتحقق من صدقها، وتم تعديل بعض فقرات المقياس لغوياً من حيث طول العبارات ونمطها ومراعاة وجود عبارات ايجابية وأخري سلبية.**

- طبق المقياس استطلاعيا على عينة استطلاعية من تلاميذ أحد فصول مدرسة محلة أبو على الإعدادية للبنين بالصف الثالث الإعدادي (فصل ٢/٣، ن = ٥١ تلميذاً) خلال بداية الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠١٦/٢٠١٧م مرتان بفاصل زمنة ١٨ يوماً للتحقق من ثباته، وكان معامل ثبات الاختبار (معامل الارتباط لبيرسون) يساوي (٠,٦٩) وهو قيمة مناسبه للثبات، ومن ثم أصبح اختبار الاتجاه نحو الهندسة في صورته النهائية (انظر ملحق (٤)) مكونة من ٢٠ عبارة موزعة على ثلاثة أبعاد (إدراك تقدير دور الهندسة داخل وخارج المدرسة، والدافعية نحو تعلمها حالياً ومستقبلاً، ونفع تعلم الهندسة للتخصصات الأخرى والمواقف الحياتية)، حيث يستجيب لها التلاميذ على مدى من الاستجابات للعبارات الإيجابية (أوافق بشدة = ٤ ، أوافق = ٣ ، لا أوافق = ٢، لا أوافق بشدة = ١) وعكسها للعبارات السلبية ودرجتها العظمى ٨٠ درجة، ودرجتها الصغرى ٢٠ درجة، ومتوسط زمن تطبيقه ٢٥ دقيقة، ويوضح معلومات المقياس جدول (٧).

جدول (٧):
أبعاد مقياس الاتجاه نحو الهندسة وعباراته

الأبعاد	العبارات الموجبة	العبارات السالبة	الدرجة العظمي
دور الهندسة داخل وخارج المدرسة	١، ٢، ٣	٥، ١١، ١٥، ١٧	٢٨
الدافعية نحو تعلم الهندسة	٤، ١٠، ١٢، ١٨	١٣، ١٤، ١٦	٢٨
مدى نفعها للتخصصات الأخرى والمواقف الحياتية	٦، ٨، ٩، ١٩، ٢٠	٧	٢٤
المجموع			٨٠

الخطوة الخامسة: التطبيق الأساسي للبحث، للإجابة عن الأسئلة المتعلقة بفاعلية توظيف أنشطة قائمة على نموذج "فان هيل" على تنمية الفهم الهندسي والاتجاه نحو الهندسة لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، والعلاقة بين الفهم الهندسي، والاتجاه نحو الهندسة، ولتحقيق هذه الخطوة اتبعت الإجراءات التالية:

- اختيرت عينة البحث للتجربة الأساسية بطريقة مقصودة من مجتمع تلاميذ المرحلة الإعدادية بالمدارس الحكومية المصرية، وتمثلت في مجموعتين من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي بمدرسة محلة أبو علي الإعدادية للبنين – إدراة شرق المحلة التعليمية بمحافظة الغربية، إحداهما المجموعة التجريبية (فصل ٣/٢، ن = ٤٤ تلميذاً)، والأخرى

المجموعة الضابطة (فصل ٢/٥، ن = ٤٨ تلميذاً) خلال الفصل الدراسي الثاني – للعام الدراسي ٢٠١٦/٢٠١٧م، كما استعان البحث بعينة استطلاعية للتأكد من ثبات بعض الأدوات التي صممها البحث (اختبار مستويات التفكير الهندسي، واختبار تحصيل الهندسة، ومقياس الاتجاه نحو الهندسة)، وتكونت العينة الاستطلاعية من تلاميذ الصف الثالث الإعدادي من ذات المدرسة (فصل ٢/٣، ن = 51 تلميذاً) خلال الفصل الدراسي الثاني – للعام الدراسي ٢٠١٦/٢٠١٧م.وأخذت موافقة عينة البحث على إجراء التجربة بعد موافقة إدارة المدرسة، حيث كلفت المدرسة أحد معلمي الرياضيات الذين يدرّسون مجموعتي البحث بالتعاون مع الباحث.

- **تطبيق اختبار مستويات التفكير الهندسي واختبار تحصيل الهندسة ومقياس الاتجاه نحو الهندسة على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة قبل إجراء تجربة البحث، للتحقق من التقارب بين مستويات المجموعتين في التفكير الهندسي والتحصيل والاتجاه، وجدول ويعرض جدول (٨) حساب دلالة الفرق بين درجات مجموعتي البحث علي كل من اختبار مستويات التفكير الهندسي، واختبار تحصيل الهندسة، ومقياس الاتجاه نحو الهندسة قبل بدأ تجربة البحث باستخدام اختبار ت T–Test بين مجموعتين مستقلتين.**

- جدول (٨):

حساب دلالة الفرق بين مجموعتي البحث في القياسات القبلية باستخدام اختبار ت T-Test بين عينتين مستقلتين

الأداة	المجموعة	المتوسط	الانحراف المعياري	اختبار "ت"			
				درجة الحرية	ت	الدلالة	الدلالة عند ≤ ٠,٠٥
التفكير الهندسي	تجريبية	١٠,٥٢	٠,٧٥	٩٠	٠,٤٤	٠,٦٥٨	غير دال
	ضابطة	١٠,٠٦	٠,٧١				
التحصيل	تجريبية	٥,٠٥	٢,٩٠	٩٠	٠,٨٨	٠,٣٨٢	غير دال
	ضابطة	٦,١٠	٧,٧٦				
الاتجاه	تجريبية	٣٢,٦٨	٨,٨٨	٩٠	٠,٤٥	٠,٦٥١	غير دال
	ضابطة	٣١,٨٥	٨,٥٨				

يتضح من جدول (٨) أنه لم يصل الفرق بين متوسطي درجات مجموعتي البحث إلى مستوى الدلالة الاحصائية (عند ≤ ٠,٠٥) فى كل من: اختبار التفكير الهندسي، واختبار التحصيل، ومقياس الاتجاه نحو الهندسة ؛ مما يعني وجود تقارب بين المجموعتين فى الفهم الهندسي والاتجاه نحو الرياضيات قبل إجراء تجربة البحث.

- **إجراء تجربة البحث كما يلي**

- **الاعداد لتنفيذ تجربة البحث عن طريق: لقاء مع تلاميذ المجموعة التجريبية (فصل ٣/٢، ن = ٤٤) لشرح متطلبات تجربة البحث وأهميتها وشرح مختصر لخطواتها، وتحديد وتكوين مجموعات تعاونية وترشيح رئيس لكل مجموعة بالاتفاق مع بقية التلاميذ، ومن ثم تشكلت حوالي ٨ مجموعات تراوح عدد التلاميذ في كل مجموعة من ٥ إلى ٦ تلاميذ (بما فيهم رئيس المجموعة)، وتم تحديد خطوات توظيف الأنشطة القائمة على مستويات التفكير الهندسي لـ "فان هيل" كالتالي:**
- **تحليل موضوع الدوال (مفاهيم، تعميمات، مهارات وحل مشكلات) (انظر جدول (٤)).**
- **تحديد أسس توظيف أنشطة قائمة على مستويات فان هيل (السابق تحديدها) لتعليم الهندسة لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي (انظر الخطوة الثانية من بند خطوات البحث وإجراءاتها).**
- **إعداد دروس في الوحدة الرابعة "المساحات" والوحدة الخامسة "التشابه وعكس نظرية فيثاغورث وإقليدس" لتلاميذ المجموعة التجريبية (انظر ملحق (١)) وفقاً لأنشطة قائمة على مستويات التفكير الهندسي لـ "فان هيل" يتكّون من العناصر التالية: عنوان الوحدة، وعنوان الدرس، وعدد الحصص، وأهداف الدرس السلوكية، ومستويات التفكير الهندسي، وتنظيم عمل التلاميذ، واستراتيجية التدريس، والأدوات، وأخطاء التلاميذ المتوقعة، وبطاقة النشاط، والأسئلة المطروحة للنقاش، وحل تمارين، والواجب المنزلي، واستغرق تنفيذ تلك الدروس حوالى ثلاثة أشهر بمعدّل حصتان أسبوعياً.**
- **تنفيذ دروس الوحدتين الرابعة "المساحات" والخامسة "التشابه وعكس فيثاغورث وإقليدس" لتلاميذ المجموعة التجريبية (فصل ٣/٢، ن = ٤٤ تلميذاً) عن طريق أحد معلمي الرياضيات بالمدرسة، وذلك بطرح نشاط تمهيدى للتحقق من وجود متطلبات تنفيذ الدرس لدى التلاميذ بصورة فردية أو جماعية، ثم توزّع بطاقة نشاط لكل مجموعة تعاونية من التلاميذ لقراءتها وحل الأسئلة المتضمنة بها وعمل مناقشات داخل المجموعة (يمر المعلم على المجموعات خلال ذلك لتسجيل بعض الملاحظات والرد على استفسارات التلاميذ)، ثم يرشح تلميذ من كل مجموعة لعرض إجابات مجموعته وهكذا للمجموعة التالية، حيث تختار ٣ إلى ٤ مجموعات لعرض عملها، وتسلم كل أعمال**

المجموعات إلى المعلم لحفظها لديه، ويسأل المعلم بعض الأسئلة التفسيرية متفاعلاً مع بعض التلاميذ بصورة فردية أو جماعية لاكتشاف أخطاء التلاميذ المتوقعة وحلها بعرض مزيداً من الأمثلة والتمارين ورسم الشكال ومراجعة النظريات والنتائج والتعاريف الهندسية، ويحل التلاميذ التمارين على الدرس على السبورة مع ملاحظة التلاميذ الآخرين والمعلم للحل وطرح أسئلة حوله تتعلق بمستويات التفكير الهندسي، ويختم الدرس بإعطاء الواجب المنزلي، وتضمنت الأنشطة المقدمة لتلاميذ المجموعة التجريبية: أنشطة البازل (يدوية وتصويرية)، وأنشطة لمواقف واقعية، وأنشطة لوحة المربعات، وأنشطة التكبير والتصغير (مقياس الرسم).

- تنفيذ دروس الوحدتين الرابعة "المساحات" والخامسة "التشابه وعكس فيثاغورث وإقليدس" لتلاميذ المجموعة الضابطة(فصل ٢/٥، ن = ٤٨) عن طريق نفس معلم المجموعة التجريبية ولكن بصورة تقليدية كما هو متبع في غالبية المدارس، حيث يشرح المعلم الدرس بالطريقة المعتادة وهي: شرح النظريات والتعاريف وحل بعض الأمثلة والتمارين وإعطاء واجب منزلي في نهاية الحصة.

- تطبيق اختبار مستويات التفكير الهندسي واختبار تحصيل الهندسة ومقياس الاتجاه نحو الهندسة على تلاميذ المجموعتين التجريبية، والضابطة بعد الانتهاء من تدريس الوحدة الرابعة "المساحات" والوحدة الخامسة "التشابه وعكس نظرية فيثاغورث وإقليدس"، واستخراج الدرجات لاختبار صحة الفروض الصفرية للبحث باستخدام إجراء تحليلات إحصائية مناسبة والتي استّخدم البحث فيها الحزمة الإحصائية لبرنامج MiniTab17 وتضمنت حساب بعض الاحصاءات الوصفية للعينات (المتوسط الحسابي والانحراف المعياري)، وحساب دلالة الفرق بين متوسطي مجموعتين مستقلتين باستخدام اختبار ت –T Independent Test، وحساب دلالة الفرق بين متوسطي مجموعتين مرتبطتين باستخدام اختبار ت T–Test Paired (dependent)، وحساب معامل اختبار بيرسون Pearson Correlation وحساب حجم التأثير Size Effect، ومن ثم الوصول إلى مجموعة من النتائج وتفسيرها، وكتابة التوصيات والمقترحات، وتمثّل منهج البحث في المنهج شبه التجريبي لقياس فاعلية المتغيّر المستقل (أنشطة قائمة على نموذج "فان هيل") على المتغيرات التابعة (الفهم الهندسي "مستويات التفكير الهندسي والتحصيل"، والاتجاه نحو

الهندسة")، واتبع البحث التصميم من النوع Pretest-posttest Control Group Design.

عرض نتائج البحث

أولاً: نتائج الإجابة عن السؤال الأول

لمحاولة الإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث والذي ينص على " ما فاعلية توظيف أنشطة قائمة على نموذج "فان هيل" لتنمية الفهم الهندسي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟"، تم اختبار صحة الفرضين الصفريين الأول والثاني: "لا يوجد فرق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ≤ ٠,٠٥ بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعتي البحث التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مستويات التفكير الهندسي"، و"لا يوجد فرق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ≤ ٠,٠٥ بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعتي البحث التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار تحصيل الهندسة"، وذلك باستخدام اختبار "ت" للعينات المستقلة Independent Samples T Test للكشف عن دلالة الفرق بين متوسطي درجات مجموعتي البحث في التطبيقات البعدية لاختبار مستويات التفكير الهندسي (درجته العظمى ١٠٥ درجة)، واختبار تحصيل الهندسة في الوحدتين الرابعة "المساحات" والخامسة "التشابه وعكس فيثاغورث وإقليدس" (درجته العظمى ٢٠ درجة)، ويعرض جدول (٩) ملخصاً للإحصاء الوصفي وحساب دلالة الفرق .

جدول (٩):

نتائج تطبيق اختبار "ت" لعينتين مستقلتين بين متوسطي درجات مجموعتي البحث في التطبيق البعدي لاختبار مستويات التفكير الهندسي، واختبار تحصيل الهندسة

اختبار	المجموعة	المتوسط	الانحراف المعياري	اختبار "ت"			
				درجة الحرية	ت	الدلالة	الدلالة عند ≤ ٠,٠٥
مستويات التفكير الهندسي	تجريبية	٨١,٤	١٠,٩٠	٩٠	١٩,٨٢	٠,٠٠٠	دالة
	ضابطة	٤١,١٠	٨,٣٠				
تحصيل الهندسة	تجريبية	١١,٧٥	٣,٢٦	٩٠	٥,٤٦	٠,٠٠٠	دالة
	ضابطة	٨,٥٤	٢,٢٢				

يتضح من جدول (٩) وجود فرق دال إحصائيا (عند مستوى ≤ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعتي البحث في التطبيق البعدي لاختبار مستويات التفكير الهندسي لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية (المجموعة ذات المتوسط الأكبر)، كما يشير جدول (٩) إلى وجود فرق دال إحصائيا (عند مستوى ≤ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ

مجموعتي البحث في التطبيق البعدي لاختبار تحصيل الهندسة لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية (المجموعة ذات المتوسط الأكبر).

بناء علي النتائج السابقة (من جدول (٩)) يمكن رفض الفرض الأول من الفروض الصفرية للبحث فيما يتعلق بنتائج التطبيق البعدي لاختبار مستويات التفكير الهندسي؛ مما يعني حدوث مؤشرات ايجابية في مستويات التفكير الهندسي لدى تلاميذ المجموعة التجريبية مقارنة بأداء تلاميذ المجموعة الضابطة، وكذلك تشير النتائج السابقة إلى رفض الفرض الثاني من الفروض الصفرية للبحث فيما يتعلق بنتائج التطبيق البعدي لاختبار تحصيل الهندسة، مما يعني حدوث مؤشرات ايجابية في تحصيل الهندسة لدى تلاميذ المجموعة التجريبية مقارنة بأداء تلاميذ المجموعة الضابطة.

ومما سبق يمكن استنتاج دلائل على تحسينات لدى تلاميذ المجموعة التجريبية فيما يتعلق بـ "الفهم الهندسي" مقارنة بتلاميذ المجموعة الضابطة.

ولمعرفة مدي دلالة الفروق الإحصائية بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في أدائهم اختبار مستويات التفكير الهندسي، واختبار تحصيل الهندسة قبل وبعد تعلمهم للوحدتين الرابعة "المساحات" والخامسة "التشابه وعكس نظرية فيثاغورث وإقليدس"، استخدم اختبار "ت" للمجموعات المرتبطة Paired-Samples T Test، ويعرض جدول (١٠) نتائج هذا التحليل.

جدول (١٠):
نتائج تطبيق اختبار "ت" لعينتين مرتبطين بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في تطبيق اختبار تحصيل الدوال قبل وبعد التجربة

اختبار	التطبيق	المتوسط	الانحراف المعياري	اختبار "ت"			
				درجة الحرية	ت	الدلالة	الدلالة عند ≤ ٠,٠٥
مستويات التفكير الهندسي	قبل التجربة	١٠,٥٢	٠,٧٥	٤٣	٣٨,١١	0.000	دالة
	بعد التجربة	٨١,٤١	١,٩٠				
تحصيل الهندسة	قبل التجربة	٥,٠٥	٢,٩٠	٤٣	١٠,٠١	0.000	دالة
	بعد التجربة	١١,٧٥	٣,٢٦				

تشير نتائج جدول (١٠) إلى وجود مؤشرات ايجابية دالة إحصائياً (عند مستوى ≤٠,٠٥) فى متوسط نتائج تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لاختبار مستويات التفكير الهندسي واختبار تحصيل الهندسة مقارنة بالتطبيق القبلي لمتوسط درجاتهم في الاختبارين (انظر قيم متوسطات درجات تلاميذ المجموعة التجريبية القبلية والبعدية فى اختبار مستويات التفكير الهندسي واختبار تحصيل الهندسة بجدول (١٠)).

ولحساب فاعلية الأنشطة القائمة على مستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي (المتغير المستقل) على تنمية الفهم الهندسي (مستويات التفكير الهندسي، وتحصيل الهندسة)، استخدمت معادلة مربع إيتا لحساب حجم التأثير من المعادلة (فؤاد وآمال، ١٩٩١: ٤٣٩): $\zeta^2 = \frac{t^2}{t^2+df}$**، حيث t القيمة التائية، df درجات الحرية، وحُسبت من البيانات المتضمنة بجدول (١٠)؛ وبلغت قيمة مربع ايتا لمستويات التفكير الهندسي وتحصيل الهندسة، ٠,٩٦، ٠,٧٠ على الترتيب؛ مما يعنى أن قوة المتغير المستقل بلغ حد كبير في تأثيره على مستويات التفكير الهندسي لدى التلاميذ (٩٦%)، بينما بلغت قوة المتغير المستقل حد متوسط في تأثيره على تحصيل الهندسة (٧٠%)، مما يؤكد فاعلية الأنشطة القائمة على مستويات "فان هيل" بدرجة متوسطة إلى كبيرة على الفهم الهندسي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.**

ثانياً: الإجابة عن السؤال الثاني

لمحاولة الإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة البحث والذي ينص على " ما فاعلية توظيف أنشطة قائمة على نموذج "فان هيل" لتحسين الاتجاه نحو الهندسة لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟"، تم اختبار صحة الفرض الثالث: "لا يوجد فرق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ≤ ٠,٠٥ بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعتي البحث التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار تحصيل الهندسة"، وذلك باستخدام اختبار "ت" للعينات المستقلة Independent Samples T Test للكشف عن دلالة الفرق بين متوسطي درجات مجموعتي البحث في التطبيقات البعدية لمقياس الاتجاه نحو الهندسة (درجته العظمى ٨٠ درجة)، ويعرض جدول (١١) ملخصاً للإحصاء الوصفي وحساب دلالة الفرق .

جدول (١١): نتائج تطبيق اختبار "ت" لعينتين مستقلتين بين متوسطي درجات مجموعتي

البحث في التطبيق البعدي لمقياس الاتجاه نحو الهندسة

المجموعة	المتوسط	الانحراف المعياري	اختبار "ت"			
			درجة الحرية	ت	الدلالة	الدلالة عند ≤ ٠,٠٥
تجريبية	٦٩,٨٠	١٤,٢٠	٩٠	١٠,٩٧	٠,٣٣٨	غير داله
ضابطة	٦٦,١٠	١١,٢٠				

يتضح من جدول (١١) أنه لا يوجد فرق دال إحصائيا (عند مستوى ≤ ٠,٠٥) بين تلاميذ مجموعتي البحث التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس الاتجاه نحو الهندسة.

وبناء علي النتائج السابقة (من جدول (١١)) يمكن قبول الفرض الثالث من الفروض الصفرية للبحث فيما يتعلق بنتائج التطبيق البعدي لمقياس الاتجاه نحو الهندسة، مما يعني عدم الكشف عن فروق في الاتجاه نحو الهندسة بين تلاميذ مجموعتى البحث، مما يشير إلى الاخفاق في اثبات فاعلية الأنشطة القائمة على مستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي لتحسين الاتجاه نحو الهندسة.

ولمعرفة مدي دلالة الفروق الإحصائية بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في أدائهم على مقياس الاتجاه نحو الهندسة، تم استخدام اختبار "ت" للمجموعات المرتبطة Paired-Samples T Test، ويعرض جدول (١٢) نتائج هذا التحليل.

جدول (١٢):

نتائج تطبيق اختبار "ت" لعينتين مرتبطين بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في تطبيق مقياس الاتجاه نحو الهندسة قبل وبعد التجربة

التطبيق	المتوسط	الانحراف المعياري	اختبار "ت"			
			درجة الحرية	ت	الدلالة	الدلالة عند ≤ ٠,٠٥
قبل التجربة	٣٢,٦٨	٨,٨٨	٤٣	٩,٨٦	0.000	دالة
بعد التجربة	٦٦,١٠	١١,٢٠				

وتشير نتائج جدول (١٢) إلى وجود مؤشرات ايجابية دالة إحصائياً (عند مستوى ≤٠,٠٥) عند مقارنة متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي لمقياس الاتجاه نحو الهندسة مقارنة بمتوسط درجاتهم في التطبيق البعدي لصالح متوسط درجاتهم في التطبيق البعدي (انظر قيم متوسطات درجات تلاميذ المجموعة التجريبية القبلية والبعدية فى مقياس الاتجاه نحو الهندسة بجدول (١٢)).

ولحساب فاعلية الأنشطة القائمة على نموذج "فان هيل" للتفكير الهندسي (المتغير المستقل) على الاتجاه تحسين نحو الهندسة، استخدمت معادلة مربع إيتا لحساب حجم

التأثير (فؤاد وآمال، ١٩٩١: ٤٣٩): $\zeta^2 = \frac{t^2}{t^2+df}$، حيث t القيمة التائية، df درجات الحرية، وحُسبت من البيانات المتضمنة بجدول (١٢)؛ وبلغت قيمة مربع ايتا لمقياس الاتجاه نحو الهندسة٠,٦٩؛ مما يعنى أن قوة المتغير المستقل بلغ حد متوسط في تأثيره على الاتجاه نحو الهندسة (٦٩%)، مما يؤكد فاعلية الأنشطة القائمة على مستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي بدرجة متوسطة على الاتجاه نحو الهندسة لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

ثالثاً: الإجابة عن السؤال الثالث

لمحاولة الإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة البحث والذي ينص على " ما مدى العلاقة بين: الفهم الهندسي، والاتجاه نحو الهندسة لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي؟"، تم اختبار صحة الفرض الرابع: "لا توجد علاقة موجبة ودالة إحصائيا عند مستوى دلالة ≤ ٠,٠٥ بين كل من درجات التلاميذ البعدية في كل من المتغيرات: (مستويات التفكير الهندسي، وتحصيل الهندسة، والاتجاه نحو الهندسة) مثنى مثنى لدى تلاميذ المجموعة التجريبية، وذلك باستخدام اختبار دلالة معامل ارتباط بيرسون Pearson Correlation Test للكشف عن معامل الارتباط بين درجات التطبيق البعدي لكل من مستويات التفكير الهندسي، وتحصيل الهندسة، والاتجاه نحو الهندسة لدى تلاميذ المجموعة التجريبية، ويعرض جدول (١٣) نتائج اختبار دلالة معامل ارتباط بيرسون بين المتغيرات التابعة الثلاثة.

جدول (١٣):

نتائج اختبار معامل ارتباط بيرسون للكشف عن العلاقة الارتباطية بين درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لأدوات البحث

	الاتجاه نحو الهندسة	مستويات التفكير الهندسي
مستويات التفكير الهندسي	*٠,١٤	١
التحصيل	*٠,٢٧	*٠,٠٧

* قيمة معامل الارتباط غير دالة عند مستوى الدلالة ≤ ٠,٠٥.

يشير جدول (١٣) إلى ضعف العلاقة ومستوى دلالتها عند مستوى دلالة (≤٠,٠٥) بين متغيرات البحث التابعة الثلاثة (مستويات التفكير الهندسي، وتحصيل الهندسة، والاتجاه نحو الهندسة) مثنى مثنى لدى تلاميذ المجموعة التجريبية بعد تطبيق التجربة، لذا يمكن قبول الفرض الصفري الرابع المتعلق بالعلاقات الارتباطية بين المتغيرات التابعة الثلاثة.

مناقشة نتائج البحث وتفسيرها

هدف البحث الحالي إلى بيان "كيفية توظيف أنشطة قائمة على نموذج "فان هيل" في تنمية الفهم الهندسي وتحسين الاتجاه نحو الهندسة لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي"، ولتحقيق هذا الهدف أعد البحث قائمة بمستويات التفكير الهندسي الملائمة لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي طبقاُ لنموذج "فان هيل"، ومن ثم التوصل لأسس تصميم وتوظيف أنشطة تعليمية تراعي تلك المستويات في الوحدة الرابعة "المساحات" والوحدة الخامسة "التشابه وعكس فيثاغورث وإقليدس" من مقرر الهندسة بكتاب الرياضيات للصف الثاني الإعدادي – الفصل الدراسي الثاني، كما حدد البحث الوسائل المناسبة لتقويم الفهم الهندسي لدى التلاميذ باستخدام أداتين تقيسانه وهما اختبار مستويات التفكير الهندسي واختبار تحصيل الهندسة، وفيما يتعلق بفاعلية توظيف أنشطة قائمة على نموذج "فان هيل" لتنمية الفهم الهندسي والاتجاه نحو الهندسة لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي تمت مناقشة وتفسير نتائجه كما يلي:.

١. **مناقشة وتفسير النتائج ذات الصلة بالسؤال الأول:**

توصلت النتائج إلى الإجابة عن السؤال الأول، وتلخصت تلك النتائج في "وجود فرق ذو دلالة إحصائية (عند مستوى ≤ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعي البحث فيما يتعلق بالفهم الهندسي (مستويات التفكير الهندسي، وتحصيل الهندسة) لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية"، كما تحسّن الفهم الهندسي بعد التجربة لدى تلاميذ المجموعة التجريبية بفرق دال إحصائياً (عند مستوى ≤ ٠,٠٥) في متوسط درجاتهم مقارنة بمتوسطها قبل التجربة، وكان حجم تأثير المتغير المستقل (توظيف الأنشطة القائمة على مستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي) على الفهم الهندسي متوسطاً إلى كبيراً.

وتفسير تلك النتائج المتعلقة بفاعلية توظيف الأنشطة القائمة على نموذج "فان هيل" على الفهم الهندسي لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي، أن وجود أنشطة مخططة جيداً وُظفّت في تعليم مقرر الهندسة طبقاً لأداءات متوقعة من التلاميذ ومتدرجة وتراعي خصائص النموذج، كما تنوعت أنشطة وشملت أنشطة البازل (يدوية وتصويرية)، وأنشطة لمواقف واقعية، وأنشطة لوحة المربعات، وأنشطة التكبير والتصغير (مقياس الرسم)، ساعدت كل هذه

العوامل في اكتساب كبير إلى متوسط لمستويات التفكير الهندسي لدى تلاميذ المجموعة التجريبية.

كما كان متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في اختبار مستويات التفكير الهندسي يساوي $\frac{81.41}{105}$، وبتحليل سريع لدرجات تلاميذ المجموعة التجريبية على كل مستوى من مستويات التفكير الهندسي للحكم على مدى اكتسابهم لكل مستوى طبقاً لجدول (٢)، وجد أن غالبية التلاميذ (٨٢%) اجتازوا المستوى الأول بـ "اكتساب كامل" مقداره أكثر من (٩٠%) والنسبة الباقية من التلاميذ (٢٠%) تنوع اجتيازهم للمستوى الأول بين "عدم اكتساب" أو "بداية اكتساب المستوى"، كما اجتاز نسبة كبيرة من التلاميذ (٦٥%) المستوى الثاني بـ"اكتساب كامل" وبقية التلاميذ (٣٥%) أظهروا "بداية اكتساب" لهذا المستوى، واجتاز نسبة من التلاميذ بلغت (٤٠%) المستوى الثالث بمستوى من "الاكتساب الكامل" وأخفق (٢٠%) منهم في اكتساب المستوى و(٤٠%) حققوا اكتساب تراوح بين "بداية اكتساب" أو "عدم وضوح الاكتساب"، وأخيراً حقق نسبة قليلة من التلاميذ بلغت (١٧%) "اكتساب كامل" للمستوى الرابع وأخفق بقية الطلاب (٨٣%) في تحقيق اكتساب كامل لهذا المستوى وحققوا "عدم اكتساب"؛ مما يدل على اكتساب التلاميذ لمستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي كانت مناسبة وتتفق مع كثير من الدراسات السابقة بصورة تقريبية، وتفسّر تلك النتيجة أن التلاميذ لم يتدربوا من قبل بصورة مركزة على توظيف أنشطة قائمة على مستويات التفكير الهندسي، مما كان يحتاج وقت أطول ليؤتي التدريب ثماره ويصلوا لمستويات أفضل محققين في كل مستوى مستوى اكتساب عالٍ، ويؤكد ذلك الملاحظات المسجلة خلال إجراء التجربة ومنها أن التلاميذ كان لديهم رغبة في تناول التمارين والأمثلة والتركيز عليها بدلاً من الأنشطة التي اعتقدوا أنها مرهقة في البداية لهم، كما أنهم اعتقدوا أنها لن تفيدهم في اجتياز الاختبارات الشهرية والامتحانات النهائية، واحتاج ذلك قدر من الوقت والتدرج معهم لإقناعهم بجدوى تلك الأنشطة والتي ترتبط بالمقرر وتعليمه بطريقة علمية مثمرة، كما عبرً بعضهم عن مدى اقتناعة بالفائدة من وراء تعلّم تلك الأنشطة خلال تعلمهم للدروس الأخيرة، وأبدوا رغبتهم أن يتبع معلمي المدرسة مثل تلك الأنشطة في تعليمهم بالمدرسة.

كما كان متوسط درجات تحصيل الهندسة يساوي $\frac{11.75}{20}$ ، مما يعني أن التلاميذ نجحوا في اختبار التحصيل ولكن بنسبة متدنية، على الرغم من دلالة تلك الدرجة مقارنة بمتوسط

درجاتهم قبل التجربة، وتفسّر تلك النتيجة بأن التلاميذ كان مستوياتهم ضعيفة نسبياً قبل بدأ البحث $\frac{5.05}{20}$، بالإضافة إلى طبيعة الوحدتين الرابعة والخامسة من مقرر الهندسة من تكدسهم بمفاهيم ونظريات ونتائج هندسية وتمارين كثيرة جداً ويشعر عادة غالبية الطلاب بوجود صعوبات عند تعلم هاتين الوحدتين، وفي هذا السياق تشير النتائج إلى فعالية توظيف الأنشطة القائمة على نموذج "فان هيل" على التحصيل الهندسي بصورة متوسطة، ربما بسبب عوامل أخرى تم ذكر بعضها كوجود صعوبات وتكدس الوحدتين، بالإضافة إلى وجود أخطاء مترسخة لدى كثير من التلاميذ في ممارسة مهارات البرهان سواء للنظريات أو النتائج أو التمارين مما أدى لإنخفاض درجات التلاميذ، مما يحتاج دراست أخرى تشخيصية وعلاجية تقف على مثل هذه الصعوبات والأخطاء وتعالجها.

وتتفق نتائج البحث فيما يتعلق بفاعلية الأنشطة القائمة على نموذج "فان هيل" للتفكير الهندسي لتنمية الفهم الهندسي مع كل من: دراسة (Al-ebous, 2016)، ودراسة (عبدالجواد، ٢٠١٠)، ودراسة (عزة، ٢٠٠٧).

٢. مناقشة وتفسير النتائج ذات الصلة بالسؤال الثاني:

توصلت النتائج إلى الإجابة عن السؤال الثاني، وتلخصت تلك النتائج في "عدم الكشف عن وجود فرق ذو دلالة إحصائية (عند مستوى ≤ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعي البحث فيما يتعلق بتحسين الاتجاه نحو الهندسة لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي"، كما تحسنت اتجاهات تلاميذ المجموعة التجريبية بعد التجربة بفرق دال إحصائياً (عند مستوى ≤ ٠,٠٥) مقارنة بالاتجاه قبل التجربة، وكان حجم تأثير المتغير المستقل (توظيف الأنشطة القائمة على نموذج "فان هيل") على تحسين الاتجاه نحو الهندسة متوسطاً.

والنتيجة السابقة يمكن تفسيرها، أن تحسين الاتجاهات لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في مثل هذه الفئة العمرية يحتاج إلى وقت وجهد كبيرين، ومجهود مركّز وموجه نحو زعزعة اتجاهاتهم ومعتقداتهم الراسخة حول تعلم الهندسة بصفة خاصة وتعلم الرياضيات بصفة عامة، من كون المقرر يتصف بالتجريد وقلة التطبيقات وكثرة الرموز والمفاهيم والأشكال والنظريات والنتائج، ويتطلب منهم استظهار وحفظ بدلا من الاستيعاب والفهم، كما وأنهم لم يؤثر فيهم التدريس الذي استمر قرابة الشهرين على النحو المأمول لتجربة البحث

بتغيير تلك الاتجاهات الراسخة لديهم من عدم نفع وفائدة دراسة الهندسة داخل المدرسة وخارجها في حياتهم وبيئتهم ، مما أثر على الوصول إلى نتائج جيدة.

وبالرغم من ذلك فقد تحسّن الاتجاه نحو الهندسة لدى تلاميذ المجموعة التجريبية بفرق ذو دلالة إحصائية فيما بين قبل وبعد تطبيق تجربة البحث، كما كان حجم تاثير توظيف الأنشطة على تحسين الاتجاه نحو الهندسة متوسطاً، ربما لأنهم شعروا بتغّير في طريقة وأساليب تعلمهم، وذلك لأن الأنشطة المقدمة لهم راعت التدرج في مستويات التعلم طبقاً لمستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي، واهتمت تلك الأنشطة بتحديد بعض أخطاء التلاميذ المتوقعة وعلاجها أول بأول حتى لا تتراكم وتتكون مفاهيم بديلة غير صحيحة لدى التلاميذ، كما روعي في تلك الأنشطة أن تنفّذ في مجموعات تعاونية من التلاميذ مما أثر على تحفيز التلاميذ وعرض أفكارهم دون خوف من النقد الهدّام، وشعروا بأنهم محور اهتمام حجرة الدراسة وهم قادة عمليات التعلم فيها، مما ساعدهم على طرح أسئلة حول الصعوبات التي تواجههم، وأيضاً ظهر ذلك في حرصهم على إجراء المناقشات حول عملهم وإظهارها بشكل جيد ومناسب مع الآخرين في بيئة يسودها الاحترام والتقدير من كافة التلاميذ والمعلم.

وتختلف نتائج البحث فيما يتعلق بعدم الكشف عن فعالية الأنشطة القائمة على نموذج "فان هيل" لتحسين الاتجاه نحو الهندسة مع كل من: دراسة (Al-ebous, 2016)، ودراسة (هاني، ٢٠١٥)، ودراسة (الحميد، ٢٠١٠)، ودراسة (عزة، ٢٠٠٧).

٣. مناقشة وتفسير النتائج ذات الصلة بالسؤال الثالث:

توصلت النتائج إلى الإجابة عن السؤال الثالث، وتلخصت تلك النتائج في "عدم الكشف عن وجود علاقة ارتباطية موجبة ودالة إحصائياً (عند مستوى ≤ ٠,٠٥) بين درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في أزواج المتغيرات: مستويات التفكير الهندسي، وتحصيل الهندسة، والاتجاه نحو الهندسة (مثنى مثنى)".

والنتيجة السابقة يمكن تفسيرها، بأن العلاقة الخطية كانت ضعيفة بين متغيرات البحث التابعة (مثنى متنى)، بسبب طبيعة المتغيرات مما أثر على ظهور الارتباط بينها، فطبيعة مستويات التفكير الهندسي تحتاج إلى اكتساب عمليات تعلم لم يعتادها التلاميذ تتطلب منه التدرج في سلسلة من الأنشطة الموجهة نحو اكتساب كل مستوى والمناقشة بلغة مناسبة للمستوى الموجود عنده التلميذ ومتابعة التعلم والتأكد منه قبل الانتقال إلى تعلم المستوى

التالي وهي غالبيتها عمليات معرفية عقلية عالية المستوى، وطبيعة التحصيل الذي يتطلب من التلميذ استيعاب وتطبيق ما تعلمه معرفياً بصورة شبه شامله ويتعامل معه تلاميذ كثيرين باعتباره المحصلة النهائية التي تتطلب حفظ واستظهار كما يعتقدون، كما تتميز طبيعة الاتجاه نحو الهندسة بتوجهات ودافعية التلاميذ ورغبتهم في تعلم الهندسة ونظرتهم الشخصية لها التي تتداخل فيها عوامل يصعب حصرها أو التحكم فيها، وإجمالاً طبيعة المتغيرات التابعة للبحث واختلافات طبيعة كل منهم قد يكون عامل مؤثر في تلك النتيجة.

وتختلف نتائج البحث فيما يتعلق بعدم الكشف عن وجود علاقة موجبة ودالة إحصائياً بين متغيرات البحث التابعة (مستويات التفكير الهندسي، تحصيل الهندسة، الاتجاه نحو الهندسة) مثنى مثنى مع كل من: دراسة (أمل، ٢٠١٤)، ودراسة (هاشم، ٢٠١٤)، ودراسة (عبدالجواد، ٢٠١٠).

توصيات البحث

أجريت كثير من الدراسات لمحاولة تحسين مستويات التفكير الهندسي والتحصيل والاتجاه نحو الهندسة لدى تلاميذ في مختلف الفئات العمرية والمراحل والصفوف التعليمية، وبالرغم من ذلك فما زالت المشكلة موجودة، لذا كان البحث الحالي يبعث برسالة إلى جميع المشاركين في عملية تعليم وتعلم الهندسة بكيفة حل هذه المشكلة من خلال النتائج التي توصلت إليها سواء التي كشفت عنها أو لم تكشف عنها، لذا يوصي البحث الحالي ببذل مزيد من الجهود لزيادة وعي القائمين على تعليم وتعلم الهندسة بأهمية تنمية مستويات التفكير الهندسي لدى التلاميذ في كافة المراحل والصفوف الدراسية المدرسية، باعتباره هدف مهم ينبغي أن يصل إليه التلاميذ بعد دراستهم لمقررات الهندسة، عن طريق:

١. تطوير الكتاب المدرسي فيما يتعلق بوحدات الهندسة، ليظهر فيه أنشطة موجهة لتحسين كل مستوى على حده من مستويات التفكير الهندسي.
٢. تطوير كتاب دليل المعلم ليشمل أنشطة أساسية وإثرائية على أنشطة موجهه نحو تنمية مستويات التفكير الهندسي، مع تقديم نبذة عنها للمعلمين والمعلمات داخل الدليل.
٣. تقديم دورات تدريبية للمعلمين والموجهين لكيفية تصميم ومعالجة الأنشطة التي تحث التلاميذ على اكتساب مستويات التفكير الهندسي.

٤. تضمين الاختبارات الشهرية وامتحانات التلاميذ والواجبات المنزلية أنشطة هندسية تركز على اكسابهم لمستويات التفكير الهندسي، بعد التحقق من المستويات التي وصلوا إليها.
٥. الاهتمام بتعليم الهندسة في إطار التوجهات العالمية باعتبارها تخصص مهم يحتاجه سوق العمل، والعمل على تطويرها وتحسينها باستمرار لما قد تساهم فيه من دعم اتجاهات قوية مثل توجه STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics).

البحوث المقترحة

بناء على مجريات البحث الحالي وما تمخّض عنه من نتائج وتفسيرات لها، يوصي بمزيد من البحوث حول ما يلي:

١. إجراء البحث الحالي على عينات أخرى من مراحل تعليمية مختلفة، ومقررات رياضيات أخرى.
٢. دراسة العلاقة بين صعوبات تعلم الهندسة ومستويات التفكير الهندسي لدى تلاميذ مرحلة دراسية محددة.
٣. فاعلية التفاعل بين السعة العقلية للتلاميذ ومستويات التفكير الهندسي على الفهم الهندسي والميول الهندسية لدى التلاميذ.
٤. توظيف أنشطة إثرائية علاجية لتعديل التصورات الهندسية البديلة لدى تلاميذ أحد الصفوف التعليمية.
٥. تدريب التلاميذ على استخدام بعض البرامج الرسومية الهندسية مثل الآلة الحاسبة الرسومية، أو برنامج الرسوم المتحركة للإنشاءات الهندسية، أو أحد برامج النمذجة والمحاكاة، وأثر هذا التدريب على مستويات التفكير الهندسي والقدرة المكانية والاتجاهات نحو استخدام التقنيات والبرامج الحديثة.
٦. دراسة العلاقة النظرية بين عادات العقل الهندسية ومستويات التفكير الهندسي، وأثر التفاعل بينهما على تحقيق معايير الهندسة طبقاً لمعايير الرياضيات المحورية المشتركة.

قائمة المراجع

١. هاشم إبراهيم إبراهيم (٢٠١٤): تغيّر مستويات (فان هيلي) Van Hiele للتفكير الهندسي عند الطلبة معلمي الصف في التعليم المفتوح إثر دراستهم مقرر المفاهيم الهندسية وطرائق تدريسها وعلاقتها بتحصيلهم الدراسي. ***مجلة جامعة دمشق***، ٣٠(١): ٨٧-١١٩.

٢. فؤاد عبداللطيف أبوحطب وآمال صادق (١٩٩١): ***مناهج البحث في العلوم النفسية والتربوية والاجتماعية***. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

٣. عدنان حكمت البياتي ونور عبدالملك ناجي (٢٠١٣): أثر استخدام مستويات التفكير في نموذج فان هيل في تحصيل العلوم للصف السادس الابتدائي. ***العلوم التربوية والنفسية***، العراق، ١٠١: ٧٨-١٢٩.

٤. عايشه جميعان الجهني (٢٠١٦): العلاقة بين مستوى التفكير الهندسي ومستوى القدرة المكانية لدى طالبات المرحلة الثانوية بالمدينة المنورة. ***المجلة العربية للعلوم ونشر الأبحاث***، فلسطين، ٢(٦): ٦٤-٨٥.

٥. طلال سعد الحربي (٢٠٠٣): اتجاهات وأساليب معلمي رياضيات المرحلة المتوسطة في تدريس الهندسة وارتباطها بمستويات فان هيل. ***مجلة مركز البحوث التربوية***، ٢٤(١٢): ٢٤(١٢): ٢٩-٥٩.

٦. أمل محمد الحنفي (٢٠١٤): فعالية برنامج قائم على التعلم المتنقل المختلط في تنمية مستويات التفكير الهندسي لدى الطلاب المعلمين بشعبة الرياضيات. ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ١٧(٦): ٣٢٠-٣٢٩.

٧. إبراهيم محمد الغامدي (٢٠١٥): فاعلية استراتيجية التعلم المدمج في تدريس الهندسة على التحصيل وتنمية التفكير الهندسي لدى طلاب الصف الثاني المتوسط. ***مجلة العلوم التربوية***، كلية التربية – جامعة الملك سعود، ٢٧(٢): ١٧٧-٢٠٢.

٨. هاني محمد المالحي (٢٠١٥): فعالية استخدام خرائط التفكير في تدريس الرياضيات على تنمية التفكير الهندسي والتحصيل لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي بالمملكة العربية السعودية. ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ١٨(٦): ٦-٥٢.

٩. زياد محمد النمرواي ومفيد أحمد أبوموسى (٢٠١٤): مستويات التفكير الهندسي في القطوع المخروطية لدى طلبة قسم الرياضيات في جامعة الزيتونة الأردنية. ***المجلة التربوية***، جامعة الكويت، ١١١: ٤٠٧-٤٣٤.

١٠. إبراهيم محمد حسن (٢٠١٣): فاعلية استخدام السبورة التفاعلية في تدريس الهندسة لتنمية التحصيل والتفكير الهندسي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. ***مجلة كلية التربية***، جامعة بنها، ٩٤(٢٤): ٢٨٧-٣٣٣.

١١. محمود محمد حسن (٢٠٠١): مستويات التفكير الهندسي لدى الطلاب المعلمين (تخصص رياضيات) بكلية التربية بأسيوط في ضوء نموذج "فان هيل". ***مجلة كلية التربية***، جامعة أسيوط، ١٧(١): ٣٨١-٤٠٣.

١٢. عادل عطية ريان (٢٠١٣): مدى تطبيق معلمي الرياضيات في مديرية تربية شمال الخليل للأنشطة التعليمية المبنية على نموذج فان هايل "Van Hiele" في التفكير الهندسي. ***مجلة جامعة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات التربوية والنفسية***، ١(٣): ١٣-٤٦.

١٣. ردمان محمد ردمان (٢٠٠٧): مدى اتساق محتوى الهندسة في كتب الرياضيات للصفوف من ٧-٩ في الجمهورية اليمنية مع الأسس التعليمية لنظرية فان هيل للتفكير الهندسي. ***مجلة العلوم النفسية والتربوية***، جامعة البحرين، ٨(٣): ١٦٥-١٨٥.

١٤. عبدالجواد محمد عبدالجواد (٢٠١٠): مستويات التفكير الهندسي وعلاقتها بالاتجاه نحو الرياضيات والتحصيل في مادة الهندسة لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. ***مجلة كلية التربية***، جامعة المنصورة، ٧٤(١): ٢٥١-٢٢٠.

١٥. عزة محمد عبدالسميع (٢٠٠٧): فاعلية استخدام نموذج التعلم البنائي بتدريس المفاهيم الهندسية في تنمية التحصيل والتفكير الهندسي لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي. ***مجلة كلية التربية***، جامعة عين شمس، ٣١(١): ٩-٣٩.

١٦. قصي توفيق غزال ورياض جمعة علي (٢٠١٤): أثر نموذج "فان هيل" في تنمية الثقة بالنفس لدى طلاب الصف الخامس العلمي في مادة الرياضيات. ***العلوم التربوية والنفسية***، العراق، ١٠٥: ١-٢٧.

17. Abdullah, A. H. and Zakaria, E. (2011). An exploratory factor analysis of an attitude towards geometry survey in a Malaysian context. ***International Journal of Academic Research***, 3(6): 190-193.
18. Abdullah, A. H. and Zakaria, E. (2013). The effects of Van Hiele`s phases of learning geometry on students` degree of acquisition of Van Hiele levels. ***Procedia Social and Behavioral Sciences***, 102: 251-266.
19. Al-ebous, T. (2016). Effects of the Van Hiele model in geometric concepts acquisition: the attitudes towards geometry and learning transfer effect of the first grades students in Jordan. ***International Education Studies***, 9(4): 87-98.

20. Armah, R. B.; Cofie, P. O. and Okpoti, C. A. (2017). The geometric thinking levels of pre-service teachers in Ghana. ***Higher Education Research***, 2(3): 98-106.
21. Common Core State Standards Initiative (2017). Preparing America`s students for success: Geometry. Retrieved from ***http://www.corestandards.org/Math/Content/G/***
22. George, W. (2017). Bringing Van Hiele and Piaget together: a case for Topology in early mathematics learning. ***Journal of Humanistic Mathematics***, 7(1): 105-116.
23. Gutierrez, A.; Jaime, A. and Fortuny, J.M. (1991). An alternative paradigm to evaluate the acquisition of the Van Hiele levels. ***Journal for Research in Mathematics Education***, 22(3): 237-251.
24. Haviger, J. and Vojkuvkova, I. (2015). The Van Hiele levels at Czech secondary schools. ***Procedia Social and Behavioral Sciences***, 171: 912-918.
25. Irvine, J. (2017). From description to prescription: a proposed theory of teaching coherent with the Pirie-Kieren model for the dynamical growth of mathematical understanding. Journal of Instructional Pedagogies, 19: 1-15.
26. Sunzuma, G.; Masocha, M. and Zezekwa, N. (2013). Secondary school students 'attitudes towards their learning of geometry: a survey of Bindura Urban secondary schools. ***Greener Journal of Educational Research***, 3(8): 402-410.
27. Unlu, M.; Avcu, S. and Avcu, R. (2010). The relationship between geometry attitudes and self-efficacy beliefs towards geometry. ***Procedia Social and Behavioral Sciences***, 9: 1325-1329.
28. Usiskin, Z. (1982). Van Hiele Levels and Achievement in Secondary School Geometry. CDASSG Project. Retrieved from ***http://eric.ed.gov/?id=ED220288***
29. Yildiz, C.; Aydin, M. and Kogce, D. (2009). Comparing the old and new $6^{th} - 8^{th}$ grade mathematics curricula in terms of Van Hiele understanding levels for geometry. ***Procedia Social and Behavioral Sciences***, 1: 731-736.